

Univerzita Karlova v Praze

Filozofická fakulta

Habilitační práce

Člověk a přírodní zdroje v době kamenné

2020

PhDr. Mgr. Petr Šída, Ph.D.

Formální prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou habilitační práci vypracoval samostatně (v případě spoluautorství vyjadřuji svůj autorský podíl) a s použitím publikací uvedených v seznamu literatury.

V Lysé nad Labem

Obsah

OBSAH	iii
ABSTRAKT/ABSTRACT	iv
KLÍČOVÁ SLOVA/KEYWORDS	v
1. ÚVOD	1
2. KAMENNÉ SUROVINY JAKO ZDROJ INFORMACÍ O LIDSKÉM CHOVÁNÍ V RÁMCI KRAJINY OD PALEOLITU PO NEOLIT	4
2.1 METODA PRÁCE S EXPLOATAČNÍMI AREÁLY	5
2.2 SUROVINY VYUŽÍVANÉ NA ÚZEMÍ ČECH	6
2.3 STARÝ A STŘEDNÍ PALEOLIT	10
2.4 MLADÝ PALEOLIT	13
2.5 POZDNÍ PALEOLIT	14
2.6 MEZOLIT	15
2.7 POZDNÍ MEZOLIT	16
2.8 POSTMEZOLITICKÉ SKUPINY	16
2.9 ZÁVĚR	19
2.10 POUŽITÁ LITERATURA	20
2.11 VYBRANÉ PUBLIKACE K TÉMATU	22
3. NEOLITICKÁ TĚŽBA METABAZITŮ V JIZERSKÝCH HORÁCH	24
3.1 GEOLOGICKÁ POZICE METABAZITŮ	25
3.2 MINERÁLNÍ ASOCIACE METABAZITŮ	27
3.3 ARCHEOLOGICKÝ VÝZKUM NEOLITICKÉ TĚŽBY	28
3.4 ARCHEOLOGICKÉ NÁLEZY	29
3.5 DATOVÁNÍ TĚŽBY	30
3.6 ČASOPROSTOROVÝ ROZPTYL SUROVINY	31
3.7 PRODUKCE	33
3.8 VÝZNAM FENOMÉNU NEOLITICKÉ TĚŽBY V JIZERSKÝCH HORÁCH	33
3.9 POUŽITÁ LITERATURA K NEOLITICKÉ TĚŽBĚ V JIZERSKÝCH HORÁCH	34
3.10 VYBRANÉ PUBLIKACE K TÉMATU	37
4. ČLOVĚK A VEGETACE STARÉHO HOLOCÉNU	39
4.1 CHRONOLOGICKÝ A EKOSYSTÉMOVÝ RÁMEC STARŠÍHO HOLOCÉNU	40
4.2 PRAMENY UMOŽŇUJÍCÍ STUDIUM VEGETACE V ARCHEOLOGICKÉM KONTEXTU ...	44
4.3 ROSTLINY JAKO ZDROJ POTRAVY LOVCE A SBĚRAČE	46
4.4 VLIV LOVECKO-SBĚRAČSKÉHO OSÍDLENÍ NA VEGETACI A ŠÍŘENÍ NEOLITICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ	50
4.5 ZÁVĚR	54
4.6 POUŽITÁ LITERATURA	55
4.7 VYBRANÉ PUBLIKACE K TÉMATU	58
5. ZÁVĚR	59
PŘEDKLÁDANÉ PUBLIKACE	60

Abstrakt / Abstract

Předložená práce nám poskytuje archeologický pohled na variace ve využívání dostupných přírodních zdrojů člověkem. Přírodní prostředí poskytovalo člověku vše, co v minulosti potřeboval, bohužel však nemůžeme studovat celé spektrum zdrojů v jejich historické komplexitě, protože se doklady využívání různých zdrojů dochovávají v různé míře. Nejstabilnějším materiálem je bezesporu kámen, kterému je věnována první a druhá část předkládané práce. V průběhu historie můžeme sledovat proměnu vzorců nakládání s kamennou surovinou od jednoduchého vztahu sídliště – lokální surovina až po komplexní zásobovací schémata moderního člověka v mladého paleolitu a následně ve starší polovině holocénu. Vrcholu složitosti dosahují ve střední Evropě v čase prvních zemědělců, kdy i na našem území vznikl jeden z nadregionálních distribučních systémů, zásobujících celou střední Evropu. Jemu je věnována střední část práce.

Třetí část se věnuje využívání rostlinných zdrojů předzemědělskými komunitami střední Evropy. To, že lovci a sběrači holocénu rostliny využívali, víme díky celé řadě recentních antropologických výzkumů a je to doložené i díky studiu stabilních izotopů. Doložit konkrétní využívání jednotlivých druhů v archeologickém záznamu je však úkol mnohem složitější. V této části přinášíme přehled poznání pro období mezolitu na našem území.

This work provides an archeological view of variations in the use of available natural resources by man. The natural environment provided man with everything he needed in the past, but unfortunately we cannot study the entire spectrum of resources in their historical complexity, as the evidence of the use of different resources is preserved to varying degrees. The most stable material is undoubtedly stone, to which is devoted to the first and second part of the work. Through the history, we can observe the change in the patterns of stone resource management from the simple site - local raw material, to the complex supply schemes of modern human in the Upper Paleolithic and then in the lower Holocene. The peak of complexity is reached in Central Europe at the time of the first farmers, when one of the supra-regional distribution systems in the Czech Republic was established, supplying the whole of Central Europe. The middle part of the work is devoted to him.

The third part is devoted to the use of plant resources by the pre-agricultural communities of Central Europe. We know that hunters and gatherers of the Holocene have used the plants thanks to a number of recent anthropological researches, and this is also evidenced by the study of stable isotopes. However, the task of demonstrating the specific use of individual species in an archaeological record is much more difficult. In this section we present an overview of knowledge for the Mesolithic period in our territory.

Klíčová slova / Keywords

doba kamenná; přírodní zdroje; kamenné suroviny; metabazit typu Jizerské hory; využití rostlin

stone age; natural resources; stone raw material; metabasite of Jizera mountains; plants use

1. Úvod

Člověk doby kamenné žil v přírodním prostředí, byl jím ovlivňován a zpětně ovlivňoval i prostředí samotné. Přírodní prostředí poskytuje rámec, ve kterém se člověk pohybuje a který jej limituje. Zásadní jsou v tomto ohledu využitelné zdroje (voda, potrava ve formě lovné zvěře a sbíraných a později i pěstovaných rostlin, suroviny) a limitní faktory prostředí (klima, rozložení srážek, v mladším období úživnost půd).

Při studiu archaických společností pravěku nemůžeme studovat interakci člověk – prostředí přímo. Jsme odkázáni na více, či méně nepřímá data odvozená od současného stavu prostředí a lidské interakce s ním (přičemž antropologický výzkum popsal značné množství nedávných nebo současných analogických systémů z prostředí původních společností). Kdybychom měli pouze ta, byl by náš obraz minulé reality silně zkreslený, naštěstí je můžeme korigovat pomocí dat získaných při archeologických výzkumech pravěkých lokalit. I tento soubor dat je zatížený celou řadou chyb systémového charakteru (např. selektivní zachování různých typů materiálů), přesto je kombinace obou typů informací jediným způsobem, jak se přiblížit poznání minulé reality.

Zásadní rozdíl, který obě množiny dat přinášejí, můžeme demonstrovat na příkladu kamenných surovin. Současný geologický výzkum pokročil do míry, že jsme schopni definovat byť i jen lokální zdroje surovin, využitelných pravěkým člověkem. Tento soubor zdrojů vyjadřuje potenciální možnost. To, zda, a za jakých okolností, je člověk opravdu využíval, ale nejsme schopni vyčíst jinak, než studiem konkrétních dochovaných pravěkých souborů artefaktů. Ukážeme, že člověk v průběhu doby kamenné využíval potenciál těchto zdrojů značně variabilně.

První část předkládané práce se věnuje právě archeologickým lokalitám jako zdroji informací o lidském chování v rámci krajiny (a to od paleolitu po neolit). Na vybraných souborech, které jsem měl možnost zkoumat, ukazují, jak se proměňuje lidské chování v prostoru v tomto časovém rámci. Zásadní důraz je kladen na využívané zdroje kamenné suroviny. Důvodů pro to je hned několik, předně jde o jeden z nejrezistentnějších materiálů, který člověk kdy zpracovával (a také jeden z prvních vůbec), takže je pomocí něj možné dokumentovat lidské chování od počátku lidského rodu až do doby, kdy je ve větší míře nahrazen kovy. Dochovává se takřka za všech okolností a nepodléhá tak snadno selektivním nálezovým transformacím, jako jiné materiály, takže umožňuje srovnávací studium velkého množství souborů, které mají stejnou vypovídací schopnost. Pro území České republiky je

typická přítomnost převážně plošně omezených zdrojů surovin, které mají povětšinou střední, či nízkou kvalitu. Nízkou kvalitu a rozsah nahrazuje extrémní variabilita, která nemá na většině srovnatelně velkých oblastí střední Evropy obdoby. Co bylo prokletím pro pravěké obyvatel našeho území, vyžadujícím vynaložení značné energie ve snaze se zásobit potřebnými surovinami, je požehnáním pro nás, protože vysoká variabilita umožňuje velmi detailně identifikovat jednotlivé zdroje a z jejich variabilního využívání identifikovat i jemné nuance lidského chování.

Z množství zdrojů kamenných surovin na území České republiky jeden do značné míry vyčnívá a jemu je věnována druhá část předkládané práce, nazvaná neolitická těžba metabazitů v Jizerských horách. V samém závěru doby kamenné byla v Jizerských horách nastartovaná masová těžba materiálu, který v nově se ustavivší společnosti prvních zemědělců sloužil jako surovina pro výrobu broušených seker – základního nástroje neolitického zemědělce. Z podoby těžby, jejího rozsahu a datování, ale taky z rozsahu distribuce suroviny jsme schopni vyčíst detaily o fungování komunity, která těžbu prováděla. Jsme schopni poznat rozsáhlý systém distribuce materiálu a dokonce můžeme upřesnit průběh procesu přechodu od lovecko sběračského způsobu života k zemědělství.

Nástup neolitu se ve středoevropském prostoru jeví jako extrémně kontrastní děj díky introdukci postupů a plodin, které zprostředkovaně přes Balkán dorazily z oblasti blízkého východu před circa 7500 lety. Na první pohled tak společnost posledních lovců a sběračů a prvních zemědělců nemají nic společného. Výzkumy posledních desetiletí ale ukazují opak (Zvelebil 1994 a další). Introdukovány jsou pouze ty nejnápadnější prvky (a to ještě navíc ne všechny, například broušená industrie je jev původně lokálně mezolitický). Poslední lovci a sběrači manipulovali s rostlinami a ovlivňovali krajinu ve značné míře dávno před příchodem blízkovýchodních technologií a zdá, že tyto znalosti byly nutnou podmínkou jejich přijetí. Míře a podobě ovlivnění staroholocénní vegetace člověkem se věnuje třetí část předkládané práce člověk a vegetace starého holocénu.

Lidské chování lze nahlížet z nepřehledného množství možných pohledů. Většina jeho aspektů – rituálů či představ – bez toho, že by je někdo zaznamenal, mizí a jejich otisk dochovaný v archeologickém záznamu je jen slabým stínem minulé reality. A tak jako stín nezobrazuje přesně předmět, který jej vrhá, ani otisky minulosti neodráží minulé děje dokonale, ale spíše v náznacích. Předložená práce ukazuje možnosti využití různých postupů vybraných oborů přírodních věd pro analýzu archeologických situací a materiálu, díky němuž můžeme lépe porozumět některým pro nás doposud skrytým aspektům lidského chování. Tento postup není v archeologii novým, de facto jej aplikovali již první badatelé, jakými byl

J. Kušta či J. N. Woldřich v Čechách, či K. J. Maška nebo M. Kříž či J. Knies na Moravě. Navazujeme tak na mnohé badatele počínaje K. Absolonem a B. Klímou a konče J. Svobodou. Postupy aplikací se od konce 19. staletí vyvíjejí spolu s přírodními vědami a díky tomu dnes můžeme spatřit dříve netušené detaily minulé lidské existence.

Poděkování patří všem kolegům, kteří přispěli svými znalostmi k dokončení předkládaných publikací, a Petru Pokornému, M. Ptákové Divišové a J. Svobodovi za mnohé hodiny inspirativních diskusí, a rodině za nekonečnou trpělivost.

2. Kamenné suroviny jako zdroj informací o lidském chování v rámci krajiny od paleolitu po neolit

Využívání každého typu suroviny se projevuje jejím specifickým rozptylem v prostoru i čase. Tento rozptyl v rámci archeologických lokalit je čistě dílem člověk a odráží přímo jeho preference, aktivity, ale i areály pohybu. Za předpokladu, že oby rozptily známe dostatečně dobře, můžeme se pokusit o vymezení pravidel, podle kterých se rozšíření suroviny řídí, a na jejich základě identifikovat zákonitosti lidského chování v krajině.

Lovci a sběrači využívali prostor okolo svého sídliště strukturovaně (k problematice viz Binford 1978; 1981). Nejmenším areálem byl prostor každodenního využití. Kamenná surovina nízké kvality, využívaná například v ohništích a potřebná ve velkém množství, pochází právě z blízkého okolí (přičemž její absence nebyla nikterak limitující a kámen šlo snadno nahradit; příklady ohnišť vyložených kameny můžeme sledovat na mnoha lokalitách severních Čech, využíván byl čedič z říčních koryt, nebo místní pískovec – Svoboda (Ed.) 2003; 2017; Šída in pres 2020). Lovci vyráželi na lovecké výpravy dál od vlastního sídliště do prostoru loveckých areálů. Výpravy pro získání kamenných surovin dosahují největších vzdáleností od sídlišť (mohou ale být spojeny i s přesunem sídlišť na novou lokaci). Tyto všechny aktivity spolu se sezónními přesuny lokalit vytvářejí prostor, ve kterém se lovci a sběrači pohybovali (tzv. komunitní areál).

Pro naše potřeby sledování zdrojů surovin definujeme tzv. exploatační areály. Je to prostor, ze kterého pocházejí kamenné suroviny. Jeho velikost odráží aktivní získávání surovin ať už při speciálních výpravách za surovinou, tak při přesunech sídlišť. Naším cílem je najít zákonitosti, podle kterých se řídí jejich velikost, a určit, zda velikost exploatačních areálů může odrážet velikost komunitních areálů v daném období. Velikost komunitního areálu jednoznačně určuje demografický potenciál studovaného území (čím větší byl komunitní areál, tím menší byla hustota lidí v daném prostoru) a zároveň definuje i možnou podobu celkové organizace lidské skupiny.

Místní zdroje surovin odrážejí každodenní činnosti v sídelním areálu. Velikost exploatačních areálů závisí na přítomnosti zdroje kvalitních surovin v blízkosti lokality. Jsou-li zdroje kvalitní suroviny v blízkosti lokality, využívaný exploatační areál je malý a nemůže

být použit pro odhad velikosti komunitního areálu. Jsou-li zdroje kvalitních surovin na hranici komunitního areálu, je možné velikost exploatačního areálu ztotožnit s velikostí exploatačního. Tuto hranici však můžeme identifikovat až ve chvíli, kdy se zdroj kvalitní suroviny nachází za ní. V tu chvíli začne narůstat podíl méně kvalitních surovin z prostoru exploatačního areálu. Všechny tři případy se projevují specifickými křivkami nárůstu podílu surovin (Šída - Vokounová Franzeová - Moravcová 2012; Šída – Vokounová Franzeová – Moravcová 2014). Do problematiky exploatačních areálů vstupuje i další jev, tzv. vzdálené či dálkové zdroje surovin. Ty jsou přítomny ve velmi malých množstvích ve většině kolekcí a byly získávány z významně větších vzdáleností, než většina ostatních surovin. Vzdálené zdroje surovin se pravděpodobně do kolekcí dostávaly formou dálkových kontaktů (výměna, komunikace, speciální expedice za surovinou do společného nadkomunitního zdroje).

2.1 Metoda práce s exploatačními areály

Pro definování (Šída - Vokounová Franzeová - Moravcová 2012; Šída – Vokounová Franzeová – Moravcová 2014) exploatačních areálů sledujeme, z jaké vzdálenosti pochází 30, 60 a 90 % surovin kolekce a jak vypadá křivka kumulativního nárůstu podílu surovin v závislosti na jejich vzdálenosti. Pro práci používáme kumulativní podíl množství surovin, kde jsou suroviny seřazeny postupně od nejbližších až k nejvzdálenějším. Tyto hranice nebyly zvoleny náhodně, vycházíme z toho, že popisujeme třetiny hlavní části kolekce. Zbývajících deset procent pak obsáhne suroviny z největších vzdáleností. Pokud se v kolekci objevují neurčené suroviny, či artefakty s nejasným původem, jsou vyloučeny z analýzy a soubor je přepočítán na 100% (obvykle je procento neidentifikovaných surovin velmi malé - do 1%, jen zřídka dosahuje 5-10 %). Tvar nárůstu křivky vzdálenosti, v závislosti na procentuální velikosti kolekce používáme jako charakteristiku exploatačních areálů.

Pro lepší prostorovou představu je možné křivku nárůstu zobrazit v mapě jako kružnice se středem v lokalitě zobrazující hlavní izolinie (30, 60 a 90 %). Pokud chybí izolinie 30% nebo 60%, znamená to, že vzdálenost těchto izolinií je stejná, jako nejbližší vyšší.

Pro naše účely nerozlišujeme důsledně suroviny lokální, středních vzdáleností a dálkové. Pracujeme vždy s přesnými vzdálenostmi a důsledně používáme pouze termín lokální, které definujeme jako suroviny do vzdálenosti 10 km od lokality.

2.2 Suroviny využívané na území Čech

Říční štěrky

Představují základní typ suroviny využívaných ve starém a středním paleolitu na celém území Čech. Jejich zdroje jsou velmi časté a většinou se nacházejí v nevelké vzdálenosti od sídliště, jedná se tedy o čistě lokální suroviny vykazující značnou variabilitu. Petrograficky v nich nalezneme především ty nejodolnější horniny – křemeny, proterozoické a paleozoické křemence, lydit, kvarcity, ale i některé typy silicitů. V mladém paleolitu jejich využívání ustupuje do pozadí, na významu nakrátko opět nabývají v pozdním mezolitu.

Silicity glacienních sedimentů

Silicity glacienních a glacifluviálních sedimentů můžeme nalézt na obrovském území Německa, Polska a Dánska na ploše tisíců kilometrů čtverečních. Okrajově silicitonosné sedimenty zasahují i do Čech, Moravy a Slezska. Jedná se o redeponované silicity jurského či křídového stáří (několik typů) ze severu Evropy (Přichystal 1985). Přes prodělaný transport jsou konkrece dostatečně velké a využitelné. Glaciální transport zanechal na surovině charakteristické stopy ve formě otlaků a otlučení, vedle nich můžeme na konkracích najít i stopy železitých patin, které vznikají při kontaktu spodní vody s okysličenou zónou a jsou tedy produkty glacifluviálních prostředí. Obsah konkrací v sedimentu je obecně uváděn jako malý (okolo 4 %), proto se na jejich získávání příliš nehodila těžba. Konkrece byly pravděpodobně vybírány z míst přirozených nabohacení (koryta vodních toků, která odplavila jemný písek a zkoncentrovala konkrece). V případě objevení fosilních koryt (pleistocenních) mohlo dojít i k těžbě. Surovina se v českém prostředí začíná objevovat ojediněle ve středním paleolitu, dominuje v paleolitu mladém, v mezolitu můžeme vidět její ústup (především ve větší vzdálenosti od zdrojů) a opětovně dominuje v neolitických souborech.

Křemence

Křemence jsou jednou z nejdůležitějších surovin pro výrobu štípané industrie Čech. Existuje značné množství typů jak podle vzhledu, tak podle stáří. Nejvýznamnější jsou jistě křemence severozápadních Čech (Malkovský – Vencl 1995). Jedná se o druhotnou silicifikací zpevněné klastické sedimenty fluviálního až limnického prostředí spadající svým stářím do eocénu (neogén). Sedimenty byly následně pohřbeny a zpevněny diagenezí, která ale sama o

sobě nezpůsobila jejich současné složení a tvrdost. Ta je dána až sekundární silicifikací pronikáním hydrotermálních roztoků vázaných na vulkanismus spjatý s riftogenezí na oháreckém riftu.

Dalším typem křemenců jsou tzv. slůňáky – reziduální křemencové hlízy, které často nacházíme na povrchu. Představují relikty křídových usazenin a jejich vznik je diagenetický (oproti dřívějším názorům, nesouvisejí s pouštním klimatem a zvětrávacími procesy na povrchu, jejich vznik je obdobný jako u hlíz silicitů).

Výrazný horizont sedimentárních křemenců najdeme i v jihočeských pánvích (podle vazby na Lipnické souvrství dostaly název křemence typu Lipnice – Vencl et al. 2007).

Významným zdrojem křemenců jsou sedimenty barrandienu. Tyto metamorfne zpevněné křemence (původně pískovce) se hojně dostávají do říčních štěrků a tvoří v nich často využívaný typ suroviny.

Křemence různých forem jsou využívány po celé sledované období.

Porcelanité

Porcelanité jsou termálně metamorfované horniny. Vzhledem k tomu, že metamorfóza probíhá blízko při povrchu, jedná se vždy pouze o účinky zvýšené teploty a ne tlaku (kaustická metamorfóza). Nejčastěji působí na nezpevněné či málo zpevněné jílovité až slínovité horniny. V našem prostředí se vyskytují dva nejčastější typy porcelanitů. Porcelanité severozápadních Čech jsou vypálené jíly až jílovce vzniklé v přímém kontaktu s vyhořelou uhelnou slojí. Uhlí má tendenci se na kontaktu se vzduchem a vlhkostí samovznítit. I v současných těžebních jamách dochází poměrně často k samovznícení sloje, které působí značné problémy při těžbě. Nejinak tomu bylo v geologické minulosti. Vzhledem k tomu, že je pánev tektonicky postižena a erodována, vycházejí uhelné sloje na velkém území na povrch. Pokud byla nevyhořelá sloj erodována řekou, docházelo často k samovznícení na velké ploše. Při něm dosahuje sloj poměrně značných teplot a teplotní účinek je dlouhodobý, takže přímé okolí v poměrně velké mocnosti je v důsledku požáru vypáleno. Tento mechanismus se v pleistocénu mnohokrát opakoval a vedl ke vzniku mnoha výchozů relativně kvalitní suroviny (Žáček 1997).

Druhý mechanismus prohrátí se uplatňuje tam, kde skrz nezpevněné či málo zpevněné jílovité či slínovité horniny proráží vulkanit. Teplo chladnutí pak působí na okolní horninu a vypaluje ji. Tento mechanismus se uplatnil všude, kde přes jílovce a slínovce svrchní křídý prorazila neovulkanická tělesa. Čím byla vulkanická událost větší a láva teplejší, tím došlo k většímu vypálení okolních hornin. Nejznámějšími porcelanitami, které vznikly tímto

způsobem, jsou jistě ty na Kunětické hoře, ale můžeme je najít i na jiných místech severních a východních Čech (Vokolek – Vencl 1961). Porcelanity se objevují ojediněle ve všech sledovaných obdobích, vyšší podíl můžeme sledovat v mezolitu.

Bavorský deskovitý rohovec (plattensilex) a rohovce ortenburské jury

Bavorský deskovitý rohovec představuje důležitou a relativně dobře rozpoznatelnou surovinu, která oproti ostatním ukazuje na kontakty západním směrem. Silicitové konkrece a desky (silné nejčastěji od 2 do 4 cm) pocházejí z jurských vápenců stupně malm. Těženy byly vápencové zvětraliny. Nejznámější lokality s doklady zpracování a těžby jsou Arnhofen a Baiersdorf (Oliva 1998). Deskovité rohovce se objevují významně v pozdním paleolitu a pak až v mladším neolitu.

Druhý rozsáhlý zdroj výskytu rohovců představuje ortenburská jura s rohovci typu Münster-Buchberg, Flintsbach, Maierhof-Dötter a Obermühle (Vencl et al. 2007; Weissmüller 1995; Weisgerber – Slotta – Weiner 1999). Tyto rohovce se vyskytují v podobě malých oválných konkrecí různých barevností a struktur. O jejich rozlišení se pokusili R. Elburg a P. van der Kroft (2007, elektronický zdroj). Hojně využívané jsou především v jihočeském pozdním paleolitu a mezolitu a objevují se i v neolitických souborech jižních Čech.

Silicity barrandienu a permokarbonsu

V barrandienu se objevují černé málo kvalitní silicity (typ Český kras – Vencl 1990) v horninách středního devonu. Hojně byly využívány v mezolitickém období. V oblasti permokarbonských pánví všude nacházíme lokální variety silicitů (typ Líně, severočeský opáljaspis) střední kvality. Vyznačují se variabilní barevností (od žluté, přes červenou až po temně hnědou). Jedná se o silicifikované jílovce a v některých případech i rašeliny a dřeva. Jejich využívání bylo hojné opět v mezolitu.

Severočeské jaspisy

Představují významný zdroj surovin v severních Čechách v období mezolitu. Jaspisy vznikly jako produkt hydrotermálních aktivity při permském vulkanismu vázaném na podkrkonošskou pánev. Vyznačují se obrovskou variabilitou barev a horší štěpností.

Křídové spongolity

Se nacházejí v oblasti východních Čech v sedimentech české křídové pánve. Jedná se o malé hlízy namodralého silicitu horší kvality diagenetického původu. Využívány byly opět především v období mezolitu (Vencl 1990).

Jihočeské opály, křišťál, vltavíny a kyselé vulkanity

Pestrý soubor různorodých lokálních malých zdrojů surovin využívaných především v mezolitu (Vencl et al. 2007). Opály jsou svým vznikem vázány na ultrabazika nacházející se v podobě drobných čočkovitých těles v pestré skupině moldanubika. Křišťály mají zdroj patrně v pegmatitových žilách prorážejících moldanubikum. Ty jsou doloženy v hojné míře na Písecku a předpokládat je musíme i na Šumavě. Vltavíny nacházíme v terciérních sedimentech jihočeských pánví. Kyselé vulkanity ve využitelné podobě jsou známy od jihočeské Lásenice.

Silicity krakovsko-čenstochovské jury

Surovina se vyskytuje v podobě konkréci různých tvarů a velikostí, pokrytých hrubou a drsnou kůrou. Je velice dobře štěpná a barevná škála, ve které se vyskytuje, je velice široká (od žlutavé a šedo zelené, přes různé odstíny hnědé až po černou barvu - Kaczanowska – Kozłowski 1976). Velké zastoupení má tato surovina na neolitických lokalitách v okolí Krakova (Kaczanowska – Kozłowski 1976; Lech 1980). Objevují se v mladém paleolitu Moravy, v Čechách je ojediněle najdeme od mezolitu (Vencl et al. 2007) a ve větší míře je můžeme nalézt v neolitu (Janák – Přichystal 2007).

Obsidián

Obsidián je přírodní vulkanické sklo kyselého složení vzniklé rychlým schlazením silikátové taveniny. Pro oblast střední Evropy připadají v úvahu zdroje na východním Slovensku a v Maďarsku. Ojediněle jej nacházíme v mezolitických kolekcích, ve větší míře se objevuje v mladším neolitu (Burgert 2015).

Rohovec typu Krumlovský les a olomučanský rohovec

Rohovce typu Krumlovský les se nacházejí v sekundární pozici v převážně třetihorních štěrcích vrchoviny Krumlovský les. Představují denudační relikt po jurských a křídových sedimentech. Rozlišeny byly celkem tři variety suroviny (Přichystal 2009; Přichystal – Šebela – Kopacz 2004).

Olomučanské rohovce (Přichystal 2009) se nacházejí v křemitých vápencích jurského (oxfordského) stáří v okolí Olomučan. Jedná se o tmavě šedý až černý rohovec tvořící vrstvy. Objevují se v menší míře v jihočeském mezolitu.

Radiolarit

Je silicitová surovina tvořená z více než 50 % křemičitými schránkami radiolarií. Vyskytuje se v mnoha barvách na velkém území bradlového pásma Karpat, v Maďarsku, Rakousku, ale i na Moravě ve štěrcích karpatské předhlubně (Přichystal – Šebela – Kopacz 2004). Ojediněle se objevují v souborech štípané industrie od mladého paleolitu až po neolit.

2.3 Starý a střední paleolit

Využívání surovin ve starém a středním paleolitu budu prezentovat na několika příkladech zpracovaných a publikovaných přímo mnou a doplním je několika příklady publikovanými v literatuře.

První lokalitou je soubor několika kolekcí ze závěru starého a starší fáze středního paleolitu nalezených v cihelně v Horkách (Šída – Sázellová – Havlíček – Smolíková – Hlaváč 2015; Šída – Havlíček – Smolíková 2016).

Koncentrace artefaktů známá jako Horky I a zkoumaná F. Proškem v padesátých letech měla tvar oválu o rozměrech cca 5 x 3 m (jedna jeho polovina již byla zničena těžbou v cihelně. Nálezová vrstva se nacházela ve vrstvě žluté písčité zeminy s drtí turonského pískovce a proplástky resedimentované spraše, písku a zapadlými bloky pískovců. Podél puklin a na povrchu artefaktů byly patrné záteky tmavohnědého půdního sedimentu. V nadloží byla zachována spraš překrytá lessivé horizontem báze nadložní půdy (Fridrich 1982, 72), kterou J. Kukla ztotožnil s PK IV. Podle nové revize (Šída – Sázellová – Havlíček – Smolíková – Hlaváč 2015) šlo nejspíše o PK V.

Industrie z Horek I byla poprvé publikována J. Fridrichem (1982, 72-75). Soubor sestával ze 222 kusů, z nichž mělo jít o 16 jader, 145 úštěpů, 34 zlomků suroviny a 27 nástrojů. Dominantní surovinou byly valouny křemene, v menší míře se v souboru vyskytovaly hlízy křídového křemene (4 artefakty) a zelený jaspis (1 kus). Do dnešních dnů se ale z kolekce dochovala pouze menší část, která mohla být nově hodnocena (100 artefaktů). K tomu můžeme připočítat 21 kusů, které byly J. Fridrichem zobrazeny a je možné je alespoň

rámcově hodnotit. Celkem tak můžeme pracovat s kolekcí 121 artefaktu (o něco více, než poloviny původního souboru, tab. 2, 3).

Dominující surovinou v kolekci je křemen ve formě valounů (97 artefaktů, 80,2 % kolekce). Křídový křemenec ve formě hlízy byl použit na výrobu dvou artefaktů (1,7 % kolekce). Valoun paleozoického křemence byl použit pro výrobu jednoho artefaktu (0,8 % kolekce). U 21 artefaktů nemůžeme surovinu určit (17,4 % kolekce, artefakty popsané podle publikace J. Fridricha).

V době výzkumu polohy Horky I F. Prošek našel drobnou kolekci v nedaleké půdě (Horky II), kterou později J. Kukla a V. Ložek ztotožnili s PK V. Její reálné stáří je ale větší. Z této kolekce se do dnešních dnů bohužel nedochoval žádný z artefaktů a tak můžeme pouze vycházet z jediného popisu, který je publikován (Fridrich 1982, 75). Podle popisu odsud pocházelo 8 artefaktů (dva nástroje, jeden úštěp a pět amorfních zlomků). Prvním z nástrojů byl atypický bifaciálně retušovaný hrot ze šedožlutě patinovaného neurčeného rohovce o rozměrech 2,5 x 2 x 0,8 cm. Druhým nástrojem je atypický valounový sekáč vyrobený z křemene o rozměrech 3,7 x 5 x 2,7 cm.

Úštěp byl vyroben taktéž z valounu křemene. Jeho rozměry byly 2 x 2 x 0,8 cm. Již F. Prošek (Prošek – Ložek 1954, 45), který artefakty našel, srovnával tuto kolekci s drobotvarými soubory z Taubachu a Ehringsdorfu. Dnes ji řadíme do okruhu staropaleolitických drobotvarých industrií. Otázkou zůstává přesné stáří.

Poloha Horky III je známá posledních deset let díky sběrům autora. K dnešnímu dni odsud pochází 3 jisté artefakty (všechny z křemene) a několik zlomků. Stáří je podle stratigrafické polohy vyšší, než PK VII.

Do starší fáze středního paleolitu spadá několik artefaktů z poloh IV a V. I ty jsou vyrobeny z valounů křemene.

Další autorem zpracovávanými lokalitami jsou Stříbro, Hromnice a Břetislav (Břicháček – Šída 2015), spadající do starší fáze středního paleolitu (acheuléen). Hlavním surovinovým zdrojem ve Stříbře jsou valouny kvarcitů velmi dobré kvality. Nacházejí se v reliktech terciérních a starokvartérních teras v okolí lokality. Podle barvy rozpoznáváme varietu bílého a medového kvarcitu a přechodnou formu. Původ těchto velmi kvalitních kvarcitů je neznámý, doposud jsou známy pouze z teras. V již vyhodnocené části kolekce ze Stříbra tvoří 60,4 % souboru. Další využívanou surovinou jsou křemeny, opět nacházené ve valounové podobě v terasách. Ty tvoří 39,2 % vyhodnocené kolekce. Oba typy suroviny patří mezi lokální zdroje (do vzdálenosti 5 km).

Z větší dálky pochází pouze limonitická brekcie, přinesená patrně z prostoru plzeňské karbonské pánve (okolo 20 km). Fragменты limonitických hornin jsou ve Stříbře nacházeny častěji a mohou souviset s jejich možným využitím jako barvivo.

Suroviny využívané v Hromnici pocházejí převážně z místních terasových kumulací terciéru a starého kvartéru. Dostupné suroviny se od Stříbra významně odlišují. Zde dostupné křemence mají barvy od šedé, přes okrovou až po červenou. Intenzivní metamorfózou jsou změněny na kvarcity. Jejich původ musíme hledat v jihozápadní, intenzivně metamorfované, části barrandienu. V Hromnici I tvoří tyto suroviny 70,1 % surovin vyhodnocené části kolekce, v Hromnici II pak 58,1 %. Původ v tomto prostoru dokládá i vysokometamorfovaná ortorula s granáty v Hromnici I. Další významnou surovinou jsou křemeny, pocházející opět z teras. V Hromnici I tvoří surovinu pro 20,5 % kolekce, v Hromnici II pak pro 38,7 % kolekce. V obou kolekcích je zastoupen i valoun lydity, pocházející opět z terasového materiálu (lydity jsou vázány na prekambričké sedimenty barrandienu). Výjimečnou surovinou v Hromnicích I je křemenný porfyr. Ten vystupuje na povrch v Žernosekách (90 km), nemůžeme ale vyloučit ani jeho původ na neznámém menším výchozu blíže.

Až na křemenný porfyr jsou důsledně využívány místní suroviny. Jejich kvalita je výrazně horší, než ve Stříbře, kvůli vyššímu stupni metamorfózy. Díky tomu jsou křemence extrémně tvrdé a obtížně štípatelné. Tento fakt významně ovlivnil technologii štípání kolekce.

Břetislav se nachází mimo oblast terciérních a starokvartérních šterkových akumulací. Nebyly zde tak k dispozici kvalitativně lepší valouny křemenců, a bylo možné pracovat pouze s velmi obtížně štěpnými žilnými křemeny ve formě fragmentů na výchozech a valounů v kvartérních terasách. Kvalita suroviny přímo ovlivňuje vzhled industrie.

Poslední autorem publikovaným středopaleolitickým souborem je kolekce artefaktů z mladší fáze středního paleolitu z Jislovy jeskyně v Českém ráji (Šída 2005). V kolekci čítající 137 artefaktů se ve velké míře objevují lokální suroviny z Kozákova. Celkem 26 artefaktů je vyrobeno z chalcedonu (19 %), 13 z jaspisu (9,5 %) a 4 z karneolu (2,9 %). Místní křídový křemenec tvoří surovinu pro 34 artefaktů (24,8 %) a křemen z říčních šterků byl použit ve 42 případech (30,7 %). Jednou je zastoupen místní bazalt (0,7 %). Suroviny z větší dálky představují pouze podkrkonošské opáljaspisy (1 artefakt, 0,7 %) a silicity glacienních sedimentů (15 artefaktů, 10,9 %).

Pro celý starý paleolit a většinu lokalit středního paleolitu platí důsledná preference lokálních surovin. Ve starém paleolitu přitom nehraje roli velikost artefaktů. Lokální suroviny jsou důsledně využívány jak u hrubotvarého acheuléunu (Bečov I a II – Fridrich 1997; Přezletice – Fridrich 1997) a jeho derivátů bez pěstních klínů (Horky), tak u drobotvarých

industrií (Karlštejn – Fridrich 1984, Račíněves – Fridrich 2002). Velikost vytvářené industrie tak nehrála roli.

Ve středním paleolitu je situace obdobná a na většině lokalit vidíme důslednou preferenci lokálních surovin a to bez kulturních preferencí (Bečov IV – Fridrich – Sýkorová 2005, Stříbro, Hromnice, Břetislav – vše acheuléen; Ládví – Vencel – Valoch 2001, Kůlna 11 – Neruda 2011, Předmostí – Svoboda (Ed.) 2009 – vše taubachien, Kůlna 7 a 6 – Neruda 2011, Moravský Krumlov IV – Neruda – Nerudová (Eds.) 2009 – vše micoquien, Bečov I – Fridrich 1984, Šipka, Čertova díra a Švédův stůl – Neruda 2011, Jislova jeskyně – vše mousterián). Od mladší fáze středního paleolitu můžeme na lokalitách micoquienu a mousteriénu vidět nárůst surovinové pestrosti, která u některých lokalit dosahuje značného prostorového dosahu (Kůlna), preference lokálních surovin přesto dominuje. Pro starý a střední paleolit je tak vypovídací hodnota složení surovin ve vztahu k velikosti využívaného areálu velmi omezená.

2.4 Mladý paleolit

Exploatační areály mladého paleolitu budeme demonstrovat na několika největších lokalitách Čech. Pro bohunicien a aurignacien je to Hradsko, publikované S. Venclem (1977), a Nesuchyně, publikovaná J. Fridrichem (1973). Gravettien budeme charakterizovat soubory z Pražské oblasti a oblasti Lubné (Šída 2009; Šída 2010; Šída 2016). Magdalénien charakterizujeme pomocí největší české lokality prozkoumané S. Venclem (Hostim - Vencel 1995).

V mladém paleolitu je situace u lokalit všech hlavních kultur v podstatě totožná. Bohunické a aurignacké Hradsko má izolinii 30 % ve vzdálenosti 60 kilometrů, izolinii 90 % ve vzdálenosti 70 kilometrů, což je také vzdálenost k hlavnímu zdroji suroviny - silicityům glacigenních sedimentů. V Hradsku tato vzdálenost odpovídá velikosti exploatačního areálu, ale ne komunitního, který mohl být větší. V aurignacké Nesuchyni je situace jednodušší. Na kompozici surovin je definována jediná izolinie 90 %, která leží ve vzdálenosti 120 kilometrů (opět odpovídá vzdálenosti k hlavnímu zdroji suroviny - silicityům glacigenních sedimentů). Naprosto stejná situace je i na gravettských lokalitách v oblasti Prahy a Rakovníka a dokonce i na magdalénské Hostimi. Hlavní surovinou jsou pro všechna období mladého paleolitu Čech silicity glacigenních sedimentů. V mladém paleolitu nově začnou dominovat kvalitní

suroviny, které bylo nutné dopravovat ze značných vzdáleností až několika stovek kilometrů (v moravském pavlovienu například vidíme vysoké zastoupení silicítů krakovské jury). Potřeba vysoce kvalitní suroviny patrně vedla až k vytvoření specifických zásobovacích vzorců, které nemusí nutně odrážet areály aktivit jednotlivých komunit (mohly být realizovány směnou, či specializovanými výpravami za surovinou).

2.5 Pozdní paleolit

Exploatační areály pozdního paleolitu budeme demonstrovat na několika lokalitách tvořících transekt od severu k jihu. V Českém ráji jsou to Hlavatá skála u Štěpánovic (soubor ale vykazuje mezolitickou příměs - Šída - Prostředník 2006) a Daliměřice (Šída 2004). Dále směrem k jihu ve středních Čechách leží lokalita Mladá Boleslav (Prostředník – Šída 2003), Praha - Malešice (Vencel - Motyl 1998) a Kvíc (Benková 2003). Na jihu v předhůří Šumavy leží na horní Otavě lokality Malé Hydčice 1, 2, 4 a 6 a Žichovice 6 (Šída et al. 2011). V samotném jádru Šumavy pak Pernek 3 (Šída - Fröhlich - Chvojka 2008).

Na těchto lokalitách můžeme pozorovat, jak se v pozdním paleolitu proměňuje využívání surovin (tedy od zdrojů kvalitních silicítů glacienních na severu ke stejně kvalitním zdrojům bavorských rohovců na jihu). V Českém ráji se nachází izolinie 90 % ve vzdálenosti 40 km od lokalit. Vzdálenost izolinie se postupně směrem k jihu zvyšuje, takže u lokality Praha Malešice již dosahuje 100 km (jak se zvyšuje vzdálenost od zdroje). V Kvíci se projevují místní suroviny permokarbonské pánve, takže izolinie 30 % leží nedaleko od naleziště. Izolinie 90 % probíhá ve vzdálenosti 100 km. Naprosto extrémní hodnoty poloměrů areálů mají lokality v oblasti Šumavy, kde se žádné kvalitní suroviny v celé širší oblasti nenachází. V oblasti Horního Otavy je z izolinie 60 % ve vzdálenosti 70 až 80 km (suroviny horší kvality z jižních Čech a Plzeňska), izolinie 90 % pak leží až ve vzdálenosti 140 - 230 kilometrů. V tomto ohledu je nejextrémnější lokalitou Pernek 3, izolinie 30 % leží ve vzdálenosti 70 km a izolinie 90% ve vzdálenosti 260 km.

Hlavními surovinami pro období pozdního paleolitu období jsou bavorské rohovce, plattensilex a silicity glacienních sedimentů. Velikost exploatačního areálu je, stejně jako v mladém paleolitu, značná. Dosahuje poloměru 100 km i více, v extrémních případech až 200 km. Tyto hodnoty mohou odpovídat velikosti komunitního areálu.

Lidé pozdního paleolitu dokázali využívat suroviny z extrémních vzdáleností, oproti mladému paleolitu Čech ale vidíme nově orientaci nejenom na silicity glacigenních sedimentů, ale i bavorské deskovité rohovce doplňované lokálními kvalitními surovinami. V prostoru, kde se nacházejí lokální suroviny horší kvality, jsou tyto využívány až pokud je hlavní zdroj dále, než 100 km. Tam kde lokální suroviny nejsou vůbec, jsou využívány kvalitní zdroje ze vzdálenosti až několika set kilometrů. V blízkosti zdrojů kvalitních surovin samozřejmě dominují tyto zdroje a lokální zdroje horší kvality jsou využívány pouze v omezené míře (k obdobným závěrům došel i výzkum M. Moníka a J. Eignera 2019).

2.6 Mezolit

Exploatační areály mezolitu budeme stejně jako v případě pozdního paleolitu demonstrovat na několika lokalitách tvořících transekt od severu k jihu. V Českém ráji jsou to Babí pec, Kristova jeskyně a Hlavatá skála u Borku (Šída – Moravcová – Vokounová Franzeová – Prostředník 2014; Šída – Vokounová Franzeová – Moravcová 2014; Prostředník - Šída 2010). Na Mělnicku prezentujeme lokality Hořín 3 (Sklenář 2000) a Kozly, v Českém krasu pak Radotín a Hostim (obojí Vencel 1970). Na jihu v předhůří Šumavy leží na horní Otavě lokalita Týnec 3 (Šída et al. 2011). V samotném jádru Šumavy pak Pernek 1 a 4 (Šída - Fröhlich - Chvojka 2008).

V Českém ráji leží izolinie 30 % obvykle v těsné blízkosti lokality. Izolinie 90 % se nachází ve vzdálenosti 40 km. Využívány byly silicity glacigenních sedimentů a místní suroviny z Kozákova a Podkrkonošské pánve.

Lokality ležící u Labe (Hořín 3 a Kozly) mají izolinie 30 % ve vzdálenosti 65 km a izolinie 90 % ve vzdálenosti 70 km od lokalit. Využívány byly hlavně silicity glacigenních sedimentů a křemence severozápadních Čech.

Místní suroviny nízké kvality dominují v Praze Radotíně i v Hostimi. Izolinie 60 % se nachází v těsné blízkosti nalezišť. Izolinie 90 % leží ve vzdálenosti 110 km (obr. 10). V této oblasti se patrně dostáváme k limitní vzdálenosti od zdrojů kvalitních surovin. Jejich získání ze vzdálenosti větší než 100 km již patrně bylo natolik obtížné, že bylo nutné využívat velmi nekvalitní místní rohovce z Českého krasu. Oblast Šumavy je již opět v dosahu kvalitní suroviny. Jak v povodí horní Otavy, tak v centru Šumavy na lokalitě Pernek 1 a 4, leží izolinie 90 % ve vzdálenosti 70 až 80 km. Hlavním surovinovým zdrojem jsou bavorské jurské

rohovce.

Hlavními zdroji surovin pro období mezolitu byly suroviny ze středních a malých vzdáleností. Exploatační areál má většinou poloměr 70 až 80 km (tato vzdálenost vždy odpovídá maximální vzdálenosti izolinie 60 %, a ve většině případů také izolinie 90 %). Tam, kde kvalitní suroviny leží mimo tuto vzdálenost, jsou ve větší míře využívány lokální suroviny (v některých případech i velmi špatné kvality). Špatná kvalita místních surovin je kompenzována menším objemem kvalitních surovin z větší vzdálenosti.

Dálkové suroviny, které se v mezolitických kolekcích vyskytují v omezeném množství mohou ukazovat na směry dálkových kontaktů (v našem případě především na Moravu). Kruh o poloměr 70-80 km může být s poměrně značnou jistotou považován za odpovídající komunitnímu areálu mezolitu.

2.7 Pozdní mezolit

Pozdní mezolit je nově definovaná závěrečná fáze mezolitu časově se kryjící s neolitickým obdobím (Šída ed. in pres 2020). Známý je zatím pouze z několika lokalit v pískovcových skalních městech Českého ráje (Dvojitá brána - Šída - Prostředník - Pokorný 2014, a Proškův převis). Pro toto období je patrný postupný ústup surovin získávaných z větší dálky a jejich nahrazování surovinami lokálními (především říční štěrk Jizery). Tento děj by mohl reflektovat zmenšování teritoria posledních lovců a sběračů v jinak zemědělské krajině.

2.8 Postmezolitické skupiny

S nově se prosadivším neolitickým způsobem života se obraz využívání kamenných surovin oproti mezolitickému období výrazně promění. Nově vznikají rozsáhlé distribuční systémy nejenom surovin na výrobu štípané, ale i broušené industrie. Jak přesně byly organizovány, nevíme, se vzrůstající hustotou populace na jedné straně a vyšší mírou sedentarizace na straně druhé se již může objevit specializace. Od počátku neolitu již také probíhá těžba.

Silicity glacigenních sedimentů

Silicity glacigenních a glacifluviálních sedimentů se objevují již ve starolineárních souborech, kde v Čechách tvoří převažující většinu (Šída 2006; 2007). Větší zastoupení můžeme sledovat i na střední Moravě, ovšem vzhledem k blízkosti zdrojů je zde zastoupení menší. Suroviny ubývá se vzdáleností od zdrojů (tedy jižním směrem). V následujícím období střední a mladší fáze LnK se obraz pozměňuje. V Čechách se začínají výrazně uplatňovat křemence severozápadních Čech (například Hrdlovka - Šída in pres), takže SGS jsou zatlačovány do pozadí. Výrazně jsou zastoupeny vlastně pouze na Turnovsku a částečně i v jižních Čechách. Pro oblast střední a severní Moravy nám chybí data, takže rozptyl SGS v tomto období nejsme schopni určit. Období mladšího neolitu (kultury s vypíchanou keramikou a moravskou malovanou keramikou) je charakteristické opětovným nárůstem používání této suroviny. Převažuje v severní polovině České republiky a je kulturně svázána s kulturou s vypíchanou keramikou. V Čechách je směrem k jihu zatlačována bavorským deskovitým rohovcem (který se výrazněji uplatňuje hlavně v mladší fázi kultury s vypíchanou keramikou a v kultuře lengyelské). Sídliště s moravskou malovanou keramikou jsou naopak charakterizována minimálním zastoupením této suroviny. Zdá se, že ta se váží na zdroje rohovců typu Krumlovský les (Šída 2007).

Křemence

Křemence severozápadních Čech se hojněji objevují až od střední fáze kultury s lineární keramikou (ojediněle jsou doloženy ve starší fázi kultury s lineární keramikou v Turnově – Maškových zahradách). V období střední a mladší fáze dominují v oblasti výchozů surovin a jejich bližšího okolí (např. Hrdlovka, Šída 2019), jejich zastoupení ale se vzdáleností od zdrojů poměrně rychle klesá, takže v Bylanech nedosahuje 30 %. Ve starší fázi kultury s vypíchanou keramikou jejich zastoupení v souborech z Hrdlovky klesá, ale opětovně roste v mladší fázi této kultury (Šída in pres). Z ostatních lokalit v Čechách je vyšší zastoupení jenom v kolekci ve Mšeně (okolo 25 %, severozápadočeské křemence zde převažují hlavně ve starší fázi kultury s vypíchanou keramikou, Šída 2007). Zvláštností je naprostá převaha této suroviny na Moravské lokalitě Určice – Sedliska (Čižmář - Oliva 2001).

Porcelanity

Porcelanity nepatří mezi nejhojnější suroviny používané v neolitu a eneolitu. Dosti často se vyskytují v omezeném množství v doprovodu severozápadočeských křemenců (v případě terciálních porcelanitů severozápadních Čech), nebo jako lokální surovina omezené

oblasti východních Čech. Zajímavým příkladem použití porcelanitu ze severozápadních Čech je soubor z řivnáčské zemnice v Miškovicích, kde tvoří více jak 90 % souboru (Ernée et al. 2007). Křídové porcelanity východních Čech se vyskytují v neolitu omezeně v okolí Hradce Králové a Pardubic. Vyskytnou se však i soubory, kde je jich převažující většina (Šída 2007).

Porcelanity můžeme v menší míře nalézt až od střední fáze kultury s lineární keramikou (Bylany, Roztoky, Malé Březno). V mladším období pak již pouze okrajově na sídlišti ve Mšeně.

Silicity krakovsko-čenstochovské jury

Silicity krakovsko-čenstochovské jury se objevují v relativně významném množství již ve starší fázi kultury s lineární keramikou na Moravě (hlavně střední – Šída 2007). Pro střední a mladší fázi kultury s lineární keramikou je zajímavý vysoký podíl této suroviny v Bylanech. V období mladšího neolitu je můžeme najít v Bylanech a některých lokalitách Moravy v množství do 15 % (Janák – Přichystal 2007).

Bavorský deskovitý rohovec (Plattensilex) a rohovce ortenburské jury

Tato surovina se v menší míře začíná objevovat od střední fáze kultury s lineární keramikou. Vrchol jejího výskytu nastává v mladším neolitu (hlavně čtvrtá fáze kultury s vypíchanou keramikou), kdy v některých souborech může jeho zastoupení dosáhnout i více jak 50 % (Šída 2007; Burgert 2016). Zastoupení suroviny klesá směrem k severovýchodu.

Rohovce ortenburské jury byly nově identifikovány jako významný prvek mladší fáze kultury s lineární keramikou v jižních Čechách (Vondrovský – Bumerl – Šída – Ptáková – Pták – Chvojka 2018). V jiných oblastech Čech se takřka nevyskytují.

Obsidián

Obsidián není v českém prostředí příliš hojnou surovinou. Objevuje se v souvislosti se zásahy moravské malované keramiky do východních Čech (Burgert 2015).

Rohovec typu Krumlovský les a olomučanský rohovec

Obě suroviny jsou bezpochyby nejvýznamnější domácí surovinou Moravy (Šída 2006). Jejich rozšíření je sice spíše lokální a omezené na bezprostřední okolí, zato je po celou dobu neolitu stabilní a nejsou sledovatelné žádné výraznější výkyvy (snad kromě větší preference rohoveců z Krumlovského lesa v období moravské malované keramiky). V neolitických souborech Čech je takřka nenacházíme.

Radiolarit

Radiolarity jsou zastoupeny spíše okrajově a v Čechách doloženy nejsou (Šída 2006; 2007). Zajímavé jsou především radiolarity pocházející z Maďarska (typ Szentgál a Úrkút-Eplény) jako prvky příchozí s prvními neolitickými soubory. Ty představují dálkové kontakty (pro jižní Moravu okolo 250 km). Zajímavé je jejich vysoké zastoupení na Vedrovickém pohřebišti (9 %, Mateiciucová 2002) a mírné zastoupení v objektech starší fáze LnK ve Vedrovicích, Za dvorem (Mateiciucová 2001). Vyšší podíl radiolaritů byl zaznamenán také na lokalitě kultury s vypíchanou keramikou Určice – Záhumení (z pohoří Bákony - Čižmář – Oliva 2001).

2.9 Závěr

Velikosti exploatačních areálů se významně odlišují v závislosti stáří lokalit a na jejich poloze lokalit vůči zdrojům kvalitní suroviny. Ve starém a středním paleolitu u člověka převládala preference lokálních surovin nad potřebou získat co nejlépe štěpnou surovinu. V mladém paleolitu s obejvením se moderního člověka u nás vidíme opačný extrém, vyhledávání surovin je podřízeno potřebě co nejdokonalejší štěpnosti a distribuční a exploatační systémy jdou na hranu (a někdy až za) možností. Od pozdního paleolitu vidíme závislost složení surovin v souborech na dostupnosti kvalitních surovin. Lokality ležící ve větších vzdálenostech od hlavních zdrojů ukazují určité zákonitosti velikostí exploatačních areálů, které podle našeho názoru mohou odrážet velikosti komunitních areálů (ty definují oblast nutnou k uživení jedné loveckosběračské skupiny a nepřímo tak také hustotu obyvatel). V pozdním paleolitu jsou areály využívané lidmi velké (poloměr větší než 100 kilometrů, někdy až 250 km). Lidmi využívané areály mezolitu jsou naopak menší, jejich poloměr je okolo 70 až 80 kilometrů. Tato proměna podle všeho odráží odlišnou lovecko-sběračskou strategii související s odlišnými ekosystémy pleistocénu a holocénu. Nepřímým důsledkem tohoto zjištění je i fakt, že soubory různých stáří vykazují odlišné surovinové složení a to tak můžeme použít jako nepřímý datovací nástroj. V pozdním mezolitu můžeme sledovat další lokalizaci zdrojů, která je patrně důsledkem zmenšování loveckých areálů a postupné zatlačení pozdně mezolitických lovců do malých reziduálních území. V neolitické společnosti se distribuční systémy kamenných surovin zcela přestaví a opětovně je kladen větší důraz na dobře štěpné suroviny (přičemž můžeme vidět klesající kvalitu zpracování industrie samé).

Vzhledem k sedentarizaci zemědělských komunit musel být distribuční mechanismus oproti loveckému období jiný. Jeho extrémní podobu můžeme vidět v následující kapitole na příkladu distribuce metabazitů typu Jizerské hory.

2.10 Použitá literatura

- Benková, I. 2003: Epimagdalenická stanice v Kvíci u Slaného, *Archeologie ve středních Čechách* 7, 33-72.
- Binford, L. 1978: *Nunamiut Ethnoarchaeology*. ISBN 0-12-100040-0
- Binford, L. 1983: In *Pursuit of the Past: Decoding the Archaeological Record*. ISBN 0-520-23339-5
- Břicháček, P. – Šída, P. 2015: Upper Acheulean occupation of Western Bohemia. In: S. Sázelová – M. Novák – A. Mizerová (eds.). *Forgotten times and spaces: New perspectives in paleoanthropological, paleoetnological and archeological studies*. 1st Edition. Brno, 33–52.
- Burgert, P. 2015: Štípaná industrie z obsidiánu v Čechách. *Archeologické rozhledy* 67, 239-266.
- Burgert, P. 2016: Bavarian Jurassic chert of the Franconian Jura in the Bohemian Neolithic and Eneolithic, *Archeologické Rozhledy*, 68/1, 91-108. (2-s2.0-84964899947)
- Čižmář, Z – Oliva, M. 2001: K ekonomii surovin štípané industrie lidu s vypíchanou keramikou na Moravě, *Pravěk Suppl.* 8, 97-130.
- Elburg, R. – van der Kroft, P. 2007: *Flintsources*, elektronický zdroj. http://www.flintsource.net/nav/frm_biblio.html.
- Ernée, M. - Dobeš, M. - Hlaváč, J. - Kočár, P. - Kyselý, R. - Šída, P. 2007: Zahloubená chata ze středního eneolitu v Praze 9 - Miškovcích, PA XCVII, 31-108.
- Fridrich, J. 1973: Počátky mladopaleolitického osídlení Čech, *Archeologické rozhledy* 25/4, 392-442.
- Fridrich, J. 1982: *Středopaleolitické osídlení Čech*. Praha
- Fridrich, J. 1997: *Staropaleolitické osídlení Čech*. Praha.
- Fridrich, J. 2002: Nové doklady staropaleolitického osídlení v inundaci Vltavy v Račiněvsi, okr. Litoměřice, ASČ 6, 9-80.
- Fridrich, J. – Sýkorová, I. 2005: Bečov IV – sídelní areál středopaleolitického člověka v severozápadních Čechách. Praha. Janák, V. – Přichystal, A. 2007: Distribuce silicitů krakovsko-čensterochovské jury na Moravě a v Horním Slezsku v neolitu a na počátku eneolitu, *Památky archeologické* XCVIII, 5-30.
- Kaczanowska, M. – Kozłowski, J. K. 1976: *Studia nad surowcami krzemienymi południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*, *Acta Arch. Carpathica* XVI, 201-217.
- Lech, J. 1980: Geologia krzemienia jurajskiego-podkrakoeskiego na tle innych skał krzemionkowych. Wprowadzenie do badań z perspektywy archeologicznej, *Acta Arch. Carpathica* 20, 163-228.
- Malkovský, M. – Vencl, S. 1995: Quartzites of north-west Bohemia as stone age raw materials, environs of the towns of Most and Kadaň, Czech Republic, *Pam. Arch.* 86, 5-37.
- Mateciucová, I. 2002: Štípaná kamenná industrie z pohřebiště v „Široké u lesa“, In: V. Podborský et al. (Eds.), *Dvě pohřebiště neolitického lidu s lineární keramikou ve Vedrovicích na Moravě*, 217-230.
- Moník, M. – Eigner, J. 2019: Raw material distribution in the Late Palaeolithic of Bohemia and Moravia. In: B. V. Eriksen – E. Rensink – S. Harris (Eds.), *The Final Palaeolithic of Northern Eurasia, Proceedings of the Amersfoort, Schleswig and Burgos UISPP Commission Meetings, SCHRIFTEN DES MUSEUMS FÜR ARCHÄOLOGIE SCHLOSS GOTTFORF*, *Erganzungsreihe*, Band 13, 247-256.
- Neruda, P. 2011: *Střední paleolit v moravských jeskyních*, DABP 8. Praha – Brno.
- Neruda, P. – Nerudová, Z. 2009: Moravský Krumlov IV - vícevrstvá lokalita ze středního a počátku mladého paleolitu na Moravě, *Studies in Anthropology, Paleoetnology, Paleontology and Quaternary Geology* 29. Brno. Oliva, M. 1998: Pravěká těžba silicitů ve střední Evropě, *Pravěk NŘ* 8, 3,-83.
- Prostředník, J. – Šída, P. 2003: Mladá Boleslav čp. 101 – stratigrafie sondy 21/93, *Archeologie ve středních Čechách* 7, 175 – 198.
- Prostředník, J. – Šída, P. 2010: *Nejstarší dějiny Českého ráje a horního Pojizeří*. 1–124. Turnov.
- Prošek, F. – Ložek, V. 1954: Stratigrafické otázky československého paleolitu, *Pam. archeol.* 45, 35-74.
- Přichystal, A. 1985: Štípaná industrie z neolitického sídliště v Bylanech (okr. Kutná Hora) z hlediska použitých surovin a jejich provenience, *AR XXXVII*, 5, 481-488.
- Přichystal, A. 2009: *Kamenné suroviny v pravěku východní části střední Evropy*. Brno.

- Přichystal, A. – Šebela, L. – Kopacz, J. 2004: Starší doba bronzová na Moravě ve světle surovin štěpané industrie. In: V. Hašek et al. (Eds.), *Ve službách archeologie V. Sborník k sedmdesátinám RNDr. Emanuela Opravila, CSc., Brno*, 125-134.
- Slenář, K. 2000: Hořín III. Mesolithische und hallstattzeitliche Siedlung. *Fontes Archaeologici Pragenses* 24. Praha.
- Svoboda J. (Ed.) 2003: Mezolit severních Čech. Komplexní výzkum skalních převisů na Českolipsku a Děčínsku, 1978-2003, *Dolnověstonické studie*, svazek 9. Archeologický ústav AVČR Brno, Národní park České Švýcarsko, Oblastní muzeum Děčín.
- Svoboda, J. (Ed.) 2009: Paleolit Moravy a Slezska, DVS 16. Brno.
- Svoboda, J. (Ed.) 2017: Mezolit severních Čech II, DVS 22, Archeologický ústav AVČR Brno.
- Šída, P. 2004: Pozdně paleolitická industrie z hradiště u Dolánek, k. ú. Daliměřice (okr. Semily), *Archeologie ve středních Čechách* 8, 77–102.
- Šída, P. 2005: Středopaleolitické nálezy z pískovcového abri Jislova jeskyně u Turnova, PA XCVI, 5-30.
- Šída, P. 2006: Distribuční areály surovin v neolitu na území České republiky, AR LVIII, 407-426.
- Šída, P. 2007: Využívání kamenné suroviny v mladší a pozdní době kamenné. Dilenské areály v oblasti horního Pojizeří, *Dissertationes archaeologicae Brunenses/Pragensesque* 3, 1-282. ISBN 978-80-7308-207-9.
- Šída, P. 2009 (Ed.): *The Gravettian of Bohemia*, *Dolnověstonické studie* 17, 1-264. Brno. ISBN 978-80-86023-86-1.
- Šída, P. 2010: Gravettské sídliště v Řevnicích. 1-328, Plzeň. ISBN 978-80-7043-833-6.
- Šída, P. 2016: Gravettian lithics assemblages from Lubná (Bohemia), *Quaternary International* 406 A, 120-128.
- Šída, P. in pres 2020: Mezolit severních Čech III. Pravěké osídlení Českého ráje *Dolnověstonické studie*.
- Šída, P. 2019: Lithic Industry. In: J. Beneš et al.: *Hrdlovka. A neolithic site in northwestern Bohemia*, 97-118, 429-441. České Budějovice - Most.
- Šída, P. et al. 2011: Doba kamenná povodí horní Otavy, *Archeologie v jižních Čechách Supplément* 7. 1–184.
- Šída, P. – Fröhlich, J. – Chvojka, O. 2008: Pozdně paleolitická a mezolitická stanoviště na horní Vltavě u Perneku. Nové poznatky o předneolitickém osídlení Lipenska, *Archeologie v jižních Čechách* 21, 3–29.
- Šída, P. – Havlíček, P. – Smolíková, L. 2016: Středněpleistocenní souvrství v bývalé cihelně v horkách nad Jizerou, okres Mladá Boleslav, *Zprávy o geologických výzkumech* 49, 195-202. DOI 10.3140/zpravy.geol.2016.22
- Šída, P. – Moravcová, M. – Vokounová Franzeová, D. – Prostředník, J. 2014: The Phenomenon of Mesolithic Settlement within the Bohemian Paradise Area, Czech Republic. In: F. W. F. Foulds – H. C. Drinkall, A. R. Perri, D. T. G. Clinnick – J. W. P. Walker (Eds.), *Wild Things. Recent Advances in Palaeolithic and Mesolithic Research*, Oxford & Philadelphia, 61-69.
- Šída, P. – Prostředník, J. 2006: Mezolit pod Hlavatou skálou v Českém ráji (k.ú. Hrubá Skála), *Vita Archaeologica, Sborník k sedmdesátinám V. Vokolka, Pardubice*, 321–341.
- Šída, P. - Prostředník, J. - Pokorný, P. 2014: The Mesolithic of the Bohemian Paradise Sandstone Region. In: S. Sázalová - A. Hupková - T. Mořkovský (Eds.), *Mikulov Anthropology Meeting, The Dolní Věstonice Studies* 20, 117-124.
- Šída, P. – Sázalová, S. – Havlíček, P. – Smolíková, L. – Hlaváč, J. 2015: Lower and Middle Pleistocene Sediment Sequence with Archaeological Finds in Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ), *Archäologisches Korrespondenzblatt* 45, 283-302.
- Šída, P. - Vokounová Franzeová, D. - Moravcová, M. 2012: Raw Material Sources and the Possibility of Studying Hunter-Gatherer Mobility as Seen on Selected Late Upper Palaeolithic and Mesolithic Sites in Bohemia, *IANSA III*, 1/2012, 117-129.
- Šída, P. - Vokouová Franzeová, D. - Moravcová, M. 2014: Proměny využívání zdrojů kamenných surovin v mladém a pozdním paleolitu a mezolitu Čech, *Živá archeologie - REA* 16, 17-24.
- Vencl, S. 1970: Mesolitické osídlení Českého krasu, *Archeologické rozhledy* 22/6, 643-657, 739.
- Vencl, S. 1977: Aurignacké osídlení v Hradsku, *Archeologické rozhledy* 29/1, 3-44.
- Vencl, S. 1990: K současnému stavu poznávání kamenných surovin mezolitu, AR 42, 233-243.
- Vencl, S. 1995: Hostim. Magdalenien in Bohemia, *Památky archeologické, Supplementum* 4.
- Vencl, S. et al. 2007: Nejstarší osídlení jižních Čech. Praha
- Vencl, S. - Motyl, J. 1998: Pozdně paleolitická industrie z Prahy 10 – Malešic, *Archeologické rozhledy* 50/4, 837-842.
- Vencl, S. – Valoch, K. 2001: Die paläolitische und mesolithische Besiedlung des Hügels Ládví in Prag 8-Đáblice, PA 92/1, 5-73.
- Vokolek, V. – Vencl, S. 1961: Štěpaná industrie z porcelanitu v Čechách, AR 13, 464-472.
- Vondrovský, V. – Bumerl, J. – Šída, P. – Ptáková, M. – Pták, M. – Chvojka, O. 2018: Nové poznatky o neolitickém osídlení jižních Čech, *Archeologické rozhledy* LXX, 147-194.
- Weissmüller, W. 1995: Die Hornsteinlagerstätte von Flintsbach-Hardt, *Archäologische Denkmäler im Landkreis Deggendorf* 10.

- Weisgerber, G. – Slotta, R. – Weiner, J. (Eds.) 1981: 5000 Jahre Feuersteinbergbau. Die Suche nach dem Stahl der Steinzeit. 2. Auflage. Bochum.
- Žáček, V. 1997: Makroskopické silikáty jako produkt kaustické přeměny haldového materiálu na dole Kladno (Schoeller), Bull. mineral.-petrolog. odd. Nár. Muz. 4-5, 214-218. Praha.

2.11 Vybrané publikace k tématu

Z prací k problematice kamenných surovin je přiloženo celkem 7 publikací. Na prvním místě je to impaktovaný článek *Gravettian lithics assemblages from Lubná (Bohemia)* (Šída 2016, IF WOS 2,199) s autorským podílem 100 %.

Na dalším místě je článek *Lower and Middle Pleistocene Sediment Sequence with Archaeological Finds in Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ)* publikovaný v časopise sledovaném databází WOS a Scopus (Šída – Sázellová- Havlíček – Smolíková – Hlaváč 2015, IF WOS 0; SCOPUS CITE SCORE 0,25) s autorským podílem 50 %. Ten spočíval v provedení terénní práce a vyhodnocení archeologického materiálu, sběru a účasti na vyhodnocení geologických dat a v koncipování celé práce.

Třetím přiloženým článkem je opět článek sledovaný mezinárodními databázemi WOS a SCOPUS *Nové poznatky o neolitickém osídlení jižních Čech* (Vondrovský – Bumerl – Šída – Ptáková – Pták – Chvojka 2018, IF WOS 0; SCOPUS CITE SCORE 0,21) s autorským podílem 20 %. Ten spočíval ve zpracování a vyhodnocení kamenné industrie z publikovaných lokalit a provedení srovnání chování lidí v průběhu mezolitu a neolitu.

Dalšími, v pořadí čtvrtým a pátým článkem, jsou tituly publikované v českých recenzovaných časopisech *Raw Material Sources and the Possibility of Studying Hunter-Gatherer Mobility as Seen on Selected Late Upper Palaeolithic and Mesolithic Sites in Bohemia* (Šída – Vokounová Franzeová – Moravcová 2012) s autorským podílem 60 % (sestavení základní koncepce textu, sběr a vyhodnocení dat) a *Proměny využívání zdrojů kamenných surovin v mladém a pozdním paleolitu a mezolitu Čech* (Šída – Vokounová Franzeová – Moravcová 2014) s autorským podílem taktéž 60 % (sběr a vyhodnocení dat, sestavení koncepce textu).

Šestá přiloženým textem je kapitola v knize *Forgotten times and spaces: New perspectives in paleoanthropological, paleoetnological and archeological studies. Upper Acheulean occupation of Western Bohemia* (Břicháček – Šída 2015) s autorským podílem 50 %. Ten spočíval ve vyhodnocení archeologického materiálu a sestavení textu.

Posledním, sedmým, přiloženým textem je článek ve sborníku neevidovaném v mezinárodních databázích *The Phenomenon of Mesolithic Settlement within the Bohemian Paradise Area, Czech Republic* (Šída – Moravcová – Vokounová Franzeová – Prostředník 2014) s autorským podílem 25 %. Ten spočíval ve sběru terénních dat a jejich vyhodnocení a práci na koncepci a textu článku.

3. Neolitická těžba metabazitů v Jizerských horách

Po celé dvacáté století řešily generace archeologů, petrologů a mineralogů problém spojený s lokalizací zdrojů suroviny, používané v neolitu střední Evropy pro výrobu kamenné broušené industrie. Ta byla na obrovském území od Panónie až po Porýní vyráběna přednostně z jediného typu metamorfované horniny vykazující extrémní pevnost, velmi dobře se hodící právě pro výrobu seker. Zdroje byly lokalizovány různě, od předpokladu výskytu suroviny na různých výchozech v celém areálu jejího výskytu až po předpoklad jejího importu z prostředí Balkánu (Schwarz-Mackensen – Schneider 1983; 1986; 1987). Nakonec byly její zdroje lokalizovány do jižního okraje Jizerských hor.

Na počátku 20. století mapoval okolí Pěňčina v Jizerských horách geolog a mineralog A. Huyer (1914). Již on si povšiml nápadných tmavě šedých až černých fragmentů horniny nalézajících se na Maršovickém vrchu. Mineralogicky je popsal a konstatoval jejich nápadnou shodu se surovinou broušených seker prvních zemědělců. Jeho výzkum bohužel přerušilo odvedení do armády během první světové války a tragické zranění, na jehož následky těsně po válce zemřel. Huyerovy poznámky převzal J. Gränzer. Uspořádal je a kompletní Huyerovu práci pietně vydal (Huyer 1928). Pokračoval i ve vlastním výzkumu (Gränzer 1933). Bohužel práce obou autorů zůstala dlouhou dobu nepovšimnuta, protože byla publikována v lokálním tisku a navíc kurentem, který se stal pro generaci českých vědců po druhé světové válce takřka nečitelný. Surovina tak po dlouhou dobu čekala na své znovuobjevení.

Znovu zachycena byla v pracích místního rodáka a významného geologa Ferry Fediuka (1962; 1971). Petroložka Marie Bukovanská z Národního muzea v Praze zkoumala surovinu mnoha neolitických kamenných nástrojů a jako první český autor si povšimla jisté shody suroviny kamenných nástrojů s materiálem z okolí Maršovického vrchu (Bukovanská 1992).

Problém původu suroviny neolitických broušených artefaktů vyřešili nezávisle na sobě až V. Šrein (Šrein et al. 2002) a A. Přichystal (2002) počátkem nového tisíciletí (Šída et al. 2014a; Christensen et al. 2006). Oba lokalizovali výchozy suroviny v plášti tanvaldského granitu a upozornili na přítomnost artefaktů souvisejících s těžbou a zpracováním suroviny v neolitu (5500 až 4000 cal. BC). Na jejich práci navázal autor při podrobném geologickém mapování (Šída 2007a) a archeologickém výzkumu. Surovina představuje poměrně variabilní

skupinu hornblend-aktinolit-plagioklasových (bytownit – labradorit) kontaktních rohoveců, které pro účely zjednodušení archeologické nomenklatury nazýváme metabazity typu Jizerské hory (Šída et al. 2014a).

3.1 Geologická pozice metabazitů

Studované metabazity se vyskytují jako vložky ve dvou hlavních horninových typech pláště tanvaldského granitu – sericitickém a chlorit–sericitickém fylitu (číslo 30 podle Klomínský et al. 2005) a albitickém sericit – muskovit – chloritickém fylitu (číslo 29 podle Klomínský et al. 2005).

Konformní uložení s okolními sedimenty, různé mocnosti poloh a jejich množství ve výchozech ukazují na vulkano–sedimentární původ metabazitových poloh. Tomu by odpovídalo i velké plošné rozšíření na kilometrové vzdálenosti. Tufity se vyskytují v různých zrnitostech od velice jemnozrnných až po hrubozrnné s porfyroklasty albitu o velikostech až desetiny mm. Vedle tufitů se ale mezi vzorky vyskytují i vulkanity s diabazovou strukturou, které představují patrně ložní či pravé žíly, které jsou však geochemicky odlišné od jemnozrnných metabazitů.

Jemnozrnná struktura původního tufitu byla nejdůležitější vlastností pro získání specifických vlastností (opracovatelnost, pevnost) kontaktně metamorfovaných metabazitů. V období neolitu byly využívány především jemnozrnné variety metabazitů (Jistebsko, Velké Hamry I a II). Největší výchoz nejkvalitnějších vlastností se nacházel na svazích Maršovického vrchu.

Metabazity kontaktní aureoly tanvaldského granitu jsou polymetamorfní horniny. Jejich dnešní minerální asociace je výsledkem několika metamorfních procesů, které zahrnují hydrotermální alteraci v pozdně magmatickém stádiu nebo krátce po něm reakcí s mořskou vodou nebo pórovou vodou sedimentů. Toto stádium, které se poměrně často zachovává v ložních žilách metadiabasů prorážejících metasedimenty radčické skupiny na Železnobrodsku (Klomínský et al. 2004b), je však v silně kontaktně přeměněných metabazitech těžko prokazatelné v důsledku následných procesů. Během pozdně magmatických procesů a metamorfózy pohřbení na oceánském dně byly primární mafické minerály (patrně orto a klinopyroxeny, případně v některých typech i olivíny) nahrazeny sekundárními minerály – aktinolitickým amfibolem (uralitem), případně obecným amfibolem,

chloritem, leukoxenem. Bazické plagioklasy byly intenzivně sassuritizovány a albitizovány. Tyto procesy probíhaly během formování raně staropaleozoického riftového systému na rozhraní saxothuringika a tepelsko–barrandienské oblasti (Šída – Kachlík 2009).

Další metamorfní stádium je spjato se subdukcí hornin výplně staropaleozoické riftové pánve (durynského oceánu, který byl okrajovou součástí daleko většího oceánu rheického). Při něm došlo k zanoření horninového komplexu a metamorfóze ve stádium modrých břidlic. Subdukce vyznívala dle Ar–Ar datování fengitických slíd v průběhu svrchního devonu (Maluski – Patočka 1997). Také toto stádium, které je v horninách železnobrodského krystalinika zachováno zřídka, ale daleko lépe je zachováno v oblasti Rýchor a Lezcynieckého krystalinika (Patočka et al. 1997; Kryza – Mazur 1995), je v kontaktní zóně reprezentováno pouze v reliktech. Svědčí o tom relikty barroisitických amfibolů a nepřímé doklady v podobě přítomnosti lawsonitu v některých vzorcích z artefaktů, které pocházejí nejpravděpodobněji z kontaktu krkonoško–jizerského plutonu (Šreinová et al. 1997; Šrein et al. 2003). Zvýšené obsahy alkalií v pozici A u Fe hornblendů ukazují, že Fe hornblendy vznikaly právě na úkor původně alkalických amfibolů (Šída – Kachlík 2009).

Další metamorfní etapou, která je zaznamenána v okolních horninách, ale v metabazitech se obtížně prokazuje je rekrystalizace v podmínkách facie zelených břidlic z doby, kdy sledovaná kra ukončila zanořování při subdukcii.

Poslední fází metamorfózy je kontaktní metamorfóza na styku s granity krkonoško–jizerského plutonu. Při ní byly možné změny ze stádia blue- a greenschistového zastřeny intenzivní rekrystalizací. Z pozorování výbrusového materiálu kontaktních rohovců je patrné (Šída – Kachlík 2009), že i kontaktní metamorfóza nebyla jednorázový proces, ale odráží alespoň dva magmatické pulzy, během tvorby krkonoško–jizerského plutonu, který intrudoval v průběhu cca 330–300 Ma (Pin et al. 1993; Marheine et al. 2002). Je to patrné na rekrystalizaci biotitu a pseudomorfózách biotitu po starším kontaktním granátu, které byly pozorovány ve výbruse metapelitu z blízkého okolí ložní polohy amfibolického rohovce popsaného Klomínským et al. (2004a) od Rádlu. Také asociace v metapelitech s muskovitem, biotitem andalusitem a cordieritem, ojediněle též s výskytem korundu je typická pro facii amfibolových kontaktních rohovců (Šída – Kachlík 2009).

3.2 Minerální asociace metabazitů

Nejběžnější metamorfní asociací metabazitů (Šída – Kachlík 2009) je asociace: aktinolitický hornblend, magneziohornblend až ferrohornblend, aktinolit, andezín, bytownit, ilmenit (částečně leukoxenizovaný), křemen (jako vedlejší až akcesorický minerál), akcesoricky apatit, titanit magnetit a sulfidy. Obecné amfiboly (aktinolitický amfibol, ferrohornblend, hornblend, cummingtonit) se vyskytují společně s aktinolitem v texturní rovnováze. Je to způsobeno nemísivostí amfibolů, která je známa zejména z přechodu mezi facií zelených břidlic, pro niž je typický aktinolit a facií amfibolitovou, pro niž je typickým minerálem obecný amfibol (Mg Fe hornblend – Dale et al. 2005). Páry ferrohornblend–aktinolit, magneziohornblend–aktinolit mohou dle modelů za tlaků do 4 kb koexistovat v rozmezí 400 – 600° C s nejistotou cca 100° C. V typech vzdálených více od kontaktu, zůstává jako vedlejší minerál zachován ještě chlorit, který patrně dle texturních vztahů nebyl zcela konzumován při reakci na amfibol a plagioklas. Také společný výskyt např. jader živců andezínového složení s bytownitovým lemem, který vznikl při kontaktní metamorfóze, kdy byl Ca z epidotu, příp. klinozoisitu zpětně inkorporován do plagioklasu. Nepřítomnost klinozoisitu, který je za vyšších tlaků (7–8 kb) stabilní i přes 550 °C a přítomnost chloritu ve vzorcích metabazitů ukazuje, že intruze se odehrála v mělkém prostředí za nižších tlaků (Laird 1980). Biotit byl přítomen jen výjimečně a omezen jen na určité domény, kde bylo dostatek draslíku, který byl patrně do horniny přinesen z intruzí granitoidů. Metabazity z lemu krkonošsko–jizerského plutonu jsou na draslík velmi chudé i ve srovnání s metabazity železnobrodského vulkanického komplexu a jítravské skupiny.

Výsledky studia chemismu metabazitů ukázaly, že modely otevírajícího se staropaleozoického riftu a s ním spojeného magmatismu (Kachlík – Patočka 1998b; Patočka et al. 2000; Dostál et al. 2001; Patočka – Pin 2005) lze aplikovat i na metabazity kontaktní aureoly tanvaldského granitu. Metabazity v této části železnobrodského krystalinika, považované za součást ponikelské skupiny (Klomínský et al. 2005), představují jeden z pulzů magmatického krbu, který produkoval diferencovanější, mírně kyselejší a Fe bohatší magmata s nízkými obsahy alkálií. Jejich obsahy však mohly být částečně modifikovány během složitých polymetamorfních procesů jak regionální, tak i kontaktní metamorfózy.

3.3 Archeologický výzkum neolitické těžby

Archeologický výzkum těžebních lokalit vede od roku 2002 autor ve spolupráci s J. Prostředníkem a v letech 2009-2013 také B. Ramminger z univerzity v Hamburku. Naleziště jsou unikátní především rozsahem a zachováním. Na více jak 22 hektarech plochy jsou zachovány v terénu viditelné relikty neolitických těžebních jam a celková plocha s výskytem neolitických artefaktů dosáhla plochy 1,5 km² (tato plocha byla ve středověku přeměněna na pole, ale situace pod povrchem tyto zásahy přežily) (Šrein et al. 2002; Šrein et al. 2003; Šída et al. 2004; Šída 2004; Šída 2007a; 2007b; 2009a; 2009c; Ramminger – Šída 2012; Šída et al. 2014a).

Systematický výzkum lokality Jistebsko započal v těžební jámě, náhodně vybrané z několika set přítomných v poloze Jistebsko 1. Výzkum proběhl v letech 2002 až 2012 pomocí dlouhých 1 m širokých na sebe kolmých řezů optimalizovaných pro co nejlepší poznání stratigrafie jámy.

Při výzkumu se prokázalo, že nešlo o jednu velkou těžební jámu, ale nejméně o pět menších trychtýřovitých jam, které byly při pokračující těžbě postupně zasypávány materiálem z dalších jam v okolí. Prozkoumaná plocha čítá 41,5 m čtverečných a vyzvednuto bylo na 8000 artefaktů dokumentujících výrobu broušené industrie na místě.

Jáma 2 byla zkoumána v letech 2010-13 v jižní části téže polohy ve spolupráci s univerzitou v Hamburku. Byla zvolena metoda šachovnicového odkryvu, ve kterém byla prozkoumána polovina z celkové plochy 10 x 10 m. I s malými rozšířeními na některých místech dosáhla celková prozkoumaná plocha 60 m čtverečných a bylo nalezeno 6200 artefaktů koncentrujících se v okolí drobných těžebních jam a v jedné výrazné koncentraci u velkého ohniště.

Třetí těžební jáma byla zkoumána v letech 2012 a 2013 v centrální části polohy III. Zde se patrně nachází centrální část těžebního pole. Na ploše pouhých 6 metrů čtverečných na okraji výrazné rýhy zbylé po těžbě byla prozkoumána malá část koncentrace dílenského odpadu z výroby. Ke dnešnímu dni dosáhl počet nalezených artefaktů 16 000 kusů. Výzkum nebyl doposud ukončen.

Původní rozsah lokality byl mnohem větší, než je rozsah dnešní neporušené plochy. Těžba a produkce kamenných seker pokryla postupně celý Maršovický vrch. Jámy po těžbě zde byly patrné až do středověku, kdy byla na jižní straně kopce založena vesnice, která

potřebovala pro svůj život pole. Postupně tak byly plochy se zbytky těžby odlesňovány a zarovnávány pro zemědělskou produkci. Velká část lokality tak byla zplanýrována a dnes na těchto plochách nejsou na první pohled vidět žádné stopy těžby.

V roce 2009 byly nalezeny reliкты těžební jámy a neolitického dílenského prostoru na parcele číslo 350/1, kde následně došlo ke stavbě rodinného domu. Byly dokumentovány pozůstatky 4 zasypaných těžebních jam, ale také naprosto unikátní zbytek pravěké dílny na výrobu kamenných seker i s ohništěm. Odpad z výroby padal přímo do okolí pracovního místa a vytvořil více jak 30 cm mocnou vrstvu, která je složena takřka výhradně z kamenných odštěpků. Na ploše jednoho metru čtverečního se tak kumulovalo přibližně šest tisíc artefaktů (Šída et al. 2014b).

Další zcela zasypanou těžební jámu i s koncentrací výrobního odpadu se podařilo prozkoumat v roce 2015 na sousední parcele čp. 263/5. Nejnověji byly prozkoumány dva reliкты dílenských prostorů s ohništěm v roce 2018 u nově stavěného domu na parcelách 244/1 a 10.

Rozsahem menší archeologické výzkumy proběhly i na lokalitách Velké Hamry I a II (Šída et al. 2012; Šída et al. 2013).

3.4 Archeologické nálezy

Těžební lokality jsou velmi specifickým typem archeologických nalezišť. Nenápadnější a nejčtenější jsou artefakty související s těžbou suroviny a někdy (jako v tomto případě) také s výrobou polotovarů kamenných artefaktů. Naopak ostatní aktivity (pobyt člověka, příprava stravy) na těchto místech ustupují do pozadí a nejsou takřka viditelné (v případě Jistebka vidíme tyto sekundární aktivity především díky přítomným ohništím). Reprezentativní složení souborů z těžebních a výrobních dílen jam můžeme demonstrovat na složení industrie ze sondy 1 v těžební jámě 1 na Jistebku (Jistebsko I). Skupina debitáže (odpadu výroby polotovarů) je zastoupená 978 artefakty (88,6 %). Nejčastěji zastoupeným typem v této skupině je amorfní zlomek. Celkem je doložen 595 kusy (53,9 %). Po něm následují úštěpy (382 kusů, 34,6 %). Oba typy artefaktů vznikají při různých fázích přípravy suroviny a technologického zpracování polotovarů broušené industrie. Okrajově jsou doloženy jádra (1 artefakt, 0,1 %).

Polotovaru broušené industrie, patřících do skupiny výrobních zmetků, bylo v sondě 1 nelezeno 12 (1,1 %). Je třeba si uvědomit, že všechny použitelné polotovary byly z lokality odnášeny k dalšímu využití.

Retušované nástroje jsou zastoupeny 7 artefakty (0,6 %). Ty odpovídají sídlištním souborům (nebo dílenským souborům vázaným na sídliště – zde se ale vyskytují ve větším množství). Pět kusů je doložen nůž (0,5 %), jedním drasadlo a retušovaný úštěp (0,1 %). Jejich přítomnost na místě patrně souvisí s netěžebními aktivitami (pobyt člověka, příprava stravy).

Do skupiny ostatní industrie patří 107 artefaktů (9,7 %). Surovina je technologickým postupem netknutý blok horniny metabazitu. V souboru je doložena 24 kusy (2,2 %). Jako surovinu 1 označujeme blok metabazitu, který nese známku úderu, který pravděpodobně zjišťoval vlastnosti suroviny. Je tedy již opracována, opracování samé ale spočívá v pouhém pokusném úštěpu. V souboru je doložena celkem 8 kusy (0,7 %). Tyto nálezy ukazují negativním výběre, které bloky suroviny byly, a které nebyly využívány k produkci.

Zajímavou částí kolekce jsou dva těžební nástroje (0,2 %). První byl nalezen blízko při povrchu ve vrstvě, která vznikla sesutím haldy nad těžnou jámou. Druhý nástroj byl nalezen na dně jámy těsně u porubní fronty v koncentraci výrobního odpadu.

Úprava polotovarů byla prováděna různými typy otloukačů (73 kusů, 6,6 %). Doloženo je 47 otloukačů (64,4 %), 23 těžkých otloukačů – palic (31,5 %) a 3 otloukače – podložky (4,1 %). Těžké otloukače sloužily k prvotnímu rozrušení suroviny (jako kladiva). Při něm mohly být někdy bloky suroviny podkládány (otloukače – podložky). Menší otloukače pak sloužily k provádění technologických retuší.

3.5 Datování těžby

Datace těžby do mladší doby kamenné bylo jednoznačně prokázáno již osmnácti kalibrovanými radiokarbonovými daty z různých kontextů všech těžebních jam a ohnišť (v rozmezí 5600 až 4900 př. n. l., což odpovídá konci mezolitu, starší fázi neolitu a přechodu starší a mladší fáze neolitu, Prostředník et al. 2005; Šída et al. 2013; Šída et al. 2014a; 2014b).

První využití metabazitů typu Pojizeří je dokumentováno na gravettské lokalitě Praha – Jenerálka (Šída et al. 2009, 71). Lovecká stanice je datována do intervalu 21 000 – 23 000 BP. Využita byla surovina ve valounové podobě.

Další doklady využití suroviny známe až z mezolitu. Bylo zaznamenáno na několika lokalitách Českého ráje (Šída – Prostředník 2007). Využívána je opět surovina ve valounové podobě.

Mimo region se štípaná industrie z této suroviny našla v mezolitickém kontextu například na lokalitě Přibice na jižní Moravě (Šída 2007c).

Zajímavé artefakty byly nalezeny v Babí peci. Z mezolitického kontextu odtud pochází dvě jádrové sekery vyrobené z metabazitu typu Jizerské hory (Šída – Prostředník 2007).

Zcela unikátní artefakty pocházejí z lokality Bad Dürrenberg u Halle (Grünberg 2006). Součástí bohatě vybaveného mezolitického hrobu ženy (patrně šamanky) je i broušená sekera z metabazitu typu Jizerské hory a retušér z valounu stejného materiálu. Hrob je radiokarbonově datován k okolí roku 6500 BC.

Fragmenty broušeného artefaktu ze stejné suroviny byly nalezeny i při výzkumu mezolitické vrstvy v abri Švédův převis v Českém Švýcarsku. Radiokarbonově jsou datovány k letům 7508-6829 BC (8180 ± 110 BP, Svoboda ed. 2003).

Ve světle těchto nálezů získává nový kontext i samotná těžba v Jizerských horách. Surovina se ve velkém objevuje s nástupem nejstaršího neolitu a ihned se rozlétno do širokého prostoru celé střední Evropy. Její okamžité objevení a zdomácnění na obrovském území ukazuje na kontakt s nějakou starší tradicí, jejíž existenci jasně dokazují artefakty z této suroviny v mezolitických kontextech (bez možnosti intruze). Broušené sekery z tohoto materiálu jsou evidentně mezolitickým vynálezem a tradice jejich výroby se do neolitického prostředí střední Evropy dostává právě od místních lovců a sběračů. V tomto světle bychom měli nahlížet na ojedinělé nálezy „neolitické“ broušené industrie, v řadě případů by ve skutečnosti mohlo jít o nerozpoznané mezolitické stanice (Šída 2009b).

3.6 Časoprostorový rozptyl suroviny

V období kultury s lineární keramikou je metabazit typu Jizerské hory výhradní surovinou pro výrobu broušené industrie na celém území rozšíření této archeologické kultury. Surovina se objevuje již v nejstarší fázi kultury a dominuje po celou dobu trvání. Dílny na výrobu polotovarů broušené industrie známe pouze z Jizerských hor. Dílny na dokončování industrie nejsou moc časté. Jedna z nich byla nedávno prozkoumána Cerekvicích nad Loučnou, další známe z Jižních Čech (Vondrovský et al. 2018). Lokální suroviny se začínají

v omezené míře prosazovat až ve vzdálenosti 300 km od zdrojů v Jizerských horách. Lidé starší fáze neolitu tak dokázali vytvořit do té doby nevidaný distribuční systém, umožňující transportovat tuny materiálu až do mnoha set kilometrových vzdáleností.

Období kultury s vypíchanou keramikou můžeme rozdělit na dvě části. Ve starší fázi kultury odpovídá využívání metabazitů z Jizerských hor obrazu, který známe z předchozího období. V mladší fázi kultury se obraz využití zcela mění. Těžba v Jizerských horách podle současných znalostí končí. Důvodem může být vyčerpání lokalit. Nově začínají být využívány sekundární zdroje suroviny v terasách řeky Jizery a patrně také dochází k reutilizaci starších artefaktů náhodně nalézáných na neolitických polích. Může také docházet k dosbírávání nevyužitého materiálu na těžebních lokalitách. Technologie kultury s lineární keramikou nedokázala využít velké tenké plotny. Ty byly nově zpracovávány pomocí řezání.

Distribuční okruh suroviny se výrazně zmenšuje a také drobí. Již neexistuje jediné výrobní centrum, ale vzniká síť dílenských lokalit, které produkují polotovary ve výrazně menší míře, než těžební lokality v horách (Šída 2007b; Šída et al. 2014a). Vedle metabazitů typu Jizerské hory také začínají být v mnohem větší míře využívány různé lokální suroviny.

Geografický rozptyl suroviny z Jizerských hor se výrazně liší od rozptylu silicitových surovin (Šída 2006; Oliva 1998; Přichystal 2009). Ve starším a středním neolitu tato surovina zcela převládá v celé oblasti Čech, Moravy a sousedního Saska. V Čechách dominuje například na lokalitách Turnov – Maškovy zahrady (Šída 2007b), Bylany (Pavlů – Rulf 1991), Horky (Davidová et al. 2004), Kosoř (Šreinová et al. 2000) a mnoha dalších. Z Moravy je doložena například pro Vedrovice (Přichystal 2002), kde tvoří takřka 100 % kolekce, či v Mohelnicích. Zatímco u různých typů silicitů klesá zastoupení suroviny pod 30 % ve vzdálenosti mezi 70 – 150 km od zdrojů, v případě metabazitů typu Jizerské hory je tomu jinak, mají téměř stoprocentní zastoupení i na jižní Moravě ve vzdálenosti 250 km od zdroje (Vedrovice). Dosah suroviny je značný. Víme, že ve starším neolitu severního Hesenska (kultura s lineární keramikou) je z ní vyrobeno okolo 70 % všech artefaktů, v případě jižního Hesenska pak okolo 50 % (Ramminger 2005, 258; 2007). Surovina je tedy dominantní i ve vzdálenosti 450 km od zdroje, což nemá obdoby v případě silicitových surovin. Podle současných znalostí víme, že zásobovala rozsáhlou oblast osídlenou lidmi vytvářejícími artefakty kultury s lineární keramikou čítající Čechy, Moravu, západ Slovenska, jih Polska (Krystek et al. 2011), Německo (Ramminger 2005; 2007; Nowak 2008) včetně Bavorska a patrně sever Rakouska (Nowak 2008), Maďarska (Szakmany et al. 2011) a Beneluxu (Nowak 2008; Verhart 2012; van Wijk et al. 2014). Artefakty z této suroviny byly nalezeny i na jih od

Alp v severní Itálii (the Grotta Azzurra di Samatorza v Terstském krasu – Bernardini et al. 2012) a dokonce i daleko na východě až za řetězcem Karpat (Saile et al. 2016; Gaskevych 2017).

3.7 Produkce

Na lokalitách lidé z vytěženého materiálu připravovali polotovary broušené industrie pomocí postupu štípání. Tento proces produkuje obrovské množství odpadu. Na 1 metr čtvereční připadá průměrně okolo 100 kusů produkčního odpadu (příčemž známe místa, kde množství dosahuje až 4000 kusů na metr). Na ploše 1,5 km² zasažené těžbou se jedná až o 150 milionů kusů odpadu. Na výrobu jednoho polotovaru připadá okolo 50 – 100 kusů odpadu. Celková produkce tak mohla dosáhnout čísla 1,5 až 3 milionů kusů polotovarů broušených nástrojů. Ač se toto číslo jeví jako extrémní, je v dobré shodě s rozsahem rozptylu suroviny i počtu známých nálezů broušené industrie z této suroviny. Při promítnutí na pravěkou realitu nevybočuje z rámce možností tehdejších komunit. Při trvání těžby okolo 500 let je to 3 až 6 tisíc kusů vyrobených polotovarů za rok (což je 8 až 16 za den), přičemž časová náročnost výroby jednoho kusu je asi 30 minut. Těžbu a produkci by tak bez problémů mohla zvládnout jedna specializovaná skupina lidí. Při průměrné hodnotě artefaktu 1 dkg by vytěžené množství suroviny odpovídalo 1530 tunám. Množství přesunutá hlušiny je oproti množství suroviny asi stonásobné.

3.8 Význam fenoménu neolitické těžby v Jizerských horách

Neolitická těžba v Jizerských horách představuje unikátní fenomén evropského pravěku. Je to vůbec poprvé v Evropské historii, kdy její pravěcí obyvatelé dokázali proměnit celou krajinu a vytvořit takto komplexní distribuční systém. Těžba probíhala na obrovské ploše po dobu více jak půl tisíciletí. To bylo donedávna pro takto starou lidskou komunitu nepředstavitelné. V Jizerských horách vytěžená surovina zásobovala prostor o průměru takřka 1000 km, což je jeden z největších distribučních areálů v Evropě vůbec (podobně velký

dosahují pouze jadeity z Alp v prostředí mladšího neolitu západní Evropy – Pétrequin – Errera – Pétrequin – Allard 2006).

Neolitický člověk a jeho způsob života byl donedávna vnímán v kontextu tradiční evolucionistické představy. Komplexní rozsáhlý systém distribuce takového rozsahu ale do tohoto pojetí nezapadá, a ukazuje, že neolitická společnost byla mnohem komplexnější, než jsme si mohli domýšlet. Už jenom sám distribuční systém vyžadoval komplexní komunikační propojení na rozsáhlém prostoru. Neolitická společnost staršího neolitu nebyla rozštěpena na mnoho oddělených jednoduchých občin, právě naopak, propojení bylo od počátku velmi intenzivní a teprve postupně se rozvolňovalo. O tom svědčí postupný rozpad a nakonec kolaps distribučního systému. V mladém neolitu již bylo propojení jednotlivých komunit omezeno jenom na menší regiony. Tento fakt je dobře patrný i na diferenciaci výzdoby keramiky.

Studium neolitického těžebního areálu v Jizerských horách umožnilo podkrýt záhadu vztahu komunit posledních lovců a sběračů a prvních zemědělců. Je evidentní, že obě komunity musely být v kontaktu. I když pomineme velmi staré datování těžby, které odpovídá nejstarším datům pro zemědělská sídliště z podunají a porýní a spadá do doby, kdy Čechy byly stále ještě osídleny pouze lovci a sběrači, tak je jisté, že ke kontaktu obou světů dojít muselo. Jinak totiž není možné vysvětlit, jak se mohla tato surovina rozšířit de facto okamžitě do celého prostoru rozšíření nově se objevivší zemědělské kultury. Pokud by zemědělci do střední Evropy přišli bez kontaktu s komunitami lovců a sběračů, museli by tuto surovinu hledat (i nám v současnosti toto hledání trvalo více jak sto let) a my bychom viděli na počátku horizont využívání lokálních surovin různé kvality. Ten ale doložen není. Naopak, z historického pohledu vznikl distribuční systém té nejlepší suroviny dostupné v celé střední Evropě de facto okamžitě a dosáhl obrovského rozsahu. To není možné bez toho, že by navázal na organizační a komunikační systém, který již existoval (a jedinou možností je kulturní prostředí posledních lovců a sběračů).

3.9 Použitá literatura k neolitické těžbě v Jizerských horách

- Bernardini, F. - De Min, A. - Lenaz, D. - Šída, P. - Tuniz, C. - Kokelj, E. M. 2012: Shaft-hole Axes from Caput Adriae made from Amphibole-rich Metabasites: First Evidence of Connections between Northeastern Italy and Central Europe during the 5 TH Millenium BC, *Archaeometry* 54/3, 427-441.
- Bukovanská, M. 1992: Petroarchaeology of Neolithic artifacts from central Bohemia, Czechoslovakia, *Scripta Fac. Sci. Univ. Brun.* 22, Geol., 7-16.

- Dale, J. – Powell, R. – White, R. W. – Elmer, F. L. – Holland, T. J. B. 2005: A thermodynamic model for Ca–Na clin amphiboles in Na₂O–CaO–FeO–MgO–Al₂O₃–SiO₂–H₂O–O for petrological calculations, *Journal of Metamorphic Geology* 23(8), 771–791.
- Davidová, T. – Šída, P. – Šreinová, B. – Šrein, V. 2004: Kamenná industrie z objektu 36 v Horkách nad Jizerou, okr. Mladá Boleslav, *Archeologie ve středních Čechách* 8, 193–208.
- Dostal, J. – Patočka, F. – Pin, C. 2001: Middle/Late Cambrian intracontinental rifting in the central West Sudetes, NE Bohemian Massif (Czech Republic): geochemistry and petrogenesis of the bimodal metavolcanic rocks, *Geological Journal* 36(1), 1–17.
- Fediuk, F. 1962: Vulkanity železnobrodského krystalinika, *Rozpr. Ústř. Úst. geol.* 29, 1–116.
- Fediuk, F. 1971: Ultramafity krkonošsko–jizerské oblasti, *Acta Univ. Carol., Geol.* 4, 319–343.
- Gaskevych, D. 2017: Pottery With Admixture of Graphite and Exchange Networks in Neolithic of Ukraine: Problem Statement. In: Y. Morozova, P. Shydlovskiy (Eds.), *Wetland Archaeology and Prehistoric Networks in Europe / NEENAWA International Scientific Conference, September 15th-18th. Kyiv – Kaniv.*
- Gränzer, J. 1933: Nephrit aus dem Phyllitkontakt im Südwesten des Isergebirgsgranits. *Firgenwald* 3, 89–96.
- Grünberg, J. M. 2006: New AMS Dates for Palaeolithic and Mesolithic Camp Sites and Single Finds in Saxony–Anhalt and Thuringia (Germany), *Proceedings of the Prehistoric Society* 72, 95–112.
- Huyer, A. 1914: Granitkontakt des Schwarzbrunnberges bei Gablonz a. N., *Lotos* 62, 22–24.
- Huyer, A. 1928: Der Granitkontakt des Schwarzbrunngebirges, *Mitt. Ver. Naturfr. (Reichenberg)* 50, 48–65.
- Christensen, A. M. – Holm, P. M. – Schuessler, U. – Petrasch, J. 2006: Indications of a major Neolithic trade route? An archaeometric geochemical and Sr, Pb isotope study on amphibolitic raw material from present day Europe, *Applied Geochemistry* 21, 1635–1655.
- Kachlík, V. – Patočka, F. 1998b: Cambrian/Ordovician intracontinental rifting and Devonian closure of the rifting generated basins in the Bohemian Massif realms. 57–66, *Acta Univ. Carol. Geol.* 42(3/4), 433–441.
- Klomínský, J. – Fediuk, F. – Schovánek, P. – Gabašová, A. 2004 (et al a): The hornblende–plagioclase hornfels from the contact aureole of the Tanvald granite, northern Bohemia – the raw material for Neolithic tools, *Bulletin of Geosciences* 79/1, 63–70.
- Klomínský, J. et al. 2004b: Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1: 25 000 03–143 Liberec. Česká geologická služba. Praha, 68.
- Klomínský, J. et al. 2005: Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1: 25 000, 03–322 Jablonec nad Nisou. Česká geologická služba. Praha.
- Krystek, M. – Mlodecka, H. – Polarski, K. – Szydłowski, M. 2011: Neolithic tools made of the jizerské hory-type metabasites (Bohemian Massif) From the area of Poland [Neolityczne narzędzia z metabazytów typu jizerské hory (Masyw Czeski) na obszarze polski], *Biuletyn - Państwowego Instytutu Geologicznego*, (444), 113–124.
- Kryza, R. – Mazur, S. 1995: Contrasting metamorphic paths in the eastern part of the Karkonosze – Izera Block, SW Poland, *Neues Jb. Miner. Abh.* 169/2, 157–192.
- Laird, J. 1980: Phase equilibria in mafic schist from Vermont, *Journal of petrology* 21, 121–134.
- Maluski, H. – Patočka, F. 1997: Geochemistry and 40 Ar–39Ar geochronology of the mafic metavolcanic rocks from the Rýchory Mountains complex (West Sudetes, Bohemian Massif): tectonic significance, *Geol. Mag.* 134, 703–716.
- Marheine, D. – Kachlík, V. – Maluski, H. – Patočka, F. – Zelazniewicz, A. 2002: The Ar – Ar ages from the West Sudetes (NE Bohemian Massif): constraints on the Variscan polyphase tectonothermal development. In: J. Winchester – T. Pharaoh – J. Verniers (Eds.), *Palaeozoic amalgamation of the Central Europe*, *Geo. Soc. London, Spec. Publ.*, 133–155.
- Nowak, K. 2008: Zur räumlichen Verteilung von Dechselklingen aus Aktinolith- Hornblendeschiefer in der Linearbandkeramik, *Archäologische Informationen* 31/1-2, 25-32. DOI: <https://doi.org/10.11588/ai.2008.1&2.11087> 25-32
- Oliva, M. 1998: Právěká těžba silicitů ve střední Evropě, *Pravěk NŘ* 8, 3–83.
- Patočka, F. – Fajst, M. – Kachlík, V. 2000: Mafic–felsic to mafic–ultramafic Early Palaeozoic magmatism of the West Sudetes (NE Bohemian Massif): the South Krkonoše Complex, *Z. geol. Wiss.* 28 (1/2), 177–210.
- Patočka, F. – Pin, C. 2005: Sm–Nd isotope and trace element evidence for heterogeneous igneous protoliths of variscan mafic blueschists in the east Krkonoše complex (West Sudetes, NE Bohemian Massif, Czech republic), *Geodinamica Acta* 18/5, 363–374.
- Patočka, F. – Pivec, E. – Oliveriová, D. 1997: Mineralogy and petrology of mafic blueschist from the Rýchory Mts. crystalline complex (Western Sudetes, Bohemian Massif), *N. Jb. Mineral. Abh.* 170: 313–330.
- Pavlu, I. – Rulf, J. 1991: Stone Industry from the Neolithic Site of Bylany, *Památky archeologické LXXXII*, 277–365.
- Pétrequin, P. – Errera, M. – Pétrequin, A. M. – Allard, P. 2006: The Neolithics Quarries of Mont Viso, Piedmont, Italy: Initial Radiocarbon Dates, *European Journal of Archaeology* 9/1, 7–30.

- Pin, C. – Mierzejewski, M. – Duthou, J. L. – Culturie, J. (Eds.) 1993: Etude isotopique Rb–Sr du granite du Karkonosze. Petrologie et geologie du cocle varisque des Sudetes polonaises: resultats de la coporation etre les Universites de Wroclaw et Clermont–Ferrand. Vyd. U. Wr. Wroclaw.
- Prostředník, J. – Šída, P. – Šrein, V. – Šreinová, B. – Šťastný, M. 2005: Neolithic quarrying in the foothills of the Jizera Mountains and the dating thereof, *Archeologické rozhledy* LVII, 477–492.
- Přichystal, A. 2002: Objev neolitické těžby zelených břidlic na jižním okraji Jizerských hor (severní Čechy), *abstrakt Kvartér (Brno)* 8, 12–14.
- Přichystal, A. 2009: Kamenné suroviny v pravěku východní části střední Evropy. Brno.
- Ramminger, B. 2005: Wirtschaftsarchäologische Untersuchung neolithischer Felsgesteinartefakte aus Mittel- und Nordhessen. PhD. Work.
- Ramminger, B. 2007: Wirtschaftsarchäologische Untersuchungen zu alt- und mittelneolithischen Felsgesteingeräten in Mittel- und Nordhessen, *Archäologie und Rohmaterialversorgung, Internationale Archäologie* 102. Leidorf.
- Ramminger, B. - Šída, P. 2012: Der bandkeramische Felsgesteinabbauplatz Jistebsko, Kataster Jablonec nad Nisou, und sein regionales Siedlungsumfeld im mittleren Isertal, Tschechische Republik. In: Regina Smolnik (Ed.), *Siedlungsstruktur und Kulturwandel in der Bandkeramik*, Dresden. 167-179.
- Saile, T. et al. 2016: Zur Bandkeramik zwischen Pruth und Südlichem Bug, *Prachistorische Zeitschrift* 2016, 91/1, 1-15.
- Schwarz-Mackensen, G. - Schneider, W. 1983: Wo liegen die Hauptliefergebiete für das Rohmaterial donauländischer Steinbeile und -Äxte in Mitteleuropa?, *Archäologisches Korrespondenzblatt* 13, 3, 305-314.
- Schwarz-Mackensen, G. - Schneider, W. 1986: Petrographie und Herkunft des Rohmaterials neolithischer Steinbeile und -Äxte in Nördlichen Harzvorland, *Archäologisches Korrespondenzblatt* 16, 1, 29-44.
- Schwarz-Mackensen, G. - Schneider, W. 1987: The raw material of neolithic adzes and axes in central Europe: petrography and provenance, *Antiquity* 61, 231, 66-69.
- Svoboda, Jiří A. (ed.) 2003: Mezolit severních Čech. Komplexní výzkum skalních převisů na Českolipsku a Děčínsku 1978–2003. *Dolnověstonické studie* 9. Brno.
- Szakmany, G. – Kasztovszky, Z. – Szilagyi, V. – Starnini, E. – Friedel, O. – Biro, K. T. 2011: Discrimination of prehistoric polished stone tools from Hungary with non-destructive chemical Prompt Gamma Activation Analyses (PGAA), *European journal of mineralogy* 23/6, 883-893. DOI 10.1127/0935-1221/2011/0023-2148
- Šída, P. 2004: Neolitická broušená industrie v oblasti horního Pojizeří, *Archeologie ve středních Čechách* 8, 137–192.
- Šída, P. 2006: Distribuční areály surovin v neolitu na území České republiky, *Archeologické rozhledy* LVIII, 407–426.
- Šída, P. 2007a: Metabazity kontaktní aureoly tanvaldského granitu mezi Rádlem a Příchovicemi využívané pro výrobu neolitických kamenných nástrojů, *Nepublikovaná diplomová práce obhájená na PřF UK v Praze.*
- Šída, P. 2007b: Využívání kamenné suroviny v mladší a pozdní době kamenné. Dílenské areály v oblasti horního Pojizeří. *Dissertationes archaeologicae Brunenses/Pragensesque* 3, 1–282.
- Šída, P. 2007c: Artefakt z metabazitu typu Pojizeří v mezolitické kolekci z Přibic, *Archeologie ve středních Čechách* 11, 19–20.
- Šída, P. 2009a: Die Gewinnung von Metabasit im Jizerské–Gebirge und ihre Rolle für die Neolithisierung Mitteleuropas. *Fines Transire, Archäologische Arbeitsgemeinschaft Ostbayern / West- und Südböhmen / Oberösterreich, Jahrgang* 18, 125–131.
- Šída, P. 2009b: Neolitická broušená sekera z Kozích Hor, *Podbrdsko* XVI, 182–186.
- Šída, P. 2009c: Die Gewinnung von Metabasit im Jizerské–Gebirge und ihre Rolle für die Neolithisierung Mitteleuropas, *Fines Transire, Archäologische Arbeitsgemeinschaft Ostbayern / West- und Südböhmen / Oberösterreich, Jahrgang* 18, 125-131.
- Šída, P. et al 2009: The Gravettian of Bohemia, *Dolnověstonické studie* 17, 1–264. Brno.
- Šída, P. – Kachlík, V. 2009: Geological setting, petrology and mineralogy of metabasites in a thermal aureole of Tanvald granite (northern Bohemia) used for the manufacture of Neolithic tools, *Journal of Geosciences* 54/3, 269–287.
- Šída, P. – Prostředník, J. 2007: Mezolit a pozdní paleolit Českého ráje: perspektivy poznání regionu, *Archeologické rozhledy* LIX, 443–460.
- Šída, P. – Šreinová, B. – Šťastný, M. – Šrein, V. – Prostředník, J. 2004: Neolitický těžební a výrobní areál v Jistebsku. In: M. Lutovský (Ed.), *Otázky neolitu a eneolitu našich zemí – 2003*, 109–131.
- Šída, P. et al. 2012: Neolitický těžební a zpracovatelský areál ve Velkých Hamrech I. *Pojizerské archeologické studie* 1. Turnov. ISBN 978-80-87416-10-5
- Šída, P. et al. 2013: Velké Hamry II. Neolitický těžební a zpracovatelský areál. *Pojizerské archeologické studie* 2. Turnov. ISBN 978-80-87416-14-3

- Šída, P. et al. 2014a: Jistebsko. Neolitická těžba v Jizerských horách. Opomíjená archeologie 3. Plzeň. ISBN 978-80-261-0259-5
- Šída, P. et al. 2014b: Jistebsko. Záchraný archeologický výzkum na parcele 350/1 v roce 2009. Pojizerské archeologické studie 3. Turnov. ISBN 978-80-87416-19-8
- Šrein, V. – Šreinová, B. – Šťastný, M. 2003: Objev unikátního neolitického těžebního areálu u Jistebka v severních Čechách, Bull. mineral. – petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 11, 19–32.
- Šrein, V. – Šreinová, B. – Šťastný, M. – Šída, P. – Prostředník J. 2002: Neolitický těžební areál na katastru obce Jistebsko, Archeologie ve středních Čechách 6, 91–99.
- Šreinová, B. – Lička, M. – Šrein, V. – Šťastný, M. 2000: Mineralogy and petrology of some artefacts from Kosoř near Prague, Krystalinikum 26, 137–143.
- Šreinová, B. – Šťastný, M. – Šrein, V. 1997: Studie hornin – artefaktů z lokality Kosoř, Bull. min.–petr. odd. NM v Praze 4–5, 121–131.
- van Wijk, I. – Amkreutz, L. – van de Velde, P. 2014: 'Vergeten' bandkeramiek. En Odyssee naar de oudste neolithische bewoning in Nederland. Leiden.
- Verhart, L. 2012: Contact in stone: adzes, Keile and Spitzhauen in the Lower Rhine Basin Journal of Archaeology in the Low Countries 4/1, 5-35.
- Vondrovský, V. – Bumerl, J. – Šída, P. – Ptáková, M. – Pták, M. – Chvojka, O. 2018: Nové poznatky o neolitickém osídlení jižních Čech, Archeologické rozhledy LXX, 147-194.

3.10 Vybrané publikace k tématu

Z prací k problematice neolitické těžby je přiloženo celkem 5 publikací. Na prvním místě je to impaktovaný článek *Shaft-hole Axes from Caput Adriae made from Amphibole-rich Metabasites: First Evidence of Connections between Northeastern Italy and Central Europe during the 5 TH Millenium BC* (Bernardini et al. 2012, IF WOS 1,287). Autorský podíl je 16,5 % a spočívá v provedení srovnávacích analýz suroviny z Jizerských hor. Druhým přiloženým článkem je článek publikovaný v časopisu sledovaném WOS (v době publikace bez IF) *Geological setting, petrology and mineralogy of metabasites in a thermal aureole of Tanvald granite (northern Bohemia) used for the manufacture of Neolithic tools* (Šída – Kachlík 2009) s autorským podílem 50 %. Ten spočíval především v terénním mapování výchozů, shromažďování a analýze geochemických vzorků a provedení archeologické části práce.

Třetím přiloženým článkem je článek publikovaný v časopise sledovaném v databázi Scopus *Neolithic quarrying in the foothills of the Jizera Mountains and the dating thereof* (Prostředník et al. 2005) s autorským podílem 20 %. Ten spočíval v provedení terénní části archeologického výzkumu a jeho vyhodnocení a v odběru vzorků.

Poslední dva přiložené texty byly publikovány ve sbornících neuvedených v mezinárodních databázích. Prvním je text *Die Gewinnung von Metabasit im Jizerské-Gebirge und ihre Rolle für die Neolithisierung Mitteleuropas* (Šída 2009) a autorským podílem 100 % a druhým *Der bandkeramische Felsgesteinabbauplatz Jistebsko, Kataster Jablonec nad*

Nisou, und sein regionales Siedlungsumfeld im mittleren Isertal, Tschechische Republik (Ramminger – Šída 2012) s autorským podílem 50 %. Ten spočívá v terénní práci na těžebních lokalitách a detailním vyhodnocení všech získaných souborů.

4. Člověk a vegetace starého holocénu

Studium vegetačních poměrů minulých dob má v kontextu archeologického bádání dlouhou tradici. Velká pozornost byla věnována studiu vzniku zemědělství a jeho pronikání do prostoru střední Evropy, a také změnám, spojeným s jeho nástupem (Zvelebil 1994). Mnohem méně znalostí máme o vlivu starších loveckosběračských populací na krajinu a vegetaci a využívání rostlinných zdrojů lovci a sběrači (např. Jacobi et al. 1976; Mellars 1976; Simmons – Innes 1987; Zvelebil 1994; Davies et al. 2005). Když pomineme nejstarší, ale zatím spíše izolované, nálezy dokládající využívání rostlin v prostředí moravského pavlovienu (Revedin et al. 2010), známe nejvíce dokladů až z prostředí současného interglaciálu – holocénu – z prostředí stredoevropského mezolitu. Zcela zásadní místo zde zastávají severočeské pískovcové oblasti, které díky výjimečnému zachování přírodních materiálů umožňují kombinovat archeologické a přírodovědné bádání na dosud nebývalé úrovni (Svoboda (ed.) 2003; Svoboda (ed.) 2017; Svoboda et al. 2018). Naše poznatky významně doplňují data získaná při výzkumu zaniklého jihočeského jezera Švarcenberk, které představuje unikátní archiv vývoje vegetace, klimatu a lidského osídlení pro období mezi 14-4 tisíci lety BC (Pokorný et al. 2010 s literaturou).

Nárůst četnosti využitelných rostlinných zdrojů souvisí s proměnou ekosystémů střední Evropy v závěru posledního glaciálu. První interstadiální výkyvy böllingu a allerødu startují expanze teplomilných druhů k severu, ty zcela nepřerušují ani významné ochlazení na samém konci posledního glaciálu (mladý dryas), aby pak plně využili potenciál teplého klimatu na počátku holocénu v preboreálu a boreálu.

Mezolit je možné mimo jiné charakterizovat jako kulturní adaptaci lovců a sběračů na nově se utvářející a zcela přestavěné ekosystémy teplého prostředí. Zmizela všechna stádní zvířata, tvořící základ subsistenčních strategií paleolitických lovců a nově se objevuje interglaciální fauna a velká množina využitelných rostlin, vyžadující jiné typy adaptivního chování v rámci krajiny. Mění se tak sídelní schéma, strategie získávání zdrojů, a stále více je patrná aktivní role člověka při ovlivňování přírodních ekosystémů.

4.1 Chronologický a ekosystémový rámec staršího holocénu

Pozdní paleolit (12 000 – 9 700 BC). Dolní hranice období je konvenčně kladena do počátku pozdně glaciálního interstadiálu *allerød*, který je na našem území nejlépe zachycen a absolutně datován v sedimentárním záznamu z jihočeského jezera Švarcenberk (Pokorný et al. 2010; Hošek et al. 2014). Stejně kritérium pro vymezení spodní hranice pozdního paleolitu použil již dříve S. Vencl (2007) ve studii, která je součástí širší syntézy českého pravěku (Jiráň – Venclová (Eds.) 2007). Jedná se o poměrně nesourodé období, které kromě teplého interstadiálu zahrnuje i chladné období mladšího dryasu (DR3). Jeho horní mez je opět arbitrárně kladena do okamžiku prudkého oteplení na hranici pleistocén/holocén. Toto oteplení mělo globální charakter a je spolehlivě zachyceno a absolutně datováno na základě studia mnoha paleoenvironmentálních archivů (souhrnně například Walker et al. 2012). Stejným způsobem definují rozhraní pozdního paleolitu a mezolitu v podrobné analýze ze sousedního Německa Street et al. (2002).

Pro pozdní paleolit je na základě pylových dat rekonstruována pestrá otevřená parková krajina s řídkými porosty borovice lesní a stromových bříz. Suchá stanoviště zaujímaly travinné porosty stepního charakteru, indikované v pylových diagramech vysokým podílem trav, pelyňku, merlíkovitých, devaterníku a jalovce. Naopak vlhká místa byla porostlá keříčkovou tundrou s olší zelenou, břízou trpasličí a medvědicí lékařskou (Pokorný et al. 2017).

V antrakologickém a makrozbytkovém záznamu vidíme ještě smrk/modřín a nově také borovici limbu (Pokorný et al. 2017). Obecný vývoj pozdního glaciálu má retrogresní charakter (Petr – Pokorný 2008; Hošek et al. 2014; Petr et al. 2014) odvislý od průběhu klimatických charakteristik, v prostředí severočeských pískovců s extrémní stanovištní a reliéfní diverzitou se ale tento vývoj stírá. Vlhké a chráněné partie na mnoha místech umožnily lokální nerušený vývoj přes celý mladý dryas až do holocénu (Pokorný et al. 2017). Lokálně se může smrk vyskytovat souvisle přes celý pozdní glaciál a na některých místech vidíme velmi brzký výskyt teplomilné lísky, jejíž šíření mohl člověk přímo ovlivňovat (Pokorný et al. 2017).

Vegetace v okolí jihočeského jezera Švarcenberk byla v tomto období stejná, travnatou step doplňují ostrůvky borovobřezových lesů (Pokorný et al. 2010).

Pro studium fauny tohoto období nemáme v Čechách dost informací. Podle vývoje v okolních zemích můžeme předpokládat, že poslední zbytky glaciální fauny (sobi, koně) dožívají až konce dryasu.

Starý mezolit (9 700 – 8 200 BC, preboreál). Zahrnuje palynostratigraficky vymezené období preboreálu, které je na našem území charakterizováno všeobecným rozšířením borovice a břízy (Pokorný 2011). Jeho horní hranice, tak, jak byla pro střední Evropu formálně definována již F. Firbasem (1949), spadá do počátku prudkého šíření teplomilných listnatých dřevin. Absolutní datování horní hranice období vychází z práce J. Svobody (2014), kde je stanoveno na 8,200 let BC. Stejně absolutní datování pro rozhraní preboreální a boreální palynostratigrafické zóny navrhuje Walanus a Nalepka (2010). Správnost takto zvoleného datování potvrzuje i zatím nejpodrobnější a nejlépe radiokarbonově datovaný pylový záznam, který je v prostředí českých pískovců k dispozici - profil z lokality Čin-Čan-Tau v Českém ráji (Pokorný et al. 2017). Na základě interpolace radiokarbonových dat spadá v tomto pylovém profilu počátek prudké změny vegetačních poměrů způsobené nástupem lísky, dubu, lípy a jilmu (*Corylus avellana*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*) přímo do časového horizontu 8,200 let BC.

Vegetační vývoj preboreálu se odehrává ve znamení postupného zalesňování a úbytku otevřených poloh. Expanze lesa se v tomto období účastní ty druhy dřevin, které jsou na konkrétním území přítomny již v předchozím období. V různé míře se jí tak účastní borovice, bříza, líska, ale také borovice limba. Antrakologický záznam je v zásadě obecně s tímto trendem v souladu. V pískovcových převisích situovaných v údolích (tedy s vlhčími stanovišti v okolí) se již v tomto období projevuje výskyt náročnějších dřevin (např. dub) (Pokorný et al. 2017).

V okolí jihočeského jezera Švarcenberk vidíme stejný vývoj. Pozvolný ústup stepních společenstev a nárůst plochy lesa, tvořeného borovicí, břízou a nově i lískou. V závěru preboreálu se začínají objevovat náročnější dřeviny (Pokorný et al. 2010).

V preboreálu se nově začíná prosazovat teplomilná interglaciální fauna dnešního typu se všemi lovnými zvířaty, jak je známe dnes.

Střední mezolit (8 200 – 6 000 BC, boreál). Zahrnuje palynostratigraficky vymezené období boreálu, v rámci kterého ustupuje borovice, stále masivněji se šíří teplomilné (resp. mezofilní) listnaté dřeviny a začíná expanze smrku. Jde o dlouhé, z hlediska vegetačního vývoje v podstatě přechodové období, jehož horní hranici vymezuje nejprudší klimatická změna, doložitelná v rámci holocénu – tzv. *událost (event) 8.2-kyr BP* (6250 BC). Náhlé

oslabení termohalinní oceánské cirkulace v severním Atlantiku v této době způsobilo razantní, ale krátce (nanejvýš 300 let) trvající klimatické ochlazení, pro které dnes máme velké množství dokladů roztroušených všude po světě (např. Teller et al. 2002). Jeho konec je datován právě k okolí roku 6 000 BC (Barber et al. 1999). Dodnes není známo, jak a jestli vůbec se tato událost přímo podepsala na způsobu života mezolitických populací střední Evropy. Víme však, že se ve stejné době významně proměňuje charakter místní štípané industrie. Je pravděpodobné, že vliv byl především nepřímý, a sice pod migračním tlakem vycházejícím z přímořských oblastí Evropy, kde došlo k prudkému vzestupu hladiny a tím k zániku (nebo alespoň podstatné proměně) plochých a pobřežních rovin, které byly hustě osídleny loveckými populacemi využívajícími hojné mořské zdroje. Spolupůsobila zřejmě i přírodní katastrofa vyvolaná obrovskou vlnou tsunami, největší takovou událostí v dosud zaznamenané geologické historii severní Evropy, která smetla všechna pobřeží Severního moře od středního Norska po sever Britských ostrovů a především plochou, dnes již zaniklou zemi, v paleoekologické literatuře pojmenovanou *Doggerland* (Weninger et al. 2008). Minimum spolehlivých údajů máme o přímém vlivu *události 8.2-kyr BP* na středoevropskou vegetaci. Z globálního pohledu se nicméně ukazuje, že tento okamžik představuje jasnou hranici mezi klimaticky nestabilním starším holocémem a jeho tzv. klimatickým optimem.

V tomto období probíhá v pískovcových oblastech především expanze náročných listnatých dřevin, která se děje na úkor borovic a lokálních ostrůvků bezlesí. Na vlhčích stanovištích je možné pozorovat lokální šíření smrků (Pokorný et al. 2017). Tento vývoj je plošný a je možné jej sledovat i v dnes živinově velmi chudých pískovcových oblastech. Extrémní rozdíl v podobě lesů v pískovcích počátku a konce holocénu je možné vysvětlit pouze podstatně větším rozšířením sraší na počátku vývoje (Adamovič et al. 2010, 72). Tyto sedimenty vznikaly v největší míře v maximu posledního glaciálu (sprašová fáze, Wolff et al. 2010) a na počátku holocénu pokryly celý prostor skalních měst (i dnes jejich zbytky můžeme sledovat na okrajích skalních hran a ostrovů, na některých místech jenom v minimálních mocnostech okolo 0,5 m). Právě exponovanost a malá tloušťka těchto sedimentů vysvětlují, proč v průběhu holocénu degradovaly, nebo zcela zmizely a dnešní stanovištní podmínky jsou na mnoha místech mnohonásobně chudší, než na počátku holocénu (v tomto kontextu pojem reliktních borů nevystihuje správně charakter těchto porostů, nejde o relikty původního stavu počátku holocénu, ale sekundárně degradované porosty vzniklé v poslední třetině holocénu v důsledku acidifikace Ložek 1998; 2011; Pokorný et al. 2017).

Antrakologická analýza souborů uhlíků z antropogenně ovlivněných souvrství z pískovcových převisů odhalila poměrně nápadné rozdíly mezi druhově pestrými soubory z

převisů na vlhkých dnech údolí (či úpatích svahů s převahou dubu, lípy, jilmu, jasanu, javoru či tisu, vyskytnout se mohou i smrk, líska, vrba/topol či olše) a druhově chudými soubory z převisů situovaných v horních sušších částech svahů (s dominancí borovice a nehojným zastoupením náročnějších dřevin) (Novák et al. 2015).

V okolí jezera Švarcenberk se náročnější dřeviny, jako je dub, jilm a lípa začínají prosazovat také, děje se tak na úkor bříz i borovice. Nově se objeví i smrk a olše (Pokorný et al. 2010).

Holocénní vývoj fauny je patrný především na malých druhích obratlovců a bezobratlých. Velká fauna využitelná k lovu zůstává po celou dobu stejná.

Mladý mezolit (6 000 – 5 500 BC, starší atlantik). Relativně velmi krátké období závěru mezolitu v podmínkách tzv. holocenního klimatického optima začalo koncem chladného výkyvu *8.2-kyr BP*. Jeho horní hranici pak vymezujeme nejstaršími radiokarbonovými a daty pro počátek expanze kultury s lineární keramikou ve střední Evropě (Pavlů – Zápotocká 2007). Nositelé lineární kultury jsou vcelku neproblematicky považováni za první skutečné zemědělce operující v širším středoevropském prostoru. Otevřeným problémem ovšem zůstává, jak se jejich expanze a postupné etablování projeví na přežívání lovecko-sběračského (tedy v podstatě mezolitického) způsobu života v zemědělsky marginálních lesnatých oblastech, mezi něž jádrová území českých pískovců bezesporu patří. Horní hranici období mladého mezolitu je zatím formálně kladena do časového horizontu 5 500 let BC. Doklady přežívání lovců a sběračů ale nově pro pískovcové domény Českého ráje známe (Šída - Pokorný et al. 2020 v tisku).

Pro klimatické optimum v pískovcových oblastech je charakteristické plné rozšíření společenstev listnatých lesů (Pokorný et al. 2017). Dominantními jsou líska, lípa a jilm. Postupně se na vlhkých stanovištích zvyšuje podíl smrku. Borovice je stále na ústupu. V tomto období se poprvé začínají objevovat prvky lesa typické pro mladý holocén – buk a jedle. Zatím nejdřívější jistý výskyt buku byl doložen na lokalitě Kostelní rokle II (Svoboda (ed.) 2017), kde jsou uhlíky buku v ohništi I datovány k úrovni 5700 BC, což je velmi brzký výskyt i v kontextu celé střední Evropy (Magri et al. 2006).

Vývoj vegetace v okolí jihočeského jezera Švarcenberk má složení obdobné, jako v předchozím období, pokračuje dál pokles zastoupení borovice, v závěru období se objevují buk a jedle (Pokorný et al. 2010).

Neolit a pozdní mezolit (5 500 – 4 500 BC, střední atlantik). Pokračující klimatické optimum holocénu umožnilo rozvoj neolitického zemědělství ve střední Evropě a totální (i

když samozřejmě ne okamžitou) přestavbu ekosystému v celé krajině. Horní hranice neolitu je kladena I. Pavlů a M. Zápotockou (2007) do období 4 500 let BC, kam spadá rámcové datování závěru kultury s vypíchanou keramikou. Výsledky výzkumů posledních let především v Českém ráji ukazují, že omezené skupiny lovců a sběračů přežívají v příhodných podmínkách až do závěru tohoto období a někde její dokonce přesahují (Šída - Pokorný et al. 2020 v tisku).

Kromě nových, na zemědělství přímo i nepřímo vázaných druhů, jejichž rozšíření je ale stále vázáno na velmi omezený prostor malých políček a sídlišť, zůstává druhová skladba v krajině shodná s předchozím obdobím.

4.2 Prameny umožňující studium vegetace v archeologickém kontextu

Vegetaci můžeme studovat pomocí čtyř typů (sub)fosilních dokladů:

- 1 - pylu uloženého v souvislém profilu ve vlhkém prostředí (jezero, rašeliniště).
- 2 – makrozbytků (plodů, semen a vegetativních částí rostlin) uložených ve stejném prostředí. Oba typy pramenů se dostávají do kontaktu s archeologickým kontextem velmi výjimečně, o je však záznam z lokalit, kde k němu dojde, cennější.
- 3 – uhlíků a dalších určitelných rostlinných zbytků z kulturně ovlivněných souvrství písku akumulovaných pod skalními převisy, nebo obecně z archeologických objektů a vrstev.
- 4 – uhlíků v půdních profilech (jejich vazba na archeologický kontext je spíše prostorová a tím pádem nepřímá, přesto ale poskytují nenahraditelný zdroj informací o prostředí, jež jiným způsobem vidíme pouze omezeně).

Klíčovou výhodou všech organických nálezů holocénu je možnost jejich přímého absolutního datování radiokarbonovou metodou, díky němuž je možné všechny studované archivy vzájemně korelovat. Správnost korelace je navíc možné ověřit relativním datováním na základě biostratigrafického principu.

Různé terénní situace s dochovanými zbytky rostlin podléhají různým transformačním procesům a výpovědní hodnota jednotlivých skupin nálezů je ovlivněna odlišnými tafonomickými faktory, které do každého souboru dat vnášejí specifický typ biasu.

Pyl a nezuhebnatělé makrozbytky podléhají, zvláště pak ve stanovištně kontrastních poměrech pískovcových skalních území, silnému „mokřadnímu“ a „údolnímu“ (obecně stanovištnímu) biasu: Mokřadní prostředí, ve kterých se uchovávají, jsou vždy lokalizována v chladných údolních polohách, zpravidla na samém dně úzkých skalních roklí, proto tento typ záznamu odráží nejvíce právě tato stanoviště, sušší vzdálenější polohy se v nich odrážejí méně výrazně.

Nálezy zuhebnatělého dřeva v souvrstvích pod převisy mohou zase podléhat jistému „kulturnímu“ biasu. V naprosté většině případů jde totiž o uhlíky původem z ohnišť. Na druhou stranu, podle „principu nejmenšího úsilí“ (Shackelton – Prins 1992, Théry-Parisot et al. 2010), výběr palivového dřeva nejspíš probíhal na poměrně malém území, a to spíše druhově nespécificky. Podíl jednotlivých druhů v sebraném dřevu tedy do určité míry odpovídá jejich reálnému podílu v okolní vegetaci. Nelze ovšem zcela opomenout preferenci lokálně snadno dostupných, nebo z nějakého důvodu vyhledávaných druhů. Přičemž se vzrůstající délkou osídlení vliv kulturního výběru narůstal (již nestačilo přirozeně se vyskytující suché dřevo, ale bylo třeba jeho tvorbu podpořit například kroužkováním stromů. V takovém případě již není složení výsledkem náhodného výběru – preferenci větších kmanů stromů vidíme v ohništích z Kristovy jeskyně). Jiné je také složení uhlíků z jednotlivých ohnišť, kde čteme jednotlivé "akce" hoření ohně (přičemž uhlíky se tvoří hlavně ve fázi dohořívání, dřevo přiložené do ohně na počátku hoření se ve složení uhlíků vůbec nemusí objevit) a jiné je složení uhlíků z kulturní vrstvy, která průměruje uhlíky z mnoha fází existence ohnišť a jako takové jistě lépe odráží složení okolní vegetace. Pro období, kdy konkrétní převis nebyl osídlen, většinou nemáme nálezy uhlíků žádné, protože k přirozenému a postupnému zuhebnatění dřeva v daném prostředí za tak krátkou dobu docházet nemůže.

Nálezy zuhebnatělých rostlinných makrozbytků (semen a plodů) v souvrstvích a ohništích pod převisy mohou rovněž poskytovat informaci o lokální vegetaci, ale jejich charakter je určen nejvíce ze všech typů pramenů právě „kulturním“ biasem. Přestože nelze zcela vyloučit jejich přirozený výskyt a transport například ptáky či hlodavci a náhodné zuhebnatění propálením krátce po jejich uložení, lze se důvodně domnívat, že přítomnost zuhebnatělých plodů a semen, obzvláště v případě potenciálně užitkových rostlin, v ohništích lidských sídlišť, je výsledkem minulé lidské aktivity. Může se jednat o pozůstatky z jejich

tepelného zpracování nebo jde jednoduše o odpad dochovaný díky vhození do ohniště a následnému nedokonalému shoření.

Nálezy spálených úlomků dřeva v přirozených, kulturně neovlivněných situacích, jaké obvykle nacházíme v půdních (pedoantrakologických) sondách, zase podléhají výraznému „požárovému“ *biasu*. Pokud na daném místě nedošlo k požárové události, tak se žádné uhlíky zkrátka nemohly vytvořit. Přičemž je nasnadě, že určité typy stanovišť a určité typy vegetace hoří snáze, než jiné. Přestože bývá předpokládáno, že vegetace v rámci pískovcových skalních měst byla přirozenými požáry významně ovlivňována (což potvrzují mikrouhlíkové záznamy z mokřadních profilů; Adámek et al. 2015; Bobek 2013), pedoantrakologické výzkumy z pískovcových regionů dokumentují, že valná většina v půdních horizontech zaznamenaných požárů spadá až do období mladšího pravěku a středověku (Novák et al. 2012). Zde patrně vstupuje do hry další z biasů, v tomto případě způsobený významnou erozí půd ve středním holocénu. Pro období mezolitu, ale v omezené míře i pro další období pravěku, je třeba počítat i se záměrným zakládáním požárů lidmi (Mellars 1976 a dále viz diskusi k této problematice ve článku Pokorného et al. 2010). Zvláště na některých lokalitách (Švarcenberk) má vypalování charakter intenzivního managementu krajiny.

Obrovskou výhodou pískovcových regionů pro paleoekologický (a samozřejmě též archeologický) výzkum je právě přítomnost skalních převisů, které byly lidmi po celý pravěk využívány jako útočiště, a které uchovávají kontinuálně narůstající souvrství sedimentů, která v běžné krajině buď nevznikají vůbec, nebo jsou nestabilní a velmi snadno podléhají erozi. Naprosto ideální situace ovšem nastávají tehdy, když se všechny možnosti zkoumání minulosti protnou uvnitř jediného omezeného prostoru. Například když se v těsném sousedství dlouhodobě osídleného převisu se všemi jeho rozmanitými doklady archeologické a biologické povahy vyskytne mokřadní lokalita s nepřetržitým a dlouhodobým záznamem.

4.3 Rostliny jako zdroj potravy lovce a sběrače

Doložení využívání konkrétních zdrojů rostlinné potravy je mnohem složitější úkol, než v případě potravy živočišné. Přitom víme, že rostliny ve zvýšené míře moderní člověk využíval již hluboko v pleistocénu (Revedin et al. 2010). Na rozdíl od kostí lovených či chovaných zvířat se rostlinné pozůstatky dochovávají významně méně (především ve formě zuhelnatělých makrozbytků, či pouhých chemických reziduí) a je mnohem obtížnější je

nalézt. Výzkumy pískovcových převisů s nejlepším dochováním v posledních letech poskytly pohřichu velice málo přímých dokladů o využívání jedlých rostlin v lovecko-sběračském období. Nejsou v tom vůbec výjimkou, stejná situace je v celé Evropě (Divišová – Šída 2015). Jedinou výjimkou jsou nálezy spálených skořápek lískových ořechů v souvrstvích pod skalními převisy, kterých máme k dispozici naopak velmi mnoho - v průběhu celého mezolitického období a v menší míře i později. Není to tím, že by líska byla dominantní složkou rostlinné potravy, jde spíše o to, že její skořápky nejlépe odolávají rozpadu v ohništích a jsou také snadno rozpoznatelné na makroskopické úrovni (a je možné, že jejich množství je uměle násobeno v důsledku masivního pražení lískových ořechů v ohništích).

Mimořádným dokladem rostlinné stravy lovců-sběračů je soubor zuhelnatělých semen nalezených pod Jezevčím převisem v Českém Švýcarsku v archeologickém kontextu mezolitického ohniště (Pokorný in Svoboda (Ed.) 2003). Jedná se o soubor semen bezu černého, maliníku, ostružiníku a merlíku, přímo datovaných na úroveň 8172-7178 BC (8530±150 BP, Svoboda (Ed.) 2003, 269)

Výzkum v Jezevčím převisu před takřka dvaceti lety upozornil na význam systematického vzorkování speciálně zaměřeného na archeobotanické nálezy a na důležitost jemného prosévání spojeného s flotací. Aplikace stejného přístupu následně přinesla ovoce také v dalších pískovcových převisích Českého Švýcarska (Okrouhlík - Svoboda et al. 2007) a Českého ráje (Kristova jeskyně – Komárková 2005; Dvojité brána – Divišová 2014). Právě v Českém ráji byla při výzkumech posledních deseti let metoda zintenzivněna a standartně dnes plavíme na jemných sítích (minimálně 0,25 mm) objem celého profilu na ploše alespoň 0,25 m čtverečního. Tímto způsobem bylo zpracováno již několik stratigrafií (Mamutova jeskyně, Vítovo abri, Kudrnáčova pec, Čin-Čan-Tau, Soví převis, Valečov, Velký Mamučák, Postojna), přičemž nové a velmi bohaté archeobotanické doklady přinesl především výzkum v Sovím převisu a Velkém Mamučáku (Šída - Pokorný et al. 2020 v tisku).

Kromě rostlin známých již z Jezevčího převisu byl nově doložen další druh, zasluhující pozornost, a sice bez červený (*Sambucus racemosa*). Jedná se o rostlinu, jejíž kyselé, ale chutné plody jsou běžně konzumovány, semena jsou ale mírně toxická a je nutné je před konzumací odstranit. To ukazují například doklady z prostředí původních obyvatel amerického Severozápadního pobřeží (Losey et al. 2003).

Výzkum pískovcových oblastí ukázal (Pokorný et al. 2017), že určité typy stanovišť uvnitř pískovcových skalních měst bylo po většinu holocénu (rámcově až po přelom 1. a 2. tisíciletí BC) diametrálně odlišné od současnosti.

Zejména v souvislosti s úvahami o možných zdrojích obživy je toto zjištění zásadní. Představa chudých ostrovů borových a březových lesů s podrostem vřesu a brusnicovitých musí ustoupit interpretaci vedoucí k rekonstrukci druhově bohatého, lokálně překvapivě produktivního a prostorově extrémně rozrůzněného prostředí, které skýtalo většinu přírodních zdrojů představitelných v prostoru střední Evropy pro to které období. Pro lovce a sběrače od pozdního paleolitu po mezolit, eventuálně až po dobu bronzovou, zkrátka byla pískovcová skalní města velmi atraktivní díky ekosystémové pestrosti. Není vyloučeno, že již v pozdním paleolitu byla jediným místem široko daleko, kde se vyskytovala líska. V průběhu boreálu (středního mezolitu), kdy nastal všeobecný rozvoj listnatých lesů, pískovcovým oblastem lískové porosty vysloveně dominovaly. Líska obecná je dřevina náročná na světlo, takže v prudkých geomorfologických gradientech skalních území musela mimořádně prosperovat. Není třeba zdůrazňovat, že z tohoto bohatství netěžil pouze člověk, ale i drobná fauna, která se nato stala dalším ze využitelných zdrojů potravy (ploch v boreálních vrstvách Velkého Mamuťáku vysloveně dominuje). Pylová analýza doložila velmi významné zastoupení lísky v okolí tohoto rozsáhlého převisu po celé období preboreálu až do počátku boreálu. S poklesem intenzity lidského osídlení klesá okamžitě i zastoupení lísky. Vzájemná korelace mezi lidskou přítomností a dominancí lísky je patrně nejlepší indikací lidského managementu této dřeviny (líska jako světlomilná dřevina není schopná konkurovat ostatním rychleji a výše rostoucím stromům).

Z boreálního období známe v některých převisích nálezy pražících pecí lískou doslova naplněných (abri Slon, Kristova jeskyně – Šída - Pokorný et al. 2020 v tisku). Tyto objekty mají četné analogie v prostředí severní Evropy (Groenendijk 1987; Perry 1999; Kubiak-Martens 2002; Hermsen, 2006; Kubiak-Martens et al. 2011).

Alespoň místně se vyskytující bohaté listnaté lesy, na rozdíl od plošných borových lesů předchozích představ, nejenže poskytovaly rozmanité zdroje rostlinné stravy, ale dokázaly také uživit početnější populace lesních zvířat a tím pádem i lidí. K lovecké atraktivitě skalních měst ještě mohly přispívat úzké rokle, do kterých bylo možné lovená zvířata zahnat a snáze je skolit.

V případě nálezů zuhelnatělých makrozbytků v ohništích máme poměrně vysokou pravděpodobnost, že se jedná pozůstatky stravy. Mnohem obtížnější je situace o dalších druzích, o kterých sice víme (z recentních i etnografických paralel), že je možné je jako stravu využít, možnosti jejich zachování v konkrétních archeologických situacích jsou však velmi omezené. Pylové a makrozbytkové analýzy poskytují doklady o hojném výskytu rostlin s dobře požitelnou natí (např. kopřivy - *Urtica*, šťovíky - *Rumex*), nebo s požitelnými

podzemními orgány (např. hasivka orličí – *Pteridium aquilinum*, orobinec – *Typha*; o jejich možném využití viz Divišová – Šída 2015). Konkrétní důkaz jejich využití však schází (a je otázkou, zda se ho kdy podaří získat). Pro pozdní paleolit a starý mezolit, tedy pro časový úsek s dosud omezeným inventářem rostlinných zdrojů (před imigrací a expanzí mnoha teplomilných druhů), stojí za zvláštní zmínku nejnovější nálezy pylových zrn a semen dvou významných boreálních („tajgových“) užitkových rostlin – medvědice lékařské (*Arctostaphylos uva-ursi*) a zejména borovice limby (*Pinus cembra*) v Českém ráji.

Borovice limba sice byla známa z pylového záznamu ve Vlčí roklí na Broumovsku (Kuneš – Jankovská 2000; Kuneš et al. 2007), a její výskyt byl zaznamenán i pylových záznamech z konce glaciálu na lokalitě Čin-Čan-Tau a nápadně hojně v záznamu z Vlčího dolu, kde křivka limby dosahuje maximálních hodnot v období starého mezolitu (Pokorný et al. 2017), je však třeba podotknout, že pylová zrna limby jsou od pylu borovice lesní odlišitelná velmi obtížně. Teprve rozbor rostlinných makrozbytků v rašeliništi ve Vlčím dole přímo před Sovím převisem (Pokorný et al. 2017) přinesl spolehlivé doklady v podobě snadno determinovatelných jehlic a semen.

Semena limby (na Sibiři Kedr) jsou tučná a plná bílkovin. Lze je jíst jen tak, nebo z nich lisovat olej. Čerstvě vytlačená šťáva nese na Sibiři označení „*kedrové mléko*“. Nezralé šišky lze vařit ve vodě a potom z nich semena vyloupávat. Sibiřské limby byly, a dosud částečně jsou, nesmírně důležitou položkou na jídelníčku domorodých obyvatel tajgy a jižněji položených lesostepí s drsným kontinentálním klimatem. Také Rusové je v okolí svých prvních kolonizačních osad úzkostlivě chránili. Mimo jiné proto, že se v jejich porostech zdržovala ceněná kožešinová zvěř (Pokorný et al. 2017).

Do míst, kde zrají *kedrové* oříšky, se stahují drobnější zvířata z celého okolí. S jejich pomocí se borovice limba rozmnožuje. Semenáčky totiž vyrůstají hlavně ze zapomenutých zásobáren veverek, burunduků a ořešníků.

Výzkumy jihočeského jezera Švarcenberk také poskytly doklady využívání rostlin (Pokorný et al. 2010). Nejzajímavějším dokladem je zuhelnatělá skořápka lísky vyplavená spolu se zlomky spálených větví, uhlíky a dřevěnými artefakty na mělčinu jezera. Její datování je překvapivě brzké, spadá již do preboreálu k 9280 ± 50 BP (po kalibraci 8637-8329 BC). Bohužel podmínky zachování na přilehlých polohách neprospívají dochování makrozbytků v mezolitických ohništích a pro další doklady tak musíme sáhnout pouze k nepřímým dokladům z jezerních sedimentů. Zajímavý je především velmi brzký výskyt kotvice plovoucí (*Trapa natans*) již v preboreálu. Tato rostlina poskytuje nutričně velmi

zajímavé plody. V boreální bažině při jezerním břehu byly nalezeny semena maliníku, který se zde přirozeně nemohl vyskytovat (Pokorný et al. 2010).

4.4 Vliv lovecko-sběračského osídlení na vegetaci a šíření neolitického zemědělství

Vliv lovecko-sběračského osídlení na vegetaci na lokální a širší krajinné úrovni je tradičním tématem zejména v britské archeologii, a to již minimálně od 70. let minulého století (velmi výběrově: Jacobi et al. 1976; Mellars 1976; Simmons – Innes 1987; Zvelebil 1994; Davies et al. 2005). Adekvátní pozornost mu v poslední době byla věnována i v prostředí české environmentální archeologie, zejména v souvislosti s výzkumem mezolitických lokalit vázaných na otevřené terény v blízkosti dnes již zaniklých jezer (Pokorný 1999; Pokorný et al. 2008; 2010; Pokorný – Sádlo 2008; Kuneš et al. 2008; Sádlo et al. 2008; Nováková et al. 2008; Divišová – Šída 2015).

Prostředí severočeských pískovců bylo po celý holocén vysloveně lesnaté. Vliv pravěkého osídlení na toto lesní prostředí byl pravděpodobně málo významný, i když zvýšená frekvence požárů zachycená v pedoantrakologických profilech (Novák et al. 2012) a ve formě mikrouhlíků také v záznamech pylových, ukazuje na pravděpodobný lidský vliv. Situace se dramaticky změnila až v průběhu historické doby (ve středověku a v novověku), kdy nastává fáze kolonizace, byť neúplné a ostrůvkovité, v posledních zhruba dvou stoletích následovaná citelnými lesnickými zásahy měnicími přirozenou dřevinnou skladbu (Abraham – Pokorný 2008). Ač nebyl mezolitický lovec schopen ovlivnit les jako ekosystém, přesto lokálně působil jako retrogradní činitel prosvětlující zapojující se les. Je možné, že velká část těchto aktivit promárně nesouvisela s managementem vegetace, ale s prostým získáváním palivového dřeva. Ta byla taková, že prostý sběr nestačil (doloženo skladbou uhlíků v souboru z Kristovy jeskyně, dominuje použití kmenů 20-40 letých stromů). Musíme tak počítat s cíleným kroužkováním stromů zajišťujícím jejich uschnutí během několika příštích let. Kroužkování bylo možné nahradit i cíleně založeným požárem u paty stromu. Vypalování lesního porostu vytváří světliny, kde se dobře daří nejenom využitelným plodinám, ale i zvěři.

Intenzivní vypalování nejenom lesů, ale i pobřežních rákosin je doloženo na jihočeských jezerech, nejlépe jej známe z jezera Švarcenberk, kde začíná v preboreálu, a pokračuje přes boreál až do zazemnění jezera v atlantiku (Pokorný et al. 2010).

Z hodnocení indikátorů lidské aktivity v pylových záznamech vyplývá jedna velmi nápadná skutečnost: intenzita lidského vlivu na vegetaci v období mezolitu nikterak nepokulhává za mladšími obdobími pravěku. Naopak, v nejuplnějším a nejlépe datovaném záznamu, který máme aktuálně k dispozici, totiž v profilu Čin-Čan-Tau z Českého ráje je vůbec nejvyšší v rámci celého zachyceného pravěkého období (Pokorný et al. 2017). Překonat ji dokázal až vliv středověké kolonizace. De facto stejný záznam poskytuje i jihočeské jezero Švarcenberk (Pokorný et al. 2010).

Lidský vliv se projevuje zvýšeným výskytem pylových indikátorů, z nichž většina byla již dříve identifikována v práci Kuneše et al. (2008) jako klíčová pro lovecko-sběračská období na našem území: pelyňku (*Artemisia*), merlíkovitých (*Chenopodiaceae*), šťovíku (*Rumex acetosa*-type), vřesu (*Calluna vulgaris*), hasivky orličí (*Pteridium aquilinum*), jitrocele kopinatého a prostředního (*Plantago lanceolata*, *P. media*), chmele (*Humulus lupulus*), netýkavky (*Impatiens*) a kopřivy (*Urtica*). Vesměs jde o světlomilné druhy prosperující na lesních pasekách, požářištích a/nebo na člověkem soustavně ovlivňovaných (ruderalizovaných) místech. S lidskou aktivitou můžeme spojit též citelně zvýšený výskyt trav (*Gramineae*) ve stejném období. Archeologické nálezy jsou s tímto zjištěním v dobrém souladu, období mezolitu je v celkovém úhrnu archeologických nálezů skutečně obdobím nejhojněji zastoupeným.

Lidský vliv na vegetaci, dobře sledovatelný v mezolitickém úseku profilu Čin-Čan-Tau, lze rozdělit na dvě odlišné fáze:

1 - Ve starém mezolitu pozorujeme výrazně zvýšenou požárovou aktivitu s minimem antropogenních pylových indikátorů (nikoliv však jejich absencí). Není vyloučeno, že se jedná o přirozenou požárovou dynamiku převážně borových lesů (viz vysoké zastoupení borovice – *Pinus sylvestris*-type), snad podporovanou lidskou přítomností.

2 - Ve středním a mladém mezolitu požárová aktivita prudce klesá, nejspíš v souvislosti s hlubokou proměnou charakteru lesního prostředí – ústupem borovice a šířením smíšených listnatých lesů. Křivky všech výše jmenovaných antropogenních indikátorů však přesto kulminují a dovolují proto rekonstruovat intenzivní lidský vliv na těsné okolí velkého převisu s doloženým bohatým pravěkým i mladším osídlením (analyzovaný pylový záznam se nachází pouhých 20 metrů od něj). Tento vliv v oslabené míře trvá až do závěru neolitu a posléze zcela mizí.

Jihočeský Švarcenberk se liší pouze tím, že požárová aktivita v boreálu neklesá, spíše naopak (rákosiny byly vypalovány po celou holocénní existenci jezera) a vedle suchozemských indikátorů přibývají nemnohé vodní (*Trapa natans*). Po celé období

intenzivního vypalování také vidíme v pylovém profilu intenzivní výskyt všech výše zmíněných antropogenních indikátorů (Pokorný et al. 2010).

Srovnání záznamu z lokality Čin-Čan-Tau s dalšími podrobnými pylovými záznamy, které máme z pískovcových území k dispozici ukazuje (Pokorný et al. 2017), že celková situace je ještě o něco složitější. V nedaleké lokalitě Vlčí důl, kde ovšem chybí úsek středního mezolitu, se ukazuje slabý vliv ve starém mezolitu a indikátory lidské aktivity kulminují v neolitickém období (zde včetně nápadně vysoké křivky černýše – *Melampyrum*). V profilu Poselský rybník na Českolipsku se ve starém a středním mezolitu ukazuje na několika indikačních taxonech (*Rumex acetosa*-type, *Melampyrum*, *Calluna vulgaris*, *Humulus lupulus* a *Urtica*) pravděpodobný a poměrně silný lidský vliv. V nepříliš vzdáleném profilu Okna na Českolipsku úsek starého mezolitu chybí. Lidský vliv se tam též projevuje v mezolitu středním (*Rumex acetosa*-type a *Urtica*) a poté ustupuje. Pylové záznamy lidské aktivity zkrátka ilustrují lokální vývoj, který se místo od místa lišil. Profil Okna je také jediný, ve kterém se už v předneolitickém období vyskytují velká pylová zrna trav řazená pylovými analytiky do morfologické kategorie obilovin. Patrně se jedná o výsledek přirozených polyploidizačních událostí v populacích divokých trav a nikoliv o doklad autochtonního mezolitického zemědělství (pro shrnutí této diskuse viz Divišová – Šída 2015).

Jakým způsobem se v zemědělsky marginálních prostředích (kam jistě pískovce, ale i jihčeská jezera, patří) prosazuje zemědělství, zatím jistě nevíme. Přes čím dál tím častější zapojení archeobotaniků do analýz archeologických souvrství zkoumaných pod převisy nemáme až do doby bronzové jediný spolehlivý nález obiloviny. Nejstarším nálezem z této kategorie je soubor zuhelnatělých obilek pšenice a prosa v Sovím převisu, který leží v těsném sousedství pylového profilu Vlčí důl v Českém ráji. Z jedné z obilek pšenice pochází radiokarbonové datum 2995 ± 35 BP, které po kalibraci dává stáří 1238 ± 63 let BC.

Paralelní šanci k zachycení pravěkých zemědělských aktivit uvnitř pískovcových oblastí poskytují opět pylové analýzy. Avšak ani ty nepřinesly pro neolitické období jediný doklad takového druhu. První pylová zrna obilovin se v rámci zemědělského pravěku sporadicky objevují v eneolitu (v profilech Okna a Čin-Čan-Tau), ale v obou případech pouze v jediné analyzované vrstvě. Souvislá křivka obilovin se v pylovém záznamu na lokalitě Okna objevuje až v době železné a lze jí dát do souvislosti s laténským sídlištěm archeologicky zdokumentovaným v bezprostřední blízkosti analyzovaného profilu (Dreslerová et al. 2013). V ostatních pylových profilech dokumentujeme souvislý výskyt obilovin teprve v souvislosti se středověkou kolonizací. Zde je ale namístě uvést, že neolitické osídlení se nevyhýbalo ostrovům spraší uvnitř pískovcových krajín, jak dokládá známé neolitické sídliště ze závěru

kultury s lineární keramikou na Hradech v Českém ráji (Pleslová-Štiková 1981). Zajímavé je, že pyl obilí zachycujeme v pylových spektrech v neolitických těžebních jamách na Jistebsku, datovaných do staršího neolitu (Pokorný - Šída - Novák – Prostředník 2010). Organizace výrobních areálů v okolí ohnišť odpovídá struktuře mezolitických lokalit a v ohništích zde dokonce nacházíme lískové skořápky.

Se zemědělstvím souvisí také problém možné aktivity pravěkých pastevců v pískovcových oblastech. Identifikace pastvy pylovou analýzou je v převážně lesním prostředí pískovcových skalních území ale mimořádně obtížná. Za potenciální indikátory pastvy mohou být považovány například některé taxony výše uvedené jako indikační již pro lovecko-sběračské období mezolitu (konkrétně jitrocel kopinatý a prostřední, šťovíky, vřes, černýš, nebo hasivka orličí). Ovšem tyto taxony potenciálně indikují také jiná narušení souvislého lesního krytu v souvislosti s lesními požáry a přímým působením lidí. Proto je nemůžeme pokládat za jednoznačné pastevní indikátory. Nejlepším dokladem pastvy je nález dochovaného trusu zvířat přímo v rámci kulturních vrstev v převisech. Ten byl nejnověji identifikován na dvou lokalitách. Ve Velkém mamuťáku (Šída - Pokorný et al. 2020 v tisku) nacházíme ojedinělé kusy od doby bronzové, v době latenské a následujícím raném středověku se již jedná vysloveně o vrstvy trusu dokumentující ustájení. Ve starších vrstvách se na této lokalitě trus nezachovává díky zvlhčení, jeho přítomnost je však patrná díky pylové indikaci od eneolitu (Divišová et al. v tisku),

Nejnověji byla objevena vrstva plná trusu datovaná do staršího eneolitu na lokalitě Soví převis. Zdá se, že pastva začíná být praktikována minimálně v některých oblastech skal právě od této doby.

Skalní oblasti mají v rámci nížinné zemědělské krajiny vysloveně ostrovní charakter, pro nějž je typická vysoká diverzita a nižší zemědělská využitelnost. Díky tomu mohly být tyto oblasti či jejich části trvale využívány pro účely lovu zvířat a sběru planých rostlin. Obdobný charakter má i jihočeská jezerní oblast situovaná na okraji úrodného sprašového ostrova osídleného zemědělci již ve starším neolitu. Zatímco v úrodných nížinných oblastech střední Evropy (včetně území na okraji jak pískovců, tak jihočeských jezer) ve druhé polovině šestého tisíciletí BC vrcholil proces zemědělské kolonizace, zájem o zemědělsky marginální „ostrovy“ se nadále prokazatelně nesl v duchu lovu, sběru a krátkodobého pobytu menších skupin (Šída et al. 2014). Prozatím však jistě nevyřešíme otázku, jestli v období neolitu, případně ještě o něco déle, obývala tyto oblasti stabilní populace specializovaných lovců a sběračů, kteří nanejvýš pěstovali kontakty s okolními zemědělskými populacemi. Indicie pro

doložení takových reliktních populací ale již máme a rozřešení tohoto problému je jen otázkou dalšího výzkumu.

4.5 Závěr

Moderní člověk se v závěru poslední doby ledové ve většině prostředí, které obýval, musel vyrovnat s dramatickou změnou ekosystémů, která byla navíc umocněna abnormálním průběhem závěru glaciálu (kdy výskyt extrémního ochlazení mladého dryasu někteří autoři spojují s dopadem až jeden kilometr velkého tělesa do oblasti severoamerického ledovcového štítu – Wolbach et al. 2018, Kjær et al. 2018). V různých prostředích se s tímto problémem vyrovnával různě – někde sledujeme masivní kolonizaci nových uvolněných území a preferenci rybolovu (severní Evropa), někde dochází k plíživé adaptaci na konzumaci divoce rostoucích trav, která postupně vyvrcholí jejich domestikací (blízký východ, některé oblasti Ameriky, Čína a patrně i Sahel) a vznikem zemědělství, někde jenom mezolitický lovec aktivně využívá celé spektrum dostupných zdrojů (Evropa). Domestikace rostlin není primárně závislá od schopností jednotlivých skupin pozdně paleolitických až mezolitických lovců a sběračů, ale je přímo limitována přítomností divokých rostlin, které se k domestikaci hodí. A ty v Evropě scházely. To ale neznamená, že by mezolitický člověk obývající střední Evropu byl jenom pasivním konzumentem přírodních zdrojů. Ve vzorcích jeho chování vidíme stejně aktivní přístup k managementu ekosystému, jaký v jiných částech světa vyústil v evoluci zemědělství. Ať už se jedná o záměrné vypalování porostů za účelem udržení prosvětleného lesa (který poskytoval niku jak pro lidmi využitelné pasekové rostliny, jako jsou například maliny, tak pro zvěř, která těžila z rostlinného bohatství při střídání lesa a lokálních bezlesí) či břehů jezer, nebo brzkou introdukcí požitelných druhů, jako je líska, či kotvice, vždy máme před sebou člověka jako aktivního tvůrce, nebo možná lépe řečeno, manipulátora ekosystémy.

Ve využitelné zemědělství Evropského typu tento vývoj nevyústil, protože mu scházely vhodné druhy rostlin (chmel je pro potřeby uživení se žalostně nedostatečný), je ale jisté, že stav mezolitického „prezemědělství“ umožnil ve vhodný okamžik celým komunitám přejít ke skutečnému zemědělství blízkovýchodního původu. Pro mezolitického lovce a sběrače zkrátka nebyl management rostlin něčím neznámým.

4.6 Použitá literatura

- Abraham, V. – Pokorný P. 2008: Vegetační změny v Českém Švýcarsku jako důsledek lesnického hospodaření – pokus o kvantitativní rekonstrukci. In: J. Beneš – P. Pokorný (Eds.), *Bioarcheologie v České republice. Bioarchaeology in the Czech Republic*. Přírodovědecká fakulta JČU v Českých Budějovicích a Archeologický ústav AV ČR, Praha, v.v.i. pp. 443-470.
- Adámek, M. – Bobek, P. – Hadincová, V. – Wild, J. – Kopecký, M. 2015: Forest fires within a temperate landscape: A decadal and millennial perspective from a sandstone region in Central Europe, *Forest Ecology and Management* 336, 81–90.
- Adamovič, J. – Mikuláš, R. – Cílek, V. 2010: *Atlas pískovcových skalních měst České a Slovenské republiky*. Academia, Praha.
- Barber, D. C. – Dyke, A. – Hillaire-Marcel, C. – Jennings, A. E. – Andrews, J. T. – Kerwin, M. W. – Bilodeau, G. – McNeely, R. – Southon, J. – Morehead, M. D. – Gagnon, J. M. 1999: Forcing of the cold event of 8,200 years ago by catastrophic drainage of Laurentide lakes, *Nature* 400, 344–348.
- Bobek, P. 2013: Dlouhodobý vliv požárů na složení vegetace. In: U. Seiler – J. Wild (Eds.), *Historische Waldentwicklung in der Sächsisch-Böhmischen Schweiz – Historický vývoj lesa v Českosaském Švýcarsku*. Rhombos-Verlag, Berlin, 225-244.
- Davies, P. – Robb, J. G. – Ladbrook, D. 2005: Woodland clearance in the Mesolithic: the social aspects, *Antiquity* 79, 280–288.
- Divišová, M. 2014: *Hunter-gatherer archaeobotany: Central European Mesolithic*. MS. Master diploma thesis. Deposited: Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice.
- Divišová, M. – Šída, P. 2015: Plant Use in the Mesolithic Period. *Archaeobotanical Data from the Czech Republic in a European Context – a Review*. *Interdisciplinaria Archaeologica, Natural Sciences in Archaeology* 6, 95-106.
- Divišová, M. et al v tisku: From Mesolithic hunters to Iron Age herders. A unique record of woodland exploitation from eastern Central Europe (Czech Republic), *Vegetation history and archaeobotany*.
- Dreslerová, D. – Waldhauser, J. – Abraham, V. – Kočár, P. – Křivánek, R. – Meduna, P. – Sádlo, J. 2013: Bezdězsko – Dokesko v pravěku a laténské sídliště v Oknech. *Archeologické rozhledy* 65, 535-573.
- Firbas, F. 1949: *Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen*. Erster Band: *Allgemeine Waldgeschichte*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Groenendijk, H. 1987: Mesolithic hearth-pits in the Veenkoloniën (prov. Groningen, the Netherlands), defining a specific use of fire in the Mesolithic, *Palaeohistoria* 29, 85-102.
- Hermsen, I. 2006: *Zwolle. Mesolithische haardkuilen of houtskoolmeilers aan de Vrouwenlaan*. Verslag van een noodopgraving met brandkuilen en vuursteen uit de tijd van jagers en verzamelaars in Zwolle, *Archeologische Rapporten Zwolle* 39, Zwolle.
- Hošek, J. – Pokorný, P. – Kubovčík, V. – Žáčková, P. – Horáček, I. – Kadlec, J. – Rojík, F. – Lisá, L. – Bučkuliaková, S. 2014: Late Glacial Climatic and Environmental Changes in Eastern-Central Europe: Correlation of Multiple Biotic and Abiotic Proxies from the Lake Švarcenberk, Czech Republic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 396, 155-172.
- Jacobi, R. M. – Tallis, J. M. – Mellars, P. 1976: The south Pennine Mesolithic and the ecological record, *Journal of Archaeological Science* 3, 307–320.
- Jiráň, L. – Venclová, N. (Eds.) 2007: *Archeologie pravěkých Čech 1-8*. Archeologický ústav AVČR, v.v.i. – Praha.
- Kjær, K. H. et al. 2018: A large impact crater beneath Hiawatha Glacier in northwest Greenland, *Sciences Advances* 4, eaar 8173.
- Komárková, V. 2005: *Zpráva o rostlinných makrozbytcích z Kristovy jeskyně*. MS. Uloženo: Laboratoř archeobotaniky a paleoekologie, Biologická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Kubiak-Martens, L. 2002: New evidence for the use of root foods in pre-agrarian subsistence recovered from the late Mesolithic site at Halsskov, Denmark, *Vegetation History and Archaeobotany* 11, 23-31.
- Kubiak-Martens, L. – Kooistra, L. I. – Langer, J. J. 2011: Mesolithische teerproductie in Hattermerbroek. In: Lohof, E. – Hamburg, T. – Flamman, J. (Eds.), *Steentijd opgespoord*. Archeologisch onderzoek in het tracé van de Hanzelijn-Oude Land, *Archol-Rapport 138/ADC-Rapport 2576*, Leiden/Amersfoort, pp. 497-512.
- Kuneš, P. – Jankovská, V. 2000: Outline of Late Glacial and Holocene Vegetation in a Landscape with Strong Geomorphological gradients, *GeoLines* 11, 112-114.

- Kuneš, P. – Pokorný, P. – Jankovská, V. 2007: Post-glacial vegetation development in sandstone areas of the Czech Republic. In: H. Härtel – V. Cílek – T. Herben – A. Jackson – R. Williams (Eds.): *Sandstone Landscapes*. Academia, Praha, 244 – 257.
- Kuneš, P. – Pokorný, P. – Šída, P. 2008: Detection of the impact of early Holocene hunter-gatherers on vegetation in the Czech Republic, using multivariate analysis of pollen data, *Vegetation history and Archaeobotany* 17, 269-287.
- Losey, R. J. – Stenholm, N. – Whereat-Phillips, P. – Vallianatos, H. 2003: Exploring the use of red elderberry (*Sambucus racemosa*) fruit on the southern Northwest Coast of North America, *Journal of Archaeological Science* 30, 695-707.
- Ložek, V. 1998: Late Bronze Age environmental collapse in the sandstone areas of northern Bohemia. In: B. Hänsel (Ed.), *Man and Environment in European Bronze Age*, Oetker-Voges Verlag, Kiel, 57–60.
- Ložek, V. 2011: Po stopách pravěkých dějů. O silách, které vytvářely naši krajinu. Dokořán, Praha.
- Magri, D. – Vendramin, G. G. – Comps, B. – Dupanloup, I. – Geburek, T. – Gömöry, D. – Latałowa, M. – Litt, T. – Paule, L. – Roure, J. M. – Tantau, I. – van der Knaap, W. O. – Petit, R. J. – de Beaulieu, J. L. 2006: A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences, *New Phytologist* 171, 199-221.
- Mellars, P. 1976: Fire ecology, animal populations and man: a study of some ecological relationships in prehistory, *Proceedings of the Prehistoric Society* 42, 15–45.
- Novák, J. – Sádlo, J. – Svobodová-Svitavská, H. 2012: Unusual vegetation stability in a lowland pine forest area (Doksy region, Czech Republic), *The Holocene* 22, 947-955.
- Novák, J. – Svoboda, J. – Šída, P. – Prostředník, J. – Pokorný, P. 2015: A charcoal record of Holocene woodland succession from sandstone rock shelters of North Bohemia (Czech Republic), *Quaternary International* 366, 25–36.
- Nováková, K. – Novák, J. – Šafránková, J. 2008: Paleoekologický výzkum Velanské cesty u Českých Velenic: zachycení lidské činnosti. In: J. Beneš – P. Pokorný (Eds.), *Bioarcheologie v České republice. Bioarchaeology in the Czech Republic*. Přírodovědecká fakulta JČU v Českých Budějovicích a Archeologický ústav AV ČR, Praha, v.v.i., 99–114.
- Pavlu I., – Zápotocká, M. 2007: Neolit. In: L. Jiráň – N. Venclová (Eds.), *Archeologie pravěkých Čech 1-8*. Archeologický ústav AVČR, v.v.i. – Praha.
- Perry, D. 1999: Vegetative tissues from Mesolithic sites in the Northern Netherlands. *Current Anthropology* 40, 231-237.
- Petr, L. – Pokorný, P. 2008: Přirozená jezera na území České republiky. Jejich význam pro studium pravěkého osídlení a přírodního prostředí. Natural lakes in the Czech republic. Their importance for the study of prehistoric occupation and environment. In: J. Beneš – P. Pokorný (Eds.), *Bioarcheologie v České republice. Bioarchaeology in the Czech Republic*. Přírodovědecká fakulta JČU v Českých Budějovicích a Archeologický ústav AV ČR, Praha, v.v.i., 73-98.
- Petr, L. – Sádlo, J. – Žáčková, P. – Lisá, L. – Novák, J. – Rohovec, J. – Pokorný, P. 2014: Late-Glacial and Holocene Environmental History of an Oxbow Wetland in the Polabí Lowland (River Elbe, Czech Republic); a Context-Dependent Interpretation of a Multi-Proxy Analysis, *Folia Geobotanica* 49, 2, 137-162.
- Pleslová-Štiková, E. 1981: Mužský u Mnichova Hradiště. Pravěká skalní pevnost. Památníky naší minulosti 10. Praha.
- Pokorný P. 1999: Vliv mezolitických populací na krajinu a vegetaci: nové nálezy ze staršího holocénu Třeboňské pánve, *Zprávy ČAS* 38, 21–22.
- Pokorný, P. 2011: Neklidné časy. Kapitoly ze společných dějin přírody a lidí. Dokořán, Praha.
- Pokorný, P. – Sádlo, J. 2008: Kolapsy v českém pravěku. In: M. Bárta – P. Pokorný (Eds.), *Něco překrásného se končí*. Dokořán, Praha, 89–105.
- Pokorný, P. – Šída, P. – Chvojka, O. – Žáčková, P. – Kuneš, P. – Světlík, I. – Veselý, J. 2010: Palaeoenvironmental research of the Schwarzenberg Lake, southern Bohemia, and exploratory excavations of this key Mesolithic archaeological area, *Památky archeologické* 101, 5-38.
- Pokorný, P. – Šída, P. – Kuneš, P. – Chvojka, O. 2008: Mezolitické osídlení bývalého jezera Švarcenberk (jižní Čechy) v kontextu vývoje přírodního prostředí. In: J. Beneš – P. Pokorný (Eds.), *Bioarcheologie v České republice. Bioarchaeology in the Czech Republic*. Přírodovědecká fakulta JČU v Českých Budějovicích a Archeologický ústav AV ČR, Praha, v.v.i., 145–176.
- Pokorný, P. – Šída, P. – Novák, J. – Prostředník, J. 2010: Neolitická těžba v Jizerských horách pohledem pylové a antrakologické analýzy, *AR LXII*, 587-607.
- Pokorný, P. – Novák, J. – Šída, P. – Divišová, M. – Kozáková, R. – Abraham, V. 2017: Vývoj vegetace severočeských pískovcových území od pozdního glaciálu po střední holocén, *Mezolit severních Čech II*, *DVS* 22, Brno, 11-37.
- Revedin, A. – Aranguren, B. – Becattini, R. – Longo, L. – Marconi, E. – Mariotti Lippi, M. – Skakun, N. –

- Sinitsyn, A. – Spiridonova, E. – Svoboda, J. 2010: Thirty thousand-year-old flour: New evidence of plant food processing in the Upper Paleolithic, *Proceedings of the national Academy of Sciences USA* 107, 18815-18819.
- Sádlo, J. – Pokorný, P. – Hájek, P. – Dreslerová, D. – Cílek, V. 2008: Krajina a revoluce. Významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny českých zemí. Malá skála, Praha.
- Shackleton, C. M. – Prins, F. 1992: Charcoal analysis and the “principle of least effort”- a conceptual model, *Journal of Archaeological Science* 19, 631-637.
- Simmons, I. G. – Innes J. B. 1987: Mid-holocene adaptations and later Mesolithic forest disturbance in Northern England, *Journal of Archaeological Science* 14, 385–394.
- Street, M. – Baales, M. – Cziesla, E. – Hartz, S. – Heinen, M. – Jöris, O. – Koch, I. – Pasda, C. – Terberger, T. – Vollbrecht, J. 2002: Final Paleolithic and Mesolithic Research in Reunified Germany, *Journal of World Prehistory* 15, 365-453.
- Svoboda J. (Ed.) 2003: Mezolit severních Čech. Komplexní výzkum skalních převisů na Českolipsku a Děčínsku, 1978-2003, *Dolnověstonické studie*, svazek 9. Archeologický ústav AVČR Brno, Národní park České Švýcarsko, Oblastní muzeum Děčín.
- Svoboda, J. (Ed.) 2017: Mezolit severních Čech II, DVS 22, Archeologický ústav AVČR Brno.
- Svoboda, J. 2014: Post-Glacial Transformations: Danubian Europe. *Oxford Handbooks Online*, Oxford University Press., 521-536. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199551224.013.042
- Svoboda, J. A. – Hajnalová, M. – Horáček, I. – Novák, M. – Přichystal, A. – Šajnerová, A. – Yaroshevich, A. 2007: Mesolithic settlement and activities in rockshelters of the Kamenice river canyon, Czech Republic, *Eurasian Prehistory* 5, 95–127.
- Svoboda, J. – Pokorný, P. – Horáček, I. – Sázelová, S. – Abraham, V. – Divišová, M. – Ivanov, M. – Kozáková, R. – Novák, J. – Novák, M. – Šída, P. – Perri, A. 2018: Late Glacial and Holocene sequences in rockshelters and adjacent wetlands of Northern Bohemia, Czech Republic: Correlation of environmental and archaeological records, *Quaternary International* 465, 234-250.
- Šída, P. – Prostředník, J. – Pokorný, P. 2014: The Mesolithic of the Bohemian Paradise sandstone region. In: S. Sázelová – A. Hupková – T. Mořkovský (Eds.), *Mikulov Anthropology Meeting, The Dolní Věstonice Studies* 20, 117-124.
- Šída - Pokorný et al. 2020 v tisku: Mezolit severních Čech III. *Dolnověstonické studie* 25.
- Teller, J. T. – Leverington, D. W. – Mann, J. D. 2002: Freshwater outbursts to the oceans from glacial Lake Agassiz and their role in climate change during the last deglaciation, *Quaternary Science Reviews* 21, 879–887.
- Théry-Parisot, I. – Chabal, L. – Chrzavzez, J. 2010: Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in *archaeological contexts, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 291, 1-142.
- Vencel S. 2007: Pozdní paleolit. In: L. Jiráň – N. Venclová (Eds.), *Archeologie pravěkých Čech* 1-8. Archeologický ústav AVČR, v.v.i. – Praha.
- Walanus, A. – Nalepka, D. 2010: Calibration of Mangerud’s boundaries, *Radiocarbon* 52, 1639–44.
- Walker, M. J. C. – Berkelhammer, M. – Björck, S. – Cwynar, L. C. – Fisher, D. A. – Long, A. J. – Lowe, J. J. – Newnham, R. M. – Rasmussen, S. O. – Weiss, H. 2012: Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a Working Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy), *Journal of Quaternary Science* 27, 649-659.
- Weninger, B. – Schulting, R. – Bradtmöller, M. – Clare, L. – Collard, M. – Edinborough, K. – Hilpert, J. – Jöris, O. – Niekus, M. – Rohling, E. J. – Wagner, B. 2008: The catastrophic final flooding of Doggerland by the Storegga Slide tsunami, *Documenta Prehistorica* 35, 1-24.
- Wolbach, W. S. et al. 2018: Extraordinary Biomass-Burning Episode and Impact Winter Triggered by the Younger Dryas Cosmic Impact ~12,800 Years Ago. 2. Lake, Marine, and Terrestrial Sediments, *The Journal of Geology* 126/2, online.
- Wolff, E. W. – Chappellaz, J. – Blunier, T. – Rasmussen, S. O. – Svensson, A. 2010: Millennial-scale variability during the last glacial: The ice core record, *Quaternary Science reviews* 29, 2828-2838.
- Zvelebil, M. 1994: Plant use in the Mesolithic and its role in the transition to farming, *Proceedings of the Prehistoric Society* 60, 35–74.

4.7 Vybrané publikace k tématu

Z prací k problematice využití rostlin člověkem ve starším holocénu je přiloženo celkem 5 publikací. Na prvním místě je to impaktovaný článek *Detection of the impact of early Holocene hunter-gatherers on vegetation in the Czech Republic, using multivariate analysis of pollen data* (Kuneš et al. 2008, IF WOS 1,845). Autorský podíl je 33,3 % a spočívá v provedení srovnání botanických a archeologických dat. Druhým přiloženým článkem je impaktovaný článek *A charcoal record of Holocene woodland succession from sandstone rock shelters of North Bohemia (Czech Republic)* (Novák et al. 2015, IF WOS 2,067) s autorským podílem 20 %. Ten spočíval především v práci na shromáždění analyzovaných vzorků a jejich archeologické interpretaci.

Třetím přiloženým článkem je impaktovaný článek *Late Glacial and Holocene sequences in rockshelters and adjacent wetlands of Northern Bohemia, Czech Republic: Correlation of environmental and archaeological records* (Svoboda et al. 2018, IF WOS 2,163) s autorským podílem 10 %. Ten spočíval především v práci na shromáždění analyzovaných vzorků a jejich archeologické interpretaci.

Čtvrtým přiloženým článkem je článek publikovaný v časopise sledovaném v databázi WoS (bez IF) *Palaeoenvironmental research of the Schwarzenberg Lake, southern Bohemia, and exploratory excavations of this key Mesolithic archaeological area* (Pokorný et al. 2010, IF WOS 0) s autorským podílem 20 %. Ten spočíval především v práci na shromáždění analyzovaných vzorků a jejich archeologické interpretaci.

Pátým a posledním přiloženým článkem je článek publikovaný v časopise sledovaném v databázi Scopus *Neolitická těžba v Jizerských horách pohledem pylové a antrakologické analýzy* (Pokorný et al. 2010) s autorským podílem 25 %. Ten spočíval především v práci na shromáždění analyzovaných vzorků a jejich archeologické interpretaci.

5. Závěr

Předložená práce nám poskytuje archeologický pohled na variace ve využívání dostupných zdrojů člověkem. Přírodní prostředí poskytovalo člověku vše, co v minulosti potřeboval, bohužel však nemůžeme studovat celé spektrum zdrojů v jejich historické komplexitě, protože se doklady využívání různých zdrojů dochovávají v různé míře. Nejstabilnějším materiálem je bezesporu kámen, kterému je věnována první a druhá část předkládané práce. V průběhu historie můžeme sledovat proměnu vzorců nakládání s kamennou surovinou od jednoduchého vztahu sídliště – lokální surovina až po komplexní zásobovací schémata moderního člověka v mladého paleolitu a následně ve starší polovině holocénu.

Vrcholu složitosti dosahují ve střední Evropě v čase prvních zemědělců, kdy i na našem území vznikl jeden z nadregionálních distribučních systémů, zásobujících celou střední Evropu. Jemu je věnována střední část práce. Distribuční systém metabazitů typu Jizerské hory byl výjimečný hned z několika pohledů. Ustabilil se velmi rychle na do té doby bezprecedentně rozsáhlém území a dokázal zásobovat území o velikosti celé střední Evropy po dobu více jak 500 let. Je takřka jisté, že nemohl vzniknout bez návaznosti na starší tradici výměny informací v rámci komunit pozdních lovců a sběračů střední Evropy. Podoba distribučního systému jedné suroviny tak vypovídá o způsobu transformace společnosti lovců a sběračů ve společnost prvních zemědělců.

Třetí část se věnuje využívání rostlinných zdrojů předzemědělskými komunitami střední Evropy. To, že lovci a sběrači holocénu rostliny využívali, víme díky celé řadě recentních antropologických výzkumů a je to doložené i díky studiu stabilních izotopů. Doložit konkrétní využívání jednotlivých druhů v archeologickém záznamu je však úkol mnohem složitější. I to se díky detailně propracované metodice moderních výzkumů posledních let daří čím dál tím více. Dnes tak již víme, že lovci a sběrači holocénu střední Evropy nejenom využívali četné rostlinné zdroje, ale dokonce se stali aktivními moderátory některých ekosystémů. A byly to mimo jiné i tyto znalosti, které jim v okamžiku krize dostupnosti zdrojů, která nutně nastala v okamžiku úplného zalesnění střední Evropy v klimatickém optimu, umožnily přechod k zemědělskému způsobu života.

Předkládané publikace

Kamenné suroviny jako zdroj informací o lidském chování v rámci krajiny od paleolitu po neolit

1. Šída, P. 2016: Gravettian lithics assemblages from Lubná (Bohemia), *Quaternary International* 406 A, 120-128. DOI 10.1016/j.quaint.2015.09.008 IF WOS 2,199
2. Šída, P. – Sázellová, S. – Havlíček, P. – Smolíková, L. – Hlaváč, J. 2015: Lower and Middle Pleistocene Sediment Sequence with Archaeological Finds in Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ), *Archäologisches Korrespondenzblatt* 45, 283-302. IF WOS 0; SCOPUS CITE SCORE 0,25
3. Vondrovský, V. – Bumerl, J. – Šída, P. – Ptáková, M. – Pták, M. – Chvojka, O. 2018: Nové poznatky o neolitickém osídlení jižních Čech, *Archeologické rozhledy LXX*, 147-194. IF WOS 0; SCOPUS CITE SCORE 0,21
4. Šída, P. - Vokounová Franzeová, D. - Moravcová, M. 2012: Raw Material Sources and the Possibility of Studying Hunter-Gatherer Mobility as Seen on Selected Late Upper Palaeolithic and Mesolithic Sites in Bohemia, *IANS A* III, 1/2012, 117-129.
5. Šída, P. - Vokouová Franzeová, D. - Moravcová, M. 2014: Proměny využívání zdrojů kamenných surovin v mladém a pozdním paleolitu a mezolitu Čech, *Živá archeologie - REA* 16, 17-24.
6. Břicháček, P. – Šída, P. 2015: Upper Acheulean occupation of Western Bohemia. In: S. Sázellová – M. Novák – A. Mizerová (eds.). *Forgotten times and spaces: New perspectives in paleoanthropological, paleoetnological and archeological studies*. 1st Edition. Brno, 33–52.
7. Šída, P. - Moravcová, M. - Vokounová Franzeová, D. - Prostředník, J. 2014: The Phenomenon of Mesolithic Settlement within the Bohemian Paradise Area, Czech Republic. In: F. W. F. Foulds - H. C. Drinkall, A. R. Perri, D. T. G. Clinnick - J. W. P. Walker (Eds.), *Wild Things. Recent Advances in Palaeolithic and Mesolithic Research*, Oxford & Philadelphia, 61-69.

Neolitická těžba metabazitů v Jizerských horách

8. Bernardini, F. - De Min, A. - Lenaz, D. - Šída, P. - Tuniz, C. - Kokelj, E. M. 2012: Shaft-hole Axes from Caput Adriae made from Amphibole-rich Metabasites: First Evidence of Connections between Northeastern Italy and Central Europe during the 5 TH Millenium BC, *Archaeometry* 54/3, 427-441. IF WOS 1,287
9. Šída, P. - Kachlík, V. 2009: Geological setting, petrology and mineralogy of metabasites in a thermal aureole of Tanvald granite (northern Bohemia) used for the manufacture of Neolithic tools, *Journal of Geosciences* 54/3, 269-287. IF WOS 0
10. Prostředník, J. - Šída, P. - Šrein, V. - Šreinová, B. - Šťastný, M. 2005: Neolithic quarrying in the foothills of the Jizera Mountains and the dating thereof, *AR LVII*, 477-492.
11. Ramminger, B. - Šída, P. 2012: Der bandkeramische Felsgesteinabbauplatz Jistebsko, Kataster Jablonec nad Nisou, und sein regionales Siedlungsumfeld im mittleren Isertal, *Tschechische Republik*. In: Regina Smolnik (Ed.), *Siedlungsstruktur und Kulturwandel in der Bandkeramik*, Dresden. 167-179.
12. Šída, P. 2009: Die Gewinnung von Metabasit im Jizerské-Gebirge und ihre Rolle für die Neolithisierung Mitteleuropas, *Fines Transire, Archäologische Arbeitsgemeinschaft Ostbayern / West- und Südböhmen / Oberösterreich, Jahrgang* 18, 125-131.

Člověk a vegetace starého holocénu

13. Kuneš, P. - Pokorný - Šída, P. 2008: Detection of the impact of early Holocene hunter-gatherers on vegetation in the Czech Republic, using multivariate analysis of pollen data, *Veget Hist Archaeobot* (2008) 17, 269-287. IF WOS 1,845
14. Novák, J. - Svoboda, J. - Šída, P. - Prostředník, J. - Pokorný, P. 2015: A charcoal record of Holocene woodland succession from sandstone rock shelters of North Bohemia (Czech Republic), *Quaternary International* 366 (2015) 25-36. IF WOS 2,067
15. Svoboda, J. – Pokorný, P. – Horáček, I. – Sázellová, S. – Abraham, V. – Divišová, M. – Ivanov, M. – Kozáková, R. – Novák, J. – Novák, M. – Šída, P. – Perri, A. 2018: Late Glacial and Holocene sequences in rockshelters and adjacent wetlands of Northern Bohemia, Czech Republic: Correlation of environmental and archaeological records, *Quaternary International* 465, 234-250, <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.05.009> IF WOS 2,163
16. Pokorný, P. - Šída, P. et al. 2010: Palaeoenvironmental research of the Schwarzenberg Lake, southern Bohemia, and exploratory excavations of this key Mesolithic archaeological area. *PA CI*, 5-48. IF WOS 0
17. Pokorný, P. - Šída, P. - Novák, J. - Prostředník, J. 2010: Neolitická těžba v Jizerských horách pohledem pylové a antrakologické analýzy, *AR LXII*, 587-607.

1. Šída, P. 2016: Gravettian lithics assemblages from Lubná (Bohemia), *Quaternary International* 406 A, 120-128. DOI 10.1016/j.quaint.2015.09.008 IF WOS 2,199



Contents lists available at ScienceDirect

Quaternary International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/quaint

Gravettian lithics assemblages from Lubná (Bohemia)

Petr Šída ^{a, b, *}^a Department of Archaeology, University of Western Bohemia, Univerzitní 8, Pilsen, CZ-30100, Czech Republic^b Department of Archaeology, University of Hradec Králové, náměstí Svobody 331, Hradec Králové, CZ-50002, Czech Republic

ARTICLE INFO

Article history:

Available online 2 October 2015

Keywords:

Gravettian
Lithics
Central Europe

ABSTRACT

The first excavated Palaeolithic site of Bohemia was Lubná, where J. Kušta in 1890 excavated station I. At least seven other sites (Lubná II to VIII) were discovered in its vicinity over time, making the Lubná area the richest site cluster in Bohemia. It is also the only place in Bohemia where several stations are located in a small area. All sites belong to the Upper Gravettian period, dated to 25 to 21 ka BP.

For comparison of Lubná sites, there are 3646 artefacts from 6 sites in Lubná. The largest assemblage is Lubná III with 1442 artefacts; the second largest is the assemblage of Lubná II with 952 artefacts. Lubná IV has 566 artefacts and Lubná I 460 artefacts. The smallest assemblages come from sites Lubná VI and VIII (162 and 64 artefacts).

Dominant raw materials are silicites of glacial sediments from the north (Silesia and Saxony). There are small amounts of quartzites of northwestern Bohemia and Bavarian plattensilex.

All sites have very low amount of cores, and they show high stages of exploitation. Microchips, flakes and burin spalls demonstrate blade and tool production on sites. Tool composition is typical for the Gravettian with gravettian points and micropoints, domination of burins, and numerous microliths. Kostenki points are absent. Pavlovian microliths, triangles and segments, are present.

© 2015 Elsevier Ltd and INQUA. All rights reserved.

1. Introduction

The first excavated Palaeolithic site of Bohemia was Lubná, where J. Kušta excavated site I in 1890. At least seven further sites (Lubná II to VIII) were discovered in its vicinity, making the Lubná area the richest site cluster in Bohemia (Fig. 1). It is also the only place in Bohemia where several stations are located in a small area. Lubná is situated in the western part of central Bohemia, and all the stations were located on a gentle ridge slope facing southeast, protruding northeast from the Na pláni hill (409 m a.s.l.). The adjacent Černý brook supplied water to the sites. Lubná I was located on the site of a brickyard plant, 100 m from the watercourse, at approx. 364 m a.s.l. and currently elevated 2 m above the watercourse (Šída, 2008, 2009a, in press).

Lubná II is 60 m NE of Lubná I. Other parameters are the same as for Lubná I. The site was discovered in a narrow lot along the edge of the Lubná brickworks (Böhm, 1933; Šída, 2009a).

The Lubná III site is located approximately 200 m southwest of Kušta's station Lubná I. It used to be situated in the lower area of the erosion furrow, approximately 150 m from the watercourse of the Černý brook, at the altitude of 368 m a.s.l., with a 6 m elevation above the water level (Vencl, 1966, 2007; Šída, 2009a).

Lubná IV is the most elevated station of all the Lubná sites. It was located approximately 320 m southwest of Kušta's station (Lubná I). The altitude was 375 m a.s.l. The site was found in the central part of the same erosion furrow as Lubná III. The distance from the watercourse is 250 m and the elevation is 9 m above the water level (Vencl, 1966, 2007; Šída, 2009a).

Lubná V is only known from the information of the occurrence of patinated flintstones and has not yet been precisely located. The site is located in the eastern part of the valley (Vencl, 2007; Šída, 2009a).

Lubná VI, was discovered in a road cut about 300 m southwest from site I with the same altitude and distance from watercourse as Lubná I (Šída, 2009a, 2009b). Site VII is designated as findings from the neighbourhood of the brickyard.

Site VIII was identified by an unknown person northeast from site I at the start of the 20th century. Finds are housed in the museum in Rakovník, located near the railway watch house.

* Department of Archaeology, University of Hradec Králové, náměstí Svobody 331, Hradec Králové, CZ-50002, Czech Republic.

E-mail address: petrsida@seznam.cz.

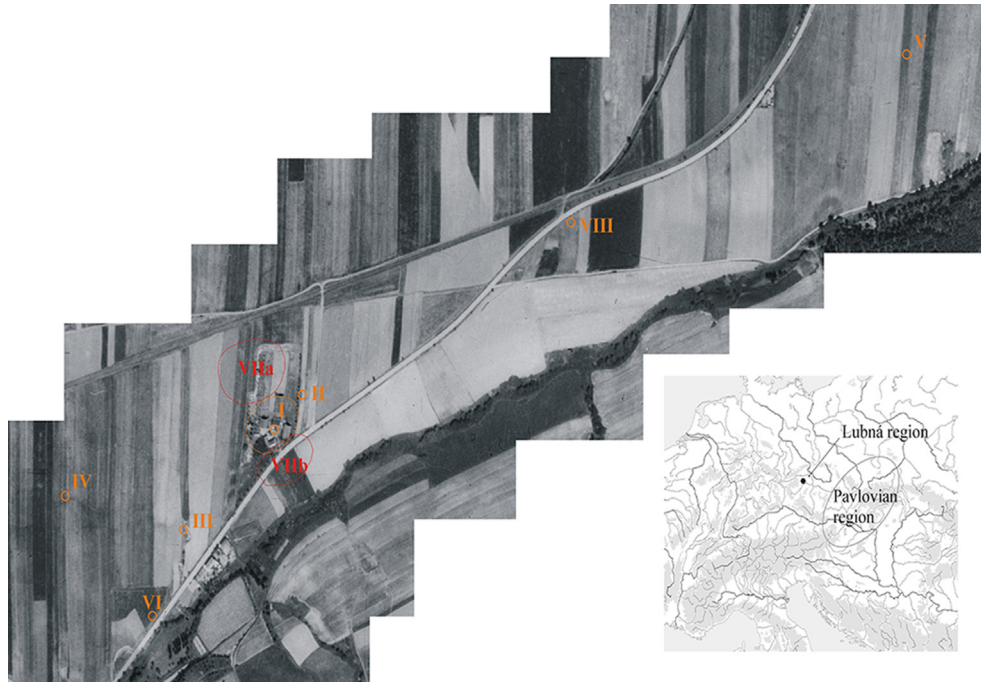


Fig. 1. Lubná. Location of sites I to VIII on orthophotomap from 1950s.

2. History of research

Lubná I was discovered by J. Kušta in 1890 (Kušta, 1891a, 1891b). In 1891 Kušta continued observing the site and excavated more 25 m². He obtained 750 pieces of chipped stone industry, brown stone slabs, pebble stones, reindeer antlers, and broken mammal bones (Kušta, 1891b, 169; Želízko, 1900–1901). In 1913, Renner (1934) continued excavating to the south of where J. Kušta's find was made. The site is dated to 21 to 22 ka BP (Verpoorte, 2003, 5).

During 1933, the second site of Lubná was found. Next to the Lubná brickworks there was a long narrow field owned by B. Typolt, who used it as a source of loam for his other fields. B. Typolt Jr. noticed a thin black layer with bones and flintstone tools. He contacted J. Renner in the museum in Rakovník and J. Renner immediately informed the Czechoslovak State Archaeological Institute, and Böhm (1933) undertook the task of excavating the site. The terrain above the layer was cautiously removed, the layer carefully prepared and the finds documented in a detailed plan, which is still preserved.

The next two sites (Lubná III and IV) were excavated during 1961. Excavations on site III involved 40 m². A superposition of three layers with industry was identified (Vencl, 1966, 2007). A number of flint artefacts, bones and industry, and a fireplace was found with an ash pit, belonging to the upper horizon. Several other artefacts were identified in the middle layer, while the bottom layer contained only little pieces.

At the same time, station IV was discovered by trenching somewhat farther along the slope. The excavation (approx. 40 m²) had implied that the finds were located in a soliflucted group of layers of sands. Preserved finds displaced by solifluction were therefore only discovered in the erosion furrow on which the excavation focused (Vencl, 1966, 2007; Šída, 2006).

Important evidence of the density of occupation in Lubná area was provided by Šnajdr (1909, 169), who described two other sites. The find over the brickworks may be identical to that of Lubná IV (same time of find), but the location differs (Lubná VIIa?). The site under the brickworks is unknown and deserves more attention (Lubná VIIb).

No industry has been preserved from Lubná V, and the location is not clear. There is only a description from the start of the 20th century, which describes patinated flint tools located on a narrow strip of land, 600 m in length (Vencl, 2007).

Site VI was discovered in 2006, not far from stations I–IV. The station's section was uncovered in a road cut (Šída, 2009a, 2009b). In 2012, a small trench was excavated. A central fireplace with ash pit, stone industry, and a huge amount of bones was discovered.

Site VIII was identified only by a surface collection of a small industry assemblage. The character of the site is unknown.

3. Raw materials

The composition of raw materials in main Lubná assemblages is listed in Table 1 and Fig. 2. The dominant raw material (more than 95%) in all assemblages is flint from moraines and glacial sediments north from Bohemia (Saxony or Silesia). The distance of transport is 120 km. One piece of stone industry made of Bavarian plattensilex (site Lubná I) comes 220 km from the southwest. The source of sedimentary quartzites is located to the northwest Bohemian basin, 45 km distant (sites I, III, VI, VIII). Both of these raw materials are uncommon. The remainder of the collections is made of burnt silicite (probably flint) and local raw materials (quartz, limnosilicite, slate, lydite, and others).

The main source of raw material is in the north in northern Germany and southern Poland. There is very weak evidence for contacts to the southwest to Bavaria and no evidence for contact to the east, to the Moravian Pavlovian region.

4. Technological composition

For comparison of Lubná sites, there are 3646 artefacts from 6 sites in Lubná (Table 2, Fig. 3). The largest one is Lubná III with 1442 artefacts, and the second largest assemblage is the Lubná II site with 952 artefacts. Lubná IV has 566 artefacts and Lubná I 460 artefacts. The smallest assemblages come from sites Lubná VI and VIII (162 and 64 artefacts).

Table 1
Lubná. Overview of raw material composition of main assemblages.

	Lubná I	%	Lubná II	%	Lubná III	%	Lubná IV	%	Lubná VI	%	Lubná VIII	%
SGS	443	96.3	925	97.2	1438	99.7	566	100	155	95.7	62	96.9
Plattensilex	1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sedimentary quartzite	1	0.2	0	0	1	0.1	0	0	1	0.6	2	3.1
Overburnt silicite	14	3	1	0.1	0	0	0	0	1	0.6	0	0
Local	1	0.2	26	2.7	3	0.2	0	0	5	3.1	0	0
Total	460	100	952	100	1442	100	566	100	162	100	64	100

The technology of all assemblages is given in Table 2. The percentage of unbroken blades varies from 1.2% in Lubná VI to 4.6% in Lubná IV. Typical amounts are from 1.5 to 4%. The number of broken blades at most sites is much higher, varying from 3.7% in Lubná III to 25.4% in Lubná I. Typical amounts are from 15 to 20%. Microblades are not present in high numbers, from 0.6% in Lubná VI to 2.1% in Lubná IV. Typical amounts are from 1 to 2%. Broken microblades are present in percentages varying from 1.4% in Lubná I to 7.5% in Lubná III. Typical amounts are from 2 to 6.5%.

Table 2
Lubná. Overview of technological composition of main assemblages.

	Lubná I	%	Lubná II	%	Lubná III	%	Lubná IV	%	Lubná VI	%	% Without microchips	Lubná VIII	%
Blades	18	3.9	35	3.7	37	2.6	26	4.6	2	1.2	1.8	1	1.6
Broken blades	117	25.4	163	17.1	54	3.7	41	7.2	25	15.4	22.5	10	15.6
Microblades	6	1.3	10	1.1	43	3	12	2.1	1	0.6	0.9	1	1.6
Broken microblades	9	2	23	2.4	108	7.5	34	6	10	6.2	9	2	3.1
Flakes	118	25.7	343	36	208	14.4	131	23.1	40	24.7	36	35	54.7
Fragments	19	4.1	125	13.1	464	32.2	124	21.9	18	11.1	16.2	12	18.8
Cores	7	1.5	5	0.5	18	1.2	5	0.9	1	0.6	0.9	0	0
Tools	95	20.7	124	13	104	7.2	71	12.5	12	7.4	10.8	3	4.7
Burin spalls	65	14.1	124	13	84	5.8	25	4.4	2	1.2	1.8	0	0
Microchips	6	1.3	0	0	322	22.3	97	17.1	51	31.5	0	0	0
Total	460	100	952	100	1442	100	566	100	162	100	100	64	100

The number of flakes is very variable. The lowest number of flakes was found in Lubná III (only 14.4%). The highest amount of flakes was found in Lubná VIII (54.7%). Typical amounts are from 20 to 40%. Percentages of fragments are similar to that of flakes, varying from 4.1% in Lubná I to 32.2% in Lubná III. The typical amount is from 10 to 25%. Cores are present in all assemblages except Lubná VIII in very low concentrations varying from 0.5% in Lubná II to 1.5% in Lubná I.

The number of tools depends on the number of artefacts, low in the two smallest (7.4% in Lubná VII and 4.7% for Lubná VI, 10.8% excluding microchips). In the remaining assemblages tools vary from 7.2% in Lubná III to 20.7% in Lubná I. Typical amounts are from 7 to 15%.

Burin spalls are present in all assemblages except Lubná VIII. In Lubná I and II, the numbers are higher (14.1 and 13%). In the

remaining three collections proportions are very low, from 1.2 to 5.8%.

The percentage of microchips depends on the excavation method. It is higher in the recently excavated assemblage Lubná VI, and missing in the surface collection of Lubná VIII and the old excavation in Lubná II. From Lubná I there are a few pieces, which are preserved on bone surfaces. Higher amounts are present in Lubná III and IV, excavated in the 1960s. For better comparison, the percentages from Lubná VI are also presented excluding

microchips.

Very low representation of cores is typical, and those present are also extracted to maximum (Fig. 5:D, 6:D). Manufacturing of blades and preparing of tools (burin spalls and microchips) are documented from the sites. Some of the blades present did not come from the cores found in collections. The collections correspond to a short-term character of the settlement, where a large portion of the chipped industry assemblage came to the site finished.

5. Typological composition

For detailed typological composition, see Table 3 (Fig. 4). There are 409 retouched tools in all assemblages from 6 sites in Lubná.

Table 3
Lubná. Overview of typological composition of main assemblages.

	Lubná I	%	Lubná II	%	Lubná III	%	Lubná IV	%	Lubná VI	%	Lubná VIII	%
Micro lithic tool (backed and non backed)	17	17.9	24	19.4	14	13.5	5	7	4	33.3	2	66.6
Backed blade and La Gravette point fragment	4	4.2	2	1.6	28	26.9	13	18.3	0	0	0	0
Burin	23	24.2	51	41.1	1	1	20	28.2	1	8.3	0	0
Endscraper	9	9.5	7	5.6	29	27.9	2	2.8	0	0	0	0
Side scraper	1	1.1	1	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0
Splittered piece	1	1.1	1	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0
Point	3	3.2	0	0	3	2.9	0	0	1	8.3	0	0
Retouched blade	20	21.1	21	16.9	10	9.6	15	21.1	4	33.3	0	0
Retouched flake	0	0	0	0	0	0	1	1.4	0	0	0	0
Retouched fragment	0	0	1	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0
Truncated blade	4	4.2	1	0.8	3	2.9	2	2.8	1	8.3	1	33.3
Combinations	9	9.5	5	4	8	7.7	10	14.1	1	8.3	0	0
Notch	3	3.2	6	4.8	6	5.8	2	2.8	0	0	0	0
Borer	1	1.1	4	3.2	2	1.9	1	1.4	0	0	0	0
Total	95	100	124	100	104	100	71	100	12	100	3	100

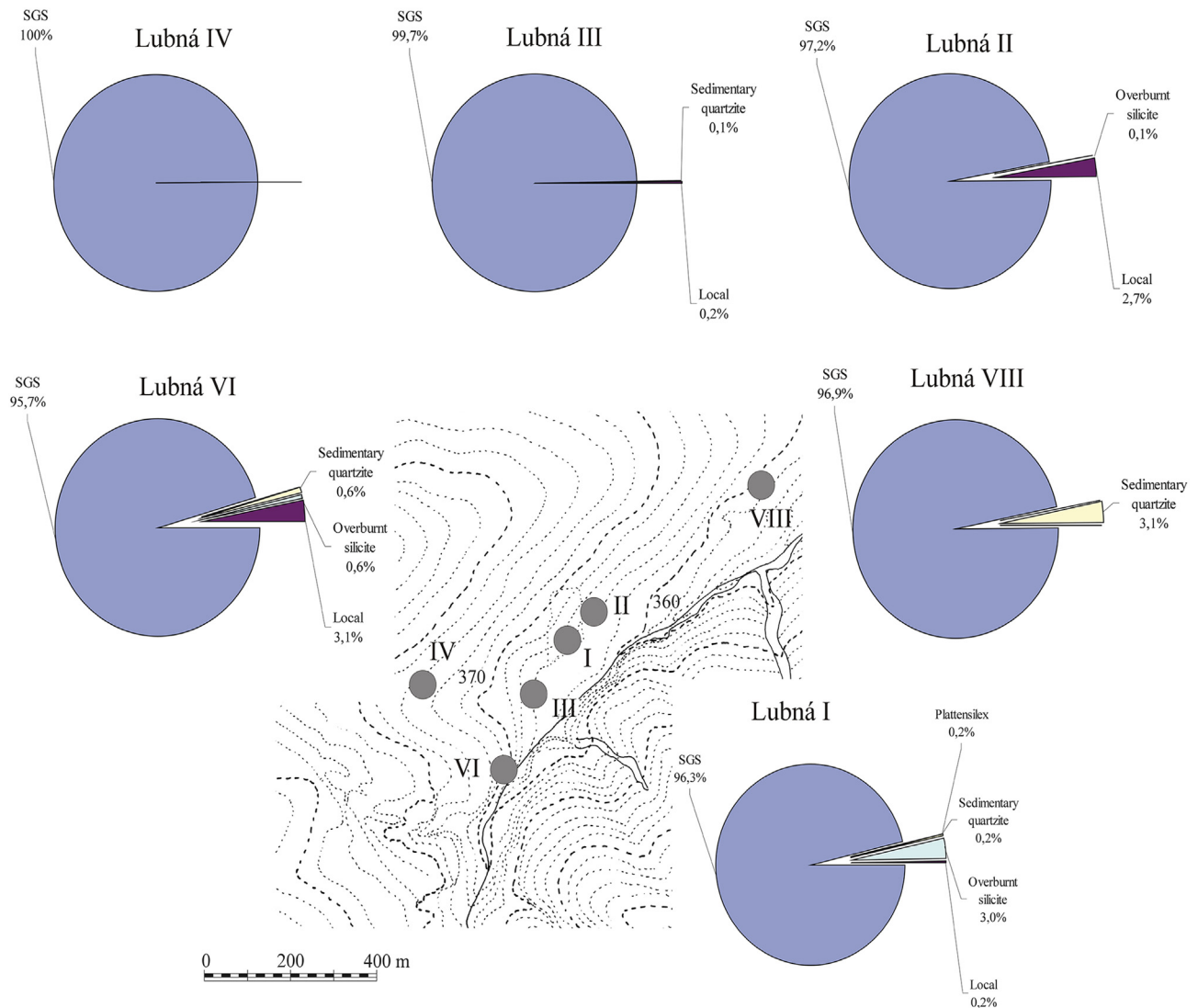


Fig. 2. Lubná. Raw material composition of sites I – IV, VI and VIII.

5.1. Lubná I

A total of 95 tools were collected at Lubná I. The assemblage is strongly Gravettian, with burins prevailing over endscrapers, and the presence of backed side blades and microlithic tools. La Gravette points were identified in three artefacts.

There are nine endscrapers (Fig. 5:C). Three artefacts are broken endscrapper heads on narrow blades. Three artefacts were manufactured on large blades, and two of them are retouched. One endscrapper was retouched on a small basal blade fragment. The remaining two endscrapers are double on a blade with lateral retouching. The carinated form of an endscrapper was not identified in the assemblage.

A total of 23 burins were identified in the assemblage (Fig. 5:B). Diedric burins dominate with 10 artefacts, three of which are double diedric burins. Two diedric burins are made on retouched blades. Four artefacts are edge burins (burins on truncations, three of them are double). Five artefacts are burins on break, two of which were made on blades with lateral retouching. One is double on a blade with lateral retouching. Three burins are combinations of diedric and edge burin. One burin is a combination of diedric burin and burin on break on a laterally retouched blade.

There are three La Gravette points. One is 2.8 cm in length, one 3.8 cm, and the remaining one is 4.4 cm.

There are nine combined tools in the assemblage (Fig. 5:C). Two diedric burins are combined with a truncated blade. Both of these artefacts can be interpreted as knives (the burin treatment is made for fitting into a handle), and the sharp edge actually bears marks of use-wear. Seven burins are combined with endscrapers (Fig. 5:C-1). One burin was classified as a simple burin on break, one as double edge burin, and the others were diedric burins. Four artefacts have lateral retouching.

Retouched blades (20) prevail among other tools. The retouching is always lateral, and one also has terminal retouching. Other tool types are only of minor significance. Three artefacts are notched blades. Four truncated blades were identified in the assemblage (truncated platform blade, 3 blades with oblique terminal retouching) together with one borer, a split piece, and a side scraper.

There are a total of 17 microliths (Fig. 5:A), with backed blades prevailing (11 artefacts, 1.3 cm–2.5 cm in length, one with lateral retouching), 4 microgravettes (Fig. 5:A-4,10,15), and one microblade with lateral retouching (non-backed). The last microlithic artefact suggests a fragment of segment (Fig. 5:A-8). This tool has

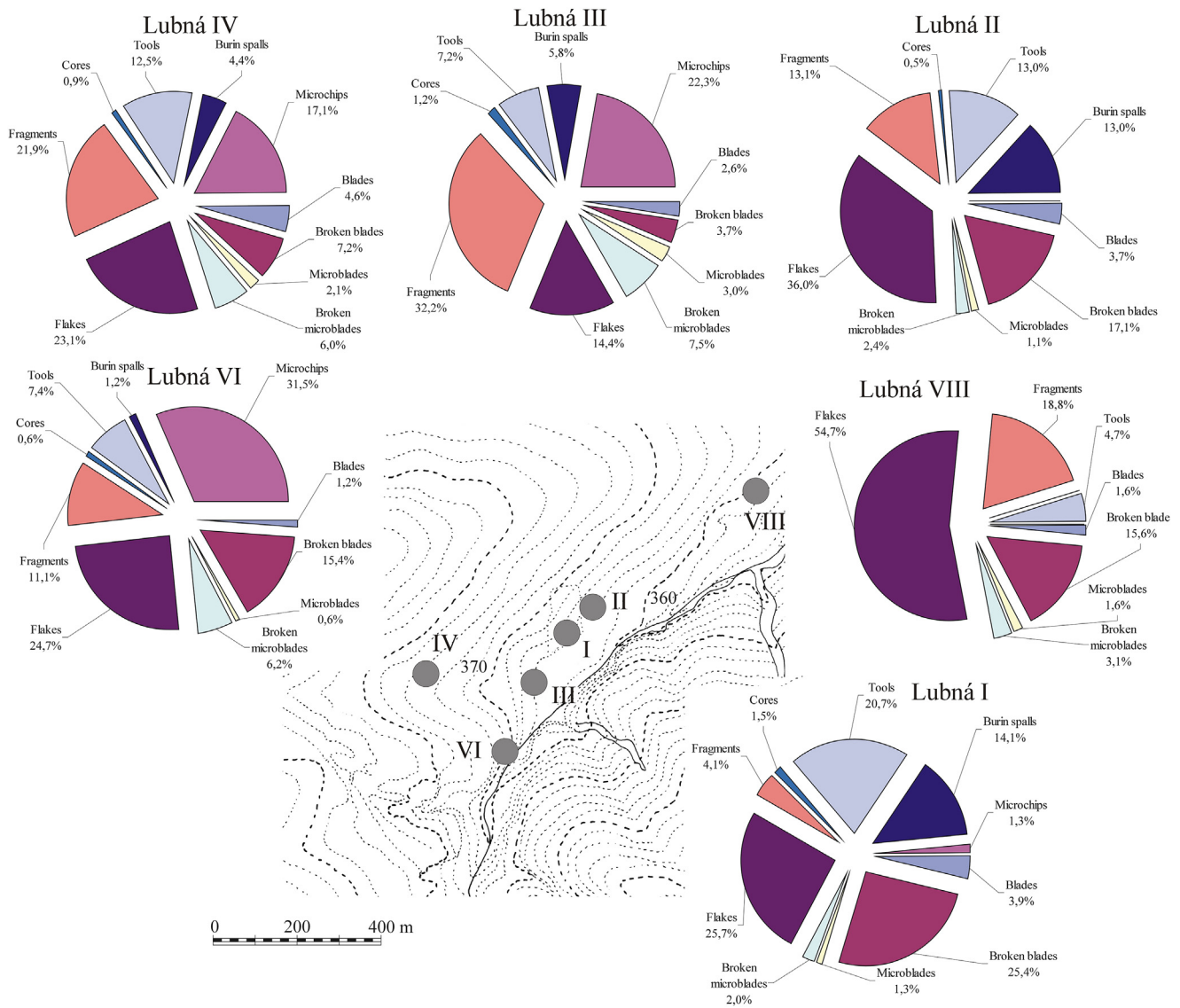


Fig. 3. Lubná. Technological composition of sites I – IV, VI and VIII.

numerous analogies in the Moravian Pavlovian (Pavlov I, Verpoorte, 2005, Fig. 13), but is not present in the upper Gravettian. The group of backed implements, including La Gravette point fragments, only contains four backed blades (2.3 cm–3 cm in length).

5.2. Lubná II

The tool assemblage from Lubná II is significantly the largest one and represents typical Gravettian composition, with burins prevailing over endscrapers, the presence of backed side implements and microlithic tools. Nine La Gravette micropoints were identified.

The assemblage contains a total of seven endscrapers. Three artefacts are broken-off endscraper heads on narrow blades. Two endscrapers are single tools on large blades (1 of these, bears lateral retouching), and one is double endscraper. The remaining artefact is an endscraper fragment. Carinated forms are not present.

There are 51 burins in the assemblage (Fig. 6:B). Diedric burins prevail (20 artefacts). There are 16 simple forms, eight made on retouched blades. Four diedric burins are double. Seven artefacts are burins on break. Two of them are on retouched blades. Edge

burins are present as nine pieces. Five of them are on laterally retouched blades. Four pieces are double.

Eleven burins are combined, with six burins combinations of diedric burin and burin on break (two being on blades with lateral retouching). This treatment is reminiscent of knives (the diedric burin is used for fixing into a handle, the burin on edge backs the dorsum). An edge burin combined with burin on break is present in one piece, and there is a diedric burin with edge burin. There are three diedric burins combined with transversal burins.

One artefact is a transverse burin on a blade with lateral retouching. The remaining three burins are fragmentary and therefore unidentifiable. Two were made on blades with lateral retouching. No non-microlithic points are present in the assemblage.

The assemblage contains five combined tools. There are two edge burins combined with a truncated blade. Three burins are combined with endscrapers. Two of them are a combination of an endscraper with an edge burin (one on laterally retouched blade). The remaining one is a combination with a diedric burin.

Of the other tools, retouched blades prevail (21 artefacts, Fig. 6:C). Most are blades with lateral retouching (20 artefacts). The

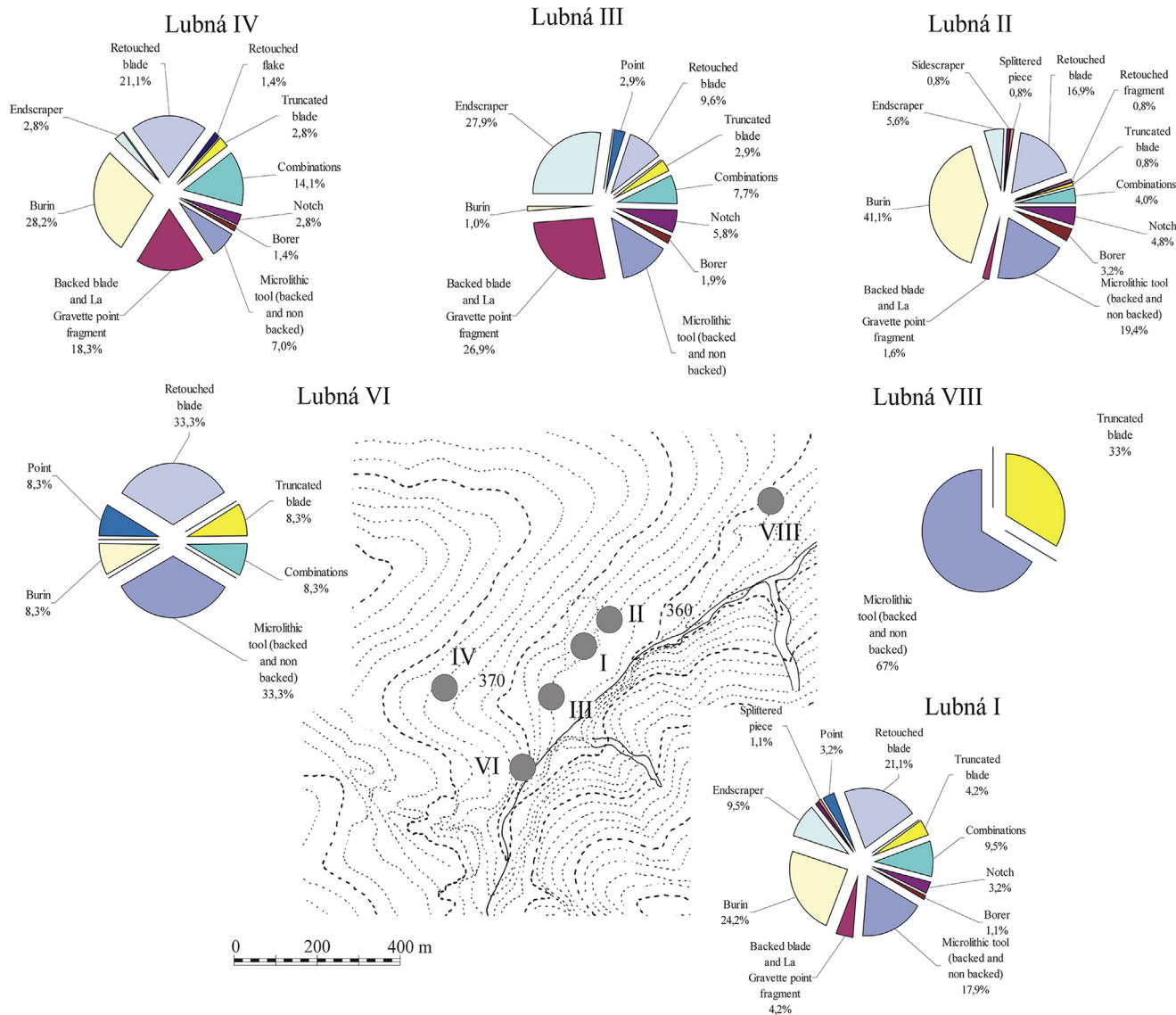


Fig. 4. Lubná. Typological composition of sites I – IV, VI and VIII.

remaining artefact is a small fragment of a retouched blade where the retouching type cannot be reliably identified.

Other tool types are only marginal. Six artefacts have notches on blades, and four artefacts are borers. Three notches are end side notches which are produced as waste from the production of microliths. One notch and three borers are made on a blade with lateral retouching (all except one). The remaining types have only one artefact. They are a truncated blade (blade with a retouched base), a side scraper, split piece, and a retouched fragment.

There are twenty-four microliths (Fig. 6:A), with backed blades prevailing (11 artefacts, 0.8–2.44 cm in length). Two backed microblades also bear lateral retouching. There are nine La Gravette micropoints, 2.13–3.7 cm in length (Fig. 6:A-1-5,18–21). Two artefacts are retouched microblades (non-backed). One artefact suggests a segment (2.85 cm in length, Fig. 6:A-23). This tool has an analogy in the neighbouring Lubná I. The last artefact among the microliths is a triangle (Fig. 6:A-22) which is quite exceptional in the Czech environment. An analogy can be found, for instance, in Pavlov I (Verpoorte, 2005, Fig. 13). It is not clear if this could be a real type, or a deviation in microgravette production.

There are two backed implements (except for microlithic forms) in the assemblage. They are two backed blades which only slightly exceed the width limit for microblades, and should be included with them.

5.3. Lubná III

Lubná III is not accessible for evaluation, and therefore we can only work with publication of M. Otte (1981). The composition of the tools is typically Gravettian, with burins (29 artefacts) prevailing over backed side blades (28). Besides these, the assemblage contains 3 Gravette points and 14 Microgravettes. Endscrapers (1) and borers (2) are rare. Three blades are truncated with cross retouching. There are ten retouched blades and six notches. Eight artefacts are combined tools (Tab. 22) (Otte, 1981, 242–247).

5.4. Lubná IV

As in the case of Lubná III, the assemblage of Lubná IV is not accessible for evaluation, and therefore we can only work with publication of Otte (1981). The composition of tools is also typically

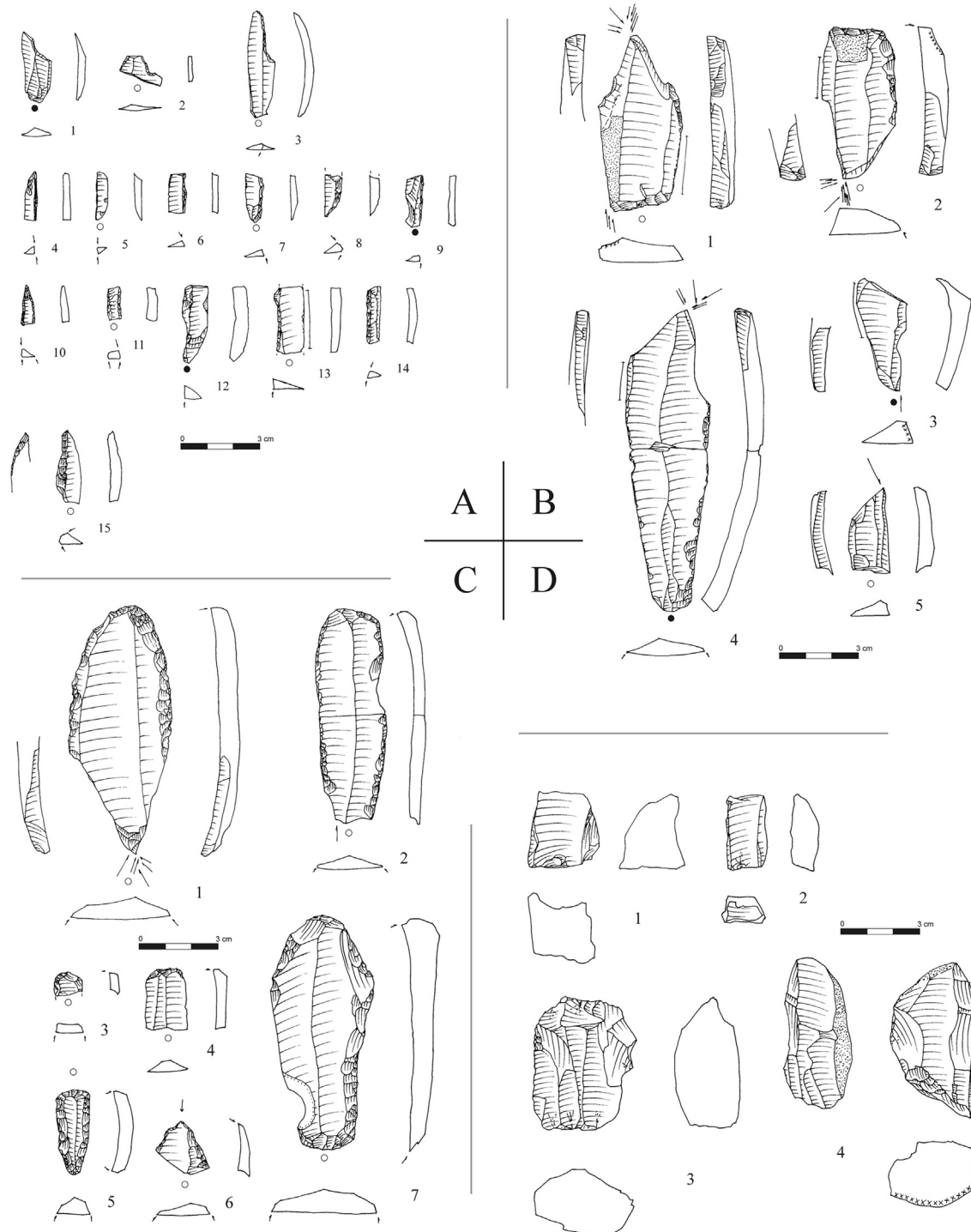


Fig. 5. Lubná I. Selected artefacts. A – microliths, B – burins, C – endscrapers, endscraper combinations and borer, D – cores.

Gravettian, with burins prevailing (21 artefacts), followed by retouched blades (15) and backed blades (13). Besides these, the assemblage contains Microgravettes (5), endscrapers (2), borers (1), and retouched flakes (1). Two blades are truncated with oblique cross retouching (pointed blades). Two artefacts are notches. Nine artefacts are combined tools (Tab. 26) (Otte, 1981, 247–251).

5.5. Lubná VI

There are only 12 retouched tools excavated on site Lubná VI. Microlithic tools (two microlithic La Gravette points and two

microlithic backed blades) and laterally retouched blades prevail, with 4 pieces. Other types are present as single pieces: a diedric burin, fragment of gravettian point, truncated blade, and a combination of diedric burin and truncated blade.

5.6. Lubná VIII

There are only three pieces of tools in the small assemblage of site Lubná VIII. One truncated blade and two microlithic tools (microlithic Gravette point and micro burin) are present.

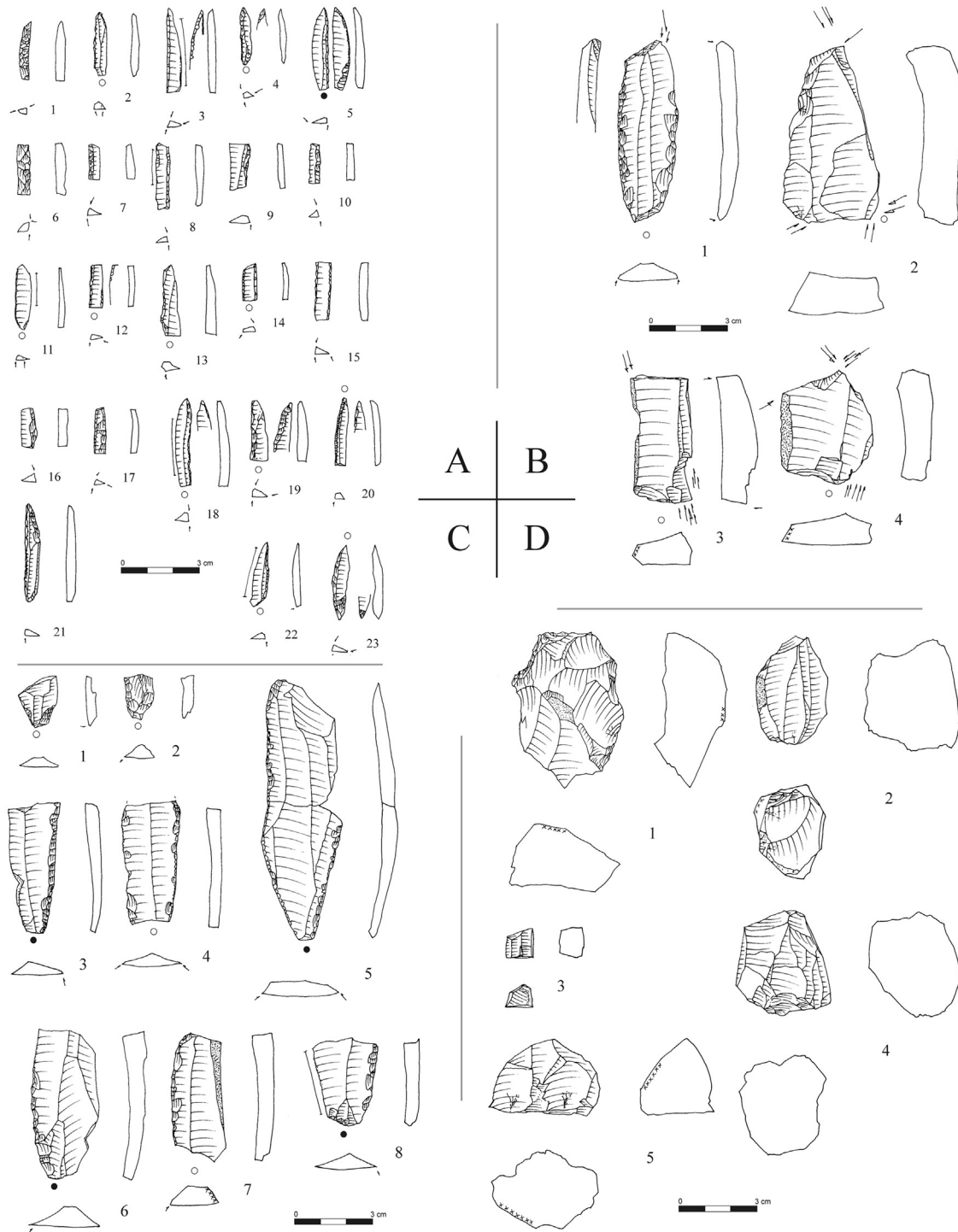


Fig. 6. Lubná II. Selected artefacts. A – microliths, B – burins, C – retouched blades, D – cores.

6. Conclusions

Sites in Lubná represent the only site cluster of the Bohemian Palaeolithic. All sites belong to Upper Gravettian period dated to 25 to 21 ka BP (Šída, 2009a; Šída, 2015 in press). All excavated sites are small and situated in high altitude over 350 m a.s.l. Ttooth growth zones in Lubná I indicate that these sites are summer hunting camps (Šída, 2009a).

The dominant raw materials are silicites of glacial sediments from the north (Silesia and Saxony). There are small amounts of quartzites from northwestern Bohemia and Bavarian plattensilex.

All sites have very low amounts of cores, and those present on sites show high stages of exploitation. Microchips, flakes, and burin spalls demonstrate blade and tool production on sites. Tool composition is typically Gravettian, with Gravettian points and microgravettes, dominated by burins and with numerous

microliths. Kostenki points are absent. The Pavlovian microliths, triangle and segments, are typical for the evolved Pavlovian, and during the younger phase are missing. Their presence is not explained at present: one possibility is that they are products of defect processing of microgravettes. This question needs future investigation.

References

- Böhm, J., 1933. Diluviální stanice v Lubné u Rakovníka, Věstník Musejního spolku král. města Rakovníka... 23, pp. 42–51.
- Kušta, J., 1891a. Památky práce lidské v útvaru diluvialním v Čechách. Věstník Královské české společnosti nauk 1890, II. pololetí, tř. mathem. - přírod., č. 14, 231–239, tab. X, XI.
- Kušta, J., 1891b. Stanice diluviálního člověka u Lubné v Čechách. Rozpravy České akademie věd a umění 1, II. tř., č. 9, 1–6, (169–172).
- Otte, M., 1981. Le Gravettien en Europe Centrale. Dissertationes Archaeologicae Gandenses, Brussels.
- Renner, J., 1934. Předhistorické nálezy v Lubné, pp. 17–18. Vlastivědný sborník okresu Rakovnického IV, 6–8.
- Šída, P., 2006. Nálezy z Lubné IV ve sbírkách Národního muzea. ASČ 10, 169–171.
- Šída, P., 2008. Nálezy z Lubné I ve sbírkách Národního muzea. ASČ 12, 9–38.
- Šída, P. (Ed.), 2009a. The Gravettian of Bohemia, *Dolnověstonické studie*, vol. 17, pp. 1–264.
- Šída, P., 2009b. Nová paleolitická stanice v Lubné (okr. Rakovník). ASČ 13 (1), 85–89.
- Šída, P., 2015. Gravettské osídlení v Lubné. FAP (in press).
- Snajdr, L., 1909. Památky nejdávnější činnosti lidské v českém Polabí. *Pravěk V* 59–64 (96–113), 164–185.
- Vencl, S., 1966. La station paléolithique de Lubná près de Rakovník (Bohême). In: Filip, J. (Ed.), *Investigations archéologiques en Tchécoslovaquie*, Praha, pp. 25–26.
- Vencl, S., 2007. Mladý paleolit. In: Vencl, S. (Ed.), *Archeologie pravěkých Čech 2. Paleolit a mezolit*, Praha, pp. 50–103.
- Verpoorte, A., 2003. Absolute dates for the Bohemian Middle Upper Palaeolithic. *Archeologické rozhledy LV-1* 3–9.
- Verpoorte, A., 2005. The lithic assemblage of Pavlov I (1954, 1956, 1963, 1964). In: Svoboda, J.A. (Ed.), *Pavlov I, Southeast. A Window into the Gravettian Lifestyles*, *Dolnověstonické Studie* 14, pp. 75–111.
- Želízko, J.V., 1900-01. Jan Kušta a jeho výzkumy ve stanici diluviálního člověka v Lubné. *VČMSA* 4 (84–88), 102–105.

2. Šída, P. – Sázelová, S. – Havlíček, P. – Smolíková, L. – Hlaváč, J. 2015: Lower and Middle Pleistocene Sediment Sequence with Archaeological Finds in Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ), Archäologisches Korrespondenzblatt 45, 283-302. IF WOS 0; SCOPUS CITE SCORE 0,25

LOWER AND MIDDLE PLEISTOCENE SEDIMENT SEQUENCE WITH ARCHAEOLOGICAL FINDS IN HORKY NAD JIZEROU (OKR. MLADÁ BOLESLAV / CZ)

At the beginning of the 21st century there are few stratified archaeological sites in the Czech Republic that have been dated to the Middle Pleistocene by their sediments. One of the most comprehensive of these sites is located in the brickyard Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav) overlooked for a long time as it was outside the interest of Palaeolithic archaeologists. The brickyard is situated in Central Bohemia, at the coordinates N 50.3302 and E 14.8469 with an altitude of 212-228 m a.s.l. (figs 1-2). The loess sediments and soils were originally filling up the side valley leading from the northwest to the main valley of the Jizera river, and were exposed during the quarry activities.

Several assemblages of Palaeolithic chipped stone industry (one larger and four smaller in numbers of pieces) were collected over the last 60 years in five different locations at the site. The first and largest lithic assemblage (known as Horky I) was discovered by F. Prošek on the 31st October 1952, on the western wall of the Old brickyard at a depth of approx. 6 m. The artefacts were deposited in a concentration with a diameter measuring approx. 5 m, and one half of the deposit had been destroyed by quarrying. The objects were accompanied by several heavily damaged and thus unidentifiable animal remains (Prošek 1952a; 1952b). A year later in 1953, F. Prošek excavated and documented the assemblage in its entirety (fig. 3; Fridrich 1982, 71). In 1967 J. Kukla and J. Fridrich (Kukla 1967; Fridrich 1982, 71) discovered several new lithic artefacts at the same level as the assemblage found by F. Prošek in 1952. In recent years, this area of the brickyard has been partially buried and covered by vegetation and was not obviously affected by the quarrying; therefore future revisionary excavations can be expected to take place. Whilst he was excavating at site I, F. Prošek also collected several artefacts from nearby the northern wall of the Old brickyard, described as the Horky II site, however, there is still very little known about these finds. Since the brickyard was last visited by J. Fridrich and J. Kukla in the 1960s, the site had ceased to be of any archaeological or geological interest, therefore the following extensive quarrying works in the northern part of the brickyard (towards i.e. New brickyard) from the 1970s and 1980s were not documented. However, between 2000 and the present, this area started to be closely monitored by P. Šída who has detected three smaller accumulations of stone artefacts. The Horky III site, located on the surface of the second storey of the northern part of the brickyard, yielded the first lithic object in 2007, followed by the discovery of animal remains in 2009. Additionally, some sporadic findings were detected at Horky IV, particularly from the surface of the first storey, and several other lithic artefacts and bone fragments were documented on the surface of the inclined track of the brickyard's northern edge, labelled as the Horky V site. With this most recent knowledge we conclude that the Horky II site is now buried and inaccessible for further

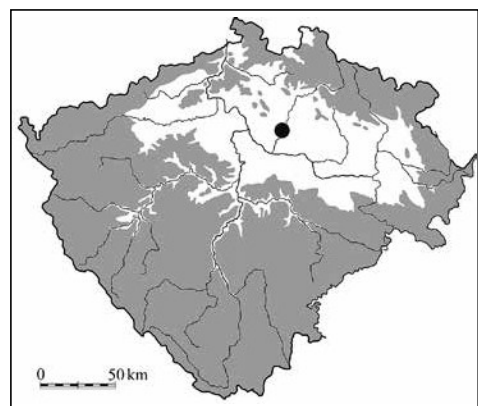


Fig. 1 Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ). Location of the site. – (Illustration P. Šída).



Fig. 2 Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ). Situation of the brickyard. – Legend: **1-2** geological profiles; **old** and **new** geological sections through the Old and New brickyard; **Horky I-V** archaeological sites. – (Illustration P. Šída).

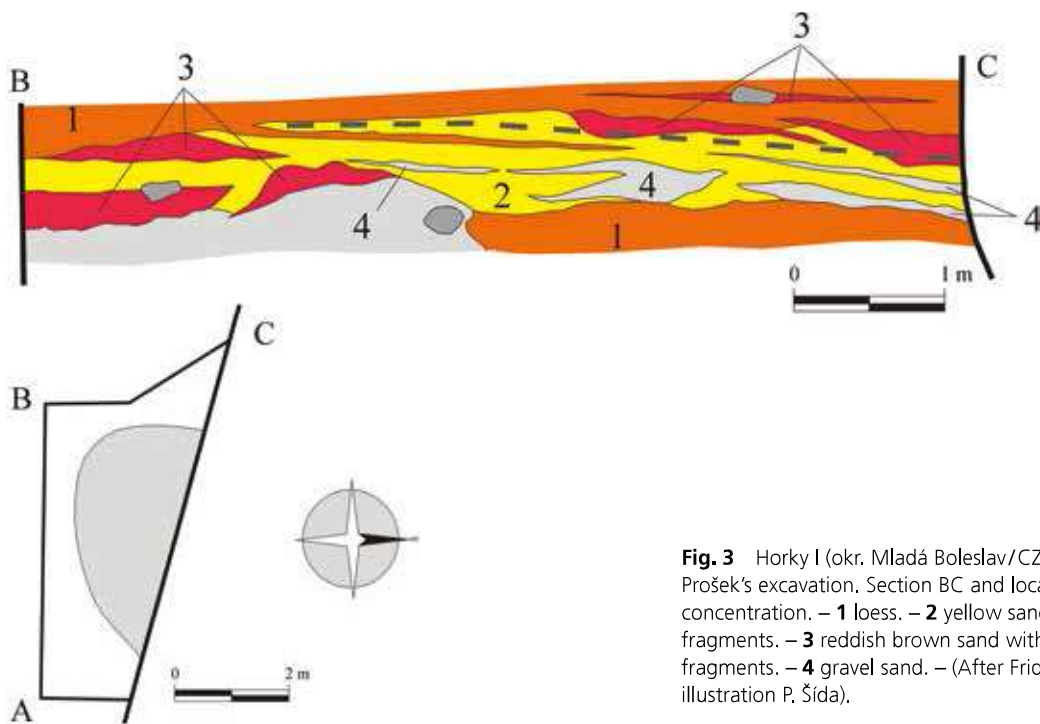


Fig. 3 Horky I (okr. Mladá Boleslav/CZ). Situation of Prošek's excavation. Section BC and location of artefact concentration. – **1** loess. – **2** yellow sand with sandstone fragments. – **3** reddish brown sand with sandstone fragments. – **4** gravel sand. – (After Fridrich 1982; illustration P. Šída).

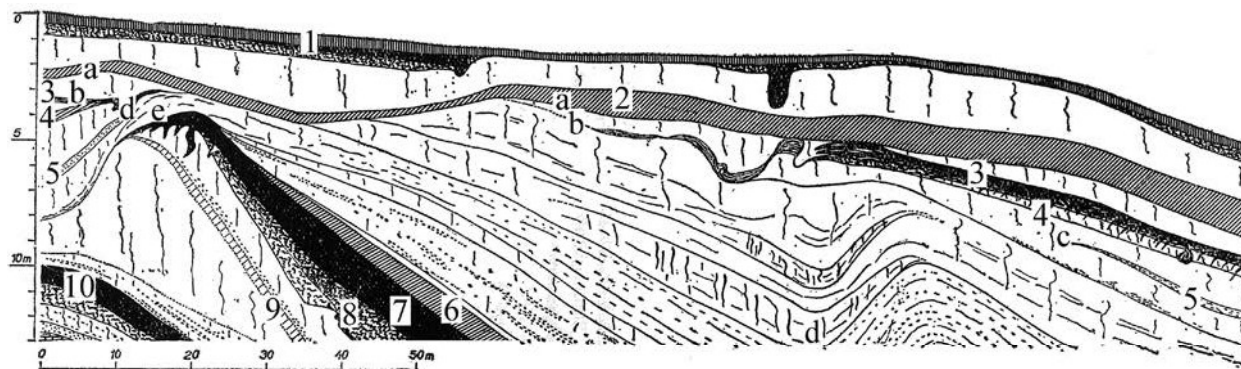


Fig. 4 Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ). Geological section of the Old brickyard. – (After Ložek 1964, with additions).

researches, however, sites III, IV and V are still observed and documented, and site I is still accessible to revisionary excavation. Although the brickyard was studied by many Quaternary geologists (e.g. J. Kukla, V. Ložek) since the 1950s, only selected details were published without comprehensive description (see Kukla 1961; 1966; Ložek 1964, 88; 1971, fig. 1). Therefore, this paper will briefly describe the situation at the Old brickyard, which is not possible to observe anymore, and compare it with the new parts of the brickyard which have roughly the same stratigraphic deposits which were revealed when soil micro-morphological analysis was done for the first time.

STRATIGRAPHY AND SITE FORMATION

The stratigraphy of the loess formation at the Old brickyard has been documented and described by several researchers concerned with the Quaternary geology, palaeopedology, malacozoology and archaeology. The first mention of the fossil soils in loess strata was by R. Schwarz and L. Urbánek (1948), who described them as the B horizon soil. Although the earliest attempts of Quaternary geological description were dated to the time of World War II, they were published much later in the 1950s. In 1951, E. Schönhals describes an interglacial chernozem soil most likely transported by solifluction on Riss loess. The podzolised soils (A1, A2, A2G, and B) fit much closer to the interstadial W I/II. Another strongly podzolised soil is developed on the solifluction formation from the W II and is likely dated to the interstadial W II/III. The most recent soil type layer is a brown earth. These observations were reviewed by L. Smolíková in 1960, who described the more recent classification of fossil soil complex system as a pair of strongly developed lessivé with humus soils in the overburden. Contrary to previous researchers, she disagreed with Würmian (Upper Pleistocene) soils and last interglacial soils on the major profiles. Nevertheless, it does not mean that Schönhals' (1951) description of strata is incorrect, but is probably more comparable with soil complex IV in terms of J. Kukla, V. Ložek, and Q. Záruba (Kukla 1961). We do not have the exact position of Schönhals' profile, but it is likely the southwestern corner of the Old brickyard, so the accurate position has been subjected to revision (Prošek/Ložek 1954). According to both authors, the site formation is quite complicated as the Middle Pleistocene loess (Rissian) was divided by degraded chernozem soil (R1/R2) and loamed zone (R2/R3), and the interglacial soil (R/W) was then formed by degraded chernozem soil. Additionally, the malacozoology

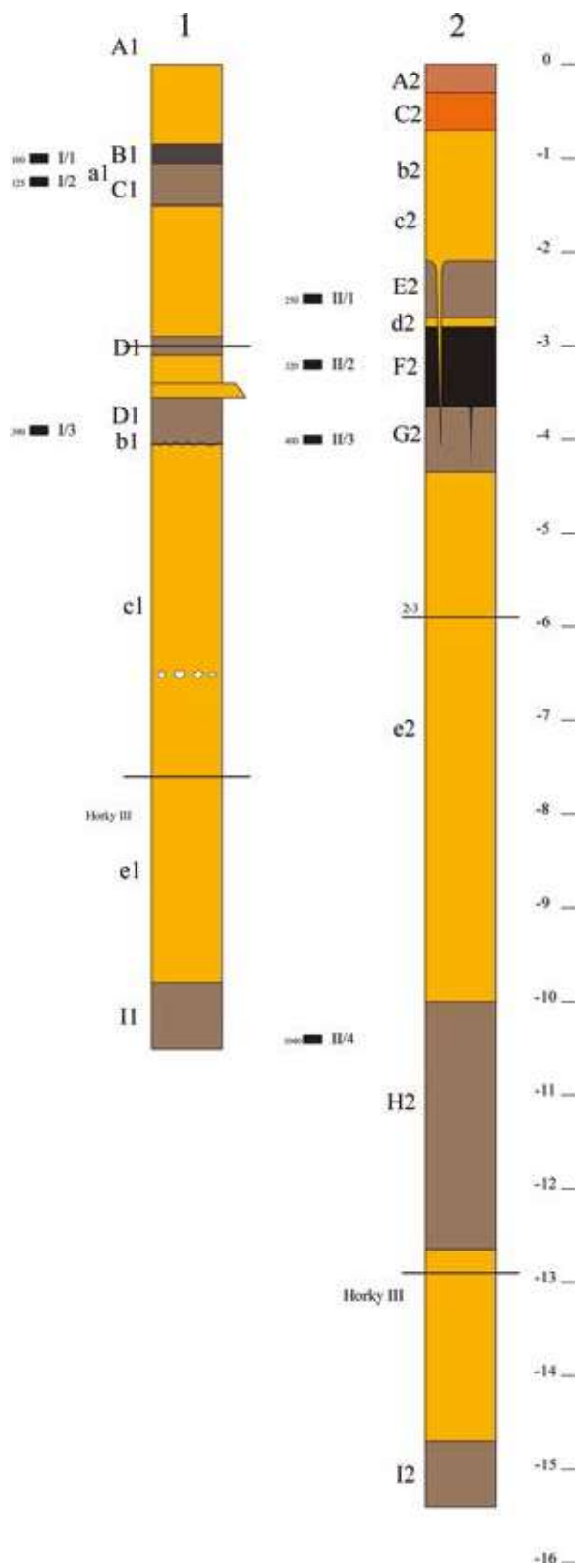


Fig. 5 Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ). Geological profiles 1 and 2 in the New brickyard. – (Illustration P. Šída).

research (Ložek 1955; 1973) does not exclude that formerly described fossil soil from R1/R2 could be related to the interglacial M/R (Holsteinian). Contrary to these statements, L. Smolíková (1960) came out with her own suggestions that the youngest soils were well developed in the northern wall of the Old brickyard while the development of the southwestern corner is more complicated with several soils dated to older periods. She described a superposition of at least three large soil complexes, the youngest likely corresponding with soil complexes II and III, and two older soils classified by J. Kukla, V. Ložek and Q. Záruba as soil complexes IV and V (Kukla 1961).

Until recently, only one schematic profile of the Old brickyard's northern wall was published by V. Ložek (1964, 88). However, he did provide an important interpretation of fossil soils based on the stratigraphic observations and comparisons in large brickyards from Bohemia and Moravia, namely Sedlec near Prague, Letky near Prague, Červený kopec in Brno, and Dolní Věstonice (Kukla 1961; Ložek 1964; 1971), but unfortunately the ageing of soils was simplified by analogous observations without support of independent micro-morphological analyses. The profile presentation is therefore disunited and contradictory.

As shown on our profile (fig. 4), it is possible to observe a total amount of ten soils, eight positions of loess, and five significant erosion interfaces at the site. Soil 1 corresponds to Holocene soil. Soil 2 (Ložek's soil complex I) is poorly developed and the subsoil follows discordantly (erosion interface a). Underneath is the next loess layer followed by loess and two black and brown soils (3 and 4), tapering in the upper part of its formation and passing into a significant erosion affected by cryoturbation (horizon b). In the western part of the stratigraphy the soils are well developed and separated by loess (Ložek's soil complexes II and III). A poorly developed soil (5) is preserved in loess under soil complexes 3 and 4, filling the erosion gully in the western part of the profile. Similar to the upper soils this soil displays tapering and joins an erosion interface (horizon c). This stratigraphic part is followed by a massive loess layer which is intersected by two erosive interfaces (d and e). This extensive erosion created a large erosion valley in the western part of the

profile, breaking through the massive complex of soils 6-8 (Ložek's soil complex IV). The next stratigraphic position is characterised by loess layers with one weakly developed soil (9), followed by the last soil complex, 10, previously described as soil complex V, and the weathered Cretaceous pelite subsoil. This Cretaceous subsoil was captured on the base of the western part of the profile as well.

In the case of the New brickyard we have documented in detail two profiles (fig. 5) where the micro-morphological samples were taken. A schematic section of the brickyard in the west-east direction was reconstructed parallel to the profile in the Old brickyard and shifted about 250m northwards, thus making it possible to compare the old and new profiles (for correlations between layers see tab. 1).

The surface of the profile (fig. 6) is characterised by Holocene soil (A) separated by a narrow layer of loess from a complex of two soils (B and C, intersected by erosion surface a'). This position is followed by loess and soil D strongly affected by solifluction, which passes into erosion interface b'. Then another position of loess appears with another significant soil complex, soil E is resedimented, F and G are braunlehm luvisols. The substantial erosion interface (c') affected the loess in the overburden and related soils as well. Additionally, another substantial erosion interface (d') is visible in this complex, which is followed by a loess layer also intersected by an erosion interface (e') reducing the subsequent soil (braunlehm soil H). A thin layer of fine loess is present below, followed by the last soil presented at the base (soil I). It is possible that not all of the erosion interfaces were detected in the profiles, especially if they were located in loess as this does not affect the soils; a geochemistry and granulometry will be needed for this study.

Finally, a significant correlated horizon between the Old and New brickyard is documented in soils 6-8 and E-G (plus the overlaying sequence) as they are similarly occurring in both profiles (cf. Ložek 1964; Kukla 1967; Fridrich 1982), which can be dated to soil complex V. The problem with the comparisons arises on the level of the subsoil, due to the fact that the sediment base was found only on a small space in both brickworks. Additionally, soil complex VI is missing at the New brickyard, while two braunlehm soils (H and I; at least soil complexes VII and VIII) are present. The less developed soil in the Old brickyard could perhaps correlate with soil complex VI. A distinctive soil complex under this soil could then correspond to soil complex VII, but soil complex VI cannot be definitively excluded.

Old brickyard	New brickyard	datation	archaeology
soil 1	soil A	Holocene-MIS 1	
loess			
soil 2		SC I-MIS 3	
erosion boundary a			
loess	loess		
soil 3	soil B	SC III-MIS 5	
erosion boundary b	erosion boundary a		
loess			
soil 4	soil C	SC IV a-MIS 7a	
loess	loess		
soil 5	soil D	SC IV b-MIS 7c	Horky V
erosion boundary c			
loess			
erosion boundary d	erosion boundary b		
loess	loess		Horky IV
erosion boundary e	erosion boundary c		
loess	loess		
soil 6	soil E	SC V? removed by solifluction	
	erosion boundary d		
soil 7	soil F	SC V-MIS 9a	
	loess		
soil 8	soil G	SC V-MIS 9c	
loess	loess		Horky I
	erosion boundary e		
soil 9		SC VI?-MIS 11?	
loess	loess		
soil 10	soil H	SC VII+-MIS 13+	Horky II
loess	loess		Horky III
	soil I	SC VIII+-MIS 15+	
Turonian siltstone			

Tab. 1 Correlation of layers in the Old and New brickyard together with datation and position of archaeological layers. – SC: soil complex; MIS: marine isotopic stage.



Fig. 6 Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ). Upper part of the geological profile 1 with soils A, B, C and D and erosion boundaries a and b. – (Illustration P. Šída).

MICRO-MORPHOLOGICAL ANALYSES

In total seven samples from two profiles of horizons bearing signs of pedogenesis were taken for micro-morphological analysis. One of these horizons represents soil sediment, the rest of samples are true soils. In 2014 a new soil horizon was discovered under soil 6, but this sample is not included in the recent micro-morphological description.

Profile 1 (soil B, sample I/1): depth 100 cm (number of thin section 54 137; 7.5 YR 4/4, measured dry), represents: Dark brown-grey, strongly flocculated humic matrix mostly concentrated in the polyhedron tight tracks, some parts retain coprolithic elements of fossil earthworm (*Allolobophora* sp.) showing remnants of the originally aggregate composition. A relatively high amount of sub braunlehm plasma occurs in the matrix which is richly orange with high optical activity, often flanking the walls of supply lines, with a frequently well conserved incremental retaining zone without any occurrence fossil edaphon excretes, causing the significant difference between the colour of biogenically untreated soil mass. The partial braunlehm plasma displays, in some places, fine granulation, the microskeleton corresponds with silt. The large, irregularly radically limited Mn concretions are quite often present here, contrary to the low development of recalcification traces and cracks or fissure networks.

- Strongly developed luvisoil (illimerized soil)
- Basal soil of Stillfried A, soil complex III (R/W)

Profile 1 (soil C, sample I/2): depth 125 cm (number of thin section 54 138; 7.5 YR 8/6, measured dry), can be described as: Light ochre braunlehm flocculated matrix with an occurrence of small braunlehm nodules, tiny Mn concretions, and a low proportion of braunlehm plasma. As in the previous case, it borders the walls of supply lines where the observation of incremental zones and fine granulation is possible. The microskeleton reflects perfectly selected granularity of silt dominated by quartz grains. Traces after fossil biogenic activity and decalcification are low.

- Weakly developed luvisoil
- Upper soil of soil complex IV (Middle Pleistocene)

Profile 1 (soil D, sample I/3): depth 390 cm (number of thin section 54 139; 7.5 YR 5/8, measured dry), is characterised as: Light brown-ochre flocculated matrix containing a higher proportion of sub braunlehm plasma than the overlying soil, its characteristics are analogous. The micro-

skeleton sorting is not as distinct as in the previous case (no. 54 138) as it contains silt and an increased proportion of coarser particles. Besides the partial braunlehm plasma in incoming lines, the various forms of CaCO₃ (amorphous, also in the pores of the matrix calcite needles or romboedres), braunlehm concretions (some of which are cracked), and cracks or fissures are abundant.

– Strongly developed luvisoil

– Lower soil of soil complex IV

(Middle Pleistocene, both of these soils correspond to Warm Period »inter Riss« – according to the older division)

Profile 2 (soil E, sample II/1): depth 250 cm (number of thin section 54 140; 7.5 YR 5/8, measured dry), corresponds to: Brown and slightly humic matrix characterised by aggregate composition with intensive activity of fossil earthworm (*Allolobophora* sp.) and pot worm (cf. *Enchytraeidae*). The microskeleton corresponds to silt with other coarser components (e.g. large plagioclases). In the redeposited part numerous braunlehm nodules occur, displaying variability in its construction, such as lumps of partial braunlehm plasma and »mangan-limonite« concretions. The layered material is strongly carbonated with amorphous forms of CaCO₃ and calcite crystals.

– Sediment of A horizon of muck soil, soil complex V

(Middle Pleistocene)

Profile 2 (soil F, sample II/2): depth 320 cm (number of thin section 54 141; 7.5 YR 6/6, measured dry), contains: Brown flocculated matrix unequally and slightly humic, containing high proportion of sub braunlehm plasma which is strongly brown grounded and despite lacking the original colour, it is still birefringent and retains the original incremental zones (the best preservation is in the incoming paths). Similar to the overlying position the soil microskeleton is partially sieved including many traces after frequent fossil biogenic activity (prevalence of earthworms – *Allolobophora* sp., less pot worms – *Enchytraeidae*) and

number of cracks, fissures, and braunlehm nodules. The recalcification is weak and visible only in supply lines.

– Strongly brown grounded braunlehm luvisoil

– Upper soil of soil complex V

(Upper Holstein – according to the older division)

Profile 2 (soil G, sample II/3): depth 400 cm (number of thin section 54 142; 7.5 YR 5/4, measured dry), corresponds to: Brown slightly humic flocculated matrix with large amount of partial braunlehm plasma occurring in supply lines and the matrix as well. Despite a high degree of brown grounding, incremental zones and optical activity are preserved. In the supply lines the manganese rims are preserved. The grain size is more organised than in the overlying soil and it is richer in mineral composition containing darker minerals such as glauconite and others. Braunlehm nodules are less extended as well as the traces after edaphon activities and amorphous forms of CaCO₃. The soil material here is disturbed by mechanical influences as well.

– Strongly brown grounded braunlehm luvisoil

– Lower soil of soil complex V

(Upper Holstein – according to the older division)

Profile 2 (soil H, sample II/4): depth 1040 cm (number of thin section 54 143; 7.5 YR 4/4, measured dry), can be described as: Brown, slightly humic peptized matrix with tight, segregate composition and portion of inner vacancy space. The microskeleton is unsorted and coarse and within the matrix the numerous braunlehm nodules of larger dimensions (if compared to all overlying soils) and manganese concretions are present. Rarely occurring fragments of charred wood with preserved internal structures, signs of decalcification (from amorphous forms of CaCO₃ to calcite crystals) and traces of biogenic activity.

– Braunlehm

– Minimal age is soil complex VI

(Warm Period of Elster glacial/Mindel – according to the older division)

ARCHAEOLOGICAL FINDS

Horky I

The concentration of artefacts excavated by F. Prošek was oval in shape and measured about 5 m × 3 m and was half destroyed by quarrying in the brickyard. This concentration was located in a layer of yellow sandy soil with gravel of Turonian sandstones and interbeds of resedimented loess, sand and sunken blocks of sandstone. The plugs of dark brown soil sediment were evident along the cracks and on the surface of the artefacts. The overlaying layers of loess were covered by a lessivé horizon of soil 8 (Kukla 1967; Fridrich 1982, 72), aligned by J. Kukla with soil complex IV.

techno type	quartz	cretaceous quartzite	quartzite	non determined	total	%
fragment	25	2			27	22.3
fragment of core edge	1				1	0.8
flake	62		1	6	69	57
core	4			5	9	7.4
core on flake	1				1	0.8
levalloid core				1	1	0.8
sferoidal core				3	3	2.5
debitage	93	2	1	15	111	91.7
bifacial artefact	1				1	0.8
bifacial knife				1	1	0.8
side scraper	1			4	5	4.1
double ventral side scraper				1	1	0.8
types	2			6	8	6.6
manuport	1				1	0.8
hammer stone	1				1	0.8
others	2				2	1.7
total	97	2	1	21	121	100
%	80.2	1.7	0.8	17.4	100	

Tab. 2 Horky I (okr. Mladá Boleslav/CZ). Composition of collection.

The lithic industry from the Horky I site was first published by J. Fridrich (1982, 72-75) and according to his description, the assemblage consists of 222 objects in total with 16 cores, 145 flakes, 34 fragments, and 27 retouched tools. The raw material of the artefacts was dominated by quartz pebbles, lesser extension should be ascribed to Cretaceous quartzite (4 pieces) and green jasper (1 piece). A portion of this assemblage has been since lost, with only 100 objects are presently accessible. We have added 21 more pieces already displayed by J. Fridrich and evaluated at least in general only by drawings (**tab. 2; list**).

The dominant raw material of the assemblage of 121 artefacts is quartz pebbles (97 objects, 80.2 % of the assemblage), followed by fragmentary Cretaceous quartzite used in production of two artefacts (1.7 %), and the last piece was made from pebble of Palaeozoic quartzite (0.8 %). In the case of the additional 21 objects, the raw material cannot be determined (17.4 % from the whole assemblage, artefacts described by J. Fridrich).

Debitage represents the biggest portion of the assemblage (91.7 %) with 111 artefacts. Most of these are cover flakes (**fig. 7**) of which there are 69 in total (57 % of the collection, 62.2 % of thedebitage). Ten of these pieces can be classified as levalloid flakes (14.5 % of the flakes) and a total of 14 flakes bear a retouched base (20.3 % of the flakes), which indicates the adjustment of the impact platform of the core. Moreover, 45 flakes display an untreated base (boulder surface or flat fracture surface, 65.2 % of the flakes) and they originate from the core preparation and reduction. The fragments represent 28 pieces in total (23.1 % of the collection, 25.2 % of thedebitage) and one of them was a stroke off from the core edge. Cores represent 14 exemplars in the whole assemblage (11.6 % of the collection, 12.6 % of thedebitage).

Finally, we have identified only eight retouched tools (6.6 % of the collection; **fig. 8**), including six side scrapers on flakes from prepared cores (4.9 % of the collection, 75 % of the types). The remaining two pieces are a retouched bifacial knife type (0.8 % of the collection, 12.5 % of the types; Fridrich 1982) and a fragment of a bifacial tool. Additionally, we have to mention two remaining artefacts representing a different lithic industry type, a manuport and a hammer stone. Within the assemblage, prepared cores are the dominant technology with indications of Levallois technique knowledge, in some cases performed on a low quality pebble raw material. The tools are produced on flakes chipped from prepared cores and bifacial

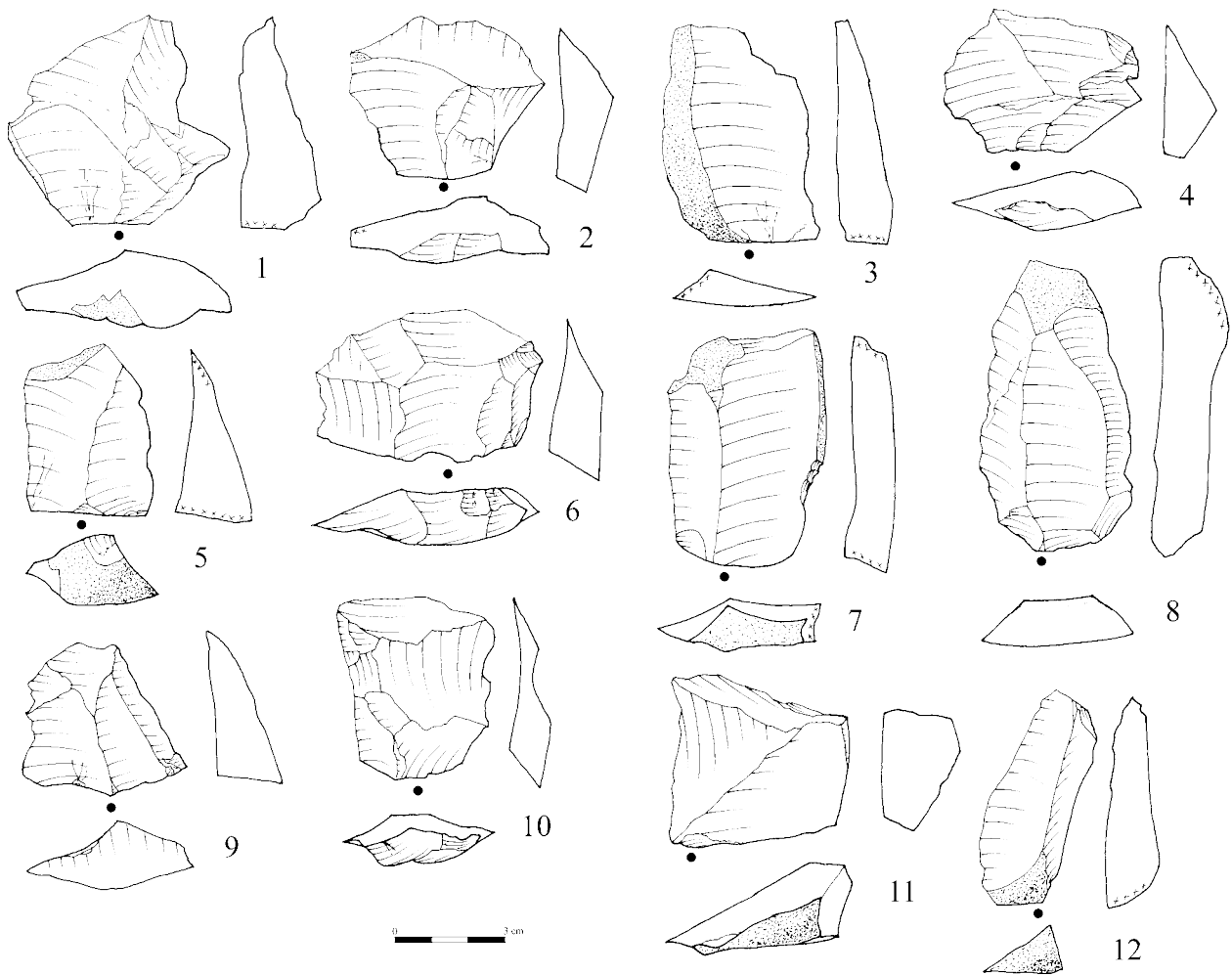


Fig. 7 Horky I (okr. Mladá Boleslav/CZ). Flakes (1-12). – (Drawings P. Šída).

technology is present. J. Fridrich (1982) classified this assemblage as »typical middle Palaeolithic« from the Riss glaciation period, comparable to Bečov I (okr. Karlovy Vary/CZ; Upper Acheulean and Lower Mousterian). According to our reviews of the overall data in the brickyard, the revision of its chronological position (see below) seems to be necessary.

Horky II

F. Prošek discovered a small lithic assemblage in soil later described by J. Kukla and V. Ložek (1964) as soil complex V (soil 10 according to our classification). Unfortunately, the artefacts have not survived to the present day, so we are only left with one published description of them (Fridrich 1982, 75). According to this publication, eight objects (2 retouched tools, 1 flake and 5 amorphous fragments) came from this location. The first tool was an atypical bifacially retouched point made of yellow grey patinated silicite with dimensions of 2.5 cm × 2.0 cm × 0.8 cm. The dorsal side of the point was retouched flat, on the edges displayed irregular retouching and notching, and the base was retouched to a straight edge. On the ventral side of the lateral edge a bulbus of a primary flake (from which the flake was made) was evident. The edges on the ventral side were worked out by irregular notched retouching.

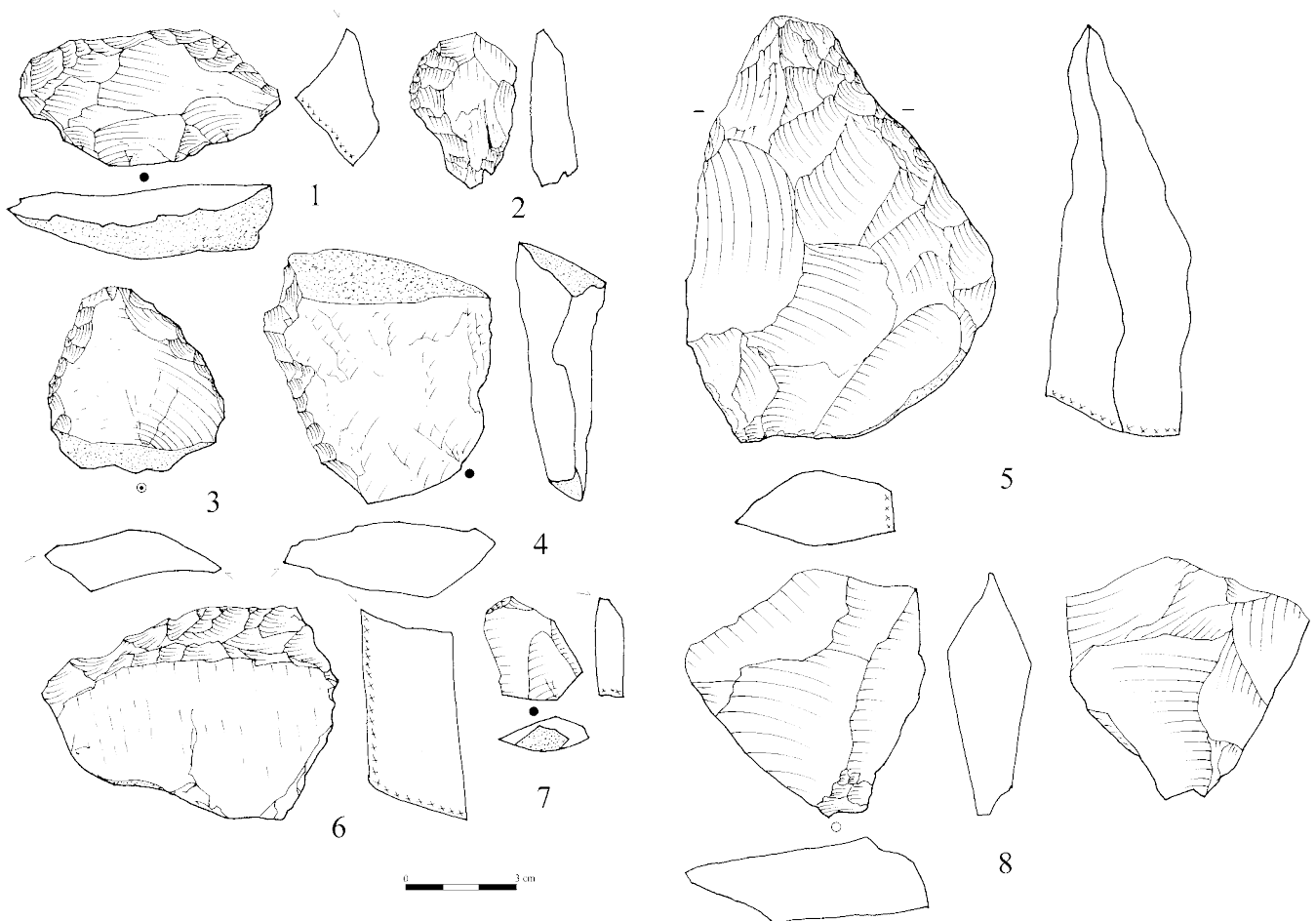


Fig. 8 Horky I (okr. Mladá Boleslav/CZ). Types: **1-4. 6-7** side scrapers. – **5** bifacial knife. – **8** fragment of bifacial artefact. – (1-6 after Fridrich 1982; 7-8 drawings P. Šída).

The second tool was an atypical quartz pebble chopper with dimensions of 3.7 cm × 5.0 cm × 2.7 cm. The chopper was produced on pebble cut in half with a single strike, shaping the lateral edge. The remaining flake was also made of quartz pebble with dimensions of 2.0 cm × 2.0 cm × 0.8 cm and its base was formed by the pebble surface. Alongside the lithic artefacts, charcoals have been found leading some authors to speculate about the presence of a fireplace (Sklenář 1977, 14-17; Fridrich 1982, 75). However, the charcoals may be directly related to the soil horizon as the objects do not bear any evidence of burning and other traces of the fireplace have not been detected. F. Prošek (Prošek/Ložek 1954, 45) classified these artefacts after various comparisons with similar assemblages from Taubach and Ehringsdorf (both Stadt Weimar/D). Most recently the objects have been identified as belonging to the Lower Palaeolithic industry group, however, the precise ageing of our assemblage remains open.

Horky III

Alongside the animal remains, a subsferoide and a side scraper on flake with two indeterminate fragments of quartz pebbles were found on the surface of the second stage of the New brickyard (loess between soils H and I; fig. 9). The subsferoide is made of quartz pebble with dimensions of 3.05 cm × 4.3 cm × 2.0 cm and the side scraper was produced from a massive quartzite flake with dimensions of 4.5 cm × 4.5 cm × 2.3 cm. The surface of both artefacts is slightly eolised with corroded edges. Retouching processes were evident on

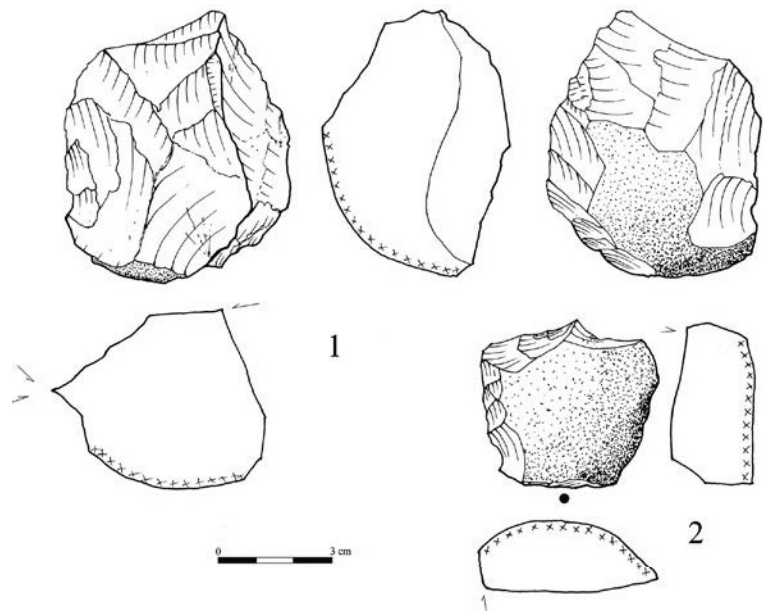


Fig. 9 Horky III (okr. Mladá Boleslav/CZ):
1 subsferoide. – **2** side scraper. –
 (Drawings P. Šída).

both the left lateral and terminal edge of the side scraper (constricting an angle of 90°). The massive base of the flake carried several negative coarse flakes shaping the striking platform. Its core was simple without traces of previous preparation. The dorsal surface of the flake almost covers an entirely eolised surface of the primary raw material. The presence of the sub-spheroidal and the character of the side scraper production could be dated to the Lower Palaeolithic, although the total number of findings is not extraordinary.

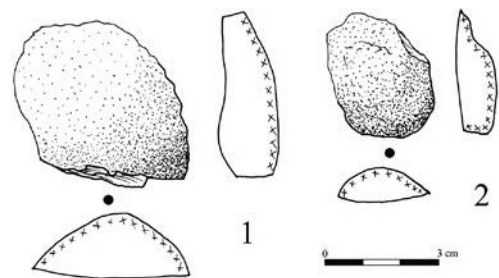


Fig. 10 Horky IV (okr. Mladá Boleslav/CZ). Flakes
(1-2). – (Drawings P. Šída).

Horky IV

On the surface of the first stage of the New brickyard (the loess above the erosion interface c), two isolated flakes and one indeterminable fragment from a quartz pebble were discovered (**fig. 10**). The first of the flakes has dimensions of 4.3 cm × 4.8 cm × 1.8 cm and the second of 3.1 cm × 3.2 cm × 1.2 cm. The dorsal surface of both flakes is covered by a primary pebble surface, therefore it did not originate from a prepared core. The base of the first flake is simply flat with a straight fracture surface. The base of the second exemplar is the natural pebble surface. Both pieces are slightly eolised with a simple character, therefore a closer cultural classification is preliminary. Faunal remains were not detected here.

Horky V

On the surface of the oblique slant path leading from the first stage directly to the bottom of brickyard's northern wall (soil D removed by solifluction), three residual cores (**fig. 11**) and a flake with four atypical raw material fragments and one small fragment of heavily weathered bone were discovered. The lithic flake made from quartz pebble has dimensions of 1.3 cm × 1.35 cm × 0.7 cm and its base is the natural surface of

the pebble which covers 10 % of the dorsal side as well. The artefact also displays signs of burning and an eolised surface. There were also two cores with eolised surfaces and made of quartz pebble with dimensions of 4.5 cm × 3.8 cm × 2.2 cm and 3.7 cm × 2.6 cm × 1.65 cm (fig. 11, 1-2). The third core is made of a jasper fragment strongly eolised and white patinated (fig. 11, 3) with dimensions of 2.7 cm × 2.15 cm × 1 cm. This assemblage is not large enough to allow for cultural classification, but the small size of the artefacts might refer to small dimensional industries.

FAUNAL REMAINS

Mammals

During the earlier stages of the excavation (1952-1953) at the Horky I site, several bone fragments likely belonging to larger sized mammals were discovered. However, extensive weathering excluded their closer taxonomical determination (Prošek 1952a; 1953b; Fridrich 1982). The new osteological assemblage discovered at the Horky III site in 2009-2012 consists of 37 fragments of animal bones and teeth (MNE [minimal number of elements] = 24), of which only seven fragments (18.9 % NISP [number of identified species]) were taxonomically determinable as *Equus* sp. (namely third metacarpus and first and third phalanx; tab. 3). All of the bones displayed a high degree of fossilization, as the individual crystals may be visible to the naked eye. Moreover, various taphonomic agents were recorded such as weathering as described by A. K. Behrensmeyer (1978) between the 2nd and the 5th degree. He describes the destruction of the bone surface with small and deep inner cracks up to missing parts of compact bone and the whole bone disintegration or root etching as observed at the proximal part of first phalanx. The small black dots regularly dispersed on the

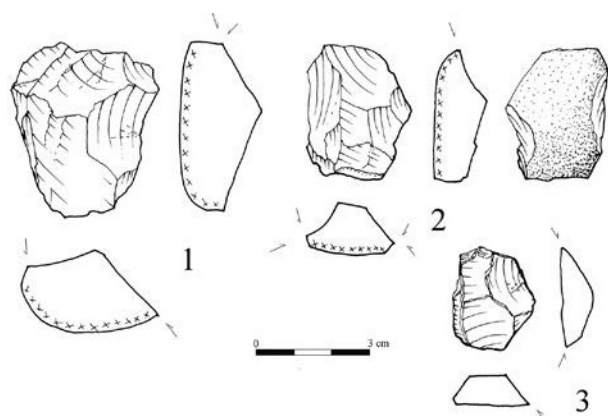


Fig. 11 Horky V (okr. Mladá Boleslav/CZ). Cores (1-3). – (Drawings P. Šída).

bone surfaces are likely due to the chemical composition of the sediment (especially manganese compounds), rather than the irregular dot pattern caused by microbial attack (cf. Lyman 1994). Finally, the smooth edge pattern of breakage excluding precise bone restoration was observed on several bones, namely the horse metacarpus. This evidence supports bone breakage with separate post-depositional and taphonomic history, with fragments found approx. 15 m from each other. This phenomenon influenced slightly the measurements taken from the metacarpal bone, which are a little bit underestimated.

type of bone	Gl	Bp	Dp	Bd	Dd	SD	other measurements
metacarpus III	235.00*	48.84	31.77	59.98	49.49	–	
phalanx I	82.82	54.37	33.20	47.29	18.30*	37.38	
phalanx III	–	–	–	–	–	–	min. breadth of c. 57.17

Tab. 3 Summary of measurements on *Equus* sp. bones (according to von den Driesch 1976). – Gl: greatest length; Bp: breadth of proximal part; Dp: depth of proximal part; Bd: breadth of distal part; Dd: depth of distal part; SD: smallest diameter of diaphysis; * estimated measurement (the minimal value in mm).

locality	MIS	excavated/collected by	measured by
Achenheim (dép. Bas-Rhin/F)	6	Wernert 1956	Cramer 2002
Ariendorf 2 (Lkr. Neuwied/D)	6	Bosinski/Brunnacker/Turner 1983	Cramer 2002
Bilzingsleben (Lkr. Sömmerda/D)	7	Mania 1991	Musil 1991; Cramer 2002
Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ)	5/6-14	Šída in 2009-2014	Sázelová in 2014
Mosbach (Lkr. Neckar-Odenwald/D)	13/15	Kahlke 1961	Cramer 2002
Lunel Viel (dép. Hérault/F)	15/17	Bonifay 1976	Bonifay 1980
Salzgitter-Lebenstedt/D	6	Staesche 1983	Cramer 2002
Stránská Skála (okr. Brno/CZ)	19	Musil 1971	Musil 1971; 1995
Švédův Stůl (okr. Brno-venkov/CZ)	5a/5e	Klíma 1962	Musil 1962
Taubach (Stadt Weimar/D)	5a/5e	Kahlke 1961	Cramer 2002
Villa Seckendorf (Stadt Stuttgart/D)	5a	Ziegler 1996	Cramer 2002
Wannen bei Ochtendung (Lkr. Mayen-Koblenz/D)	6	Turner 1990	Cramer 2002

Tab. 4 List of localities used in comparative metric data to *Equus* sp. metacarpus III. – From Lunel Viel and Stránská skála only the mean of measurements was used.

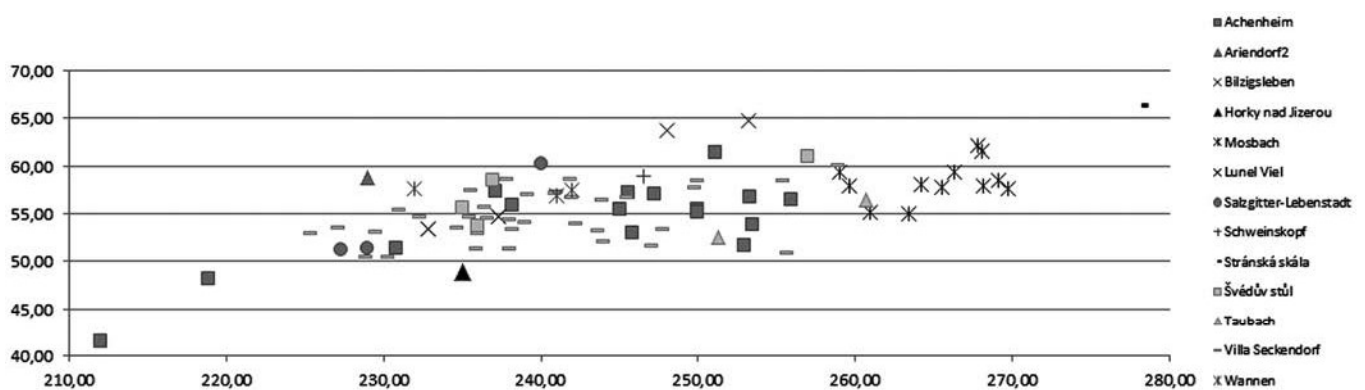


Fig. 12 Horky III (okr. Mladá Boleslav/CZ). Measurements (in mm) of *Equus* sp. metacarpal bones coming from selected Lower and Middle Palaeolithic localities. – GL: greatest length; Bp: breadth of proximal part. – (Illustration S. Sázelová).

The three horse bones from the base of soil complex VII cannot contribute much to the taxonomic status of the Middle Pleistocene caballoid horse discussion. This discussion (Nobis 1971; Eisenmann 1991a; 1991b; Forstén 1998; Cramer 2002) remains controversial, especially in the efforts to define morphological changes causing distinct biostratigraphical units typical of the individual horse species. According to various studies (e. g. Forstén 1993; van Asperen 2012), the horse size and shape seemed to fluctuate around a mean width, so that the relationship between specific horse adaptations and various environments is expected. However, this comprehensive discussion might be inspirational when we are trying to understand the caballoid material from the Horky III site. As shown in the comparison of measurements collected on selected Lower and Middle Palaeolithic horse sites from the Czech Republic, Germany, and France (tab. 4; fig. 12), the size and shape of the third metacarpal bone most likely resembles the lineage leading to the *Equus germanicus* rather than the lineage of *Equus mosbachensis* or other species.

Malacology

A new sample was taken from the immediate vicinity near the bone findings (Horky III) from the loess to the base of the braunlehm soil H designated (minimally dated to soil complex VII). The sample volume was 0.25 l

in which the following species were determined: *Helicopsis striata*, *Pupilla muscorum*, *P. loessica*, *P. sterri*, and *P. triplicata*. All of the identified molluscs belonged to the terrestrial malacofauna representing the loess fellowship with a prevalence of steppe species such as *Helicopsis striata* and several kinds of *Pupilla*, as well as typical loess species such as *P. loessica*. Other typical loess species, such as *Vallonia tenuilabris* or *Succinella oblonga elongate* are missing, but this might be due to the small amount of analysed sample rather than species absence. The identified malacocenosis indicates the presence of loess steppes, i. e. short blade grass formations without shrubs or trees. This sample (although limited in species) fully corresponds with observations by V. Ložek (1964, 90) in loess positions from the Old brickyard (subsoil 10). The species, detected here, namely, *Helicopsis striata*, *Pupilla sterri*, *P. triplicata*, *P. loessica*, *P. muscorum*, *P. muscorum aff. densegyrata*, *Columella columella*, *Vallonia costata*, *V. tenuilabris*, *Vertigo pseudosubstriata*, *Euconulus fulvus*, *Trichia hispida*, *Clausilia parvula*, and *C. dubia* (Ložek 1964, 90 f.), he described as typical loess cool steppe formation dating to Mindel glaciations. The sandy loam clay above soil 10 contains the interglacial malacofauna (Ložek 1964, 88).

DISCUSSION

Based on new research from the New brickyard at the site of Horky nad Jizerou, including the soil micro-morphology analysis, we are able to open the revision of the situation documented at the Old brickyard in the 1950s and 1960s, particularly addressing the question of individual soil complexes and archaeological finds from the loess sequence dating.

The sediments at Horky nad Jizerou evolved in loess and fossil soil sedimentation, perhaps from MIS 15 to the pleniglacial of the last glaciation (MIS 2). Its development was interrupted by numerous hiatuses evident in the erosive interfaces, causing various problems in orientation and interpretation of the whole sequence. The loess layers with fossil soils are located mainly on the western slope of the north to south oriented valley extending to the main Jizera river valley in Horky nad Jizerou.

Firstly, the base of the loess sedimentary sequence in the New brickyard is composed of two soils (soils H and I), the uppermost corresponds to braunlehm type (soil H, minimally dated to soil complex VII-MIS 13). Perhaps soil 10 from the Old brickyard displays features parallel to this soil complex from the New brickyard as the base of both profiles (below soils 8 and G) can be correlated with certain degree of probability.

Within the overlying layers of the basal sequence we found a very significant soil complex with two soils (brown and black braunlehm, luvisols) and soil sediment (soils 6-8. E-G). These soils are affected by two generations of ice wedges, the first of which penetrates from the base of soil F into the subsoil and is filled by the material of this soil. The second generation penetrates the whole soil complex and is filled by loess. According to the soil micro-morphology, this soil complex can be correlated with soil complex V (MIS 9) and both brickyards definitely contain this complex. The soil equivalent to soil complex VI (MIS 11) is missing in the New brickyard, while in the Old brickyard it may correspond to soil 9. During the MIS 12-11 stage, the local erosion, affecting the underlying soils, begins to perform and develop substantially in nearby overburden soils corresponding to the MIS 9 stage. In the New brickyard these soils are partially or, in some cases, completely eroded and carried away by erosive processes. The subsequent sedimentation development is documented throughout the whole sequence, although it is obvious that the thickness of layers decreases in the direction of above-lying parts of the valley. Finally, in the New brickyard both soils of soil complex IV (MIS 7) are present, however, the lower one is remodified by significant solifluction and the upper one is at many places located in a para-autochthonous position as well. From soil complex III (MIS 5) only the upper part, the luvisoil, basal soil of Stillfried A, has survived, contrary to the brown soil of the Eemian interglacial

which was eroded. Similarly, in the Old brickyard this horizon was affected by significant erosion and solifluction. The younger sediments were thicker and preserved only at the Old brickyard (loess with soil complex I and overlying loess of the last pleniglacial).

The oldest archaeological levels (subsferoide and side scraper) were detected at Horky III, in the loess, dating to at least MIS 14, which corresponds with the character of the artefacts. Due to the small size of the faunal assemblage and the high degree of weathering, the accurate age of the bones cannot be confirmed and the morphological evidence in closer horse species cannot be determined.

The small dimensional lithic industry assemblage of Lower Palaeolithic character from Horky II is slightly younger and corresponds to either MIS 13 or MIS 11. The largest lithic assemblage was found in an erosional channel under the loess from MIS 10 and the significant soil complex (MIS 9) at Horky I. The sediment filling in this erosion channel seems to correspond with the beginning of the MIS 10 glacial. Within the corpus of lithic artefacts, the dominant technology is of preformed cores with hints of knowledge of Levallois technique as well as bifacial retouching technology. Both technological characteristics provide evidence that the assemblage from Horky I can be dated to the Upper Acheulean. These characteristics appear in other Middle Palaeolithic assemblages at sites such as Bečov I (Fridrich 1982) and Kůlna 14 (okr. Blansko/CZ; Neruda 2011), and are important factors in understanding the transition between the Lower and Middle Palaeolithic.

This transition may have also been documented at the site of Račiněves (okr. Litoměřice/CZ; Fridrich 2002), where the significantly small dimensional corpus of a Lower Palaeolithic character contained prepared cores and flakes. This assemblage could be dated to the Holsteinian complex of glaciation, particularly to the interglacial MIS 11 or MIS 9. The last Czech assemblage dated to the same period comes from Karlštejn-Altán (okr. Beroun; Smolíková/Fridrich 1984, MIS 11), where there is a lack of evidence for prepared core technology, however, the number of lithics in the collection is quite small and the artefacts are produced using a very low quality raw material. All these sites are contemporary with locations such as Bilzingsleben (Lkr. Sömmerda/D; Fischer et al. 1991; Mania 1995) and Schöningen (Lkr. Helmstedt/D; Thieme/Maier 1995).

Additionally, two flakes from Horky IV lay in the loess corresponding to MIS 8, but are not bearing any significant markers to enable their closer classification. The youngest site is Horky V, with the soil strongly affected by solifluction corresponding to the MIS 7c stage. The lithic assemblage is very small in number and chronologically featureless with only one striking marker of small size, which could connect them with other small dimensional industries from the Middle Palaeolithic linked to interglacial oscillations (e.g. Ehringsdorf or Taubach).

The remaining question concerns the authenticity of the living structure detected by F. Prošek. The artefact position in layers of sand, gravel, or resedimented loess goes against this interpretation (possible assemblage accumulation due to resedimentation?). However, the objects bear no traces of water transport and they are not eolised. Moreover, we do not know the exact position of the archaeological deposits within the formation, so we can only assume that at least the upper part of the stratigraphy has been created by very short material transport. But these processes did not have a power to erode the lower parts of the stratigraphy containing archaeological deposits as during sand deposition the slowly flowing stream of water could not significantly move with artefacts. So the existence of the living structure cannot be definitively denied and future excavation in the undamaged part of the site will be needed.

CONCLUSIONS

The revision of the geological situation at the site of Horky nad Jizerou confirmed the presence of sediments from MIS 15 up to MIS 2 with few partial hiatuses, which represent one of the most comprehensive loess

records in the Czech Republic. The analysis of soil micro-morphology allowed for the correlation of all present soil complexes with Central European soil stratigraphy. The review of the geology gives a precision in the dating of formerly known archaeological sites such as Horky I and II and newly discovered sites such as Horky III-V.

The oldest site is Horky III belonging to at least MIS 14 with several artefacts of Lower Palaeolithic characteristics and findings of animal remains (*Equus* sp. molluscs). The collection of small dimensional Lower Palaeolithic industry from Horky II corresponds to MIS 13 or MIS 11. The largest corpus of lithics from Horky I displays Middle Palaeolithic characteristics and corresponds to MIS 10. The prepared cores and their flakes show signs of the Levallois technique and flake tools production from prepared cores. Isolated flakes from Horky IV were situated in loess dated to MIS 8. The youngest collection from Horky V dated to MIS 7c and contains several cores, flakes, and fragments of a small dimensional character.

LIST: HORKY I. LIST OF EVALUATED ARTEFACTS

No. identification; techno type; raw material and type; length × width × height in cm; comment (e. g. butt type)

1. ID: Q; fragment; quartz pebble; 4.3 × 4.2 × 2.7
2. ID: 225, A; fragment; quartz pebble; 5.5 × 5.4 × 2.45
3. ID: 225, H; fragment; quartz pebble; 7 × 5 × 2.7
4. ID: 225; fragment; quartz pebble; 3.9 × 2.7 × 0.9
5. ID: 225; fragment; quartz pebble; 2.8 × 1.9 × 0.7
6. ID: 225; fragment; quartz pebble; 3.6 × 3.1 × 2.2
7. ID: 201; fragment; quartz fragment; 3.4 × 1.5 × 0.7
8. ID: H; fragment; quartz pebble; 6.4 × 5.7 × 2.3
9. ID: 217; fragment; quartz fragment; 6.4 × 3.5 × 2.2
10. ID: 228; fragment; quartz pebble; 5.7 × 3.4 × 1.7
11. ID: 221, A; fragment; quartz fragment; 4.3 × 4.2 × 1.4
12. ID: H; fragment; quartz pebble; 4.8 × 2.9 × 1.3
13. ID: 203, D; fragment; quartz pebble; 8 × 3.8 × 1.9
14. ID: H; fragment; quartz pebble; 5.4 × 5 × 2.15
15. ID: –; fragment; quartz pebble; 3.5 × 2.2 × 1.4
16. ID: P; fragment; Cretaceous quartzite, concretion; 8 × 5.5 × 1.95
17. ID: H; fragment; quartz pebble; 7.4 × 5.4 × 3.15
18. ID: H; fragment; quartz fragment; 6.4 × 3.9 × 1.5
19. ID: E; fragment; quartz pebble; 7.4 × 4.5 × 3.6
20. ID: 218, 2; fragment; quartz fragment; 5.8 × 2.9 × 2.3
21. ID: S; fragment; quartz pebble; 5.7 × 4.1 × 2.1
22. ID: H; fragment; quartz fragment; 4.5 × 3 × 2.15
23. ID: 207, A; fragment; quartz pebble; 7.5 × 5.7 × 2.1
24. ID: 221; fragment; quartz fragment; 3.5 × 1.3 × 0.4
25. ID: bč; fragment; quartz fragment; 3 × 1.2 × 0.4
26. ID: 73; fragment; quartz pebble; 5.4 × 3.95 × 1.45
27. ID: 74; fragment; Cretaceous quartzite, concretion; 4.9 × 3.5 × 3.4
28. ID: H; fragment of core edge; quartz fragment; 5.7 × 3.15 × 2.3
29. ID: 20; flake; quartz pebble; 9 × 7.2 × 3.1; unprocessed
30. ID: 21; flake; quartz pebble; 6.7 × 6.2 × 2.5; retouched
31. ID: 22; flake; quartz pebble; 4.7 × 5.3 × 2.25; unprocessed; **fig. 7, 11**
32. ID: 23; flake; quartz pebble; 7.9 × 4.3 × 1.9; unidentified; levalloid; **fig. 7, 8**
33. ID: 24; flake; quartz pebble; 7.5 × 5.2 × 2.5; unidentified
34. ID: 25; flake; quartz pebble; 5.3 × 4.2 × 1.5; unprocessed; **fig. 7, 12**
35. ID: 26; flake; quartz fragment; 7.4 × 4.45 × 1.8; unidentified; from core edge
36. ID: 27; flake; quartz pebble; 6.4 × 4.3 × 1.5; unprocessed; **fig. 7, 7**
37. ID: 29; flake; quartz pebble; 4.2 × 5.8 × 1.7; retouched
38. ID: 24; flake; quartz pebble; 7.6 × 5.2 × 2.7; unprocessed
39. ID: 15; flake; quartz pebble; 6.9 × 8.7 × 2.2; unprocessed
40. ID: 16; flake; quartz pebble; 7.4 × 7.95 × 2.45; retouched
41. ID: 17; flake; quartz pebble; 6.9 × 5.15 × 3; unprocessed
42. ID: 19; flake; quartz fragment; 8.4 × 8.2 × 3.8; retouched
43. ID: 206, A; flake; quartz pebble; 5.1 × 6.1 × 1.7; unprocessed
44. ID: 205, H; flake; quartz pebble; 3.2 × 9.7 × 3.3; unprocessed
45. ID: –; flake; quartz pebble; 6.2 × 9.2 × 4; unprocessed
46. ID: 226, A; flake; quartz pebble; 4.55 × 4.55 × 2.55; unprocessed
47. ID: A; flake; quartz pebble; 7.95 × 5.4 × 3; unprocessed

48. ID: C; flake; quartz pebble; 6.4 × 5.1 × 2; unprocessed
49. ID: –; flake; quartz pebble; 6.7 × 5 × 2.1; unprocessed
50. ID: –; flake; quartz pebble; 3.8 × 3.3 × 1.3; unprocessed
51. ID: H; flake; quartz pebble; 5.6 × 2.85 × 2.9; unprocessed
52. ID: A; flake; quartz pebble; 3.6 × 4.15 × 1.6; unprocessed
53. ID: 140; flake; quartz fragment; 3.1 × 4.2 × 0.95; unprocessed
54. ID: 142; flake; quartz fragment; 3.2 × 2.1 × 1.2; retouched
55. ID: 134; flake; quartz fragment; 2.5 × 3.85 × 1.2; unprocessed
56. ID: 134; flake; quartz pebble; 2.5 × 1.85 × 0.5; unprocessed
57. ID: –; flake; quartz fragment; 2.5 × 2.5 × 0.7; unprocessed
58. ID: 444; flake; quartz fragment; 2 × 2.2 × 0.7; retouched
59. ID: –; flake; quartz fragment; 3 × 2.8 × 0.95; unprocessed
60. ID: bč1, A; flake; quartz pebble; 6.6 × 8.25 × 3.05; unprocessed
61. ID: bč2, H; flake; quartz pebble; 7.6 × 9 × 3.65; unprocessed
62. ID: bč3, H; flake; quartz pebble; 5.3 × 4.9 × 2.35; unprocessed
63. ID: 46; flake; quartz fragment; 3.8 × 4.45 × 1; retouched; levalloid
64. ID: 47; flake; quartz pebble; 3.15 × 4.75 × 1.4; unprocessed
65. ID: 48; flake; quartz pebble; 5.1 × 3.2 × 1.4; retouched
66. ID: 49; flake; quartz pebble; 5.2 × 4.7 × 1.5; retouched; levalloid
67. ID: 50; flake; quartz pebble; 5.8 × 4.9 × 2.1; unprocessed
68. ID: 51; flake; quartz pebble; 3.25 × 4.8 × 1.6; unprocessed
69. ID: 52; flake; quartz pebble; 4.75 × 4.55 × 1.65; retouched
70. ID: 53; flake; quartz pebble; 6.5 × 4.8 × 2; unidentified
71. ID: 54; flake; quartz pebble; 4 × 5.4 × 2.3; unprocessed
72. ID: 55; flake; quartz pebble; 4.9 × 3.7 × 1.6; unprocessed
73. ID: 56; flake; quartz pebble; 6.3 × 4.05 × 1.7; unprocessed; **fig. 7, 3**
74. ID: 57; flake; quartz pebble; 5.6 × 5.2 × 3; unprocessed
75. ID: 58; flake; quartz fragment; 4.6 × 4.4 × 1.85; unprocessed; levalloid; **fig. 7, 9**
76. ID: 59; flake; quartz fragment; 4.1 × 5.4 × 1.6; retouched; levalloid; **fig. 7, 4**
77. ID: 60; flake; quartz pebble; 3.7 × 4.25 × 2.3; unprocessed
78. ID: 61; flake; quartz fragment; 4.25 × 6.1 × 1.5; retouched; levalloid; **fig. 7, 6**
79. ID: 62; flake; quartz pebble; 6.1 × 3.5 × 1.7; unprocessed
80. ID: 63; flake; quartz fragment; 5.2 × 4.4 × 1.4; retouched; levalloid; **fig. 7, 10**
81. ID: 64; flake; quartz pebble; 3.6 × 4.3 × 1.65; unprocessed
82. ID: 65; flake; quartz pebble; 4.95 × 4.85 × 2.1; unprocessed
83. ID: 66; flake; quartz pebble; 5.8 × 5.9 × 2.25; unprocessed; levalloid; **fig. 7, 1**
84. ID: 67; flake; quartz pebble; 7.3 × 5.1 × 2.1; unprocessed
85. ID: 68; flake; quartz pebble; 4.9 × 3.5 × 2.25; unprocessed; **fig. 7, 5**
86. ID: 69; flake; quartz pebble; 4.7 × 5.3 × 1.65; retouched; levalloid; **fig. 7, 2**
87. ID: 70; flake; quartz pebble; 4.9 × 4.6 × 1.7; unprocessed
88. ID: 71; flake; quartz pebble; 5.3 × 5 × 2; unprocessed; levalloid
89. ID: 72; flake; quartzite pebble; 5.1 × 4.5 × 1.45; retouched
90. ID: 75; flake; quartz pebble; 4.4 × 4.6 × 1.75; unprocessed
91. ID: 76; flake; quartz pebble; 4.95 × 3.9 × 2; unprocessed
92. ID: –; flake; Fridrich 1982, fig. 87
93. ID: –; flake; Fridrich 1982, fig. 88
94. ID: –; flake; Fridrich 1982, fig. 90
95. ID: –; flake; Fridrich 1982, fig. 91
96. ID: –; flake; Fridrich 1982, fig. 91
97. ID: –; flake; Fridrich 1982, fig. 91
98. ID: bč4, P; core; quartz pebble; 7.6 × 6.7 × 4.4
99. ID: bč5, YE; core; quartz pebble; 6.5 × 7.4 × 3.95
100. ID: bč6, A; core; quartz pebble; 4.4 × 6.9 × 3.2
101. ID: bč7, P; core; quartz pebble; 5 × 4.8 × 3.7
102. ID: –; core; Fridrich 1982, fig. 84
103. ID: –; core; Fridrich 1982, fig. 85
104. ID: –; core; Fridrich 1982, fig. 93
105. ID: 12; core on flake; quartz pebble; 6 × 5.5 × 4.2; unprocessed
106. ID: –; sferoidal core; Fridrich 1982, fig. 83
107. ID: –; sferoidal core; Fridrich 1982, fig. 83
108. ID: –; sferoidal core; Fridrich 1982, fig. 86
109. ID: –; levalloid core; Fridrich 1982, fig. 82
110. ID: –; core; Fridrich 1982, fig. 82
111. ID: –; core; Fridrich 1982, fig. 87
112. ID: A; bifacial artefact; quartz fragment; 6.5 × 6.6 × 2; **fig. 8, 8**
113. ID: –; bifacial knife; Fridrich 1982, fig. 90; **fig. 8, 5**
114. ID: 140; side scraper; quartz pebble; 2.8 × 2.6 × 0.9; unprocessed; **fig. 8, 7**

115. ID: – ; side scraper; Fridrich 1982, fig. 89; **fig. 8, 1**
116. ID: – ; side scraper; Fridrich 1982, fig. 89; **fig. 8, 2**
117. ID: – ; side scraper; Fridrich 1982, fig. 89; **fig. 8, 4**
118. ID: – ; side scraper; Fridrich 1982, fig. 92; **fig. 8, 6**

119. ID: – ; double ventral side scraper; Fridrich 1982, fig. 89; **fig. 8, 3**
120. ID: 200; manuport; quartz pebble; 3 × 2.5 × 1.05
121. ID: 202; hammer stone; quartz pebble; 5.3 × 4.8 × 2.7

Acknowledgement

This text was supported by EU Grant CZ.1.07/2.3.00/20.0181.

References

- van Asperen 2012: E. N. van Asperen, Late Middle Pleistocene horse fossils from northwestern Europe as biostratigraphic indicators. *Journal of Archaeological Science* 39, 2012, 1974-1983.
- Bonifay 1976: E. Bonifay, Les grottes du Mas de Caves (Lunel-Viel, Hérault). In: H. de Lumley (ed.), X^e Congrès UISPP: Nice, Parc Valrose de l'Université de Nice; 13-18 septembre 1976. Livret-guide de l'excursion C 2: Provence et Languedoc méditerranéennes sites paléolithiques et néolithiques: lundi 20 au jeudi septembre 1976 (Nice 1976) 197-204.
- Bonifay 1980: M. F. Bonifay, Le cheval du Pléistocène moyen des grottes de Lunel-Viel (Hérault). *Equus mosbachensis palustris* n. ssp. *Gallia Préhistoire* 23, 1980, 233-281.
- Behrensmeier 1978: A. K. Behrensmeier, Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology* 4/2, 1978, 150-162.
- Bosinski/Brunnacker/Turner 1983: G. Bosinski / K. Brunnacker / E. Turner, Ein Siedlungsbefund des frühen Mittelpaläolithikums von Ariendorf, Kr. Neuwied. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 13, 1983, 157-169.
- Cramer 2002: B. Cramer, Morphometrische Untersuchungen an quartären Pferden in Mitteleuropa [unpubl. PhD thesis Univ. Tübingen 2002].
- von den Driesch 1976: A. von den Driesch, A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. As developed by the Institut für Palaeoanatomie, Domestikationsforschung und Geschichte der Tiermedizin of the University of Munich. *Peabody Museum Bulletin* 1 (Cambridge/MA 1976).
- Eisenmann 1991a: V. Eisenmann, Proportions squelettiques de chevaux quaternaires et actuels. *Géobios* 13, 1991, 25-32.
- 1991b: V. Eisenmann, Les chevaux quaternaires européens (Mammalia, Perissodactyla). Taille, typologie, biostratigraphie et taxonomie. *Géobios* 24, 1991, 747-759.
- Fischer et al. 1991: K. Fischer / E. W. Guenther / W. D. Heinrich / D. Mania / R. Musil / T. Nötzold (eds), *Bilzingsleben IV. Homo erectus – seine Kultur und seine Umwelt*. Veröffentlichungen des Landesmuseums für Vorgeschichte in Halle/Saale 44 (Berlin 1991).
- Forstén 1993: A. Forstén, Size decrease in Late Pleistocene-Holocene caballoid horses (genus *Equus*), intra- or interspecific evolution? A discussion of alternatives. *Quaternary International* 19, 1993, 71-75.
- 1998: A. Forstén, Equus species as stratigraphic markers, reality or wishful thinking? *Quaternary Science Reviews* 17, 1998, 1097-1100.
- Fridrich 1982: J. Fridrich, Středopaleolitické osídlení Čech (Praha 1982).
- 2002: J. Fridrich, Nové doklady staropaleolitického osídlení v inundaci středopleistocénní Vltavy v Račiněvsi, okr. Litoměřice. *Archeologie ve Středních Čechách* 6, 2002, 9-79.
- Kahlke 1961: H. D. Kahlke, Revision der Säugetierfaunen der klassischen deutschen Pleistozän-Fundstellen von Süßenborn, Mosbach und Taubach. *Geologie* 10/4-5, 1961, 493-532.
- Klíma 1962: B. Klíma (ed.), Die Erforschung der Höhle Švédův stůl 1953-1955. *Anthropos* 13 = N. S. 5 (Brno 1962).
- Kukla 1961: J. Kukla, Stratigrafická pozice českého starého paleolitu. *Památky Archeologické* 52, 1961, 18-30.
- 1966: J. Kukla, Horky nad Jizerou, okr. Mladá Boleslav [unpubl. report, no. 11152/66, Archeologický ústav AV ČR Praha, v. v. i., Praha 1966].
- 1967: J. Kukla, Horky nad Jizerou, okr. Mladá Boleslav [unpubl. report, no. 1313/67, Archeologický ústav AV ČR Praha, v. v. i., Praha 1967].
- Ložek 1955: V. Ložek, *Vertigo pseudosubstriata* Ložek v pleistocénu v Horkách nad Jizerou (Gastropoda, Stylommatophora). *Anthropozoikum* 5, 1955 (1956), 363-364.
- 1964: V. Ložek, Quartärmollusken der Tschechoslowakei. *Rozpravy Ústředního Ústavu Geologického* 31 (Praha 1964).
- 1971: V. Ložek, Zum Problem der Zahl der quartären Klimaschwankungen. *Quartär* 22, 1971, 1-16.
- 1973: V. Ložek, *Příroda ve čtvrtohorách* (Praha 1973).
- Lyman 1994: R. L. Lyman, *Vertebrate Taphonomy* (Cambridge 1994).
- Mania 1991: D. Mania, Zur Paläontologie der mittelpleistozänen Travertine von Bilzingsleben. In: Fischer et al. 1991, 9-28.
- 1995: D. Mania, The earliest occupation of Europe: the Elbe-Saale region (Germany). In: W. Roebroeks / T. van Kolfschoten (eds), *The earliest occupation of Europe. Proceedings of the European Science Foundation workshop at Tautavel (France), 1993*. *Analecta Praehistorica Leidensia* 27 (Leiden 1995) 85-101.
- Musil 1962: R. Musil, Die Höhle »Švédův stůl«, ein typischer Höhlenhyänenhorst. In: Klíma 1962, 97-260.
- 1971: R. Musil, Die Pferdefunde der Lokalität Stránská skála. In: R. Musil (ed.), *Stránská skála I (1910-1945)*. *Anthropos* 20 = N. S. 12 (Brno 1971) 185-192.
- 1991: R. Musil, Pferde aus Bilzingsleben. In: Fischer et al. 1991, 103-130.

- 1995: R. Musil, Large fauna of Talus cones at the Stránská Skála hill. In: R. Musil (ed.), Stránská Skála Hill. Excavation of open-air sediments 1964-1972. *Anthropos* 26 = N. S. 18 (Brno 1995) 65-83.
- Neruda 2011: P. Neruda, Střední paleolit v moravských jeskyních. *Dissertationes Archaeologicae Brunenses/Pragensesque* 8 (Praha 2011).
- Nobis 1971: G. Nobis, Vom Wildpferd zum Hauspferd. Studien zur Phylogenie pleistozäner Equiden Eurasiens und das Domestikationsproblem unserer Hauspferde. *Fundamenta: Monographien zur Urgeschichte* B 6 (Köln 1971).
- Prošek 1952a: F. Prošek, Horky nad Jizerou, okr. Mladá Boleslav [unpubl. report, no. 5014/52, *Archeologický ústav AV ČR Praha, v. v. i., Praha* 1952].
- 1952b: F. Prošek, Horky nad Jizerou, okr. Mladá Boleslav [unpubl. report, no. 5015/52, *Archeologický ústav AV ČR Praha, v. v. i., Praha* 1952].
- Prošek/Ložek 1954: F. Prošek / V. Ložek, Stratigrafické otázky československého paleolitu. *Památky Archeologické* 45, 1954, 35-74.
- Sklenář 1977: K. Sklenář, Nejstarší lidská obydlí v Československu. *Průvodce Pravěkem 3 = Inventáře a Nálezové Zprávy A 1* (Praha 1977).
- Smolíková 1960: L. Smolíková, Vývoj československé paleopedologie [unpubl. diss. Univ. Praha 1960].
- Smolíková/Fridrich 1984: L. Smolíková / J. Fridrich, Holsteinský interglaciál na lokalitě Karlštejn v Českém krasu: Paleopedologický vývoj a pozice paleolitické industrie. *Archeologické Rozhledy* 36, 1984, 3-19.
- Schönhals 1951: E. Schönhals, Über fossile Böden im nichtvereisten Gebiet. *Eiszeitalter und Gegenwart* 1, 1951, 109-130.
- Staesche 1983: U. Staesche, Aspects of the life of Middle Palaeolithic Hunters in the N. W. German Lowlands, based on the site Salzgitter-Lebenstedt. In: J. Clutton-Brock / C. Grigson (eds), *Animals and archaeology. 1: Hunters and their prey. BAR International Series* 163 (Oxford 1983) 173-181.
- Schwarz/Urbánek 1948: R. Schwarz / L. Urbánek, List Mladá Boleslav 3854. *Vysvětlivky přehledných Map základních půd ČSR* (Praha 1948).
- Thieme/Maier 1995: H. Thieme / R. Maier (eds), *Archäologische Ausgrabungen im Braunkohlentagebau Schöningen, Landkreis Helmstedt* (Hannover 1995).
- Turner 1990: E. Turner, Middle and Late Pleistocene Macrofaunas of the Neuwied Basin Region (Rhineland-Palatinate) of West Germany. *Jahrbuch des RGZM* 37, 1990, 135-403.
- Wernert 1956: P. Wernert, Contribution à la Stratigraphie Paléontologique et Préhistorique des Sédiments Quaternaires d'Alsace – Achenheim [unpubl. thesis Univ. Strasbourg 1956].
- Ziegler 1996: R. Ziegler, Die Großsäuger aus der Frühwürmzeitlichen Fauna von der Villa Seckendorff in Stuttgart-Bad Cannstatt. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde* 237, 1996, 1-67.

Zusammenfassung / Summary / Résumé

Eine alt- und mittelpleistozäne Sedimentfolge mit archäologischen Funden aus Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ)

Dank der neuen Kartierung und Untersuchung der Mikromorphologie an der Neuen Ziegelei von Horky nad Jizerou war es möglich, die dort in den 1950er und 1960er Jahren nachgewiesene Sedimentfolge an der Alten Ziegelei neu zu beleuchten. Die Folge von Horky nad Jizerou dokumentiert die Lösssedimentation mindestens von MIS 15 bis zum Höhepunkt der letzten Eiszeit (MIS 2). Die Entwicklung der Lössfolge war mehrfach unterbrochen, wie erodierte Oberflächen zeigen. Seit den 1950er Jahren wurden mehrere archäologische Komplexe an fünf verschiedenen Orten aufgesammelt. Dabei stammen die ältesten Fundensembles von der Fundstelle Horky III aus einem Lössbereich, der mindestens in MIS 14 datiert werden kann. Funde aus diesen Schichten wie ein Subspheroid und ein Schaber zeigen Merkmale, die genauso wie das Vorhandensein von Pferdeknochen auf diese Zeitstufe verweisen. Eine begrenzte Sammlung von klein dimensionierten Steingeräten altpaläolithischen Charakters aus Horky II ist etwas jünger und entspricht entweder MIS 13 oder MIS 11. Das größte Fundensemble aus Horky I stammt aus einer Erosionsrinne unter dem Löss von MIS 10, bedeckt von einem ausgeprägten Bodenkomplex, der mit MIS 9 korrespondiert. Die Sedimentverfüllung dieser Erosionsrinne scheint dem Beginn der Vereisung von MIS 10 zu entsprechen. Das Ensemble ist insofern charakteristisch, als es sich bei den Hauptformen um Kerne mit Präparationen handelt, die Hinweise sowohl auf die Kenntnis der Levalloistechnik als auch auf das zweiseitige Retouchieren geben. Zwei Abschläge von Horky IV waren in Löss eingebettet, der MIS 8 entspricht. Die jüngste Fundstelle Horky V befindet sich in einem Boden, der stark durch Solifluktion beeinflusst ist und mit MIS 7c korrespondiert. Hier ist das Fundensemble sehr klein und chronologisch nicht aussagekräftig.

Lower and Middle Pleistocene Sediment Sequence with Archaeological Finds in Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ)

Due to the recent mapping and study of soil micro-morphology of the New brickyard at Horky nad Jizerou we were able to revise the sequence documented in the 1950s and 1960s in the Old brickyard. Sediments from Horky nad Jizerou document the evolution of loess sedimentation from at least MIS 15 to the pleniglacial of last glaciation (MIS 2). The

development of loess sedimentation was interrupted by numerous hiatuses, evidenced by erosive interfaces. Since the 1950s several archaeological assemblages from five different locations were collected. The oldest archaeological levels are at the site of Horky III, situated in the loess which has a minimum age of MIS 14. Artefacts such as a subspheroid and a side scraper from these levels have characteristics which correspond to this period well as the presence of horse bones does. A limited collection of small dimension stone industry of Lower Palaeolithic character discovered at Horky II, is slightly younger, corresponding to either MIS 13 or MIS 11. The largest assemblage from Horky I was found within an erosion channel under the loess of MIS 10 which lay under a significant soil complex, corresponding to MIS 9. The sediments filling this erosion channel seem to correspond to the beginning of the glacial MIS 10. The collection is significant as the dominant forms are of preformed cores with hints of knowledge of Levallois technology as well as evidence of bifacial retouching. Two flakes from Horky IV lay in the loess corresponding to MIS 8. The youngest site is Horky V situated in soil strongly affected by solifluction and corresponding to MIS 7c. The assemblage is very small and chronologically featureless.

Une séquence sédimentaire du Pléistocène ancien et moyen avec des découvertes archéologiques à Horky nad Jizerou (okr. Mladá Boleslav/CZ)

Suite à une cartographie récente et des études de micromorphologie des sols de la nouvelle briqueterie de Horky nad Jizerou, il a été possible de revisiter la coupe de l'ancienne briqueterie qui avait été documentée dans les années 1950 et 1960. Les sédiments de Horky nad Jizerou documentent la sédimentation loessique depuis au moins MIS 15 jusqu'au Pléniglaciaire de la dernière glaciation (MIS 2). Le développement de la sédimentation du loess a été interrompu lors de nombreux hiatus, attestés par des surfaces d'érosion. Depuis les années 1950 des assemblages archéologiques sont collectés à cinq emplacements différents. Les niveaux archéologiques les plus anciens sont le site de Horky III situé dans des loess avec pour âge minimum le stade isotopique MIS 14. Parmi les artefacts de ces niveaux, un sub-sphéroïde et un racloir caractéristiques, ainsi que la présence d'os de cheval, sont en accord avec cette interprétation. Un assemblage un peu plus jeune a été découvert à Horky II, il s'agit d'un assemblage composé d'artefacts lithiques de petites dimensions de type paléolithique ancien qui correspond à MIS 13 ou MIS 11. L'assemblage le plus riche est celui de Horky I qui a été mis au jour dans un paléochenal sous le loess MIS 10, lui-même situé sous un pédo-complexe correspondant à MIS 9. Les sédiments comblant ce chenal semblent correspondre au début de la glaciation de MIS 10. La collection est significative, dans la mesure où les formes dominantes sont des nuclei mis en forme indiquant une connaissance des technologies Levallois, et que la mise en forme de l'outillage par retouche bifaciale y est également attestée. Deux éclats en provenance de Horky IV étaient dans le loess correspondant à MIS 8. Le site le plus jeune est Horky V, situé dans un sol très affecté par la solifluction et correspondant à MIS 7c. Le mobilier est pauvre et non diagnostique.

Traduction: L. Bernard

Schlüsselwörter / Keywords / Mots clés

Tschechische Republik / Böhmen / Mittleres Pleistozän / Alt- und Mittelpaläolithikum / Quartärgeologie
Czech Republic / Bohemia / Middle Pleistocene / Lower and Middle Palaeolithic / quaternary geology
République tchèque / Bohème / Pléistocène moyen / Paléolithique ancien et moyen / géologie quaternaire

Petr Šída

Sandra Sázelová
Masarykova univerzita
Přírodovědecká fakulta
Ústav antropologie
Kotlářská 2
CZ - 61137 Brno
petsida@seznam.cz
sazelova@sci.muni.cz

Pavel Havlíček

Česká geologická služba
Klárov 3
CZ - 11821 Praha 1
pavel.havlicek@geology.cz

Libuše Smolíková

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Ústav geologie a paleontologie
Albertov 6
CZ - 12843 Praha 2

Jaroslav Hlaváč

Geologický ústav AV ČR, v. v. i.
Rozvojová 269
CZ - 16500 Praha 6 Lysolaj
hlavac@gli.cas.cz

3. Vondrovský, V. – Bumerl, J. – Šída, P. – Ptáková, M. – Pták, M. – Chvojka, O. 2018: Nové poznatky o neolitickém osídlení jižních Čech, Archeologické rozhledy LXX, 147-194. IF WOS 0; SCOPUS CITE SCORE 0,21

Nové poznatky o neolitickém osídlení jižních Čech

New information on the Neolithic occupation of south Bohemia

Václav Vondrovský – Jiří Bumerl – Petr Šída –
Michaela Ptáková – Martin Pták – Ondřej Chvojka

Příspěvek rozšiřuje dosavadní skromné poznatky o neolitickém osídlení jižních Čech. Jádrem práce je analýza náleзовých souborů z výzkumů sídelních areálů v Dehtářích, Radčicích a na nově objevené lokalitě Mažice uskutečněných v sezonách 2015 a 2016. Analýza keramického materiálu a radiokarbonová datace potvrdily osídlení v šáreckém stupni kultury s lineární keramikou (LnK). Zároveň bylo v tomto období ve výrobě štípaných kamenných nástrojů prokázáno dominantní užívání rohovců ortenburské jury. Analýzy základních kategorií nálezů dále tvoří rámec pro revizi nadregionálních kontaktů jihočeských neolitiků. Zvláště pro pozdní stupeň LnK bylo zaznamenáno silné propojení jižních Čech s východní částí bavorského Podunají a osídlením v okolí rakouského Lince. Na příkladu severního Třeboňska je taktéž diskutována možná koexistence lovecko-sběračských a zemědělských komunit.

neolit – jižní Čechy – kultura s lineární keramikou – sídelní struktura – absolutní chronologie – keramika – štípaná industrie

The article expands the existing modest knowledge of the Neolithic occupation of south Bohemia. The core of the work is an analysis of assemblages from excavations of the Dehtáře and Radčice settlement areas and at the newly discovered site of Mažice conducted in the 2015 and 2016. Analyses of the pottery decoration and radiocarbon dating confirmed occupation in the Šárka phase of the Linear Pottery culture. Simultaneously, the dominant use of chert of the Ortenburger Jura was proven in this period for the production of chipped stone tools. Analyses of basic categories of finds create a framework for the revision of the super-regional contacts of the south Bohemian Neolithic population. The strong connection between south Bohemia and the eastern part of the Bavarian Danube Region and settlement in the vicinity of the Austrian city of Linz was recorded for the late phase of the Linear Pottery culture. Focusing the north Třeboň Basin region, the possible coexistence of hunter-gatherer and agricultural communities is also discussed.

Neolithic – south Bohemia – Linear Pottery culture – settlement structure – absolute chronology – pottery – chipped industry

1. Úvod

V porovnání s tzv. starou sídelní oblastí představuje jihočeský region v období prvních zemědělců spíše periferii osídlení Čech. Vyšší nadmořská výška, převažující méně kvalitní těžší půdy a další přírodní faktory zřejmě činily z jižních Čech nepřilíživou vhodnou oblast pro osídlení. V počátcích archeologického bádání o neolitu byla proto tato oblast odsouvána do pozadí zájmu jako neosídlená, neboť zde chyběly doklady stálých sídlišť (Filip 1930, 184; Böhm 1941, 129). O možné přítomnosti neolitiků sice svědčily ojedinělé nálezy broušené kamenné industrie dokumentované již v pracích z 20. let (Eisner 1922; Stocký 1926; Hájek 1954), ale některými autory byly tyto artefakty zpochybňovány jako druhotné manuporty (tzv. hromové klíny), a to právě kvůli absenci dalších typů nálezů (Dubský 1946–1947, 8; 1949, 62–63). Změna v nahlížení na jihočeskou oblast přišla až v roce 1969 s objevem a následným výzkumem sídelního areálu v Žimuticích.

Nápadně této charakteristice neodpovídá pouze oblast horního toku Moravské Dyje na Dačicku a Slavonicku. Na základě současného rozdělení správních celků sice spadá do jihočeského regionu, ale z hlediska historické geografie i vývoje neolitického osídlení náležela moravské a dolnorakouské oikumeně (*Trampota 2015; Bartík 2014; Lenneis – Mayer – Neugebauer 1995*), a proto se jí v tomto příspěvku primárně nezabýváme. Jihočeský region je pro potřeby této studie na východě vymezen Javořickou vrchovinou.

Přestože intenzita neolitického osídlení v jižních Čechách nejspíše nebyla srovnatelná kupříkladu s Polabím, domníváme se, že je současný obraz značně ovlivněn neuspokojivým stavem bádání. Terénní prospekce i výzkum sídelních areálů, který by poskytl dostatečnou pramennou základnu, dosud proběhl v omezené míře pouze na části sledovaného území. Ve snaze tento stav zlepšit byla provedena revize dosavadních poznatků, ale především nové terénní výzkumy v jihočeských lokalitách, s jejichž výsledky seznamuje tento příspěvek. Primárně se zaměřujeme na analýzu keramického materiálu a z ní odvozenou chronologii. Především analýza kamenné industrie dovolila zaměřit se také na problematiku interregionálních vztahů.

2. Dosavadní stav výzkumu

Zatímco řada neolitických sídelních regionů v Čechách nabízí širokou pramennou základnu a je předmětem intenzivního studia (např. *Končelová 2005; Zápotocká 2009*), jihočeská oblast zůstává stále ještě spíše bílým místem na mapě (viz *Pavlu – Zápotocká 2007*, obr. 1–3). Nověji sice bylo osídlení doby kamenné shrnuto v příslušné kapitole sborníku *Archeologie na pomezí (Beneš – Chvojka 2007)*, avšak detailní soupis všech lokalit včetně ojedinělých nálezů přinesl ve své diplomové práci až *E. Červenka (2008)*. Z tohoto souhrnu vycházela zatím poslední syntéza problematiky neolitu na jihu Čech (*Zápotocká 2011*), v níž byl učiněn pokus o rozčlenění na jednotlivé sídelní mikroregiony.

Prvním identifikovaným a zkoumaným neolitickým sídlištěm na jihu Čech byly Žimutice na Vltavotýnsku (*Beneš 1970; Pavlu 1972*). V průběhu několikaletého výzkumu zde byly identifikovány dvě sídelní polohy a zkoumáno, ovzorkováno nebo alespoň registrováno na devět desítek archeologických objektů. Taktéž pozůstatky dlouhých domů, především domu 3 odkrytého v areálu Žimutice 1, zůstávají zatím v jižních Čechách ojedinělé (*Pavlu 2001*). Po jasném prokázání sídelních aktivit v regionu bylo možné podat i první ucelenější přehled a nastínění vývoje zdejšího neolitu (*Beneš 1976*), i když se stále opíral víceméně jen o ojedinělé nálezy. Další naleziště s potvrzenou nebo alespoň předpokládanou existencí sídelních areálů přibývala jen velmi zřídka a jednotlivé pozitivní akce často dělí celá dekáda. V roce 1979 byl při povrchových sběrech identifikován sídelní areál na katastru obce Dehtáře (*Beneš 1979*). Následný poměrně intenzivní průzkum pracovníků Archeologického ústavu ČSAV však v povodí Dehtářského potoka další neolitická sídliště bezpečně neprokázal (viz níže). Stejně tak ověřování starších ojedinělých nálezů (Holičky) i dozory během stavební činnosti ve vytipovaných oblastech (především na Třeboňsku) nepřinesly z hlediska neolitického osídlení mnoho výsledků (*Pavlu 1992*).

V závěru 70. let 20. stol. proto byla při definování sídelních regionů českého neolitu jihočeská oblast vynechána (*Pavlu – Zápotocká 1979*). Jako samostatný region (č. 18) byly jižní Čechy vyčleněny až později (*Zápotocká 2009*, 109), což umožnil mírný nárůst zná-

mých, často však spíše tušených, sídelních areálů. Ty byly v drtivé většině identifikovány pouze pomocí povrchových sběrů a získaný materiál často nebyl ani bezpečně určitelný jako neolitický (Čejkovice: *Pavlu 1992*, 15; Kratochvíle: *Parkman 2000*; Zbudov: *Beneš – Braun – Břicháček 1984*). Dále se jednalo o drobné záchranné archeologické akce bez možnosti provést rozsáhlejší výzkum (Český Krumlov: *Břicháček 1995*; Neplachov: *Břicháček 1982*), nebo archeologicky nezajištěné akce, kde nálezy postrádají bližší nálezové okolnosti (Skály: *Beneš 1973*). Výjimku z pravidla představuje lokalita Radčice objevená a zkoumaná v letech 1995 až 1996 během záchranného výzkumu při stavbě silničního obchvatu Vodňan. Podařilo se zde odkrýt sídelní areály kultury s lineární (dále LnK) i vypíchanou keramikou (dále StK) zastoupené řadou zahluobených objektů, z nichž 14 bylo alespoň částečně zkoumáno. Z horizontu osídlení mladšího stupně StK pochází zatím jediný registrovaný neolitický pohřeb v jižních Čechách (*Michálek et al. 2000*).

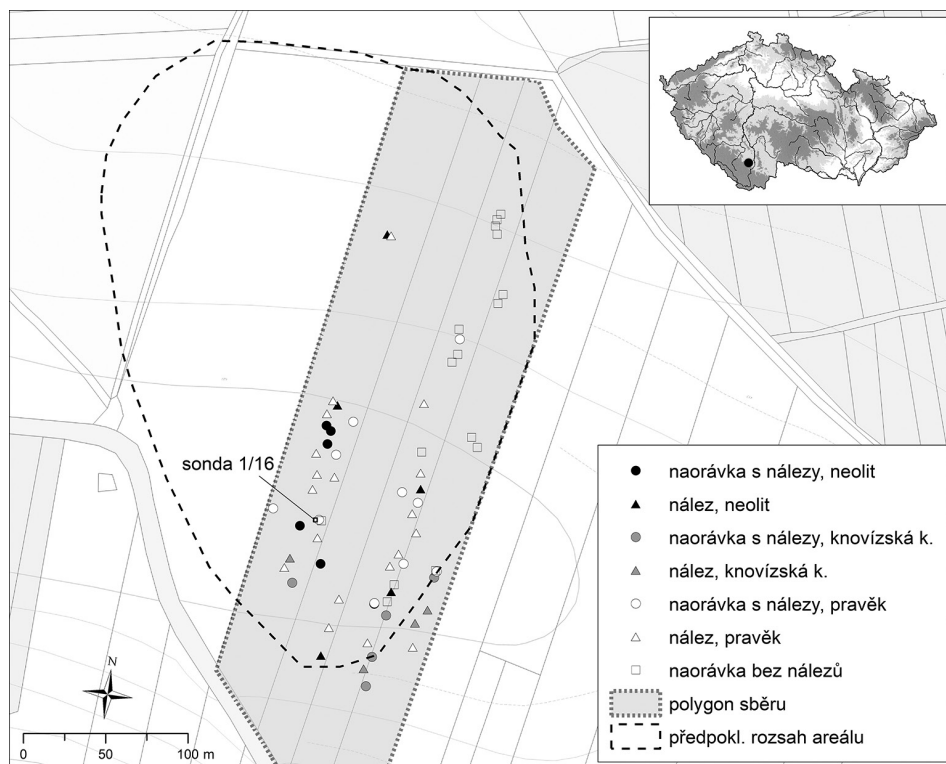
Z chronologického hlediska pokrývá osídlení jihočeského regionu pouze menší část vývoje neolitu v prostoru střední Evropy. Zcela chybí doklady počátečního stupně kultury s lineární keramikou (LnK I). Relativní chronologie analyzovaných keramických souborů klade nejstarší osídlení ke konci středního (fáze IId) či počátku mladšího stupně (fáze IIIa) (*Pavlu – Zápotocká 2007*, 34). Nevýrazné doklady o osídlení v pozdním stupni (LnK IV) podaly pouze sběry z ostrožny pozdějšího hradu Zvíkova a snad také objekt 10 z Radčic (*Břicháček 1975*; *Michálek et al. 2000*, 278). Ve starším stupni kultury s vypíchanou keramikou (StK II–III) se zdá být region neosídlen. Další aktivity neolitických obyvatel jsou doloženy teprve pro následující mladší stupeň StK IV, a to pouze z Radčic (*Zápotocká 2011*, 117). S otazníkem lze na samotný závěr neolitu datovat nálezy z pískoven u Vlkova (*Bumerl – Chvojka – Menšík 2016*).

Tento chronologický přehled však trpí závažným nedostatkem. Nepočítáme-li nálezy z Vlkova a Zvíkova, pak je celá chronologie jihočeského neolitu založena pouze na několika blíže datovaných objektech odkrytých v Žimuticích a Radčicích. Zbylý materiál nelze zařadit na úrovni relativně chronologických stupňů a fází, protože pochází z povrchových sběrů nebo se jedná o ojedinělé nálezy bez kontextu. Absolutní chronologická data dosud zcela chybí.

3. Zkoumané lokality

Terénní odkvy byly v níže uvedených lokalitách provedeny v sezonách 2015 a 2016. Ve své podstatě se jednalo o výzkumy záchranné, neboť ve všech případech bylo zaznamenáno silné narušení archeologických situací hlubokou orbou. Horní partie zahluobených objektů se dostávaly na povrch, čímž docházelo, a zřejmě každoročně stále dochází, k citelné redukci informací. Na druhou stranu je možné právě díky těmto naorávkám identifikovat alespoň z části rozsah původního sídelního areálu a artefakty, jež byly vytrženy z původního kontextu, sbírat.

V první řadě byly v každé z lokalit provedeny, většinou opakovaně, povrchové sběry a evidence narušených míst. Následně byly vytipovány objekty vhodné k exkavaci. Jejich přesná poloha a mocnost výplně byly ověřovány pedologickým vrtákem. Situace byly zkoumány v sektorech 50 × 50 cm po mechanických vrstvách 5 cm. V této pravidelné síti byl detailně zaznamenáván výskyt každého nálezu, přičemž štípaná a broušená kamenná



Obr. 1. Dehtáře. Výsledek povrchových sběrů z roku 2016 a umístění sondy 1/16.

Fig. 1. Dehtáře. Result of surface surveys from 2016 and the location of trench 1/16.

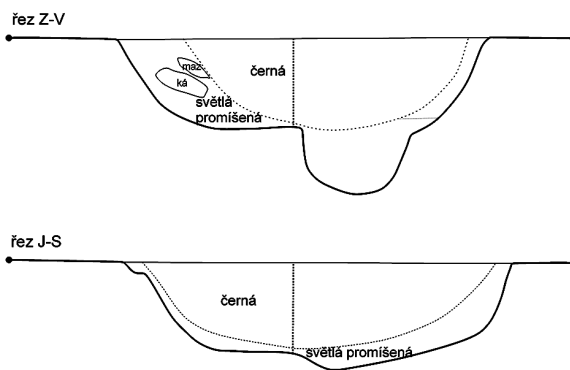
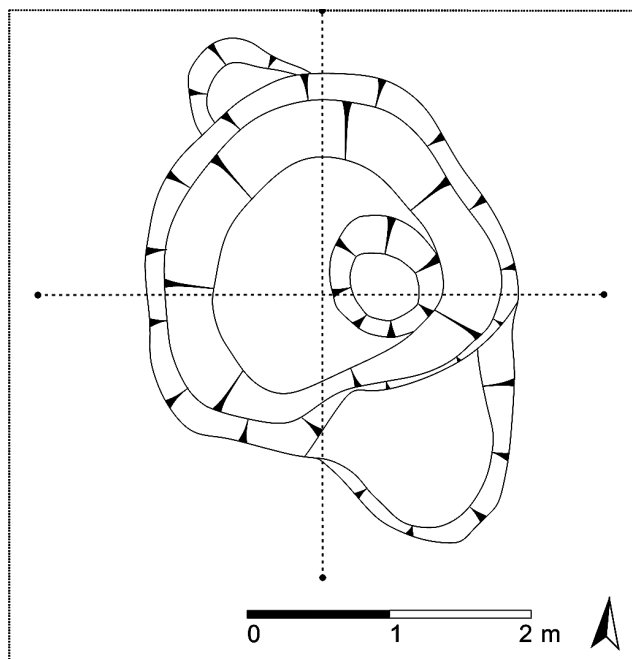
industrie zůstala neumyta za účelem provedení přírodovědných analýz. Veškerá výplň objektů byla odebírána pro analýzy, jejichž vyhodnocení bude předmětem dalšího výzkumu.

Dehtáře (okr. České Budějovice)

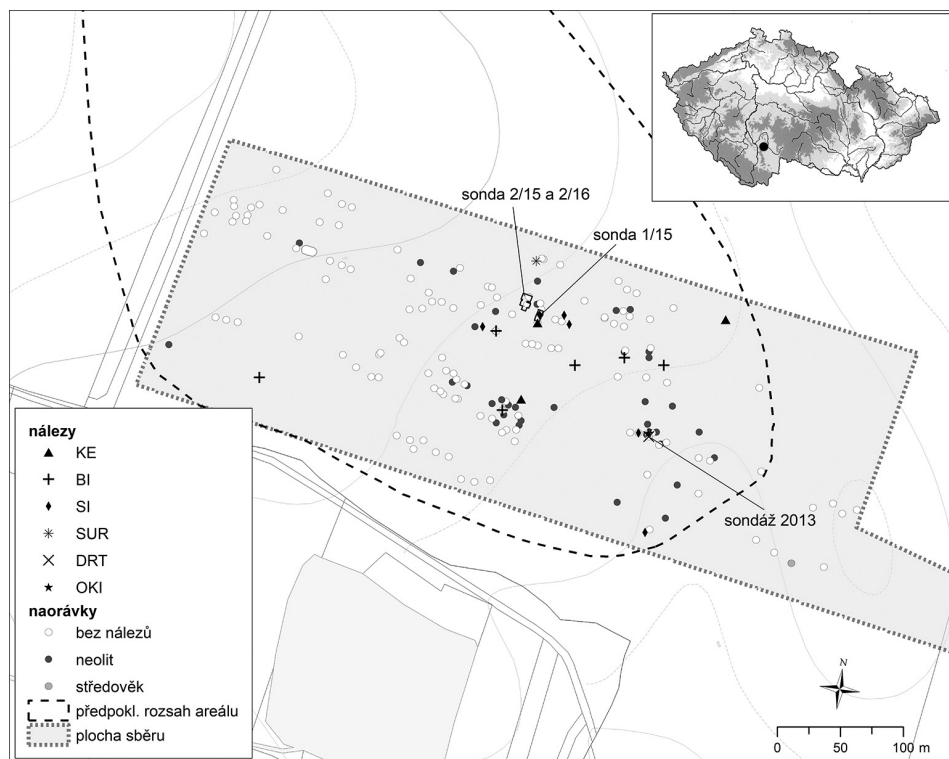
Naleziště při západním okraji Českobudějovické pánve v povodí Dehtářského potoka bylo identifikováno V. Hrochem na konci 70. let 20. století a následně ověřeno A. Benešem a I. Pavlů (hlášení č.j. 1666/79 v archivu ARÚ AV ČR, Praha; *Beneš 1979*). Sídelní areál je situován severozápadně od osady Dehtáře v trati Šestiny. Jedná se o mírné návrší, které se svažuje jižním směrem. Nadmořská výška se pohybuje přibližně v rozmezí 415 až 420 m. Na nalezišti proběhlo několik evidovaných (mimo výše zmíněných *Břicháček – Braun 1985* a sběry J. Caletky; *Beneš 1987*) i neevidovaných (např. J. Militký, nálezy uloženy ve sbírce Jihočeského muzea) povrchových sběrů, které přinesly drobnější kolekce keramiky a kamenné industrie. Na základě jejich rozboru byl sídelní areál datován do mladšího stupně LnK. Mimo neolitické byla zastoupena i keramika mladší doby bronzové a doby železné. V prostoru neolitického naleziště byl mimo leteckého snímkování plánován též odkryv vybraných, tehdy naoraných objektů (*Beneš 1979, 92*), který se ale neuskutečnil. V současné době je západní část naleziště využívána jako pastvina, východní je využívána jako pole.

V březnu 2016 byl autory ve východní části naleziště proveden povrchový průzkum a sběr, během něhož bylo zjištěno naorání přibližně dvou desítek archeologických objektů s tmavou či promíšenou

Obr. 2. Dehtáře. Sonda 1/16
(kresby na obr. 2, 8 a 9 M. Pták).
Fig. 2. Dehtáře. Trench 1/16.

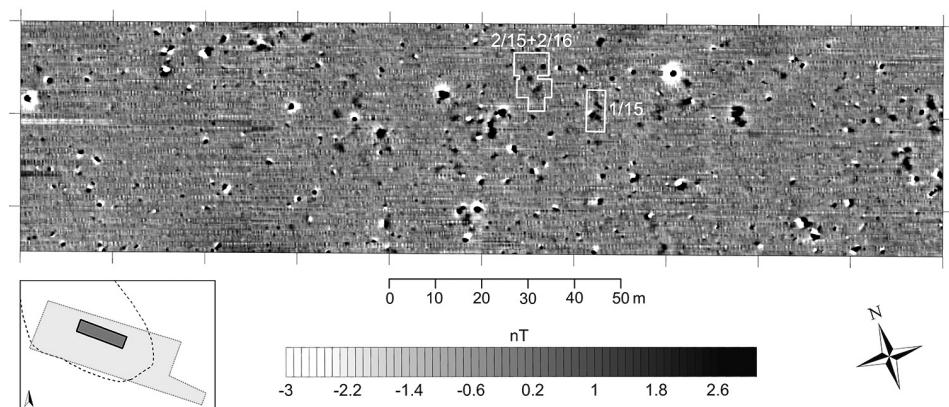


„mastnou“ výplní. Základní vyhodnocení keramiky z povrchových sběrů v prostoru naoraných archeologických situací potvrdilo dřívější zjištění, že se jedná o lokalitu polykulturní – zjištěny byly i objekty mladší doby bronzové. Celková plocha sídliště je na základě starších hlášení i nových poznatků odhadována na 7 hektarů, včetně dnes zatravněné části (*obr. 1*). Na několika naoraných neolitických objektech byla provedena zkouška spirálovitým pedologickým vrtákem, která přinesla informace o jejich rozsahu a mocnosti. Zjištěny byly jak rozsáhlé a poměrně hluboké (zahlobení do podloží bylo evidováno do 60 cm) objekty s opatrností interpretovatelné jako hliníky s přibližnou osou S–J, tak drobné blíže neurčené objekty. V prostoru jedné z těchto menších naorávek byla následně provedena drobná sondáž. Položena byla sonda o konečných rozměrech 230 × 220 cm, ve které byl po sejmutí ornice (ca 25 cm) zjištěn oválný objekt o přibližných rozměrech 130 × 140 cm s mělkým výběžkem na jihovýchodní straně. Maximální dochovaná hloubka objektu činila přibližně 55 cm (*obr. 2*).



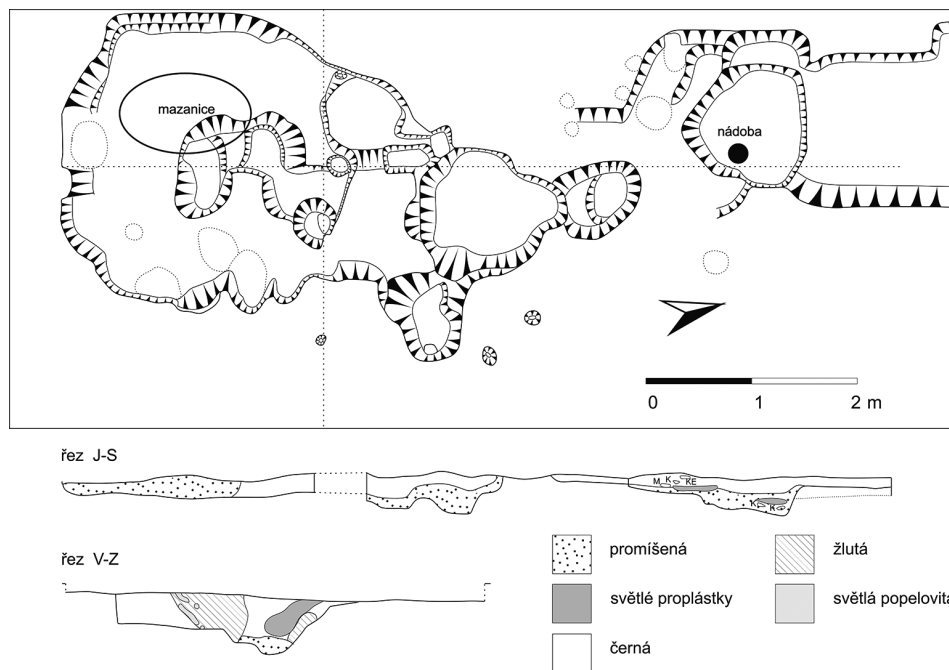
Obr. 3. Mažice. Výsledek povrchových sběrů z let 2013–2014, umístění zjišťovací sondy z roku 2013 a sond z let 2015–2016.

Fig. 3. Mažice. Result of surface surveys from 2013–2014 and the location of a trench from 2013 and trenches from 2015–2016.



Obr. 4. Mažice. Výsledek magnetometrického měření s vyznačením ploch sondáží v letech 2015 a 2016. Sledovaná plocha 1 ha (Křivánek 2016).

Fig. 4. Mažice. Result of a magnetometric measurement showing trenching location in 2015 and 2016 (measured by Křivánek 2016; studied area: 1 ha).



Obr. 5. Mažice. Sonda 1/15 (kresba J. Bumerl).
Fig. 5. Mažice. Trench 1/15.

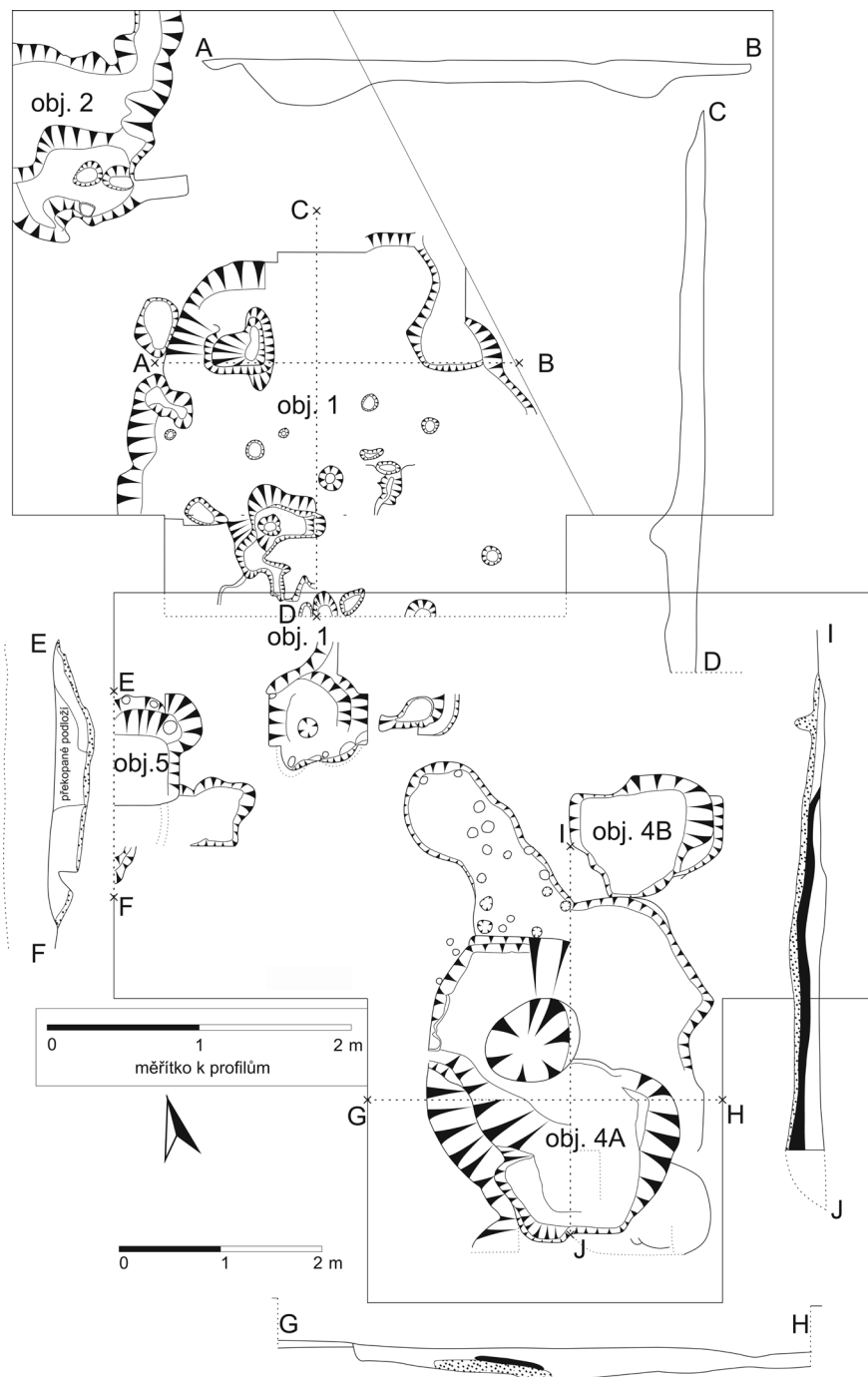
Mažice (okr. Tábor)

Lokalita byla objevena v roce 2013 v. Prokopem. Podnětem pro průzkum byly starší ojedinělé nálezy kamenných nástrojů v okolí, kde se ale dosud nedařilo podložit existencí sídelního areálu (Beneš 1976, 15–16). Naleziště se nachází v jižní části katastru obce Mažice v trati U Kříže. Situováno je na mírném až nepatrném jihovýchodním svahu při soutoku bezejmenné vodoteče a Olešenského potoka, který se po soutoku s Bechyňským potokem vlévá do Lužnice. Průměrná nadm. výška se pohybuje kolem 435 m.

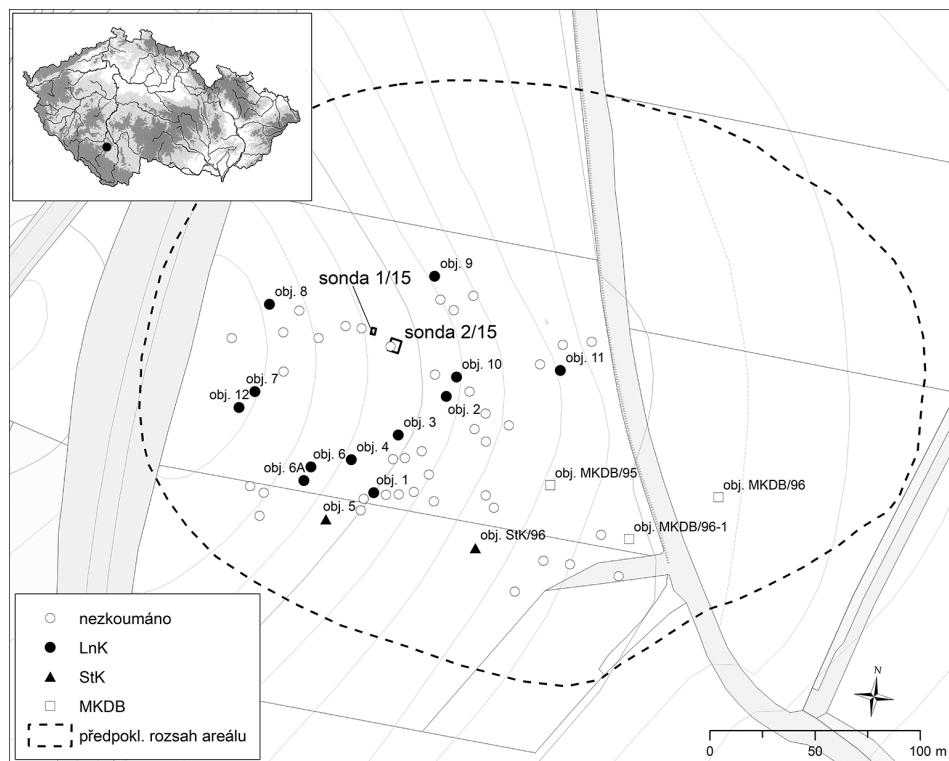
Průzkum lokality byl zahájen povrchovými sběry v roce 2013, které přinesly keramiku s lineární výzdobou a několik kusů štípané industrie. Na ně navázala drobná zjišťovací sondáž (sonda 1/2013) v místě jedné z naorávek v jihovýchodní části areálu. Mezi vyzvednutými zlomky keramiky se ale neobjevil žádný kus s jistotou zařaditelný do neolitu. Povrchové sběry v následující sezoně přinesly v jižní části plochy nález celého kopytovitého klínu. Dále byl získán menší soubor neolitické keramiky včetně zdobených zlomků. Díky detailnímu zaměřením všech nálezů (obr. 3) bylo zjištěno, že v jihovýchodní části, kde byla položena zjišťovací sonda 1/2013, se neolitická komponenta překrývá se sídelním areálem vrcholného středověku.

Na počátku výzkumné sezony 2015 bylo v lokalitě provedeno magnetometrické měření (Křivánek 2016; v tisku). Zvolen byl transekt o rozměrech 50 × 200 m v severní části naleziště.¹ Výsledné měření indikuje řadu spíše malých izometrických anomálií víceméně rovnoměrně distribuovaných v celém rozsahu zkoumané plochy (obr. 4). Tvar a rozmístění anomálií při východním okraji měřené plochy by mohly indikovat stavební jámy doplňující půdorysy neolitických dlouhých domů. Naopak ve středu se zřejmě negativně podepsala destrukce podorničí orbou a melioracemi.

¹ V jižní části plochy, která také poskytla vyšší koncentrace naorávek i artefaktů, nemohl být magnetometrický průzkum proveden kvůli dálkovému plynovodu.



Obr. 6. Mažice. Sondy 2/15 a 2/16 (kresba J. Bumerl).
 Fig. 6. Mažice. Trenches 2/15 and 2/16.



Obr. 7. Radčice. Poloha sond z roku 2015 a orbou narušené a zkoumané objekty z let 1995–1996 (podle Michálek *et al.* 2000, doplněno).

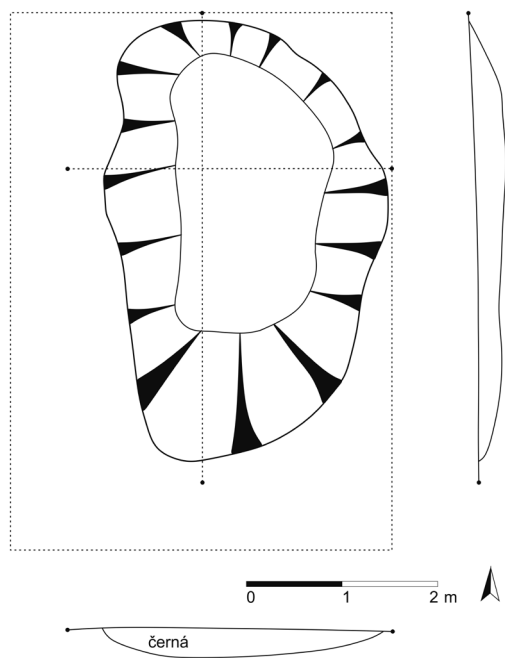
Fig. 7. Radčice. Location of trenches from 2015 and features disturbed by ploughing and investigated in 1995–1996 (after Michálek *et al.* 2000, supplemented).

Pomocí pedologického vrtáku jsme k exkavaci vytipovali skupinu anomálií ve středu měřené plochy a položili zde sondy 1/15 (rozměry 4 × 9 m) a 2/15 (rozměry 7,5 × 6 m). Po začátek celé plochy této sondy se zřetelně jeví obrysy zahloubeného objektu (označen jako obj. 3) podélného tvaru o rozměrech přibližně 3 × 8,5 m. Tvar a orientace objektu nevylučuje, že se mohlo jednat o tzv. stavební jámu dlouhého domu (*obr.* 5). Od úrovně ca -20 cm byla v jižní části objektu zachycena mazanícová krusta o rozměrech přibližně 1,5 × 1 m. V severozápadní části objektu se nacházela v úplnosti dochovaná nádoba s pupky.

Situace v sondě 2/15 byla méně přehledná. Střed v minulosti protnul vkop pro melioraci a část východně od ní byla silně narušena hlubokou orbou. Přesto byly odkryty dva mělké objekty a několik kúlových jamek (*obr.* 6). Objekt 2 v severozápadním rohu sondy nebyl prozkoumán celý, neboť jeho větší část se pravděpodobně nachází za hranicí sondy 2. Ve snaze odkrýt alespoň objekt 1 v plném rozsahu a zjistit, zda kúlové jamky netvoří pravidelnou strukturu, bylo v následující sezoně 2016 navázáno od jihu dalším odkryvem (sonda 2/16). Tím se celková plocha sondy 2 zvýšila na 80,7 m².

Radčice (okr. Strakonice)

Lokalita byla objevena již v roce 1995 během archeologického dozoru při stavbě obchvatu města Vodňany. Nachází se v trati U Silnice při úpatí Radčického vrchu (466 m n. m.) na mírném a převážně

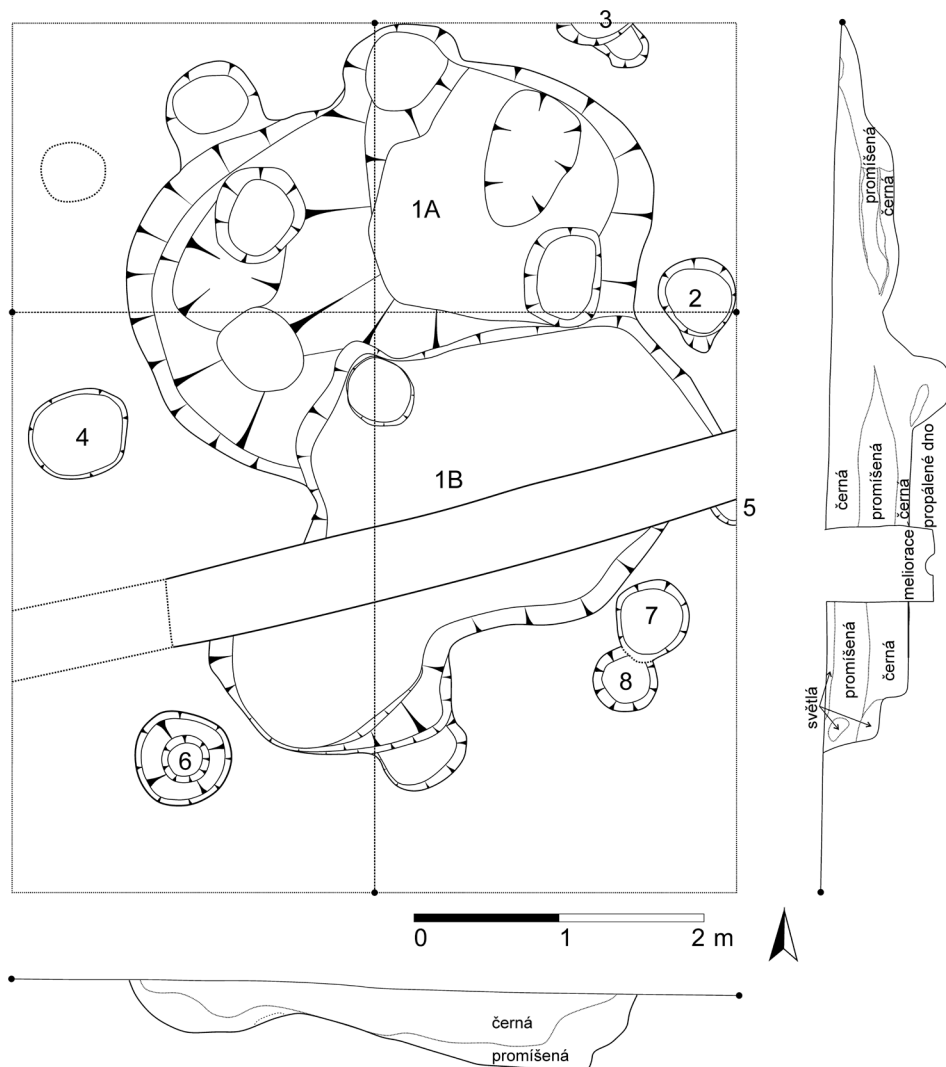


Obr. 8. Radčice. Sonda 1/15.
Fig. 8. Radčice. Trench 1/15.

východně orientovaném svahu. Terén se směrem na východ dále svažuje až k nivě řeky Blanice, která v současnosti protéká přibližně 700 m východně od naleziště. Průměrná nadmořská výška činí 410 m při převýšení kolem 30 m nad současnou úroveň nivy Blanice. V roce 1996 bylo v omezené míře přistoupeno k odkryvu zahloubených objektů indikovaných naoranými výplněmi. Alespoň částečně bylo zkoumáno 12 objektů s lineární a 2 s vypíchanou keramikou, z nichž pozornost zasluhuje soujámí StK/96 obsahující pravděpodobně žárový pohřeb. Datačně spadají zkoumané kontexty do mladšího a s otazníkem také do pozdního stupně LnK a mladšího stupně StK (Michálek et al. 2000). Během následujících let byla opakovanými sběry (především J. Michálek a J. Boušek) kolekce nálezů rozšířena. Na nalezišti byly registrovány i nálezy mohylové kultury doby bronzové (dále MKDB), které se kumulovaly především východně a jihovýchodně od neolitických objektů (obr. 7).

V březnu 2015 jsme v lokalitě zjistili narušení řady objektů či vrstev orbou. V předem vytipovaném prostoru dvou naorávek, které od sebe byly vzdáleny přibližně 8 m, byly následně položeny dvě sondy. V západněji položené sondě S1 o konečných rozměrech 200 × 280 cm byl po sejmutí ornice mocnosti až 35 cm zjištěn mělký objekt oválného tvaru o osách ca 150 a 250 cm (obr. 8).

V sondě S2 o konečných rozměrech 500 × 600 cm byla odhalena složitější situace. Zachycen byl objekt (obj. 1) s rozměry přibližně 350 × 500 cm, kolem něj minimálně 8 sloupových jam s průměry ca 40 až 70 cm a maximální dochovanou hloubkou 35 cm (obr. 9). Část situace byla v minulosti narušena meliorací. Samotný objekt 1 prošel zřejmě složitějším vývojem. Během exkavace bylo možné pracovně rozeznat dvě části: severní (označená jako 1A) měla charakter mělkých jámy s dochovanou hloubkou přibližně do 45 cm, zvlněným dnem a mísovitými okraji. Jižní část (označená jako 1B) byla hlubší s dochovanou hloubkou přibližně do 55 cm, kolmějšími stěnami a rovným dnem, jež bylo v celé své ploše dočervena propálením. Obecně lze konstatovat, že pod stratigraficky nejmladšími, téměř odoranými, světlejšími plochami byla mocná tmavá hlinitořflovitá vrstva, která v severní části (1A) nasedala na složitější sled různě promíšených světlejších vrstev a v jižní části (1B) na mocnější světlou či promíšenou jílovitou vrstvu. V zahloubenině, která byla situovaná v centrální části objektu 1, se podařilo nalézt zcela zachovalou miniaturní nádobku, jež zde mohla být intencionálně uložena.



Obr. 9. Radčice. Sonda 2/15.

Fig. 9. Radčice. Trench 2/15.

4. Výsledky

Přehled o celkovém množství nálezů získaných během nových výzkumů podává *tabulka 1*. Největší část tvoří tradičně zlomky keramických nádob (Ke), naopak nálezy štípané (ŠI) i broušené kamenné industrie (BI) považujeme v porovnání se staršími výzkumy v regionu za početně chudé. Evidovány byly také nálezy ostatní kamenné industrie (OKI) – drtelid, brouseků ale také přepálených kamenů bez viditelného opracování. Předměty z pálené hlíny mimo zlomky nádob zastupuje mazanice (Maz) povětšinou amorfních tvarů bez otisků.

Lokalita	Sonda	Obj.	Typ	Ke ind (ks)	Ke zlom (ks)	Šl (ks)	BI (ks)	OKI (ks)	Maz (g)	Hli (ks)	Ko (ks)
Dehtáře	1/16	1	jáma	59	128	1	1	3	391	–	2
Mažice	2/15	1	jáma	32	79	–	–	2	85	–	1
Mažice	2/15	2	jáma	1	1	–	–	–	–	–	–
Mažice	1/15	3	stavební jáma?	574	897	17	15	43	5114	–	26
Mažice	2/16	4A	jáma	163	418	–	–	11	2140	1	5
Mažice	2/16	4B	jáma	4	5	–	–	–	27	–	–
Mažice	2/16	5	?	1	1	1	–	–	–	–	–
Radčice	2/15	1	soujámí	157	222	11	3	10	9173	1	5
Radčice	2/15	4	KJ	3	4	–	–	–	28	–	–
Radčice	2/15	5	KJ	2	2	–	–	–	31	–	–
Radčice	1/15	9	jáma	15	19	1	–	–	74	–	–
Celkem				1011	1775	31	19	69	17063	2	39

Tab. 1. Nálezové soubory ve zkoumaných objektech.

Tab. 1. Find assemblages in investigated features.

Zaznamenány byly také dva artefakty (?) z pálené hlíny a se stopami intencionálního tvarování (Hli), avšak neznámého účelu. Zcela marginálně byly zastoupeny nálezy kostí (Ko). V kyselém půdním prostředí, pro jižní Čechy typickém, se osteologický materiál dochoval jen výjimečně.

Keramický materiál a relativní chronologie

Keramický materiál byl analyzován za využití deskripčních systémů české lineární (*Květina – Pavlů 2007; Pavlů 1977; Pavlů – Zápotocká 1978; Soudský 1967*) a vypíchané keramiky (*Zápotocká 1978; 1998*). Stupeň afiliace zlomků ke keramickým jedincům byl popsán pomocí mírně uzpůsobené metodiky *C. Bollonga (1994)*. Analyzovaný soubor čítal celkem 1011 jedinců (Ke ind) sestávajících z celkového počtu 1775 fragmentů (Ke zlom), nutno však podotknout, že u 17,5 % zlomků nebylo možné kvůli špatnému stavu dochování určit jejich případnou afiliaci k ostatním zlomkům (kategorie 6 podle *Bollong 1994*, tab. 1).

Mezi jednotlivými soubory byly shledány kvalitativní i kvantitativní rozdíly (*obr. 11–18*). Málo početný soubor z radčického objektu 9 sestával převážně z více abradovaných střepů menší velikosti (většinou průměr do 8 cm). Také objekt 1 z Dehtářů obsahoval keramiku, jejíž původní úpravu povrchu bylo možné určit jen u 53 % jedinců a pouze 13 % fragmentů se dalo klasifikovat jako ostrohranné. Na opačném konci spektra co do kvality stojí soujámí 1 z Radčic s vysokým podílem jemné (68 %) a zdobené (40 %) keramiky. Původní povrch keramických zlomků z tohoto soujámí byl identifikovatelný v 71 % případů, objevily se mimo jiné stopy leštění a impregnace smolnou hmotou. Nejvyšší absolutní počet jedinců s detailně určeným stylem výzdoby však poskytl objekt 3 z Mažic (82 ks).

Obecně lze hodnotit jihočeský keramický materiál (ve shodě s předešlými pracemi) jako hrubší ve smyslu složení keramické hmoty. To se týká i jemného zboží, i v této skupině byla značná část jedinců vyrobena z hrubších až písčitých hmot. Častou příměs v hrubé i jemné keramice tvořila slída (37 %) obsažená často ve vysokých koncentracích. Dále se objevila také drcená keramika (7 %). Analyzovaný materiál zcela postrádá stopy grafitu

jak v keramické hmotě, tak na povrchu nádob. Z měřítek běžných keramických souborů se vymyká poměrně častý výskyt malých až miniaturních nádobek, který byl zaznamenán ve všech třech lokalitách. Vesměs se jednalo o drobné bombovité tvary dosahující výšky kolem 5 cm a průměru okraje v rozmezí od 5 do 7 cm (*obr. 12: MA 22; 14: MA 329; 17: RA 48, RA 49, RA 54; 18: RA 104, RA 106*).

Chronologie výše popsaných souborů je založena na analýze lineárního (LO) či vypíchaného ornamentu (VO) keramiky, především na kategorii stylu, jež se jeví jako nejvíce časově proměnlivá a citlivá (*Květina – Končelová 2001*). Výpovědní hodnotu má také spektrum keramických tvarů v souboru. Přestože lineární keramika dosahuje vysokého podílu zdobených nádob, počet keramických jedinců s přesně určeným stylem výzdoby nebývá často pro spolehlivou analýzu dostačující. Zvláště u malých zlomků bývá nemožné určit techniku výzdoby a z ní vycházející stylovou skupinu. Z těchto důvodů musel být z analýzy vyřazen soubor z Dehtářů (8 jedinců LO, avšak pouze 5 se spolehlivým určením), radčický objekt 9 (4 jedinci LO, 3 spolehlivě určené) a všechny objekty ze sondy 2 v Mažicích (max. 9 spolehlivých určení v obj. 4A, ale 6 z nich patří obecné kategorii epsilon 0).

V rámci chronologické analýzy tedy můžeme pracovat jen s objektem 3 z Mažic a objektem 1 z Radčic. V případě posledně jmenovaného se jedná o soujámí tvořené dvěma zahloubeninami (viz výše). Přestože bylo identifikováno několik keramických jedinců, jež sestávaly ze zlomků pocházejících současně z obou částí, můžeme vzhledem k vzájemnému porušování očekávat odlišnou chronologii těchto kontextů. Naštěstí detailní způsob exkavace dovolil nálezy oddělit (1A: severní část; 1B: jižní část), i když ne beze zbytku, neboť hranice objektů byla zvláště v horních partiích neostrá. Kvůli potenciálním chybám zůstala keramika z této hraniční zóny mimo analýzu (32 jedinců celkem, 3 jedinci s určeným stylem LO, 5 jedinců VO).

Jako referenční budou použity již datované soubory z jihočeského regionu: silo 1/69 a stavební komplexy 3/70 a 28/71 z Žimutic zařazené do fází LnK IId a IIIB, dále pak objekt 6A odkrytý v roce 1996 v Radčicích synchronizovaný s fází LnK IId. Zařazen byl též soubor z objektu 10 z téže lokality (*tab. 2*). Přestože ten poskytl pouze malé množství zdobených jedinců a v předešlé chronologické analýze byl vynechán (*Michálek et al. 2000, 278–279*), jeví se z hlediska datace nových souborů jako důležitý.

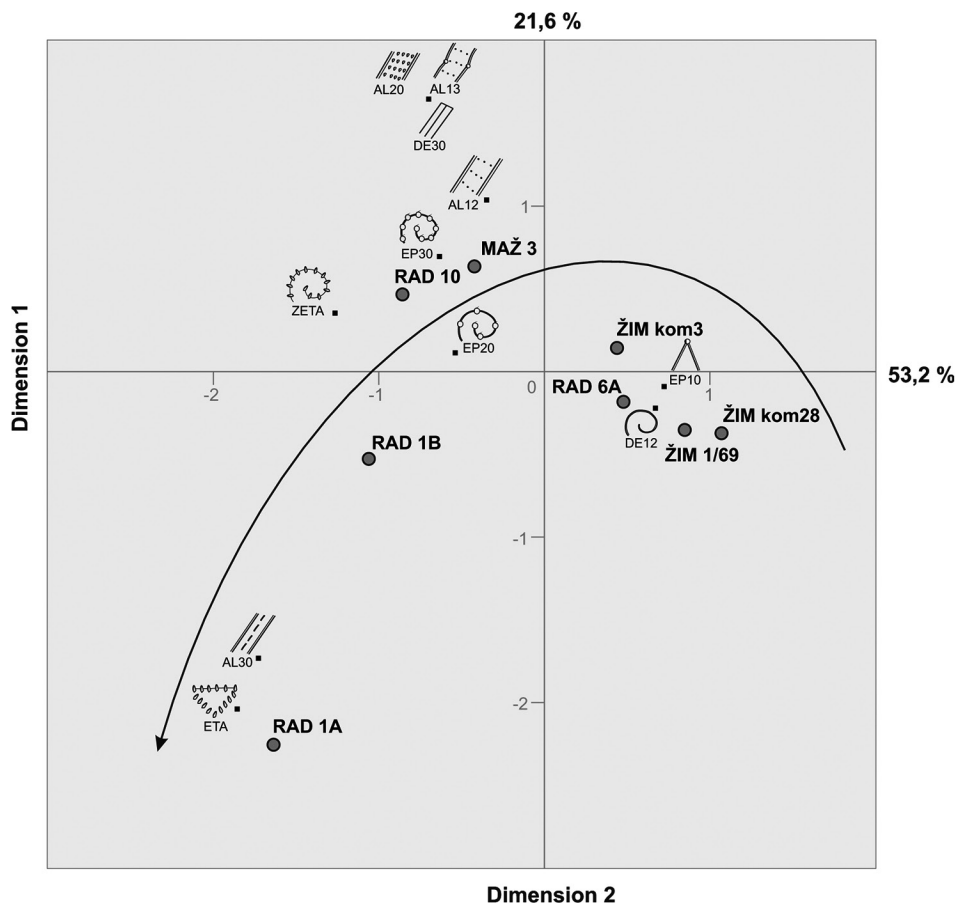
Vztahy mezi soubory byly sledovány pomocí korespondenční analýzy. Nejprve však bylo nutné provést nezbytnou filtraci vstupních dat. Vynechání byli jedinci s kategorií výzdoby epsilon 0, tedy blíže neurčenou notovou linkou. Jedná se o nadmnožinu, v níž se mohou nacházet v závislosti na velikosti zlomku a jeho určitelnosti přinejmenším dva styly (epsilon 10 a 20). Do analýzy nevstoupil také (patrně intruzivní) jedinec zdobený vpichy z kontextu Radčice 1A. Jeho ojedinělá přítomnost snižovala procento vysvětlené variability a rozdíly mezi ostatními soubory, v nichž vypíchaný dekor nebyl přítomný. Chronologický gradient je ve výsledném ordinačním prostoru zřetelně udáván styly postupně se zahušťující notové výzdoby, zatímco páska a jednoduchá linie jsou spíše podružné (*obr. 10*).

Referenční soubory období LnK IId a IIIB jsou umístěny na počátku předpokládaného vývoje a tvoří jasně vydělenou skupinu vázanou na řídkou notovou linku (epsilon 10) a prostou linii (delta 12). Vnitřní uspořádání tohoto clusteru však neodpovídá dosavadnímu datování, které předpokládalo pozici souboru Radčice 6A na začátku jihočeské chronologické sekvence, tedy ve fázi LnK IId (*Michálek et al. 2000, 279, obr. 12*). Vliv mohlo mít vynechání indifferenční skupiny epsilon 0.

		Dehtáře		Mažice		Radčice 2015			Radčice 1996		Žimutice I		
		1	1	3	4A	1A	1B	9	6A	10	sil 1/69	kom 3/70	kom 28/71
	Fragm	128	79	897	418	44	114	19	200	178	267	491	683
	Indv	59	32	574	163	39	86	15	80	44	131	155	222
Ornament	LO	8	5	119	26	14	30	4	24	13	11	36	41
	VO	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–
	TO	1	–	20	2	–	1	1	5	–	4	3	20
	PO	–	1	1	–	–	2	–	–	1	5	2	0
	NO	50	26	434	135	24	53	10	51	30	111	114	161
Druh	jemná	34	16	369	125	28	57	9	50	26	43	66	97
	hrubá	25	16	205	38	11	29	6	30	18	88	89	125
Část	celá	1	–	3	–	–	2	–	2	–	1	–	4
	okraj	11	2	45	25	6	23	1	31	13	25	32	39
	dno	11	3	31	14	1	6	2	2	1	7	4	9
	stěna	47	28	425	146	36	64	11	45	30	98	119	170
	pupek	2	1	21	3	–	2	1	2	–	5	3	14
	ucho	–	–	1	–	–	–	–	4	1	1	–	3
Tvar	misky	2	–	18	2	1	2	–	?	?	5	9	9
	bomby	2	1	21	4	2	9	–	?	?	18	20	29
	lahve	–	–	1	–	–	–	–	?	?	2	3	4
	hruškovité bomby	–	–	–	–	1	2	–	?	?	–	–	–
Styl LO	AL 12	–	–	3	–	–	–	–	–	1	–	–	1
	AL 13	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	AL 20	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	AL 30	–	–	1	–	1	2	–	–	–	–	–	–
	BETA	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	GAMA	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	DEL 12	–	1	12	1	1	2	1	12	1	4	8	20
	DE 30	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	EP 0	4	1	35	6	5	5	1	2	1	–	11	13
	EP 10	–	–	3	–	–	1	–	3	1	2	8	7
	EP 20	–	–	10	1	1	6	–	6	3	1	3	0
	EP 30	1	1	12	1	1	2	1	1	4	–	5	–
	THET	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	ZETA	–	–	2	–	–	2	–	–	1	–	–	–
ETA	–	–	1	–	2	1	–	–	1	–	–	–	
neurč	3	2	37	17	3	9	1	–	–	4	1	–	
Styl VO	malý stř. dvojpích	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–

Tab. 2. Soubory se zdobenou keramikou ze zkoumaných objektů a referenční soubory pro chronologickou analýzu (podle Michálek et al. 2000; Pavlů 2001).

Tab. 2. Assemblages with decorated pottery from investigated features and reference assemblages for a chronological analysis (after Michálek et al. 2000; Pavlů 2001).



Context	Mass	Score in Dimension		Inertia	Contribution				
		1	2		Of Point to Inertia of Dimension		Of Dimension to Inertia of Point		Total
					1	2	1	2	
MAŽ 3	,290	-,423	,636	,091	,086	,304	,345	,498	,844
RAD 1A	,037	-1,636	-2,255	,153	,164	,488	,392	,475	,867
RAD 1B	,099	-1,061	-,528	,118	,184	,071	,570	,090	,660
RAD 6A	,136	,478	-,183	,046	,051	,012	,407	,038	,445
RAD 10	,074	-,857	,466	,059	,090	,042	,558	,105	,664
ŽIM 1/69	,043	,848	-,353	,023	,051	,014	,836	,092	,928
ŽIM kom3	,148	,439	,143	,057	,047	,008	,302	,020	,322
ŽIM kom28	,173	1,070	-,372	,142	,327	,062	,841	,065	,906
Active Total	1,000			,689	1,000	1,000			

Obr. 10. Korespondenční analýza keramických souborů z Radčic, Mažic a Žimutic. Šipka naznačuje směr chronologického vývoje. Tabulka zobrazuje skóre dosažená jednotlivými soubory.

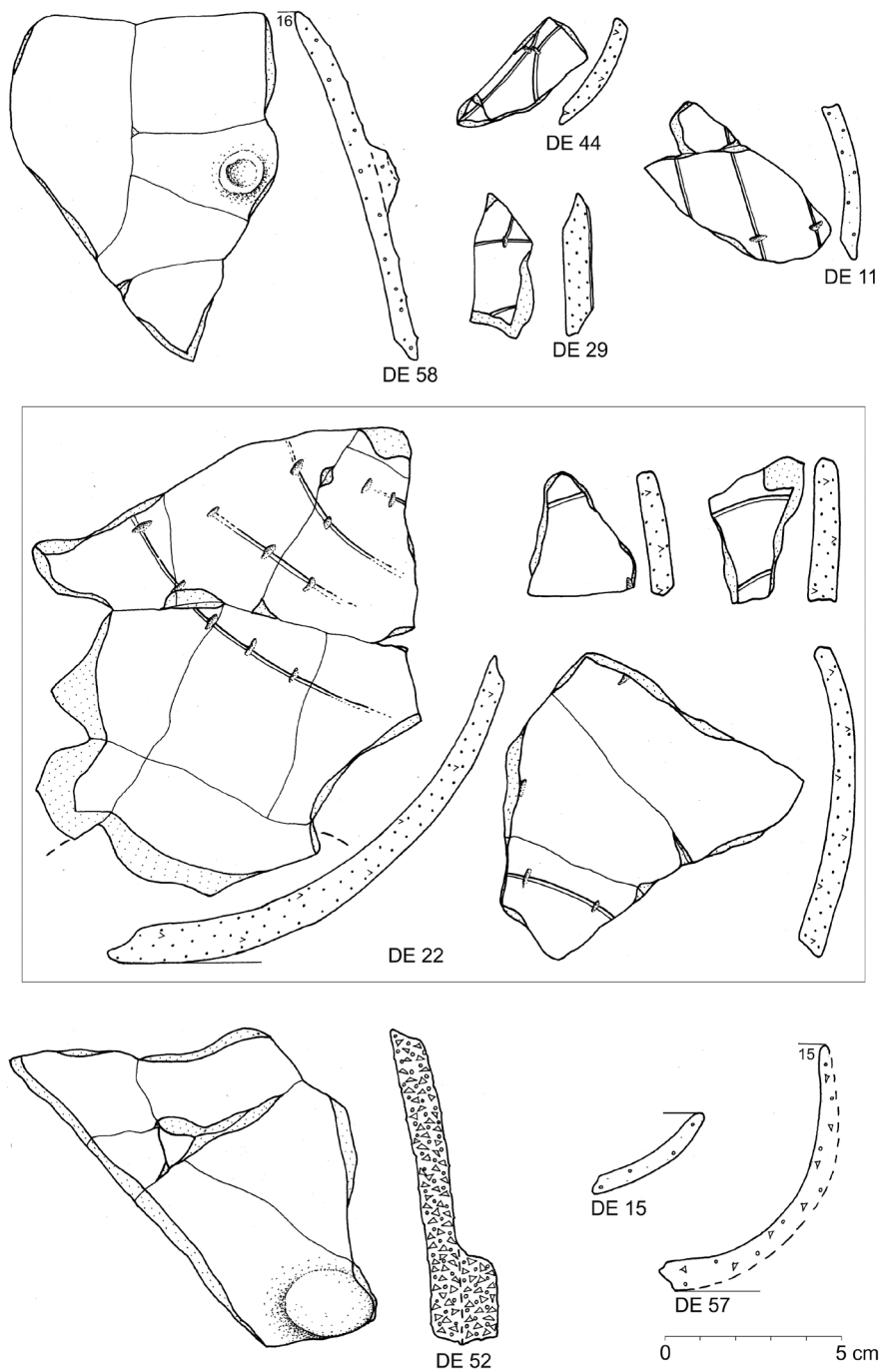
Fig. 10. Correspondence analyses of pottery assemblages from Radčice, Mažice and Žimutice. The arrow indicates the direction of chronological development. The table illustrates the scores of individual assemblages.

Středovou pozici v diagramu zaujímají soubory Mažice 3 a Radčice 10. Referenční radčický objekt, ač početně nevýrazný, obsahoval relativně jasné spektrum technik a keramických tvarů vyskytujících se v závěru vývoje kultury s lineární keramikou, tedy šáreckém stupni (LnK IV). Některé z nich, především hustě řazené noty na linii i bez ní se objevily taktéž v souboru Mažice 3, což odkazuje na shodnou dataci. Hustě řazené noty či přesekávané linie se velmi řídko objevují už od III. stupně, ale nabývají na důležitosti právě v počátcích IV. stupně (*Pavlu 1977*, 43–46; *Rulf 1986*, 245). Chybí zde ovšem typické nádoby s vytaženými okraji. Specifická pozice obou objektů v ordinačním prostoru je do velké míry určována přítomností vyplňovaných pásek, a to i ve starších formách široké pásky s vícefadými rýžkami a vpichy. V případě objektu Radčice 10 byla tato technika použita pouze na vnitřní straně misky (*Michálek et al. 2000*, 278), avšak v Mažicích tvořila hlavní ornament (*obr. 12: MA72; 13: MA63, MA92*). Sledujeme-li analogicky nejbližší soubory ze středních Čech (viz níže), pak některé studie výskyt širokých pásek nevylučují ještě v počátcích šáreckého stupně (*Vencl 1966*, 99–102, *obr. 7, 9, 10, 14*). Jiné rozbory upozorňují na jejich vyznění v závěru stupně LnK III (*Rulf 1986*, 237–238). Vzhledem k velikosti a relativně početnému zastoupení fragmentů s páskou v mažickém objektu se nezdá, že by se jednalo o intruzivní materiál ze starších (dosud nedoložených) fází osídlení. Na základě všech výše uvedených skutečností lze datovat soubor Mažice 3 na přechod mezi mladším a pozdním stupněm lineární keramiky (LnK III/IV).

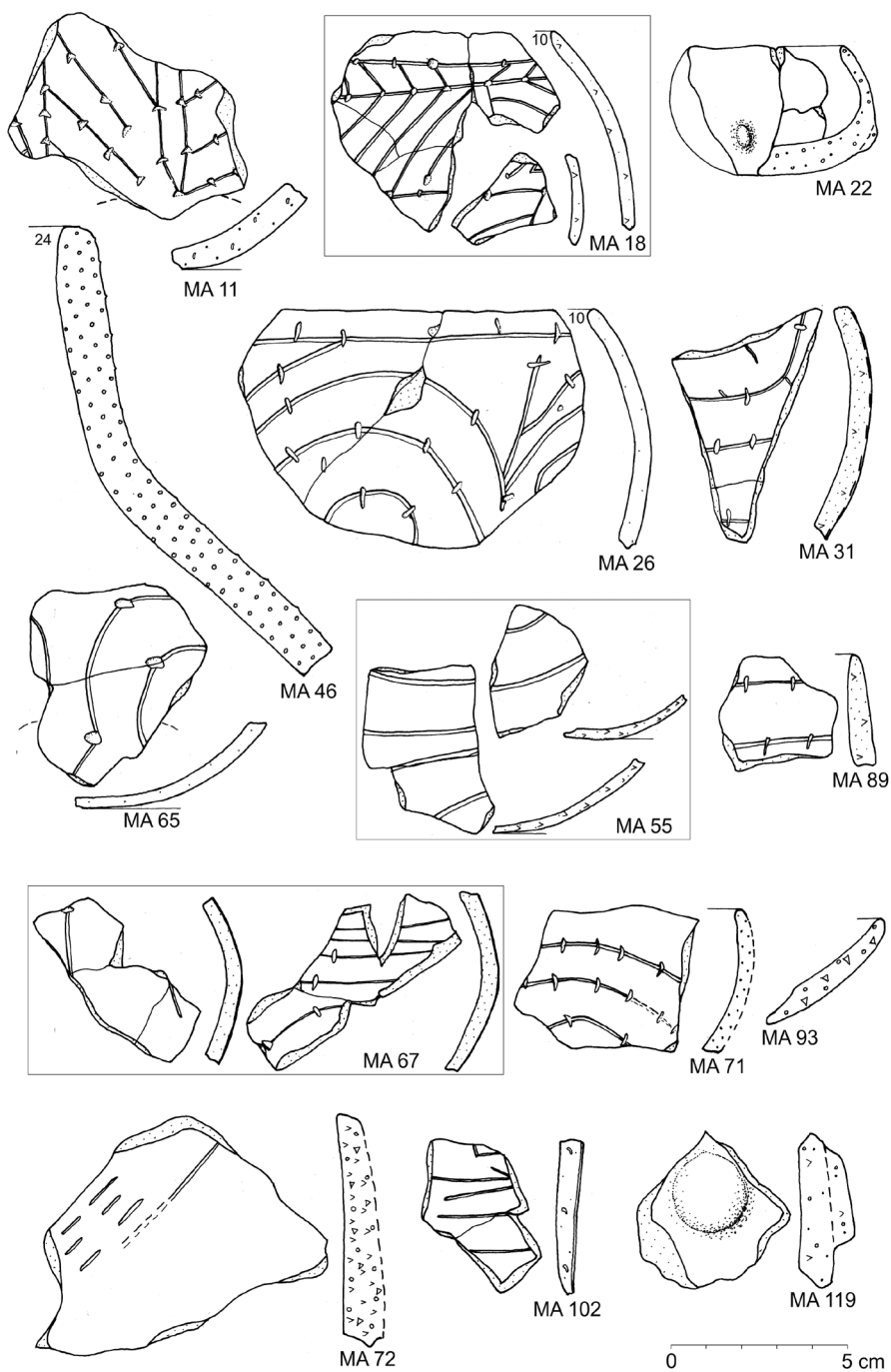
Objekty Radčice 1A a 1B lze hodnotit bezpochyby jako chronologicky nejmladší z analyzovaných souborů, neboť jsou nejsilněji vázány na techniky hustých notových linií (epsilon 30, zeta), úzké vyplňované pásky (alfa 30) a samostatné noty bez předřýsované linie (eta). Nejčastěji se objevily noty mající podobu trojúhelníkovitých vpichů, úzkých důlků, nehtovitých důlků nebo otisků nehtů. Vzdálenost souborů 1A a 1B v ordinačním prostoru můžeme vyložit vyšším zastoupením volněji řazených not (epsilon 10, epsilon 20) v objektu 1B. Přesto můžeme oba kontexty datovat do závěrečného stupně kultury s lineární keramikou (LnK IV). Tuto dataci podporuje mimo jiné výskyt (byť ojedinělý) hruškoovitých a esovitě profilovaných tvarů (*obr 17: RA19*) a smoly na povrchu nádob (*obr 18: RA68*). Ta patrně indikuje výzdobu prováděnou pomocí této hmoty, která se objevuje ve zvýšené míře právě v šáreckém stupni (*Vencl 1966*, 114–119). Přes patrnou nesoučasnost obou částí soujámí 1 naznačenou stratigrafickými vztahy, nebyly mezi keramickými soubory objektů 1A a 1B shledány zásadní rozdíly a oba lze obecně zařadit do stupně LnK IVa. Opíráme se přitom o stále ještě dominantní výskyt bombovitých tvarů nádob. Relativně velká vzdálenost obou kontextů v ordinačním diagramu je dána absencí stylu zeta a naopak vyšším výskytem prvku eta v objektu 1A. To by mohlo indikovat jeho mladší chronologické zařazení, avšak vzhledem k nízkým absolutním počtům takto zdobených jedinců nemůžeme tento ukazatel považovat za signifikantní.

Dle dosud analyzovaných souborů se zdá, že ve starší fázi zdejšího osídlení (LnK II_d–III_b) jasně dominuje notová linka. Deriváty vyplňované pásky jsou marginální. Soubory pozdního stupně LnK mají shodné rysy se západočeskou oblastí šáreckého typu zahrnující v rozčlenění S. Vencla také oblast Plzeňska a středních Čech (*Vencl 1966*, 99–103). Zde se objevuje výzdoba jednotlivými vpichy v krokvicovitém ornamentu, tvarově jsou vpichy rozrůzněné a častý je také vpich s předkreslenou linií. Objevuje se rytá linie doplněná z obou stran o vpichy, která byla zachycena též v Radčicích.² Byly registrovány též

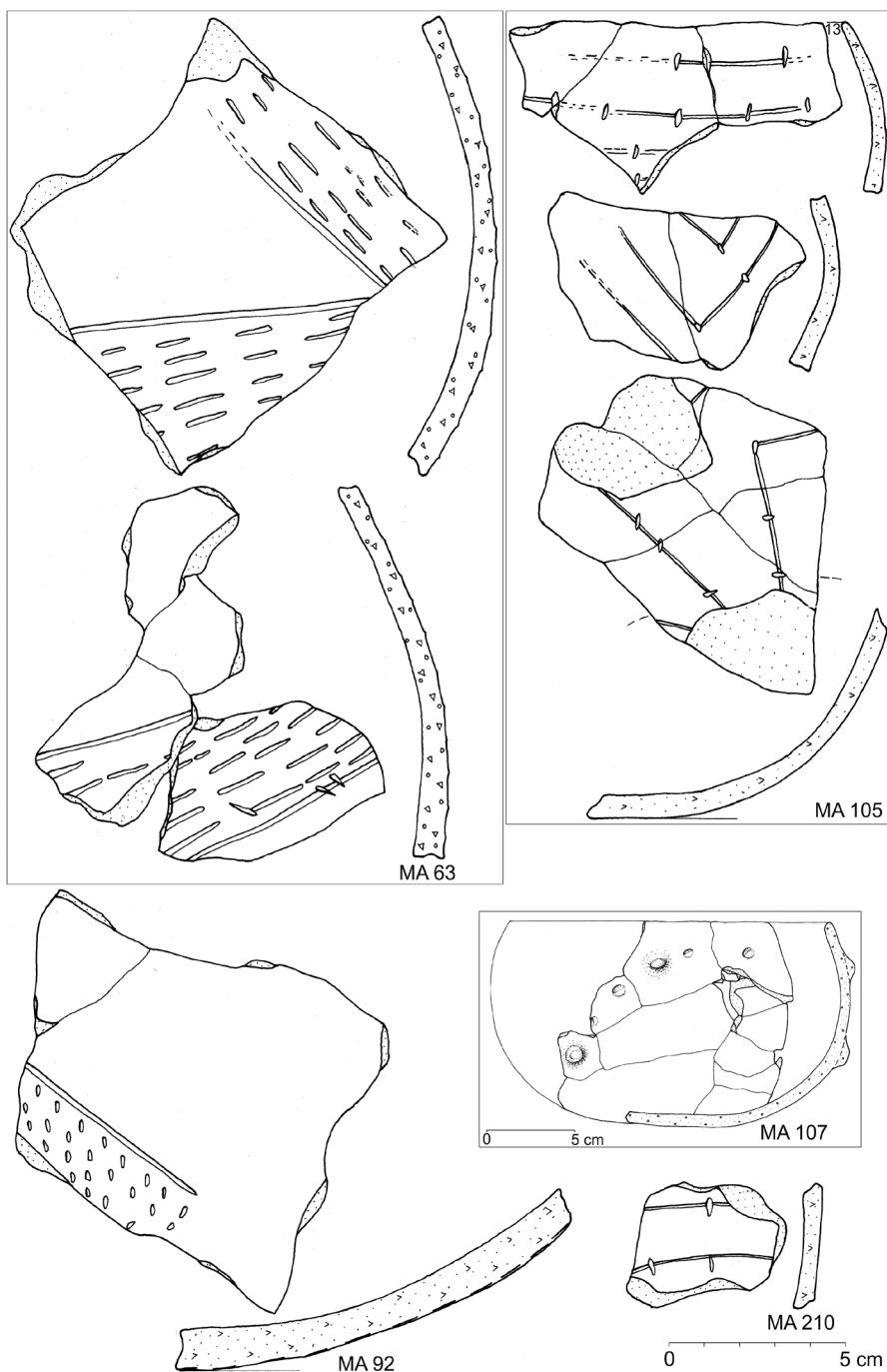
² Jedinec RA 102 z hraniční zóny mezi subobjekty 1A a 1B, nevyobrazeno.



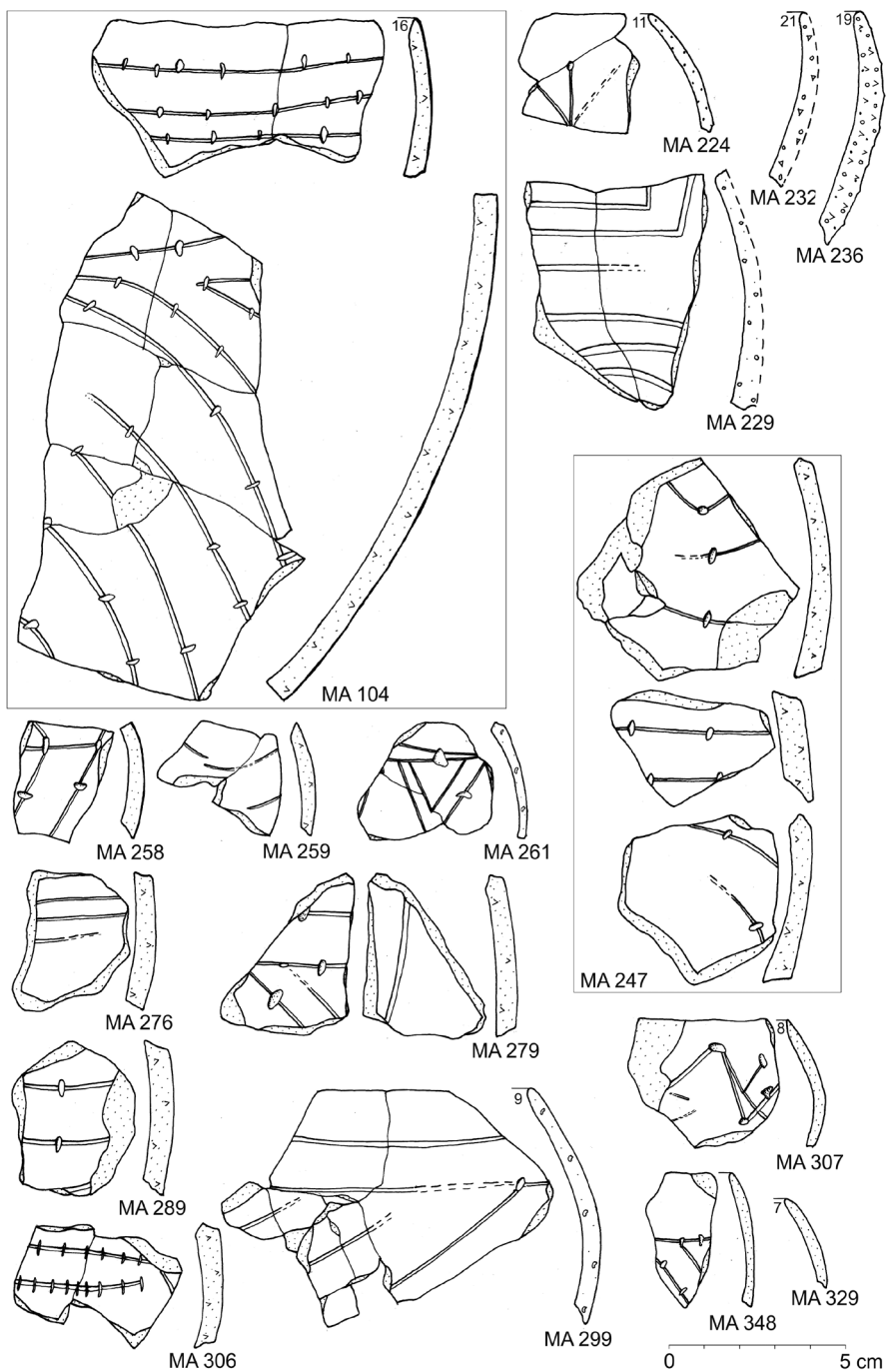
Obr. 11. Dehtáře. Výběr keramiky z obj. 1 (kresby na obr. 11–18 M. Ptáková).
 Fig. 11. Dehtáře. Selection of pottery from feature 1.



Obr. 12. Mažice. Výběr keramiky z obj. 3.
 Fig. 12. Mažice. Selection of pottery from feature 3.

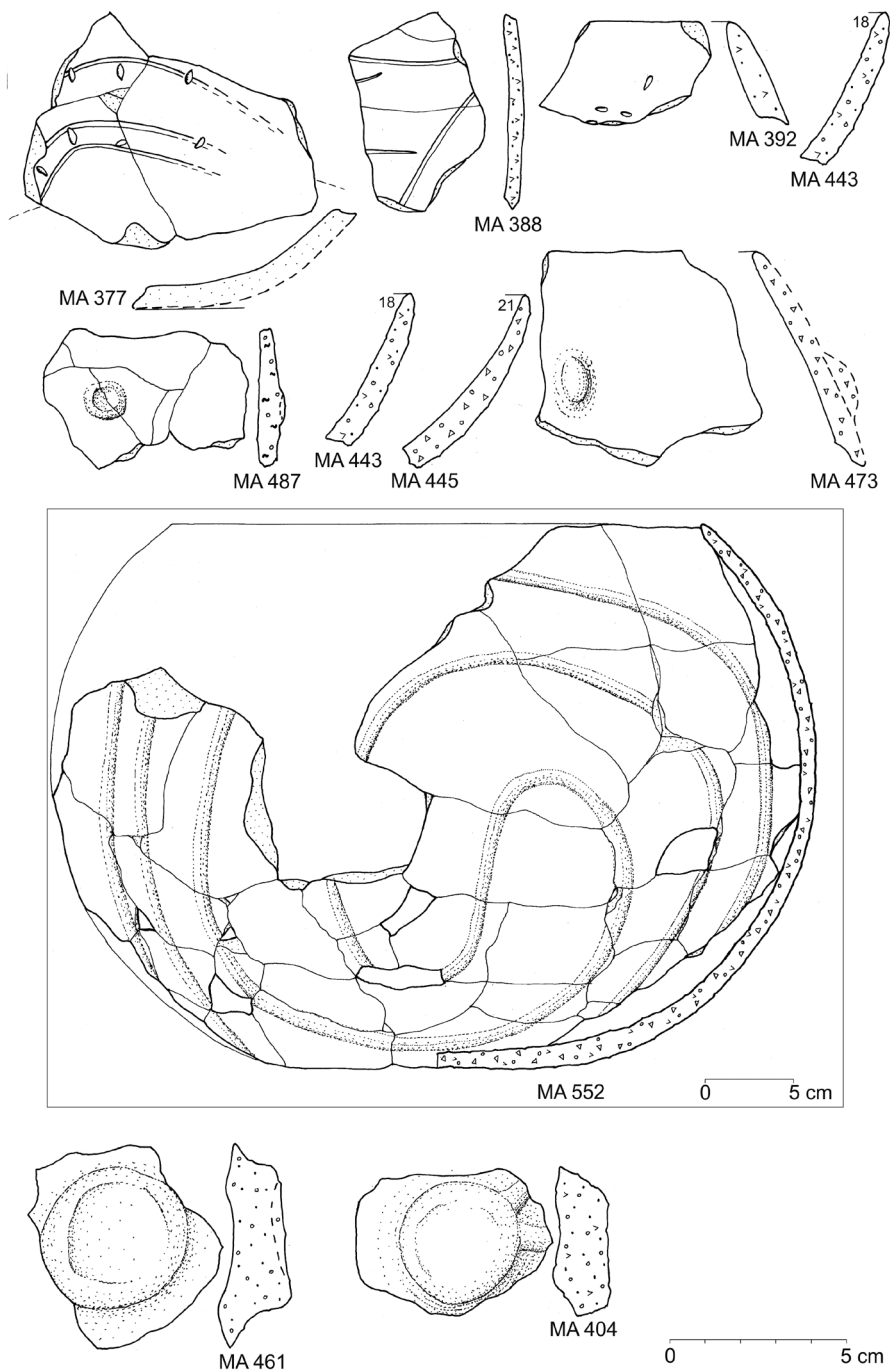


Obr. 13. Mažice. Výběr keramiky z obj. 3.
 Fig. 13. Mažice. Selection of pottery from feature 3.

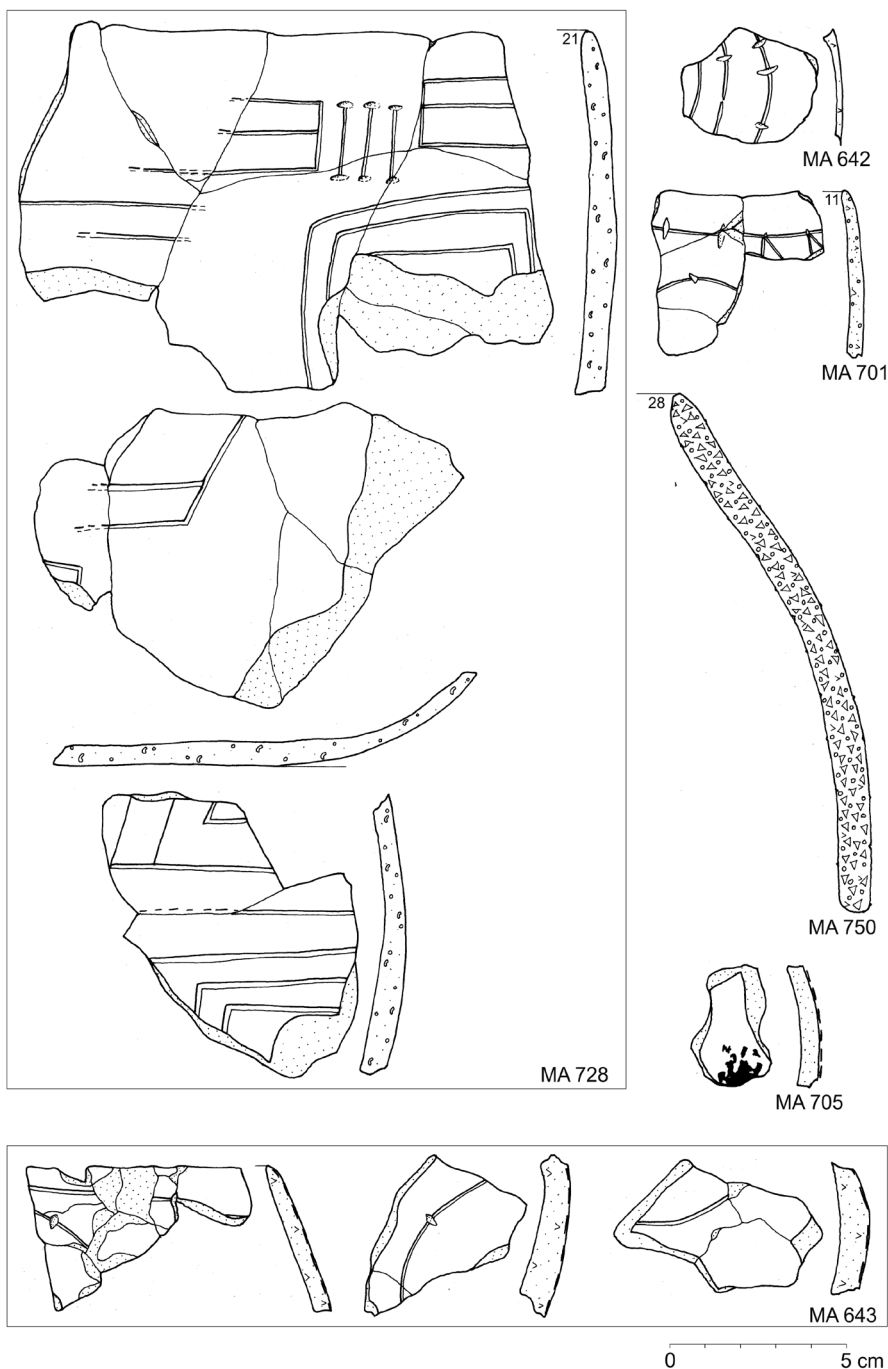


Obr. 14. Mažice. Výběr keramiky z obj. 3.

Fig. 14. Mažice. Selection of pottery from feature 3.

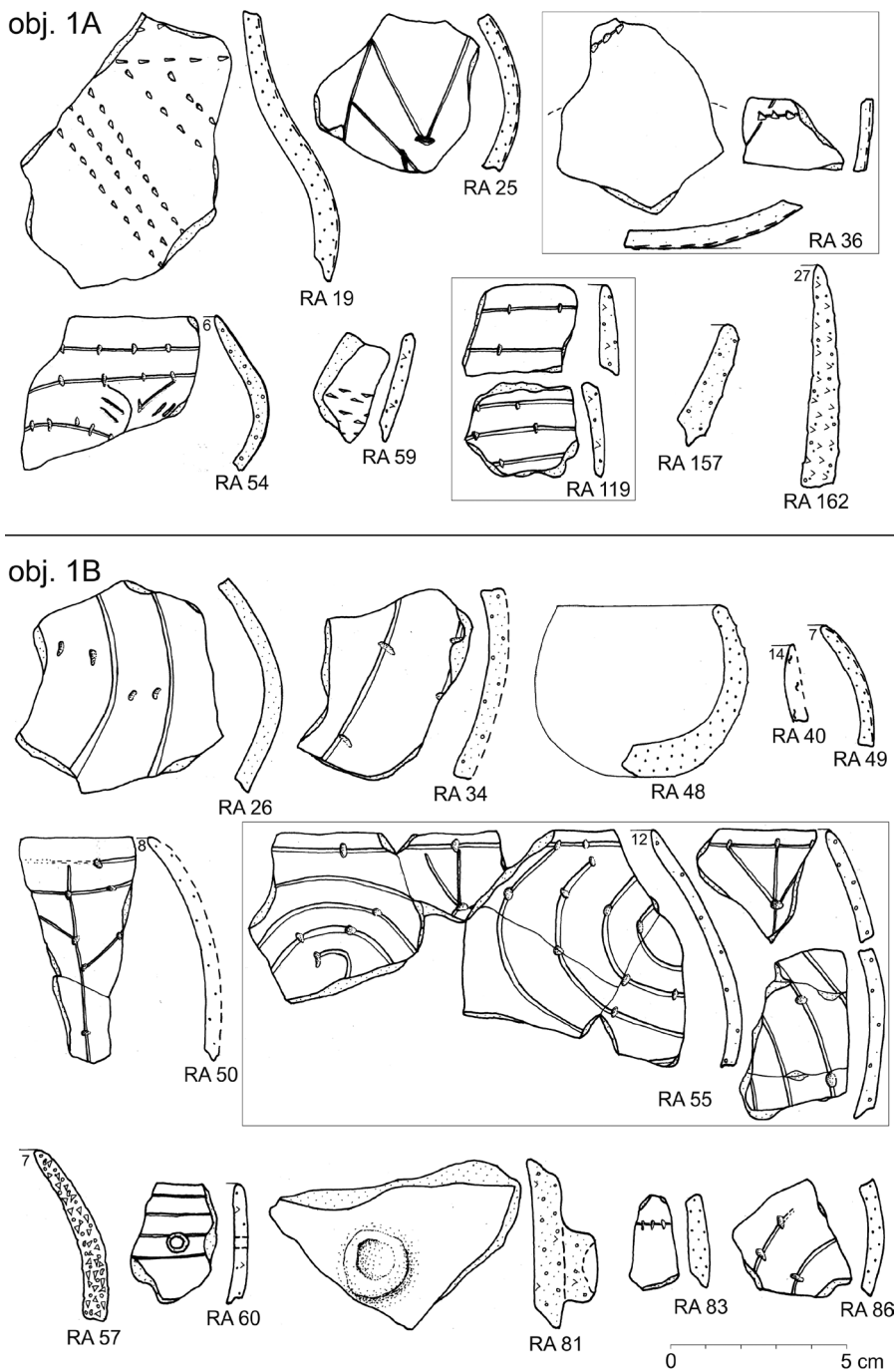


Obr. 15. Mažice. Výběr keramiky z obj. 3.
 Fig. 15. Mažice. Selection of pottery from feature 3.



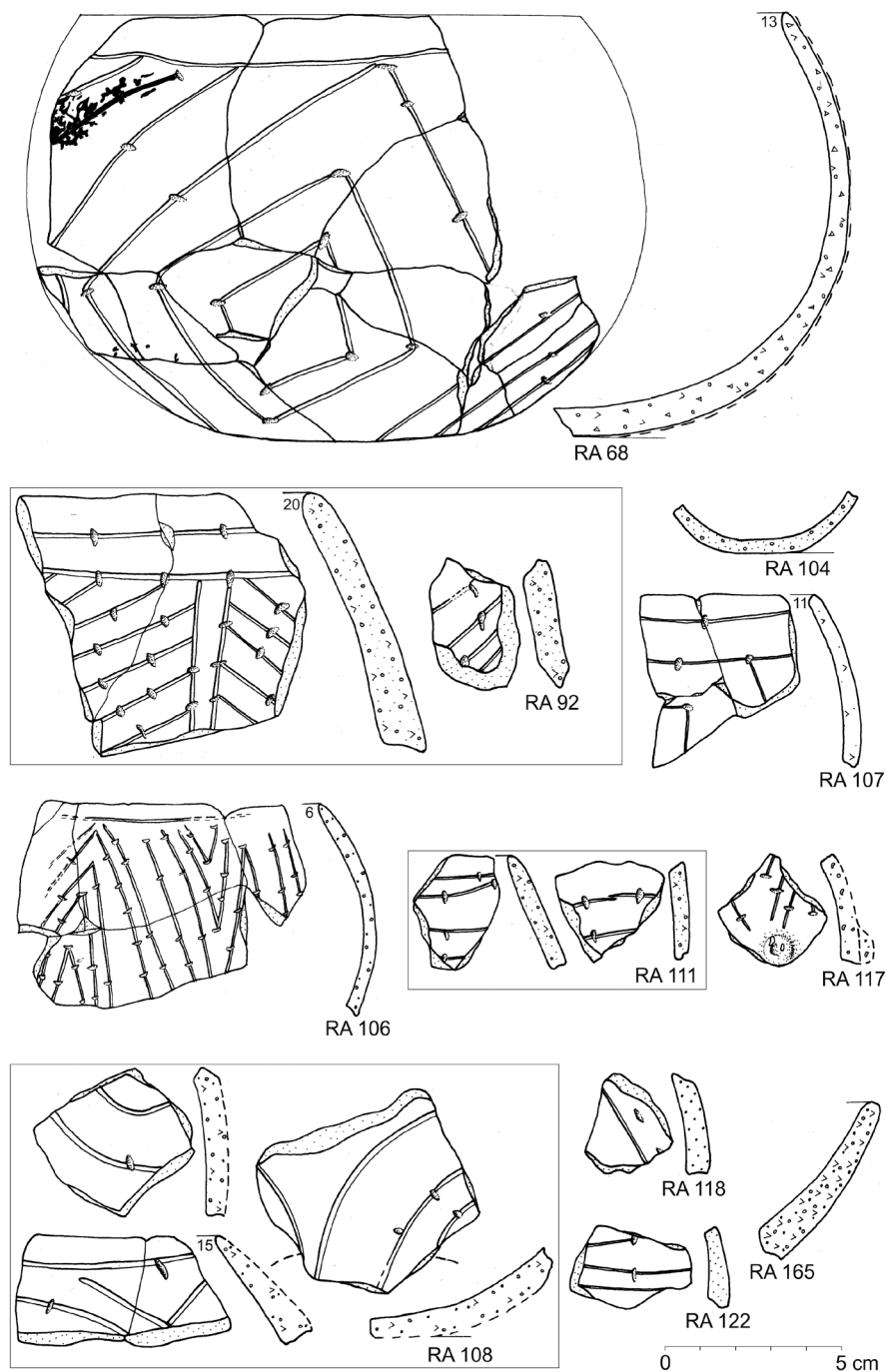
Obr. 16. Mažice. Výběr keramiky z obj. 4A.

Fig. 16. Mažice. Selection of pottery from feature 4A.



Obr. 17. Radčice. Výběr keramiky z obj. 1A a 1B.

Fig. 17. Radčice. Selection of pottery from features 1A and 1B.



Obr. 18. Radčice. Výběr keramiky z obj. 1B.

Fig. 18. Radčice. Selection of pottery from feature 1B.

prvky patrně cizího původu. Jedná se o zvláštní typ notové linie, kdy nejčastěji oválná protáhlá nota přesahuje dvě souběžně blízko u sebe narýsované linie. Zaznamenána byla již dříve (Radčice obj. 6A: *Michálek et al. 2000*, obr. 9: 3; Žimutice obj. 1 a 20: *Pavlu 2001*, obr. 10: 7017, 17: 9134), ale nově se vyskytla také v objektu 3 z Mažic (*obr. 14: MA261*). Analogie shledáváme v keramice železovské skupiny, jejíž jádrová oblast se rozkládala na jihozápadním Slovensku, v Zadunají a přilehlých oblastech Rakouska (viz níže).

Soubory stojící mimo výše prezentovanou chronologickou analýzu nelze přesněji hodnotit vzhledem k malému počtu signifikantních jedinců. Spektrum zastoupených výzdobných technik však nenaznačuje, že by tyto soubory překračovaly nově stanovené chronologické limity osídlení v jihočeském regionu.

Absolutní chronologie

Ve všech třech zkoumaných lokalitách byly odebrány vzorky pro radiokarbonovou analýzu, což umožňuje výsledky relativní chronologie komparovat s absolutními daty. Jako nejvhodnější datovací materiál se již od počátku jevíly zuhelnatělé obilky. Jedná se o semena jednoletých rostlin s omezenou trvanlivostí, a výsledná data tedy nejsou ohrožena velkým časovým rozptylem, jak tomu může být u uhlíků z víceletých dřevin (*Schiffer 1986*). Celkem bylo datováno 6 vzorků zpracovaných v Poznan Radiocarbon Laboratory (*tab. 3; obr. 19*). Pro vyhodnocení bude použit užší interval, s pravděpodobností 68,2 %. Prezentovaná data představují vůbec první absolutně chronologicky zařazené neolitické kontexty na jihu Čech. Logicky proto chybí další porovnatelná data v rámci regionu, která musíme hledat v oblastech okolních.

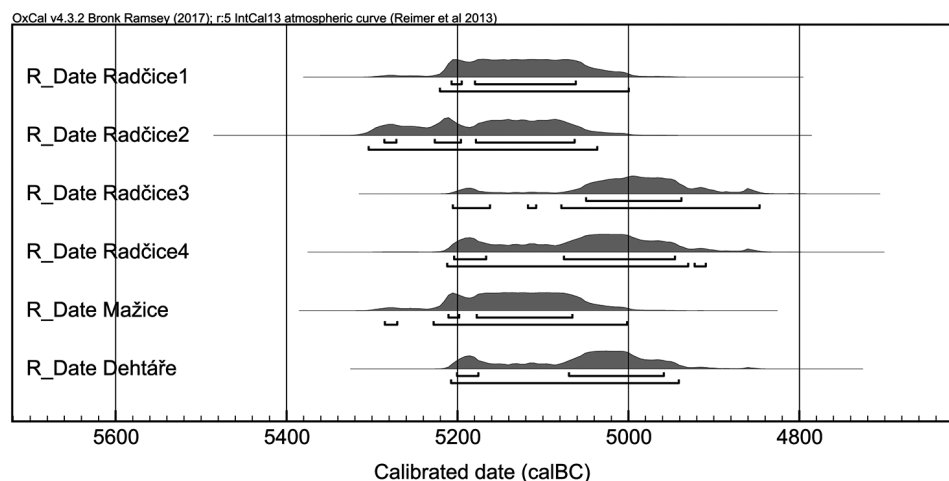
Nejzajímavější výsledky přináší radčické soujámy 1, kde byly ovzorkovány obě části vždy po dvou vzorcích z horních i spodních mechanických vrstev. Rozdíly jsou patrné jak ve směru horizontální, tak vertikální stratigrafie. Výplň severně položené zahloubeni-ny 1A se z pohledu absolutních dat jeví starší (5208–5062 cal. BC; 5286–5064 cal. BC), než jižní část 1B. Zde se absolutní chronologie rozchází s relativní, ačkoliv rozdíly v keramických souborech obou subobjektů nejsou průkazné. Navíc širší rozptyl vzorků z nižší úrovně části 1B dovoluje uvažovat také o víceméně současné existenci, respektive zaplňování obou kontextů (5050–4939 cal. BC; 5205–4946 cal. BC). Ve vertikálním směru platí, že horní kontexty jsou vždy mladší oproti materiálu z vrstev nižších. Výplň objektu se pravděpodobně utvářela vícefázově, a materiál při povrchu je tedy mladší, což dokládá i ojedinělá přítomnost keramických zlomků s vypíchaným dekorem. Nezdá se pravděpodobné, že by mohl jít o doklad následného (dosud výzkumem nezjištěného) osídlení ze staršího stupně vypíchané keramiky (StK II–III). Dolní intervaly dat ze subobjektu 1B se sice pohybují těsně pod hranicí 4950 cal. BC, ale dostupná data pro stupeň StK II–III z Vchynic jsou na stejné hladině pravděpodobnosti přece jen mladší (4936–4810 cal. BC; 4960–4846 cal. BC; *Řídský 2016*).

Celkově starší (Radčice 1, Radčice 2, Mažice) i o něco mladší data (Radčice 3, Radčice 4, Dehtáře) získaná v jihočeských lokalitách odpovídají absolutně datovaným kontextům obsahujícím šareckou keramiku z Čech (Bylany: 5211–5060 cal. BC) i Dolního Slezska (Niemcza: 5215–5020 cal. BC, 5294–5055 cal. BC; Skoroszowice: 5205–4990; souhrnně *Link 2014*, Abb. 156 s literaturou). Jedná se však vesměs o data získaná analýzou spálených dřev. Dataci *post quem* umožňuje dendrochronologické datum ze studny

#	Ozn	Obj	Sekt	Úroveň	Zdroj	BP	95,4 %	68,2 %	Medián
Poz-78060	Radčice1	1A	E3	0–5	<i>Triticum dicoccum</i>	6170 ± 40	5221–5000	5208–5062	5124
Poz-78061	Radčice2	1A	E3	35–40	<i>Triticum dicoccum</i>	6210 ± 50	5305–5037	5286–5064	5162
Poz-78062	Radčice3	1B	S2	15–20	Cerealia	6080 ± 40	5079–4847	5050–4939	5001
Poz-78064	Radčice4	1B	S2	40–45	<i>Triticum monococ- cum/dicoccum</i>	6110 ± 50	5213–4931	5205–4946	5055
Poz-77280	Mažice	3	D16	5–10	<i>Triticum dicoccum</i>	6180 ± 40	5229–5002	5211–5066	5131
Poz-90050	Dehtáře	1	A	10–15	<i>Triticum monococ- cum/dicoccum</i>	6110 ± 40	5208–4942	5201–4959	5056

Tab. 3. Kontexty, z nichž byly odebrány vzorky pro radiokarbonovou analýzu a výsledná AMS data. Kalibrováno v programu OxCal 4.3.

Tab. 3. Contexts from which samples were collected for radiocarbon analysis and subsequent AMS dates. Calibrated in the OxCal 4.3 program.



Obr. 19. Nově získaná AMS radiokarbonová data z jihočeských lokalit. Kalibrováno v programu OxCal 4.3.
Fig. 19. Newly acquired radiocarbon dates (AMS) from south Bohemian sites. Calibrated in the OxCal 4.3 program.

v Altscherbitz v severním Sasku, jejíž roubení bylo vyrobeno pravděpodobně v roce 5099 cal. BC. V zásypu se nacházely nádoby s šáreckou ornamentací, avšak doba aktivního užívání a následného zaplňování studny není známa (Elburg 2010). Absolutní data tedy potvrzují výše uvedené závěry relativně chronologické analýzy a dataci nově zkoumaných objektů. Zároveň se můžeme pokusit chronologicky ukotvit objekt z Dehtářů, jinak na základě keramiky nezařaditelný. Zde získané datum silně koreluje s intervalem vzorku Radčice 4, větší či menší shodu pozorujeme i v porovnání s ostatními jihočeskými daty. Minimálně jedna z fází osídlení dehtářského areálu tedy byla synchronní se zbylými lokalitami v regionu a můžeme ji zařadit do stupně LnK IV.

Štípaná kamenná industrie

Při našich výzkumech a povrchových sběrech v jihočeských lokalitách bylo shromážděno celkem 39 kusů štípané industrie. Hodnocení proběhlo za použití metodiky *P. Štídy* (2007). Materiálová určení vychází z metodiky *A. Přichystala* (2013). Největší kolekce, celkem 18 kusů, pochází z výzkumu v Mažicích. Doplněna je ještě o 8 artefaktů z povrchových sběrů provedených v roce 2014. Následují Radčice s celkem 12 kusy. Objekt 1 z Dehtářů poskytl pouze jeden kus ŠI, a není tudíž možné ho smysluplně hodnotit ani srovnávat. Paradoxně se ale v tomto případě jedná o jediný výskyt křemence typu Skršín v nově získaných kolekcích. Analogická je situace v případě dalších náleзовě nevýrazných objektů – obj. 5 z Mažic a obj. 9 z Radčic (tab. 4).

Souborům z počátku a průběhu šáreckého stupně získaných při výzkumech v Radčicích (obj. 1) a Mažicích (obj. 3) dominují rohovce ortenburské jury pocházející z výchozů svrchnojurských vápenců při jižním okraji Bavorského lesa (81,8 % v Radčicích a 88,2 % v Mažicích). Rovnoměrně se objevují různé varianty této suroviny (Flintsbach, Maierhoff/Dötter, Münster-Buchberg a Obermühle), nicméně v rámci této studie budou pojednávány souborně. Ostatní suroviny jsou ve zkoumaných kolekcích zastoupeny minoritně. Soubor z Radčic doplňuje jeden kus křemence typu Tušimice a silicitu glacienních sedimentů (SGS), v případě objektu 3 z Mažic se jedná o 2 kusy SGS. Z tohoto schématu vyčnívá pouze objekt 10 z Radčic, který byl s otazníkem zařazen také do tohoto chronologického horizontu. Zde sledujeme dominanci SGS doplněných o tušimický křemenc.

Surovina	Dehtáře		Mažice					Radčice 2015			Radčice 1996			Žimutice I					Celkem					
	obj. 1	%	obj. 3	%	obj. 5	%	sběr	%	obj. 1	%	obj. 9	%	obj. 6A	%	obj. 10	%	sil. 1/69	%		kom. 28/77	%	sběr	%	
bavorský rohovec Flintsbach			1	5,9	1	100	2	25			1	100												5
bavorský rohovec Maierhoff/Dötter			2	11,8																				2
bavorský rohovec Münster-Buchberg			7	41,2					5	45,5														12
bavorský rohovec Obermühle			2	11,8					4	36,4														6
bavorský rohovec obecně Ortenburg			3	17,6			2	25													1	33,3		5
ortenburské rohovce celkem			15	88,2	1	100	4	50	9	81,8	1	100									1	33,3		31
rohovec Abensberg-Arnhofen																					1	33,3		1
křemenc typů Skršín	1	100											1	16,6										2
křemenc typů Tušimice									1	9,1					2	28,5					1	33,3		4
SGS			2	11,8			4	50	1	9,1			4	66,7	5	71,4	1	100	8	100				25
křišťál													1	16,6										1
Celkem	1	100	17	100	1	100	8	100	11	100	1	100	6	100	7	100	1	100	8	100	3	100		64

Tab. 4. Surovinové složení štípané industrie ze zkoumaných objektů a povrchových sběrů doplněné o data ze starších výzkumů (podle *Beneš 1970; Michálek et al. 2000; Pavlů 2001*).

Tab. 4. Material composition of chipped industry from investigated features and surface surveys supplemented with data from earlier excavations (after *Beneš 1970; Michálek et al. 2000; Pavlů 2001*).

Nabízí se srovnání se soubory reprezentujícími starší horizont osídlení LnK v regionu (LnK IIa–IIIb), které byly získány předchozími výzkumy v Radčicích (obj. 6A) a Žimuticích I (silo 1/69 a stavební komplex 28/71). Zde pozorujeme procentuálně výrazné zastoupení silicity glacienních sedimentů (86,7 %). Silicity zcela dominují ve všech kontextech z Žimutic zkoumaných v sezonách 1969 až 1971 (Pavla 2001, 20). V objektu Radčice 6A byly dominantní silicity přítomny spolu s jedním kusem severočeského křemence a křišťálu s největší pravděpodobností jihočeského původu. Jedná se o ojedinělý doklad užívání lokální suroviny, pokud se ovšem nejedná o intruzi starší mezolitické industrie (buď náhodnou, nebo záměrnou).

Tyto chronologicky ukotvené kolekce doplníme ještě o data ze sběrů v areálech Mažice a Žimutice I, které můžeme považovat za náhodné výběry ze všech (případně i dosud nezjištěných) chronologických fází osídlení. Mažická kolekce má strukturu odlišnou od artefaktů získaných z výplní objektů. Ortenburské rohovce zde mají zastoupení nižší, pouze 50 %. Zbytek tvoří silicity glacienních sedimentů. Rozdíl 30 % je statisticky významný. Stejně tak sběry v Žimuticích, byť početně velmi nevýrazné, přinášejí obraz zcela odlišný od kolekcí z objektů. Objevují se bavorské rohovce včetně páskované varianty Abensberg-Arnhofen³ a křemenc, tedy suroviny exkavací nezjištěné.

Typologické složení nově získaných kolekcí zobrazuje *tabulka 5*. Kolekcím získaným při výzkumech v Radčicích a Mažicích dominuje debitáž (91,7 % Radčice a 83,3 % Mažice), kterou doplňují retušované nástroje. V Radčicích je to jediná čepel s šikmou retuší (nese lesk). Srpový lesk nese i jedna neupravená čepel. V Mažicích byla nalezena dvě škrabadla a jeden vrták. V souboru z povrchových sběrů v Mažicích mají retušované nástroje zastoupení vyšší, takřka 40 %, soubor je ale statisticky příliš malý. Přítomny jsou

Typ	Dehtáře		Mažice						Radčice				Celkem
	obj. 1	%	obj. 3	%	obj. 5	%	sběr	%	obj. 1	%	obj. 9	%	
amorfní zlomek			4	23,5			1	12,5	2	18,2			7
čepel			7	41,2			3	37,5	5	45,5	1	100	16
úštěp			4	23,5			1	12,5	3	27,3			8
<i>debitáž</i>	0	0	15	88,2	0	0	5	62,5	10	90,9	1	100	31
čepel s laterální retuší	1	100					1	12,5					2
čepel s šikmou přímou retuší									1	9,1			1
škrabadlo			2	11,8									2
hrot							1	12,5					1
vrták					1	100	1	12,5					2
<i>retušované nástroje</i>	1	100	2	11,8	1	100	3	37,5	1	9,1	0	0	8
Celkem	1	100	17	100	1	100	8	100	11	100	1	100	39

Tab. 5. Typologické složení štípané industrie ze zkoumaných kontextů.

Tab. 5. Typological composition of chipped industry from investigated contexts.

³ Obecněji označováno také jako plattensilex či deskovitý rohovec. Tento termín však zahrnuje také varietu Baiersdorf, jež se v českých neolitických souborech objevuje jen zcela ojediněle a její význam roste až v eneolitu (Burgert 2016, 95).

čepel s laterální retuší, vrták a hrot. Ve všech souborech debitáže dominují čepele tvořící 40 až 50 %. Doplnují je zlomky a úštěpy, jejichž zastoupení je vyrovnané a dosahuje třetiny až poloviny počtu čepelí.

Přes nízkou početnost nových i referenčních souborů, můžeme pozorovat jisté proměny v čase. Zatímco starší horizont je vázán spíše na silicity glacienních sedimentů (celkově 86,7 %), pak v mladším převažují ortenburské rohovce (celkově 68,6 %). Tak vysoké zastoupení této importované suroviny nemá v kontextu neolitického osídlení Čech analogie (srov. *Burgert 2016*, 98, tab. 1). Sbírané kolekce potvrzují, že rozdělení na soubory s převahou SGS a bavorských rohovců skutečně tkví v jejich odlišné chronologii, nikoliv chorologii. I v lokalitě Žimutice I, kde v zahloubených objektech dominovaly silicity, byla zjištěna přítomnost bavorských rohovců. Sběry z Mažic obsahují oba typy surovin. Z technologického hlediska zkoumané soubory nijak nevybočují z rámce, který je běžný na českých neolitických sídlištích.

Broušená kamenná industrie

Během terénních odkryvů byl získán soubor celkem 18 kusů broušených kamenných nástrojů nebo jejich fragmentů. Ty jsou doplněny ještě o 6 kusů získaných během sběrů v sezoně 2014 v lokalitě Mažice. Do kategorie broušené industrie počítáme i technologické úštěpy bez známek broušení, které vznikly v prvních fázích výroby. Hodnocení a určování surovin proběhlo za použití metodiky publikované P. Šídou (*Šída 2007*; *Šída – Kachlík – Prostředník 2014*).

Artefakty vyzvednuté z objektů datovaných do šáreckého stupně byly v drtivé většině (94,4 %) vyrobeny z metabazitu typu Jizerské hory (*Šída – Kachlík 2009*; MTBJH). Pouze jeden polotovár z mažického objektu 3 byl určen jako amfibolit. V tomto objektu také jistě stojí za pozornost výskyt technologických úštěpů jizerskohorského metabazitu. Jedná se o doklad zpracování této suroviny přímo v lokalitě. Jejich výskyt si zaslouží pozornost hned ze dvou důvodů. Pro období LnK jsme doposud znali doklady zpracování polotovarů štípáním pouze z primárních výchozů v Jizerských horách (srov. *Šída – Kachlík – Prostředník 2014*). Dílenské areály na sídlištích se objevují až v mladší fázi kultury s vypíchanou keramikou především v oblasti Pojizeří (*Šída 2007*). Dílenská výroba v Mažicích je tak nejstarším dokladem takových aktivit mimo vlastní zdrojovou oblast surovin. Zároveň je to od zdrojů nejvzdálenější dílenský areál, který zatím známe (170 km vzdušnou čarou). Typologicky se zkoumané soubory neodlišují od rámce, který je běžný na sídlištích českého neolitu.

Při pohledu na soubor starší fáze osídlení LnK z Radčic zjistíme, že metabazity dominují i zde (*tab. 6*). Jinak tomu není ani u nálezů z povrchových sběrů, kde byla jiná surovina zaznamenána jen v Žimuticích. Sbíraný soubor z Radčic sice pochází z polykulturní lokality (LnK a mladší StK), ale absence vrtaných nástrojů a zastoupení nevrtaných kopytovitých klnů (21,4 %) naznačuje, že většinu tohoto materiálu můžeme vztahovat k období LnK. Celkově byla tedy jihočeská broušená industrie po celé období LnK vázána na metabazity typu Jizerské hory, pouze výjimečně doplněné o amfibolit. Jeho původ není snadné určit, nejspíše může pocházet buď z pestré skupiny moldanubika, jejíž výchozy jsou nejbližší, nebo z Kutnohorského krystalinika. Malé polohy amfibolitů však nacházíme ve většině regionálně metamorfovaných jednotek českého masivu.

		Dehtáře		Mažice				Radčice 2015		Radčice 1996				Žimutice I		Celkem
		obj. 1	%	obj. 3	%	sběr	%	obj. 1	%	obj. 6A	%	sběr	%	sběr	%	
Surovina	MTBJH	1	100	14	93,3	5	83,3	3	100	3	100	13	92,9	1	50	40
	amfibolit			1	6,7	1	16,7							1	50	3
	neurčeno											1	7,1			1
Hotové výrobky	sekera			3	20	2	33,3	3	100			5	35,7	2	100	15
	kop. klín	1	100			3	50			1	33,3	3	21,4			8
Polotovary				3	20							1	7,1			4
Technologické úštěpy				5	33,3											5
Neurčitelné zlomky				4	26,7	1	16,7			2	66,7	5	35,7			12
Celkem		1	100	15	100	6	100	3	100	3	100	14	100	2	100	44

Tab. 6. Surovinové a typologické složení broušené kamenné industrie ze zkoumaných objektů a povrchových sběrů doplněné o data ze starších výzkumů (podle Beneš 1970; Michálek et al. 2000).

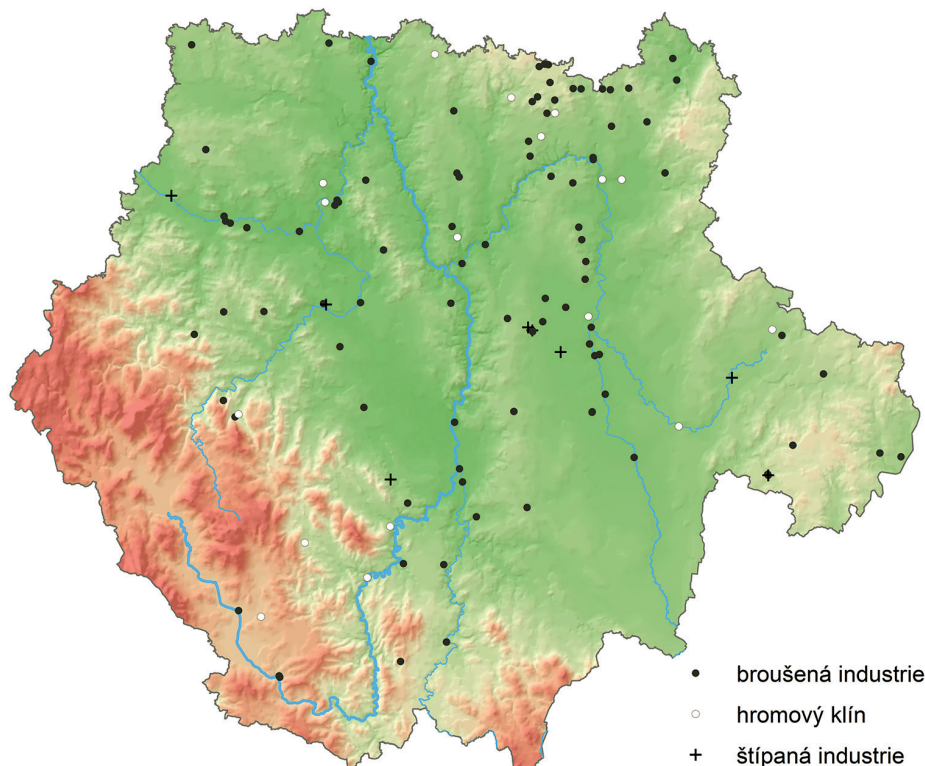
Tab. 6. Material and typological composition of polished industry from investigated features and surface surveys supplemented with data from earlier excavations (after Beneš 1970; Michálek et al. 2000).

Revize sídelní struktury

Při revizi současného stavu poznání neolitu v jižních Čechách budeme vycházet z již výše zmíněného soupisu E. Červenky (2008), který sumarizuje naleziště známá k roku 2008. Tento základ byl doplněn o další náhodné nálezy z posledních let (např. Červenka – Burian 2009; Chvojka – Burian 2013). Přibyly lokality zjištěné sběrem při soutoku Vltavy a Otavy (Fröhlich 2009, č. 8), a především na Třeboňsku díky průzkumům V. Prokopa a J. Bumerla (Bumerl 2016). V sezonách 2015–2016 proběhl předstihový výzkum v trase dálnice D3, kde byl objeven a zkoumán nový sídelní areál LnK na katastru Veselí nad Lužnicí (F. Janda, ústní sdělení).

Databáze neolitického osídlení jihočeského regionu aktuálně obsahuje 162 lokalit, nicméně tento údaj je nutno podrobit jisté kritice. Zaprvé značnou část tvoří ojedinělé nálezy broušené kamenné industrie (obr. 20). Tento typ pramenů je přinejmenším problematický, protože se tyto artefakty stávaly předmětem zájmu i v postneolitickém období. Proto byly jako zvláštní kategorie odlišeny nálezy kamenných nástrojů (celkem 17) z interiéru, zdí a těsné blízkosti domů nebo z násypů pravěkých mohyl čili kontextů, jež poukazují na sekundární využití jako tzv. hromových klínů (Fröhlich 1992). Zadruhé se potýkáme s absencí přesnější datace a nelze vyloučit ani mezolitický původ některých artefaktů, zvláště malých nevýrazných souborů štípané industrie (Šída 2014).

Kriticky musíme přistupovat i k lokalitám s nálezy keramiky, jelikož řadu z nich tvoří jen nejednoznačně určitelné a malé soubory, někdy se jedná dokonce jen o jediný fragment. Lokality s nálezy keramiky proto byly rozděleny do několika kategorií (obr. 21). Bez výhrad lze za sídelní areály zajisté považovat: a) lokality, kde již proběhl odkryv a byla doložena přítomnost zahloubených objektů a b) lokality známé především díky povrchovým sběrům, kde byl získán výraznější náleзовý soubor s nespornými doklady neolitické keramiky, případně ještě naorávanými objekty, kulturní vrstvou apod. Míra prokazatelnosti klesá c) u nalezišť s jednotlivými kusy nesporně neolitické keramiky nebo jen velmi malými soubory a hlavně d) u nalezišť bez signifikantních (především zdobených) fragmentů



Obr. 20. Prostorové rozmístění ojedinělých nálezů neolitické kamenné industrie v jižních Čechách. Vyčleněny jsou nálezy, které nejspíše spadají do kategorie tzv. hromových klínů.

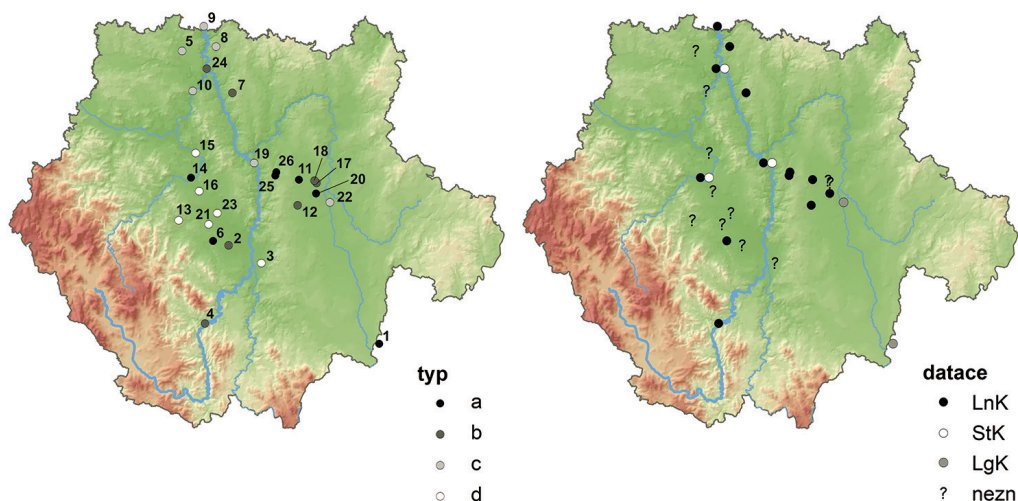
Fig. 20. Spatial placement of isolated finds of Neolithic stone industry in south Bohemia. Finds likely falling into the 'thunderstone' category are separated.

keramiky. Poslední dvě kategorie tak můžeme dle nomenklatury ADČ charakterizovat jako naleziště typu „stopa“ (*Kuna – Křivánková 2006*).

Ve shodě s předešlými studiemi (*Michálek et al. 2000, 276; Zápotocká 2011, Abb. 7*) předpokládáme v rámci jižních Čech následující sídelní mikroregiony vymezené především pomocí říční sítě:

- 1) horní tok Blanice: prostor Putimské a severního okraje Blatské pánve, dosud bezpečně doložen jen sídelní areál v Radčicích⁴
- 2) levobřežní přítoky Lužnice: sever Borkovické pánve a Týnská pahorkatina
- 3) soutok Otavy a Vltavy: širší prostor kolem soutoku, mikroregion zřejmě zasahuje i mimo hranice současné hranice Jihočeského kraje
- 4) Dehtářský potok: potažmo západní část Českobudějovické pánve, bezpečně je zatím prokázána pouze lokalita Dehtáře
- 5) zcela mimo tyto oblasti stojí lokalita Český Krumlov.

⁴ V průběhu přípravy tohoto článku byla povrchovými sběry zjištěna lokalita s nálezy LnK keramiky a broušené industrie také na katastru nedalekého Protivína (D. Hlásek, ústní sdělení).



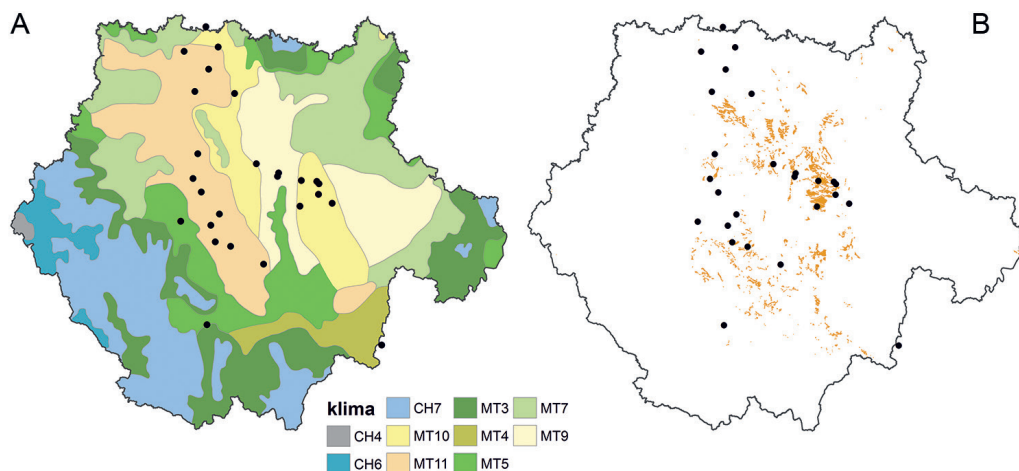
Obr. 21. Prostorové rozmístění, stav výzkumu (označení typů v textu) a chronologie neolitických sídelních areálů a lokalit s nálezy neolitické keramiky v jihočeském regionu.

Fig. 21. Location, state of research (designation of types in text) and chronology of Neolithic settlement areas and site with Neolithic pottery finds in the south Bohemian region.

1 Brand-Nagelberg (A), 2 Čejkovice, 3 České Budějovice, 4 Český Krumlov, 5 Čimelice, 6 Dehtáře, 7 Jetětice, 8 Kostelec n. Vltavou, 9 Kozárovce (o. Příbram), 10 Louka nad Otavou, 11 Mažice, 12 Neplachov, 13 Netolice, 14 Radčice, 15 Skály, 16 Strpí, 17 Sviny – Borkovice 1, 18 Sviny – Borkovice 2, 19 Týn nad Vltavou, 20 Veselí nad Lužnicí, 21 Vlhavy, 22 Vlkov, 23 Zbudov, 24 Zvíkovské Podhradí, 25 Žimutice 1, 26 Žimutice 2.

Vymezení sídelních mikroregionů se ovšem týká jen období vývoje lineární keramiky. V případě mladšího neolitu se stále opíráme jen o 3 lokality s nálezy vypíchané keramiky, nicméně na každý z výše naznačených mikroregionů připadá právě jedna lokalita StK. Je pravděpodobné, že sídelní struktura v období vypíchané keramiky mohla s odlišnou intenzitou víceméně kopírovat předchozí stav, jak je to doloženo i jinde (*Rulf 1981, 56*). Pozdní období neolitu je zastoupeno jen lengyelskými nálezy z vlkovské pískovny, které postrádají jasnější náleзовý kontext. Z hlediska geomorfologie můžeme k jihočeské sídelní oblasti ještě řadit lengyelské nálezy z jeskyně na Kaiblsteinu u rakouského Brand-Nagelbergu při horním toku Lužnice/Lainsitz (*Penz 2004*). To dobře ilustruje problém s užíváním správně-politických hranic při sledování pravěkého osídlení.

Porovnáme-li prostorové rozmístění ojedinělých nálezů kamenné industrie a známých sídelních areálů či nálezů keramiky (indikujících jejich přítomnost), nenacházíme překvapivě tolik shod, jak by se dalo očekávat. Zcela bez doložených sídelních areálů zůstává severní Táborsko, ačkoliv vykazuje vysokou koncentraci nálezů broušené industrie. Naopak Českobudějovická pánev s prokázanými a v řadě lokalit předpokládanými sídlišti je z hlediska nálezů kamenných nástrojů poměrně nevýrazná. Jedinou oblastí, kde jsou obě proměnné v relativní shodě, je sever Třeboňské pánve, tedy mikroregion č. 2. Zdejší koncentrace nalezišť však směrem k jižněji položeným oblastem Třeboňské pánve rychle vyznívá. Z poměrně velkého území o rozloze téměř 700 km² nepochází dosud žádný nález broušené industrie, přestože je na jeho jižním okraji doloženo osídlení u Brand-Nagelbergu. Vliv mohou mít sedimentárními poměry jižní části Třeboňské pánve, která je zaplněna



Obr. 22. Distribuce jihočeských neolitických lokalit v rámci klimatických oblastí (A) a jejich vazba na spraše (B).

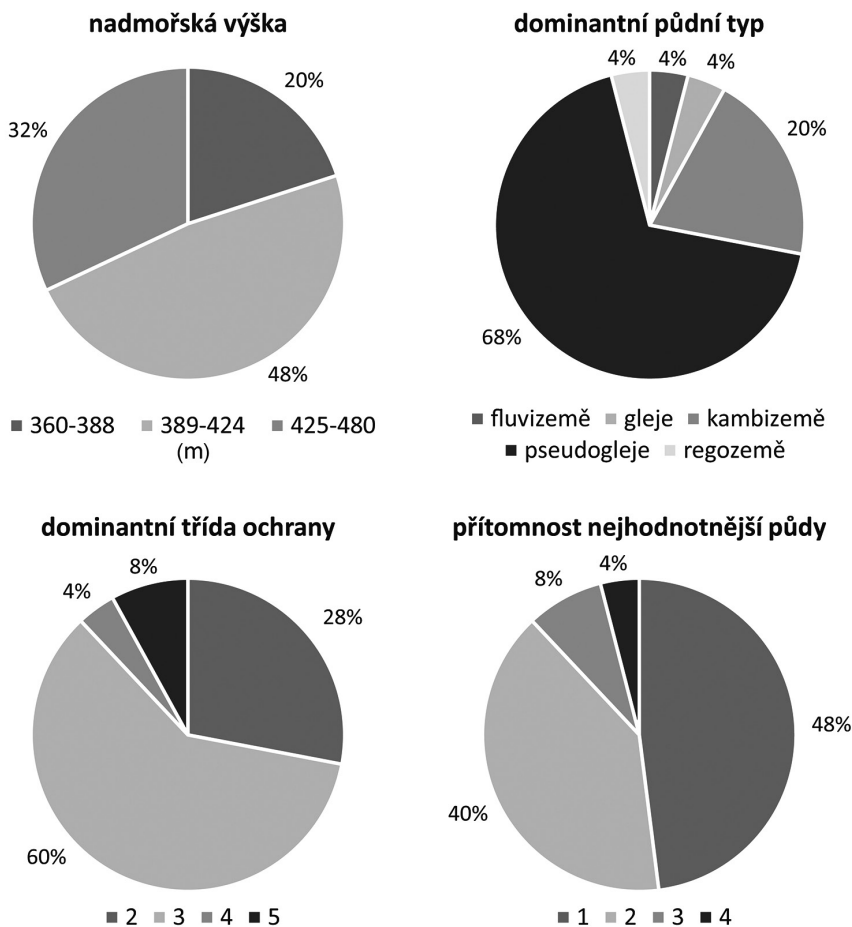
Fig. 22. Distribution of south Bohemian Neolithic sites in climatic regions (A) and their spatial relation to loess (B).

mladoholocénními sedimenty. Polohy s případným osídlením staršího holocénu se tak mohou nacházet mimo dosah běžné archeologické prospekce. Dobře tento fakt odráží i absence mezolitických lokalit.

Přírodní prostředí

Rekonstrukce přírodního prostředí v minulosti na základě prostého přejímání současného stavu skýtá jistá úskalí, neboť od neolitu prošla krajina řadou změn. Můžeme však předpokládat, že vlastní relativní rozdíly mezi jednotlivými klimatickými zónami i půdními typy zůstávají zachovány (Dreslerová – Kočár – Chuman 2016, 21). Díky tomu je možné použít k hodnocení přírodních podmínek i současné mapové podklady, především klimatické mapy (Quitt 1971), geologické mapy (dostupné na mapovém serveru ČÚZK) a katalog bonitně půdních ekologických jednotek (BPEJ), který velmi komplexně mapuje vlastnosti půd na základě klimatu, půdního typu, skeletovitosti a hloubky. Omezením mapových podkladů BPEJ je pak nepřítomnost dat v zalesněných částech krajiny. Přírodní podmínky byly hodnoceny v okruhu 1 km od předpokládaných sídelních areálů (viz Dreslerová – Kočár – Chuman 2016, 26).

Většinu zkoumané oblasti, kromě pásma Šumavy, zaujímají mírně teplé regiony MT3–MT11. Výskyt neolitických lokalit je vymezen regiony MT9 až MT11. Výjimku představují pouze lokality Český Krumlov a Brand-Nagelberg situované v oblastech MT3 a MT4, což indikuje jejich odlišnost od klasických zemědělských areálů (obr. 22). Lokální klimatické podmínky jsou do velké míry ovlivněny nadmořskou výškou regionu. Jihočeské sídelní areály se nacházejí v rozmezí nadmořských výšek od 360 do 480 m, přičemž nejvýše položenou lokalitou je Český Krumlov. Nejvíce lokalit (48 %) spadá do intervalu 389 až 424 m n. m. (obr. 23), což je dáno celkovou dispozicí jihočeského regionu. Obdobnou



Obr. 23. Nadmořská výška a půdní podmínky v perimetru 1 km v jihočeských neolitických lokalitách (n=26).
Fig. 23. Elevation and soil conditions in a one-kilometre radius of south Bohemian sites (n=26).

situaci můžeme sledovat např. v regionu Horní Poohří – Karlovarský kraj, kde se průměrná nadmořská výška pohybuje okolo 447 m (Zápotocká 2012, 116). Z hlediska mikromorfologie sídelních poloh jsou preferovány rovinaté polohy se sklonem terénu do 3°, čímž se jihočeské areály neodlišují od situace zjištěné i v hustěji osídlených regionech Čech (Končelová 2005, 661).

Sledujeme-li skupiny půdních typů, dominují pseudogleje a kambizemě. Bonitní výnosnost těchto půd dle stupně ochrany odvozeného z BPEJ dosahuje spíše průměrných až lehce nadprůměrných hodnot, převažují stupně ochrany 3 a 2 (obr. 23: dominantní třída ochrany).⁵ Při podrobnějším měřítku jsou však v blízkosti sídelních areálů často dostupné i nejhodnotnější nebo alespoň nadprůměrně hodnocené půdy. Přestože disponujeme

⁵ Bodová škála ochrany půdy odvozené z BPEJ je od 1 do 5.

poměrně malým počtem analyzovaných lokalit, lze předpokládat, že vazba na tyto půdní typy nebude náhodná. Na tuto skutečnost bylo poukázáno již dříve ve studii srovnávající podmínky jihočeských Radčic a středoečeského Jenštejnu, reprezentujícího starou sídelní oblast Čech (*Dreslerová – Kočár – Chuman 2016*, 22). Vzájemné rozdíly nejsou markantní, nicméně je třeba mít na paměti, že Radčice disponují i ve srovnání s ostatními lokalitami jižních Čech zdaleka největší plochou dostupných nejkvalitnějších půd.

Do jisté míry to může být způsobeno přítomností sprašového podloží, ale ani v jižních Čechách neplatí tzv. zákon spraše absolutně (*Rulf 1983*, 75; *Pavlu – Zápotocká 2007*, 52). V oblastech, kde jsou spraše přítomny, se neolitické lokality nacházejí buď přímo na nich nebo v jejich těsné blízkosti. Jedná se především o oblast levobřeží řeky Lužnice (č. 2), kde spraš tvoří podloží 44 % lokalit. Na ostatních částech sledovaného regionu leží areály zpravidla na místním dominantním typu podloží a nevykazují žádnou speciální vazbu. Nejvíce jsou zastoupeny půdy hluboké až středně hluboké, což může být i důvod zachování neolitických nálezových situací.

5. Diskuse

Jižní Čechy v kontextu okolního osídlení

Otázka původu jihočeských zemědělců a jejich dalších kontaktů s ostatními regiony nabývá na důležitosti s ohledem na relativně sporé osídlení a izolovanost jižních Čech. Možné směry kolonizace byly naznačeny již v dřívějších pracích (*Beneš 1970*, 672–675; *Beneš 1976*; *Bláha 2002*, 20; *Michálek et al. 2000*, 286), avšak díky novým výzkumům můžeme úvahy podložit širší pramennou základnou.

Již v počátcích regionálního bádání byl předpokládán příchod zemědělců směrem od severu ze středoečeské oblasti, respektive z Pražské kotliny či Hořovicka. Štípaná industrie produkovaná v počátečních fázích osídlení jižních Čech byla skutečně většinově vázána na suroviny přicházející do regionu s největší pravděpodobností od severu. Převažují SGS doplněné o severočeské křemence. Také keramický materiál vykazuje nejvíce shod se středoečeskou oblastí, kde dominuje středně hustá až hustá notová linie (*Čtverák – Rulf 1984*, 145–146; *Rulf 1986*, 237–238; *Pavlu – Zápotocká 2013*, 34). Dále může být tato cesta podložena alespoň sporými nálezy lineární keramiky ve výšinných lokalitách podél vltavského kaňonu (Kozárovice, Kostelec nad Vlt., Zvíkov, Jetětice) a relativně četnými nálezy kamenné industrie na Příbramsku (*Korený – Stolz 2009*, Abb. 1).

Na druhou stranu již v této rané fázi osídlení registrujeme prozatím skromné doklady kontaktů jihočeských zemědělců také do dalších oblastí. Jedná se o železovské výzdobné prvky identifikované v keramických souborech z Mažic, Radčic a Žimutic. Mimo jádrovou oblast železovské skupiny se její charakteristická keramika objevuje poměrně hojně od fáze LnK Ib dle tamní chronologie také na Moravě. Výraznější enklávu železovských elementů můžeme nalézt na dolním toku Dyje (*Podborský ed. 1993*, 98–99, Mapka 9). Nejzápadnější sídliště moravské/dolnorakouské skupiny se pak nacházejí v povodí Moravské Dyje na Dačicku a Jemnicku a na samotné horní Dyji v okolí Raabsu (*Bartík 2014*; *Gruber 2009*, Abb. 2, 3). Vhodný se jeví průchod přes rozvodí Dyje a Lužnice, jenž se vyhýbá nejvyšším oblastem Javořické vrchoviny. Mimo ojedinělé železovské prvky však nevykazuje jihočeský keramický materiál další atributy typické pro moravsko-dolnorakou-

skou oikumenu. Zcela postrádáme výzdobu pomocí velkých okrouhlých not a užití grafitu ve hmotě či na povrchu nádob (srov. *Podborský ed. 1993*, 81; *Tichý 1961*), přestože jsou k dispozici místní ložiska této suroviny.

K výrazné změně ve složení surovin pro výrobu štípané industrie dochází na jihu Čech v šáreckém stupni, kdy se distribuční síť nově orientují převážně na jihozápad do dolnobavorského Podunají. V tomto časovém horizontu se podél toku Dunaje profilují dvě navzájem odlišné oblasti se zónou smíšených vlivů na středním Isaru (*Pechtl 2016*; *Hofmann et al. 2013*, 212–213). Z řady aspektů, jež oba regiony charakterizují, nabývá z našeho pohledu na významu výzdoba keramiky a suroviny ŠI. V západní části Podunajské nížiny (Gäuboden) jsou patrné vlivy flomborského okruhu z Porýní a Pomohani: výdobě pozdně lineární keramiky zde dominují typické pásy hřebenových vpichů. Spadají sem rovněž ložiska rohovců Franské Alby těžená v neolitu nedaleko Arnhofenu (varianta Abensberg-Arnhofen). Naopak východní oblast je v mladším období LnK pod vlivem notového stylu a v závěru vývoje lineární keramiky se tu projevuje šárecký styl, nejčastěji ve formě tzv. techniky osnatého drátu (*Stacheldrahtband*; v rámci českého deskripčního systému zařaditelná v závislosti na šířce ryté linie do kategorie zeta a delta 30). V této části Dolního Bavorska se také nacházejí ložiska rohovců ortenburské jury a tato surovina dominuje na místních sídlištích.

Po stabilizaci jihočeského osídlení mohl nastat postupný odklon od štípatelných surovin předávaných z mateřského regionu ve prospěch kvalitních a blízkých zdrojů na jihozápadě. Analogickou trajektorii vývoje, byť v jiných časových horizontech, můžeme sledovat kupříkladu na Plzeňsku (*Zápotocká 2002*, 36). Nazíráme-li vazby skrze ornamentaci keramiky, stále se jihočeská produkce orientuje na jádrovou oblast Čech. Stejně tak broušená industrie je majoritně vyráběna ze severočeského metabazitu. Dílenská výroba zjištěná v Mažicích představuje nejstarší doklad takových aktivit mimo vlastní oblast výchozů suroviny. Zároveň je to také dosud nejvzdálenější dílenský areál. Obě tyto skutečnosti spolu mohou souviset. V tak velké vzdálenosti se již patrně vyplatilo reutilizovat starší poškozené nástroje, což vedlo ke vzniku specializovaného dílenského areálu. V Pojizeří ke vzniku obdobných areálů dochází až druhotně po utlumení těžby na primárních výchozech (*Šída – Kachlík – Prostrědník 2014*).

Zajisté lze namítnout, že se bavorské rohovce mohly do jižních Čech dostávat nikoliv přímo, ale zprostředkovaně přes Plzeňsko, kam proudily přes Domažlický či Všerubský průsmyk a odtud byly distribuovány dále do Čech (*Zápotocká 2002*; *Burgert 2016*). V úvahu tedy připadá i transport skrze středočeský region, což by v důsledku znamenalo zachování dřívějších distribučních sítí. Proti této tezi stavíme několik zásadních argumentů. Zaprvé, ve středočeských souborech nedosahují bavorské rohovce zdaleka tak vysokého zastoupení.⁶ Především se ale na Plzeňsku i ve zbytku Čech téměř výhradně objevují pouze rohovce Franské Alby, tedy varianta Abensberg-Arnhofen. Výskyt ortenburských rohovců je (krom nových jihočeských souborů) v Čechách zcela marginální (*Burgert 2016*, 98), což vylučuje hypotézu nepřímé distribuce skrze ostatní české regiony.

Možnost zprostředkované distribuce ortenburských rohovců bychom ale neměli ukvapeně zamítat. Přímému kontaktu mezi jižními Čechami a výchozy suroviny v Bavorsku

⁶ Dolní Břežany 8,7 % (*Čtverák – Rulř 1984*, 142); Kosoř 8,7 % (*Nerudová – Přichystal 2012*, graf 1); Roztoky u Prahy 2 % (*Popelka 1999*, obr. 32); Úhonice 2: 1 ks z 5 (*Stolz – Stolzová – Smolová 2015*, 97).

brání západní část šumavského masivu. Prostupnější variantou by byla distribuce prostřednictvím neolitické sídelní komory v okolí dnešního Lince (Großraum Linz). Ačkoliv zde zatím narážíme na poměrně malý počet detailněji zkoumaných lokalit, je patrné, že v období LnK na místních sídlišťích tvoří podstatnou část surovin ŠI právě bavorské rohovce importované podél toku Dunaje. Ortenburská varieta činí přibližně 33 %, arnhofenská kolem 18 % souborů (*Binsteiner – Ruprechtsberger – Urban 2008; Binsteiner 2005*, 127–130). Klíčová pro kontakt obou oblastí může být lokalita Český Krumlov. Zdejší osídlení vázané přímo na řeku Vltavu se nacházelo v oblasti pro neolitické zemědělce značně netypické a patrně nemělo podobu klasického zemědělského sídelního areálu. Českokrumlovskou lokalitu a nejbližší dosud známé sídliště na rakouské straně (Engerwitzdorf-Linzerberg) dělí vzdálenost více než 50 km vzdušnou čarou. Ojedinelé nálezy kamenné industrie při horním toku Malše a v povodí říček Große Rodl, Große a Kleine Gusen vlévajících se do Dunaje (*Grömer 2002*, Abb. 5 a 36) dovolují uvažovat o trase vedoucí na rozhraní Šumavy a Novohradských hor.

Doklady propojení obou oblastí se objevují i v rovině výzdobného stylu na keramice. Vycházíme z předpokladu, že styl, jakožto formální variace materiální kultury, jež může být předmětem výběru a volby, je sociálně přenosný a míra podobnosti mezi dvěma místy (komunitami) v daném čase a prostoru závisí právě na intenzitě vzájemné sociální interakce (*Sackett 1977*, 371). Želiezovská nota přesahující nebo spojující dvě souběžné linie identifikovaná v jihočeských souborech stupně LnK III má analogie v materiálu z rakouského Leodingu (*Grömer 2001*, Taf. 24: 1, patrně také Taf. 30: 9), kde bohužel nelze kvůli značnému promíšení souborů přesně datovat jednotlivé kontexty. V obou regionech se objevila varianta této výzdoby s oválnými notami, nikoliv pouze běžnějšími protáhlými vrypy.⁷ Ta se nejvíce blíží souborům prvního stupně železovské skupiny (*Pavúk 2009*). Ve světle těchto skutečností je třeba zvážit šíření železovských prvků z epicentra výskytu proti proudu Dunaje do Horního Rakouska a odtud zprostředkovaně dále do jižních Čech. Je však otázkou, v jakém časovém rozpětí se tento přenos odehrál, tudíž do jaké míry lze synchronizovat starší fázi jihočeského osídlení s vývojem ve středním Podunají.

Výčet shodných prvků mezi jihočeským a hornorakouským regionem lze rozšířit také o doplňkový motiv tří svislic s notami na konci. Registrován byl v Mažicích, bohužel v přesněji nedatovaném kontextu (*obr. 16: MA 728*). V Leodingu má jisté analogie v podobě horizontálních linií s notami, které doplňují kurvilineární trojlinku zakončenou opět notami (*Grömer 2001*, Taf. 1: 1, 2: 1, 4, 70: 2). K intenzifikaci kontaktů evidentně došlo v závěru vývoje lineární keramiky, kdy se v hornorakouském, stejně jako východobavorském materiálu objevuje šárecká výzdoba (*Grömer 2001*, 60–61). Vezmeme-li v úvahu kvantitativně nevýrazný projev šáreckého typu na území Moravy a Dolního Rakouska (*Gruber 2009*, Abb. 3; *Čížmář 2008*, 39), je nejpravděpodobnější jeho šíření z prostoru Čech skrze jihočeský region.

V pozdním neolitu nabývá patrně na významu jihovýchodní hraniční pásmo. Na západo-moravských sídlišťích mladšího stupně moravské malované keramiky (MMK II) je doloženo užívání kyselých subvulkanitů těžných z ložisek na Jindřichohradecku, především

⁷ Patrně proto nebyla podobnost leondingské výzdoby s keramikou železovské skupiny rozpoznána: „Die Zselizer Keramik der Südwestslowakei ... erreicht Oberösterreich nach derzeitigem Forschungsstand nicht mehr, auch nicht als Import.“ (*Grömer 2001*, 136).

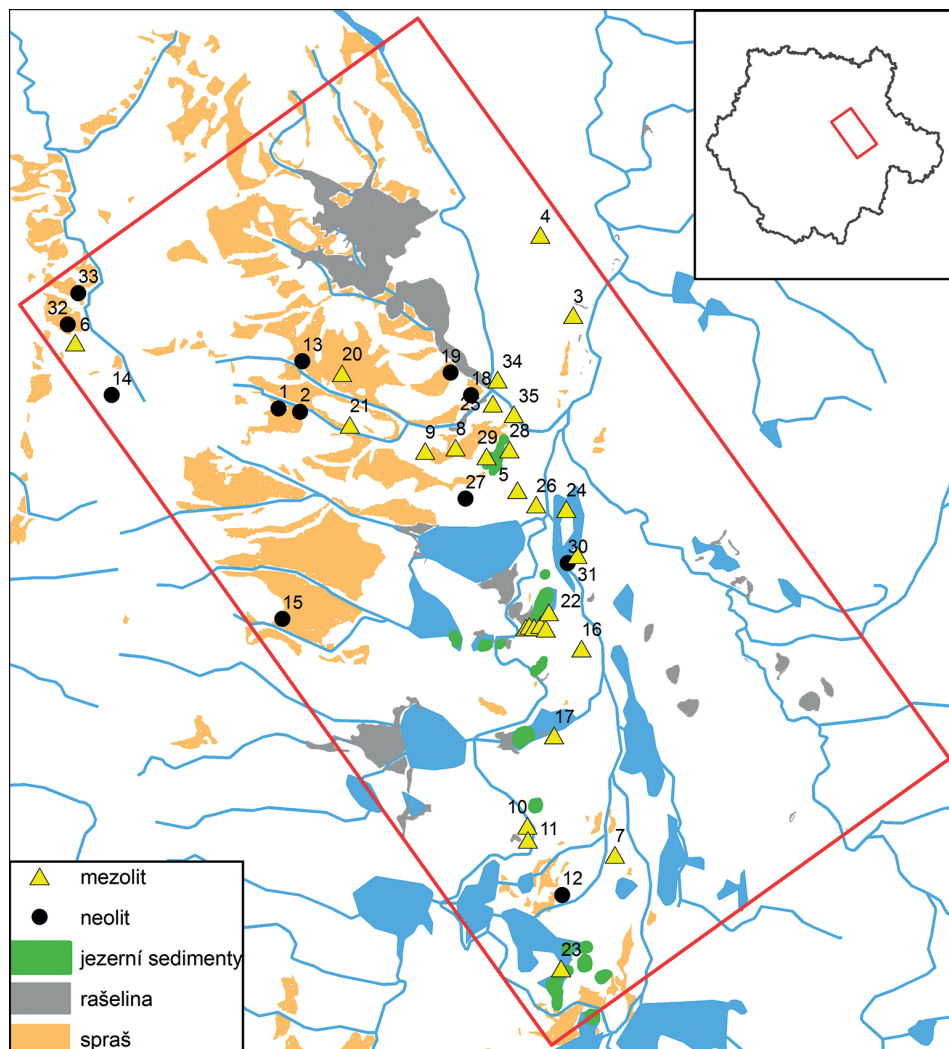
v okolí Lásenice, a ve Waldviertelu (Bartík 2014, 17). Lidské aktivity v této východní a jihovýchodní hraniční zóně mohou dokládat také nepočtené a problematické nálezy broušené industrie (obr. 20; nálezy ve Waldviertelu viz Penz 2004). Spíše než o svébytné sídelní oikumeně, je v tomto období v jižních Čechách na místě hovořit o nevýrazném průniku od jihovýchodu podél toku Lužnice. V archeologických pramenech se pak odrazil lengyelskou keramikou z Kaiblstenu u Brand-Nagelbergu a Vlкова.

K otázce vztahu mezolitického a neolitického osídlení

Jižní Čechy jsou vzhledem k dobře doloženému mezolitickému osídlení vhodným regionem pro sledování problematiky možných kontaktů, ovlivňování a prolínání původních lovecko-sběračských komunit a zemědělců. Jedná se bezesporu o velmi komplexní otázku, jež přesahuje rámec tohoto článku, přesto je na místě zasadit nově získaná data do stávajícího diskurzu. V první řadě je ale nutné definovat základní pojmové kategorie: mezolit a neolit zde chápeme jako čistě chronologické vymezení, lovce-sběrače a zemědělce jako subsistenční strategii. Současné výzkumy ukazují, že se tyto entity mohou silně prolínat. V rámci neolitických sídlišť mohla existovat nemalá skupina obyvatel věnující se převážně lovu (Gomart et al. 2015; Pavlů 2014). Naopak cílený management některých rostlinných druhů mohl probíhat již v mezolitu (Sádlo et al. 2005, 47–52; Holst 2010). K prohloubení problému přispívá dichotomická typologie, která dělí artefakty (a přeneseně i jejich soubory – naleziště) v zásadě pouze na mezolitické a neolitické, tedy a priori lovecko-sběračské a zemědělské. Z této pozice je pak obtížné vysvětlit přítomnost „neolitických“ artefaktů na „mezolitických“ nalezištích (Šída 2011).

V otázce vztahu lovců-sběračů a zemědělců v jihočeském regionu došli na základě totožné pramenné základny různí badatelé k odlišným závěrům. Podle S. Vencla (2006) vyhledávaly obě skupiny zcela odlišné oblasti k sídlení, a prostorově se tedy vylučují. To na druhou stranu mělo lovecko-sběračským societám umožnit přežívat v oblastech nevhodných pro zemědělství hluboko do neolitu. J. Beneš (2008; 2004) soudí, že právě odlišné sídelní a subsistenční strategie nevytvářely podmínky pro antagonismus obou skupin. Vztah mohl být naopak symbiotický.

Na rozdíl od všech okolních regionů, kam zemědělci pronikli již v první vlně středoevropské neolitizace, není v jižních Čechách osídlení starého stupně LnK doloženo, a to ani formou intruzí v mladších objektech (srov. Kuna 2002). Zemědělství sem dle současného stavu poznání dospělo přibližně po 200 až 300 letech adaptace a upevňování ve středoevropských podmínkách. První jihočeští zemědělci evidentně volili lokality ekvivalentní k dříve osídleným oblastem, které naopak nepreferovali lovci-sběrači. To lze pozorovat i na úrovni relativně malých krajinných výseků, jak ukazuje detailní analýza sídelních struktur v severní části Třeboňské pánve (obr. 24). Neolitická komponenta (sídelní mikroregion č. 2) se koncentruje v severozápadní části regionu a vytváří zde prostorově vymezené skupiny po dvou až třech sídelních areálech, což odpovídá stavu i v jiných oblastech Čech (Rulf 1982; 1983). Lokality zde vykazují výraznou vazbu na sprašové podloží, ve většině případů na spraši přímo leží anebo se spraš nachází do 500 m od lokality (Bumerl 2016). Oproti tomu mezolitická komponenta je vázána spíše na jihovýchodní oblast postglaciálních jezer (např. Švarcenberk), která v inkriminovaném období již procházela intenzivní terestrializací a přeměnou v rašeliniště (Šída – Pokorný 2011; Hošek et al. 2013; 2016).



Obr. 24. Srovnání sídelních strategií lovců-sběračů a zemědělců v transektu severní části Třeboňské pánve (podle *Bumerl 2016*). Neolitické areály a ojedinělé nálezy broušené industrie jsou většinou vázány na západněji položené spraše, zatímco mezolitické kolektce štípané industrie jsou nacházeny spíše východněji v okolí bývalých jezer. Jejich rozmístění lze rekonstruovat na základě přítomnosti jezerních sedimentů (lokalizace podle *Hošek et al. 2016*), indikátorem mohou být také rašeliniště.

Fig. 24. Comparison of settlement strategies of hunter-gatherers and farmers in the northern part of the Třeboň Basin. Neolithic areas and isolated finds of polished industry are typically tied to loess located more to the west, whereas Mesolithic assemblages of chipped industry are found more to the east in the area of former lakes. Lake distribution can be reconstructed on the basis of the presence of lake sediments (localisation after *Hošek et al. 2016*); peat bogs can also be an indicator.

1 Dolní Bukovsko 1, 2 Dolní Bukovsko 2, 3 Dráčov 1, 4 Dráčov 2, 5 Veselí nad Lužnicí 2, 6 Horní Kněžeklady, 7 Klec, 8 Kunderatice 1, 9 Kunderatice 2, 10 Lomnice nad Lužnicí 1, 11 Lomnice nad Lužnicí 2, 12 Lomnice nad Lužnicí 3, 13 Mažice, 14 Modrá Hůrka, 15 Neplachov, 16 Ponědrážka, 17 Ponědraž – Ponědražský rybník, 18 Sviny – Borkovice 1, 19 Sviny – Borkovice 2, 20 Sviny 1, 21 Sviny 2, 22 Ponědrážka – rybník Švarcenberk, 23 Lomnice nad Lužnicí – rybník Velký Tisý, 24 Veselí nad Lužnicí 1, 25 Veselí nad Lužnicí 3, 26 Veselí nad Lužnicí 4, 27 Veselí nad Lužnicí 5, 28 Veselí nad Lužnicí 6, 29 Veselí nad Lužnicí 7, 30 Vlkov 1, 31 Vlkov 2, 32 Žimutice 1, 33 Žimutice 2, 34 Žišov 1, 35 Žišov 2.

#	Metoda	Lokace	Zdroj	BP	95,4 %	68,2 %	Medián
LuA-4589	AMS	centrální vrt, 324–327 cm	oříšek <i>Trapa natans</i>	6350 ± 100	5491–5056	5466–5227	5328
Poz-29404	AMS	vrt 1/09, 190–191 cm	oříšek <i>Trapa natans</i>	6360 ± 40	5469–5229	5462–5303	5347
CrI-6090	kon.	sonda 3, 96 cm	borová kůra	6102 ± 99	5295–4796	5208–4933	5034
CrI-7023	kon.	sonda 4, 185 cm	oříšek <i>Trapa natans</i>	6268 ± 93	5467–5006	5338–5070	5234
LuA-4297	AMS	sonda 4, 200 cm	oříšek <i>Trapa natans</i>	6340 ± 110	5512–5041	5467–5220	5313

Tab. 7. Radiokarbonová data vztahující se k závěru antropických aktivit a celkovému zazemnění jezera Švarcenberk (podle Pokorný et al. 2008; 2010). Kalibrováno v programu OxCal 4.3.

Tab. 7. Radiocarbon dates tied to the end of anthropogenic activities and the complete filling of Lake Švarcenberk with soil (after Pokorný et al. 2008; 2010). Calibrated in the OxCal 4.3 program.

Ačkoliv obě komunity osidlovaly odlišné ekologické niky, jejich vzájemná vzdálenost není v měřících mobilních a semi-mobilních společnostech velká, například neolitický sídelní areál u Neplachova je od mezolitických stanovišť při Švarcenberku vzdálen pouze 7 km. Obě enklávy navíc nejsou ostře odděleny. V „mezolitické zóně“ se objevují nálezy „neolitické“ broušené industrie (obr. 24: 12). Neolitické nálezy z Vlkova (obr. 24: 30, 31) náleží patrně až do mladšího neolitu (*Bumerl – Chvojka – Menšík 2016*). Naopak v „neolitické zóně“ byly sběry získány kolekce štípaných industrií, jež byly určeny jako mezolitické (obr. 24: 6, 8, 9).

Základní podmínka kontaktu – sdílený prostor – se zdá být splněna. Větší problém nastává, sledujeme-li časovou proměnnou. Paleoekologický záznam v sedimentech postglaciálního jezera Švarcenberk vykazuje známky intenzivního osídlení již od časných fází holocénu. Jedná se především o vysoké koncentrace mikrouhlíků dokládající opakované vypalování pobřežní vegetace a pyl rostlin otevřených či ruderálních stanovišť. S úplným zazemněním jezera a jeho přeměnou v rašeliniště však na dlouhou dobu mizí i stopy lidských aktivit (*Pokorný et al. 2010*). K této závěrečné fázi lze vztáhnout několik radiokarbonových dat (tab. 7).

Terestrializace pozvolna postupovala od pobřežní zóny směrem do středu jezera, a proto o zániku tohoto pro lovce-sběrače vhodného prostředí nejlépe vypovídá centrální profil situovaný do středu sedimentační pánve. Datum z oříšku kotvice plovoucí uloženého v horní části jezerních uloženin se na hladině pravděpodobnosti 68,2 % velmi těsně dotýká s osídlením v blízkých Mažicích (viz tab. 3). Stopy periodických požárů jsou však v centrálním profilu zachytitelné ještě minimálně 60 cm nad úroveň s absolutním datem (*Pokorný et al. 2010*, fig. 8). Interpolací celé radiokarbonové sekvence lze odhadnout definitivní konec antropických aktivit na Švarcenberku do 5750 BP. Obdobná situace je v litorálním vrtu 1/09, kde vysoký obsah mikrouhlíků přesahuje horizont 5469–5229 cal. BC (*Pokorný et al. 2010*, fig. 24). Bezpečně je doloženo zakládání požárů na březích jezera ještě v období 5208–4933 cal. BC. Datum pochází z borové kůry v horní části rákosové slatiny bohaté na mikrouhlíky a nepřímé antropické indikátory. Ta byla pravděpodobně ještě mocnější, ale její horní části byly zničeny (*Pokorný et al. 2010*, fig. 18: vrstva 4, fig. 22). I zde tedy můžeme předpokládat lidskou aktivitu výrazně přesahující toto datum.

Časový průnik lovecko-sběračských aktivit na Švarcenberku a na blízkých neolitických areálech je z výše uvedených dat patrný. Lze namítnout, že antropický signál v inkriminovaném období na březích zanikajícího postglaciálního jezera způsobily komunity zemědělců, v jejichž výživě mohl stále minoritně figurovat lov i sběr (Kovačiková 2009; Hajnalová 2007; Bieniek 2002). Proti však svědčí intenzivní a odlišný charakter využívání jezera i nepřítomnost typických sídlišť. Obdobná situace je pozorovatelná v Českém ráji, kde ve stejné vzdálenosti od sebe fungovala zemědělská sídliště a lovecko-sběračské lokality v převisech. Obojí však se zcela odlišnou technologií výroby kamenné industrie a způsobu získávání surovin (Šída 2014, 294–295; Šída – Kachlík – Prostředník 2014).

6. Závěry a směřování dalšího výzkumu

Výsledky předkládané v této studii významně rozšiřují pramennou základnu neolitu na jihu Čech. Vůbec poprvé byl v lokalitě Dehtáře získán materiál z intaktního neolitického kontextu a mezi zkoumané jihočeské sídelní areály přibyla lokalita Mažice. Jestliže se dosud relativní chronologie neolitického osídlení v celém regionu zakládala na souboru 632 keramických jedinců, pak byl tento stav zvýšen na celkem 1331. Nutno však přiznat, že se nové poznatky týkají pouze období kultury s lineární keramikou. K novým nálezům vypíchané keramiky nedošlo, nepočítáme-li intruzivní materiál v Radčicích, kde je osídlení StK známo již ze starších odkryvů.

Analýzou keramických souborů byly posunuty chronologické hranice osídlení jihočeského regionu, dříve definované fázemi LnK IIa až LnK IIIb. Nově bylo prokázáno (v poměru k ostatním fázím v regionu) rozvinuté osídlení i během pozdního šáreckého stupně (LnK IV). To bylo dosud spíše jen tušené ve sběrovém materiálu ze Zvíkova a nevýrazném souboru z objektu 10 z Radčic. Relativní chronologie byla vůbec poprvé ve sledovaném regionu doplněna také o absolutní data, která vzhledem k vzorkovanému materiálu můžeme považovat za spolehlivá. Výskyt šáreckých výzdobných technik tak v jižních Čechách vztahujeme přibližně k období kolem 5100 cal. BC. Jak ukázalo srovnání s dalšími dostupnými daty, je regionální vývoj synchronní se širší oblastí střední Evropy.

Kontakty jihočeských zemědělců v rámci tohoto prostoru můžeme zatím rekonstruovat pouze na základě analogií v keramické produkci (především z hlediska užití výzdoby) a surovinách kamenné industrie. Obě kategorie pramenů hovoří spíše o synergickém průniku vícera vlivů než o striktní vazbě na jednu oblast. Přechod zemědělců předpokládáme směřem od severu z hustě osídlených oblastí středních Čech. Přestože této starší fázi dominují na jihu Čech výzdobné prvky i suroviny charakteristické i v Čechách středních, vyskytuje se již zde cizorodý element v podobě noty na dvojité linii. Původ této techniky je spatřován v dekoraci nádob železovské skupiny na středním Dunaji. Její nezanedbatelný výskyt je registrován též v moravské neolitické oikumeně a nabízí se logicky hypotéza kontaktů jihočeských obyvatel východním směrem do horního Podolí, nejzápadnější části moravského neolitického osídlení. Oproti této přímočaré interpretaci hledající nejbližší možné spojnici stavíme možnost postupného přenosu ve smyslu *down-the-line* řetězce. Prostředníkem bylo pravděpodobně osídlení v okolí současného Lince, jak dokládá keramický inventář z Leondingu s analogickými „železovskými“ prvky.

Rostoucí sepětí s regiony ležícími jižně a jihozápadně pozorujeme především v mladší fázi jihočeské LnK. Razantní změnu prodělala distribuční síť surovin pro výrobu štípané industrie, která se přeorientovala na východní část bavorského Podunají, pravděpodobně opět prostřednictvím linecké sídelní komory. Dokládá to jasná dominance rohovců ortenburské jury jak v jihočeských, tak hornorakouských souborech. Na zbylém území Čech se v drtivé většině vyskytuje pouze deskovitá varianta Abensberg-Arnhofen těžená v západní části Bavorska. Zdá se tedy, že z jižních Čech nebyly ortenburské rohovce předávány dále. Přesto se místní obyvatelé v keramické produkci nadále orientují na oblast svého původu a jejich prostřednictvím se šarecký styl pozdní LnK dostává také do Horního Rakouska a východního Bavorska. V tomto ohledu vidíme prostor východní Bavorsko – Horní Rakousko – jižní Čechy jako značně provázanou oblast se sdílenými atributy, která samozřejmě absorbovala okolní vlivy z jiných regionů. Bariéra pohraničních pohoří musela být překvapivě prostupná, minimálně ve své jihovýchodní části, kde předpokládáme komunikaci v severojižním směru mezi jihočeskými pánvemi a rakouským Podunajím. Důležitou roli zde mohlo hrát osídlení na břehu Vltavy v centru dnešního Českého Krumlova.

Nově získaná data o neolitickém osídlení jižních Čech dovolila diskutovat možné kontakty s „mezolitickými“ lovci-sběrači. Radiokarbonová data z jezera Švarcenberk dokládají lidské aktivity minimálně v samém závěru 6. tisíciletí, pravděpodobně i o několik století později, kdy již zemědělci prokazatelně pronikli na sprašové ostrůvky nacházející se ve vzdálenosti přibližně 10 km jihozápadně a severozápadně od jezera. Prostorová a časová shoda však ještě nevypovídá o povaze kontaktů, jež můžeme zatím nazírat pouze úzkou optikou štípané industrie, kde se ovšem projevují odlišné výrobní tradice a distribuční sítě obou komunit. Metodologicky je značně obtížné vyčlenit mezolitické soubory, jež by se vztahovaly právě k inkriminovanému období možných kontaktů na jihočeské zemědělské hranici. Vhodnější se zatím pro tuto otázku jeví stratifikované lokality Českého ráje.

K prohloubení našich znalostí o vývoji neolitického osídlení v regionu je bezesporu zapotřebí dalších výzkumů. Obligátní formulace v závěru archeologických studií je v případě jižních Čech zcela na místě. Mimo standardního rozšiřování pramenné základny bychom se měli zaměřit na řešení specifických otázek a využití potenciálu, jež nabízí právě jihočeská sídelní oikumena. Přestože zde zemědělci vyhledávali polohy s nejúrodnějšími půdami, vyšší nadmořská výška a na ní vázané klimatické podmínky činí z jižních Čech region odlišný od okolních. Není náhodou, že tato vnitřní periferie byla osídlena až v druhé vlně neolitické expanze. V budoucnu bychom měli zkoumat, zda se tyto skutečnosti odrazily například ve spektru pěstovaných plodin a jejich poměru ke zdrojům získávaným lovem a sběrem. V neposlední řadě pak bude nadále nutné zkoumat místní osídlení v kontextu procesů a změn, jež probíhaly i mimo tradičně uvažovanou sídelní oblast Čech, tedy v dnešním rakouském a bavorském Podunají, neboť vazby tímto směrem se zdají být navzdory přírodním bariérám silné.

Autoři děkují Janu Michálkovi za cenné informace o jihočeských lokalitách. Velký dík patří všem, kteří se podíleli na terénních výzkumech a průzkumech, jmenovitě Vladimíru Prokopovi, Petrovi Menšíkovi, Josefovi Menšíkovi, Petrovi Limburskému, Jiřímu Fröhlichovi, Janu Johnovi a studentům Archeologického ústavu FF JU a Ústavu pro archeologii FF UK. Za možnost shlédnout nálezy z Českého Krumlova děkujeme Lucii Šmahelové. Podpořeno grantem GAČR 13-08169S „Před neolitem: příroda a člověk konce glaciálu a staršího holocénu“ a GAJU 145/2016 H „Rozvoj doktorských studijních programů na FF JU“.

Literatura

- Bartík, J. 2014:* Dynamika neolitického a časně eneolitického osídlení na periferii západní Moravy. In: M. Popelka – R. Šmidtová eds., *Neolitizace aneb setkání generací*, Praha: Filozofická fakulta Univerzity Karlovy, 9–28.
- Beneš, A. 1970:* Žimutice, první neolitické sídliště v jižních Čechách. *Archeologické rozhledy* 22, 658–677.
- Beneš, A. 1973:* Skály, okr. Písek. In: *Výzkumy v Čechách 1970*, Praha: Archeologický ústav ČSAV, 139–140.
- Beneš, A. 1976:* Současný stav a prospekce nových neolitických a eneolitických lokalit v jižních a jihozápadních Čechách. *Sborník prací filozofické fakulty brněnské univerzity* 20–21, 15–23.
- Beneš, A. 1979:* Dehtáře, druhé neolitické sídliště v jižních Čechách. Výběr z prací členů Historického klubu při Jihočeském muzeu v Českých Budějovicích 16, 91–93.
- Beneš, A. 1987:* Dehtáře, o. Žabovřesky, okr. České Budějovice. In: *Výzkumy v Čechách 1984–1985*, Praha: Archeologický ústav ČSAV, 38.
- Beneš, A. – Braun, P. – Břicháček, P. 1984:* Zbudov, o. Dívčice, okr. České Budějovice. In: *Výzkumy v Čechách 1980–1981*, Praha: Archeologický ústav ČSAV, 137.
- Beneš, J. 2004:* Palaeoecology of the LBK: the earliest agriculturalists and the landscape of Bohemia. In: A. Lukes – M. Zvelebil eds., *LBK Dialogues: studies in the formation of the Linear pottery culture*. BAR International series, Oxford: Archaeopress, 143–150.
- Beneš, J. 2008:* Environmentální archeologie a kultura s lineární keramikou v Čechách. In: E. Černá – J. Kuljavceva Hlavová eds., *Archeologické výzkumy v severozápadních Čechách v letech 2003–2007*. *Sborník k životnímu jubileu Zdeňka Smrže*, Most: Ústav archeologické památkové péče severozápadních Čech, 33–51.
- Beneš, J. – Chvojka, O. 2007:* Archeologie doby kamenné v jižních Čechách: současný stav bádání. In: R. Krajč – O. Chvojka eds., *Archeologie na pomezí*. *Sborník příspěvků ze semináře*, České Budějovice, 8. 11. 2007, České Budějovice: Jihočeské muzeum, 9–28.
- Bieniek, A. 2002:* Archaeobotanical analysis of some early Neolithic settlements in the Kujawy region, central Poland, with potential plant gathering activities emphasised. *Vegetation History and Archaeobotany* 11, 33–40.
- Binsteiner, A. 2005:* Die Lagerstätten und der Abbau Bayerischer Jurahornsteine sowie deren Distribution im Neolithikum Mittel- und Osteuropas. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* 52, 43–155.
- Binsteiner, A. – Ruprechtsberger, E. M. – Urban, O. H. 2008:* Zur Rohstoffanalyse Jungsteinzeitlicher Silexinventare im Raum Linz und in Oberösterreich. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 38, 477–492.
- Bláha, J. 2002:* Nejstarší osídlení Dačicka. In: J. Bistřícký – M. Kučerová eds., *Dějiny Dačic, Dačice: Městské muzeum a galerie Dačice*, 11–32.
- Bollong, C. A. 1994:* Analysis of the Stratigraphy and Formation Processes using Patterns of Pottery Sherd Dispersion. *Journal of Field Archaeology* 21, 15–28.
- Böhm, J. 1941:* Kronika objeveného věku. Praha: Družstevní práce.
- Břicháček, P. 1975:* Zvíkov. Výšinné sídliště z mladší doby kamenné?. Výběr z prací členů Historického klubu při Jihočeském muzeu v Českých Budějovicích 12, 61–62.
- Břicháček, P. 1982:* Neplachov, okr. České Budějovice. In: *Výzkumy v Čechách 1978–1979*, Praha: Archeologický ústav ČSAV, 79.
- Břicháček, P. 1995:* Český Krumlov, okr. Český Krumlov. In: *Výzkumy v Čechách 1990–1992*, Praha: Archeologický ústav ČSAV, 58.
- Břicháček, P. – Braun, P. 1985:* Dehtáře, o. Žabovřesky, okr. České Budějovice. In: *Výzkumy v Čechách 1982–1983*, Praha: Archeologický ústav ČSAV, 27.
- Bumerl, J. 2016:* Možnosti povrchového průzkumu a analýzy databází archeologických nálezů testované/aplikované na příkladu osídlení severních oblastí Budějovicka v pravěku. Ms. mag. diplom. práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Bumerl, J. – Chvojka, O. – Menšík, P. 2016:* Pravěké nálezy z prostoru „vlkovských“ pískoven u Veselí nad Lužnicí (okr. Tábor). *Archeologické výzkumy v jižních Čechách* 29, 7–27.
- Burgert, P. 2016:* Bavorské jurské rohovce Franské Alby v neolitu a eneolitu Čech. *Archeologické rozhledy* 68, 91–108.
- Červenka, E. 2008:* Neolit a eneolit v jižních Čechách. Ms. mag. diplom. práce. Západočeská univerzita v Plzni.

- Červenka, E. – Burian, V. 2009: Nové pravěké nálezy z oblasti Lomnice nad Lužnicí. Vlastivědný sborník Dačicka, Jindřichohradecka a Třeboňska 21, 5–19.
- Čížmář, Z. 2008: Kultura s lineární keramikou. In: Z. Čížmář ed., Život a smrt v mladší době kamenné, Brno: Ústav archeologické památkové péče, 38–48.
- Čtverák, V. – Rulík, J. 1984: Neolitický sídelní areál v Dolních Břežanech, okres Praha-západ. Archeologické rozhledy 36, 121–153, 239.
- Dreslerová, D. – Kočár, P. – Chuman, T. 2016: Pravěké osídlení, půdy a zemědělské strategie. Archeologické rozhledy 68, 19–46.
- Dubský, B. 1946–1947: Přehled pravěkého osídlení našeho kraje. Zlatá stezka 15, 8–9, 26–28, 45.
- Dubský, B. 1949: Pravěk jižních Čech. Blatná: Bratři Řimsové.
- Eisner, J. 1922: Jihočeské mohyly. Památky archeologické 33, 1–37, 193–231.
- Elburg, R. 2010: Der bandkeramische Brunnen von Altscherbitz – Eine Kurzbiografie. In: R. Smolnik Hrsg., Ausgrabungen in Sachsen 2. Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege 21, Dresden: Landesamt für Archäologie Sachsen, 231–234.
- Filip, J. 1930: Porost a podnebí Čech v pravěku. Památky archeologické 36, 169–188.
- Fröhlich, J. 1992: Hromové klíny v jižních Čechách. Výběr z prací členů Historického klubu při Jihočeském muzeu v Českých Budějovicích 29, 237–245.
- Fröhlich, J. 2009: Neolitické nálezy v širším okolí soutoku Otavy s Vltavou. Archeologické výzkumy v jižních Čechách 22, 17–25.
- Gomart, L. – Hachem, L. – Hamon, C. – Giligny, F. – Ilett, M. 2015: Household integration in Neolithic villages: A new model for the Linear Pottery Culture in west-central Europe. Journal of Anthropological Archaeology 40, 230–249.
- Grömer, K. 2001: Jungsteinzeit im Großraum Linz. Siedlungs- und Grabfunde aus Leonding. Linzer Archäologische Forschungen 33. Linz: Nordico – Museum der Stadt Linz.
- Grömer, K. 2002: Das Neolithikum im oberösterreichischen Mühlviertel. Archeologické výzkumy v jižních Čechách 15, 7–54.
- Gruber, H. 2009: Das Neolithikum in Oberösterreich – Ein Überblick zum Forschungsstand. In: M. Chytráček et al. Hrsg., Fines Transire 18. Archäologische Arbeitsgemeinschaft Ostbayern/West- und Südböhmen/Oberösterreich: Treffen 25. bis 28. Juni 2008 in Manching, Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf, 133–143.
- Hajnalová, M. 2007: Early farming in Slovakia: an archaeobotanical perspective. In: S. Colledge – J. Conolly eds., The Origins and Spread of Domestic Plants in Southwest Asia and Europe, Walnut Creek: Left Coast Press, 295–314.
- Hájek, L. 1954: Jižní Čechy ve starší době bronzové. Památky archeologické 45, 115–192.
- Hofmann, D. – Pechtl, J. – Bentley, R. A. – Bickle, P. – Fibinger, L. – Grupe, G. – Hamilton, J. – Hedges, R. – Schulz, M. – Whittle, A. 2013: Southern Bavaria. In: P. Bickle – A. Whittle eds., The First Farmers of Central Europe: Diversity in LBK Lifeways, Oxford: Oxbow, 205–250.
- Holst, D. 2010: Hazelnut economy of early Holocene hunter-gatherers: a case study from Mesolithic Duvensee, northern Germany. Journal of Archaeological Science 37, 2871–2880.
- Hošek, J. – Pokorný, P. – Šída, P. – Prach, J. 2013: Nově objevená pozdně glaciální jezera na Třeboňsku. Zprávy o geologických výzkumech 46, 126–131.
- Hošek, J. – Prach, J. – Šída, P. – Houfková, P. – Vondrák, D. – Lisá, L. – Pokorný, P. – Chvojka, O. – Dohnal, J. 2016: Sedimentární vývoj pozdně glaciálních jezer u Veselí nad Lužnicí. Zprávy o geologických výzkumech 49, 157–164.
- Chvojka, O. – Burian, V. 2013: Nález neolitického kamenného sekeromlatu z Nekrasína. Vlastivědný sborník Dačicka, Jindřichohradecka a Třeboňska 25, 5–9.
- Končelová, M. 2005: Struktura osídlení lidu s lineární keramikou ve východních Čechách. Archeologické rozhledy 57, 651–706.
- Korený, R. – Stolz, D. 2009: Die Anfänge der neolithischen Besiedlung in der Region Příbram. In: M. Chytráček et al. Hrsg., Fines Transire 18. Archäologische Arbeitsgemeinschaft Ostbayern/West- und Südböhmen/Oberösterreich: Treffen 25. bis 28. Juni 2008 in Manching, Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf, 161–163.
- Kovačiková, L. 2009: Příspěvek k poznání výživy a hospodářského zázemí neolitického sídliště v Černém Volu, okr. Praha-západ. Archeologické rozhledy 61, 254–264.

- Křivánek, R. 2016:* Geofyzikální měření ARÚ Praha na archeologických lokalitách v roce 2015. In: Zprávy ČAS – Supplément 101. Archeologické výzkumy v Čechách 2015. Sborník referátů z informačního kolokvia, Praha: Česká archeologická společnost, 9–12.
- Křivánek, R. v tisku:* Archeogeofyzikální průzkumy Archeologického ústavu AV ČR Praha v jižních Čechách v letech 2014–2017. Archeologické výzkumy v jižních Čechách 31.
- Kuna, M. 2002:* Intruze jako doklad „nenalezených“ fází pravěkého osídlení. In: E. Neustupný ed., Archeologie nenalezaného: sborník přátel, kolegů a žáků k životnímu jubileu Slavomila Vencla, Dobrá Voda u Pelhřimova: Aleš Čeněk, 119–132.
- Kuna, M. – Křivánková, D. 2006:* Archiv 3.0 – systém Archeologické databáze Čech, uživatelská příručka. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Květina, P. – Končelová, M. 2011:* Kategorie výzdobného stylu na lineární keramice z Bylan. Archeologické rozhledy 63, 195–219.
- Květina, P. – Pavlů, I. 2007:* Neolitické sídliště v Bylanech – základní databáze. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Lenneis, E. – Mayer, C. – Neugebauer, J.-W. 1995:* Jungsteinzeit im osten Österreichs. Forschungsberichte zur Ur- und Frühgeschichte. St. Pölten: Niederösterreichisches Pressehaus.
- Link, T. 2014:* Die linien- und stichbandkeramische Siedlung von Dresden-Prohlis. Eine Fallstudie zum Kulturwandel in der Region der oberen Elbe um 5000 v. Chr. Veröffentlichungen des Landesamtes für Archäologie Sachsen. Dresden: Landesamt für Archäologie Sachsen.
- Michálek, J. – Pavlů, I. – Vencl, S. – Zápotocká, M. 2000:* Nová neolitická sídliště (LnK a StK) a žárový hrob v Radčicích, okr. Strakonice v jižních Čechách. In: Památky archeologické – Supplementum 13. In memoriam Jan Rulf, Praha: Archeologický ústav AV ČR, 266–302.
- Nerudová, Z. – Přichystal, A. 2012:* Rozbor kamenné štípané industrie ze sídliště Kosoř (okr. Praha-západ). Sborník prací filozofické fakulty brněnské univerzity M 17, 9–25.
- Parkman, M. 2000:* Nález neolitické keramiky u zámku Kratochvíle. In: Památky archeologické – Supplementum 13. In memoriam Jan Rulf, Praha: Archeologický ústav AV ČR, 325–327.
- Pavlů, I. 1972:* Problém neolitického osídlení jižních Čech. (Předběžná zpráva o výzkumu v Žimuticích 1970). Archeologické rozhledy 24, 260–268.
- Pavlů, I. 1977:* K metodice analýzy sídlišť s lineární keramikou. Památky archeologické 68, 5–55.
- Pavlů, I. 1992:* Nové raně středověké a mezolitické sídliště v povodí Lužnice. Sborník Západočeského muzea v Plzni – Historie 8, 8–17.
- Pavlů, I. 2001:* Lineární keramika z neolitického sídliště v Žimuticích. Archeologické výzkumy v jižních Čechách 14, 5–56.
- Pavlů, I. 2014:* Společnost a lidé na neolitickém sídlišti Bylany. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Pavlů, I. – Rulf, J. 1996:* Nejstarší zemědělci na Kutnohorsku a Čáslavsku. Archeologické rozhledy 48, 643–673.
- Pavlů, I. – Zápotocká, M. 1979:* Současný stav a úkoly studia neolitu v Čechách. Památky archeologické 70, 281–318.
- Pavlů, I. ed. – Zápotocká, M. 2007:* Archeologie pravěkých Čech III: Neolit. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Pavúk, J. 2009:* Die Entwicklung der Želiezovce-Gruppe und die Entstehung der Lengyel-Kultur. In: A. Zeeb-Lanz Hrsg., Krisen – Kulturwandel – Kontinuitäten: zum Ende der Bandkeramik in Mitteleuropa. Beiträge der Internationalen Tagung in Herxheim bei Landau (Pfalz) vom 14.–17. 06. 2007, Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf, 249–266.
- Pechtl, J. 2016:* From Distribution Maps to “Ethnic” Diversity within the Southern Bavarian LBK. In: L. Amkreutz et al. eds., Something Out of the Ordinary? Interpreting Diversity in the Early Neolithic Linearbandkeramik and Beyond, Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing, 283–311.
- Penz, M. 2004:* Zur ur- und frühgeschichtlichen Besiedlung des nordwestlichen Waldviertels. Das Waldviertel 53, 222–233.
- Podborský, V. ed. 1993:* Pravěké dějiny Moravy. Brno: Muzejní a vlastivědná společnost v Brně.
- Pokorný, P. – Šída, P. – Chvojka, O. – Žáčková, P. – Kuneš, P. – Světlík, I. – Veselý, J. 2010:* Palaeoenvironmental research of the Schwarzenberg Lake, southern Bohemia, and exploratory excavations of this key Mesolithic archaeological area. Památky archeologické 101, 5–38.
- Pokorný, P. – Šída, P. – Kuneš, P. – Chvojka, O. 2008:* Mezolitické osídlení bývalého jezera Švarcenberk (jižní Čechy) v kontextu vývoje přírodního prostředí. In: J. Beneš – P. Pokorný eds., Bioarcheologie v České republice, České Budějovice – Praha: Přírodovědecká fakulta JU – Archeologický ústav AV ČR, 145–176.

- Popelka, M. 1999: K problematice štípané industrie v neolitu Čech. In: M. Buchvaldek ed., *Præhistorica XXIV*, Praha: Karolinum, 7–122.
- Přichystal, A. 2013: Lithic raw materials in prehistoric times of Eastern Central Europe. Brno: Masarykova univerzita.
- Quit, E. 1971: Klimatické oblasti Československa. Praha: Academia.
- Rulf, J. 1981: K sídelní kontinuitě neolitu a eneolitu Čech. In: K. Sklenář ed., *Præhistorica VIII. Varia archaeologica 2*. Sborník k počtě 80. narozenin akademika Jana Filipa, Praha: Karolinum, 55–58.
- Rulf, J. 1982: Úloha přírodního prostředí ve vývoji českého neolitu a eneolitu. In: J. Hrala ed., *Metodologické problémy československé archeologie*, Praha: Archeologický ústav ČSAV, 29–36.
- Rulf, J. 1983: Přírodní prostředí a kultury českého neolitu a eneolitu. *Památky archeologické* 74, 35–95.
- Rulf, J. 1986: Ke struktuře keramické náplně středočeských sídlišť kultury lineární keramiky. *Památky archeologické* 77, 234–247.
- Řídký, J. 2016: Radiokarbonová data z výplní mladoneolitických objektů z Vchynic (okr. Litoměřice). In: M. Popelka et al. eds., *...tenkrát na východě...* Sborník k 80. narozeninám Víta Vokolka, Praha: Karolinum, 351–358.
- Sackett, J. 1977: The meaning of style in archaeology: a general model. *American Antiquity* 42, 369–380.
- Sádko, J. – Pokorný, P. – Hájek, P. – Dreslerová, D. – Cílek, V. 2005: Krajina a revoluce. Významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny českých zemí. Praha: Malá Skála.
- Schiffner, M. B. 1986: Radiocarbon dating and the "old wood" problem: the case of the Hohokam chronology. *Journal of Archaeological Science* 13, 13–30.
- Soudský, B. 1967: Principles of Automatic Data Treatment Applied on Neolithic Pottery. Praha: Archeologický ústav ČSAV.
- Stocký, A. 1926: *Pravěk země české*. Praha: Národní muzeum.
- Stolz, D. – Stolzová, D. – Smolová, H. 2015: Neolitické lokality na Radotínském potoce zjištěné povrchovou prospekci a drobnými záchrannými výzkumy. *Archeologie ve středních Čechách* 19, 89–114.
- Šída, P. 2007: Využívání kamenné suroviny v mladší a pozdní době kamenné. Dílenské areály v oblasti horního Pojizeří. *Dissertationes archaeologicae Brunenses/Pragensesque* 3. Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Šída, P. 2011: Přechod mezolit–neolit. Existuje kulturní kontinuita či diskontinuita? A klademe si vůbec správné otázky?. In: M. Popelka – R. Šmidtová eds., *Præhistorica XXXIX. Otázky neolitu a eneolitu našich zemí: sborník referátů z 28. zasedání badatelů pro výzkum neolitu a eneolitu (nejen) Čech, Moravy a Slovenska, Mělník 28. 9. – 1. 10. 2009*, Praha: Karolinum, 359–367.
- Šída, P. 2014: Neolitická těžba v Jizerských horách a její význam pro neolitizaci Čech. In: M. Popelka – R. Šmidtová eds., *Neolitizace aneb setkání generací*, Praha: Filozofická fakulta Univerzity Karlovy, 287–300.
- Šída, P. – Kachlík, V. 2009: Geological setting, petrology and mineralogy of metabasites in a thermal aureole of Tanvald granite (northern Bohemia) used for the manufacture of Neolithic tools. *Journal of Geosciences* 54, 269–287.
- Šída, P. – Kachlík, V. – Proštrněnk, J. 2014: Jistebsko. Neolitická těžba v Jizerských horách. *Opomíjená archeologie* 3. Plzeň: Katedra archeologie FF ZČU.
- Šída, P. – Pokorný, P. 2011: Zjišťování archeologického potenciálu krajiny pomocí kvartérné geologického mapování na příkladu Třeboňska. *Archeologické rozhledy* 63, 485–500.
- Šída, P. – Vokounová Franzeová, D. – Moravcová, M. 2014: Proměny využívání zdrojů kamenných surovin v mladém a pozdním paleolitu a mezolitu Čech. *Živá archeologie – REA* 16, 17–24.
- Tichý, R. 1961: O používání tuhy v mladší době kamenné. *Památky archeologické* 52, 76–84.
- Trampota, F. 2015: Sídelní a distribuční struktury v neolitu v regionu povodí Dyje. Ms. disertační práce. Masarykova univerzita v Brně.
- Vencl, S. 1966: Studie o šáreckém typu. *Sborník Národního muzea v Praze* 15, 93–140.
- Zápotocká, M. 1978: Ornamentace neolitické vypichané keramiky. *Archeologické rozhledy* 30, 504–534.
- Zápotocká, M. 1998: Bestattungssitus des böhmischen Neolithikums (5500–4200 B.C.): Gräber und Bestattungen der Kultur mit Linear-, Stichband- und Lengyelkeramik. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Zápotocká, M. 2002: Kontakte, Importe, Warenaustausch und mögliche Pässe und Were zwischen Böhmen und Bayern im Neolithikum. In: M. Chytráček – J. Michálek – K. Schmotz Hrsg., *Archäologische Arbeitsgemeinschaft Ostbayern/West- und Südböhmen 11. Treffen 20. bis 23. Juni 2001 in Oberzell, Rahn/Westf.*: Verlag Marie Leidorf, 35–41.

- Zápotocká, M. 2009:* Neolitické sídelní regiony v Čechách (ca 5300–4400 př. Kr.): region Litoměřicko. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Zápotocká, M. 2011:* Neolithische Siedlungsregionen in Böhmen: Südböhmen. In: M. Chytráček Hrsg., Fines Transire 20. Archäologische Arbeitsgemeinschaft Ostbayern/West- und Südböhmen/Oberösterreich, Treffen 23. bis 26. Juni 2010 in Eschenbach i.d. Opf, Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf, 113–128.
- Zápotocká, M. 2012:* Neolitické sídelní regiony v Čechách: Horní Poohří – Karlovarský kraj. Archeologie západních Čech 4, 103–125.

New information on the Neolithic occupation of south Bohemia

The south Bohemian region was a peripheral part of the Neolithic occupation of Bohemia with a relatively sparse network of documented settlement areas. Their investigation has been limited thus far to mostly non-destructive survey methods and development-led excavations (summarised in *Zápotocká 2011*). An attempt was made to expand the inadequate inventory of sources in 2014–2016 by means of surface collections and above all through excavations of identified sunken features at Dehtáře (České Budějovice district), Radčice (Strakonice district) and the newly discovered Mažice site (Tábor district). This new information only concerns the period of the Linear Pottery culture. Stroked Pottery culture finds were not recorded, except for intrusions in Radčice, where occupation from this period is known from earlier excavations (*Michálek et al. 2000*).

Thanks to an analysis of newly obtained pottery assemblages, the chronology of the region was shifted (bounded heretofore by phases LBK IId to LBK IIIb). Evidence was newly given for developed occupation during the Šárka phase (LBK IV). This relative chronology was supplemented further with absolute dates obtained by means of radiocarbon analysis of plant macro-remnants. As a result, the use of Šárka ornament in south Bohemia can be tied roughly to the period around 5100 cal BC. As a comparison with other available dates showed, regional development is synchronous with the broader territory of central Europe.

The contacts of the south Bohemian Neolithic population in this space can be reconstructed for now only on the basis of parallels in pottery production (primarily from the perspective of applied ornament) and the raw materials from which lithic industry was produced. Both categories of sources speak more about the synergetic impact of multiple influences than a strict link to a single area. Farmers are assumed to have arrived from more densely occupied central Bohemia to the north. But while this earlier phase in south Bohemia is dominated by decorative elements and raw materials characteristic for central Bohemia and beyond, a foreign decoration in the form of a music-note on a double line also occurs here. The origin of this technique is traced to the decoration of Želiezovce group vessels in the Middle Danube Region. Their considerable occurrence is also registered in Moravian Neolithic territory, raising the possibility of contacts between the south Bohemian population eastward in the direction of the Upper Thaya River Region, the westernmost part of Moravian Neolithic occupation (*Bláha 2002*). In contrast to this straight-line interpretation searching for the closest possible link, another possibility is gradual transmission in the sense of a down-the-line chain. The intermediary was probably settlement around today's Linz, as is documented by the pottery inventory from Leonding (*Grömer 2001*) with analogical 'Želiezovce' elements.

Growing ties with regions to the south and southwest are observed mainly in the later phase of the Linear Pottery culture in south Bohemia. The distribution network of raw materials for the production of chipped industry underwent a major change, with a new focus on the eastern part of the Bavarian Danube Region with its local sources of chert of the Ortenburger Jura (*Binsteiner 2005*). In this regard, the south Bohemian region is an exception, since on the remaining territory of Bohemia only the tabular form of Abensberg-Arnhofen chert extracted in the western part of Bavaria (*Burgert 2016*) occurs in the vast majority of cases. Hence, it appears that chert of the Ortenburger Jura was not passed from south Bohemia further into the Bohemian inland. Nevertheless, in the matter of pottery production, the local population continued to focus on the area of its origin. It was

probably through this population that the Šárka style also reached Upper Austria and eastern Bavaria. The regions of eastern Bavaria, Upper Austria and south Bohemia can therefore be viewed as an interconnected territory with shared attributes, albeit one that naturally also absorbed influences from other areas as well. The barrier of borderland mountain ranges must have been passable, at least in its southeastern part. Settlement on the banks of the Vltava River in the centre of today's Český Krumlov could have played an important role in the process.

Based on find situations in the northern part of the Třeboň Basin, possible contacts between south Bohemian farmers and 'Mesolithic' hunter-gatherers suggested in earlier works (*Beneš 2008; Vencel 2006*) are also discussed. Radiocarbon dates tied to hunter-gatherer activities at Lake Švarcenberk document human activities from as early as the end of the 6th millennium, probably also several centuries later (*Pokorný et al. 2010*). At that time, Neolithic farmers verifiably reached loess islands roughly 10 km to the southwest and northwest.

English by *David J. Gaul*

VÁCLAV VONDROVSKÝ, Archeologický ústav FF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Branišovská 31a, CZ-370 05 České Budějovice. Laboratoř archeobotaniky a paleoekologie PřF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Na Zlaté stoce 3, CZ-370 05 České Budějovice; vaclav.vondrovsky@gmail.com

JIŘÍ BUMERL, Archeologický ústav FF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Branišovská 31a, CZ-370 05 České Budějovice; jbumca@gmail.com

ONDŘEJ CHVOJKA, Archeologický ústav FF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Branišovská 31a, CZ-370 05 České Budějovice; chvojka@muzeumcb.cz

MARTIN PTÁK, Archeologický ústav FF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Branišovská 31a, CZ-370 05 České Budějovice; ptakma00@ff.jcu.cz

MICHAELA PTÁKOVÁ, Laboratoř archeobotaniky a paleoekologie PřF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Na Zlaté stoce 3, CZ-370 05 České Budějovice; mdivisova@seznam.cz

PETR ŠÍDA, Archeologický ústav AV ČR, Brno, v. v. i., Čechyňská 363/19, CZ-602 00 Brno; petsida@seznam.cz

4. Šída, P. - Vokounová Franzeová, D. - Moravcová, M. 2012: Raw Material Sources and the Possibility of Studying Hunter-Gatherer Mobility as Seen on Selected Late Upper Palaeolithic and Mesolithic Sites in Bohemia, IANSA III, 1/2012, 117-129.



News and Views

Raw Material Sources and the Possibility of Studying Hunter-Gatherer Mobility as Seen on Selected Late Upper Palaeolithic and Mesolithic Sites in Bohemia

Petr Šída^a, Dagmar Vokounová Franzeová^a, Marta Moravcová^a

^aDepartment of Archaeology, Faculty of Arts, University of West Bohemia in Plzeň, Sedláčkova 15, Plzeň 30614, Czech Republic

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 15 May 2012

Accepted: 28 August 2012

Keywords:

hunter-gatherers

Late Palaeolithic

Mesolithic

Mobility

stone raw material

ABSTRACT

This article presents a study of the mobility of Late Palaeolithic and Mesolithic hunter-gatherer groups which settled in the area of the upper Otava, the Bohemian Paradise and the Central Bohemia region. The exploitation models are derived on the basis of a determination of the stone raw material composition of selected lithic industry assemblages together with a derivation of the transport distance of the individual rocks and minerals. The exploitation models are, in other words, structures in stone raw material reflecting the action radius of the human communities and providing a tool for understanding the spatial behaviour and its changes over time.

1. Introduction

The study of regional binding of Palaeolithic and Mesolithic sites has a long tradition in this country (*cf.* Svoboda, ed. 2003; Vencl *et al.* 2006; Škrdla 2005). These studies deal with a list of sites on a specific area and from the nature of the employed data provide a statistical picture of the situation. We are therefore not able to distinguish the time-line of events, or their spatial relationships. We need more additional information in order to obtain a dynamic picture of the relationships between the sites. The first category of information consists of detailed chronological data. In principle, these data can only be obtained by detailed studying of the stratified sequences which allows for detailed dividing and precise dating of the entire layers. This study does not allow for open-air sites created by overlapping of numerous settlement events.

A further category of information is represented by spatial relationships. The original dynamic network of settlements consisted of several cores (communities), which, based on

their needs, moved around a certain area. The result of this dynamic process is a static image of the current large number of sites, of which only a small part was actually present at the same time. To understand the dynamic image of the researched area we need to know one basic parameter, this being the size of the utilized space. It affects the density of the communities in the surveyed area and thus the number of existing sites at one moment.

Chronological and spatial relationships can be studied indirectly through the use of artefact puzzles, although they are significantly affected by the fragmentation of data entering the analysis. In order to understand the dynamic relationships in the area we need twofold: to bring the time into the scheme of sites (within the meaning of a detailed chronology over the course of centuries, the dating within the framework of the millennia, which we are able to determine on the basis of artefacts, is insufficient).

The chronological methods based on absolute dating will never be accurate enough to be able to capture the contemporaneity, or subsequence of the individual sites (in addition, we have to be aware of the fact that we archaeologically explore only a limited selection of the revealed sites). Therefore, we must try to understand the

*Corresponding author. E-mail: petrsida@seznam.cz

spatial behaviour and its changes over time. The resulting image will not be a dynamic picture of past events, but respectively a reflection of archaeological sources. The determination of time is too coarse for this, and the available data is too fragmentary. We may be able, however, to find general patterns of behaviour, a kind of quasi-dynamic model of previous events.

In this paper we focus on only one aspect of this model, which will be the determination of the size of the settlement areas and its changes from the Late Palaeolithic into the Mesolithic. Monitoring the types of used raw materials can be extremely effective in revealing the utilized space. The initial results have already indicated that such a procedure is not only possible but also beneficial (Šída *et al.* 2011). We would therefore like to test a larger sample of data.

2. Methodology

For this study, we collected a set of data consisting of determined chipped stone industry collections. The only aspect which will be discussed is the macroscopic determination of the stone raw material of the artefacts. The collection was selected in order to ensure that the dating was as accurate as possible and also by the number of determined artefacts (the number was set at a minimum of 30 pieces).

To avoid the divergence caused by an inability to verify the initial determination, we selected only those sites where we determined all the materials on our own.

We proceeded in the transect leading from the southern border of Bohemia at the Šumava (upper Otava) over Central Bohemia to the north to the Bohemian Paradise (Český ráj). In the collections we monitored the representation of individual types of raw material and their transport distance. From this determination we derived the graphs of the relationship between the employed raw materials and the transport distance. These graphs determined the size of the exploited area. We monitored the distance at which the quantities of the raw materials increased at 25, 50, 75 and 90% of the collection (Figures 1 and 2).

3. Sites

3.1 Babí pec (Loktuše village, Semily district)

This archaeological site lies at the foot of Kozákov Hill, in a Cenomanian sandstone block and represents one of the biggest abri (opened to the south) in the Bohemian Paradise. The archaeological research at Babí pec was conducted by V. Vaníček and J. V. Šimák in 1936 and provided a large number of lithic industries. The assemblage housed in the Museum of the Bohemian Paradise in Turnov is from

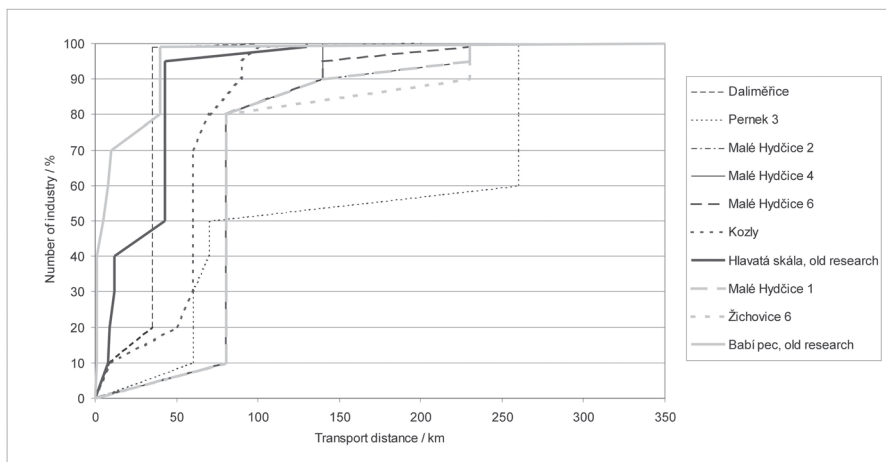


Figure 1. Late Palaeolithic and Late Palaeolithic-Mesolithic sites. Graphic display of the relationship between the quantity of raw material and the transport distance.

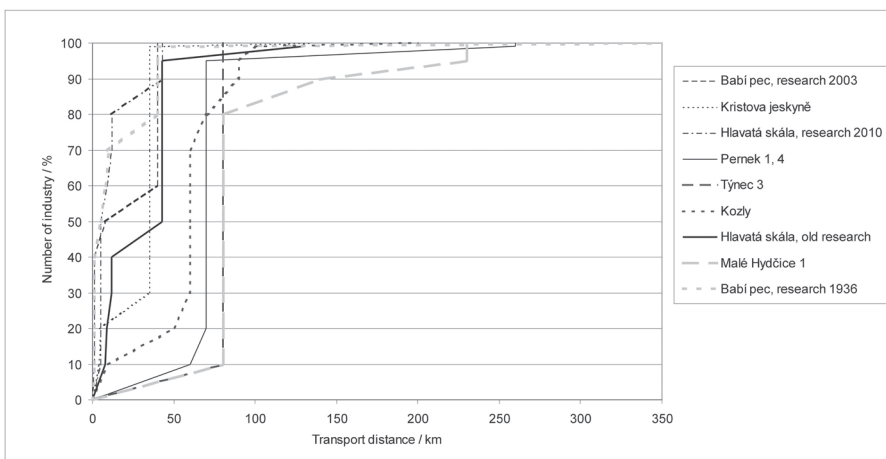


Figure 2. Mesolithic and Late Palaeolithic-Mesolithic sites. Graphic display of the relationship between the quantity of the raw material and the transport distance.

Table 1. Babí pec. Origin of the stone raw materials, assemblage obtained in 1936 (Mesolithic, Late Palaeolithic admixture).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative	% Cumulative modified
local sources from Kozákov Hill	1	49.4	49.4	49.8
rocks from fluvial sediments of the Jizera River	5	6.7	56.1	56.6
Permian sediments of the Krkonoše Mountain foothill basin	8	12.5	68.6	69.2
local sources apart from Kozákov Hill	10	4.3	72.9	73.5
area of continental glaciations (drift flints)	40	25.6	98.5	99.3
Bečov type quartzite	110	0.1	98.6	99.4
Tušimice type quartzite	140	0.1	98.7	99.5
Bavarian banded chert	350	0.5	99.2	100
non determined	?	0.8		

Table 2. Babí pec. Origin of the stone raw materials, assemblage obtained in 2003 and 2006 (Mesolithic).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative	% Cumulative modified
local sources from Kozákov Hill	1	40.7	40.7	41.1
rocks from fluvial sediments of the Jizera River	5	3.9	44.6	45.0
Permian sediments of the Krkonoše Mountain foothill basin	8	9.6	54.2	54.7
local sources apart from Kozákov Hill	10	3	57.2	57.7
area of continental glaciations (drift flints)	40	41.9	99.1	100
non determined	?	0.6		

this period. The studied part of the assemblage involved 1014 artefacts. Revision research at the site, where the 332 artefacts analysed for the purpose of this article come from, was conducted by P. Šída and J. Prostředník in 2003 and 2006. Most of the industry belongs to the Mesolithic, although the presence of Late Palaeolithic artefacts in the assemblage from 1936 should not be excluded as a possibility (Šída 2007; Šída, Prostředník 2007; Prostředník, Šída 2010).

The stone raw material composition of the assemblage obtained in 1936 is shown in Table 1. Most of the industry was chipped from local materials at Kozákov Hill (49.4%), which comes from a maximum distance of 1 km (jasper, cornelian, agate and also melafyr). The stone raw materials collected by previous humans from fluvial sediments of the Jizera River are available approximately up to 5 km and make up 6.7% of the production materials (quartz, crystal rock, metabasic of the Jizerské hory type, gneiss and phyllite). Rocks from the Krkonoše Mountain foothill basin (12.5% of the production materials; opaljasper in other words, limnetic silicite of Permian-Carboniferous sediments) were transported from a distance of approximately 8 km. Additional local sources include outcrops available up to 10 km from the sites (4.3% of the production materials; sandstone, basalt, quartzite, cretaceous porcellanite). Drift flints represent a stone raw material with sources located at a distance of approximately 40 km and make up 25.6% of the collection. Only a particularly small part of the production materials come from a distance exceeding 100 km. The Bečov type quartzite was transported from 110 km distant outcrops (0.1% of the collection), the Tušimice type quartzite comes from a distance of 140 km (0.1% of collection) and the outcrops of Bavarian banded cherts are located about 350 km from the site at Babí pec (0.5% of the production materials). The remaining stone raw materials (0.8%) could not be determined.

The stone raw material composition of the chipped industry, which was founded during the revision researches in 2003 and 2006 is provided in the attached table (Table 2). This assemblage is also characterised by a high frequency of Kozákov Hill minerals (40.7%; transport distance of up to 1 km). There was occasional chipped material from fluvial sediments of the Jizera River (3.9%), stones from the Krkonoše Mountains foothill basin make up 9.6% of the assemblage by the stone artefacts producers. Additional local rocks and minerals from the outcrops lying up to 10 km from the sites made up of 3% of the studied chipped industry. Drift flints of glacial and glaciofluvial sediments make up 41.9% of the production material (the distance to an area of continental glaciation in North Bohemia is approximately 40 km). The remainder of the stone raw materials (0.6%) could not be determined.

3.2 Kristova jeskyně (Bělá u Turnova village, Semily district)

Kristova jeskyně is a medium-sized abri located in a rock block at the Klokočské rocks near Rotštejn Castle. In 2001 the site was disturbed by illegal excavation conducted by a detector finder. Rescue archaeological research revealed Mesolithic layers with five fireplaces and 537 pieces of chipped industry in 2005 (Šída, Prostředník 2007; Prostředník, Šída 2010).

The stone raw material composition is shown in Table 3. 22.9% of the production materials come from the immediate surroundings of the archaeological site. The Jizera River as a source of chipped fluvial boulders (2.4% of collection; slate, sedimentary slate, quartz, metabasic of the Jizerské hory type) lies 2 km from the Kristova jeskyně site. The raw material of 14% of the stone industry (chalcedony, jasper, cornelian) was brought from the 4 km distant Kozákov Hill. Additional local rocks are present at a frequency of 6.5% (the maximum transport distance is 5 km; porcellanite, silicified sandstone).

Table 3. Kristova jeskyně. Origin of the stone raw materials, rescue research in 2005 (Mesolithic).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative	% Cumulative modified
rocks from the fluvial sediments of the Jizera River	2	2.4	2.4	2.4
local sources from Kozákov Hill	4	14	16.4	16.5
local sources apart from the Kozákov Hill	5	6.5	22.9	23.1
Permian sediments of the Krkonoše Mountain foothill basin	11	4.3	27.2	27.4
area of continental glaciations (drift flints)	35	71.7	98.9	99.6
Tušimice type Quartzite	134	0.4	99.3	100
non determined	?	0.7		

Opaljasper and silicified slate of Permian sediments were available up to 11 km and amounted to 4.3% of the production material. The majority of the stone raw materials came from a distance of circa 40 km (71.7%). This group consisted of drift flints from glacial and glaciofluvial sediments of North Bohemia. Long-distance imports (transport distance over 100 km) were only represented marginally by the Tušimice type quartzite 0.4% of the collection (transport distance 134 km). The remainder of the stone raw materials (0.7%) could not be determined.

3.3 Hlavatá skála (Hrubá Skála village, Semily district)

The first finds on site were uncovered at the beginning of the 20th century. The lithic industry is apparently Mesolithic, with a portion associated with the Late Palaeolithic and which includes 185 artefacts. In 1996 the site was excavated by V. Vokolek. In Trench 1, made in the southern part of the site, he identified a thick cluster of three layers with hearths, but found only two artefacts. In 2005, we used charcoal from the second (middle) layer of these fireplaces to obtain the very first Mesolithic date for a site in Český ráj (Prostředník, Šída 2006). In autumn 2010 we reopened this trench, sieved the fill, and found several dozen Mesolithic artefacts (Šída, Prostředník 2006; Filip 1947; Vokolek 1998; Prostředník, Šída 2006; Šída, Prostředník 2007; Šída, Prostředník 2010).

Table 4 summarises the stone raw materials which were determined in an assemblage of chipped industry obtained at the beginning of the 20th century. 22.4% of the used rocks come from the immediate surroundings of the site. Outcrops of jasper and cornelian at Kozákov Hill lie at a distance of 8 km and cover 15.7% of the previous human stone needs. From the 9 km distant riverbed of Jizera comes 3.2% of the production materials, with this involving quartz and metabasic of the Jizerské hory type. Porcellanites and basalt (3.2% of the collection) rank among the local sources available up to 5 km. Opaljasper of Permian sediments was available at a distance of 12 km and covered 17.8% of the production material. The transport distance of drift flints, which were chipped at a frequency of 56.8%, was 43 km. Long-distance imports make up only a marginal part of the stone raw material composition and include the Skršín type quartzite (0.5%; 105 km) and the Tušimice type quartzite (1.6%; 130 km). The remainder of the stone raw materials (1.2%) was not determined.

An assemblage obtained during revision research in 2010 is dated to the Mesolithic period and involves 79 artefacts (Table 5). A major part of the industry (54.4%) was chipped from local materials including basalts and porcellanites. From the 8 km distant Kozákov Hill, hunter-gatherers brought minerals (jasper, agate), which represent 2.6% of the lithic

Table 4. Hlavatá skála. Origin of the stone raw materials, assemblage obtained at the beginning of the 20th century (Late Palaeolithic, Mesolithic).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative	% Cumulative modified
local sources apart from Kozákov Hill	5	3.2	3.2	3.2
local sources from Kozákov Hill	8	15.7	18.9	19.1
rocks from the fluvial sediments of the Jizera River	9	3.2	22.1	22.4
Permian sediments of the Krkonoše Mountain foothill basin	12	17.8	39.9	40.4
area of continental glaciations (drift flints)	43	56.8	96.7	97.9
Skršín type quartzite	105	0.5	97.2	98.4
Tušimice type quartzite	130	1.6	98.8	100
Non determined		1.2		

Table 5. Hlavatá skála. Origin of the stone raw materials, assemblage obtained during a revision research in 2010 (Mesolithic).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative
local sources apart from Kozákov Hill	5	54.4	54.4
local sources from Kozákov Hill	8	2.6	57
rocks from the fluvial sediments of the Jizera River	9	7.6	64.6
Permian sediments of the Krkonoše Mountain foothill basin	12	17.7	82.3
area of continental glaciations (drift flints)	43	17.7	100

industry. Quartz collected by previous humans from fluvial sediments of the Jizera River was available at a distance of 9 km and makes up 7.6% of the production material. From the Permian sediments at a distance of 12 km from the site at Hlavatá skála come opaljasper, which was chipped at a frequency of 17.7%. The same part of the stone artefacts (17.7%) was made by Mesolithic hunter-gatherers from drift flints, which occur in North Bohemia 43 km away.

3.4. Daliměřice (Daliměřice village, Semily district)

This site on a significant promontory under the confluence of the Vazovecký stream and the Jizera River was the site of a small castle in the Middle Ages. Over the course of archaeological research led by J. Klápště (1980s), P. Břicháček collected 106 pieces of lithic industry belonging to the Late Palaeolithic cultural group Federmesser (Šída 2004).

Table 6 shows the presence of stone raw materials, their transport distance and the frequency of use. The list of materials from the shorter transport distance is as follows: quartz from fluvial sediments of the Jizera river (1 km; 8.5%), jasper from Kozákov Hill (9 km; 5.7%), opaljasper from Permian sediments (20 km; 1.9%), drift flints from an area of continental glaciation (35 km; 83%), quartzite of the Skršín type (100 km; 0.9%).

3.5 Kozly (Kozly village, Mělník district)

The site in Kozly is located north-east of Prague in the Mělník district, between the villages of Kozly and Mlékojedy, at an altitude of 165 meters. The area of this surface site is formed by a south facing sand dune, which lies at the right bank of the old Elbe, approximately 125 m from the stream at a relative elevation of 3 m. The dune is currently covered by

cottages and forest (Petrbok 1937, 28; Sklenář 1982, 145; Sklenář 2000, 73).

The first artefacts from this site were collected by the amateur archaeologist Rudolf Šanovec in all probability between the years 1910 and 1912. The site at Kozly is primarily connected, however, with Jaroslav Petrbok, who discovered a microlithic industry here in 1915. Repeated surface collection conducted over the next several years provided one of the largest Mesolithic assemblages in Bohemia (Petrbok 1937, 28; Sklenář 2008, 47).

The studied assemblage consists of 1231 pieces of lithic industry housed in the National Museum in Prague. The results of the stone raw material analyses are shown in the attached table (Table 7). The majority of the industry is dated to the Mesolithic, while certain artefacts have Late Palaeolithic features. The spatial distribution of the outcrops of predominant stone raw materials face the north and north-west, towards the foothills of the Krušné Mountains, the foothills of the Krkonoše Mountains and the spurs and basins of North Bohemia. The majority of the determined rocks consist of drift flints (33.5%) having originated from these spurs and basins, which are located circa 50 km from Kozly. The average transport distance of jasper, agate and chalcedony from Kozákov Hill is 60 km, the percentage of use of these minerals is 3.9%. This is the same source area and transport distance as is the case with opaljasper and cretaceous porcellanite. The metabasic of the Jizerské hory type (0.9%) was brought from the natural outcrops at the foothills of the Jizerské Mountains, which are located 70 km away. The determined quartzites of north-west Bohemia (the area between the towns of Kadaň and Most) include the several times mentioned Bečov, Skršín and Tušimice types

Table 6. Daliměřice. Origin of the stone raw materials, assemblage obtained during research work over 1985–1987 (Late Palaeolithic).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative
local sources apart from Kozákov Hill	1	8.5	8.5
local sources from Kozákov Hill	9	5.7	14.2
Permian sediments of the Krkonoše Mountain foothill basin	20	1.9	16.1
area of continental glaciations (drift flints)	35	83	99.1
Skršín type quartzite	100	0.9	100

Table 7. Kozly. Origin of the stone raw materials, assemblage obtained by J. Petrbok (Mesolithic, Late Palaeolithic admixture).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative	% Cumulative modified
local rocks of Barrandian	10	13.4	13.4	15.2
Permian sediments of the Krkonoše Mountain foothill basin including Kozákov Hill	50	4.6	18	20.4
area of continental glaciations (drift flints)	60	33.5	51.5	58.3
sources of the Czech Cretaceous Basin	60	0.4	51.9	58.7
Bečov, Skršín and Kamenná Voda type quartzites	60	25	76.9	87
metabasic of the Jizerské hory type	70	0.9	77.8	88
Tušimice type quartzite	90	8.4	86.2	97.5
sources from south Bohemia	100	1.3	87.5	99
Krumlovský les type chert	190	0.6	88.1	99.7
Bavarian Jurassic chert	200	0.3	88.4	100
non determined	?	11.7		

as well as quartzite from the surroundings of the village of Kamenná Voda. The outcrops are located at a distance of 60 respectively 90 km and have the following features in the studied assemblage: the Bečov type (14.4%), the Skršín type (10.5%), the Tušimice type (8.4%), the Kamenná Voda type (0.1%). During the transport of stone raw materials from South Bohemia (opal, crystal rock, quartz, quartzite of the Lipnice type; 1.3% of assemblage) a distance of approximately 100 km had to be overcome. Outcrops of Moravian chert of the Krumlovský les type (190 km; 0.6%) and of Jurassic Bavarian cherts (over 200 km; 0.3%) are situated even further. The remaining part of the raw material composition of the Kozly assemblage (13.4%) consists of local materials available up to 10 km from the site. This category includes quartz and Proterozoic and Palaeozoic rocks of the Barrandian (phanite, quartzite, or spilite).

3.6 Pernek 1, 3 and 4 (Pernek village, Český Krumlov district)

The site at Pernek 3 was discovered by J. Fröhlich, O. Chvojka and the Šálek family during micro-probing in 2003. A detection probing followed on the no name hill, which significantly rises above Lipno dam (altitude 770 m) in September 2006. This faraway visible and noticeable location is situated on the cadastre of the village of Pernek. The distance between the hill peak and the former Vltava river bank is circa 400 m, while the elevation above the current Vltava reaches 45 m (the elevation above the former Vltava could have been circa 50 m). The discovered lithic industry dates back to the Late Palaeolithic.

As early as 2000, prior to the appearance of the Pernek 3 site, surface collections at the south and west foothill of this no name hill were repeatedly carried out by J. Šálek and his family. In this manner every year stone chipped artefacts and prehistoric ceramic fragments were collected on the exposed

east bank of Lipno dam, at a distance of circa 100–300 m from a railway bridge. The findings were consequently passed on for professional processing. In 2003, J. Fröhlich, O. Chvojka and the Šálek family also participated in the surface collections. This site was named Pernek 1 by S. Vencl (Vencl *et al.* 2006, 197–198; Šída, Fröhlich, Chvojka 2008).

At a distance of 200–300 m south-east of the site at Pernek 1, J. Figura found another assemblage of chipped industry in 2003, which was extended by J. Šálek – site Pernek 4 (Vencl *et al.* 2006, 198–199; Šída, Fröhlich, Chvojka 2008). The consequent surface collection also provided stone artefacts from the space between these three sites. In the article the Mesolithic findings from Pernek 1 and 4 were analysed together.

The assemblage of chipped industry from Pernek 1 and 4 consists of 230 artefacts (Table 8). The local rocks (quartz) and minerals (crystal rock) represent 1.3% of the industry (transport distance up to 10 km), 60 km distant sources of South Bohemia were exploited by a frequency of 10.4%. Bavarian stropped cherts were transported over a distance of 70 km and made up more than ¾ of the production material (75.7%). The silicified woods (120 km; 0.9%) in all probability originate from the Pilsen basin. During the transport of drift flints (1.7% of the raw materials) from North Bohemia, hunter-gatherers had to overcome more than 260 km. The non determined materials consist of 10% of the collection.

Site Pernek 3 provided 50 pieces of chipped industry (Table 9). Mesolithic settlers at Pernek 3 occasionally chipped local quartz (8%). Outcrops in South Bohemia (opal, red silicite) were used at a frequency of 24% (transport distance 60 km) and Bavarian cherts make up 16% of the assemblage (transport distance 70 km). Long-distant imports are represented by the Tušimice type quartzite (transport distance 185 km; 2% of the production material), the Skršín type quartzite (190 km; 2%) and drift flints as the furthestmost most

Table 8. Pernek 1 and 4. Origin of the stone raw materials (Mesolithic).

Stone Raw Material	Distance	%	% Cumulative	% Cumulative Modified
local sources	10	1.3	1.3	1.4
sources from South Bohemia	60	10.4	11.7	13
Bavarian Jurassic chert	70	75.7	87.4	97.1
sources from the Pilsen basin	120	0.9	88.3	98.1
area of continental glaciations (drift flints)	260	1.7	90	100
non determined	?	10		

Table 9. Pernek 3. Origin of the stone raw materials (Late Palaeolithic).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative	% Cumulative modified
local sources	10	8	8	8.7
sources from South Bohemia	60	24	32	34.8
Bavarian Jurassic chert	70	16	48	52.2
Tušimice type quartzite	185	2	50	54.3
Skršín type quartzite	190	2	52	56.5
area of continental glaciations (drift flints)	260	40	92	100
non determined		8		

often used stone raw material (240 km; 40%). The remainder of the stone raw materials (8%) have not been determined.

3.7 Malé Hydčice 1 (Malé Hydčice village, Klatovy district)

Archaeological sites under long-term examination conducted by J. Fröhlich, J. Eigner and V. Eigner are located south-west of the village of Malé Hydčice. Hunter-gatherer settlements lie on a significant edge of the left bank of the Otava (Šída *et al.* 2011). Site number 1 is one of the largest collections in the upper Otava region and consists of 102 artefacts, which have been dated to the Late Palaeolithic with a possible Mesolithic admixture (Table 10). Local stone raw materials represent only 2% of the industry (transport distance up to 10 km), circa 80 km distant sources from South Bohemia were exploited at a frequency of 3.9%. Bavarian stropped cherts were transported over a distance of 80 km and consist of the majority of the production material (74.5%). Long-distant imports are represented by the Tušimice type of quartzite (transport distance 125 km; 1% of the production material), Bavarian banded chert so-called Plattensilex (140 km; 8.8%) and drift flints (230 km; 9.8%).

3.8 Malé Hydčice 2 (Malé Hydčice village, Klatovy district)

Circa 50 pieces of lithic industry dating back to the Late Palaeolithic were obtained during surface surveys at Malé Hydčice 2 (Table 11). Hunters at Malé Hydčice 2 only occasionally chipped local rocks (4%). The outcrops in South Bohemia were used at a frequency of 2% (transport distance 80 km). Bavarian cherts, as in the case of the two previous sites, consist of the majority of the assemblage in total 82%

(transport distance 80 km). So-called long-distance imports, which means materials transported at a distance over 100 km, are represented by Plattensilex (140 km; 6%) and drift flints (more than 230 km; 6%).

3.9 Malé Hydčice 4 (Malé Hydčice village, Klatovy district)

The assemblage of Late Palaeolithic chipped industry from Malé Hydčice 4 consists of 35 artefacts (Table 12). Over a radius of 10 km, hunter-gatherers obtained 2.9% of the used stone raw materials. 5.7% of the chipped rocks and minerals have their origin in the area of South Bohemia. The orientation to Bavaria and “popularity” of the stropped local cherts is also visible in this assemblage. 80 kilometre distant outcrops of stropped cherts in the ortenburgian Jurassic represent a source area of 74.3% lithic materials, while the more distant (140 km) Plattensilex from Frankonian Jura consequently represents 17.1% of the collection.

3.10 Malé Hydčice 6 (Malé Hydčice village, Klatovy district)

Table 13 summarises the stone raw materials which were determined in an assemblage of chipped industry from Malé Hydčice 6. In this case local sources of rocks were not used. The nearest outcrops of chipped materials are situated in south Bohemia at a distance of 80 km (6% of the assemblage) and in Bavaria also at a distance of 80 km. In the case of the Bavarian sources (stropped cherts) the frequency of use is incomparably greater (76%). Outcrops of Plattensilex and drift flints lie at a distance of 140 respectively 230 km and cover 15% and 3% of the past human needs.

Table 10. Malé Hydčice 1. Origin of the stone raw materials (Late Palaeolithic with a possible Mesolithic admixture).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative
local sources	10	2	2
Bavarian stropped chert	80	74.5	76.5
sources from South Bohemia	80	3.9	80.4
Tušimice type quartzite	125	1	81.4
Plattensilex (Bavarian banded chert)	140	8.8	90.2
area of continental glaciations (drift flints)	230	9.8	100

Table 11. Malé Hydčice 2. Origin of the stone raw materials (Late Palaeolithic).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative
local sources	10	4	4
Bavarian stropped chert	80	82	86
sources from South Bohemia	80	2	88
Plattensilex (Bavarian banded chert)	140	6	94
area of continental glaciations (drift flints)	230	6	100

Table 12. Malé Hydčice 4. Origin of the stone raw materials (Late Palaeolithic).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative
local sources	10	2.9	2.9
Bavarian stropped chert	80	74.3	77.2
sources from South Bohemia	80	5.7	82.9
Plattensilex (Bavarian banded chert)	140	17.1	100

Table 13. Malé Hydčice 6. Origin of the stone raw materials (Late Palaeolithic).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative
Bavarian stropped chert	80	76	76
sources from South Bohemia	80	6	82
Plattensilex (Bavarian banded chert)	140	15	97
area of continental glaciations (drift flints)	230	3	100

Table 14. Týnec 3. Origin of the stone raw materials (Mesolithic).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative
Bavarian stropped chert	80	94	94
sources from South Bohemia	80	3	97
sources from the Pilsen basin	80	3	100

Table 15. Žichovice 6. Origin of the stone raw materials (Magdalenian, Late Palaeolithic).

Stone raw material	Distance	%	% Cumulative
Bavarian stropped chert	80	84.6	84.6
sources from South Bohemia	80	3.3	87.9
Krumlovský les type chert	200	1.1	89
area of continental glaciations (drift flints)	230	11	100

3.11 Týnec 3 (Týnec village, Klatovy district)

This site is localized on a Týnec cadastral territory on a field at a position “Na Stráních”. The area of the site has a south and south-east slope and lies on the left bank of the Otava at an elevation of 10 m. The assemblage of 36 Mesolithic artefacts was collected by J. Fröhlich, J. Michálek, J. Eigner and V. Eigner (Table 14). The studied chipped industry was almost exclusively made up of Bavarian stropped cherts (94%; 80 km), the same distance of South Bohemia sources and outcrops of the Pilsen basin (both 80 km) covered just 6% of the production material (3% each). Local and long-distance materials were not used.

3.12 Žichovice 6 (Žichovice village, Klatovy district)

The archaeological site at *Žichovice 6* is on significant hillock outgoing from Kuneš hill (506 m) above the right bank of the Otava at a distance of 110 km from the river (elevation 36 m). Repeated surface collections conducted by J. Eigner and V. Eigner in 2004–2007 provided 91 pieces of the lithic industry. The majority of them date back to the Late Palaeolithic, although certain artefacts have features of Upper Palaeolithic Magdalenian culture (Table 15). Circa 80 km distant sources from South Bohemia were exploited at a frequency of 3.3%. Bavarian stropped cherts were also transported at a distance of 80 km and make up the majority of the production material (84.6%). Long-distant imports are represented by the Krumlovský les type chert (transport distance 200 km; 1.1% of the production material) and drift flints (more than 230 km; 11%).

4. Use of the stone raw materials

The structures, which represent regularities in the use of rocks and minerals, were determined based on a determination of

the stone raw material composition of the chipped industry. These regularities, so-called exploitation models, are dependent on the chronological determination of the artefacts and also on the spatial localisation of the archaeological sites. For the Late Palaeolithic and Mesolithic period there is a separate model, which is modified in different regions of Bohemia, in this case in the Protected Landscape Area of the Bohemian Paradise, the area around the upper Otava river and the Central Bohemian region. The stone raw material analyses made possible a derivation of the transport distance of the chipped stone artefacts production materials and subsequently the establishment of an action radius of hunter-gatherer movement and a picture of the settlement at a certain moment of the Late Palaeolithic and Mesolithic. The above-mentioned exploitation models reflected human behaviour in relation to stone raw materials and offer a certain possibility of chronological determination of part or even of entire assemblages which are not dated with certainty or are dated in a longer interval (e.g. Late Palaeolithic – Mesolithic).

A specific trend (Table 16, Figure 1, 2) appears at all of the studied sites in the Bohemian Paradise. As in the Late Palaeolithic (Daliměřice) as well in the Mesolithic (Babí pec revision research in 2003 and 2006, Kristova jeskyně, Hlavatá skála research in 2010) the main part of the stone raw materials (98–100%) was obtained from the outcrops, which are situated up to 40 km from the archaeological site. The remainder of the chipped industry was made from high-quality quartzites of the Skršín, Bečov and Tušimice type brought from north-west Bohemia, distance of 110 km, and in the case of the last one 140 km. A Bavarian banded chert was additionally determined in the Mesolithic collection from Babí pec. The outcrops lie in the Frankish Albums at a distance of 350 km (Figure 3). This means that the everyday needs of the stones were covered by movement within 40 km of the camps. The

Table 16. Studied sites. The relationship between the quantity of the raw material and the transport distance.

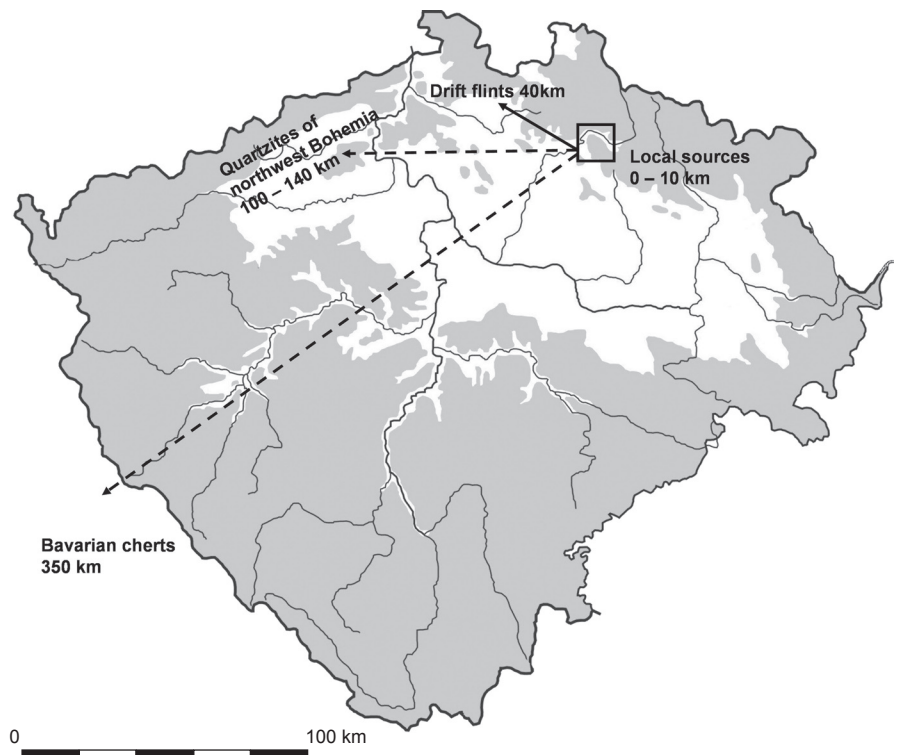
Site	Quantity of raw material (%) / distance (km)												Dating
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	99	100	
babí pec, revision	1	1	1	1	8	40	40	40	40	40	40	40	Mesolithic
Kristova jeskyně	4	5	35	35	35	35	35	35	35	35	35	134	Mesolithic
Hlavatá skála, 2010	5	5	5	5	5	9	12	12	43	43	43	43	Mesolithic
Pernek 1,4	60	70	70	70	70	70	70	70	70	70	260	260	Mesolithic
Týnec 3	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	Mesolithic
Babí pec 1936	1	1	1	1	5	8	10	40	40	40	40	350	Mesolithic, Late Palaeolithic?
Malé Hydčice 1	80	80	80	80	80	80	80	80	140	230	230	230	Late Palaeolithic, Mesolithic?
Daliměřice	9	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	100	Late Palaeolithic
Pernek 3	60	60	60	70	70	260	260	260	260	260	260	260	Late Palaeolithic
Malé Hydčice 2	80	80	80	80	80	80	80	80	140	230	230	230	Late Palaeolithic
Malé Hydčice 4	80	80	80	80	80	80	80	80	140	140	140	140	Late Palaeolithic
Malé Hydčice 6	80	80	80	80	80	80	80	80	140	140	230	230	Late Palaeolithic
Žichovice 6	80	80	80	80	80	80	80	80	230	230	230	230	Magdalenian, Late Palaeolithic
Hlavatá skála, 1905	8	9	12	12	43	43	43	43	43	43	130	130	Mesolithic, Late Palaeolithic
Kozly	10	50	60	60	60	60	60	70	90	90	100	200	Mesolithic, Late Palaeolithic

use of raw materials from more distant outcrops is sporadic, and always only involved rare pieces of quartzites or cherts from a distance of over 100 km. Their presence reflects other aspects of hunter-gatherer behaviour, for example, perhaps representing evidence of long-distance trips on the part of the community, a connection with a previous settlement area or documenting inter-community contact.

The basic framework for the movement of groups of Late Palaeolithic and Mesolithic hunter-gatherers in the Bohemian Paradise is the same, although clear differences are reflected by the frequency of the use of the individual rocks and

minerals in particular. It is possible that the assumed base for the studied sample, for the Late Palaeolithic period, is characterised by the use of drift flints from North Bohemia at the expense of minerals from Kozákov Hill and of other local sources available up to 10 km. In contrast, in the following Mesolithic period there is an evident inclination to the above-mentioned minerals and local rocks from fluvial sediments of the Jizera River or from local Permian sediments. The percentage of long-distance imports from north-west Bohemia is only in tenths of a per cent in both the studied periods. The area of the Bohemian Paradise is a

Figure 3. Bohemian Paradise, Late Palaeolithic and Mesolithic sites. Transport of the stone raw materials.



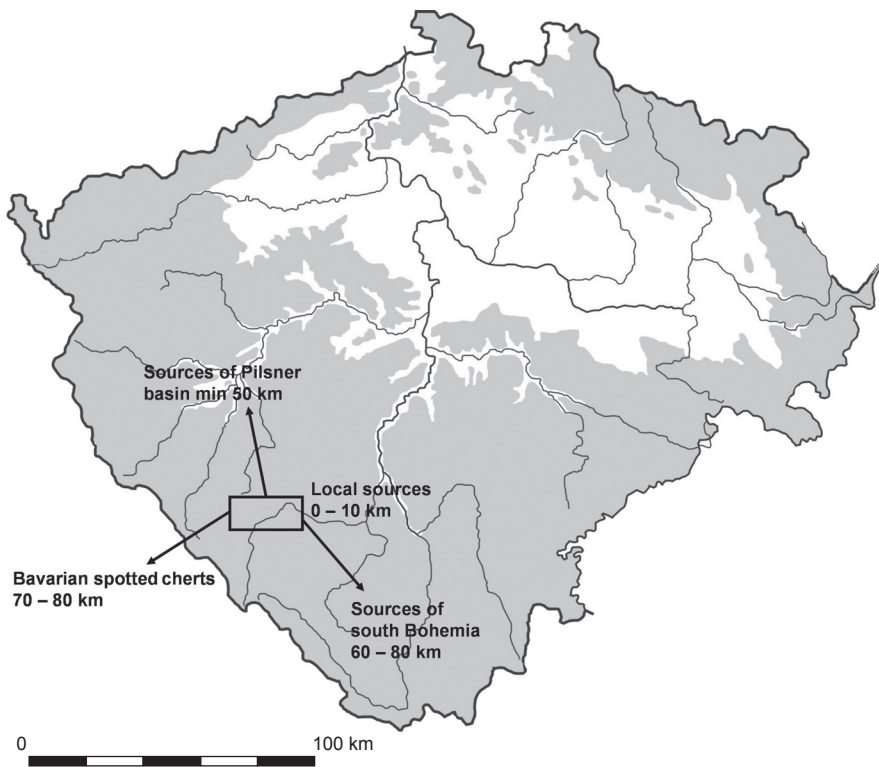


Figure 4. Upper Otava region, Mesolithic sites. Transport of the stone raw materials.

typical example of an area with occurrences of high-quality stone raw materials with this fact undoubtedly affecting the exploitation strategy.

The area of the upper Otava River is another region where mobility of Late Palaeolithic and Mesolithic hunter-gatherer groups was studied based on analyses of their stone artefact raw materials (for the spatial definition of the upper Otava see Šída *et al.* 2011). Three groups of stone raw materials were

defined in the chipped industry assemblages based on their transport distance: local rocks and minerals available up to 10 km, production materials from outcrops distant 60–80 km (sources from South Bohemia, spotted varieties of Bavarian Jurassic cherts) and stones transported over a distance, which markedly exceeded the 100 km boundary (quartzites of north-west Bohemia, banded chert from Bavaria so-called Plattensilex, drift flints from North Bohemia).

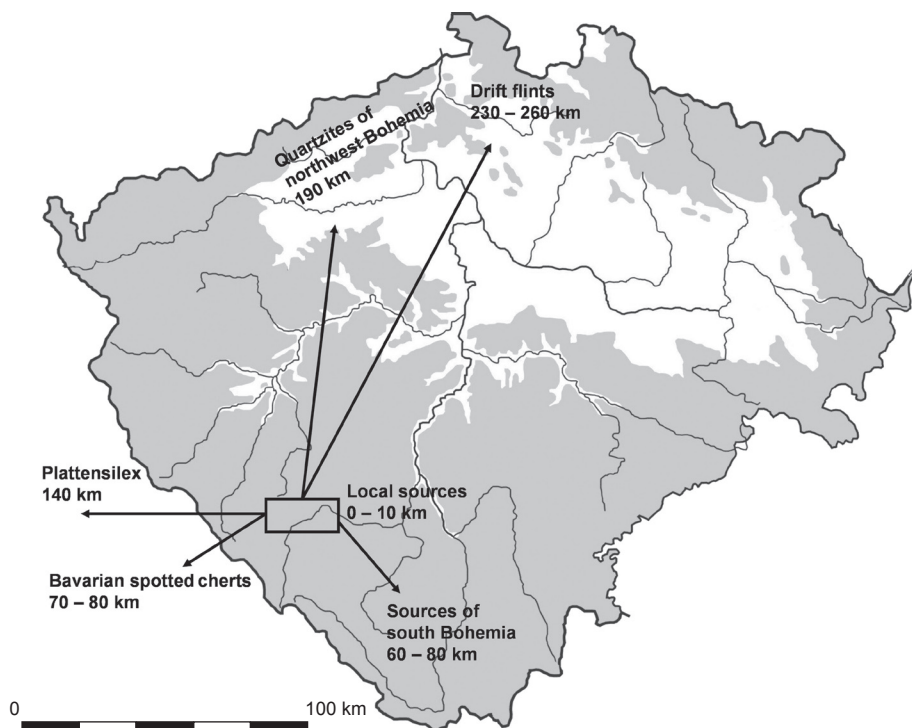


Figure 5. Upper Otava region, Late Palaeolithic sites. Transport of the stone raw materials.

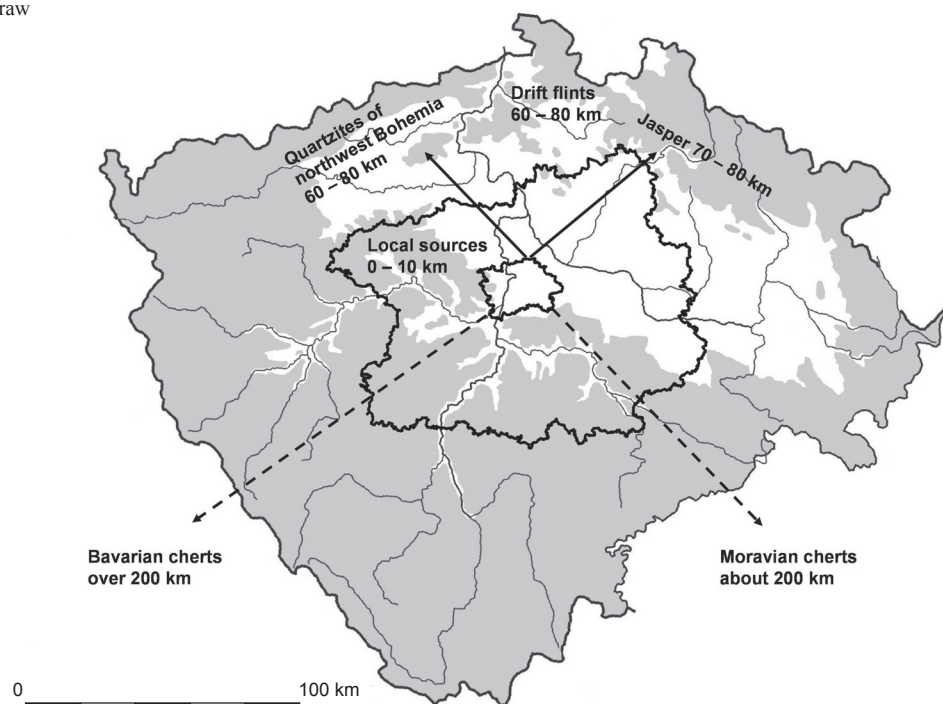
Figure 6. Central Bohemia region, Late Palaeolithic sites. Transport of the stone raw materials.



The late Palaeolithic industry is from the point of view of stone raw material exploitation characterised, in contrast with the Mesolithic industry, by the use of banded cherts from the vicinity of Regensburg (so-called Plattensilex), which rank among the group of long-distance imports (transport distance 140 km). The spotted varieties of Bavarian Jurassic cherts from the ortenburgian Jurassic (transport distance

about 80 km) are at certain Late Palaeolithic sites a dominant part of the production stone materials, while at the rest of the sites there is a prevalence of drift flints brought from a distance of 230–260 km. The exploitation of drift flints is the next specific feature of the Late Palaeolithic period at the upper Otava region as well as the rare use of the Tušimice and Skršín type quartzite with circa 190 km distant outcrops

Figure 7. Central Bohemia region, Mesolithic sites. Transport of the stone raw materials.



(see Malkovský, Vencl 1995). Occasional chipping of local rocks and of stone raw materials from South Bohemia is a common practice in the Late Palaeolithic as well as in the Mesolithic. Exploitation strategy during the Mesolithic is based on stropped Bavarian cherts which as this time made up about 80% of the stone raw materials of the individual chipped industry assemblages. Remarkable at first sight is the absence of banded cherts from Bavaria and also of drift flints from North Bohemian spurts and basins. These silicites were replaced by the above-mentioned stropped cherts. A certain change in contrast to the Late Palaeolithic consists of the occasional use of rocks from the Pilsen basin located a minimum of 50 km north-west from the archaeological sites at the upper Otava region.

Mesolithic hunters and gatherers who settled in the upper Otava region primarily focused their attention on Bavarian sources which were located circa 80 km south-westerly. Part of this consisted of chipped industry made from raw materials from South and West Bohemia, which were potentially also available up to 80 km. Long-distance imports from Bavaria or north-west and northern parts of Bohemia are missing. The Mesolithic community movement, or in other words a derived exploitation model, is documented on an attached map (Figure 4). The action radius of the Late Palaeolithic groups extends from North Bohemia (use of drift flints) and outcrops of quartzites in north-west Bohemia, over to the South Bohemia region up to the Bavarian territory to the sources of the banded cherts in the Frankish Albums and the stropped cherts in the ortenburgian Jurassic (Figure 5). These rocks and minerals were brought to the upper reaches of the Otava River by humans at the time in the form of raw material, semi-finished products or finished artefacts. This behaviour is partly related to the lack of suitable local sources.

Flints from glacial and glaciofluvial sediments were determined in all of the seven studied assemblages of the Late Palaeolithic in Central Bohemia (Central Bohemia region, mostly the northern part). Flints were used exclusively at four sites, while the main part of the production materials is represented at the rest of the sites. At Mladá Boleslav there was in addition chipped agate and marlite, at the Prague-Malešice quartzites of the Bečov, Skršín and Tušimice type and also quartz, and porcellanites at the Kvíč site (Prostředník, Šída 2003, 183; Vencl, Motyl 1998, 838; Benková 2003, 38–39). Due to the wide range of the Central Bohemia region and the large variability in the spatial location of the archaeological sites there is also a large variability in the transport distance of the drift flints, the average values (arithmetic mean, median) are 60–80 km. The area used to obtain rocks for production of stone artefacts by Late Palaeolithic hunter-gatherer groups involved the northern part of Bohemia, primarily the border area, which was affected by continental glaciation (Figure 6).

Quartzite from north-west Bohemia (Bečov type, Skršín type, Tušimice type) and jasper were transported at a large number of Mesolithic sites (from 1/4 to 1/3) in the Central Bohemia region. The dominance of drift flints is not as

visible as this time. This material was determined in half of the studied Mesolithic sites (24 sites from 47). A frequency of use in the individual chipped industry assemblages is primarily between 30% and 40%. In contrast to the previous Late Palaeolithic period, there is a growing importance of quartzes and phthanites and also the chert of the Bohemian Karst type. All the above-mentioned rocks date back to the Proterozoic and Paleozoic siliceous rocks from the area of Barrandien in the Central Bohemia region and represent local stone raw materials. In summary, Mesolithic chipped industry assemblages in Central Bohemia are characterised by a large diversity of production materials and a larger spatial variability of the hunter-gatherer movement than in the Late Palaeolithic. Stone raw materials originating in Moravia and Bavaria appear at certain archaeological sites. The exploitation model reflects a combination of rocks and minerals from the category of long-distance imports and from the category of local sources available up to 10 km. The action radius extends outside the Central Bohemia region primarily to the north-west and north-east direction, the average transport distance of the Bečov and Skršín type quartzite is 60 km, the Tušimice type quartzite and jasper 80 km (Moravcová 2010; Figure 7).

The chipped industry without typological (chronological) sensitive features was assessed separately. This amounts to assemblages dating back to the interval Late Palaeolithic – Mesolithic, namely sites in the Bohemian Paradise, Babí pec (research in 1936) and Hlavatá skála (research at the beginning of the 20th century) and the site at Malé Hydčice 1 in the area of the upper Otava River. A Mesolithic collection with a possible admixture of the Late Palaeolithic industry is represented by a site at Kozly (Mělník district). In the case of Žichovice 6 (Klatovy district, upper Otava River) they are assemblages with features characteristic for the Upper Palaeolithic Magdalenian and the industry of the Late Palaeolithic.

The above described exploitation models can help with the chronological classification of the above-mentioned assemblages or of their greater part. The significant frequency of the use of drift flints (56.8%), at the expense of minerals, originated from Kozákov Hill and its surroundings, together with the chipping of the Skršín and Tušimice type quartzites designated from the chipped industry from Hlavatá skála (research at the beginning of the 20th century) with a preference for the end of the Palaeolithic rather than for the Mesolithic. Additionally, the stone raw material composition of the chipped industry from Malé Hydčice 1 is more consistent with the exploitation model derived from the Late Palaeolithic industries of the upper Otava region: the chipping of the Plattensilex (8.8%), drift flints (9.8%) and the Tušimice type of quartzite (1%). An assemblage obtained in 1936 at Babí pec seems to be completely mixed as there is a practically balanced proportion between drift flints (41.9%) and minerals from Kozákov Hill (40.7%) and because the differentiation between the frequency of use of the flints and the above-mentioned minerals are, from the point of view of the stone raw materials exploitation, the main determining

feature of the Late Palaeolithic and Mesolithic assemblages in the Bohemian Paradise. The site Kozly (Mělník district) fits into the framework of the Mesolithic exploitation strategy in the Central Bohemia region. It is a structure that captures the conjoint occurrence of certain stone raw materials, which are at individual sites chipped with extremely similar use of frequency (quartzites from north-west Bohemia, jaspers from Kozákov hill and cherts of the Bohemian Karst type).

5. Conclusions

The article presents a possible approach to the study of mobility or in other words to the determination of movement radius of hunter-gatherer groups (communities). The proclaimed approach is based on an analysis of raw materials which were used by primeval producers for production of their stone artefacts. Late Palaeolithic and Mesolithic industry assemblages from three regions were selected for this purpose, with these being located in different parts of Bohemia: the area of the Bohemian Paradise, the upper Otava region and the Central Bohemia region. The structures were inferred, the so-called exploitation models, on the basis of a determination of the used rocks and minerals along with a derivation of their transport distance. These models are chronological and spatial sensitive, which means that different models, which are moreover modified within the individual studied regions, are characteristic for the Late Palaeolithic and Mesolithic period.

The study of exploitation models (structures in the use of stone raw materials) is an important tool for understanding the movement of hunter-gatherer communities over a particular time and area.

6. Acknowledgements

The emergence of this article was supported by the project OP VK Partnership for Archaeology (CZ.1.07/2.4.00/17.0056) and the project OP VK Archaeological strategies (CZ.1.07/2.3.00/20.0036), which are financed by the European Social Fund and the state budget of the Czech Republic.

7. References

- BENKOVÁ, I. 2003: Epimagdalénská stanice v Kvíci u Slaného, *Archeologie ve středních Čechách* 7/1, 33–72.
- FILIP, J. 1947: *Dějinné počátky Českého ráje*. Prague.
- MALKOVSÝ, M., VENCL, S. 1995: Quartzites of north-west Bohemia as Stone Age raw materials. Environs of the towns of Most and Kadaň, Czech Republic, *Památky archeologické* 86, 5–37.
- MORAVCOVÁ, M. 2010: Exploatace surovin kamenné stípané industrie v paleolitu a mezolitu středních Čech. Master's thesis. Deposited: Library of the Faculty of Philosophy and Arts, University of West Bohemia, Plzeň.
- PETRBOK, J. 1937: Stratigrafie mikrolitické stanice u Kozel nad Labem, *Obzor praehistorický* 10, 280–283.
- PROSTŘEDNÍK, J., ŠÍDA, P. 2003: Mladá Boleslav čp. 101: Stratigrafie sondy 21/93, *Archeologie ve středních Čechách* 7/1, 175–198.
- PROSTŘEDNÍK, J., ŠÍDA, P. 2006: Mezolitické osídlení pseudokrasových skalních dutin v Českém ráji. In: *Sborník z konference 50. let CHKO Český Ráj, Z Českého ráje a Podkrkonoší – supplementum* 11, 83–106.
- PROSTŘEDNÍK, J., ŠÍDA, P. 2010: *Nejstarší dějiny Českého ráje a horního Pojizeří*. Muzeum Českého ráje v Turnově, Turnov.
- SKLENÁŘ, K. 1982: *Pravěké nálezy na Mělnicku a Kralupsku. Archeologický místopis okresu Mělník v pravěku a rané době dějinné. Borek – Mělnické Vtelno*. Mělník.
- SKLENÁŘ, K. 2000: *Hořín III. Mesolithische und hallstattzeitliche Siedlung*. Fontes Archaeologici Pragenses 24. Prague.
- SKLENÁŘ, K. 2008: Dějiny výzkumu starší a střední doby kamenné (paleolitu a mezolitu) v Českých zemích, *Sborník Národního muzea v Praze, řada A – Historie* 62/2–4.
- SVOBODA, J. A. (Ed.) 2003: *Mezolit severních Čech. Komplexní výzkum skalních převisů na Českolipsku a Děčínsku 1978–2003*. Dolnověstonické studie 9. Archeologický ústav AV ČR Brno, Brno.
- ŠÍDA, P. 2004: Pozdně paleolitická industrie z hradiště u Dolánek, k. ú. Daliměřice (okr. Semily), *Archeologie ve středních Čechách* 8, 77–102.
- ŠÍDA, P. 2007: *Využívání kamenné suroviny v mladší a pozdní době kamenné. Dilenské areály v oblasti horního Pojizeří*. Dissertationes archaeologicae Brunenses/Pragensesque 3, Masarykova univerzita, Karlova univerzita, Praha – Brno.
- ŠÍDA, P., EIGNER, J., FRÖHLICH, J., MORAVCOVÁ, M., FRANZEOVÁ, D. 2011: *Doba kamenná v povodí Horní Otavy*. Archeologické výzkumy v jižních Čechách, Supplementum 7, České Budějovice – Plzeň.
- ŠÍDA, P., FRÖHLICH, J., CHVOJKA, O. 2008: Pozdně paleolitická a mezolitická stanoviště na horní Vltavě u Perneku. Nové poznatky o předneolitickém osídlení Lipenska, *Archeologické výzkumy v jižních Čechách* 21, 3–29.
- ŠÍDA, P., PROSTŘEDNÍK, J. 2006: Mezolit pod Hlavatou skálou v Českém ráji (k. ú. Hrubá Skála, okr. Semily). In: Vencl, S., Sigl, J., Sedláček, R. (Eds.): *Vita Archaeologica*. Hradec Králové – Pardubice, 207–228.
- ŠÍDA, P., PROSTŘEDNÍK, J. 2007: Mezolit a pozdní paleolit Českého ráje: perspektivy poznání region, *Archeologické rozhledy* 59/3, 443–460.
- ŠÍDA, P., PROSTŘEDNÍK, J. 2010: Předneolitické osídlení pseudokrasu Českého ráje. In: Křišťuf, P., Vařeka, P. (Eds.): *Opmíjená archeologie 2007–2008*. Plzeň, 112–129.
- ŠKRDLA, P. 2005: *The Upper Paleolithic on the Middle Course of the Morava River*. Dolnověstonické studie 13. Archeologický ústav AV ČR Brno, Brno.
- VENCL, S. (Ed.) 2006: *Nejstarší osídlení jižních Čech. Paleolit a mesolit*. Archeologický ústav AV ČR Praha, Praha.
- VENCL, S., MOTYL, J. 1998: Pozdně paleolitická industrie z Prahy 10 –Malešic, *Archeologické rozhledy* 50/4, 837–842, 901.
- VOKOLEK, V. 1998: Eneolitické nálezy u „Hlavaté skály“, k.ú. Hrubá skála. In: Prostředník, J., Vokolek, V. (Eds.): *Otázky neolitu a eneolitu našich zemí*. Turnov – Hradec Králové, 113–122.

5. Šída, P. - Vokouová Franzeová, D. - Moravcová, M. 2014: Proměny využívání zdrojů kamenných surovin v mladém a pozdním paleolitu a mezolitu Čech, Živá archeologie - REA 16, 17-24.

Proměny využívání zdrojů kamenných surovin v mladém a pozdním paleolitu a mezolitu Čech

Prostor paleolitických a mezolitických společností lovců a sběračů lze rozdělit do určitých areálů, které se odlišují intenzitou aktivit konkrétní skupiny a jejichž význam pro danou skupinu lovců a sběračů se proměňuje se vzdáleností od sídelní lokality. Jedním z areálů, který je možno vymezit, je areál exploatační, poskytující kamenné suroviny na výrobu štípaných nástrojů. Na příkladu vybraných lokalit pro jednotlivá období je možno sledovat vzdálenosti původu suroviny a definovat tak velikost exploatačního areálu i strukturu surovinového zázemí dané lokality.

■ Petr ŠÍDA
Dagmar VOKOUNOVÁ
FRANZEOVÁ
Marta MORAVCOVÁ
Katedra archeologie, ZČU

1. Úvod

1.1 Areály exploatace

Lovci a sběrači využívali prostor okolo svého sídliště strukturovaně. Nejmenším areálem byl prostor každodenního využití, který nazýváme sídelním areálem. Lovci vyráželi na lovecké výpravy dál od vlastního sídliště, do prostoru loveckých areálů. Výpravy pro získání kamenných surovin potom dosahují největších vzdáleností od sídliště. Tyto všechny aktivity spolu se sezónními přesuny lokalit vytvářejí prostor, ve kterém se lovci a sběrači pohybovali (tzv. komunitní areál).

Exploatační areály definujeme na základě využívaných surovin. Je to

prostor, ze kterého pocházejí kamenné suroviny. Jejich velikost odráží aktivní získávání surovin ať už při speciálních výpravách za surovinou, nebo při přesunech sídlišť. Naším cílem je najít zákonitosti, podle kterých se řídí jejich velikost, a určit, zda velikost exploatačních areálů může odrážet velikost komunitních areálů. Jejich velikost jednoznačně určuje demografický potenciál studovaného území (čím větší byl komunitní areál, tím menší byla hustota lidí v daném prostoru).

Místní zdroje surovin odrážejí každodenní činnosti v sídelním areálu. Velikost exploatačních areálů závisí na přítomnosti zdroje kvalitních surovin v blízkosti lokality. Jsou-li zdroje kvalitní suroviny v blízkosti lokality, využívaný exploatační areál je malý a nemůže být použit pro odhad velikosti komunitního areálu. Jsou-li zdroje kvalitních surovin na hranici komunitního areálu, je možné s ním velikost exploatačního areálu ztotožnit. Hranici můžeme identifikovat ve chvíli, kdy se zdroj kvalitní suroviny nachází za ní. V tu chvíli začne narůstat podíl méně kvalitních surovin z prostoru exploatačního areálu. Všechny tři případy se projevují specifickými křivkami nárůstu podílu surovin. Detailní analýzu spektra surovin bude v budoucnu možno použít pro určení velikosti komunitního areálu. Tato stať nechť je brána jako nástin problematiky. Navazuje na text publikovaný dříve (Šída – Vokounová FranzEOVÁ – Moravcová 2012). Problematika je rozšířena o období mladého paleolitu a další srovnávací lokality.

Do problematiky exploatačních areálů vstupuje i další jev, tzv. vzdálené zdroje surovin. Ty jsou přítomny ve velmi malých množstvích ve většině kolekcí a byly získávány z významně větších vzdáleností než

většina ostatních surovin. Vzdálené zdroje surovin se pravděpodobně do kolekcí dostávaly formou dálkových kontaktů (výměna, komunikace, speciální expedice za surovinou do společného nadkomunitního zdroje).

1.2 Hlavní zdroje surovin Čech

Prostor české kotliny je na kvalitní zdroje štípatelné suroviny poměrně chudý. Dostupné zdroje jsou většinou střední až špatné kvality a prostorově omezené. V minulosti tato nevýhoda našeho území způsobovala loveckým komunitám jistě značné problémy. Díky tomu ale můžeme velmi detailně sledovat jejich původ. Obdobné studium je velmi obtížné především na sever od hranic Čech v prostoru ledovcových morén. Detailní přehled surovin viz *Přichystal 2009*, zde je nastíněn pouze obecný přehled.

Nejkvalitnější surovinou, která je v Čechách dostupná, jsou silicity glacienních sedimentů. Ty nacházíme v sedimentech morén a příledovcových řek severně od pohraničních hor (na českém území Hrádecko a Frýdlantsko). Druhým zdrojem kvalitních silicitů je oblast Bavorska na jihozápad od českých pohraničních hor. Odsud pochází plattensilex a různé varianty rohvců.

Nejkvalitnější původem české suroviny nalezneme v severozápadních Čechách. Jedná se o několik variet křemenců (Bečov, Skršín, Tušimice, Kamenná voda) a porcelanity. V oblasti Českého ráje se vyskytují lokální jaspisy a křídové křemence horší kvality. V přílehlé permokrkonoské pánvi pak variety permských limnosilicitů. Stejně limnosilicity permkarbonského stáří nacházíme i na Plzeňsku a ve středních Čechách. V Českém krasu jsou to nekalitní rohovce a silicifikované břidlice

surovina	Vzdálenost v km	%	% kumulativní	% kumulativní přepočítané	izolinie
lokální	10	13,4	13,4	14,4	
Český ráj	60	5,9	19,3	20,7	
severozápadní Čechy	65	34,1	53,4	57,4	30 %
SGS	70	38,2	91,6	98,4	90 %
jižní Čechy	120	0,6	92,2	99	
rohovce typu Krumlovský les	190	0,6	92,8	99,7	
bavorské rohovce	250	0,3	93,1	100	
neurčeno	?	6,9			

■ **Tab. 1** Ukázka postupu práce se souborem (Kozly, mezolit). V prvním sloupci jsou jednotlivé suroviny zastoupené v kolekci, v druhém a třetím pak vzdálenost jejich zdroje od lokality (suroviny jsou srovnány podle vzdálenosti od zdroje) a jejich procentuální četnost. V dalším sloupci jsou procentuální hodnoty kumulativně načtené. V následujícím sloupci jsou hodnoty přepočítané na 100 % po vyřazení nedeterminovaných surovin. Poslední sloupec zobrazuje polohu izolinií 30, 60 a 90 %. Z prostorových důvodů nebudeme tyto tabulky pro všechny lokality prezentovat.

siluru a devonu. A ve východních Čechách se pak objevují nekvalitní křídové rohovce typu Ústí nad Orlicí a křídové spongolity.

Největší variabilitu surovin najdeme v jižních Čechách, kde se můžeme setkat s velkým množstvím lokálních variet opálů, křemenců a dalších hornin (například vltavíny). Zdroje jsou většinou velmi malé, ale jednotlivé variety lze dobře odlišit. Do Čech se dostávají ještě suroviny z jižní Moravy (rohovce typu Krumlovský les) a Českomoravské vrchoviny (**obr. 1**).

1.3 Metody

Pro účely naší práce používáme pouze makroskopické určení druhů surovin. Jeho nevýhodou je nižší přesnost, výhodou je naopak možnost zhodnotit rozsáhlé kolekce, které jsou potřebné pro popis exploatačních areálů. Tato práce je založena především na naší analýze

rozsáhlých kolekcí; kde je to pro srovnání nutné, je doplněna o výsledky zveřejněných analýz. Celkově vycházíme ze surovinového určení cca 25 000 artefaktů.

Pro definování exploatačních areálů sledujeme, z jaké vzdálenosti pochází 30, 60 a 90 % surovin kolekce (**obr. 2**). Pro práci používáme kumulativní podíl množství surovin (**tab. 1**), kde jsou suroviny seřazeny postupně od nejbližších až k nejdálčenějším. Tyto hranice nebyly zvoleny náhodně, vycházíme z toho, že popisujeme třetiny hlavní části kolekce. Zbývajících deset procent pak obsáhne suroviny z největších vzdáleností. Pokud se v kolekci objevují neurčené suroviny či artefakty s nejasným původem, jsou vyloučeny z analýzy a soubor je přepočítán na 100 % (obvykle je procento neidentifikovaných surovin velmi malé – do 1 %, jen zřídka dosahuje 5–10 %). Tvar nárůstu křivky vzdálenosti, v závislosti na procentuální

velikosti kolekce, používáme jako charakteristiku exploatačních areálů.

Křivku nárůstu můžeme zobrazit v mapě jako kružnice se středem v lokalitě zobrazující hlavní izolínie. Pokud chybí izolínie 30 % nebo 60 %, znamená to, že vzdálenost těchto izolinií je stejná, jako nejbližší vyšší.

Pro naše účely nerozlišujeme důsledně suroviny lokální, středních vzdáleností a dálkové. Pracujeme vždy s přesnými vzdálenostmi a důsledně používáme pouze termín lokální, které definujeme jako suroviny do vzdálenosti 10 km od lokality. Není cílem této práce řešit definici středních a dálkových surovin.

2. Mladý paleolit

Exploatační areály mladého paleolitu budeme demonstrovat na několika největších lokalitách (**tab. 2**). Pro bohunicien a aurignacien je to Hradsko, publikované S. Venclem (1977), a Nesuchyně, publikovaná J. Fridrichem (1973). Gravettien budeme charakterizovat soubory z pražské oblasti a oblasti Lubné (Šída 2009; 2010). Magdalenien charakterizujeme pomocí největší české lokality prozkoumané S. Venclem (1995).

V kolekci z Hradska (1888 artefaktů) nalezneme několik skupin surovin (Vencl 1977). V blízkém okolí lokality (do 10 km) mají původ čediče (28,3 %), křemen (0,5 %) a patrně také porcelanit (0,1 %), který čediče na výchozech pronikajících křídovými sedimenty běžně doprovází. Ze vzdálenosti okolo 60 km pocházejí severočeské křemence

lokalita	Vzdálenost v km														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	>150
Hradsko	29,6					35,9	100								
Nesuchyně XVI	6,8			7,9								100			
Jenerálka	1,6						2,4	2,6		100					
Řevnice	0,6						0,7	1,2		2		97,3		100	
Lubná I				0,2								99,8			100
Lubná II	2,4		2,9									100			
Hostim	5,2											99,9			100

■ **Tab. 2** Mladý paleolit. Tabulka procentuálního nárůstu složení kolekcí vybraných mladopaleolitických lokalit Čech v závislosti na vzdálenosti od lokality. Zvýrazněné vzdálenosti izolinií.

(typ Bečov, Skršín a neurčený), které tvoří 6,2 % kolekce. Z Českého ráje ze vzdálenosti 70 km patrně pochází jaspis (0,5 %). Zbývající část kolekce kromě neurčených surovin, tvoří silicity glacienních sedimentů (62,2 %), jejichž zdroj je minimálně ze vzdálenosti 70 km. Neurčeny zůstaly 2,2 % kolekce. Izolinie 30 % probíhá ve vzdálenosti 60 km od lokality, izolinie 60 % a 90 % pak ve vzdálenosti 70 km (obr. 3).

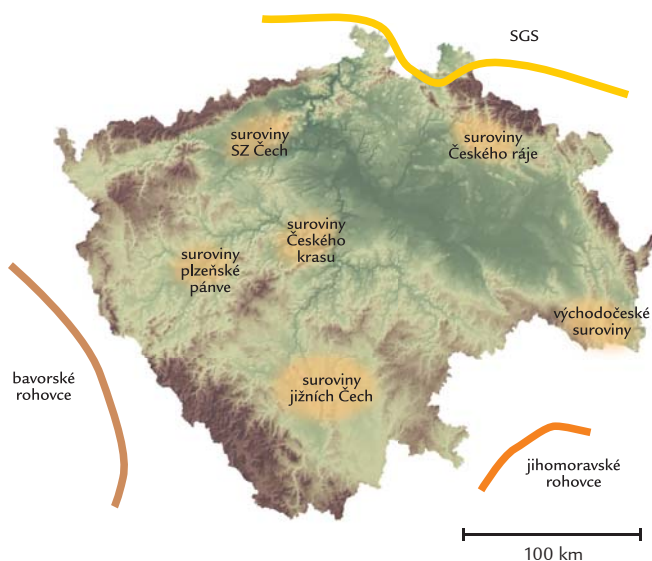
V kolekci z Nesuchyně XVI (89 artefaktů) nalezneme tři skupiny surovin (Fridrich 1973). Mezi místní suroviny (do 10 km) patří křemen (1,1 %) a neurčený rohovec (5,6 %). Ze vzdálenosti 40 km pochází křemenec typu Bečov (1,1 %). Zbytek kolekce je vyroben ze silicítů glacienních sedimentů (91,8 %), které mají původ ve vzdálenosti 120 km. Neurčeny zůstaly 0,4 % kolekce. Izolinie 30, 60 i 90 % probíhá ve vzdálenosti 120 km.

V Jenerálce (912 artefaktů; Šída 2009) tvoří místní (do 10 km) suroviny 1,6 % (křemen, křemenec, krevl a břidlice). Ve vzdálenosti 70 km mají původ křemence severozápadních Čech (typ Bečov, Skršín a Tušimice) a porcelanit (celkem 0,8 %). Z Českého ráje (vzdálenost 80 km) pochází metabazit typu Jizerské hory a jaspis (0,2 %). Zbývající část kolekce je tvořena silicity glacienních sedimentů (97 %) ze vzdálenosti minimálně 100 km. Izolinie 30, 60 i 90 % probíhá ve vzdálenosti 100 km.

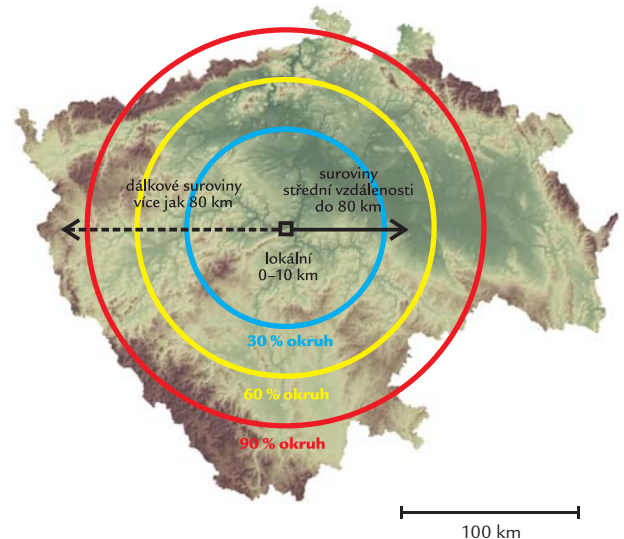
V Řevnicích (3460 artefaktů; Šída 2009; 2010) tvoří místní (do 10 km) suroviny celkem 0,6 % (pestrá směsice terasového materiálu a okolních ordovických sedimentů). Ve vzdálenosti 70 km mají původ křemence severozápadních Čech (typ Skršín a Tušimice, celkem 0,1 %). Z Kutnohorska ze vzdálenosti 80 km pochází 0,5 % kolekce (křemičité zvětraliny hadců). Z Českého ráje (vzdálenost 100 km) pochází chalcedon a snad paleoryolit (0,8 %). Největší část kolekce tvoří silicity glacienních sedimentů (95,3 %), které pocházejí ze vzdálenosti 120 km. Zbývající 2,4 % kolekce tvoří spongolity východních Čech ze vzdálenosti 135 km. Neurčeny zůstaly 0,3 % kolekce. Izolinie 30, 60 i 90 % probíhá ve vzdálenosti 120 km (obě naposledy uvedené lokality obr. 4).

V Lubné I (424 artefaktů; Šída 2009) jsou zastoupeny křemence severozápadních Čech (Tušimice, 0,2 %) ze vzdálenosti 40 km. Největší část kolekce tvoří silicity glacienních sedimentů ze vzdálenosti 120 km, tvořící 97,6 % kolekce. Ze vzdálenosti 200 km pochází bavorský plattensilex, který tvoří 0,5 % kolekce. Neurčeno zůstalo 1,7 % kolekce. Izolinie 30, 60 i 90 % probíhá ve vzdálenosti 120 km.

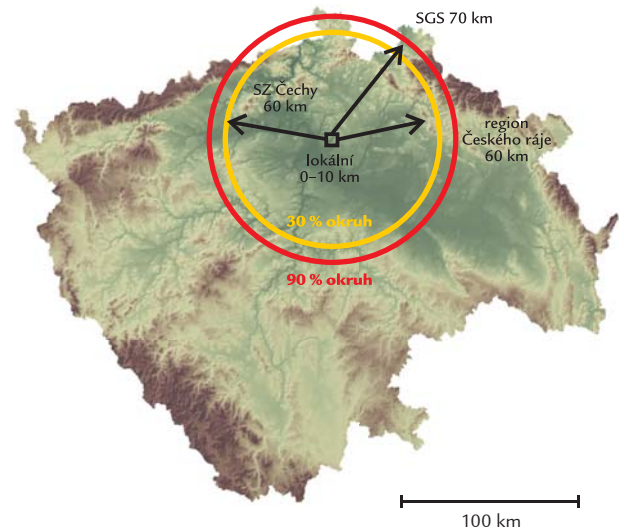
V Lubné II (954 artefaktů; Šída 2009) jsou 2,4 % zastoupeny místní (do 10 km) suroviny (křemen, břidlice, pískovec, krevl). Ze vzdálenosti 25 km pocházejí suroviny z teras Berounky (lydit, křemenec,



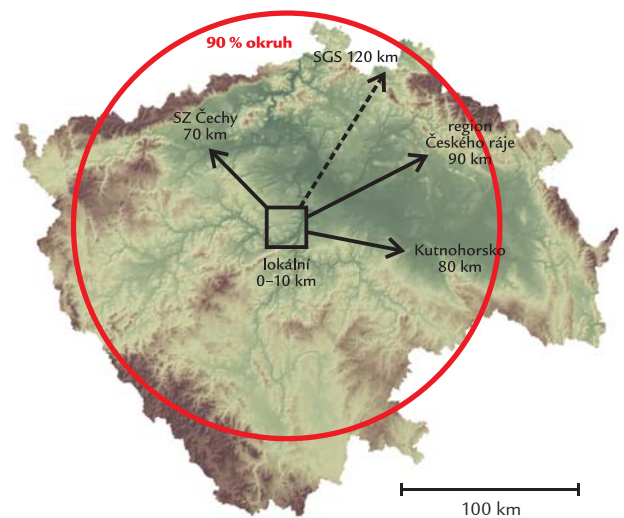
■ Obr. 1 Hlavní zdroje surovin Čech.



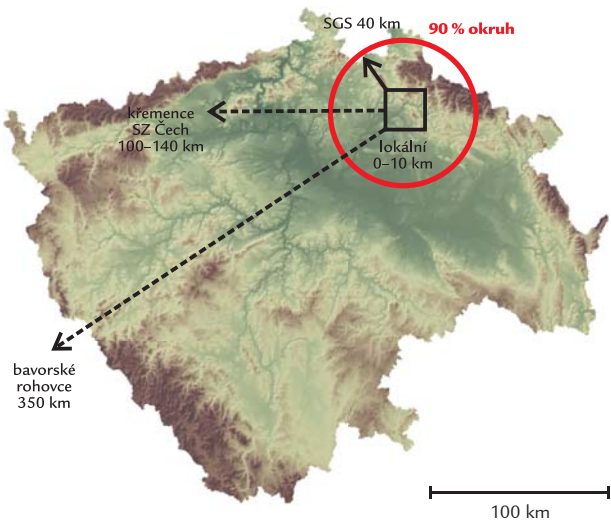
■ Obr. 2 Způsob zobrazení původu surovin.



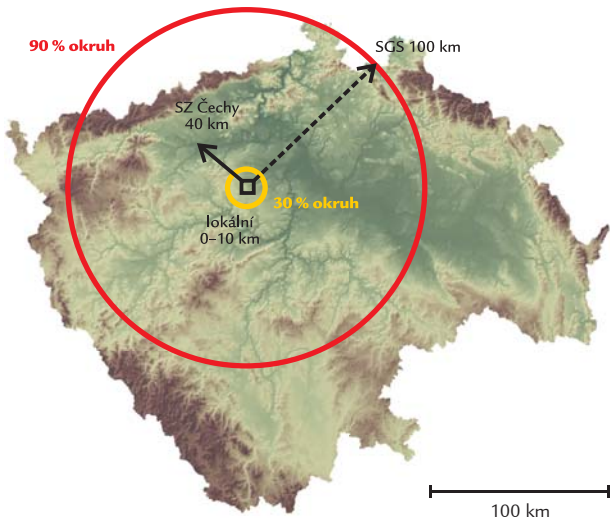
■ Obr. 3 Hradsko. Mladopaleolitická lokalita v blízkosti hlavního zdroje suroviny.



■ Obr. 4 Gravettské lokality pražské oblasti. Typický exploatační areál mladého paleolitu.



■ Obr. 5 Pozdní paleolit Českého ráje. Exploatační areál v blízkosti hlavního zdroje surovin.



■ Obr. 6 Kvič. Typický exploatační areál pozdního paleolitu.

diabaz, 0,5 %). Zbývající část kolekce je tvořena silicity glacienních sedimentů (97 %) ze vzdálenosti 120 km. Neurčena zůstala 0,1 % kolekce. Izolinie 30, 60 i 90 % probíhá ve vzdálenosti 120 km.

Poslední srovnávanou lokalitou mladého paleolitu je Hostim, zkoumaná S. Venclem (16 528 artefaktů; Venc 1995). Zde tvoří místní (do 10 km) suroviny 5,2 % (křemenec, rohovec typu Český kras a silicifikovaná břidlice liteňského souvrství). Většinu (94,4 %) kolekce zastupují silicity glacienních sedimentů ze vzdálenosti 120 km. Z dvousetkilometrové vzdálenosti pocházejí radiolarity, zastoupené pouhou 0,1 %. Neurčeny zůstaly 0,3 % kolekce. Izolinie 30, 60 i 90 % probíhá ve vzdálenosti 120 km.

3. Pozdní paleolit

Exploatační areály pozdního paleolitu budeme demonstrovat na několika lokalitách tvořících transekt od severu k jihu (tab. 3). V Českém ráji jsou to Hlavatá skála u Štěpánovic (soubor ale vykazuje mezolitickou příměs, viz Šída – Prostředník 2006) a Daliměřice (Šída 2004). Dále směrem k jihu ve středních Čechách leží lokalita Mladá Boleslav (Šída – Prostředník 2003), Praha-Malešice (Venc – Motyl 1998) a Kvič (Benková 2003). Na jihu v předhůří Šumavy leží na horní Otavě lokality Malé Hydčice 1, 2, 4 a 6 a Žichovice 6 (Šída et al.

2011). V samotném jádru Šumavy pak Pernek 3 (Šída – Fröhlich – Chvojka 2008).

V kolekci z Hlavaté skály u Štěpánovic (Šída – Prostředník 2006), která byla získána na počátku 20. století, se nachází pozdně paleolitická složka smíšená s mezolitickými artefakty ze svrchních vrstev (184 artefaktů). Lokální suroviny (do 10 km, jaspis, achát, chalcedon, křemen a další) tvoří 21,1 %. Ze vzdálenosti 20 km pochází 17,8 % kolekce (limnosilicity podkrkonošské pánve). Ve vzdálenosti 50 km mají původ silicity glacienních sedimentů tvořící více jak polovinu (56,8 %) celé kolekce. Suroviny severozápadních Čech tvoří pouze 2,1 % kolekce (křemenec typu Skršín pochází ze vzdálenosti 110 km, křemenec typu Tušimice ze vzdálenosti 130 km). Pouze 1,2 % kolekce zůstaly surovinově neurčeny. Místní kozákovské suroviny náležejí převážně mezolitické složce kolekce, takže skutečné zastoupení surovin z větších vzdáleností bude v pozdním paleolitu vyšší. Izolinie 30 % leží ve vzdálenosti 20 km, izolinie 60 a 90 % se nacházejí ve vzdálenosti 50 km.

V kolekci z Daliměřic (106 artefaktů; Šída 2004) tvoří místní (do 10 km) suroviny 14,2 % kolekce (jaspisy, acháty, chalcedon z Kozákova a suroviny z teras řeky Jizery). Ze vzdálenosti 20 km pocházejí limnosilicity podkrkonošské pánve (1,9 %

lokalita	Vzdálenost v km																			
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	-	185	190	200	230	260
Hlavatá skála	22,4	40,4			97,9						98,4		100							
Daliměřice	14,2	16,1		99,1						100										
Mladá Boleslav	5		10		100															
Malešice	6,9						9,7			100										
Kvič	41,8			49,5						100										
Malé Hydčice 1	2							80,4					81,4	90,2						100
Malé Hydčice 2	4							88						94						100
Malé Hydčice 4	2,9							82,9						100						
Malé Hydčice 6								82						97						100
Žichovice 6								87,9									89		100	
Pernek 3	8,7					34,8	52,2									54,3	56,5			100

■ Tab. 3 Pozdní paleolit. Tabulka procentuálního nárůstu složení kolekcí vybraných pozdně paleolitických lokalit Čech v závislosti na vzdálenosti od lokality. Zvýrazněné vzdálenosti izolinií.

kolekce). Většina kolekce (83 %) byla vyrobena ze silicitů glacienních sedimentů získávaných ve vzdálenosti minimálně 40 km. Ze vzdálenosti 100 km pocházejí artefakty z křemence typu Skršín ze severozápadních Čech (0,9 %). Izolinie 30, 60 i 90 % leží ve vzdálenosti 40 km.

V Českém ráji se nachází lokalita Babí pec, která byla poprvé zkoumána v roce 1936. V kolekci jsou patrné známky pozdní paleolitické přítomnosti lidí, což potvrzuje i radiokarbonové datování. V kolekci se nacházejí, vedle dalších, i bavorský plattensilex pocházející ze vzdálenosti 350 km (všechny lokality viz **obr. 5**).

Kolekce z Mladé Boleslavi (20 artefaktů; *Prostředník – Šída 2003*) je převážně tvořena silicity glacienních sedimentů (90 %) ze vzdálenosti 50 km. Místní (do 10 km) suroviny jsou zastoupeny okrajově (5 %, slínovce). Zbývajících 5 % kolekce pochází z 30 km vzdáleného Kozákovy (achát). Izolinie 30, 60 i 90 % leží ve vzdálenosti 50 km.

V Praze-Malešicích (97 artefaktů; *Vencl – Motyl 1998*) jsou lokální suroviny (do 10 km) zastoupeny 5,2 % (křemenec, křemenec). Ze vzdálenosti 70 km pocházejí suroviny severozápadních Čech (křemenec typu Bečov, Skršín a Tušimice; 7,2 %). Ostatní artefakty, jejichž surovinu byli autoři schopni určit, byly vyrobeny ze silicitů glacienních sedimentů (67 %). Jejich zdroje se nacházejí ve vzdálenosti 100 km od lokality. Celkem 25,8 % kolekce zůstalo neurčeno. Izolinie 30, 60 i 90 % leží ve vzdálenosti 100 km.

Středočeská Kvíc (9973 artefaktů; *Benková 2003*) je více závislá na místních surovinách. Ze vzdálenosti menší než 10 km pochází 41 % kolekce (místní křemenec a rohovec či limnosilicity). Ze vzdálenosti 40 km pocházejí porcelanity severozápadních Čech (7,5 % kolekce). Ostatní artefakty byly vyrobeny ze silicitů glacienních sedimentů (50 %) původem ze vzdálenosti 100 km. Neurčeno zůstalo 1,5 % kolekce. Izolinie 30, 60 i 90 % leží ve vzdálenosti 100 km (**obr. 6**).

V kolekci z Malých Hydčic 1 (102 artefaktů; *Šída et al. 2011*) tvoří

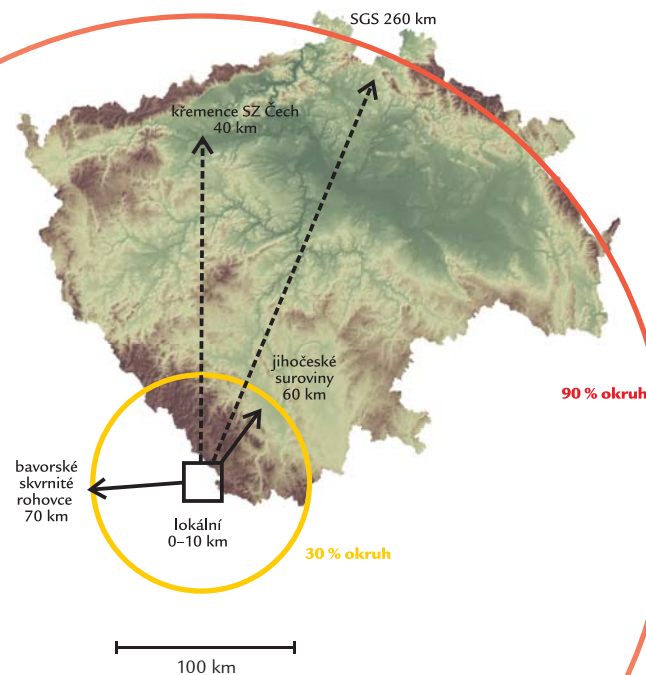
lokální suroviny (do 10 km) pouze 2 % kolekce. Ze vzdálenosti 80 km pocházejí bavorské jurské rohovce (74,5 % kolekce) a suroviny jižních Čech (opály, křemenec; 3,9 % kolekce). Křemenec typu Tušimice byl získáván ze vzdálenosti 125 km a tvoří 1 % kolekce. Bavorský plattensilex ze vzdálenosti 140 km tvoří 8,8 % kolekce. Silicity glacienních sedimentů mající původ ve vzdálenosti 230 km pak tvoří celkem 9,8 % kolekce. Izolinie 30 a 60 % leží ve vzdálenosti 80 km, izolinie 90 % leží ve vzdálenosti 140 km.

V kolekci z Malých Hydčic 2 (50 artefaktů; *Šída et al. 2011*) tvoří lokální suroviny (do 10 km) pouze 4 % kolekce. Ze vzdálenosti 80 km pocházejí bavorské jurské rohovce (82 % kolekce) a suroviny jižních Čech (opály, křemenec; 2 % kolekce). Silicity glacienních sedimentů pocházející ze vzdálenosti 230 km tvoří celkem 6 % kolekce. Izolinie 30 a 60 % leží ve vzdálenosti 80 km, izolinie 90 % leží ve vzdálenosti 140 km.

V kolekci z Malých Hydčic 4 (35 artefaktů; *Šída et al. 2011*) tvoří lokální suroviny (do 10 km) pouze 2,9 % kolekce. Ze vzdálenosti 80 km pocházejí bavorské jurské rohovce (74,3 % kolekce) a suroviny jižních Čech (opály, křemenec; 5,7 % kolekce). Bavorský plattensilex ze vzdálenosti 140 km tvoří 17,1 % kolekce. Izolinie 30 a 60 % leží ve vzdálenosti 80 km, izolinie 90 % leží ve vzdálenosti 140 km.

V kolekci z Malých Hydčic 6 (35 artefaktů; *Šída et al. 2011*) nejsou lokální suroviny (do 10 km) vůbec přítomny. Ze vzdálenosti 80 km pocházejí bavorské jurské rohovce (76 % kolekce) a suroviny jižních Čech (opály, křemenec; 6 % kolekce). Bavorský plattensilex ze vzdálenosti 140 km tvoří 15 % kolekce. Silicity glacienních sedimentů pocházející ze vzdálenosti 230 km tvoří celkem 3 % kolekce. Izolinie 30 a 60 % leží ve vzdálenosti 80 km, izolinie 90 % leží ve vzdálenosti 140 km.

V kolekci z Žichovic 6 (87 artefaktů; *Šída et al. 2011*) také nejsou lokální suroviny (do 10 km) přítomny. Ze vzdálenosti 80 km pocházejí bavorské jurské rohovce (84,6 % kolekce)



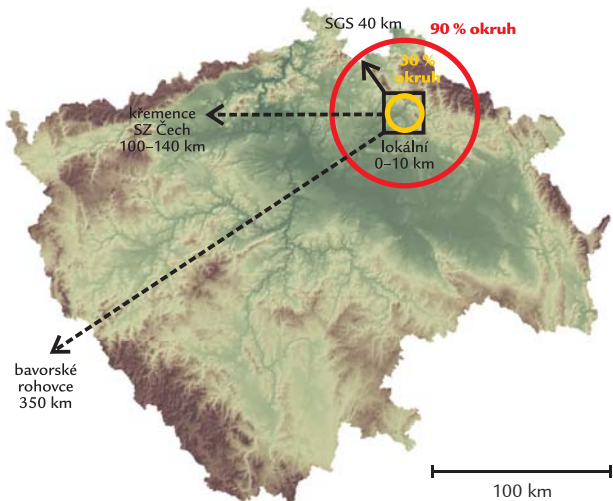
■ **Obr. 7** Pernek. Extrémní exploatační areál pozdního paleolitu v oblasti bez zdrojů suroviny.

a suroviny jižních Čech (opály, křemenec; 3,3 % kolekce). Rohovec typu Krumlovský les je původem ze vzdálenosti 200 km a tvoří 1,1 % kolekce. Silicity glacienních sedimentů pocházející ze vzdálenosti 230 km tvoří celkem 11 % kolekce. Izolinie 30 a 60 % leží ve vzdálenosti 80 km, izolinie 90 % leží ve vzdálenosti 230 km.

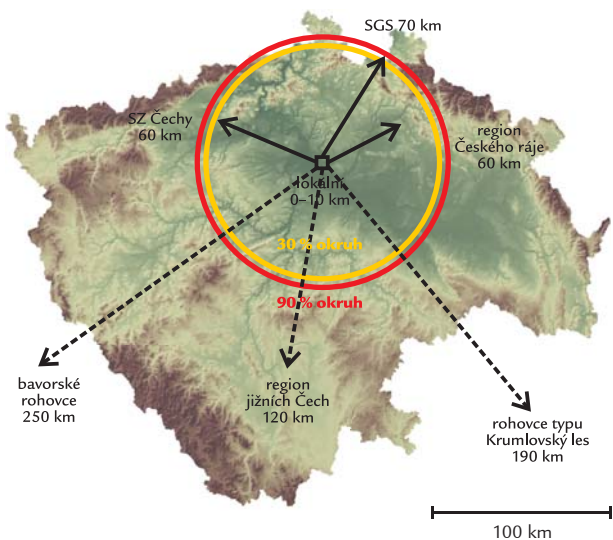
V kolekci z Perneku 3 (50 artefaktů; *Šída – Fröhlich – Chvojka 2008*) tvoří lokální suroviny (do 10 km) 8 % kolekce. Jihočeské suroviny (opály, křemenec) se na naleziště dostávaly ze vzdálenosti 60 km a tvoří 24 % kolekce. Ze vzdálenosti 70 km pocházejí bavorské jurské rohovce (16 % kolekce). Křemenec typu Skršín a Tušimice pocházejí ze vzdálenosti 185 a 190 km a tvoří 2 % kolekce. Silicity glacienních sedimentů pocházející ze vzdálenosti 260 km tvoří celkem 40 % kolekce. Celkem 8 % kolekce zůstalo neurčeno. Izolinie 30 % leží ve vzdálenosti 60 km, a izolinie 60 % a 90 % leží ve vzdálenosti 260 km (**obr. 7**).

4. Mezolit

Exploatační areály mezolitu budeme stejně jako v případě pozdního paleolitu demonstrovat na několika lokalitách tvořících transekt od



■ Obr. 8 Mezolit Českého ráje. Exploatační areál v blízkosti hlavního zdroje suroviny.



■ Obr. 9 Kozly. Typický exploatační areál mezolitu.

severu k jihu (tab. 4). V Českém ráji jsou to Babí pec, Kristova jeskyně a Hlavatá skála u Borku (nepublikováno, základní informace v *Prostředník – Šída 2010*). Na Mělnicku prezentujeme lokality Hořín 3 (*Sklenář 2000*) a Kozly, v Českém krasu pak Radotín a Hostim (obojí *Vecl 1970*). Na jihu v předhůří Šumavy leží na horní Otavě lokalita Týnec 3 (*Šída et al. 2011*). V samotném jádru Šumavy pak Pernek 1 a 4 (*Šída – Fröhlich – Chvojka 2008*).

V kolekci z Babí pece (revizní výzkum mezolitického souvrství, 332 artefaktů) tvoří lokální (do 10 km) suroviny 57,2 % kolekce (kozákovské jaspisy, acháty a chalcedon, suroviny teras Jizery, limnosilicity podkrkonošské pánve). Ze vzdálenosti 40 km pocházejí silicity glacienních sedimentů, které tvoří 41,9 % kolekce. Neurčeno zůstalo 0,6 % kolekce. Izolinie 30 % probíhá ve vzdálenosti 10 km, izolinie 60 a 90 % pak ve vzdálenosti 40 km.

V kolekci z Kristovy jeskyně (539 artefaktů) tvoří lokální (do 10 km) suroviny celkem 22,9 % kolekce (křemence, suroviny terasy Jizery, kozákovské jaspisy, acháty a chalcedon). Ze vzdálenosti 20 km pochází 4,3 % kolekce (limnosilicity podkrkonošské pánve). Silicity glacienních sedimentů, které tvoří 71,7 %, pocházejí ze vzdálenosti 40 km. Tušimický kvarcit se nachází 135 km daleko a tvoří pouhé 0,4 % kolekce. Neurčeno zůstalo 0,7 % kolekce. Izolinie 30, 60 i 90 % probíhají ve vzdálenosti 40 km.

V kolekci z revizního výzkumu Hlavaté skály u Borku (82 artefaktů) tvoří lokální (do 10 km) suroviny celkem 64,6 % kolekce (kozákovské jaspisy, acháty a chalcedony, suroviny teras Jizery a místní čediče). Ze vzdálenosti 20 km pocházejí limnosilicity podkrkonošské pánve (17,7 % kolekce). Ze vzdálenosti 50 km pak pocházejí silicity glacienních sedimentů (také 17,7 % kolekce). Izolinie 30 % probíhá ve vzdálenosti 10 km, izolinie 60 a 90 % pak ve vzdálenosti 50 km (vše obr. 8).

Ve středočeském Hořínu 3 (2701 artefaktů; *Sklenář 2000*) tvoří místní (do 10 km) suroviny 15,5 % kolekce. Ze vzdálenosti 60 km pochází 26,7 % kolekce (křemence severozápadních Čech a suroviny Českého ráje a Podkrkonoší). Ze vzdálenosti 70 km pocházejí silicity glacienních sedimentů, které tvoří 40,7 % kolekce. Ve vzdálenosti 120 km má původ východočeský spongolit tvořící 0,1 % kolekce. Ze dvousetkilometrové vzdálenosti pocházejí jihomoravské rohovce (0,8 % kolekce) a z třísetkilometrové vzdálenosti pak radiolarit z moravskoslovenského pomezí (0,7 % kolekce). Neurčené suroviny tvoří 15,5 % kolekce. Izolinie 30 % probíhá ve vzdálenosti 60 km, izolinie 60 a 90 % pak ve vzdálenosti 70 km.

V blízkých Kozlech (1231 artefaktů) tvoří místní (do 10 km) suroviny 13,4 % kolekce. Ze vzdálenosti 60 km pochází 5,9 % kolekce (suroviny Českého ráje a Podkrkonoší). Ve vzdálenosti 65 km má původ 34,1 %

lokalita	Vzdálenost v km															
	10	20	30	40	50	60	65	70	80	90	100	110	120	130	140	>150
Babí pec	57,7			100												
Kristova jeskyně	23,1	27,4		99,6												100
Hlavatá skála	64,6	82,3			100											
Hořín 3	18,3					49,9		98,1					98,2			100
Kozly	14,4					20,7	57,4	98,4					99			100
Radotín	73,7								88,1			99,1				100
Hostim	70,6						82,3					100				
Týnec 3										100						
Pernek 1 a 4	1,4					13		97,1					98,1			100

■ Tab. 4 Mezolit. Tabulka procentuálního nárůstu složení kolekcí vybraných mezolitických lokalit Čech v závislosti na vzdálenosti od lokality. Zvýrazněné vzdálenosti izolinií.

kolekce (suroviny severozápadních Čech). Ze vzdálenosti 70 km byly donášeny silicity glacienních sedimentů, které tvoří 38,2 % kolekce. Ze vzdálenosti 120 km byly transportovány jihočeské opály tvořící 0,6 % kolekce. Ze vzdálenosti 190 km pocházejí rohovce typu Krumlovský les (0,6 % kolekce) a ze vzdálenosti 250 km byly získávány bavorské plattensilexy (0,3 % kolekce). Neurčené suroviny tvoří 6,9 % kolekce. Izolinie 30 % probíhá ve vzdálenosti 65 km, izolinie 60 a 90 % pak ve vzdálenosti 70 km (obr. 9).

V kolekci z Radotína (352 artefaktů; Vencl 1970) tvoří místní (do 10 km) suroviny 72,5 % kolekce (rohovce typu Český kras, silicifikované břidlice liteňského souvrství, křemence). Ze vzdálenosti 80 km pocházejí křemence severozápadních Čech (14,2 % kolekce). Silicity glacienních sedimentů byly transportovány ze vzdálenosti 110 km a tvoří 10,8 % kolekce. Celkem 0,9 % kolekce je vyrobeno z bavorských rohovců ze vzdálenosti 200 km. Neurčeno zůstalo 1,6 % kolekce. Izolinie 30 a 60 % probíhají ve vzdálenosti 10 km, izolinie 90 % pak ve vzdálenosti 110 km.

V kolekci z blízké Hostimi (154 artefaktů; Vencl 1970) tvoří místní (do 10 km) suroviny 63,7 % kolekce (rohovce typu Český kras, silicifikované břidlice liteňského souvrství, křemence). Ze vzdálenosti 65 km pocházejí křemence severozápadních Čech (10,5 % kolekce). Silicity glacienních sedimentů byly získávány ze vzdálenosti 110 km a tvoří 16 % kolekce. Neurčeno zůstalo 9,8 % kolekce. Izolinie 30 a 60 % probíhají ve vzdálenosti 10 km, izolinie 90 % pak ve vzdálenosti 110 km (obr. 10).

V kolekci ze západočeského Týnce 3 (36 artefaktů; Šída et al. 2011) nejsou přítomny žádné lokální (do 10 km) suroviny. Většina kolekce byla vyrobena z bavorských jurských rohovců (94 % kolekce) pocházejících ze vzdálenosti 80 km. Ze stejné vzdálenosti byly získávány i jihočeské suroviny (opály a křemence, 3 % kolekce) a suroviny plzeňské pánve (limnosilicity, 3 % kolekce). Izolinie 30, 60 i 90 % probíhají ve vzdálenosti 80 km.

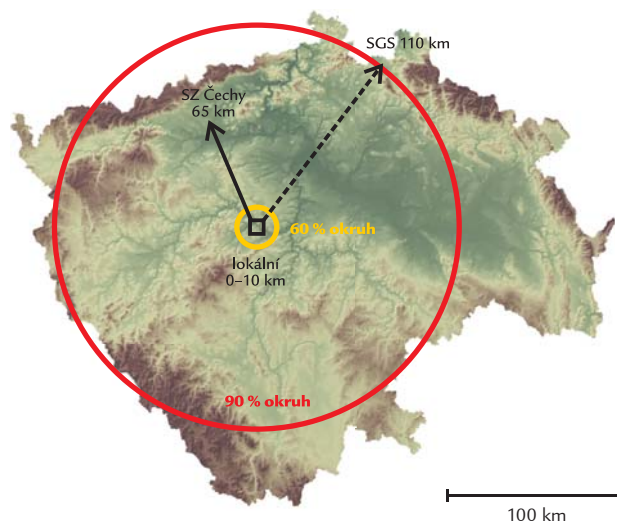
V kolekcích z lokalit Pernek 1 a 4 (230 artefaktů; Šída – Fröhlich – Chvojka

2008) tvoří lokální (do 10 km) suroviny 1,4 % kolekce. Jihočeské suroviny (opály, křemence) pocházející ze vzdálenosti 60 km tvoří 11,6 % kolekce. Nejvíce zastoupenou surovinou jsou bavorské jurské rohovce ze vzdálenosti 70 km, které tvoří 84,1 % celé kolekce. Z plzeňské pánve (vzdálenost 120 km) bylo získáno 1 % kolekce a zbývajících 1,9 % kolekce tvoří silicity glacienních sedimentů ze vzdálenosti 260 km. Izolinie 30, 60 i 90 % probíhají ve vzdálenosti 70 km (obr. 11).

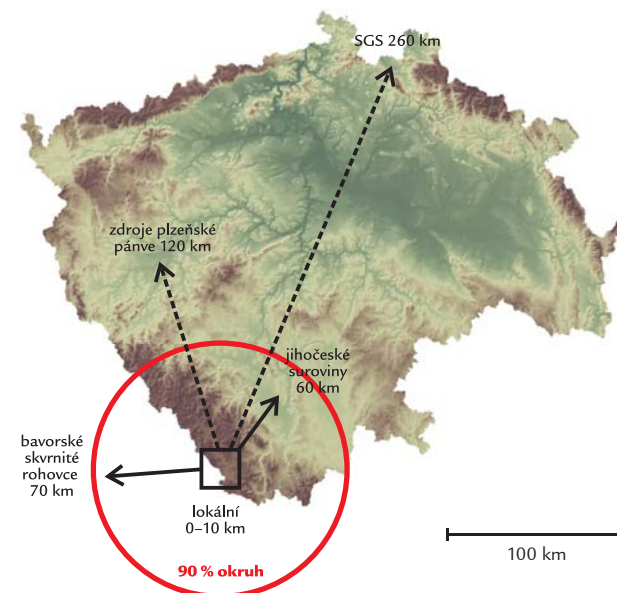
5. Závěr

Z tabulek 2 až 4 můžeme odvodit velikosti exploatačních areálů a v některých případech také velikost komunitních areálů. V mladém paleolitu je situace u lokalit všech hlavních kultur v podstatě totožná. Bohunické a aurignacké Hradsko má izolinii 30 % ve vzdálenosti 60 km, izolinii 90 % ve vzdálenosti 70 km, což je také vzdálenost k hlavnímu zdroji suroviny – silicitům glacienních sedimentů. V Hradsku tato vzdálenost odpovídá velikosti exploatačního areálu, ale ne komunitního, který mohl být větší (obr. 3). V aurignacké Nesuchyni je situace jednodušší. Na kompozici surovin je definována jediná izolinie 90 %, která leží ve vzdálenosti 120 km (opět odpovídá vzdálenosti k hlavnímu zdroji suroviny – silicitům glacienních sedimentů). Naprosto stejná situace je i na gravettských lokalitách v oblasti Prahy a Rakovníka, a dokonce i na magdalénské Hostimi. Hlavní surovinou jsou pro všechna období mladého paleolitu silicity glacienních sedimentů. Zdá se tak, že typický exploatační areál mladého paleolitu v oblastech bez kvalitních surovin má poloměr větší než 100 km a patrně se může krýt s velikostí komunitního areálu (obr. 4).

V transektu od severu k jihu můžeme pozorovat, jak se v pozdním paleolitu proměňuje využívání surovin (tedy od zdrojů kvalitních silicitů glacienních na severu ke stejně kvalitním zdrojům bavorských rohovců na jihu). V Českém ráji se nachází izolinie 90 % ve vzdálenosti 40 km od lokalit (obr. 5). Vzdálenost izolinie se postupně směrem k jihu zvyšuje, takže u lokality Praha-Malešice již dosahuje 100 km (jak se zvyšuje vzdálenost



■ Obr. 10 Hostim. Extrémní exploatační areál v oblasti bez zdrojů kvalitních surovin.



■ Obr. 11 Pernek. Typický mezolitický exploatační areál využívající zdrojů silicitů v Bavorsku.

od zdroje). V Kvíci se projevují místní suroviny permokarbonské pánve, takže izolinie 30 % leží nedaleko od naleziště (obr. 6). Izolinie 90 % probíhá ve vzdálenosti 100 km. Naprosto extrémní hodnoty poloměrů areálů mají lokality v oblasti Šumavy, kde se žádné kvalitní suroviny v celé širší oblasti nenacházejí. V oblasti horního toku Otavy je z izolinie 60 % ve vzdálenosti 70 až 80 km (suroviny horší kvality z jižních Čech a Plzeňska), izolinie 90 % pak leží až ve vzdálenosti 140–230 km. V tomto ohledu je nejextrémnější lokalitou Pernek 3: izolinie 30 % leží ve vzdálenosti 70 km a izolinie 90 % ve vzdálenosti 260 km (obr. 7).

Hlavními surovinami pro období pozdního paleolitu jsou bavorské rohovce, plattensilex a silicity glacienních sedimentů. Velikost exploatačního areálu je, stejně jako v mladém paleolitu, značná. Dosahuje poloměru 100 km i více, v extrémních případech až 200 km. Tyto hodnoty mohou odpovídat velikosti komunitního areálu.

Lidé pozdního paleolitu dokázali využívat suroviny z extrémních vzdáleností. V prostoru, kde se nacházejí lokální suroviny horší kvality, jsou tyto využívány, až pokud je hlavní zdroj dále než 100 km. Tam kde lokální suroviny nejsou vůbec, jsou využívány kvalitní zdroje ze vzdálenosti několika set kilometrů. V blízkosti zdrojů kvalitních surovin samozřejmě dominují tyto zdroje a lokální zdroje horší kvality jsou využívány pouze v omezené míře.

Stejně jako u období pozdního paleolitu můžeme pozorovat chování lovců a sběračů v mezolitu. V Českém ráji leží izolinie 30 % obvykle v těsné blízkosti lokality. Izolinie 90 % se nachází ve vzdálenosti 40 km. Využívány byly silicity glacienních sedimentů a místní suroviny z Kozákova a podkrkonošské pánve (**obr. 8**).

Lokality ležící u Labe (Hořín 3 a Kozly) mají izolinie 30 % ve vzdálenosti 65 km a izolinie 90 % ve vzdálenosti 70 km od lokalit. Využívány byly hlavně silicity glacienních sedimentů a křemence severozápadních Čech (**obr. 9**).

Místní suroviny nízké kvality dominují v Praze-Radotíně i v Hostimi. Izolinie 60 % se nachází v těsné blízkosti nalezišť. Izolinie 90 % leží ve vzdálenosti 110 km (**obr. 10**). V této oblasti se patrně dostáváme k limitní vzdálenosti od zdrojů kvalitních surovin. Jejich získání ze vzdálenosti větší než 100 km již patrně bylo natolik obtížné, že bylo nutné využívat velmi nekvalitní místní rohovce z Českého krasu. Oblast Šumavy je již opět v dosahu kvalitní suroviny. Jak v povodí horní Otavy, tak v centru Šumavy na lokalitě Pernek 1 a 4 leží izolinie 90 % ve vzdálenosti 70 až 80 km (**obr. 11**). Hlavním surovinovým zdrojem jsou bavorské jurské rohovce.

Hlavními zdroji surovin pro období mezolitu byly suroviny ze středních a malých vzdáleností. Exploatační areál má většinou poloměr 70 až 80 km (tato vzdálenost vždy odpovídá maximální vzdálenosti izoliny 60 %, a ve většině případů také izoliny 90 %). Tam, kde kvalitní suroviny leží mimo tuto vzdálenost, jsou ve větší míře využívány lokální suroviny (v některých případech i velmi špatné kvality). Špatná kvalita místních surovin je kompenzována určitým objemem kvalitních surovin z větší vzdálenosti.

Dálkové suroviny, které se v mezolitických kolekcích vyskytují v omezeném množství, mohou ukazovat na směry dálkových kontaktů (v našem případě především na Moravu). Poloměr 70–80 km může být s poměrně značnou jistotou považován za velikost komunitního areálu mezolitu.

Velikosti exploatačních areálů se významně odlišují v závislosti na poloze lokalit vůči zdrojům kvalitní suroviny. Lokality ležící ve větších vzdálenostech od hlavních zdrojů ukazují určité zákonitosti velikosti exploatačních areálů, které podle našeho názoru mohou odrážet velikosti komunitních areálů (ty definují oblast nutnou k užití jedné lovecko-sběračské skupiny a tím nepřímo také hustotu obyvatel). V mladém paleolitu jsou areály velké (poloměr větší než 100 kilometrů). Stejná situace je i v pozdním paleolitu, kde se navíc ukazují naprosto extrémní případy s poloměrem velikosti areálu až 260 km. Areály mezolitu jsou naopak menší, jejich poloměr je okolo 70 až 80 km. Tato proměna podle všeho odráží odlišnou lovecko-sběračskou strategii související s odlišnými ekosystémy pleistocénu a holocénu. Nepřímým důsledkem tohoto zjištění je i fakt, že soubory různých stáří vykazují odlišné surovinové složení, a to můžeme tedy použít jako nepřímý datovací nástroj.

Použitá literatura

- Benková, I. 2003:* Epimagdalénská stanice v Kvíci u Slaného, *Archeologie ve středních Čechách* 7, 33–72.
- Fridrich, J. 1973:* Počátky mladopaleolitického osídlení Čech, *Archeologické rozhledy* 25/4, 392–442.
- Prostředník, J. – Šída, P. 2010:* Nejstarší dějiny Českého ráje a horního Pojizeří. Turnov.

- Prichystal, A. 2009:* Kamenné suroviny v pravěku východní části střední Evropy. Brno.
- Sklenář, K. 2000:* Hořín III. Mesolithische und hallstattzeitliche Siedlung. *Fontes Archaeologici Pragenses* 24. Praha.
- Prostředník, J. – Šída, P. 2003:* Mladá Boleslav čp. 101 – stratigrafie sondy 21/93, *Archeologie ve středních Čechách* 7, 175–198.
- Šída, P. 2004:* Pozdně paleolitická industrie z hradiště u Doláněk, k. ú. Daliměřice (okr. Semily), *Archeologie ve středních Čechách* 8, 77–102.
- Šída, P. (ed.) 2009:* The Gravettian of Bohemia, *Dolnověstonické studie* 17. Brno.
- Šída, P. 2010:* Gravettské sídliště v Revnicích. Plzeň.
- Šída, P. – Fröblich, J. – Chvojka, O. 2008:* Pozdně paleolitická a mezolitická stanoviště na horní Vltavě u Perneku. Nové poznatky o předneolitickém osídlení Lipenska, *Archeologické výzkumy v jižních Čechách* 21, 3–29.
- Šída, P. et al. 2011:* Doba kamenná povodí horní Otavy, *Archeologické výzkumy v jižních Čechách, Supplementum* 7, 1–184.
- Šída, P. – Prostředník, J. 2006:* Mezolit pod Hlavatou skálou v Českém ráji (k. ú. Hrubá Skála). In: *Vita Archaeologica. Sborník k sedmdesátinám V. Vokolka. Pardubice*, 321–341.
- Šída, P. – Vokounová Franzeová, D. – Moravcová, M. 2012:* Raw Material Sources and the Possibility of Studying Hunter-Gatherer Mobility as Seen on Selected Late Upper Palaeolithic and Mesolithic Sites in Bohemia, *IANSA* III, 1/2012, 117–129.
- Veňcl, S. 1970:* Mesolitické osídlení Českého krasu, *Archeologické rozhledy* 22/6, 643–657, 739.
- Veňcl, S. 1977:* Aurignacké osídlení v Hradsku, *Archeologické rozhledy* 29/1, 3–44.
- Veňcl, S. 1995:* Hostim. Magdalenien in Bohemia, *Památky archeologické, Supplementum* 4.
- Veňcl, S. – Motyl, J. 1998:* Pozdně paleolitická industrie z Prahy 10-Malešic, *Archeologické rozhledy* 50/4, 837–842.

Summary

Changes in use of material sources in late Paleolithic and Mesolithic of Bohemia

This paper presents a study of the raw material composition of selected Upper Palaeolithic and Mesolithic hunter-gatherer groups, which settled in the area of Bohemia. The exploitation areas are derived on the basis of a determination of the stone raw material composition of selected lithic industry assemblages, together with a derivation of the transport distance of the individual rocks and minerals. The exploitation areas are, in other words, structures in the stone raw material reflecting the action radius of human communities and providing a possible tool to understand their spatial behaviour and changes over time. We will present differences between human behaviour during Gravettian, Magdalenian, Late Upper Palaeolithic and Mesolithic periods in Bohemia.

Vznik tohoto článku byl podpořen projektem OP VK Archeologické strategie (CZ.1.07/2.3.00/20.0036), který je spolufinancován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

6. Břicháček, P. – Šída, P. 2015: Upper Acheulean occupation of Western Bohemia. In: S. Sázelová – M. Novák – A. Mizerová (eds.). *Forgotten times and spaces: New perspectives in paleoanthropological, paleoetnological and archeological studies*. 1st Edition. Brno, 33–52.

UPPER ACHEULEAN OCCUPATION OF WESTERN BOHEMIA

Pavel Břicháček¹ and Petr Šída²

Abstract

Recently, several new sites dated to Upper Acheulean were discovered during the systematic prospection of surface done by P. Břicháček in Western Bohemia region. In this paper will be discussed only three sites, namely Stříbro, Hromnice I, II and Břetislav with medium to large collections of stone artifacts, including bifaces as a significant element of this chronological period. Additionally, two dozen sites yielding smaller, insignificant collections were detected in this region.

Keywords

Lower Middle Paleolithic, Czech Republic, Stříbro, Hromnice, Břetislav, settlement, stone artifacts

DOI: 10.5817/CZ.MUNI.M210-7781-2015-4

Introduction

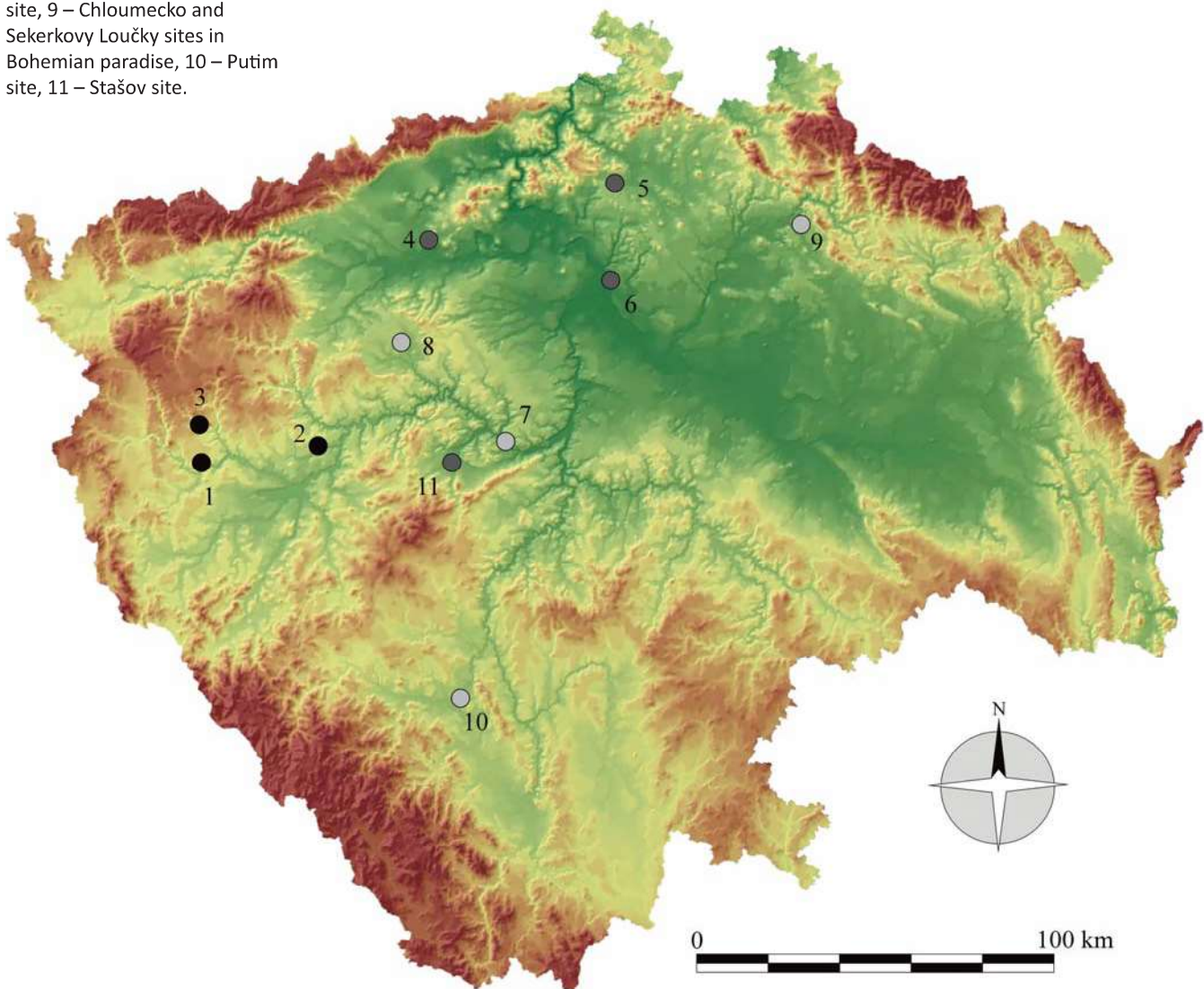
Settlement of the lower Middle Paleolithic in Bohemia has been systematically examined since the 1950s. The first findings of bifaces were made in the fifties by František Prošek near Srbsko village (Prošek 1947; Fridrich 1982) and Mojmir Mazálek in Putim-Ražice village (Pikarna hill) near Písek town (Mazálek 1952, 1953; Žebera 1958; Fridrich 1982). At the end of the decade Vladimír Stárka and Karel Žebera discovered one of the largest sites of this period near Mlázice village near Mělník town (Žebera 1969; Fridrich 1982). Since the 1960s Jan Fridrich has examined the largest complex of Upper Acheulean sites around the hill Písečný Vrch near Bečov by the town Most (Fridrich 1982; Fridrich and Sýkorová 2005). And also in the sixties Fridrich Hammer and Jan Fridrich discovered a small site in Mutějovice (Fridrich 1982). In the seventies Jiří Svoboda (1979) identified the first

- 1 Museum of Western Bohemia, Kopeckého sady 2, CZ-301 00 Plzeň, Czech Republic
- 2 Department of Archeology at Faculty of Arts, West Bohemian University in Plzeň, Sedláčkova 15, CZ-306 14 Plzeň, Czech Republic

email:
petsida@seznam.cz
pbrichacek@zcm.cz

northern Bohemian Upper Acheulean site in Stvolínky village. This was for a long time the only one dated to this age in the North Bohemian sandstone region. New findings indicate the presence of Lower Middle Paleolithic sites in the area located eastwards, in the Bohemian Paradise (Chloumecko hill); the first occasional finds were made by Jaroslav Černohouz (1953). Eastern, Western and Southern Bohemia, however, remained until recent times without significant sites of the lower phase of the Middle Paleolithic. Eastern Bohemia still remains a blank spot on the map, and in Southern Bohemia, apart from Putim-Ražice village, some other small sites were discovered in the Budějovice Basin (namely Sedlec, Lékařova Lhota). On the border between Central and Western Bohemia explored during 1980s Pavel Břicháček one of Acheulean largest sites around Stašov village. Since then thanks to the systematic surface survey, several new sites of this period have been discovered in Western

Figure 1: Bohemia. Upper Acheulean sites in Bohemia. 1 – Stříbro site, 2 – Hromnice site, 3 – Břetislav site, 4 – Bečov site, 5 – Stvolínky site, 6 – Mlázice site, 7 – Srbsko site, 8 – Mutějovice site, 9 – Chloumecko and Sekerkovy Loučky sites in Bohemian paradise, 10 – Putim site, 11 – Stašov site.



Bohemia (Břicháček 2010). Besides about two dozen sites yielding smaller, insignificant collections, which are not discussed in this text, there are three sites with medium to large collections with bifaces – a significant element of this chronological period; namely Stříbro, Hromnice (I and II) and Břetislav (Figure 1).

Western Bohemia in many ways is reminiscent of the whole of Bohemia in miniature. It is a basin enclosed on all sides, drained by a single river (the Berounka) to the northeast. From all sides it is encircled by mountain ranges and uplands (from the south, the Šumava Mountains, Český Les, Teplá, Křivoklát Highlands and Brdy Mountain). Among these ranges are passes that enable communication with the surrounding regions: Northwestern and Central Bohemia, Southern Bohemia and south to Bavaria. The distribution of river networks and the mountain ranges has not changed significantly in the last 250.0 ky, except there was a rejuvenation of the relief associated with significant sinking river beds during the last three glacial periods. In general we can use the characteristics of the relief as it appears today for the studied period.

Western Bohemia is a region which has no resources of quality silicites, but it is rich in large accumulations of Tertiary and Quaternary gravels, which contain a number of large boulders of sedimentary quartzite, quartz and quartzites. These may in some cases achieve a high quality (as in the case of Stříbro site), which is comparable to silicites. The largest accumulation can be found along the Mže river (Stříbro site), in the region of the river Třemošná (Hromnice site) and then in a belt stretching across the Rakovník region to Northwestern Bohemia. This boulder material was eroded throughout the Quaternary and was transported by the Berounka River to the north, where it appears in the river terraces and in archeological assemblages of this period around the Berounka River.

Stříbro site

Description of site

The site is located north of the town center on a large flat area of Doubrava hill at an altitude of 432–446 m. It is 48–62 m above the present level of the Mže River, which flows around the southern edge of the site at a distance of 1.2–1.5 km (Figure 3). The bedrock consists of Proterozoic phyllites over almost the entire area, but on the top of the mountain are also preserved sandy gravels and gravelly sands dated to the Neogene (Břicháček 2010). They together with phyllites were eroded and created deluvial sediments on the southern slope. Raw material for stone industry was collected from Tertiary sediments in the area of the site. In the whole area of the hill top there are no significant Quaternary sediments; so that all artifacts are today in the topsoil and certainly have high frequency of changes in their position.

The site was explored by Pavel Břicháček in 2008 during archeological supervision of construction of sewage and communications for a newly built residential area on the southern edge of the site. The density of artifacts is not high in this space; in squares of 5 × 5 m just one to three artifacts were located. In the

Figure 2: Stříbro site. Extent of artifact dispersion. A–E – area of surface collecting, 1 – area of rescue excavation on house construction, 2–4 – single, until now isolated, finds.

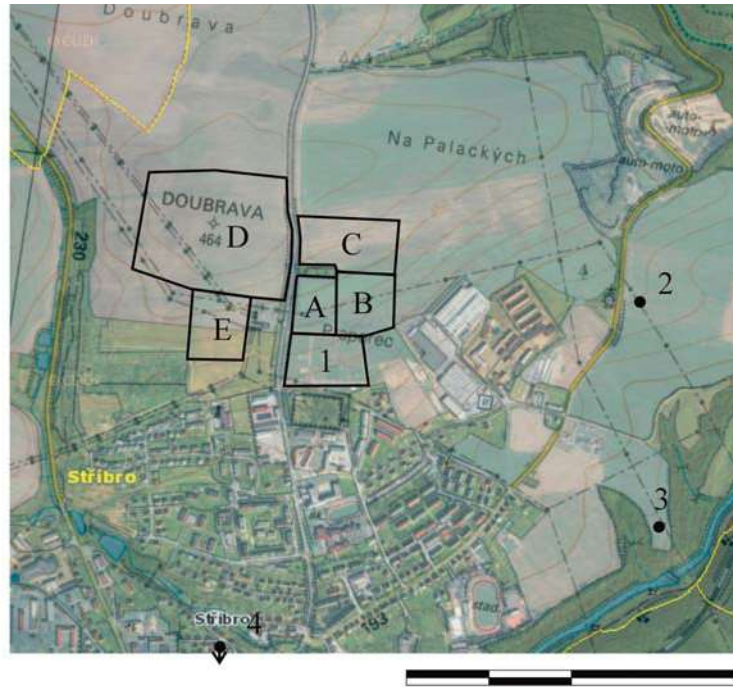


Figure 3: Stříbro site. View from area C to southeast to the Mže river valley.

central part of the position on the hill top the number of finds rapidly increased (Břicháček 2010). This area has been subjected to intensive surface survey, which so far has yielded more than 1,200 artifacts. Their evaluations are still running, thus this paper presents only one-third of achieved results. Artifacts were distributed over an area 800×600 m, but exploration continues, and findings outside the central concentration (Figure 2: 2–4) foreshadow a much greater range of settlement.

Raw material sources

The main source of raw material at Stříbro site consists of quartzite boulders of very good quality (Table 1). They can be found in the relics of Tertiary and Lower Pleistocene terraces around the site. According to color we recognize the varieties

of white quartzite and honey colored quartzites and a transitional form between them. The original source of these high-quality quartzites remains unknown; so far we know them only from the terraces. In the already evaluated part of the collection from Stříbro site, the 60.4% of the assemblage consists of this material. Another raw material used is quartz, again found in boulder form in the terraces. This constitutes 39.2% of the assessed assemblage. We distinguish between the white and “blue” variety. The translucent blue variety probably comes from pegmatites, the white probably comes from the quartz wall of the Bohemian forest hills. Both types of materials are the local raw material source (within a distance of 5 km). The only stone to come from a longer distance is limonite breccia, probably brought from the area of carboniferous Pilsen basin (about 20 km). The fragments of limonitic rocks are more frequent at Stříbro site, which could be most probably explained by their usage as pigments (Břicháček 2010).

Stone artifacts

Technotypological composition of the collection is significantly influenced by the methodology of collecting artifacts, based on selective surface collecting when the attention was focused on the distinctive types of findings, and state of processing of the whole collection (Table 1). Therefore, the retouched tools are strongly overestimated in comparison to the debitage (ratio of almost 1:1). Debitage is represented by standard types of artifacts, namely fragments, flakes (including Levallois forms), cores and unfinished bifaces. High variability displays the category of cores, where cores with reduced technology and also full Levallois cores with all stages of treatment can be detected.

Bifaces make up more than 7.0% of the collection (23 artifacts). They are documented as bifaces of particular types, and their reduced smaller variants. The largest part of the retouched tools is traditionally sidescrapers (20.3%), which are characterized by enormous variability in shape. Besides their combinations with notches and burins, endscrapers and points can be detected within the assemblage. In smaller number are represented knives, burins and borers, and choppers are also frequent (5.4%). Other artifacts are represented by hammerstones and manuport of raw material (probably used like a pigment) (1.6% of total collection).

The composition and morphology of tools within the Stříbro collection is fully comparable with large sites of the Upper Acheulean (such as Bečov IV, Markkleeberg). With good cleavage raw materials are typically present as variant cores with all phases of preparation developed and Levallois flake technology and Levallois points are also used. Reduction of the technological process (cores with protruding boulder surface, simple lemon-quarter cores, and chopper cores) is not used commonly. Some of the artifacts have been exposed to very weak eolization and corrosion, these are very transparent to understand of technological processes, but some other pieces are affected very strongly to the border of readability. The good quality local quartzite has not yet been published anywhere else, so we chose the name quartzite of Stříbro type for this raw material (Figures 4 and 5).

Table 1: Stříbro. Technotypological and raw material composition of evaluated assemblage.

type	white quarzite	brown quarzite	white- -brown quarzite	quarzite	quarzites total	white quartz	blue quartz	quartz total	limonite brekcia	total	%
fragment	14	10	1		25	36	1	37		62	19.6
flake	26	10	1	1	38	24	1	25		63	19.9
pseudolevallois point	1				1					1	0.3
core	20	6	4		30	8	1	9		39	12.3
unfinished biface	4	1			5	1		1		6	1.9
<i>debitage</i>	65	27	6	1	99	69	3	72	0	171	54.1
biface	4	3			7	3		3		10	3.2
wedge	2				2	11		11		13	4.1
<i>bifaces</i>	6	3			9	14		14		23	7.3
sidescraper	33	11	2		46	18		18		64	20.3
sidescraper - notch	1				1					1	0.3
sidescraper - burin	1				1					1	0.3
endscraper	1	2			3					3	0.9
point	3	2		2	7	2		2		9	2.8
notch	4	3			7	7		7		14	4.4
knife	1	2			3					3	0.9
burin		2			2	1		1		3	0.9
chopper	9		1		10	7		7		17	5.4
borer	1				1	1		1		2	0.6
<i>retouched tools</i>	60	25	3	2	90	50	0	50	0	140	44.3
hammersone						2		2		2	0.6
core/hammerstone	2				2					2	0.6
manuport									1	1	0.3
<i>other finds</i>	2				2	2		2	1	5	1.6
total	127	52	9	3	191	121	3	124	1	316	100
%	40.2	16.5	2.8	0.9	60.4	38.3	0.9	39.2	0.3	100	

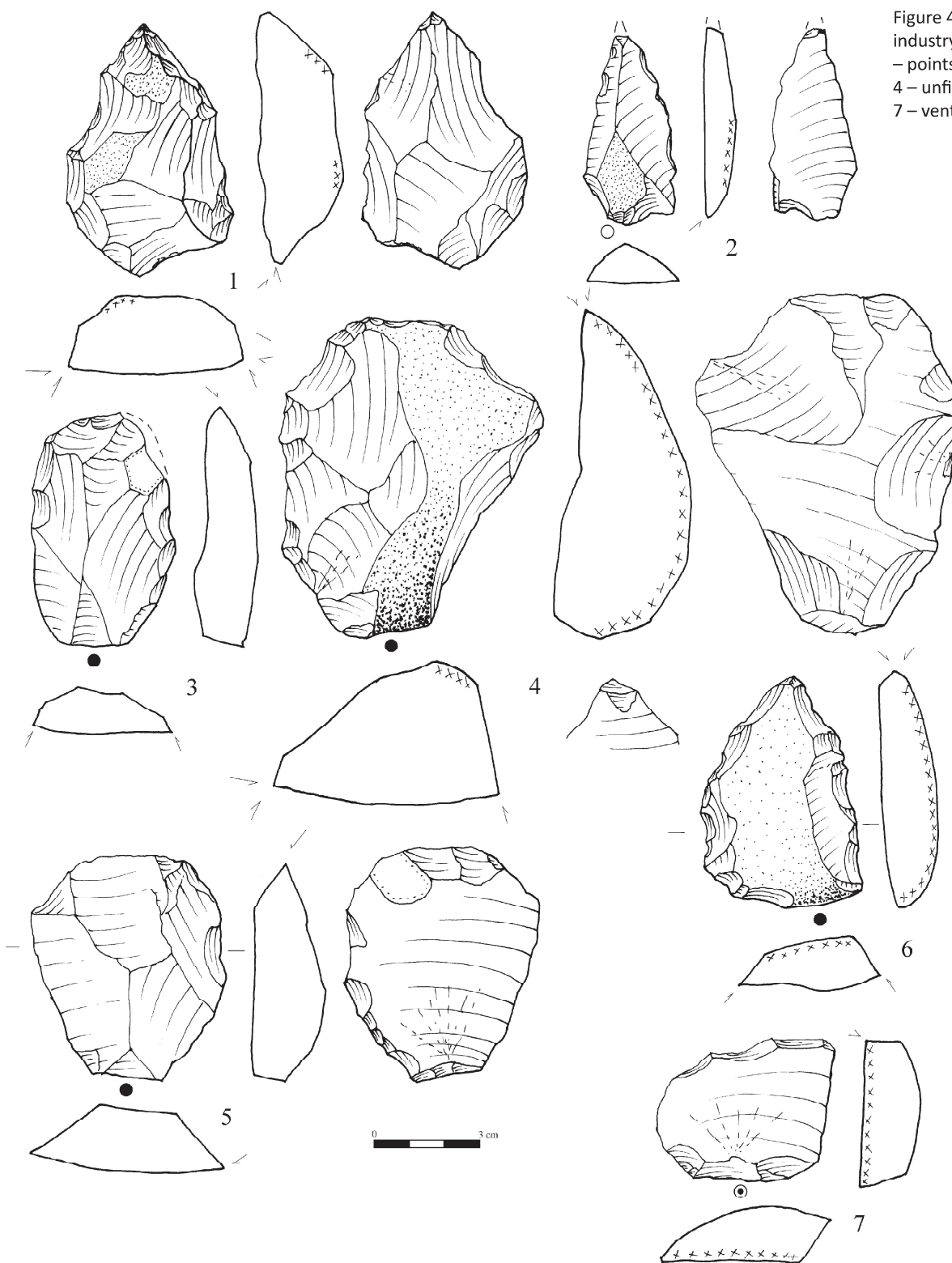
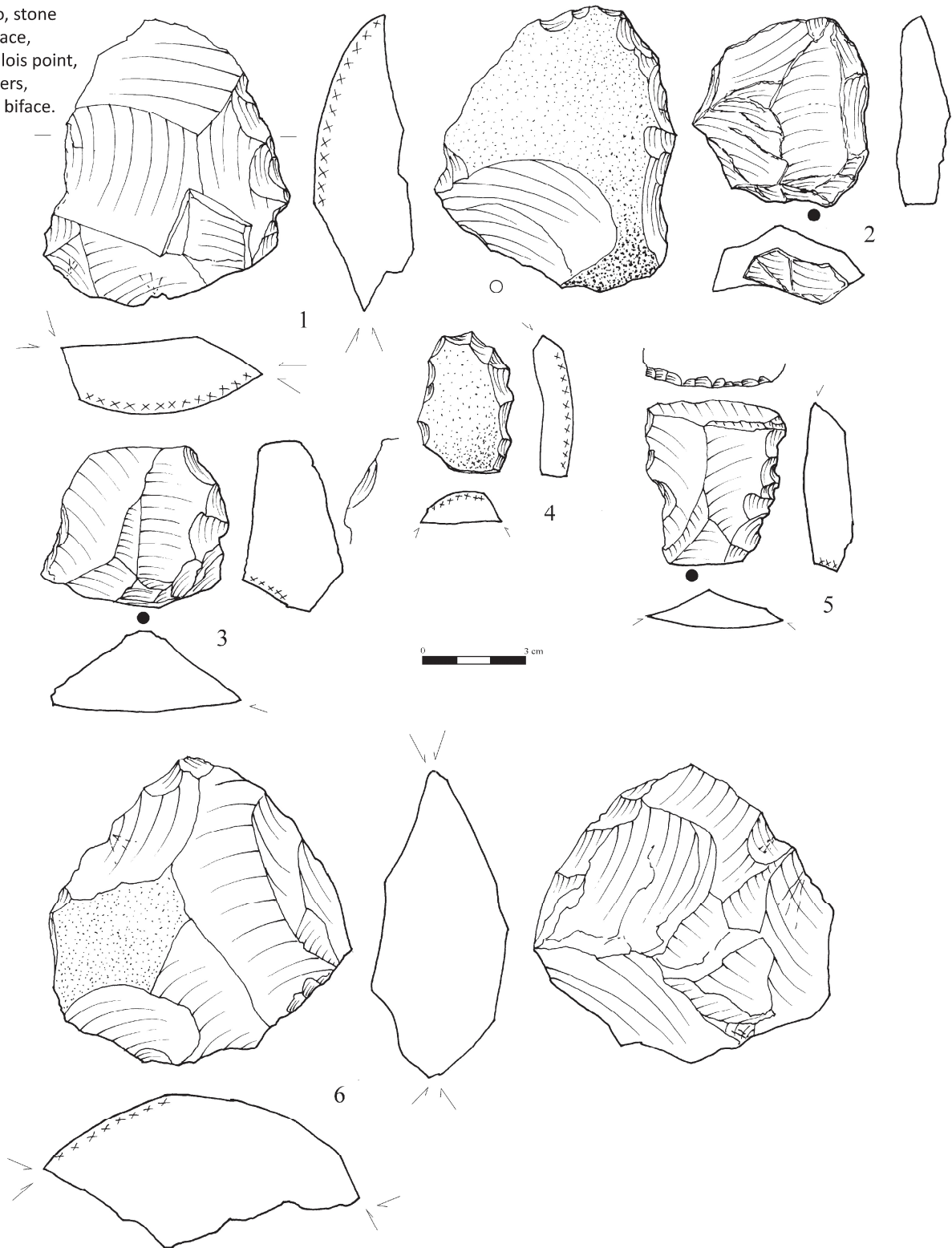


Figure 5: Stříbro, stone industry. 1 – biface, 2 – pseudolevallois point, 3–5 – sidescrapers, 6 – fragment of biface.



Hromnice I and II (distr. Plzeň-north) sites

Description of site

Hromnice I

This site is located northwards from the center of village on the tiered southern slope of Kosina hill (plots no. 2549, 2591, 2602). The bedrock here consists of un-differentiated Proterozoic sediments (see list of Geological maps of the Czech Republic Plzeň region, 12–33), but in close proximity (the lowest terrace level above the Hromnický stream and above village) Miocene fluvial gravelly sands are preserved. The sediments are covered by loess loams with a thickness of 0.2–0.8 m, which compensates for the irregular shape of a staircase hill in almost continuous southern slope, finished at the lowest level by the flat terrace, running into a sharp

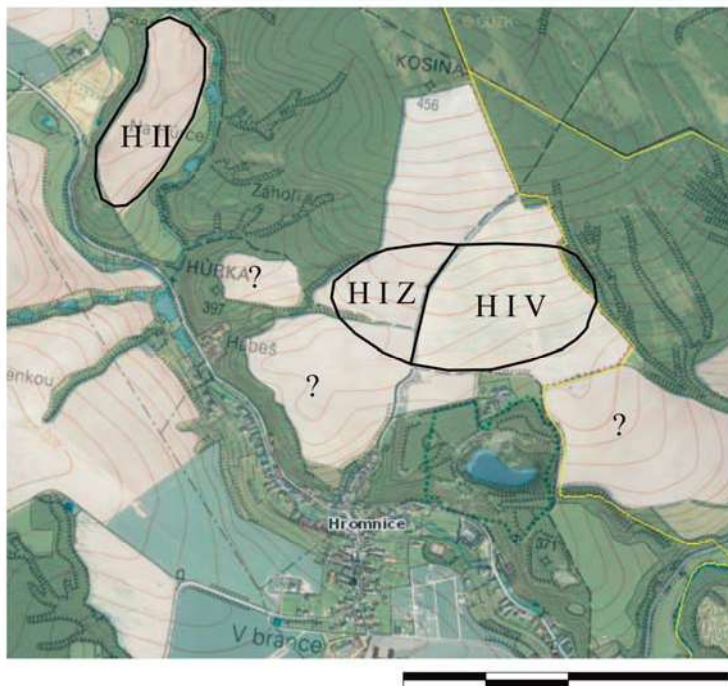


Figure 6: Hromnice site. Extent of artifact dispersion.
H I Z – Hromnice I, west part,
H I V – Hromnice I east part,
H II – Hromnice II.



Figure 7: Hromnice site. View from area H I V to southeast to the Třemošná river valley.

escarpment above the Hromnický stream. Especially on the southeast side of the hill there are significant erosion furrows in the loess loams, around which many Late Bronze Age sunken features can be found. The elevation of the central part of the site is about 46 m above the Hromnický stream and 85 m above its confluence with the river Třemošná (Figure 7).

The site was discovered in the autumn of 2013 during the archeological survey (Čechura et al. 2013) in the area of construction impacts (construction of a flood control ditch) almost in the middle of the southern slope of hill (about 401 m a.s.l.). The topsoil and loess sediments were removed, and in the gravel or in weathered rocky bedrock below a ditch was excavated to effect east-west drainage. It has a length of 720 m, a funnel shape with a width of 47–50 m and depth of 1.8–2.0 m from the raised edges, so that the recess in the surface of the ground is about 0.6 m. The excavated sediment was left in place, so it was possible to collect stone artifacts (in total of several dozen pieces) from the piles of soil and directly in the open trench. Subsequently, the uppermost layer was returned onto the surface of the trench and the rest of material was spread around the construction area.

In the western part of site one trench has purchased a large feature with pottery in the filling dated to the late Prehistory (probably late Bronze Age) with a strong stone roof. The structure has a weight of several hundred kilograms, because was composed of the biggest boulders collected from the site. Some nearby boulders were affected during construction of the structure. Additionally, many Paleolithic large cores were found during the excavation of this structure (grave?).

Artifacts were found in the 700 m length of the drainage ditch. In its western half the layer with artifacts was covered by loess, so the artifacts were hardly visible on the surface and we were not able to found them. Thus, the real range of site cannot be detected here. In its eastern half were detected a layer with artifacts, which were exposed by erosion grooves, and the material was detected lying on the surface within the range of about 500 m down the slope. The total extent of the site might be estimated to an area up to 800 × 500 m (Figure 6).

Hromnice II

Like previous site I, the Hromnice II site is located on the slope of Kosina hill. Contrary to the first site, this one is situated on the significantly steeper western slope and forms the lowest level of the flat terrace above the river (plot no. 2459–2467). It is a north-to-south sloping tongue-like promontory with a distinctive flat summit. It lies in a distance of 1 km from the western part of site I and is separated by the sharp notch of recent stream. The Hromnický stream flows around the western and southern part of the promontory.

The bedrock consists of Proterozoic phyllites and sediments of the Kladno Formation (Westphalian) dated to Carboniferous. They are covered by preserved relics of deluvial stone-loamy and loamy sediments (see Geological map of Czech Republic region Plzeň, sheet 12–33). Although the relic is determined as Quaternary, the raw material spectrum corresponds to surrounding Miocene fluvial sandy gravel.

Additionally, the site altitude is 396–397 m and the elevation above the Hromnický stream is about 22 m. The site was discovered by P. Břicháček in the autumn 2013 during the surface survey in the vicinity of site I. Artifacts can be collected within the area of 200 × 500 m.

Raw material sources

Raw materials used in the Hromnice site come mainly from local terrace accumulation of the Tertiary and Quaternary eras (Tables 2 and 3). The available materials differ significantly from the Strfibro site. Here the available sedimentary quartzites are in colors from gray up to ocher and red shade. By intense metamorphism they have changed to metamorphous quartzites. Their origin should be detected in the southwestern part of the Barrandian region, which is intensively metamorphosed. In Hromnice I these raw materials make up to the 70.1% of collection, and up to 58.1% in the case of Hromnice II site. The origin of raw materials in this area demonstrates the highly metamorphosed orthogenesis with garnet in Hromnice I. Another important raw material is quartz, coming also from river terraces. In Hromnice I this raw material forms the 20.5% of whole collection and 38.7% from Hromnice II collection. In both collections pebbles of lydite are also presented, coming also from the terrace material (lydites are bound to Barrandien Precambrian sediments). An exceptional raw material in Hromnice I is quartz-porphry. Its nearest outcrop is in Žernoseky village (90 km), but we cannot exclude the existence of an unknown smaller outcrop situated closer to this site. Additionally, local raw materials are consistently used. Their quality is significantly worse than at the Strfibro site, due to a higher degree of metamorphism. This makes quartzites extremely hard and difficult to chip. This fact considerably influenced the technologic features observed in the collection.

Stone artifacts

The Hromnice site was discovered in the autumn 2013, and until present days only a small portion of collection was already analyzed. Nevertheless, it is possible to determine at least the cultural affiliation and to describe the main features of this assemblage.

Although the first surface collections can be connected with much more informative character, we test their representativeness (Tables 2 and 3). The ratio between debitage and retouched tools in both positions is more consistent with the original composition of assemblages (Figure 7–8: 2–3 in favor of debitage). Both assemblages are characterized by reduced technology of core preparation, which leads to their considerable simplification. Very often the preparation of the flaking platform and bottom side is eliminated. Lemon-quarter flake cores are frequently used, where preparation is reduced completely. Levallois cores are not present, although signs of reduced Levallois technology are known from Hromnice II (levalloid point, without prepared base, replaced by a boulder surface). This reduction is due to the extreme

Table 2: Hromnice I. Technotypological and raw material composition of evaluated assemblage.

technotype	core quartz	quartz	ochre quartzite	red quartzite	quartzites	quartz porfyre	orthogneiss	lydite	total	%
fragment	1	3	4	2	1				11	20
flake	1		11	4	2		1	1	20	36.4
cores	1	2	5	3	1		1		13	23.6
<i>debitage</i>	3	5	20	9	4		2	1	44	80
biface				1		1			2	3.6
sidescraper		1		3	1		1		6	10.9
borer		1							1	1.8
knife		1							1	1.8
chopper				1					1	1.8
<i>tools</i>		3		5	1	1	1		11	20
total	3	8	20	14	5	1	3	1	55	100
%	5.5	15	36	25	9.1	1.8	5.5	1.8	100	

Table 3: Hromnice II. Technotypological and raw material composition of evaluated assemblage.

technotype	quartz	red quartzite	ochre quartzite	lydite	total	%
fragment	2	2	2		6	19.4
flake	5	5	1		11	35.5
levalloid point	1				1	3.2
core	2		1		3	9.7
<i>debitage</i>	10	7	4		21	67.7
biface		1			1	3.2
sidescrapers	1	1	2	1	5	16.1
retouched flake		1			1	3.2
chopper		1			1	3.2
borer	1	1			2	6.5
<i>tools</i>	2	5	2	1	10	32.3
total	12	12	6	1	31	100
%	38.7	38.7	19.4	3.2	100	

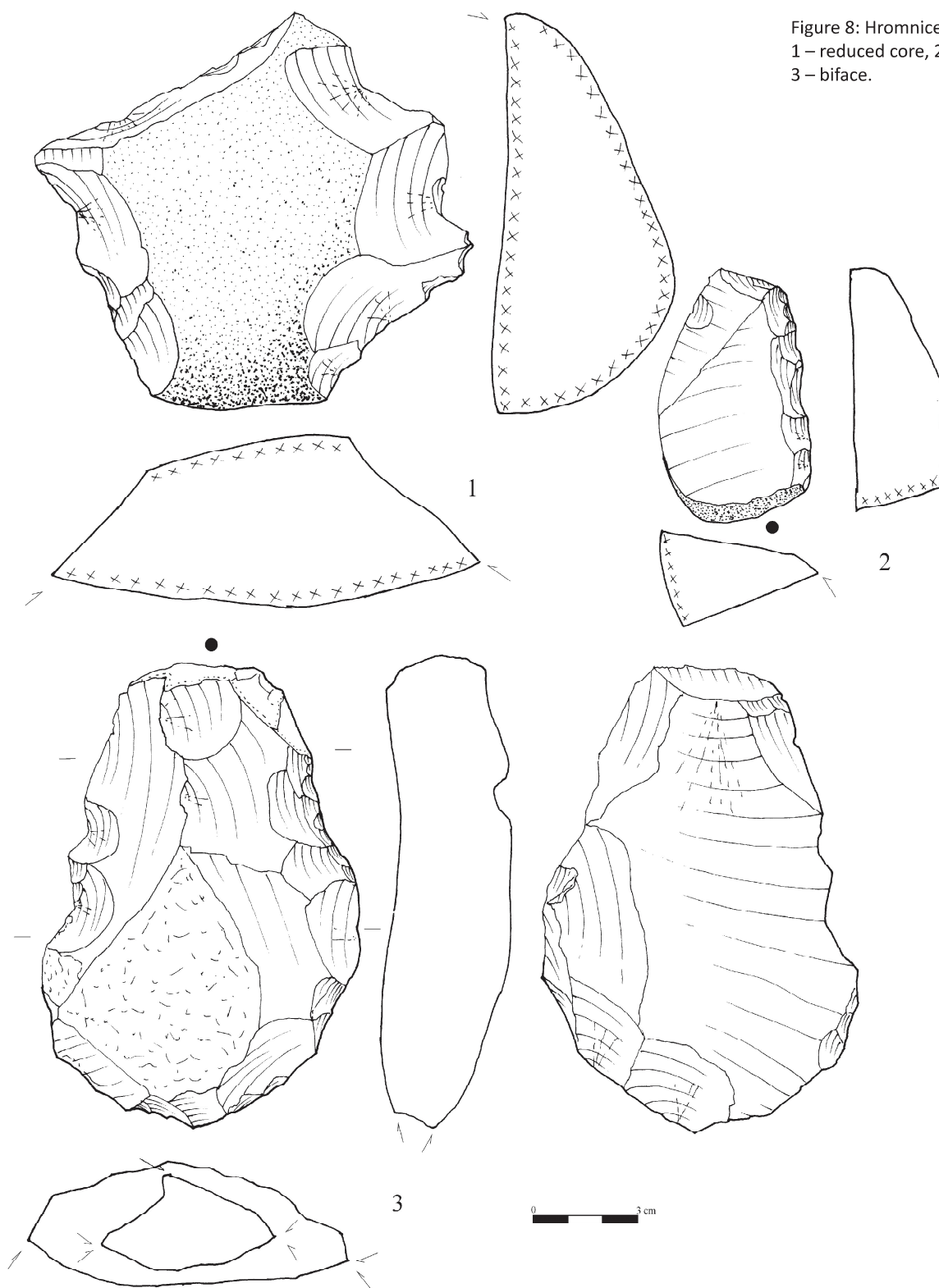
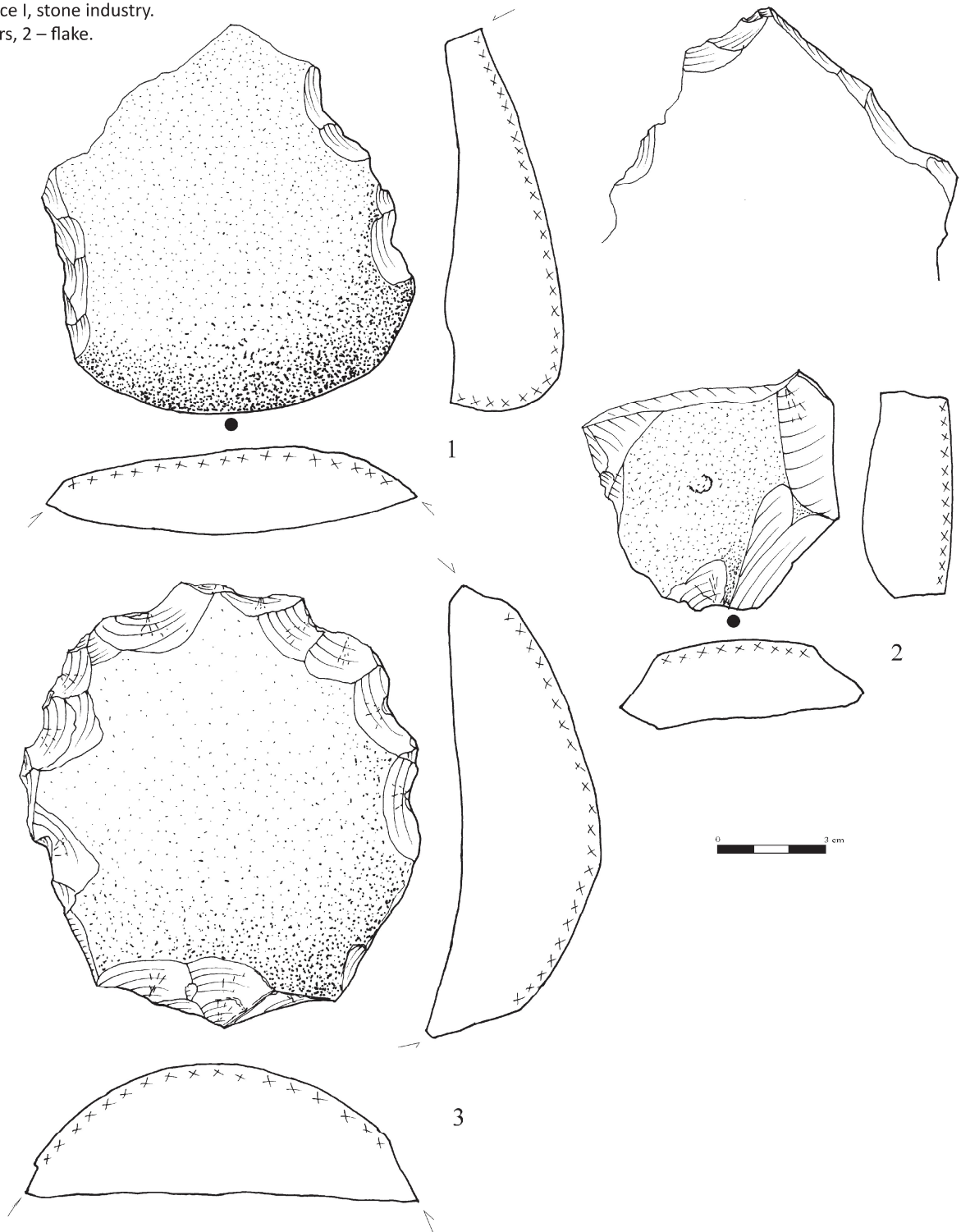


Figure 8: Hromnice I, stone industry.

1 – reduced core, 2 – sidescraper,

3 – biface.

Figure 9: Hromnice I, stone industry.
1, 3 – sidescrapers, 2 – flake.



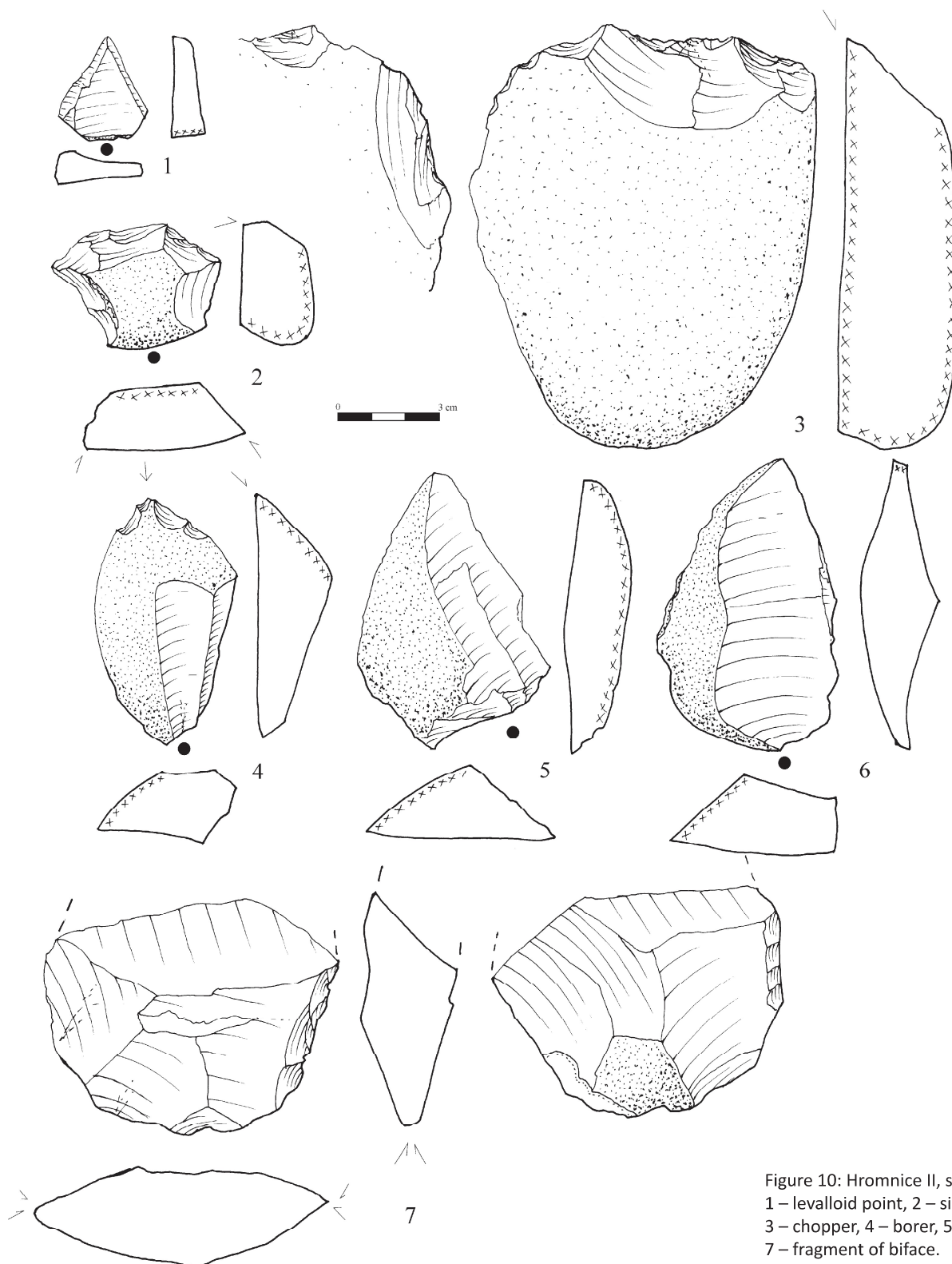


Figure 10: Hromnice II, stone industry.
 1 – levalloid point, 2 – sidescraper,
 3 – chopper, 4 – borer, 5–6 – flakes,
 7 – fragment of biface.

character of the raw material which does not allow one to perform complex core preparation (considerable hardness limited the usable striking angle to a very small extent).

The composition of tools is comparable to the Stříbro collection, although their variation range is not as wide (again due to the poor quality of the raw material). In the collections we can find bifaces and dominant sidescrapers. To a lesser extent, there are borers, knives, choppers and retouched flakes. Eolization of stone artefacts is more frequent and stronger than in Stříbro site (Figure 8–10).

Břetislav (Konstantinovy Lázně, distr. Tachov) site

Description of site

Artifacts laid on the flat top of a hill at the western foot of the distinctive basalt hill of Okrouhlé Hradiště near Konstantinovy Lázně town (plots no. 921, 922), north of Břetislav village. The bedrock is formed by Upper Proterozoic metamorphic rocks (graphitic phyllites). This is covered with brown soils. The elevation of the highest point of the hill is 523.5 m, the artifacts were collected on a plateau with an elevation of 520 m. Carboniferous sediments of the Kladno formation with white quartz pebbles, which were used for industry production, can be found 1.0–1.5 km west on the southern outskirts of the Kokašice village. Recent watercourses enclose the hill almost all the way around (except for a small section in the northeast). The elevation above the Čelivský creek is about 32 m. The site was found by Pavel Břicháček during the surface survey in spring 2013. Artifacts can be collected over an area of 300 × 200 m (Figure 11).



Figure 11: Břetislav site. Extent of artifact dispersion.

Raw material sources

This site is located outside the area of the Tertiary and Lower Pleistocene gravel accumulations. Thus, there were no quartzite pebbles of a good quality. There were only very difficult to work vein quartzes here, both in the form of fragments on outcrops, as well as pebbles in the Quaternary terraces. The poor quality of raw material directly affects the appearance of stone industry.

Stone artifacts

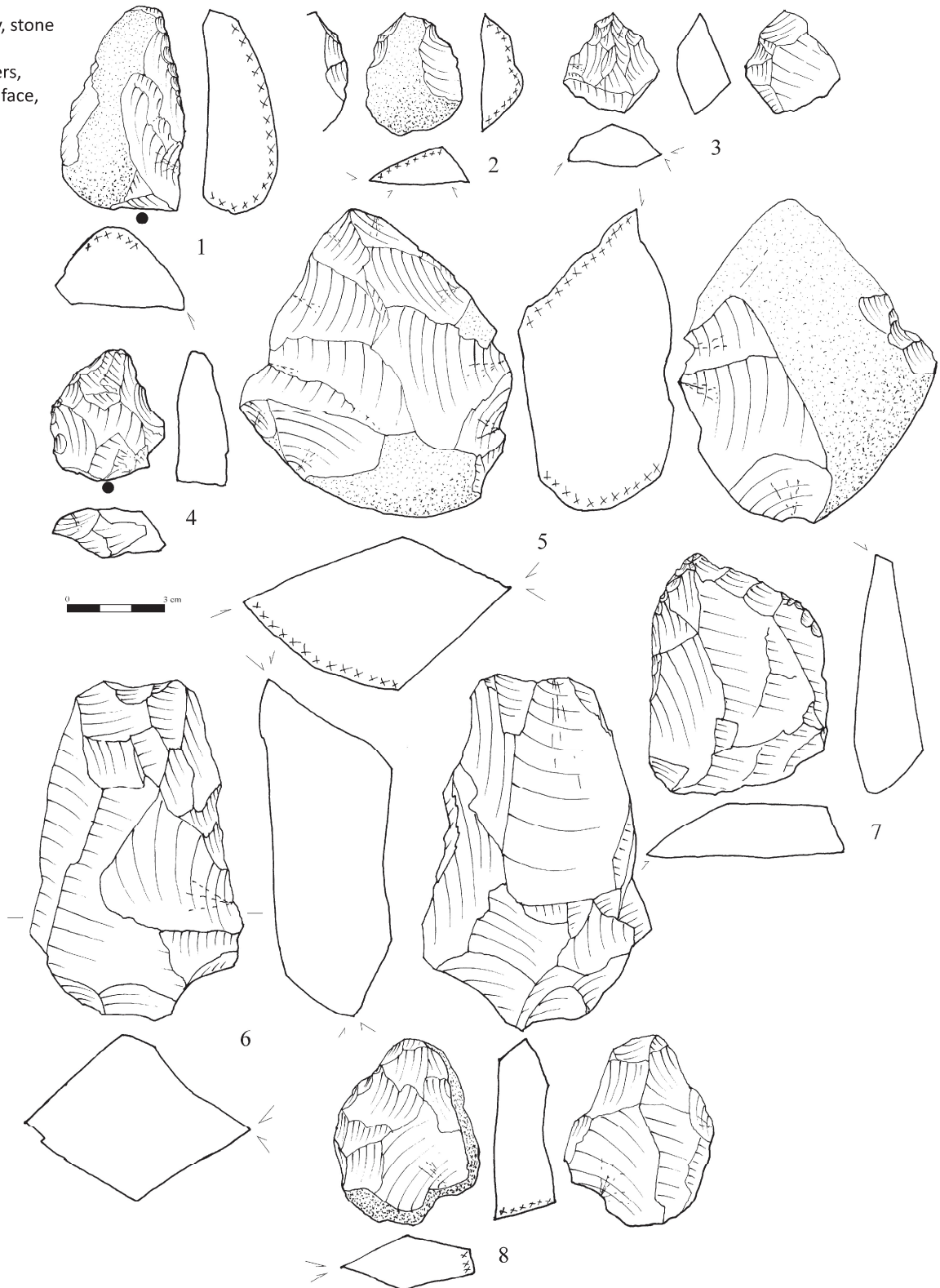
So far, in Břetislav we have collected only a small collection of 24 artifacts. The ratio of debitage and retouched tools is 1:1. Due to the poor quality of the raw material fragments are used more than flakes. Cores are represented by three pieces. Among the tools are mostly represented bifaces (documented is biface, protobiface, cleaver and wedge) and sidescrapers, both with a total of four pieces. There is one sidescraper combined with notch and chopper, and two points.

technotype	core quartz	pebble quartz	total	%
fragment	7	1	8	33.3
flake	1		1	4.2
cores	3		3	12.5
<i>debitage</i>	<i>11</i>	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>50</i>
biface	1		1	4.2
protobiface	1		1	4.2
cleaver	1		1	4.2
wedge	1		1	4.2
<i>bifaces</i>	<i>4</i>		<i>4</i>	<i>16.7</i>
sidescrapers	4		4	16.7
notch - sidescraper	1		1	4.2
point	2		2	8.3
chopper		1	1	4.2
<i>tools</i>	<i>11</i>	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>50</i>
total	22	2	24	100
%	<i>91.7</i>	<i>8.3</i>	<i>100</i>	

Table 4. Břetislav. Technotypological and raw material composition of evaluated assemblage.

Figure 12: Břetislav, stone industry.

1–2, 7 – sidescrapers,
3, 4 – points, 5 – biface,
6 – cleaver,
8 – protobiface.



The assemblage of Bretislav site at first glance looks archaic, but this is mainly due to the poor quality of raw material. In this collection we can find prepared cores and sidescrapers on flakes. The bifaces are comparable to those of the Stříbro site. The surface of the artifacts is only corroded; there is no mark of eolization. The Bretislav assemblage also belongs to the horizon of Upper Acheulean (Figure 12).

Conclusions

The largest Bohemian site of the Upper Acheulean is Bečov IV, surveyed from the 1960s by Jan Fridrich (Fridrich 1982; Fridrich and Sýkorová 2005). Artifacts of the Upper Acheulean were also found on the summit of Písečný hill (site Bečov I) and over large areas in the vicinity of both sites. Settlement at Bečov site was linked to an outcrop of high-quality quartzite of Bečov type. Findings from Bečov are analogous to the nearest large area site of the Upper Acheulean in Saxony at Markkleeberg site (Mania and Baumann 1980). The assemblage of the Stříbro site in terms of quality and complexity is fully comparable to the Bečov assemblage. On the Stříbro site a very good local raw material was used – the quartzite of Stříbro type. The extent of settlement in Bečov is very large; artifacts can be found an area of several square kilometers. The Stříbro site is approaching this area, with artifacts spread over at least one square kilometer. Hromnice and the Central Bohemian site of Mlázice and Stašov are both of the same range, but they are not connected to a source of good quality raw material. Other Bohemian sites are significantly smaller, ranging up to several tens of hectares. This includes sites in Stvolínky, and some sites in Bohemian Paradise, namely Břetislav, Mutějovice, Putim-Ražice and Srbsko. Some of them (Stvolínky, Putim-Ražice) lie on a source of good raw material, but others have no good raw material. As it seems, the presence of high-quality raw material in place is not a determining factor in the range of settlements. We know of sites of a large scale without a good quality raw material source, as well as small-scale sites on good quality raw material sources. Whether these differences reflect settlement patterns of Acheulean hunters we are not able to decide at the present state of knowledge. The differences in structure and scale are so striking, however, that it can hardly be a coincidence.

Acknowledgement

The work on this paper was supported by the grant project Operational Programm Education for Competitiveness: The Strategy of Archeological Research in Europe (CZ.1.07/2.3.00/20.0036), which is financed by the European Social Fund and the State Budget of the Czech Republic.

Résumé

En Bohême occidentale, plusieurs nouveaux sites de surface attribués à l'Acheuléen supérieur ont été découverts au cours de ces dernières années grâce aux prospections systématiques de P. Brichacek. Une bonne vingtaine de sites n'ont livré que des collections insignifiantes du point de vue numérique, si bien qu'ils n'ont pas été intégrés dans la

présente étude. Seuls trois sites se distinguent par des collections plus importantes et comprennent notamment des bifaces comme marqueur chronologique significatif pour la période en question : Stříbro, Hromnice (I et II) et Břetislav.

Zusammenfassung

In Westböhmen wurden dank der systematischen oberflächlichen Prospektionen von P. Břicháček in den letzten Jahren einige neue Fundstellen des jüngeren Acheuléen entdeckt. In diesem Artikel sind drei Hauptfundstellen mit mittelgrossen sowie grossen Kollektionen dargestellt, die Faustkeile als markante chronologische Elemente dieser Epoche beinhalten. In Stříbro wurden bisher 1.200 Artefakte dieser Kultur gefunden, die mit den grossen Fundstellen dieser Epoche (Bečov IV, Markleeberg) vergleichbar sind. In Hromnice wurden bisher mehrere Hundert Artefakte gefunden, die ähnlich zur Kollektion von Stříbro sind. Die kleinste Kollektion stammt von Břetislav, die auch aufgrund der typologischen Zusammensetzung mit den Funden von Stříbro und Hromnice vergleichbar ist.

7. Šída, P. - Moravcová, M. - Vokounová Franzeová, D. - Prostředník, J. 2014: The Phenomenon of Mesolithic Settlement within the Bohemian Paradise Area, Czech Republic. In: F. W. F. Foulds - H. C. Drinkall, A. R. Perri, D. T. G. Clinnick - J. W. P. Walker (Eds.), Wild Things. Recent Advances in Palaeolithic and Mesolithic Research, Oxford & Philadelphia, 61-69.

4. The Phenomenon of Mesolithic Settlement within the Bohemian Paradise Area, Czech Republic

*Petr Šída, Marta Moravcová, Dagmar Vokounová Franzeová
and Jan Prostředník*

Introduction

This paper summarises the current understanding of Mesolithic settlement within the area of Bohemian Paradise, Czech Republic, and presents the phenomenon of Mesolithic settlement in local rock shelters and caves. Specifically, it presents a synthesis of data based on the archaeological research and publications of Šída and Prostředník and makes a comparison with data from around Česká Lípa district, which has long been under review by Svoboda (2001, 2003). The main components of this synthesis are technological composition and use of raw materials for the production of chipped stone assemblages. Determination of raw materials portrays, amongst other things, a picture of Mesolithic hunter-gatherer movements. Technological analysis, which divides the chipped stone industry into the major technological groups, such as cores, semi-products, tools and production waste, established the character of Mesolithic sites from the point of view of relations between production and consumption.

Bohemian Paradise and the location of studied Mesolithic sites from Semily district

The Bohemian Paradise is a protected landscape area located in the north of the Czech Republic, nearly fifty kilometres to the northeast of Prague. It occupies an area of around 1800 square kilometres. This area borders with the Krkonoše Mountains in the east and the Jizerské Mountains to the north. The landscape of the Bohemian Paradise is slightly warped and unique thanks especially to numerous sandstone 'rock towns' and volcanic basalt fingers (Figure 4.1).

The sites of Babí pec, Kudrnáčova pec, and Zemanova

pec lie on to the west and north-west at the base of Kozákov hill. In addition, the so called Kristova jeskyně is part of the Klokočské skály rock area, and the site of Hlavatá skála is located in the Borecké skály rock area (Figure 4.1). These archaeological sites represent rock-shelters, caves, or abri of different sizes.

History of the researches in Bohemian Paradise

Despite relatively intense, centuries-long research, the region of the Bohemian Paradise continues to be poorly understood archaeologically. For a long time, Late Palaeolithic and Mesolithic finds were not known in the region. The largest collections of chipped stone industries were found prior to the Second World War. In view of contemporary methods of field work, however, they were not stratified and were dated to the Eneolithic for several decades (Filip 1947, 23–25; Šída 2007, 117–118). Thanks to a review of the finds and re-opening of old investigations in recent years, Šída and Prostředník have been able to expand the number of Mesolithic localities to nineteen. In addition, they have proceeded to carry out new excavations (see Šída and Prostředník 2007, 2010).

Modern Czech research of Mesolithic settlements in pseudo-karst rock shelters started in 1950, with the work of Prošek and Ložek (1952) at Zátyní. This was the first time the Mesolithic had been identified in an excavation in the Czech Republic; nevertheless, the material from this archaeological site was not dated to the Mesolithic period. The largest assemblages of chipped stone were found at the beginning of the twentieth century at Hlavatá Skála, Ludmilina jeskyně, and Zemanova Pec, in excavations conducted by the

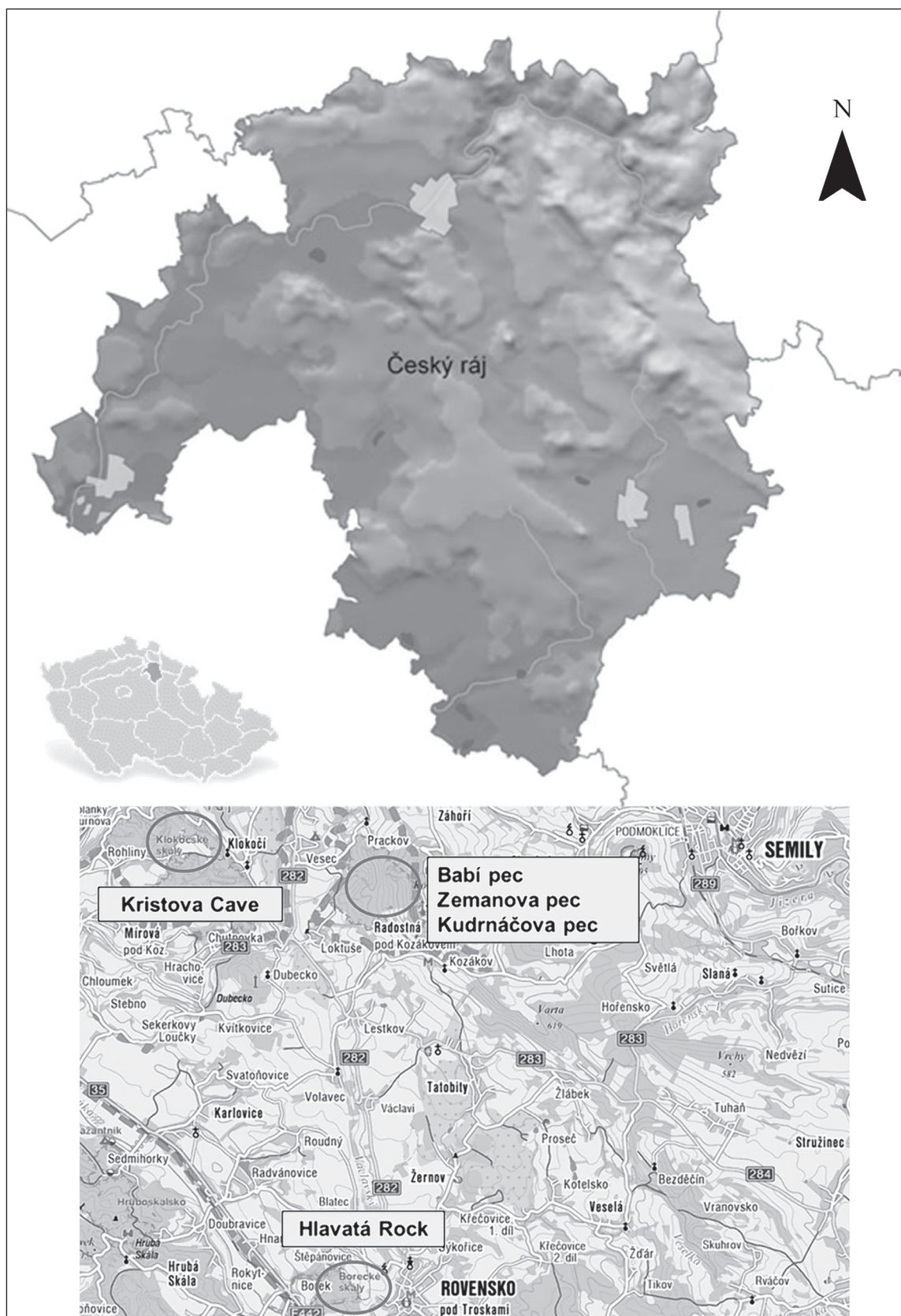


Figure 4.1 Geographical location of Bohemian Paradise, including the archaeological sites under study.



Figure 4.2 Research at Hlavatá skála conducted by V. Vokolek in 1996.

archaeological cooperative of Šimák and Vaníček (Šída and Prostředník 2007, 444; Šimák 1910). From the latter site a collection of Mesolithic chipped stone and osteological material was obtained. Other assemblages were collected by Vaníček and Šimák from Babí Pec and Kudrnáčova Pec between 1936 and 1937. A collection of Mesolithic chipped stone with Eneolithic admixture was recovered from Kudrnáčova Pec, while at Babí pec the largest collection of Mesolithic chipped stone was obtained. However, these were also not identified as Mesolithic at the time of excavation (Svoboda 2003, 11–18).

Following this investigation, two reviews of the research were conducted, first by Prošek and Jisl in 1947 and the second by Šída and Prostředník in 2003 and 2006. The latest excavations with an unidentified Mesolithic layer were carried out by Vokolek at Hlavatá Skála (Vokolek 1998). In Trench 1, in the southern part of the site, he identified a thick cluster of tree cultural layers with hearths, but found no artefacts. In 2005 we used charcoal from the second (middle) layer of these fireplaces to obtain the very first Mesolithic date for a site in Český Ráj (Šída-Prostředník 2006; Figure 4.2). In 2010 Šída and Prostředník reopened this trench, sieved the fill, and found several dozen Mesolithic artefacts. The Museum of the Bohemian Paradise, in cooperation with the National Museum in Prague,

carried out a rescue excavation in 2005 at a site that had been interfered with by a metal detector user. A total of five Mesolithic hearths and one pit were excavated in an area of three square meters. At fireplace #5 a number of hazelnuts shells were found.

Mesolithic hunters from Semily district versus Mesolithic settlers in Česká Lípa and Děčín district

As was mentioned in the introduction, the main topic or scientific question of our research was whether there exists a difference between various parts of Bohemian Paradise from the point of view of archaeological resources. Here we will compare results from archaeological research into Mesolithic sites in the Semily district and long-term excavations at caves at rock-shelters in Česká Lípa and Děčín districts conducted by Svoboda *et al.* Our discussion focuses on raw material economy and technological composition of the chipped stone industry (Figure 4.3).

Lithic materials and composition of chipped stone industries from Semily district

An overview of the percentage of stone raw materials in assemblages under study can be seen in Table 4.1.

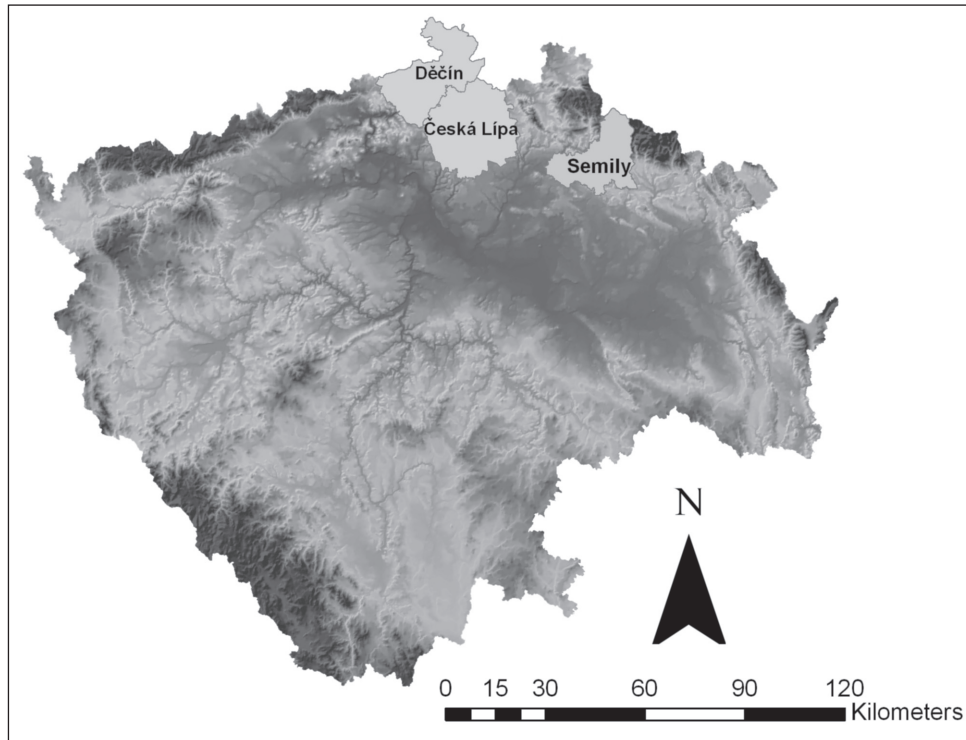


Figure 4.3 Geographical location of the district under study.

Jasper of various colours was the most frequently used raw material in the chipped stone industry obtained during excavations of Mesolithic sites in Semily district (specifically during excavation at Babí pec, Zemanova pec, Kudrnáčova pec, Kristova jeskyně, and Hlavatá skála). A total of 839 pieces were made on jasper. Six hundred of these come from Babí pec alone. This site has the richest assemblage based on the number of chipped stone artefacts recovered, with a total of 1341 pieces. In the case of Babí pec and Kudrnáčova pec, jasper represents the main raw material. For the remaining three archaeological sites, this material is the second or third most frequently used. Beside jasper the assemblages also contains mineral known as opal-jasper (from point of view of their genesis something between opal and jasper). The second most abundant lithic materials present are silicates originating from glacial and glaciofluvial sediments, or so called drift flints, from which a total of 565 pieces were made (see Table 4.1, first line). Artefacts made from burnt silicates are most probably also part of the drift flints. All the other raw materials do not form more than 6 % of the total number of artefacts.

Sources and transport distances of drift flints

Silicates originating from glacial and glaciofluvial sediments (SGS) occurred in the territory in northern

Bohemia that was glaciated by Pleistocene continental ice sheets, bringing so called flints from northern Europe as erratic material. The origin of the flints must be from within this area, as there are no natural occurrences of flints in Bohemia. A hunter-gatherer could also obtain flint from rivers flowing through the glaciated area (Evans-Twigg 2002, 2150, 2167; Přichystal 2004, 46–49). Their transport distance is in the range of 10–30 km (Figure 4.4). The group of flints probably also includes a part of the raw material referred to as not-determine and burnt silicate.

Sources and transport distances of north-west Bohemian quartzites

With the exception of the collection from Kudrnáčova pec, quartzite was present in all the chipped stone assemblages and was determined to originate from north-west Bohemia, from an area located between the towns of Most and Kadaň (Malkovský-Vencl 1995). While their number is insignificant, the use of quartzite of the Bečov, Skršín, and Tušimice type is important evidence of contact with north-west Bohemia, where Mesolithic settlers found the highest quality sources of quartzite in the Bohemian region on the surface of natural outcrops. The Bečov type quartzite originates from the Písečný and Bečovský hill, as the nearest outcrop of the quartzite types mentioned lies more than 90 km from Semily district (Figure 4.4).

Type	Site				
	<i>Babí pec</i>	<i>Zemanova pec</i>	<i>Kudrnáčova pec</i>	<i>Kristova jeskyně</i>	<i>Hlavatá skála</i>
SGS	19.1	51.4	14.9	26.3	40.2
ND Silicite	0.5	4.2	3	1.3	4.6
Overburn Silicite	10.1	-	-	44.5	0.4
Bečov Q	0.1	1.4	-	-	-
Tušimice Q	0.1	-	-	0.4	1.1
Skršín Q	-	-	-	-	0.4
ND Q	1.2	-	-	-	-
Jasper	44.7	34.7	67.3	13.4	11
Jasper-agate	0.1	-	-	-	-
Agate	0.3	-	-	-	0.4
Opal-jasper	11.9	4.2	2.4	4.1	17.9
Opal	0.1	-	-	-	-
Chalcedony	1	-	-	0.4	-
Crystal rock	0.3	-	-	0.4	-
Other Kozákov Hill	1.3	-	5.4	0.2	0.4
Porcellanites	1.3	2.8	2.4	0.6	3.4
Metabasic JH	2.3	-	3.6	0.8	1.9
Plattensilex	0.4	-	-	-	-
Quartz	2	-	0.6	1	2.7
Other local	3	1.4	0.6	6.9	15.2
ND	0.2	-	-	-	0.8

Table 4.1. Overview of the percentages of stone raw materials in Semily district.

Sources and transport distances of minerals from Kozákov hill

Red or green colored jasper and other minerals, such as agate, opal, chalcedony and their derivatives, including opal-jasper and agate-jasper, have their origins in Permian melaphyres, first of all at Kozákov hill, but also at numerous other places within Semily district (Přichystal 2004, 14–15). Therefore, these resources are available in the immediate vicinity of the archaeological sites under study. The use of local minerals, mainly jasper, is a characteristic feature of the chipped stone assemblages obtained at Mesolithic sites in Semily district. Of interest is the occurrence of metabasite of the Jizerské hory type. This local raw material is accessible up to 10 km from Mesolithic settlements and was frequently used in the Neolithic as a material for the production of polished axes (Šída-Kachlík 2009). Amongst the locally sourced rocks is also green colored porcellanites, which represent porcelaneous rocks resulting from thermal metamorphism around

igneous rocks of burnt layers of coal (Přichystal 2004, 27). These are transported distances of less than 10 km, although the favoured outcrops are found on the hill known as Kunětická hora, which is about 65 km away. On the other hand, red colored porcellanites originate in north-west Bohemia around outcrops of the Bečov type quartzite and was probably transported together with this quartzite.

Plattensilex (slab-like chert) was identified at Babí pec, where it makes up 0.4% of the collection. Outcrops of this type of chert are localised in Bavaria around the towns of Arnhofen, Baiersdorf, Painted, and Eichstätt (Engelhardt-Binsteiner 1988, 8–27; Přichystal 2009, 87). The occurrence of this raw material, which is exotic for northern Bohemia and comes from a distance of 250 km, indicates contacts with Bavaria and implies that the route through the Plzeň basin to the southwest to Bavaria, via the Všerubský pass, must have been used. Plattensilex occurs in larger quantities at Mesolithic sites in western and southern parts of Bohemia, which would fit with the used of this transport corridor. In

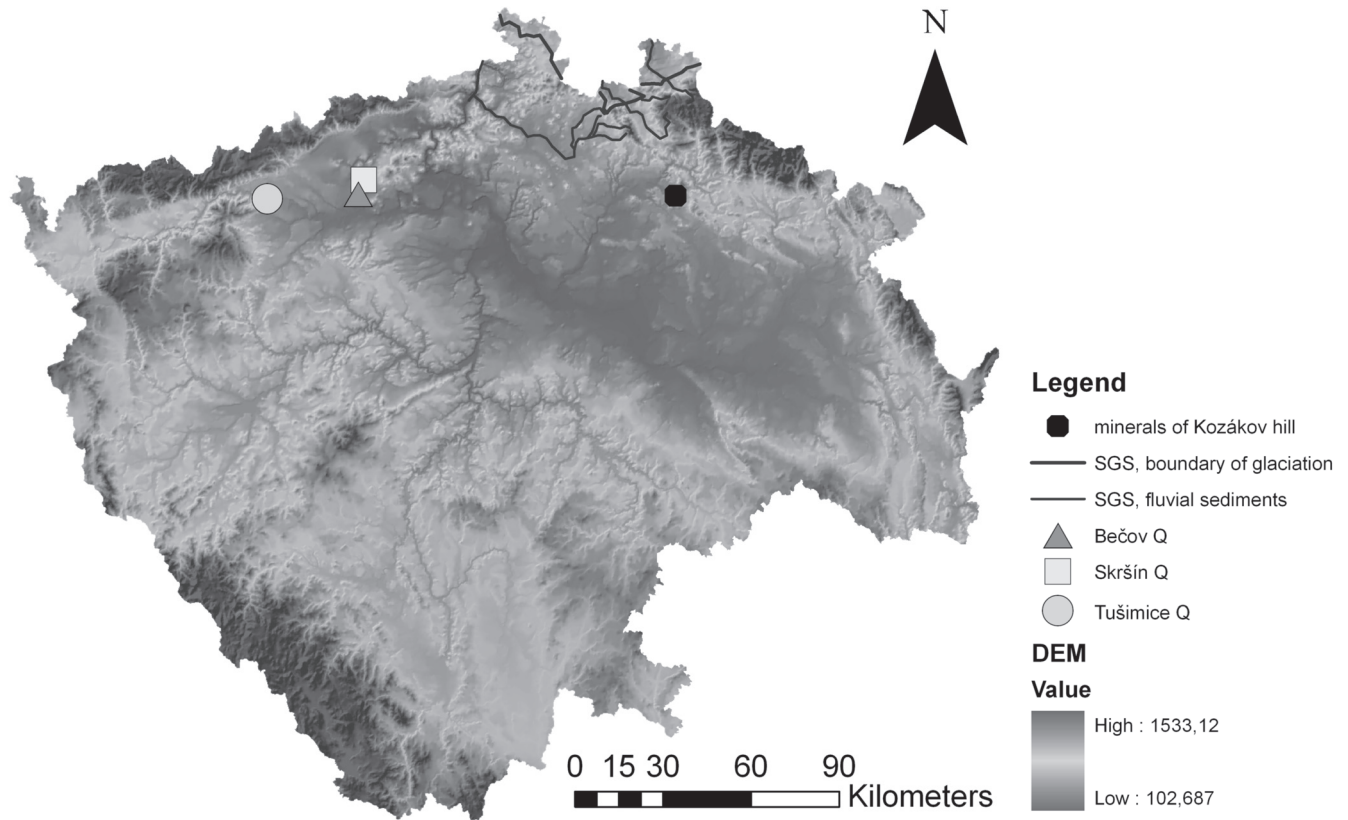


Figure 4.4 Geographical locations of lithic material outcrops used.

some cases this material appears in assemblages of chipped stone containing quartz and other local raw materials.

Technological composition of chipped stone industries from Semily district

The technological analysis is based on the composition of major technological groups, such as production waste (fragments and chips), semi-finished products (flakes and blades), retouched tools (geometric microliths, end-scrapers, burins, backed blades and flakes, notched pieces), and cores.

The most frequent are two technological groups, production waste (the range of values is between 21 and 64%) and semi-finished products (percentages in particular assemblages range from 25 to 64%). However, in some cases differentiating between flakes that are production waste and those that represent semi-finished product is a problem.

The tools make up c. 5% of the Kristova jeskyně, Kudrnáčova pec and Babí pec assemblages or c. 9–10% of the Hlavatá skála and Zemanova pec collections. A

small portion of the chipped industry is made up of cores (Figure 4.5).

Lithic materials and composition of chipped stone industries from Česká Lípa and Děčín districts

In terms of Mesolithic sites in Česká Lípa and Děčín districts and the results of research conducted by Svoboda and others (Svoboda 2003), the prevailing stone raw material in almost all the assemblages is drift flints. The amount of flint used ranges from 100 to 26.3%. The lowest value is connected with the industry found at Nosatý kámen (Děčín district). This site represents an exception in terms of stone raw material economy, as the most frequently used raw material in this region is not flint, but the Tušimice type quartzite.

From the point of view of the raw material composition of the chipped stone industries, which is based on a summary of all stone artefacts from 27 sites in the Česká Lípa and Děčín districts (Svoboda 2003), the larger part presents non-determinate and mostly burnt rocks. All other raw materials do not

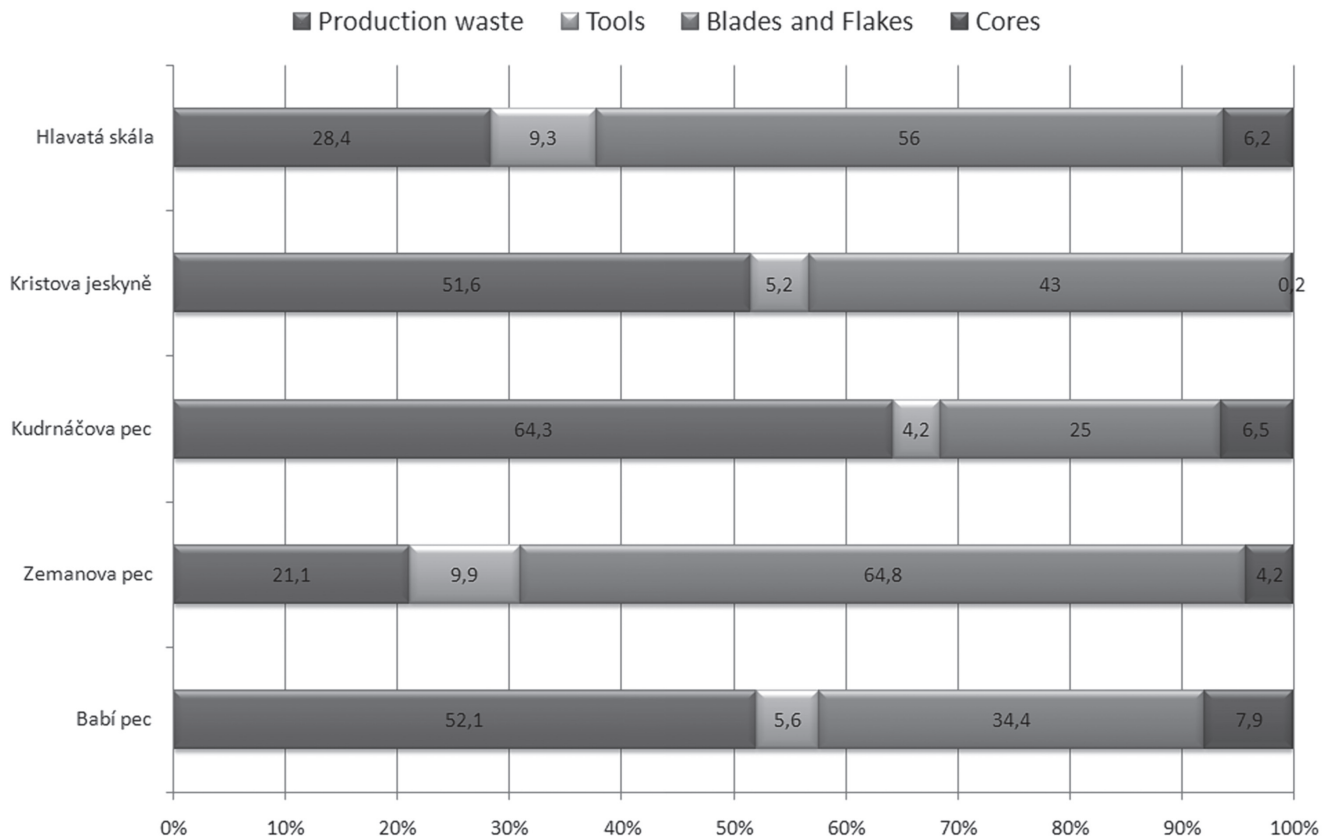


Figure 4.5 Technological groups of the chipped industries within Semily district.

exceed 4%. This includes quartzite of the Bečov and Tušimice type from north-west Bohemia, local quartzite of the Stvolínky type, and porcellanites. In contrast to Mesolithic settlement in Semily district, jasper is very rarely used as a raw material. Jasper was present from only one of the 27 studied sites, which is equivalent to 4% of the overall sample of sites. On the other hand flint makes up 96% of the assemblages.

Outcrops and transport distances of lithic material in Česká Lípa and Děčín district

The location of lithic resources and their sources were described above, in relation to Semily district. However, some differences in transport distances are observed. Mesolithic sites in Česká Lípa and Děčín districts are located closer to sources of flints in the northern margin of Bohemia and, in case of Děčín district, directly in this area. In contrast, so called Kozákov minerals are located at a minimum of 30 km from Mesolithic settlements, while porcellanites from the Czech Cretaceous Basin are about 50–70 km away. Therefore, these minerals and rocks cannot be considered to be local raw

materials, unlike the Mesolithic settlement within Semily district.

For Česká lípa district, quartzite of the Stvolínky type represents the specific local raw material available, but its use during the Mesolithic period is very rare, contributing a maximum of 15% towards raw material composition.

Technological composition of chipped stone industries from Česká Lípa and Děčín districts

Groups of chips and flake fragments, indicating production waste, are the most frequent categories in all of the assemblages. Their proportion varies from 37 % to 85%, with a contribution of about 45–65% being most frequent. The proportion of semi-finished products (*i.e.* flakes and blades) varies mostly between 20% and 50% in individual assemblages. Generally, the number of retouched tools is quite small. Mostly these do not exceed 5%, with the maximum observed being 17%. In eight assemblages they are completely absent. Cores are represented in small number in all of the assemblages.

Conclusion

From the point of view of technological composition, there are no differences between Česká Lípa, Děčín and Semily district. The greatest part of the chipped stone industries is represented by production waste, followed by semi-finished products. The percentage of the tools in Semily district depends on the size of the assemblages. Generally, in smaller assemblages there are a greater number of tools (about 10% at the Hlavatá skála and Zemanova pec). Cores are generally the smallest component of the assemblages.

In conclusion, the Mesolithic groups in Česká Lípa and Děčín district focused on the production of chipped stone industries from mostly locally available raw materials, such as flint or Stvolínky quartzite, which were generally available at distances of up to 10 km away. The main reason for this was not only the vicinity of the sources, but also, predominantly in the case of flint, their high quality and suitability for chipping. Raw materials from more distance sources, for example quartzite of the Tušimice and Bečov types or porcellanites, were used rarely as supplementary materials. Jasper and minerals generally originating from the surrounding region in Semily district were almost ignored. The higher proportions of local raw materials suggest a higher degree of stability within the settlements of Mesolithic groups from the regions studied.

Without question, chipped stone tools in the past, just as today, had a practical function. Mesolithic peoples modified the surrounding natural environment and made appropriate living conditions through their use. However, the formal characters of chipped stone tools are not only determined by human manual skills and social norms. The processes behind stone raw material selection are also a distinguishing factor, which is connected to knowledge of natural outcrops of different rocks and minerals, as well as their physical properties. In assemblages with the presence of raw materials transported from long distance, this possibly reflects a human effort to obtain technologically suitable production materials. The spread of some types of rocks and minerals from the area of their natural outcrops must have required or caused social contact between individuals and whole hunter-gatherer communities. The method of obtaining raw material indicates an intentional exchange or human transition through the landscape. Obtaining rock could be the primary motivation for a journey, or a secondary result of a hunting expedition.

The spatial framework in which the hunters existed can also be indirectly identified from raw materials in case of the Mesolithic settlers in Semily district. There was a stable model for obtaining the raw material, which

is clearly dependent on the distance from which they came. Around one half of the lithic materials came from the immediate vicinity of archaeological sites, where primeval hunters exploited local minerals, primarily jasper, as well as opal-jasper, agate, jasper-agate, opal, chalcedony, crystal rocks and finally quartz. Green Cretaceous porcellanites were also present between local raw materials available up to 10 km from sites. The rest of the chipped stone industry was made from flint. The source of this raw material is a little further afield; about 10–30 km from the studied Mesolithic sites. The vectors for the origins of the observed raw materials tend to be to the north and north-west, where sporadically used high quality quartzite of the Bečov, Tušimice, and Skršín types originates. What is exceptional is the presence of Bavarian slab-like chert in the Babí pec assemblage, which implies indirect contact with the Upper Danube region and also the primeval hunters' outstanding orientation and knowledge of the landscape.

The narrow range of the area within which jasper was used (mainly Semily district) demonstrates a human connection (connection of one community) with this visually expressive red mineral. Movement of hunters and gatherers further pointed to the north and northwest of Czech Republic, where sources of drift flints lie. The acquisition of flints and their chipping was a common part of everyday life for Mesolithic people. This is supported by the high rate of drift flints in the composition of chipped stone industries (from 15 to 51 %) and the length of transport distances observed. Distances of 10–30 kilometers can be traversed by foot without problems, usually during a single day. Sporadic use of quartzite of the Bečov and Tušimice type may reflect hunting trips to the northwest part of Bohemia, which took several days. Alternatively, this could represent peaceful contact with neighboring hunter-gatherers communities, who settled in the caves of today's Česká Lípa and Děčín districts, their stone tools made mostly from local drift flints and quartzite of the Stvolínky type, which is significant in this area. Use of these two rocks reflects a practical and symbolic aspect of raw material selection. Firstly, they were easily accessible and, mainly in the case of flint, easily chipped. They may also have served as a symbolic expression of a human community, in the case of the Stvolínky type quartzites. Quartzites from northwest Bohemia seems to be a suitable implement to tie up social relationships. The expressive formal features, such as colour, luster, and macroscopic structure, form the object of human focus.

The choice of certain raw materials, as well as movement through the landscape, was determined by the concrete practical, social, and ritual needs of Mesolithic people, or by their cultural norms. Stone

raw material composition may reflect a human ability to deliberately create a purposeful tool with regards to the physical properties of the rock or mineral used, manufacturing technology, and material availability. In this case, it also serves to form an understanding of social links between communities and the ritual life of Mesolithic hunter-gatherers.

References

- Engelhardt, B. and Binstener, A. (1988) Vorbericht über die Ausgrabungen 1984–1986 im neolithischen Feuersteinabbaurevier von Arnhofen, Ldkr. Kelheim. *Germania* 66, 1–28.
- Evans, D. J. A. and Twigg, D. R. (2002) The Active Temperate Glacial Landsystem: A model based on Breiðamerkurjökull and Fjallsjökull, Iceland. *Quaternary Science Reviews* 21, 2143–177.
- Filip, J. (1947) *Dějinné počátky Českého ráje*. Praha: Státní archeologický ústav.
- Malkovský, M. and Vencl, S. (1995) Quartzites of North-West Bohemia as Stone Age Raw Materials. Environs of the towns of Most and Kadaň, Czech Republic. *Památky archeologické* 86, 5–37.
- Přichystal, A. (2004) Česká naleziště surovin na výrobu kamenných štípaných artefaktů v pravěku. *Památky archeologické* 95, 5–30.
- Přichystal, A. (2009) *Kamenné suroviny v pravěku východní části střední Evropy*. Brno: Masaríkova univerzita v Brně.
- Prošek, F. and Ložek, V. (1952) Mesolitické sídliště v Zátyní u Dubé. *Anthropozoikum* 2, 93–115.
- Šída, P. (2007) *Využívání kamenné suroviny v mladší a pozdní době kamenné. Dílenské areály v oblasti horního Pojizeří*. Dissertationes Archaeologicae Brunenses/Pragensesque 3. Praha and Brno: Univerzita Karlova v Praze and Masarykova univerzita v Brně.
- Šída, P. and Kachlík, V. (2009) Geological Setting, Petrology and Mineralogy of Metabasites in a Thermal Aureole of Tanvald Granite (Northern Bohemia) used for the Manufacture of Neolithic Tools. *Journal of Geosciences* 54(3), 269–87.
- Šída, P. and Prostředník, J. (2010) Předneolitické osídlení pseudokrasu Českého ráje. In: P. Křišťuf and P. Vařeka (eds) *Opomíjená archeologie 2007–2008*, pp. 112–29. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.
- Šída, P. and Prostředník, J. (2007) Pozdní paleolit a mezolit Českého Ráje: Perspektivy poznání regionu. *Archeologické rozhledy* 59, 443–57.
- Šída, P. and Prostředník, J. (2006) Mezolit pod Hlavatou skálou v Českém ráji (k.ú. Hrubá Skála). In: R. Sedláček, J. Sigl and S. Vencl (eds) *Vita Archaeologica, Sborník k sedmdesátinám V. Vokolka*, pp. 321–341. Pardubice: Muzeum východních Čech v Hradci Králové and Východočeské muzeum v Pardubicích.
- Šimák, J. V. (1910) Praehistorický výzkum archeologického družstva musea Turnovského, konaný v okolí roku 1909. *Obzor praehistorický* I, 1–5.
- Svoboda, J. (ed.) (2003) *Mezolit severních Čech. Komplexní výzkum skalních převisů na Českolipsku a Děčínsku, 1978–2003*. Dolnověstonické studie 9. Brno: Archeologický ústav AV ČR Brno.
- Svoboda, J. (2001) Paleolit Českolipska a přilehlých území severních Čech. *Bezděz* 10, 11–37.
- Vokolek, V. (1998) Eneolitické nálezy u ‘Hlavaté skály’, k.ú. Hrubá skála. In: J. Prostředník and V. Vokolek (eds) *Otázky neolitu a eneolitu našich zemí*, pp. 113–22. Turnov: Hradec Králové.

8. Bernardini, F. - De Min, A. - Lenaz, D. - Šída, P. - Tuniz, C. - Kokelj, E. M. 2012: Shaft-hole Axes from Caput Adriae made from Amphibole-rich Metabasites: First Evidence of Connections between Northeastern Italy and Central Europe during the 5 TH Millenium BC, *Archaeometry* 54/3, 427-441. IF WOS 1,287

SHAFT-HOLE AXES FROM CAPUT ADRIAE MADE FROM AMPHIBOLE-RICH METABASITES: EVIDENCE OF CONNECTIONS BETWEEN NORTHEASTERN ITALY AND CENTRAL EUROPE DURING THE FIFTH MILLENNIUM BC*

F. BERNARDINI,¹ A. DE MIN,² D. LENZA,² P. ŠÍDA,³ C. TUNIZ¹
and E. MONTAGNARI KOKELJ⁴

¹The 'Abdus Salam' International Centre for Theoretical Physics, Multidisciplinary Laboratory, Strada Costiera, 11, 34014 Trieste, Italy

²Department of Geosciences, University of Trieste, Via Weiss 8, 34127 Trieste, Italy

³Institute of Archaeology, University of Hradec Králové, Rokitanského 62, Hradec Králové, Czech Republic

⁴Department of History and Cultures from Antiquity to Contemporary World, University of Trieste, Via Lazzaretto Vecchio 6, 34123 Trieste, Italy

Here we show the results of a study concerning a small group of shaft-hole axes found in northeastern Italy, made from amphibole-rich metabasites, fine-grained and free of phenoblasts. The main mineral phases are amphibole, ranging from actinolite to hornblende, and plagioclase (An_{10–15} and An_{70–77}). The amphiboles generally show a needle shape and are often radially arranged. Quartz is present in thin veinlets, while ilmenite is widespread in small patches. The petrographic and geochemical features suggest that the axes originate from the southern thermal aureole of Tanvald granite in northern Bohemia. In accordance with this provenance, the typology of the tools shows similarities with the perforated shoe-last axes spread across Central Europe during the fifth millennium BC and made from similar raw material. For the first time, these axes give evidence of long-distance (about 800 km) contacts between northeastern Italy and Central Europe during the Neolithic.

KEYWORDS: SHAFT-HOLE AXES, NEOLITHIC, NORTHEASTERN ITALY, AMPHIBOLE-RICH METABASITE, PROVENANCE, NORTHERN BOHEMIA

INTRODUCTION

Recent archaeometric studies concerning polished stone axes from Caput Adriae have shown which were the most-used raw materials and how the latter changed between the Neolithic and the Copper Age. The most probable provenance of the main groups has been determined on the basis of different analytical methods, giving a contribution to the understanding of late prehistoric connections in the studied area (Bernardini *et al.* 2009a,b, 2010, 2011). A few amphibole-rich metabasite shaft-hole axes from the Friuli plain and the Trieste Karst have previously been studied by other scholars and a possible Alpine or Dinaric origin has been suggested (Fig. 1; see also Peloi 1996–7; D'Amico *et al.* 2001). In the present paper, we show through different analytical methods (optical microscopy, electron microprobe analysis and inductively coupled plasma mass spectrometry) that these artefacts are indeed made from metabasites indistinguishable from those occurring in the southern thermal aureole of Tanvald granite, between Rádlo and Příchovice in northern Bohemia (Czech Republic: see Šrein *et al.* 2002; Prostředník *et al.* 2005;

*Received 15 April 2011; accepted 28 June 2011

© University of Oxford, 2011



Figure 1 The distribution of shaft-hole axes made from amphibole-rich metabasites in the *Caput Adriae*: 1, Grotta Azzurra di Samatorza; 2, Castions di Strada; 3, Porpetto; 4, Sammardenchia.

Šída 2007; Šída and Kachlík 2009). For the first time, these axes provide evidence of long-distance contacts between northeastern Italy and Central Europe during the Neolithic.

TYPOLGY

All the shaft-hole axes studied in the present paper are surface findings from the Friuli plain, with the exception of a small axe fragment from the archaeological deposit of a cave in the Trieste Karst (Fig. 1; see also D'Amico *et al.* 1996; Peloi 1996–7).

Sample GA

A very small medial fragment of axe was found in the Grotta Azzurra di Samatorza, not far from Trieste (Peloi 1996–7). This site has yielded archaeological remains belonging to the time span between the Mesolithic and Protohistory (Marchesetti 1895; Cannarella 1960–1; Cannarella and Cremonesi 1967; Boschian and Montagnari Kokelj 2000). Unfortunately, the axe does not have any stratigraphic indication. No typological observations are possible due to the bad state of preservation. The surviving surface of the hole is completely polished.

Sample AQ223083

A complete shaft-hole axe was found by chance near Castions di Strada (Udine). It is the longest shaft-hole axe found so far in northeastern Italy (216 mm) and no comparable morphology is to

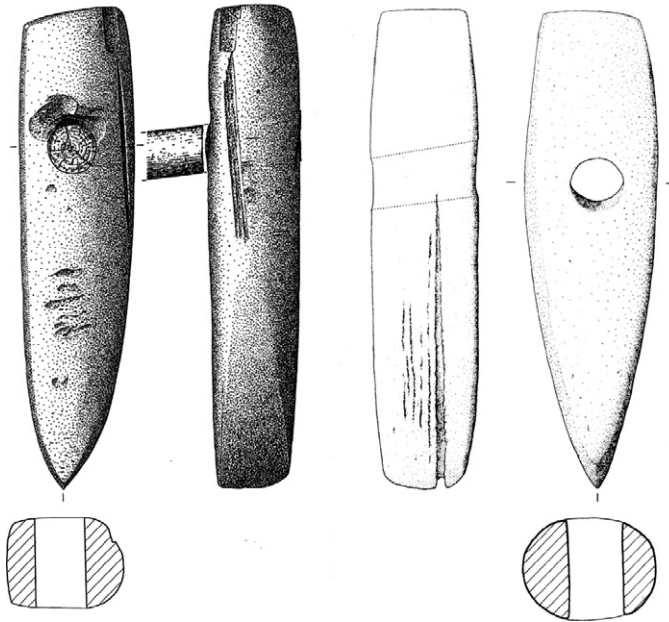


Figure 2 Shaft-hole axes from Rosenhof (northern Germany; left-hand drawing modified from Hartz et al. 2007) with parts of the original wooden shaft, dated to 4900 to 4780 BC, and from Castions di Strada (northeastern Italy; right-hand drawing modified from Peleri 1996–7). The size and typology, including the inclined shaft-hole, are very similar.

be found in the region. In frontal view the shape is triangular and elongated, and it is sub-rectangular in the lateral view; the transversal section is ovoid and the heel is squared, with very sharp edges. The hole, the inner surface of which is completely polished, is located at two-thirds of the total length of the body and it is inclined by 15° from the vertical (Fig. 2). All of the surfaces are carefully polished and well-refined (Candussio 1991; Peleri 1996–7).

Sample AQ225152

Another axe was found on the surface at Sammardenchia (Udine). It is a medial fragment with a sub-rectangular transversal section, which shows clear traces of different phases of use. After the breaking of the original artefact around the hole, the left-hand part of the tool has been reworked, creating a new perforation and smoothing the fracture (Peleri 1996–7).

Sample CV1279

The last axe belonging to this group is a medium-distal fragment with a biconvex transversal section, found by chance in the Porpetto area (Udine). The surfaces are carefully polished, without any trace of hammering (Peleri 1996–7).

The completely preserved axe from Castions (AQ223083) shares some strict similarities with the perforated shoe-last axes of Central Europe spread during the Stroke-Ornamented Pottery Culture (*Stichbandkeramik*), Rössen and Lengyel cultures. In fact, shortly after the beginning of the fifth millennium BC, a shaft hole was added to the amphibolitic shoe-last axe, typical of the

Linear Pottery Culture (LBK) (Schwarz-Mackensen and Schneider 1986; Skak-Nielsen 2007). For instance, a very similar amphibolitic axe was found at Rosenhof site in northernmost Germany, with parts of the original wooden shaft, which has been directly dated to 4900 to 4780 BC (Hartz 2005; Hartz *et al.* 2007). The morphological features, the dimensions and the inclined shaft-hole are strongly comparable with those of the Italian artefact (Fig. 2).

THE ARCHAEOLOGICAL CONTEXT

The Trieste Karst is a limestone plateau on the northern shore of the Adriatic Sea, very rich in archaeological caves, most of which were occupied during the Neolithic and Copper Age and mainly used for stabling animals (Boschian and Montagnari Kokelj 2000; Montagnari Kokelj 2007). The Friuli plain, which is more suitable for agriculture, has a northern part characterized by drained gravel deposits; this is separated from the southern part, which is mainly composed of silt, clay and sand, by a belt rich in springs with an east–west orientation. Quite numerous open-air Neolithic sites are known in the region (Visentini 2005; Pessina 2006). In these areas of northeastern Italy, the Neolithic starts in the middle of the sixth millennium BC (Improta and Pessina 1998; Forenbaher and Miracle 2006).

In the Karst, the so-called Vlačka Group shows connections with central Dalmatia (Danilo Culture) and the first Neolithic sites of the Friuli plain, and lasts up to the beginning of the fifth millennium BC (Improta and Pessina 1998; Forenbaher and Miracle 2006). About 30 early Neolithic open-air sites are known in the Friuli plain. Among them, the most important are Sammardenchia, Pavia di Udine, Fagnigola and Piancada. Their positions are strongly influenced by the geomorphology and soil quality (Fontana 2006; Pessina 2006). At Sammardenchia, Fiorano-style pottery has been found (Carbonetto *et al.* 2008), although only a restricted number of ceramic shapes have been recognized. On the other hand, connections with the Danilo culture, testified by artefacts belonging to various classes of materials including cult objects, suggest a sharing of the material culture from Friuli to Dalmatia during the second half of the sixth millennium BC (Biagi 2005; Forenbaher and Miracle 2006).

Unfortunately, the prehistoric occupation of northeastern Italy during the fifth millennium BC is poorly known (Montagnari Kokelj *et al.* 2002; Forenbaher and Miracle 2006; Pessina 2006). In the Karst, the post-Vlačka assemblages (fifth to fourth millennium BC) are not yet well understood and a clear chrono-cultural sequence is not available. It seems that pottery shapes did not change much and only some of them disappeared. However, a few new typological elements suggest cultural affinities with northern Italy (Square Mouthed Pottery and Lagozza) and Dalmatia (Hvar) (Montagnari Kokelj *et al.* 2002). The archaeological data available for the first half of the fifth millennium BC are also very scarce in Friuli. Some pottery shapes and decorations from Sammardenchia have been ascribed to Hvar tradition (Pessina 2006). Archaeological evidence of the III style of Square Mouthed Pottery culture has been discovered in western Friuli at the Bannia – Palazzine di Sopra site, the occupation of which should have started from the middle of the fifth millennium BC (Visentini 2005, 2006).

AMPHIBOLE-RICH METABASITE SOURCES IN CENTRAL EUROPE

Amphibole-rich metabasites, petrographically similar to those used for the production of the studied axes, outcrop in various areas (Šrein *et al.* 1998; Přichystal 2000; Christensen *et al.* 2006; Bradák *et al.* 2009):

- (1) in the Fichtelgebirge (Germany);
- (2) in the northern and southeastern parts of the Bohemian Massif (in the thermal aureole of Tanvald granite in the Jizerské hory Mountains, and the similar thermal aureole of Brno granodiorites at Želešice, Czech Republic, respectively);
- (3) in the Penninic Units of the easternmost parts of the Alps (Felsöcsatár, at the border between Austria and Hungary); and
- (4) in the Little Carpathians between Pezinok and Pernek (Slovakia).

However, recent studies have demonstrated that the most important raw material source for the production of Neolithic axes is the metabasitic rock type, which occurs in the thermal aureole of Tanvald granite in northern Bohemia. Only the artefacts made from this rock type testify to long-distance connection systems covering all Central Europe and beyond, while the metabasites outcropping in the other regions were used only by local groups (Šreinová *et al.* 2005; Christensen *et al.* 2006; Bradák *et al.* 2009; Šída and Kachlík 2009). The importance of northern Bohemian metabasite during prehistory is also confirmed by its massive Neolithic exploitation, recently identified in the area between Rádlo and Příchovice. These rocks form relatively thin bodies intercalated within metasediments, interpreted as belonging to the Poniklá Group of probably Cambrian to Devonian age (Šrein *et al.* 2002; Prostředník *et al.* 2005; Šída and Kachlík 2009). On a textural basis, two types of thermally metamorphosed actinolite–hornblende metabasites have been identified:

- (1) fine-grained amphibole-rich metabasite; and
- (2) metabasites with relicts of porphyritic texture.

Both groups of metabasites consist of several types of amphiboles, plagioclase (andesine to anorthite) and ilmenite, variably replaced by their alteration products. Apatite, alteration products of ilmenite, magnetite and sulphides are common accessory phases. Epidote and titanite are rarely present. For a more detailed description of northern Bohemian metabasites, see Šída and Kachlík (2009).

The amphibole-rich metabasites outcropping at Želešice, Felsöcsatár and in the Little Carpathians show some differing petrographic features. Among others, metabasites from Felsöcsatár are characterized by elongated and large albite-rich lenses, parallel to the schistosity, and those from Želešice by a large amount of magnetite crystals, while those from the Little Carpathians are very rich in pyrite (Bradák *et al.* 2009). For a more detailed description of the main mineral phases, see Bradák *et al.* (2009).

PETROGRAPHIC DESCRIPTION

All four axes have been studied by means of optical microscopy (OM) and show similar mineralogical and petrographic features. They are composed of fine-grained amphibole-rich metabasites, free of phenoblasts. Plagioclases and amphiboles of both high and low temperature, ranging from oligoclase to bytownite and from actinolite to hornblende, respectively, are the main mineral phases. Amphiboles generally show a needle shape and are often radially arranged. Quartz is present in thin veinlets and ilmenite is widespread in small patches. The same petrographic features characterize the fine-grained metabasites from the aureole of Tanvald granite (Fig. 3).

MINERAL CHEMISTRY

Microprobe analyses of the axe coming from the Grotta Azzurra di Samatorza were carried out using a Cameca-Camebax operating at 15 kV and 15 nA, at the CNR of Padova (Italy). The PAP

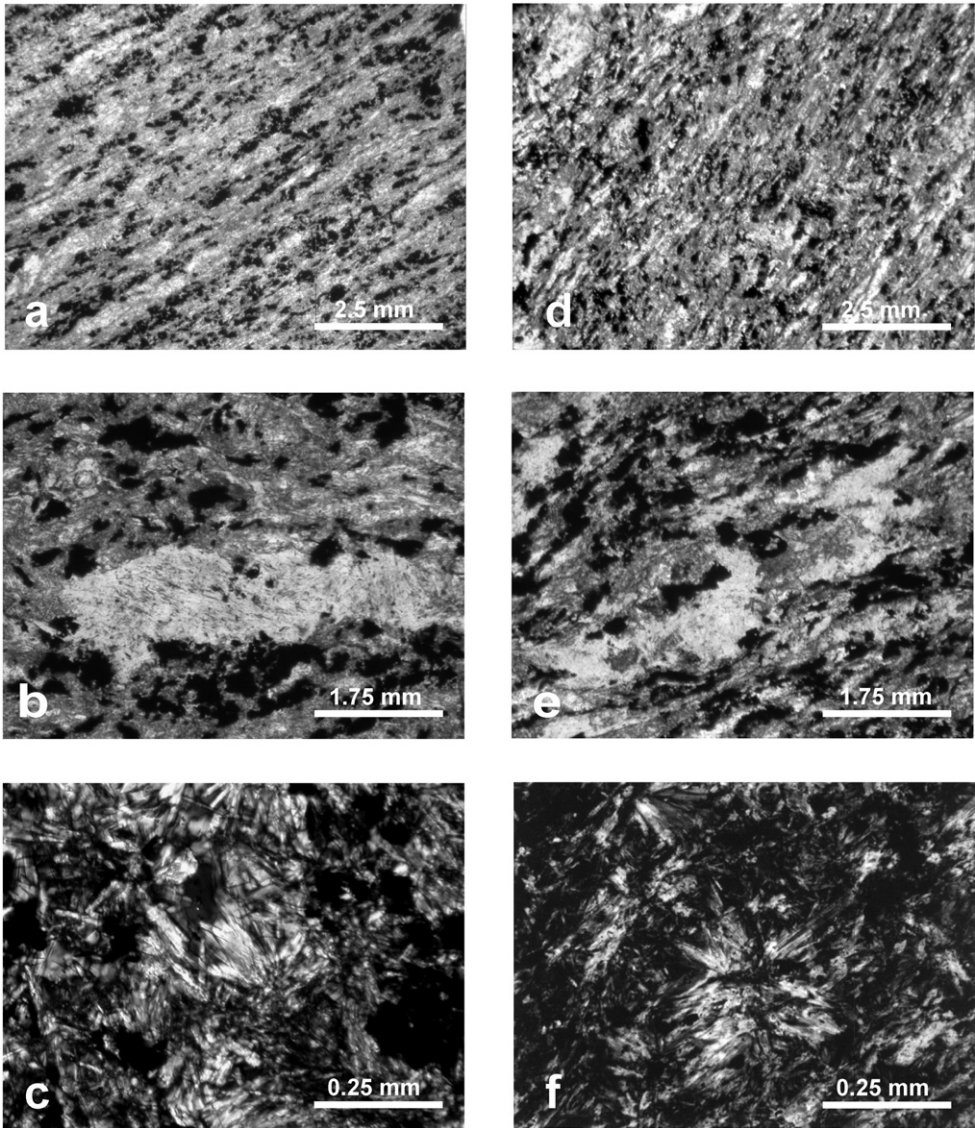


Figure 3 Thin-section photomicrographs showing the petrographic features of the axes (a–c) in comparison with a fine-grained metabasite from northern Bohemia (d–f).

Cameca program has been used to convert X-ray counts into weight percentages of the corresponding oxides. The results are considered accurate within to 2–3% for major elements and 9% for minor elements.

Feldspars

In the axe, the analysed feldspar is a high-Ca plagioclase and, in particular, bytownite (Table 1). With a few exceptions, the only feldspar in northern Bohemian metabasite is plagioclase, with a

Table 1 Selected microprobe compositions of plagioclases in the axe from Grotta Azzurra

SiO ₂	49.40	48.68	48.11	50.07
TiO ₂	0.00	0.01	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	31.60	32.56	32.68	31.18
Cr ₂ O ₃	0.01	0.01	0.00	0.03
Fe ₂ O ₃	1.04	0.04	0.01	0.15
FeO	0.00	0.00	0.23	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.36	0.00	0.00	0.00
CaO	14.30	15.31	15.60	14.10
Na ₂ O	3.08	2.77	2.46	3.49
K ₂ O	0.03	0.03	0.00	0.01
Sum	99.82	99.41	99.09	99.03
Si	2.26	2.24	2.22	2.30
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	1.71	1.76	1.78	1.69
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ³⁺	0.04	0.00	0.00	0.01
Fe ²⁺	0.00	0.00	0.01	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.03	0.00	0.00	0.00
Ca	0.70	0.75	0.77	0.70
Na	0.27	0.25	0.22	0.31
K	0.00	0.00	0.00	0.00
Cation total	5.01	5.01	5.00	5.01
Anorthite	70.06	75.20	77.11	69.02
Albite	27.31	24.62	22.00	30.92
Orthoclase	0.18	0.18	0.00	0.06

composition ranging mainly from andesine to anorthite; but in the fine-grained metabasites, feldspar ranges from bytownite to anorthite (Šída and Kachlík 2009).

Amphiboles

The most common minerals in the axe are monoclinic amphiboles and, in particular, actinolites, which plot very close to the magnesiohornblende and ferrohornblende fields (Leake *et al.* 2004; Fig. 4, Table 2).

In the metabasites from the thermal aureole of Tanvald granite, the association of actinolite and magnesiohornblende ± cummingtonite is typical of fine-grained metabasites from the inner part of the aureole (Šída and Kachlík 2009).

Opaque minerals

All the opaque minerals analysed are ilmenites, with no chemical differences in comparison with those found in northern Bohemian metabasites (Šída and Kachlík 2009).

GEOCHEMISTRY

Major and trace element determinations of the axe from the Grotta Azzurra di Samatorza and of a selected metabasite sample (NB01) from the southern thermal aureole of Tanvald granite

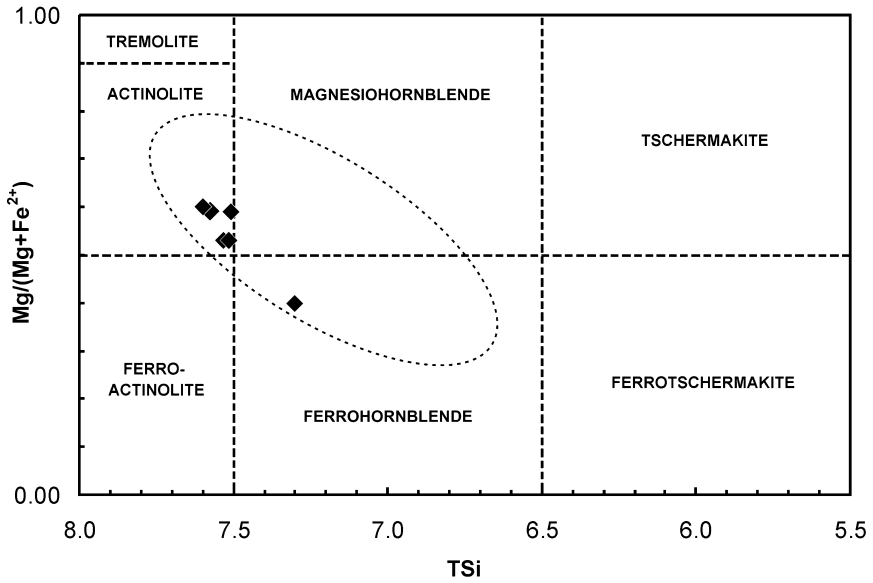


Figure 4 The composition of amphiboles from the axe found in Grotta Azzurra (black diamonds) in comparison with the field of amphiboles from metabasites of the southern Tanvald granite thermal aureole in northern Bohemia (dotted oval shape).

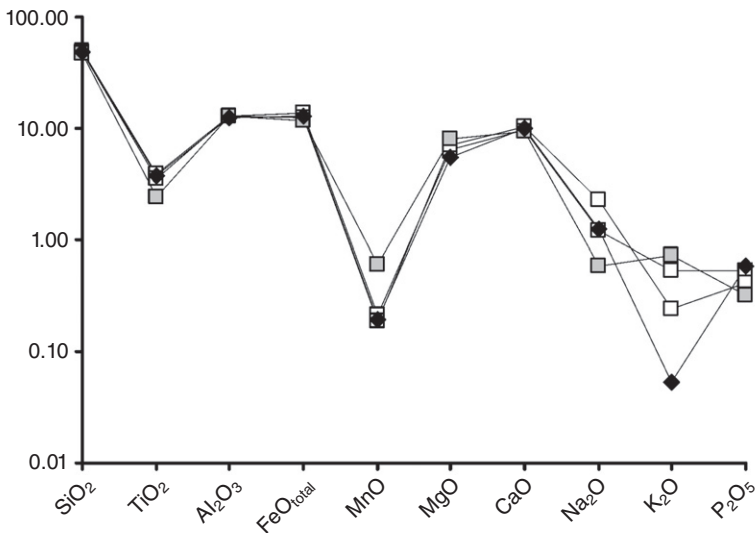


Figure 5 A spidergram of the behaviour of the major elements of the studied axe in comparison with three selected metabasites from the southern thermal aureole of Tanvald granite in northern Bohemia: black diamonds, axe from Grotta Azzurra di Samatorza; grey squares, sample NB01 from northern Bohemia; white squares, samples JS04-04 and JS04-05 from northern Bohemia (Christensen et al. 2006).

Table 2 Selected microprobe compositions of amphiboles in the axe from Grotta Azzurra

SiO ₂	48.40	51.82	51.48	52.32	50.86	50.92
TiO ₂	0.32	0.20	0.04	0.19	0.20	0.17
Al ₂ O ₃	5.88	3.76	4.21	3.65	4.50	3.85
FeO	23.18	16.66	16.85	16.46	20.28	22.10
Fe ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.27	0.20	0.19	0.19	0.31	0.42
MgO	8.22	13.26	13.10	13.73	12.48	13.22
CaO	11.19	11.42	11.73	11.25	8.11	6.87
Na ₂ O	0.31	0.30	0.28	0.30	0.35	0.28
K ₂ O	0.07	0.04	0.09	0.06	0.04	0.04
Sum	97.84	97.66	97.97	98.15	97.13	97.87
Fe ₂ O ₃ *	1.53	0.45	1.38	0.28	1.05	1.37
FeO*	21.80	16.26	15.61	16.21	19.29	20.87
Total*	97.99	97.70	98.11	98.18	97.18	98.01
Na	0.09	0.09	0.08	0.09	0.10	0.08
Mg	1.85	2.89	2.85	2.98	2.76	2.91
Al	1.05	0.65	0.72	0.63	0.79	0.67
Si	7.30	7.58	7.51	7.60	7.54	7.53
K	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Ca	1.81	1.79	1.83	1.75	1.29	1.09
Ti	0.04	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02
Mn	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0.05
Fe ²⁺	2.75	1.99	1.91	1.97	2.40	2.58
Fe ³⁺	0.17	0.05	0.15	0.03	0.12	0.15
Cation total	15.10	15.09	15.10	15.10	15.05	15.09
Mg number	40.20	59.25	59.93	60.15	53.50	53.04

*Recalculated according to stoichiometry.

in northern Bohemia have been carried out by ICP-MS at the Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques (CNRS) Vandoeuvre, France. The analytical uncertainties are estimated at between 5 and 10% (Govindaraju and Mevelle 1987). Moreover, the analysed samples have been compared to the rocks JS04-04 and JS04-05, also from northern Bohemia, published by Christensen *et al.* (2006) (Table 3).

Among all the elements, the differences between the investigated axe and all the other rock samples concern only the K₂O and Ba contents, which are mobile large ion lithophile elements (LILE) (Figs 5 and 6 (a)). Such differences could be related to the very small dimension of the analysed sample that we have been allowed to take, or to weathering processes of the archaeological sample. In fact, the overall chemical results show a strong similarity between the axe and the northern Bohemian metabasites. In particular, the rare earth element (Σ REE) contents (127 versus 104–167 ppm) and patterns are very similar (Fig. 6 (b), Table 4) and the high field strength elements (HFSE) also show comparable behaviours (e.g., Nb/Y = 6.41 versus 5.20–8.40; Nb/La = 1.34 versus 1.20–1.56).

DISCUSSION AND CONCLUSION

The mineralogical, petrographic and geochemical features of the axes show that their most probable origin is the aureole of Tanvald granite in northern Bohemia (Czech Republic). The

Table 3 Major (wt%) and trace elements (ppm) for the shaft-hole axe from Grotta Azzurra (Axe GA) and for three selected samples from northern Bohemia (samples JS04-04 and JS04-05 from Christensen et al. 2006)

Sample	Axe GA	NB01	JS04-04	JS04-05
SiO ₂ (wt%)	49.00	47.22	49.84	48.18
TiO ₂	3.79	2.43	3.91	3.55
Al ₂ O ₃	12.62	12.69	12.71	12.67
Fe ₂ O ₃	13.07	11.66	13.88	12.46
MnO	0.20	0.61	0.21	0.19
MgO	5.56	8.07	6.41	6.96
CaO	9.86	9.49	9.56	10.46
Na ₂ O	1.26	0.59	1.19	2.24
K ₂ O	0.05	0.74	0.54	0.24
P ₂ O ₅	0.58	0.32	0.54	0.41
Sum	95.97	93.82	98.79	97.36
Cr (ppm)	63.00	470.00	136.00	235.00
Ni	58.00	154.00	122.00	104.00
V	222.20	213.90	309.00	299.00
Rb	1.10	83.55	28.00	16.00
Ba	6.00	17.00	90.00	60.00
Th	2.10	1.92		
U	0.81	0.82		
Pb	5.65	8.46		16.00
Sr	479.00	296.30	275.00	533.00
Nb	26.60	19.10	36.00	34.00
Ta	2.09	1.51		
Zr	201.50	157.00	247.00	227.00
Hf	5.04	3.99		
Y	27.10	24.00	28.00	30.00
La	19.48	15.72	27.10	21.50
Ce	44.62	36.91	59.57	49.63
Pr	6.33	5.15	7.91	6.29
Nd	28.05	23.05	36.50	27.90
Sm	6.98	5.72	8.79	6.87
Eu	2.39	1.97	2.93	2.40
Gd	6.83	5.54	8.44	6.34
Tb	1.01	0.84	1.20	0.91
Dy	5.62	4.75	6.93	5.40
Ho	0.99	0.85	1.17	0.94
Er	2.44	2.14	3.27	2.37
Tm	0.32	0.29	0.40	0.30
Yb	1.93	1.79	2.51	1.86
Lu	0.27	0.25	0.33	0.26
Sum	127.26	104.97	167.05	132.97

other amphibole-rich metabasite sources in Central Europe can be excluded on the basis of different petrographic (Bradák *et al.* 2009) and/or geochemical characteristics (Ivan and Méres 2003; Buriánek 2004; Christensen *et al.* 2006). The typology of the tools agrees with a provenance from the aureole of Tanvald granite, being very common in the Central European cultures

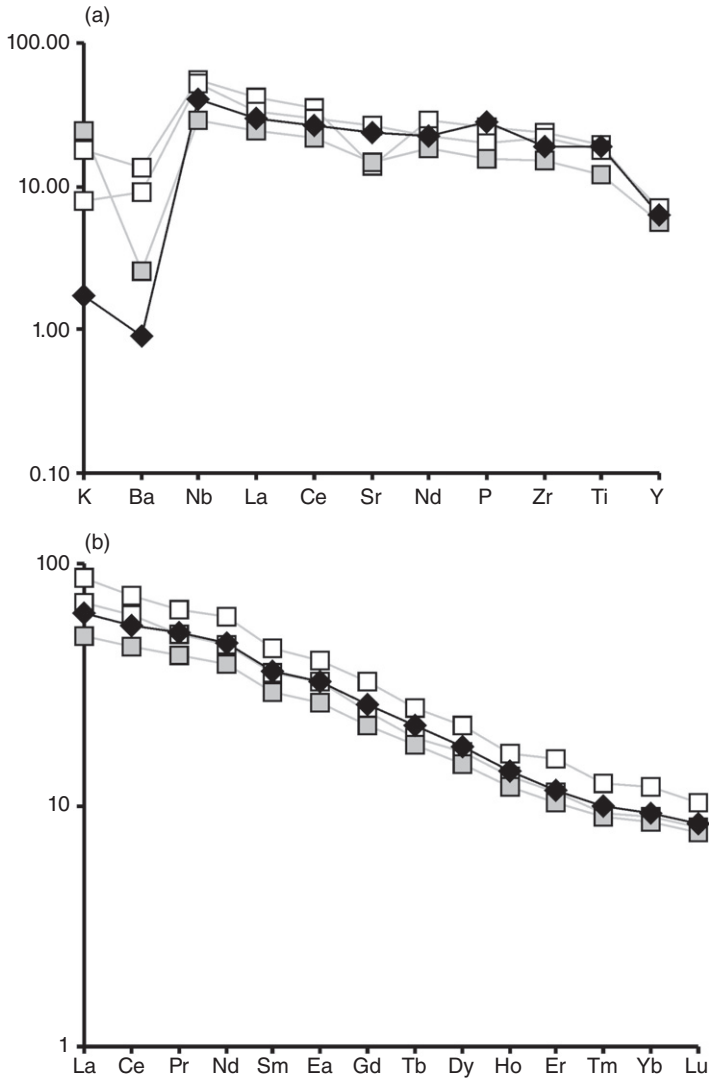


Figure 6 A spidergram of the incompatible elements (a) and REE patterns (b) of the studied axe in comparison with three selected metabasites from the southern thermal aureole of Tanvald granite in northern Bohemia. Incompatible elements are normalized to the primitive mantle (Sun and McDonough 1989); REE are normalized to the recommended chondrite proposed by Boynton (1984). Symbols as in Figure 5.

of the fifth millennium BC—that is, the Stroke Pottery Culture, and the Rössen and Lengyel cultures (Skak-Nielsen 2007). For the first time, these axes yield evidence of long-distance contacts between northeastern Italy and Central Europe during the Neolithic (Fig. 7).

Tools made from northern Bohemian metabasite were completely unknown south of the Alps. It is not simple to define the most probable direction of contacts between northeastern Italy and Central Europe during the fifth millennium BC. In Slovenia, tools of this group have not yet been identified, although a very long shaft-hole axe from Lipa, near Murska Sobota in northeastern

Table 4 Selected REE ratios for the shaft-hole axe from Grotta Azzurra (Axe GA) and for three selected samples from northern Bohemia (samples JS04-04 and JS04-05 from Christensen et al. 2006)

	Axe GA	NB01	JS04-04	JS04-05
$(\text{La/Ce})_{\text{PM}}$	1.14	1.11	1.19	1.13
$(\text{La/Sm})_{\text{PM}}$	1.76	1.73	1.94	1.97
$(\text{La/Lu})_{\text{PM}}$	7.49	6.53	8.53	8.59
$(\text{Dy/Lu})_{\text{PM}}$	2.08	1.90	2.10	2.08



Figure 7 The schematic distribution of stone axes made from northern Bohemian metabasites: black star, raw material source.

Slovenia, could belong to this group, taking the very similar morphological features and type of raw material into consideration (Lubšina-Tušek 1993, 79). However, the easternmost part of Slovenia is much closer to Central Europe than to the northern Adriatic shore. The fragmentary data at our disposal about the tool distribution suggest a possible procurement from the north, crossing the Alps and penetrating to the Friuli plain. The archaeological findings from Kanzianiberg in Carinthia (Austria), not far from Villach, testify to relationships between northern Italy and southern Austria at least since the fifth millennium BC (Pedrotti 1990).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to the Soprintendenza of Friuli Venezia Giulia for permission to analyse the studied artefacts. Thanks are also due to M. Di Giovannantonio for the review of an early draft, and to L. Furlan, Department of Geosciences, Trieste University, and L. Tauro at the Department of Geosciences in Padova for sample preparation. R. Carampin (CNR-IGG Padova) is thanked for assistance during microprobe analysis. We offer our deepest thanks to Professor C. D'Amico for the critical review of an earlier version of the manuscript. This research was supported by the national scientific project PRIN 2008 – prot. 20085T5KYN-002 – *I castellieri carsici del Caput Adriae, al centro dell'Europa, fra Italia, Balcani e Mediterraneo*, and by FRA project 2009 (A. De Min) of the University of Trieste.

REFERENCES

- Bernardini, F., Montagnari Kokelj, E., and Velušček, A., 2009a, Prehistoric cultural connections in the north-eastern Adriatic regions, identified by means of archaeometrical analyses of stone axes, in *A connecting sea: maritime interaction in Adriatic Prehistory* (eds. S. Forenbaher and T. Kaiser), 47–57, BAR International Series, No. 2037, Archaeopress, Oxford.
- Bernardini, F., De Min, A., Demarchi, G., Montagnari Kokelj, E., Velušček, A., and Komšo, D., 2009b, Shaft-hole axes from Slovenia and northwestern Croatia: a first archaeometric study on artefacts manufactured from meta-dolerites, *Archaeometry*, **51**, 894–912.
- Bernardini, F., Eichert, D., Lenaz, D., De Min, A., Tuniz, C., Velušček, A., and Montagnari Kokelj, E., 2011, Synchrotron FTIR micro-spectroscopy applied to the study of polished serpentinite artefacts: a non-destructive analytical approach, *Archaeometry*, **53**, 753–64.
- Bernardini, F., De Min, A., Eichert, D., Alberti, A., Demarchi, G., Velušček, A., Tuniz, C., and Montagnari Kokelj, E., 2010, Shaft-hole axes from Caput Adriae: mineralogical and chemical constraints about the provenance of serpentinitic artefacts, *Archaeometry*, **53**, 261–84.
- Biagi, P., 2005, Updating old concepts on the relationships between the Balkans and northern Italy during the Neolithic, *Acta Terrae Septemcastrensis*, **4**, 11–21.
- Boschian, G., and Montagnari Kokelj, E., 2000, Prehistoric shepherds and caves in the Trieste Karst (northeastern Italy), *Geoarchaeology: an International Journal*, **15**(4), 331–71.
- Boynton, W. V., 1984, Cosmochemistry of the rare Earth elements: meteorite studies, in *Rare earth element geochemistry* (ed. P. Henderson), 63–114, Elsevier, Amsterdam.
- Bradák, B., Szakmány, G., Józsa, Z., and Přichystal, A., 2009, Application of magnetic susceptibility on polished stone tools from western Hungary and the eastern part of the Czech Republic (Central Europe), *Journal of Archaeological Science*, **36**, 2437–44.
- Buriánek, D., 2004, Metamorfni vývoj Želešického amfibolitového tělesa (Brněnský Masiv) [Metamorphic evolution of Želešice amphibolite body (Brno Massif)], *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku*, **12**, 82–7.
- Candussio, A., 1991, Strumenti in pietra levigata di età neolitica, *Quaderni Friulani di Archeologia*, **1**, 29–48.
- Cannarella, D., 1960–1, Relazione preliminare sullo scavo della Grotta Azzurra di Samatorza, *Bullettino di Paleontologia Italiana*, **LXIX–LXX**, 213–20.
- Cannarella, D., and Cremonesi, G., 1967, Gli scavi nella grotta Azzurra di Samatorza nel Carso triestino, *Rivista di Scienze Preistoriche*, **XXII**(2), 281–330.
- Carbonetto, S., Lenaz, D., and Princivalle, F., 2008, Analisi archeometriche dei reperti ceramici provenienti dal sito neolitico di Sammardenchia (Pozzuolo del Friuli – UD) e loro confronto con i campioni di suolo ivi raccolti, *Gortania*, **30**, 51–72.
- Christensen, A. M., Holm, P. M., Schuessler, U., and Petrasch, J., 2006, Indications of a major Neolithic trade route – an archaeometric geochemical and Sr, Pb isotope study on amphibolitic raw material from present day Europe, *Applied Geochemistry*, **21**, 1635–55.
- D'Amico, C., Gasparotto, G., Ghedini, M., and Sabetta, T., 2001, Serpentiniti e metaltramafiti ad anfiboli e cloriti in asce-martello eneolitiche del NE Italiano, in *GeolItalia*, III forum, section 21, summaries, 5–8 September 2001, Chieti, 631–2.

- D'Amico, C., Ghedini, M., Micheli, R., and Montagnari Kokelj, E., 1996, Le asce forate del Friuli Venezia Giulia, in *Le vie della pietra verde, l'industria litica levigata nella preistoria dell'Italia settentrionale* (ed. M. Venturino Gambari), 229–38, Omega Edizioni, Torino.
- Fontana, F., 2006, *Evoluzione geomorfologica della bassa pianura friulana e sue relazioni con le dinamiche insediative antiche*, Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale, Tavagnacco (UD).
- Forenbaher, S., and Miracle, P., 2006, Pupičina Cave and the spread of farming in the eastern Adriatic, in *Prehistoric herders of northern Istria. The archaeology of Pupičina Cave*, vol. 1 (eds. P. Miracle and S. Forenbaher), 483–519, Archaeological Museum of Istria, Pola.
- Govindaraju, K., and Mevelle, G., 1987, Fully automated dissolution and separation methods for inductively coupled plasma atomic emission spectrometry rock analysis: application to the determination of rare earth elements, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, **2**, 615–21.
- Hartz, S., 2005, Aktuelle Forschungen zur Chronologie und Siedlungsweise der Ertebölle- und frühesten Trichterbecherkultur, *Schleswig-Holstein, Bodendenkmalpflege in Mecklenburg-Vorpommern*, **52**, 61–81.
- Hartz, S., Lübke, H., and Terberger, T., 2007, From fish and seal to sheep and cattle: new research into the process of Neolithization in northern Germany, in *Going over: the Mesolithic–Neolithic transition in North-West Europe* (eds. A. Whittle and V. Cummings), 567–94, Proceedings of the British Academy 144, London.
- Improta, S., and Pessina, A., 1998, La neolitizzazione dell'Italia settentrionale, il nuovo quadro cronologico, in *Settemila anni fa il primo pane: ambienti e culture delle società neolitiche* (eds. A. Pessina and G. Muscio), 107–15, Museo Friulano di Storia Naturale, Udine.
- Ivan, P., and Méres, Š., 2003, Pre-Viséan nappe structure in the Malé Karpaty Mts. crystalline basement: evidence from the geochemical study of metamorphosed basic magmatic and sedimentary rocks, *Journal of the Czech Geological Society*, **48**, 67–8.
- Leake, B. E., Woolley, A. R., Birch, W. D., Burke, E. A. J., Ferraris, G., Grice, J. D., Hawthorne, F. C., Kisch, H. J., Krivovichev, V. G., Schumacher, J. C., Stephenson, N. C. N., and Whittaker, E. J. W., 2004, Nomenclature of amphiboles: additions and revisions to the International Mineralogical Association's amphibole nomenclature, *European Journal of Mineralogy*, **16**, 191–6.
- Lubšina-Tušek, M., 1993, Kamnito orodje v severovzhodni Sloveniji, *Ptujski Arheološki Zbornik* (ob 100-letnici Muzeja in Muzejskega Društva), 31–158.
- Marchesetti, C., 1895, La grotta Azzurra di Samatorza, *Atti del Civico Museo di Storia Naturale di Trieste*, **9**, 249–55.
- Montagnari Kokelj, E., 2007, Caves and rockshelters of the Trieste Karst (northeastern Italy) in late prehistory, in *On shelter's ledge: histories, theories and methods of rockshelter research* (eds. M. Kornfeld, S. Vasil'ev and L. Miotti), 109–17, BAR International Series, No. 14, Archaeopress, Oxford.
- Montagnari Kokelj, E., Greif, T., and Presello, E., 2002, La Grotta Cotarivova nel Carso triestino (Italia nord-orientale), materiali ceramici degliscavi 1950–70, *Aquileia Nostra*, **VXXVIII**, 38–190.
- Pedrotti, A. L., 1990, L'insediamento di Kanzianiberg: rapporti fra Carinzia ed Italia settentrionale durante il Neolitico, in *The Neolithisation of the Alpine region, Monografie di Natura Bresciana*, 13 (ed. P. Biagi), 213–26, Museo Civico di Scienze Naturali, Brescia.
- Peloi, D., 1996–7, *Le asce-martello in pietra levigata: proposta di lettura analitica ed esempi applicativi a contesti del Friuli Venezia Giulia e della Slovenia*, B.Sc. thesis, Università degli Studi di Trieste.
- Pessina, A., 2006, Nuovi dati sugli aspetti culturali del primo Neolitico in Friuli e sui rapporti con l'Adriatico orientale, in *Preistoria dell'Italia settentrionale. Studi in ricordo di Bernardino Bagolini* (eds. A. Pessina and P. Visentini), 279–301, Proceedings of the International Congress, Udine, 23–24 September 2005.
- Prostředník, J., Šída, P., Šrein, V., Šreinová, B., and Štastný, M., 2005, Neolithic quarrying in the foothills of the Jizera Mountains and the dating thereof, *Archeologické rozhledy*, **LVII**, 477–92.
- Přichystal, A., 2000, *Neolitické – eneolitické broušené artefakty v České republice z hlediska kamenných surovin*, *Pravěk* NR **10**, 41–70, Brno.
- Schwarz-Mackensen, G., and Schneider, W., 1986, Petrographie und Herkunft des Rohmaterials Neolithischer Steinbeile und -Äxte im Noerdlichen Harzvorland, *Archäologisches Korrespondenzblatt*, **16**, 29–44.
- Šída, P., 2007, Využívání kamenné suroviny v mladší a pozdní době kamenné. Dílenské areály v oblasti horního Pojizeří, *Dissertationes archaeologicae Brunenses/Pragensesque*, **3**, 1–282.
- Šída, P., and Kachlík, V., (2009), Geological setting, petrology and mineralogy of metabasites in a thermal aureole of Tanvald granite (northern Bohemia) used for the manufacture of Neolithic tools, *Journal of Geosciences*, **54**, 269–87.
- Skak-Nielsen, N. V., 2007, The function of perforated shoe-last axes, *Acta Archaeologica*, **78**, 79–86.
- Šrein, V., Štastný, M., and Šreinová, B., 1998, Magnetická susceptibilita neolitických a eneolitických nástrojů a polotovarů a jejich předběžný mineralogický výzkum, *Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze*, **6**, 247–51.

- Šrein, V., Šreinová, B., Štastný, M., Šída, P., and Prostředník, J., 2002, Neolitický těžební areál na katastru obce Jistebsko, *Archeologie ve středních Čechách*, ASČ **6**, 91–9.
- Šreinová, B., Štastný, M., Šrein, V., and Šída, P., 2005, Porovnání chemického složení amfibolových rohovců v širším okolí neolitického produkčního centra u Jistebska, Jizerské hory, *Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze*, **3**, 218–24.
- Sun, S., and McDonough, W. F., 1989, Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes, in *Magmatism in the ocean basins* (eds. A. D. Saunders and M. J. Norry), 313–45, The Geological Society, London.
- Visentini, P. (ed.), 2005, *Bannia-Palazzine di Sopra. Una comunità preistorica del V millennio a.C.*, Quaderni del Museo Archeologico del Friuli Occidentale 5, Pordenone.
- Visentini, P., 2006, Aspetti cronologici e culturali della fine del Neolitico nell'Italia nord-orientale, in *Preistoria dell'Italia settentrionale. Studi in ricordo di Bernardino Bagolini* (eds. A. Pessina and P. Visentini), 225–41, Proceedings of the International Congress, Udine, 23–24 September 2005.

9. Šída, P. - Kachlík, V. 2009: Geological setting, petrology and mineralogy of metabasites in a thermal aureole of Tanvald granite (northern Bohemia) used for the manufacture of Neolithic tools, *Journal of Geosciences* 54/3, 269-287. IF WOS 0

Original paper

Geological setting, petrology and mineralogy of metabasites in a thermal aureole of Tanvald granite (northern Bohemia) used for the manufacture of Neolithic tools

Petr ŠÍDA*, Václav KACHLÍK

Institute of Geology and Palaeontology, Faculty of Science, Charles University in Prague, Albertov 6, Prague 2, Czech Republic;
petrsida@seznam.cz

* Corresponding author



This study examined the metabasites in a thermal aureole of the Tanvald granite in the northern part of the Bohemian Massif that were used for manufacturing Neolithic tools. The metabasites form relatively thin bodies from several cm to 2 m thick and are intercalated conformably within the host metasedimentary rocks. Two types of thermally metamorphosed actinolite-hornblende hornfels (metabasites) were distinguished: 1) fine-grained amphibole-rich metabasite and 2) metabasites with relicts of porphyritic texture. Because of their large lateral extent and geological setting within metasediments, fine-grained metabasites may correspond to former volcanoclastic rocks (meta-tuffs), while the porphyritic metabasites probably represent metamorphosed dolerite sills or dykes. The host rocks are various types of cordierite-biotite spotted schists or andalusite-cordierite-biotite hornfels. Both groups of metabasites consist of several types of amphiboles, calcic plagioclase (andesine to labradorite) and ilmenite, variably replaced by their alteration products. Apatite, alteration products of ilmenite, magnetite and sulphides are common accessory phases, while epidote and titanite are present only rarely. Relicts of magmatic minerals and minerals from older metamorphic stages are scarce. The peak contact metamorphic conditions were constrained between 540 and 600 °C. Sample of charcoal taken from the base of the Neolithic quarry, where a large amount of waste from making of semi-finished polished tools was found, was dated by radiocarbon dating technique. It gave an age of VERA-2981 6120 ± 35 BP, which places the sampling location in one of the closing stages of quarrying in this part of the site.

The correspondence of the petrological and mineralogical characteristics of metabasites from the thermal aureole and stone tools found in Germany and southern Moravia provided evidence that Neolithic tools were traded over distances of several hundred kilometres.

Keywords: amphibole hornfels, stone tool, Neolith, Tanvald granite, Krkonoše-Jizera Crystalline Unit, Bohemian Massif

Received: 3 March 2008; *accepted* 29 May 2009; *handling editor:* J. Konopásek

1. Introduction

Because of their suitable physical properties (strength, density, lack of cleavability, grindability etc.), usage value and relative availability, fine-grained metabasites were sought-after raw materials from the Mesolithic up to the Late Neolithic times. In addition, because their distribution on the Earth's surface is very random, the tools manufactured from these materials were transported over long distances (more than 500 km) from the source of the raw materials to densely populated areas settled by cultures that used the stone artefacts mainly for farming purposes (Christensen et al. 2006). Stone artefacts manufactured from several metabasite types were common mainly in the Early to Middle Neolithic periods in Central Europe (see Christensen et al. 2006 for reference). With the onset of the metal use in the Late Neolithic period, the production of stone tools declined.

The thermal aureole of the Tanvald granite (Fig. 1) is one of several places in Central Europe where it is

possible to study the raw materials that were used for the production of Neolithic stone tools together with preserved archaeological sites in which the finished tools were exploited. These sites have been dated to approximately 7000 years BP (Šrein et al. 2002; Prostředník et al. 2005; Šída 2005; 2007a, b). The current study employs geological, petrological and mineralogical methods to obtain detailed characteristics of metabasites from natural and artificial outcrops in the thermal aureole of Tanvald granite. It thus extends the research performed by Klomínský et al. (2004) at the Rádlo locality to a much broader area of the thermal aureole between Rádlo and Plavy. Several new natural or artificial outcrops of these spectacular rocks were discovered, together with new archaeological sites, where the raw material for production of stone tools was quarried. This activity was dated using the radiocarbon dating technique and by archaeological methods.

In addition, this study investigated artefacts found at archaeological sites in the thermal aureole of the Tanvald

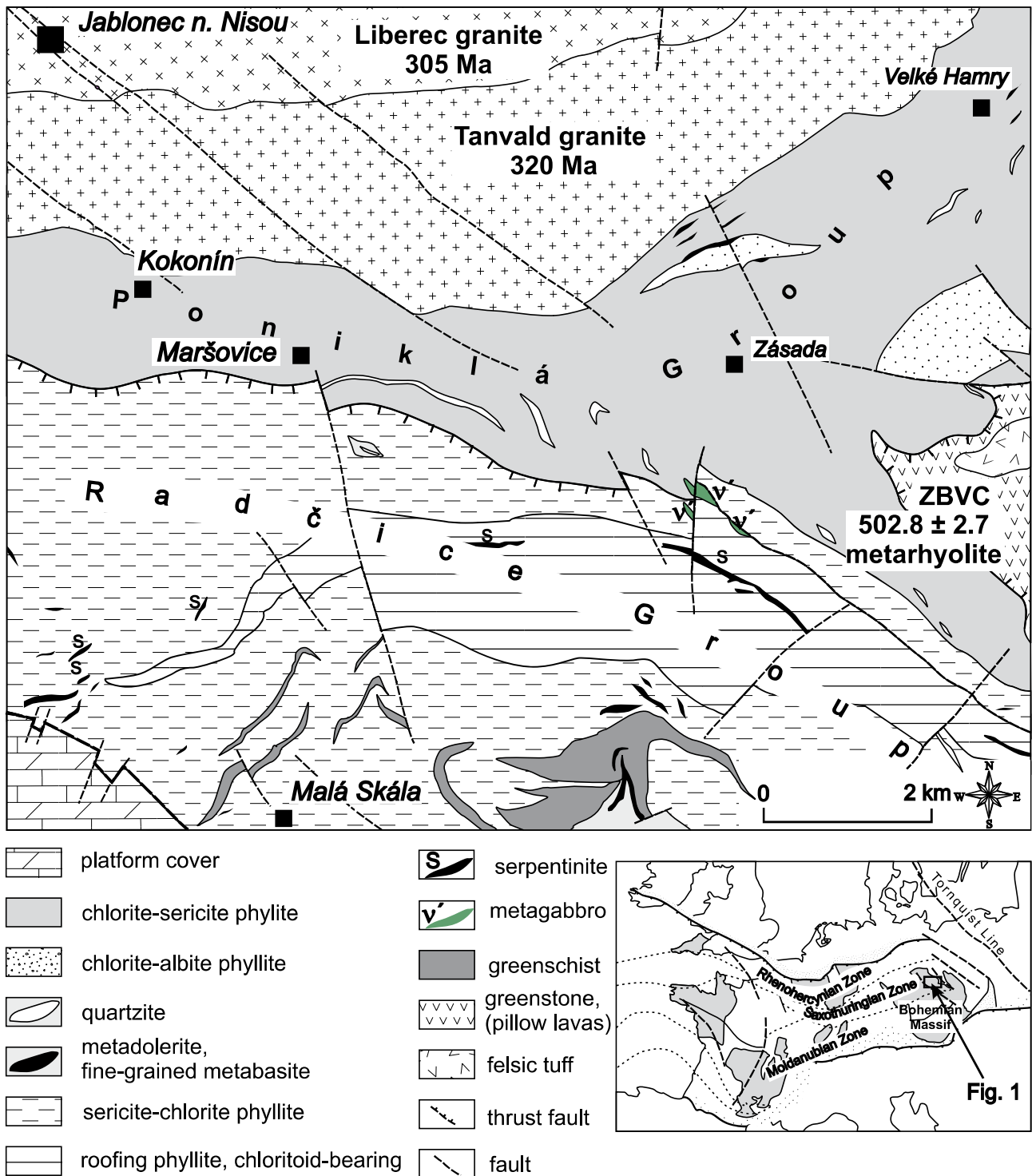


Fig. 1 Simplified geological map of the contact of the Krkonoše-Jizera Pluton with volcano-sedimentary rocks of the Železný Brod Crystalline Unit (according to Kachlík in Klomínský et al. 2006). ZBVC – Železný Brod Volcanic Complex.

granite and compared them with basaltic artefacts found at archaeological sites in Bohemia and Moravia. The mineralogical and textural data will serve for evaluation and provenance analysis of artefacts from the archaeological

sites in all of the Central Europe, where hornblende-actinolite hornfels of basaltic composition are common (Schwarz and Schneider 1983). The results of this study may provide information for the inference of possible

Neolithic trade routes, the estimation of the volume of goods traded, and, possibly, the documentation of the changes in the settlement distribution.

2. History of metabasite research

Metabasite from the Tanvald granite thermal aureole has been known since the beginning of the 20th century (Milch 1902; Huyer 1914, 1928; Gränzer 1933). Huyer (1914) and Gränzer (1933) published the petrographic description of the rocks, referring to them as nephrite, and were the first to notice that these rocks were used for manufacturing Neolithic tools. The search for a source of metabasite artefacts similar to Gränzer's "nephrite", found in great numbers in eastern and central Bohemia, once again focussed the attention of geologists and archaeologists to northern Bohemia (Přichystal 1991; Bukovanská 1992). Later, mineralogical and petrographic comparison of metabasites from the aureole of the Tanvald granite with Neolithic artefacts widespread in Bohemia and Moravia made it possible to locate the source of metabasites to the area of the Tanvald granite between Velké Hamry and Maršovice (Šrein et al. 2002; Přichystal 2002; Šreinová et al. 2005) (Figs 2–3).

Several outcrops of hornblende-actinolite hornfelses (metabasites) were found during geological mapping of map sheet 03-322 – Jablonec nad Nisou in 1997–2000 and were later described in the explanatory text accompanying the map (Kachlák in Klomínský et al. 2006). During the present archaeological research, artefacts and

evidence demonstrating the Neolithic mining and manufacturing of stone tools have been found at several archaeological sites in the area of Jistebsko and Maršovický vrch on the southern slope of the Černá Studnice ridge (Šrein et al. 2003; Prostředník et al. 2005; Šída 2004a, b) (Figs 2–3). New artificial exposures of metabasites were made in the southwesternmost continuation of the metabasite belt during excavation for the construction of a waste disposal site close to Rádlo village (Klomínský et al. 2004).

3. Geological setting of metabasites

3.1. Stratigraphic position of metabasites and host metasediments within the Krkonoše–Jizera Crystalline Unit

The Krkonoše–Jizera Crystalline Unit (KJCU) is one of the largest crustal units in the West Sudetes terrane mosaic (Narebski 1994; Cymmerman et al. 1997; Żelaźniewicz 1997; Franke 1989; Franke et al. 1993; Franke and Żelaźniewicz 2000; Mazur et al. 2006). The West Sudetes at the NE margin of the Bohemian Massif are interpreted as the easternmost part of the Saxothuringian Zone of the Variscan orogen (Franke et al. 1993). West Sudetes are composed of Late Proterozoic to Early Carboniferous low- to medium-grade metasedimentary and metavolcano-sedimentary sequences that were intruded by granitoid bodies of Late Proterozoic as well as Early and Late Palaeozoic ages (Svoboda and Chaloupský

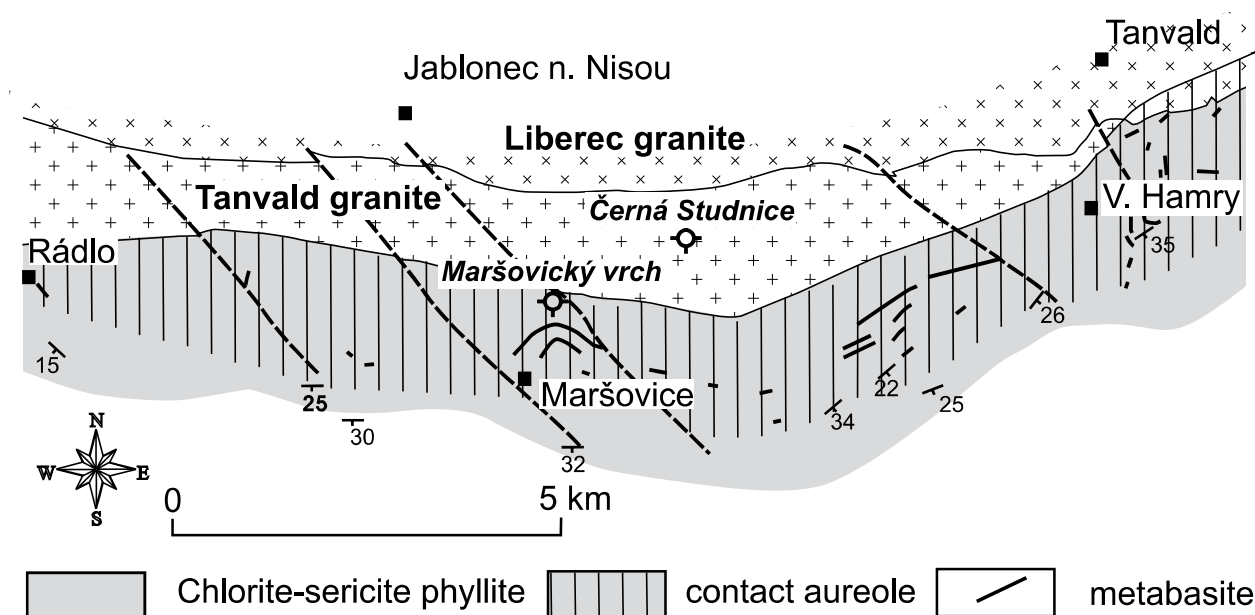


Fig. 2 Map of metabasite occurrences in the thermal aureole of Tanvald granite (modified after Šída 2007a).

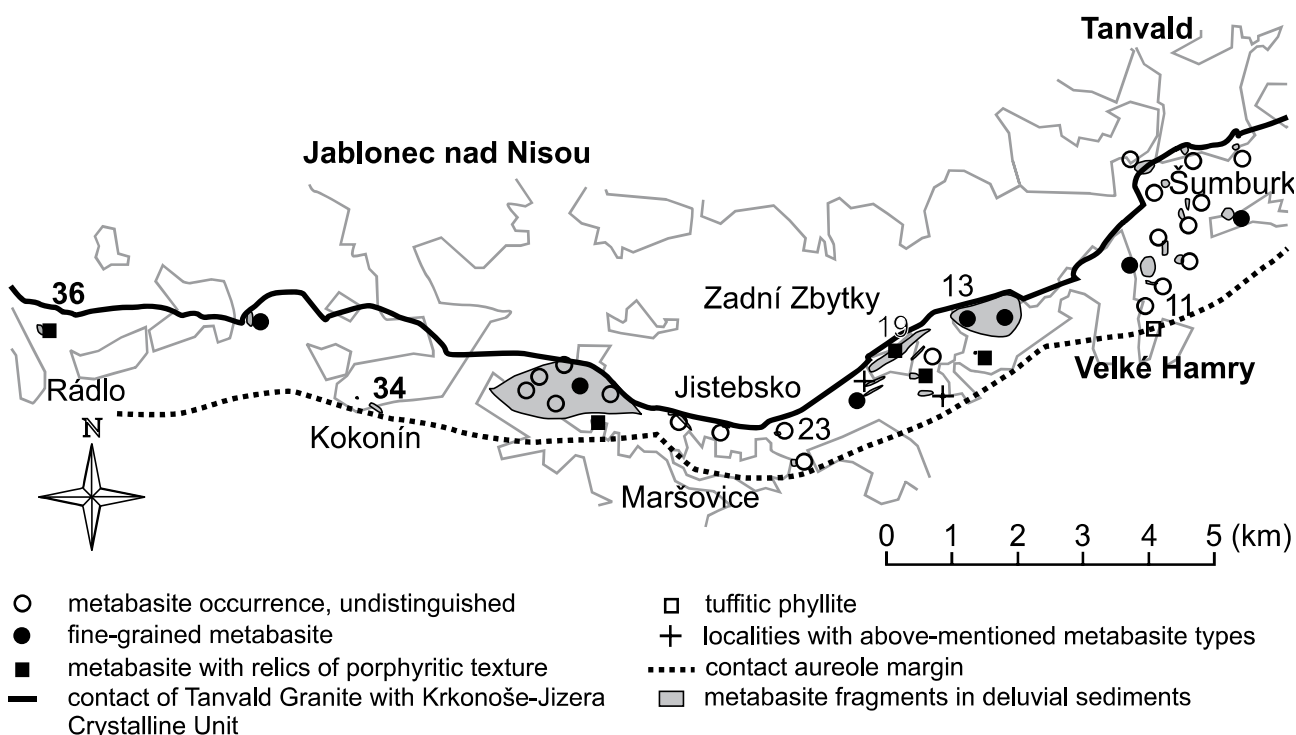


Fig. 3 Areas of metabasite outcrops and places where metabasites occur in Quaternary sediments. Detailed descriptions of marked localities are in Šída (2007a).

1966; Żelaźniewicz 1997). The stratigraphic range of units in the KJCU and their tectonometamorphic evolution were interpreted in various ways in previous studies due to lack of fossil record and scarce information on the ages of volcanics and intrusive rocks (Kodym and Svoboda 1948; Chaloupský et al. 1989; Chlupáč 1993; Kachlík and Patočka 1998; Marheine et al. 2002; Winchester et al. 2003).

The area of the southern contact of the Tanvald granite and adjacent crystalline unit yielding the metabasite bodies was stratigraphically evaluated during the geological mapping on a scale of 1:10,000. The results of this investigation were included in the 1:25,000 scale map sheet 03-322 Jablonec nad Nisou (Klomínský et al. 2006).

According to the interpretation employed in the map, the metasediments (laminated greyish or greenish chlorite-sericite phyllites, subordinate graphitic phyllites, quartzite intercalations and extremely scarce marbles) with bodies of metabasites in the thermal aureole of the Tanvald granite are interpreted as belonging to the Poniklá Group (in the sense of Winchester et al. 2003) of probably Cambrian to Devonian age (Fig. 1). In the south and southeast, this unit is overthrust by volcano-sedimentary rocks of the Radčice Group, including sericite-chlorite phyllite, chlorite- and chloritoid-rich roofing phyllites, bimodal metavolcanics and intrusives of the Železný Brod Complex (Kachlík in Klomínský et al. 2006).

Recently, Christensen et al. (2006) tried to date metabasites from the Tanvald granite thermal aureole using whole-rock Rb-Sr and U-Pb isochron methods. Using mainly the whole-rock geochemical and isotopic data, they compared these with metabasites from the Fichtelgebirge and artefacts collected from archaeological sites in the central part of Germany, now held in several museums in Germany. Due to a complicated polymetamorphic evolution and the likelihood of differing protoliths, the authors were not able to precisely determine the age of the metabasites. Rough estimates of *c.* 1.1–1.2 Ga do not correspond with the local geology and the much younger data obtained for similar rocks in the Železný Brod area and in the Eastern Krkonoše Mts. (Bendl and Patočka 1995; Timmermann et al. 2000; Kozdrój et al. 2005).

3.2. Distribution and outcrop pattern of metabasites

Metabasites, also referred to in the old literature as “nephrite, actinolitic schist, actinolite hornfels, hornblende-actinolite hornfels”, occur in the southern thermal aureole of the Krkonoše-Jizera Pluton between Rádlo and Příkladovice, in the SE vicinity of the towns of Jablonec nad Nisou and Tanvald in northern Bohemia (Fig. 2). Because the thermal influence of multiple intrusions of

the Krkonoše-Jizera Plutonic Complex (KJPC) left the strongest imprint on mineral paragenesis and structures of metabasites, the term “hornblende-actinolite hornfels” used by Klomínský et al. (2004) is the most suitable in spite of their partly different protoliths and complicated tectonometamorphic evolution. To avoid terminological problems in descriptions of relicts of magmatic or older metamorphic events, the wider term metabasite is used in this paper to refer to the studied rocks.

The metabasites form thin bodies (from several centimeters to 2 m) in various types of thermally metamorphosed siliciclastic sediments (spotted schists grading to andalusite-cordierite-biotite hornfelses). Sediments were folded and metamorphosed during the early phases of the Variscan orogeny and before the intrusion of the late-tectonic Tanvald granite, the age of which is constrained at $c. 312 \pm 2$ Ma by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ muscovite dating (Marheine et al. 2002). This age could have been partly reset by intrusion of the younger Liberec granite (Klomínský 1969; Klomínský et al. 2007), dated by the Pb-Pb evaporation method on zircons at 305 ± 12 Ma by Kröner et al. (1994, 2001). However, an older age of both the Tanvald and Liberec granites is suggested by the dating of biotite from the Liberec type porphyritic granite at 320 Ma by the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ method (Marheine et al. 2002) and by the age of 330–325 Ma obtained by the Rb-Sr whole-rock isochron method (Pin et al. 1987; Duthou et al. 1991).

The metabasite bodies are relatively thin and dip moderately ($15\text{--}40^\circ$) to the SE–SSE, conformably with the dominant regional metamorphic foliation in the host metasediments. The greenschist-facies schistosity, characterised by muscovite and chlorite, folds the sedimentary bedding, which is reflected in the alternation of fine-grained psammitic or pelitic laminae. This foliation originated as axial planar schistosity to the E–W to NW–SE trending folds, well preserved in large outcrops on the left bank of the Kamenice River between the SE margin of Tanvald and Velké Hamry village. The growth of contact metamorphic minerals (cordierite, muscovite, andalusite, biotite, and scarce garnet) often follows the regional metamorphic schistosity, but part of large andalusite porphyroblasts and some biotites grew across it. Intrusion of the Liberec granite probably caused the recrystallization of biotite flakes, replacement of garnet by biotite, and pinitization of cordierite. The fluid activity was connected with a growth of tourmaline in some hornfels types and of wolframite with cassiterite in quartz veins close to the contact with the Tanvald granite at Rádlo (Klomínský and Táborský 2003).

Metabasites crop out on the surface only exceptionally (two outcrops were found during the investigations, NE of Zadní Zbytky and Velké Hamry-Bohdalovice), as seen in Figs 2 and 3. They were mostly studied *in situ* and

only in non-archaeological excavations for construction of houses (Kokonín and Velké Hamry villages), wells (Velké Hamry), waste disposal sites (Rádlo), and some excavations for telephone lines documented during field mapping between Přední and Zadní Zbytky. Detailed descriptions of the sampled localities can be found in the diploma thesis of Šída (2007a).

Metabasite typically forms decimetre-thick intercalations alternating with host metasediments. They mostly exhibit sharp contacts, and only occasionally repeat several times in a profile on a scale of several metres (excavation for a well in Velké Hamry – Fig. 4b). Metabasite body with a thickness exceeding 2 m was only documented on a well construction site in Velké Hamry.

As follows from the geological mapping, metabasites form several horizons at a distance of several tens to several hundred metres from the contact of Tanvald granite. This distance varies from 1.2 km in the area of Velké Hamry to 0.2 km in the area between Zásada and Jistebsko. The width of the metabasite-bearing belt is modified by later NW–SE trending faults. The form of the bodies, thickness of the layers, mutual alternation with metasediments, and lateral extent of the metabasite layers (15 km from Rádlo to the south-western surroundings of Příchovice) support an interpretation that the metabasites may represent original layers of fine-grained volcanoclastic material embedded in a sedimentary sequence. Only thicker layers with relicts of porphyritic texture may represent former sills of alkali basalts.

Three segments with different numbers of metabasite bodies and varied thicknesses may be distinguished within the area studied (Fig. 2). Several small bodies of metabasites in strongly metamorphosed and folded hornfelses occur in the eastern segment between Příchovice and the left bank of the Kamenice River valley in Velké Hamry (Fig. 2). The central segment between Velké Hamry and Maršovický vrch is richest on metabasite occurrences, and up to four thick layers were documented in outcrops and limited excavations. The westernmost part between Kokonín and Rádlo is typically characterised by scarce occurrences of thin metabasite layers. The lateral extent of the metabasites is controlled by NW–SE trending faults.

4. Overview of localities with evidence of Neolithic mining and stone tool production

Archaeological finds in Neolithic quarry sites in the Jizera Mountains were discovered in 2002. Thus far, 14 sites with Neolithic artefacts have been found and surveyed (Šrein et al. 2002; Šída et al. 2004a, b; Prostředník et al. 2005; Šída 2005, 2007a), as illustrated in Fig. 3.

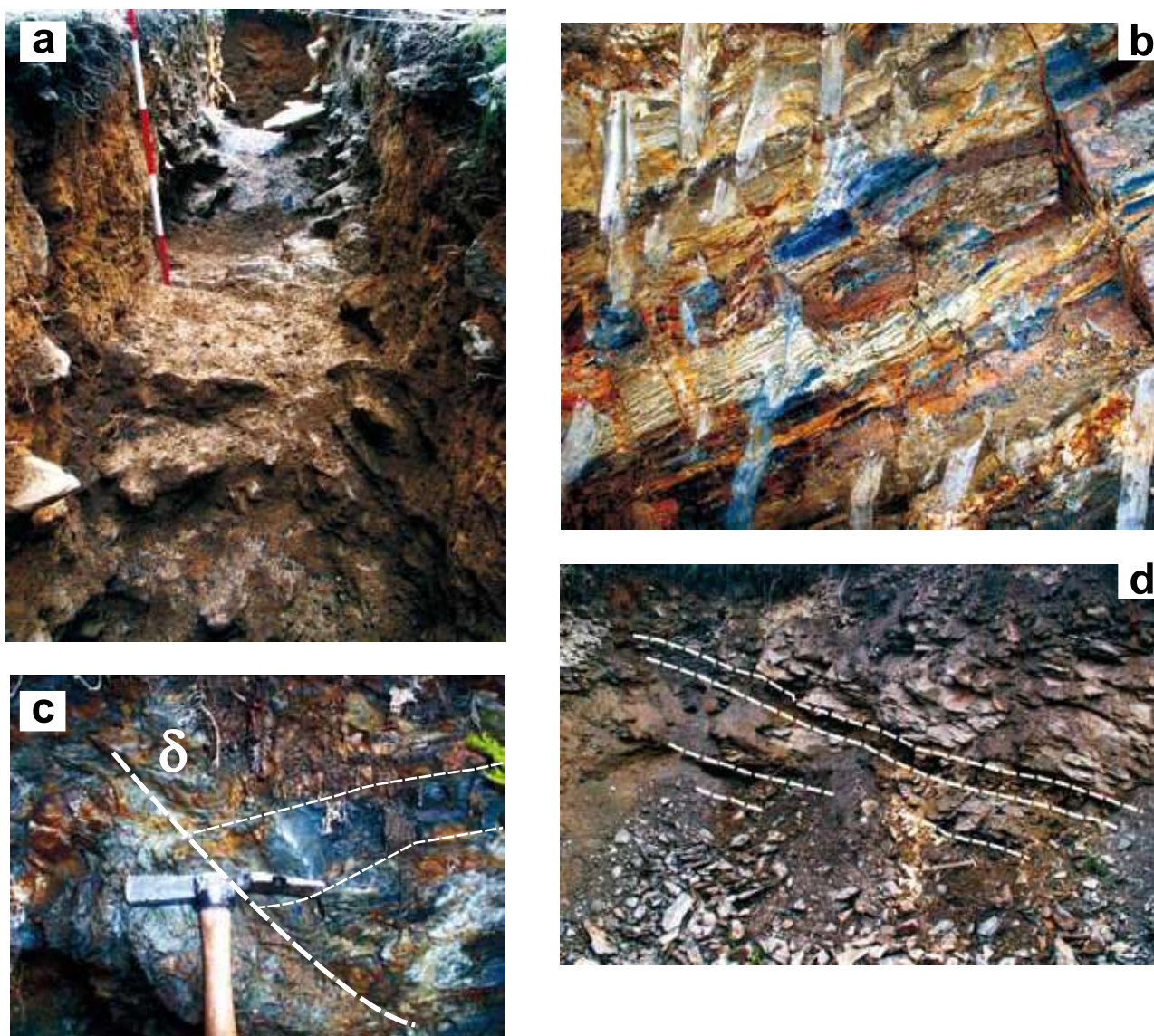


Fig. 4 Archaeological survey sites and patterns of outcrops consisting of thin bodies of metabasites in the thermal aureole of the Tanvald granite. **a** – Archaeological survey trench at the Jistebsko locality, with evidence of quarrying of fine-grained amphibole-actinolite hornfels and manufacturing of Neolithic tools (length of visible perch approx. 1 m). **b** – A layer, several centimetres thick, of fine-grained metabasite alternating with altered cordierite-biotite hornfels in the inner part of the thermal aureole. Water well excavation in Velké Hamry. **c** – Metabasite intercalation in the weakly metamorphosed biotite hornfels. Pit for house construction, V. Hamry, Bohdalovice. **d** – Two layers of metabasite in phyllite that is weakly overprinted by contact metamorphism (geological hammer for scale – lower right quadrant).

4.1. Jistebsko

The work done by V. Šrein and B. Šreinová culminated in 2001 with the discovery of the undisturbed remains of quarrying activity at a site rich in raw materials. The assumption that this site contains relics of Neolithic age was confirmed by sampling the material and performing a microtrenching and archaeological survey on quarrying field 1. In 2002 and 2003, some 1700 artefacts were gathered from section 1 (Fig. 4a). Sections 2 to 6 provided

similar amounts in the seasons 2004 and 2005. This collection, together with the samples, comprises as many as 4000 Neolithic artefacts. Considering the quarrying and processing that took place at the locality, the composition of finds is relatively uniform (Prostředník et al. 2005).

Most of the artefacts are chronologically unimportant workshop debris. In addition, typical semi-finished Neolithic polished tools can be found. No pottery or chipped stone artefacts made from silicite have been found yet.

In addition to prominent semi-finished artefacts, chipped coarse tools made from metabasites are present.

The quarry field No. 1 covers an area of 154 000 m² and is the largest preserved relic of Neolithic quarrying. The quarry field No. 2 is situated right on the top of Maršovice Hill and covers 40 800 m² of ground. The quarry field No. 3 is located between the two fields described above and covers 12 900 m².

The area between the quarrying fields has been affected by exploitation and production of artefacts in the past. The area discovered so far as levelled-off in the Middle Ages covers 60 380 m².

4.2. Maršovice and Kokonín

The belt containing evidence of the Neolithic industry continues from the Jistebsko cadastre into the neighbouring Maršovice and Kokonín cadastre. For our purposes, however, the whole area can be considered as a single large locality.

The quarry field Maršovice I is the smallest of those found so far on the Maršovice Hill, as it covers an area of 41 000 m². There are some other small areas with remains of quarry pits surrounded by mediaeval fields. Most of the Maršovice area was modified during mediaeval times by the formation of fields.

4.3. Velké Hamry I

The site of Velké Hamry I was found and described by Přichystal (2002) and covers an area of 10 100 m². In 2007, relics of small Neolithic quarrying pits covered by alluvial sediments were discovered.

4.4. Velké Hamry II

The site was explored by one of the present authors (PŠ) in 2004. It covers an area of 38 000 m². Unfortunately, the entire area yielding artefacts was covered by a village in mediaeval times, thus any older ground relics were lost. Relics of quarrying pits were discovered during the excavations in 2007.

4.5. Zásada, Zbytky

This site was discovered by P. Šída in 2005; it is very similar to the Velké Hamry II site, but it is much smaller.

4.6. Šumburk nad Desnou

This small site was discovered by P. Šída in 2006; the exact extent of this area is so far unknown, though.

5. Radiocarbon dating of quarry sites

Two specimens of charcoal were taken in section 1 at the Jistebsko locality (Fig. 4a). Detailed description of individual archaeological layers of this section is drawn in the Fig. 6.3 on page 86 of Šída (2007a). First sample of charcoal came from a channel deposits between the central mound and the deposits of the mound on the side. The second one was sampled on the base of the Neolithic quarry in the same section, where was found a great deal of waste from the manufacture of semi-finished polished tools.

Radiocarbon dating was performed at the VERA-Laboratory in Vienna. The first sample (number 571) yielded the date VERA-2982 325 ± 30 BP. Calibration of this value yields the period 1480–1650 AD (with 95.4% probability).

The second sample (number 1717) gave the date VERA-2981 6120 ± 35 BP. Calibration of this value yields the dates 5210–5160 BC (with 14% probability), 5150–4920 BC (with 79% probability). While sample No. 1717, connected directly with Neolithic mining activity, is interpreted as being one of the final stages of quarrying at this locality, sample No. 571 is connected with medieval deforestation accompanying settlement and farmland-establishing processes. For a detailed archaeological description and arguments supporting the above interpretations, see Šída (2007a, b).

6. Rock samples and analytical techniques

During detailed geological mapping, natural and artificial outcrops were documented from the lithological, structural and archaeological points of view. Fifteen localities with outcrops of the metabasites or vestiges of Neolithic quarrying were found and described in detail (see Šída 2007a). We examined more than 30 thin sections made from samples from these localities. For comparison, samples of metabasites from the Elbtalschiefergebirge deposited in the Sächsische Museum in Dresden and artefacts from several archaeological sites in Moravia were studied under an optical microscope.

Back-scattered electron (BSE) images and major-element analyses of selected minerals from 7 representative samples were obtained using the LINK ISIS 300 Oxford Instruments energy dispersive analyser connected to a CamScan S4 electron microscope at the Faculty of Science, Charles University, Prague. The analytical conditions were 0.991 to 1.014 nA current, 15 kV acceleration voltage, 120 s counting time.

The mineral chemical data were processed using Min-Pet software (Richard 1995).

7. Petrography of metabasites

Metabasites at the thermal aureole of Tanvald granite are fine-grained dark-green or black-green rocks, massive or compositionally banded with conchoidal or subconchoidal fractures. Weathered pieces typically have a light grey or whitish weathering crust up to several mm thick.

Typical values of magnetic susceptibility are $0.5\text{--}0.8 \times 10^{-3}$ SI units, but, at some localities (Kokonín, Bohdalovice and Jefmanice), susceptibility values are elevated much due to the presence of magnetite, which is also dispersed in some types of host metasediments. According to the mineralogical composition and textures, the metabasites can be divided into two groups: 1) fine-grained, massive metabasites mostly without relics of plagioclase and amphibole phenocrysts, and 2) metabasites with relicts of primary porphyritic textures (Fig. 5). The textural features reflect differences in the protolith as well as in the variable thermal influence of KJPC, depending on true distance from the contact plane. Most of the minerals now present in the rock originated during reactions associated with contact metamorphism. Relics of magmatic minerals (subhedral grains of former ilmenite) and some greenschist-facies metamorphic minerals (chlorite, epidote, alteration product after ilmenite) rarely survived the contact metamorphic recrystallization, mainly in the outer part of the thermal aureole. Šrein et al. (2003) found relicts of blueschist-facies minerals (barroisite, lawsonite in quartz veins) but these minerals were not observed in our samples. Feldspar, and in rare cases, amphibole with ilmenite preserved their shapes from the previous stages of rock evolution. In contrast, plagioclase is often completely recrystallized due to intense nucleation of new small equant grains, growing probably at the expense of former albite and epidote. Older amphiboles are usually replaced by aggregates of newly formed actinolite and hornblende, and, rarely, cummingtonite. The intergrowth of thin needles of amphiboles, often radially arranged, with plagioclases and ilmenite alteration products in the matrix, gives the rocks their typical mechanical properties, such as strength, resistivity and workability. These textures are most typical of fine-grained, amphibole-rich metabasites free of feldspar phenocrysts.

The mineral assemblages, textural features and other important properties of the rocks are summarized in Tab. 1.

7.1. Fine-grained massive metabasites mostly without relicts of plagioclase and amphibole phenocrysts

Fine-grained metabasites are composed of Mg- or Fe-hornblende, actinolite, plagioclase (An_{73-91}) and alteration products after ilmenite. Light-green chlorite with

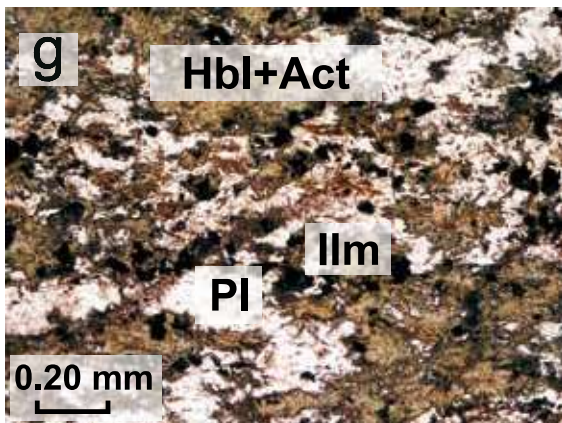
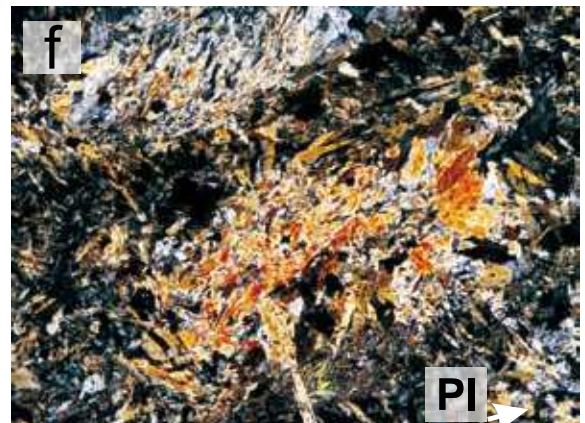
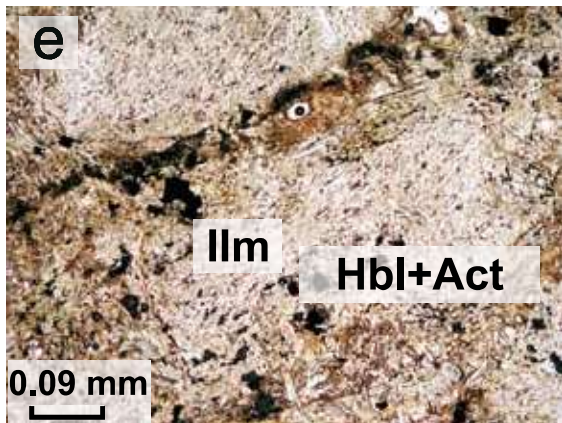
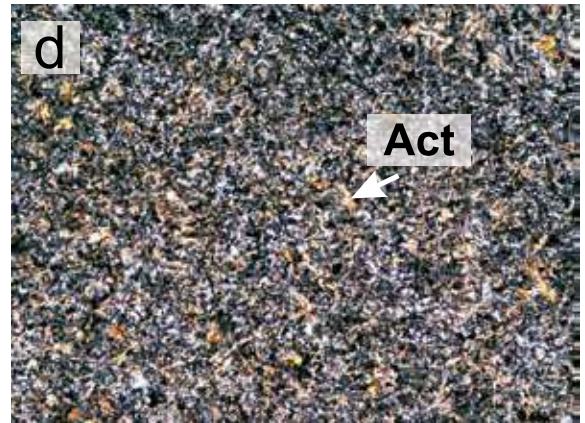
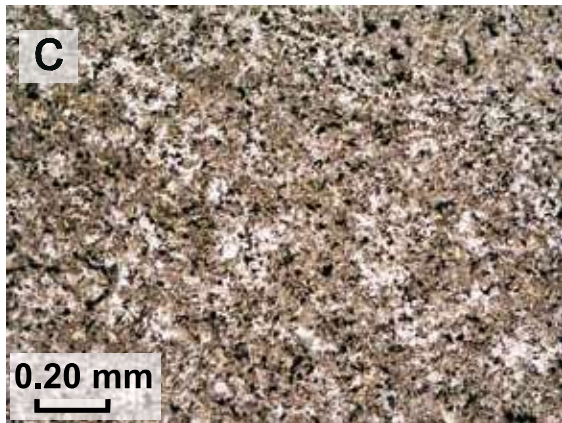
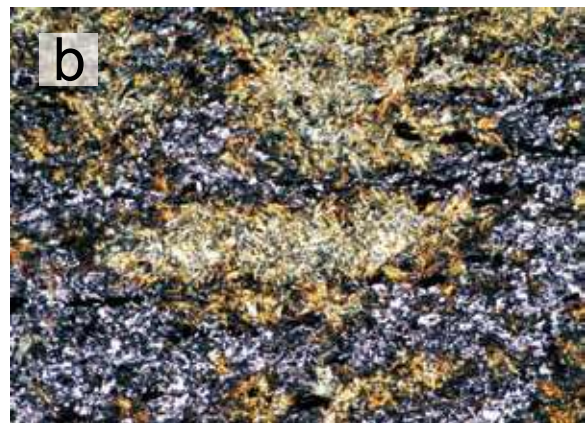
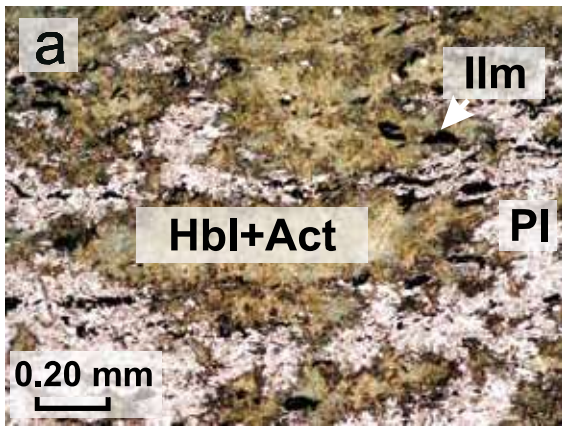
low birefringence and brown interference colours was present in a significant amount only in sample ZB-472 from Kokonín (Figs 2–3, Tab. 1). This locality is situated in the outer part of the thermal aureole. Apatite, quartz and, less frequently, alteration products after ilmenite, epidote, magnetite and sulphides are present as common accessories. Quartz is often present in thin veinlets and lenses, mainly at localities close to the contact. Actinolite and hornblende form up to 70 % of some samples. The content of plagioclase ranges from 20 to 30 %, and ilmenite pseudomorphs account for up to 10 % of the rock. These pseudomorphs are enclosed in amphibole porphyroblasts and also in fine-grained aggregates in the matrix. Hornblende-actinolite pseudomorphs are up to 0.2 mm long; the matrix grain size is 0.01–0.05 mm. Most samples of this metabasite type show compositional banding, resulting from alternation of monomineralic hornblende-actinolite bands with bands rich in plagioclase with minor quartz. In one of the samples, partly chloritized biotite (Tab. 1) was also present in a local domain. Biotite growth may have resulted from a special microchemistry of metabasite contaminated by a sedimentary component or, more likely, was connected with fluids rich in potassium, released from the Tanvald granite. The biotite laths are strongly replaced by chlorite along the cleavage planes. Hornfelses without compositional banding were the best raw material for manufacturing tools, and the Neolithic quarrying pits were most frequently situated in this material.

7.2. Metabasites with relicts of primary porphyritic textures

Metabasites of this type differ from the first group in their texture and mineral composition. The content of amphibole and plagioclase is approximately balanced. Both minerals constitute up to 90–95 vol. % of the rock. Ilmenite often occurs in subhedral and skeletal phenocrysts, which are preserved from the magmatic stage. Alteration products after ilmenite form anhedral grains and aggregates disseminated in the matrix. Porphyritic metabasites have higher contents of green or brown-green hornblende, and actinolite is less common than in the fine-grained

⇨

Fig. 5 Pairs of photomicrographs (taken in plain polarized light and with crossed polarizers) of various textural types of metabasites from the thermal aureole of the Tanvald granite. **a–b** Metabasite with preserved porphyritic texture. Hornblende and actinolite pseudomorphs after amphibole phenocrysts. Notice the completely recrystallized plagioclase grains; **c–d** Fine-grained type of the hornblende-actinolite metabasite. This type of metabasite was the best quality raw material for production of Neolithic tools; **e–f** Coarse-grained aggregates of ferrohornblende and actinolite replacing former amphibole, amphibole-rich metadolerite; **g–h** Finer-grained facies of slightly porphyritic metabasite with both amphibole and plagioclase phenocrysts.



Tab. 1 Petrographic and textural characteristics of metabasites from sampled localities marked in Fig. 4. Explanations: acc. – present in accessory amount, (p) – partially recrystallized feldspar, (c) – completely recrystallized feldspar.

sample	locality	rock type	amphibole phenocrysts	whisker-like actinolite	plagioclase phenocrysts	quartz	ilmenite	biotite	chlorite	epidote	accessories
ZB-465	V. Hamry (loc. No. 11)	tuffite	+	acc.	+	+	+	+	-	+	Ap
ZB-466	V. Hamry (loc. No. 11)	tuff	+	+	+	+	+	+	-	+	Ap
ZB-468	V. Hamry (loc. No. 13)	Act-Hbl hornfels	acc.	+	-	acc.	+	-	-	-	Ap
ZB-469	V. Hamry (loc. No. 13)	metadolerite	+	+	+	-	+	-	-	-	Ap
ZB-470	Zadní Zbytky (loc. No. 19)	Hbl-Act hornfels	+	+	+	-	+	-	-	-	Ap
ZB-471	Rádlo (loc. No. 36)	Hbl-Act hornfels	+	+	+	+	+	-	+	-	Ap
ZB-472	Rádlo (loc. No. 36)	metadolerite	+	+	+	-	+	-	-	+	Ap
ZB-473	Jistebsko (loc. No. 23)	Act-Hbl hornfels	acc.	acc.	-	-	+	-	-	-	Ap
ZB-478	Maršovice	metadolerite	+	+	+	-	+	-	-	+	Ap
ZB-487	Kokonín (loc. No. 34)	Hbl-Act hornfels	acc.	+	-	acc.	+	-	+	+	Ap

metabasites. Actinolite is occasionally enclosed in plagioclase phenocrysts or forms randomly oriented aggregates replacing the older amphibole or former pyroxene. Plagioclase is more sodic (andesine to labradorite) compared with that in the fine-grained non-porphyritic metabasite types. Common apatite, scarce epidote, biotite and quartz are accessory phases. Epidote formed by alteration of calcic plagioclase is more common compared to the fine-grained variety of metabasites.

The rock is more coarse-grained than massive metabasites, with recrystallized plagioclase phenocrysts reaching sizes of up to 0.8 mm and amphiboles of up to 0.6 mm in some samples. Relics of the original ophitic fabric are preserved in samples from the outer part of the aureole (e.g., ZB-472). Porphyritic metabasites probably correspond to the original sills or dykes of dolerites, which are rather common in adjacent tectonostratigraphic units close to the ZBVC.

8. Mineralogy of metabasites

Metabasites are scattered from the internal to the external parts of the thermal aureole, where differences in temperature influenced contact metamorphic assemblages. Due to these factors, the mineral associations of both groups of metabasites are quite variable. Porphyritic metabasites, which originated from the alkali basalts with doleritic textures, often carry textures or some minerals from the greenschist-facies stage (epidote and alteration products after ilmenite). Minerals from the contact metamorphic parageneses prevail in fine-grained metabasites.

8.1. Amphiboles

Together with plagioclase, amphiboles are the most important constituents of metabasites. At least two compositional types are present in the studied samples, some samples even contained up to four of them. Dominant

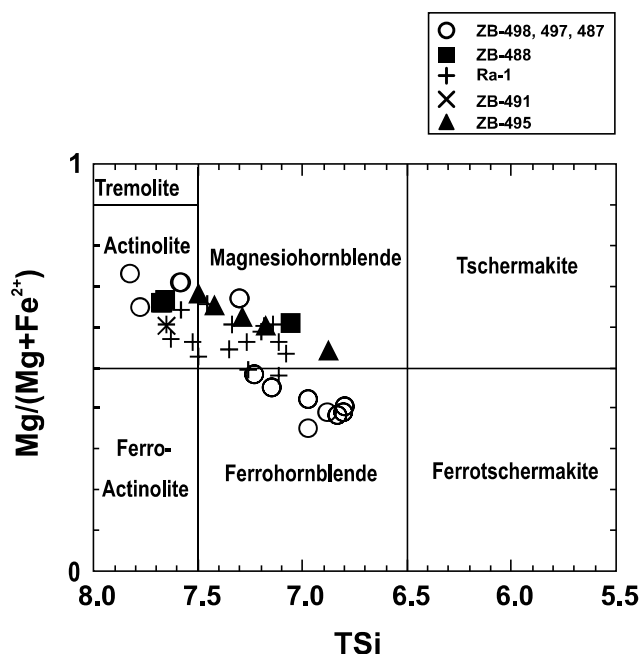


Fig. 6 Plot of amphibole compositions from metabasites from the thermal aureole of the Tanvald granite (classification after Leake et al. 2004). Marked samples include localities of both fine-grained and porphyritic metabasites in different parts of the thermal aureole.

are monoclinic calcic amphiboles ($(Ca_B > 1.5; (Na + K)_A < 0.50, Ti < 0.50, Ca_A < 0.5)$) (Fig. 6, Tab. 2), which are classified as ferrohornblende, magnesiohornblende and actinolite (Leake et al. 2004). The contents of Si in T site range between 6.80 and 7.79; they have very low TiO_2 (0.2–0.4 wt %) and MnO (0.10–1.18 wt %). The amphiboles have very low contents of alkalis, $(Na + K)_A$ ranging between 0.1 and 0.4.

The samples from Rádlo, described also by Klomínský et al. (2004), contain small amounts of Fe-Mg amphiboles classified as cummingtonite with $(Ca + Na)_B < 1.00$ and $(Mg, Fe^{2+}, Mn) > 1$. These amphiboles exhibit the highest contents of FeO (21.5–22.1 wt %). Association of magne-

siohornblende and actinolite ± cummingtonite is typical of fine-grained metabasites from the inner part of the aureole. Composition of the associated feldspar ranges from bytownite to anorthite. Ferrohornblende, magnesiohornblende, together with a small amount of actinolite, are more frequent in metadolerite with weaker imprint of contact metamorphism. Hornblende with chlorite and actinolite predominate in the least metamorphosed sample ZB-487 from Kokonín (Tab. 4).

Metabasites with relicts of porphyritic texture mostly contain more hornblende, and their amphiboles are usually rich in CaO. The back-scattered electron images of various textures in metabasites are presented in Fig. 7.

Tab. 2 Representative analyses of amphiboles in metabasites from the thermal aureole of the Tanvald granite, recalculated on the basis of 23 O equivalents. Fe^{2+}/Fe^{3+} ratios were calculated following Richard (1995).

Sample	ZB-487	ZB-487	ZB-487	ZB-488	ZB-488	ZB-498	ZB-498	Ra-4	Ra-5
Analysis	2	2	3	1	2	10	11		1
Mineral	Act	Act Hbl	Act	Act	Cum	FeHbl	FeHbl	MgHbl	MgHbl
SiO ₂	52.27	50.79	54.68	52.85	54.16	44.49	45.99	48.29	49.57
TiO ₂	0.15	0.11	0.13	0.21	0.26	0.40	0.12	0.36	0.13
Al ₂ O ₃	4.36	6.48	1.75	3.31	1.38	10.62	9.67	6.48	5.93
FeO	11.04	12.64	10.96	14.24	21.91	20.70	20.44	16.34	15.06
MnO	0.33	0.29	0.28	0.29	0.58	0.22	0.35	0.79	0.57
MgO	15.26	14.43	16.65	15.96	16.98	7.48	8.44	13.06	12.89
CaO	12.37	12.60	12.63	9.56	2.11	11.52	10.77	9.98	11.26
Na ₂ O	0.57	1.02	0.21	0.62	0.37	0.88	0.78	1.20	1.05
K ₂ O	b.d.	0.05	0.00	0.02	b.d.	0.28	0.22	0.12	0.13
Total	96.32	98.41	97.29	97.06	97.71	96.59	96.78	96.64	96.71
Number of atoms									
Si	7.584	7.299	7.830	7.661	7.890	6.804	6.974	7.196	7.336
Al	0.416	0.701	0.170	0.339	0.110	1.196	1.026	0.804	0.664
Σ T	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Al	0.329	0.395	0.126	0.226	0.127	0.717	0.701	0.333	0.369
Ti	0.016	0.012	0.014	0.023	0.028	0.046	0.014	0.040	0.014
Mg	3.301	3.091	3.555	3.449	3.688	1.705	1.908	2.901	2.844
Fe ²⁺	1.340	1.502	1.306	1.303	1.157	2.531	2.377	1.722	1.759
Mn	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CCa	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ C	5.001	5.000	5.001	5.001	5.000	4.999	5.000	4.996	4.986
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	0.000	0.018	0.007	0.424	1.513	0.116	0.215	0.314	0.105
Mn	0.026	0.035	0.034	0.036	0.072	0.028	0.045	0.100	0.071
Ca	1.923	1.940	1.938	1.485	0.329	1.855	1.740	1.586	1.785
Na	0.051	0.007	0.022	0.056	0.086	0.000	0.000	0.000	0.038
Σ B	2.000	2.000	2.001	2.001	2.000	1.999	2.000	2.000	1.999
Ca	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.010	0.007	0.000
Na	0.109	0.277	0.037	0.118	0.018	0.261	0.229	0.347	0.263
K	–	0.009	0.000	0.004	–	0.055	0.043	0.023	0.025
Σ A	0.104	0.286	0.037	0.122	0.011	0.348	0.282	0.377	0.288
Σ cations	15.104	15.286	15.037	15.122	15.011	15.348	15.282	15.377	15.288
Σ O	22.999	22.998	23.000	22.999	23.000	22.997	22.997	22.998	22.998

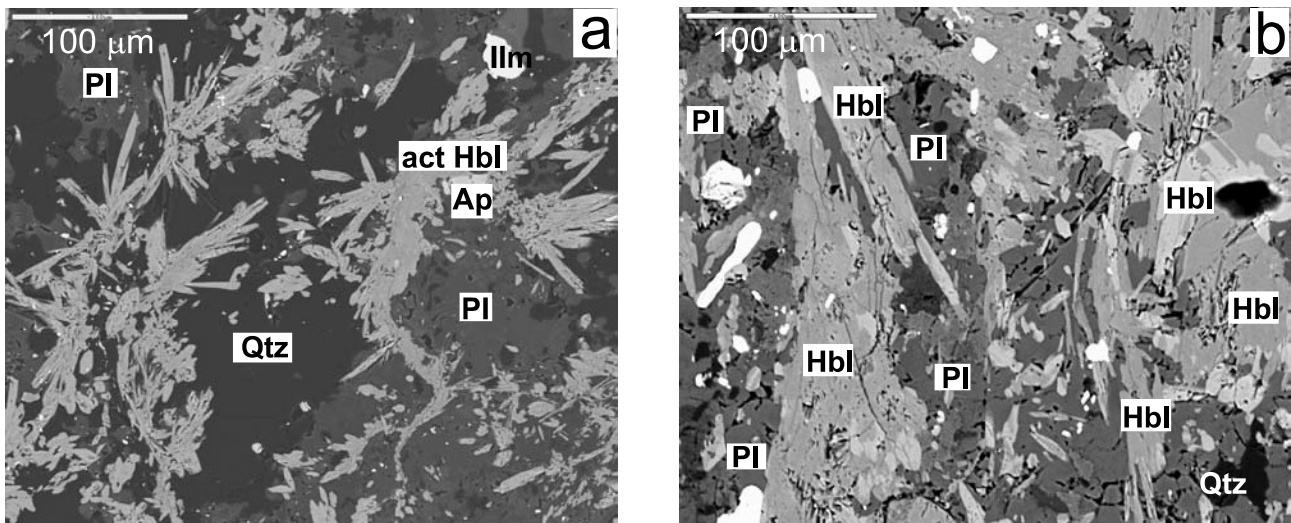


Fig. 7 Back-scattered electron (BSE) images of different textures in metabasites from the thermal aureole of the Tanvald granite. **a** – Radiating aggregates of actinolite and actinolitic hornblende between veinlets and lenses of hydrothermal quartz. **b** – Metabasite with preserved plagioclase and amphibole phenocrysts replaced by large hornblende crystals; plagioclase grains are recrystallized in fine-grained mosaic and small hornblende crystals are enclosed in plagioclase.

8.2. Feldspars

Feldspar is the second most common mineral in the fine-grained metabasites. The only feldspar in metabasites is plagioclase, except for sample ZB-498, where several grains of K-feldspar were identified.

The composition of plagioclase ranges from albite to anorthite (Fig. 8, Tab. 3). However, albite was identified only in sample ZB-491 from Rádlo. Plagioclase of andesine to labradorite (An_{30-45}) composition is typical of metabasites with relics of porphyritic texture. Bytownite to anorthite are the most common feldspars in fine-grained metabasites, but plagioclases of intermediate composition occur also in some samples (ZB-498) in the outer part of the aureole. The microprobe analyses revealed discontinuous reverse zoning in the plagioclase. The inner parts of the grains have the andesine to labradorite composition, partly overgrown by labradorite to anorthite rims. Calcic feldspar growth is connected with the thermal peak of contact metamorphism.

8.3. Minor and accessory minerals

Except major minerals like amphiboles and plagioclase, the metabasites contain several minor and accessory mineral phases: ilmenite, chlorite, biotite, titanite, apatite, magnetite and sulphides (pyrite, pyrrhotite, arsenopyrite, chalcopyrite and sphalerite – Šrein et al. 2003).

Ilmenite is present as large subhedral to euhedral grains in metabasites with relicts of doleritic texture. In sample ZB-472, alteration products have replaced most of the original magmatic ilmenite. In the majority of other samples, titanite or unidentified secondary minerals form

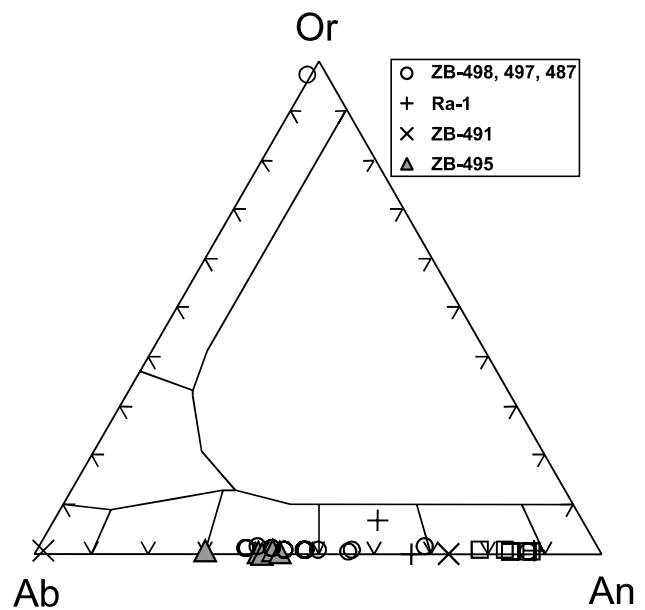


Fig. 8 Composition of plagioclases from metabasites of the Tanvald granite thermal aureole in the albite–orthoclase–anorthite plot.

only thin rims around larger ilmenite grains. Ilmenite or ilmenite alteration products are present in the fine-grained metabasite mostly as smaller anhedral grains in recrystallized and deformed aggregates in the matrix.

The composition of ilmenite is shown in Tab. 5, and another analysis of ilmenite from Rádlo was published by Klomínský et al. (2004). Ilmenites contain a pyrophanite component (MnO 1.08–6.9 wt %) and significant amounts of Fe_2O_3 (calculated from the stoichiometry); in contrast, the content of MgO is very low (0.09–0.26 wt %).

Titanite replaces magmatic ilmenite along the grain margins. In some metadolerites that show weaker effects of contact metamorphism, the former ilmenite crystals are almost completely replaced by unidentified fine-grained secondary minerals. This type of replacement is typical of metadolerites metamorphosed under blueschist- or greenschist-facies conditions in the ZBVC and Ještěd Mts.

Chlorite is present only as minor phase in metabasites, mainly in samples taken from the outer part of the thermal aureole (Zb-487 Kokonín), and also in sample ZB-498 from Velké Hamry, which is located close to the contact with the Tanvald granite. The chlorite forms pale green or darker flakes that are intergrown with actinolite or ferrohornblende. The inclusions of ilmenite or other opaque minerals crystallized along the cleavage planes of chlorite. In crossed nicols, the chlorite exhibits anomalous brown or brown-violet interference colours. It seems to be in textural equilibrium with the surrounding amphiboles.

According to the chlorite classification of Bayliss (1975), chlorites from the me-

Tab. 3 Representative analyses of feldspars in studied metabasites, recalculated on the basis of 20 O equivalents.

Sample	ZB-488	ZB-491	ZB-491	ZB-495-1	ZB-495	ZB-498	ZB-498	ZB-498
Analysis	1	4	6	1	2	11	13	15
SiO ₂	45.73	49.60	69.05	58.00	58.88	55.27	57.50	55.92
Al ₂ O ₃	33.51	32.39	20.03	27.26	26.07	28.33	26.88	28.84
FeO	0.30	0.55	0.08	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
CaO	18.35	15.45	0.23	9.05	8.75	10.03	9.10	10.36
Na ₂ O	1.46	3.14	11.91	6.93	7.37	5.96	6.90	6.20
K ₂ O	b.d.	b.d.	0.14	0.12	0.03	0.05	0.14	0.06
Total	99.35	101.13	101.44	101.36	101.10	99.64	100.52	101.38
Si	8.506	8.991	11.914	10.269	10.444	9.982	10.276	9.942
Al	7.341	6.914	4.070	5.684	5.446	6.025	5.657	6.038
Fe ²⁺	0.047	0.083	0.012	–	–	–	–	–
Ca	3.657	3.001	0.043	1.717	1.663	1.941	1.742	1.973
Na	0.527	1.104	3.984	2.379	2.535	2.087	2.391	2.137
K	–	–	0.031	0.027	0.007	0.012	0.032	0.014
Cations	20.077	20.093	20.054	20.084	20.096	20.047	20.098	20.104
Ab	12.6	26.9	98.2	57.7	60.3	51.7	57.4	51.8
An	87.4	73.1	1.1	41.6	39.5	48.0	41.8	47.8
Or	–	–	0.8	0.7	0.2	0.3	0.8	0.3

Tab. 4 Representative analyses of chlorite in studied metabasites, recalculated on basis of 36 O and 16 OH equivalents.

Sample	ZB-498-1	ZB-498-13	ZB-498-15	ZB-498-17	ZB-498-2	ZB-498-6	ZB-498-8
Analysis	1	13	15	17	2	6	8
SiO ₂	28.63	33.92	31.33	29.35	27.05	33.92	31.33
TiO ₂	0.23	0.05	0.09	b.d.	0.19	b.d.	b.d.
Al ₂ O ₃	18.91	15.73	16.79	20.19	18.53	15.73	16.79
FeO	24.94	14.46	14.95	19.27	25.23	14.46	14.95
MnO	0.06	0.05	0.16	0.15	0.27	0.05	0.16
MgO	15.77	23.94	23.45	19.47	15.45	23.94	23.45
CaO	0.10	0.04	0.17	0.22	0.18	0.04	0.17
Na ₂ O	0.37	0.35	0.41	0.36	0.54	0.35	0.41
K ₂ O	0.86	0.08	b.d.	b.d.	0.50	0.08	0.05
H ₂ O ⁺	11.69	12.33	12.05	12.00	11.35	12.32	12.04
Total	101.55	100.85	99.44	100.89	99.28	100.79	99.34
Si	5.875	6.600	6.236	5.867	5.714	6.604	6.242
Al ^{IV}	2.125	1.400	1.764	2.133	2.286	1.396	1.758
Al ^{VI}	2.444	2.205	2.171	2.619	2.324	2.211	2.180
Ti	0.036	0.007	0.013	0.000	0.030	0.000	0.000
Fe ²⁺	4.279	2.353	2.488	3.221	4.457	2.355	2.490
Mn	0.010	0.009	0.026	0.025	0.048	0.009	0.026
Mg	4.824	6.943	6.957	5.800	4.866	6.946	6.964
Ca	0.021	0.009	0.036	0.046	0.041	0.009	0.036
Na	0.145	0.132	0.158	0.140	0.221	0.132	0.158
K	0.224	0.020	0.013	0.005	0.134	0.020	0.013
Cations	19.983	19.660	19.862	19.832	20.121	19.664	19.867

*calculated from stoichiometry

Tab. 5 Representative analyses of ilmenite and apatite in metabasites from the thermal aureole of Tanvald granite. Ilmenite recalculated on basis of 6 O equivalents and apatite of 12 O equivalents.

Sample	ZB-498-1	ZB-498-2	ZB-495
Analysis	30	31	2
SiO ₂	0.38	2.69	0.42
TiO ₂	b.d.	b.d.	48.32
Al ₂ O ₃	b.d.	b.d.	0.24
Fe ₂ O ₃ *	b.d.	b.d.	3.54
FeO	0.44	0.60	43.73
MnO	b.d.	b.d.	1.08
MgO	0.10	0.48	0.26
CaO	54.52	53.15	0.40
Na ₂ O	b.d.	b.d.	b.d.
K ₂ O	0.07	b.d.	b.d.
P ₂ O ₅	42.11	39.27	b.d.
Total	97.61	96.13	98.00
Si	0.031	0.220	0.022
Ti	–	–	1.876
Al	–	–	0.015
Fe ³⁺	–	–	0.138
Fe ²⁺	0.030	0.041	1.888
Mn	–	–	0.047
Mg	0.012	0.059	0.020
Ca	4.709	4.661	0.022
Na	–	–	–
K	0.007	–	–
P	2.874	2.721	–
Cations	7.662	7.696	4.027

*calculated from stoichiometry

tabasite are Mg and Fe chlorite (Tab. 4). Two chlorite groups were distinguished: chlorites rich in Mg end-member clinocllore, which are richer in SiO₂ and poorer in Al₂O₃, and chamosite-rich chlorites, which, in contrast with the previous group, are depleted in SiO₂ and enriched by Al₂O₃.

Biotite occurs only occasionally in samples ZB-464, ZB-474 and it is strongly chloritized on a submicroscopic scale. The strongly pleochroic flakes of biotite are concentrated in a single local domain of the thin section. The X_{Fe} of biotite varies between 0.4 and 0.5, but it may be influenced by chloritization.

Apatite is one of the most common accessory minerals in both types of metabasites that occur in the thermal aureole (Fig. 7). Examples of apatite compositions are given in Tab. 5.

9. Conditions of contact metamorphism

Minerals from the magmatic and metamorphic stages and their associated structures were strongly overprinted

during the contact metamorphic processes, and relics of the previous regional metamorphic stage are only scarcely preserved.

Metabasite contains actinolite, Fe-Mg hornblende, and, in some cases, cummingtonite in textural equilibrium. The presence of both actinolite and hornblende is known from the greenschist/amphibolite facies transition (Dale et al. 2005 and references therein). Ferrohornblende + actinolite and magnesiohornblende + actinolite may co-exist at pressures up to 0.4 GPa within the temperature range of 400–600 °C. The associated plagioclase belongs mostly to labradorite–anorthite.

The temperature of the contact metamorphism reached by the metabasites was estimated using the plagioclase amphibole thermometer of Holland and Blundy (1994), which is based on the *edenite* + *albite* = *richterite* + *anorthite* reaction. The calculated temperatures, assuming pressures of 0.4 GPa range from *c.* 550 to 720 °C, but most of the obtained temperatures fall in the interval 600–700 °C.

The first contact metamorphic minerals in host metasediments are biotite and cordierite. The first appearance of biotite is accompanied by the growth of small cordierite porphyroblasts, according to the reaction *muscovite* + *chlorite* + *quartz* = *cordierite* + *biotite* + *H₂O*. In samples from Rádlo locality, garnet was present in small amounts in some Fe- and Mn-rich protoliths, but it is now completely replaced by biotite. With increasing temperature in inner part of the aureole, the cordierite porphyroblasts became larger and enclosed abundant inclusions of matrix minerals. Growth of skeletal andalusite porphyroblasts was probably associated with the reaction: *muscovite* + *chlorite* + *quartz* = *cordierite* + *andalusite* + *H₂O*. The rocks acquired a typical hornfelsic granolepidoblastic texture, but relics of older schistosity remain preserved up to the contact.

Because the reaction *muscovite* + *plagioclase* + *quartz* = *alumosilicate* + *K-feldspar* + *H₂O* was not exceeded, the upper temperature limit for the peak contact metamorphic metapelite assemblage is around 600°C, according to the P-T grids in the KFMASH system (Spear and Cheney 1989). The above-described assemblages are typical of low-pressure aureoles (up to 0.4 GPa).

10. Discussion

10.1. Comparison of the mineral assemblages and textures of metabasites within the thermal aureole with metabasites from KJCU

The mineral assemblages of the metabasites are unique in the Czech part of KJCU, especially the fine-grained

metabasites which were used as a raw material for making stone tools. The porphyritic “metadolerites” overlap texturally with some types of blueschist/greenschist-facies metadolerites from the Železný Brod area, the Ještěd Mts. and the Rýchory Mts., but differ somewhat in the mineral assemblages. Calcic plagioclase (labradorite, anorthite) typically occurs in the fine-grained metabasite from the thermal aureole, while outside the aureole, the metabasites typically contain albite.

While actinolite and hornblende pseudomorphs after older amphibole form sheaf-like or whisker-like aggregates in the amphibole hornfelses, amphiboles in metadolerites outside the aureole are mostly represented by homogeneous larger crystals of actinolite (uralite). Acicular aggregates of amphibole or actinolite typically develop at the margin of large grains of altered amphibole. Parageneses with chlorite, epidote and/or clinozoisite prevail in greenstones and greenschists outside the aureole. Actinolite is mostly a subordinate mineral in greenschist-facies metabasites, but it is relatively common in more massive metadolerites and metagabbros in the Železný Brod area (Patočka et al. 2000). In the Rýchory Mts., where the metamorphic grade reached the lower amphibolite facies, biotite and hornblende is a quite common constituent in effusive metabasites and metadolerites (Patočka et al. 2000). No relics of blueschist-facies minerals have been preserved in the studied metabasites from the thermal aureole, while these occur, albeit rarely, in the metagabbros and metabasites in the Železný Brod area (Fediuk 1962; Cháb and Vrána 1979; Giraud and Burg 1984). The fine-grained basaltic partly amygdaloidal lavas from the Upper Devonian–Lower Carboniferous Jítrava Group have similar fine-grained textures, but contain only greenschist-facies minerals.

The metabasites with relics of porphyritic textures (metadolerites) from the contact zone differ less significantly from similar rock types outside the aureole. They have more calcic feldspar (oligoclase to labradorite); any relics of magmatic amphiboles or pyroxenes are missing. Ilmenite is almost completely altered. Epidote is less common in comparison with the high epidote content of metadolerite outside the aureole. The content of chlorite is much lower, and this mineral is lacking in samples from the inner part of the aureole.

10.2. Other possible sources of metabasites for making stone tools in the Bohemian Massif

The exceptional mechanical properties of metabasites in the thermal aureole of the Tanvald granite are caused mainly by the fine-grained textures of primary magmatic or possibly volcanoclastic rocks and the relatively low temperature (*c.* 540–600 °C) during contact metamor-

phism. Because of these factors, the stability of the actinolite was not completely exceeded, and thus the actinolite occurs with hornblende in randomly oriented sheaf-like or whisker aggregates. This means that the thermal aureoles of plutonic rocks, where greenschist-to lower amphibolite-facies metabasites occur, represent the best environment for the formation of such rocks. As follows from the study of Neolithic artefacts (Christensen et al. 2006), the metabasites they are made from should have alkali basalt protolith. This is indeed the case for metabasites in the studied area (Patočka et al. 2000).

Their relatively fine-grained texture is an advantage from point of view of the mechanical properties and workability of the future stone tools.

Potential localities of this type of metabasite include other parts of the thermal aureole of KJPC and the German part of the Smrčiny/Fichtelgebirge area where Cambro–Ordovician bimodal volcanic suites occur (Furnes et al. 1994; Siebel et al. 1997; Kachlík and Patočka 1998, Patočka et al. 2000; Christensen et al. 2006; Kachlík 2007). Also, bimodal Devonian to Early Carboniferous suites occur in the Saxothuringian and Rhenohercynian realm (Patočka and Valenta 1996; Kachlík and Patočka 2001; Janoušek et al. 2006; Timmerman et al. 2007 and references therein). For example, two samples from the Maxen (Elbtalschiefergebirge) locality examined by us have very similar texture, but differ in their mineral compositions (higher epidote and chlorite contents). Their contact metamorphic overprint was rather low compared with the thermal aureole of the Tanvald granite. Other localities closer to apophyses of the Meissen Pluton may also be a potential source of similar metabasites. The Devonian bimodal suite in Vrbno Formation and Šternberk–Horní Benešov Belt (Moravia) has to be included in the list of potential source areas as well, in spite of the fact that these metabasites are mostly situated far from Variscan intrusions. In addition, the fibrous amphiboles in greenschists occur in the lower grade parts of the Zábřeh Crystalline Unit, but these localities are far from the thermal aureoles of the Variscan tonalites. The Precambrian greenschists in the roof pendants of the Cadomian Brno Pluton underwent Variscan shearing and do not have alkaline chemistry. The amphibolites from higher grade units of the Bohemian Massif usually exhibit rather well-equilibrated fine- or coarse-grained textures and amphibolite-facies mineralogy, but do not contain fibrous actinolite. Greenschist-to epidote amphibolite-facies in Neoproterozoic basic rocks in the Jílové Zone and in roof pendants of the Central Bohemian Pluton also have different textural and chemical characteristics. From this point of view, it seems most probable that the majority of the artefacts come from the contact of KJPC and possibly from the Smrčiny (Fichtelgebirge) area, as was suggested by Christensen et al. (2006). However, in contrast to Christensen et al. (2006),

who suggested Neoproterozoic age for the metabasites, the Early Paleozoic (Cambrian to Devonian) protoliths are supported by the new U-Pb zircon ages of metarhyolites and alkali basaltic rocks (Kachlík and Crowley unpublished data). These rocks are an important counterpart of the Cambro-Ordovician and Devonian bimodal volcanic suites occurring in the KJCU.

10.3. *Distribution of actinolite hornfels metabasites in archaeological localities of the Czech Republic and Central Europe*

The geographic distribution of the Jizera Mts. raw material is very different from the distribution of silicites. During the lower and middle Neolithic, this raw material became absolutely dominant in all regions of Bohemia, Moravia and neighbouring Saxony. It predominates in Bohemian localities, for instance Turnov–Maškovy zahrady (Šída 2007b), Bylany (Pavlů and Rulf 1991), Horky (Davidová et al. 2004), Kosof (Šreinová et al. 2000) and at many other sites. In Moravia, we can find it at the Vedrovice site (Přichystal 2002; Šrein pers. com.), where it constitutes more than 95 % of the artefacts, and also at Mohelnice (Tichý pers. com.).

The percentage of various silicite raw materials decreases below 30 % at distances between 70 and 150 km from the primary source. The picture is completely different for metabasites of the Jizera Mts. type. In southern Moravia, more than 95 % of the raw material comes from the Jizera Mts., i.e. from the distance of more than 250 km. The whole distribution area is still uncertain. We know that, in the lower Neolithic of northern Hessen, these metabasites account for *c.* 70 % of the raw material, and, in south Hessen, it represents *~* 50 % (Ramminger 2005). This raw material seems to be dominant at a distance of more than 450 km. There was found no other similar distribution system during the Neolithic period in Central Europe. Recent findings clearly indicate that the distribution system included a wide area of Linear-Band Culture (Bohemia, Moravia, Western Slovakia, southern Poland, Germany including Bavaria and probably northern Austria and The Netherlands).

11. Conclusions

The metabasites form relatively thin bodies, from several centimetres up to 2 m in thickness, intercalated in the host metasedimentary rocks. Based on petrographic investigation, two types of contact-metamorphosed actinolite-hornblende hornfels were distinguished: 1) fine-grained, amphibole-rich metabasites, which were used for manufacturing Neolithic tools because of their

suitable mechanical properties, and 2) metabasites with relics of porphyritic texture.

On the basis of their large lateral extent and intimate alternation with host sediments on a centimetre scale, fine-grained metabasites may have originally represented volcanoclastic rocks (tuffs) or alternatively thin, very fine-grained or glassy dykes, which cooled very quickly. The porphyritic metabasites rich in feldspar correspond to former dolerite sills or dykes.

Host rocks are various types of cordierite-biotite spotted schists in the outer part of the thermal aureole, which pass into coarse-grained andalusite-cordierite-biotite hornfels close to the contact.

Metabasites contain several types of amphibole, calcic plagioclase (andesine to labradorite) plagioclase and ilmenite. Common minor and accessory phases are apatite, ilmenite or its alteration products, magnetite and sulphides. Quartz, biotite and chlorite are sometimes present in fine-grained metabasites. The two groups differ mainly in plagioclase composition, which is more calcic in fine-grained types, and also in their amphibole/plagioclase ratio and textures.

Mineral assemblages of metabasite are mainly a product of contact metamorphic reactions and mineral recrystallization, whereas relicts of magmatic minerals and minerals from older regional metamorphic stages are scarce. Above-mentioned petrographic and mineralogical features distinguish metabasite in the thermal aureole of the KJPC from all other metabasites outside of it. The peak temperatures of contact metamorphism range from 600 to 720 °C, as estimated using the Holland and Blundy (1994) amphibole-plagioclase thermometer, but most of the temperatures that were calculated are scattered between *c.* 600–700 °C for pressures of 0.4 GPa. The absence of Kfs + aluminosilicate in the contact metamorphic parageneses and the absence of chlorite and epidote in the peak contact metamorphic assemblage in metabasalts bracket peak metamorphic conditions between *c.* 540 and 600 °C.

The petrological, geochemical and mineralogical comparison of metabasites from the source area with the material of Neolithic tools found in Germany and southern Moravia provide evidence that the Neolithic tools in Germany primarily originated in the contact zone of KJPC and that the tools were an object of trade over distances of several hundred kilometres.

The contact-metamorphosed Cambro-Ordovician low-grade metabasites from the contact zone of the Smrčiny granite could be another viable source of metabasites used for tool production in the Bohemian Massif. Similar material could supply Devonian to Lower Carboniferous fine-grained alkali basalts from the Saxothuringian or Rhenohercynian Zone, which underwent greenschist-facies metamorphism and occur in the contact zone of

Variscan granites. The thermal aureole of the Meissen Massif could be a potential source of these rocks on the basis of certain textural and petrological similarities between basic rocks from Maxen and Ještěd areas.

Acknowledgements We greatly appreciate the constructive and thorough reviews by S. Vrána and M. Murtezi. Their comments and suggestions improved the former manuscript significantly.

This work was funded by grant 269/2006/B-GEO/PřF provided by the Grant Agency of Charles University, by grant 205/07/0783 by Grant Agency of the Czech Republic (V. Kachlík), and by Research Scheme MSM0021620855 (V. Kachlík). The authors are indebted to Dr. J. Klomínský for valuable information about metabasite occurrences and for providing material and photos from the excavation at V. Hamry. We also would like to thank Univ. Prof. Dr. Walter Kutschera, Univ. Prof. Mag. Dr. Eva Wild and Mag. Dr. Peter Steier (Vienna Environmental Research Accelerator Laboratory) for the radiocarbon dating of the samples from the archaeological excavations and R. Procházka (Laboratories of the Geological Departments, Charles University) for assistance during mineral analyses processing.

References

- BAYLISS P (1975) Nomenclature of the trioctahedral chlorites. *Canad Mineral* 13: 178–180
- BENDL J, PATOČKA F (1995) The $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ isotope geochemistry of the metamorphosed bimodal volcanic association of the Rýchory Mts. Crystalline Complex, West Sudetes, Bohemian Massif. *Geol Sudet* 29: 3–18
- BUKOVANSKÁ M (1992) Petroarchaeology of Neolithic artefacts from Central Bohemia, Czechoslovakia. *Scripta Fac Sci Univ Brun Geol* 22: 7–16
- CHÁB J, VRÁNA S (1979) Crossite-actinolite amphiboles of the Krkonoše-Jizera crystalline complexes and their geological significance. *Věst Ústř Úst geol* 54: 143–152
- CHALOUPSKÝ J, ČERVENKA J, JETEL J, KRÁLÍK F, LÍBALOVÁ J, PÍCHOVÁ E, POKORNÝ J, POŠMOURNÝ K, SEKÝRA J, SHRBENÝ O, ŠALANSKÝ J, ŠRÁMEK J, VÁCL J (1989) Geology of the Krkonoše and Jizerské hory Mts. *Czech Geological Survey, Prague*, pp 1–288 (in Czech with English summary)
- CHLUPÁČ I (1993) Stratigraphic evaluation of some metamorphic units in the northern part of the Bohemian Massif. *Neu Jb Geol Paläont, Abh* 188: 363–388
- CHRISTENSEN AM, HOLM PM, SCHUESSLER U, PETRASCH J (2006) Indications of a major Neolithic trade route – an archaeometric geochemical and Sr, Pb isotope study on amphibolitic raw material from present day Europe. *Appl Geochem* 21: 1635–1655
- CYMMERMAN Z, PIASECKI MA, SESTON R (1997) Terranes and terrane boundaries in the Sudetes, northeast Bohemian Massif. *Geol Mag* 134: 717–725
- DALE J, POWELL R, WHITE RW, ELMER FL, HOLLAND TJB (2005) A thermodynamic model for Ca-Na clin amphiboles in $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{FeO}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ for petrological calculations. *J Metamorph Geol* 23: 771–791
- DAVIDOVÁ T, ŠÍDA P, ŠREINOVÁ B, ŠREIN V (2004) Stone industry from feature 36 in Horky nad Jizerou, district Mladá Boleslav. *Archeol ve stř Čechách* 8: 193–208 (in Czech)
- DUTHOU JL, COUTURIE JP, MIERZEJEWSKI MP, PIN C (1991) Another dating of granite sample from the Karkonosze Mountains using Rb-Sr total rock isochron method. *Przeegl Geol* 36: 75–79 (in Polish with English summary)
- FEDIUK F (1962) Vulkanity železnobrodského krystalinika. *Rozpr Ústř Úst geol* 29: 1–116 (in Czech)
- FRANKE W (1989) Variscan plate-tectonics in Central Europe – current ideas and open questions. *Tectonophysics* 169: 221–228
- FRANKE W, ŻELAŻNIEWICZ A (2000) The eastern termination of the Variscides: terrane correlation and kinematic evolution. In: FRANKE W, HAAK V, ONCKEN O, TANNER D (eds) *Orogenic Processes: Quantification and Modelling in the Variscan Belt*. *Geol Soc London Spec Publ* 179: pp 63–86
- FRANKE W, ŻELAŻNIEWICZ A, POREBSKI SJ, WAJSPYRCH B (1993) Saxothuringian Zone in Germany and Poland – differences and common features. *Geol Rundsch* 82: 583–599
- FURNES H, KRYZA R, MUSZYNSKI, A, PIN C, GARMANN LB (1994) Geochemical evidence for progressive, rift-related early Paleozoic volcanism in the western Sudetes. *J Geol Soc, London* 151: 91–109
- GRÄNZER J (1933) Nephrit aus dem Phyllitkontakt im Südwesten des Isergebirgsgranits. *Firgenwald* 3: 89–96. Liberec
- GUIRAUD M, BURG JP (1984) Mineralogical and petrological study of a blueschist metatuff from the Železný Brod Crystalline Complex, Czechoslovakia. *Neu Jb Mineral, Abh* 149: 1–12
- HOLLAND TJB, BLUNDY JD (1994) Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contrib Mineral Petrol* 116: 433–447
- HUYER A (1914) Granitkontakt des Schwarzbrunnberges bei Gablonz a. N. *Lotos* 62: 22–24
- HUYER A (1928) Der Granitkontakt des Schwarzbrunnberges. *Mitt Ver Naturfor (Reichenberg)* 50: 48–65
- JANOUŠEK V, HANŽL P, AICHLER J, PECINA V, ERBAN V, WILÍMSKÝ D, ŽÁČEK V, MIXA P, BURIÁNKOVÁ K, PUDILOVÁ M, CHLUPÁČOVÁ M (2006) Contrasting petrogenesis of two

- volcanic suites in the Devonian Vrbno Group (Hrubý Jeseník Mts., Czech Republic). *Geolines* 20: 57–59
- KACHLÍK V (2006) Poniklá Group (Ordovician–Lower Devonian). In: KLOMÍNSKÝ J, ADAMOVÁ M, BURDA J, JARCHOVSKÝ T, KACHLÍK V, KOŘÁN V, KRÍBEK, B, MANOVÁ, M, NEKOVAŘÍK Č, ŠALANSKÝ K. Explanations to a basic geological map of Czech Republic 1:25 000 03-322 Jablonec n. Nisou. Czech Geological Survey, Prague, pp 16–18 (in Czech)
- KACHLÍK V (2007). Upper Palaeozoic dyke rocks of the Bohemian part of the Krkonoše–Jizera Crystalline Unit. In: RAPPRIČH V, ŘÍDKOŠIL T (eds) VENTS 2007. Turnov–Sedmihorky. Muzeum Českého ráje, Turnov, pp 12–15
- KACHLÍK V, PATOČKA F (1998) Cambrian/Ordovician intracontinental rifting and Devonian closure of the rifting generated basins in the Bohemian Massif realms. *Acta Univ Carol, Geol* 42: 433–441
- KACHLÍK V, PATOČKA F (2001) Late Devonian to Early Carboniferous bimodal volcanic rocks of the Ještěd Range Unit: constraints on the development of the Variscan orogenic wedge. *Geolines* 13: 74–75
- KLOMÍNSKÝ J (1969) Granitoid massif of Krkonoše–Jizerské hory. *Sbor geol Věd Geol* 15: 7–133
- KLOMÍNSKÝ J, TÁBORSKÝ Z (2003). Findings of quartz veins with wolframite and cassiterite in exocontact of the Tanvald granite close to Liberec in Northern Bohemia. *Uhlí rudy geol průzk* 51: 28–30 (in Czech)
- KLOMÍNSKÝ J, FEDIUK F, SCHOVÁNEK P, GABAŠOVÁ A (2004) The hornblende-plagioclase hornfels from the contact aureole of the Tanvald granite, northern Bohemia – the raw material for Neolithic tools. *Bull Geosci* 79: 63–70
- KLOMÍNSKÝ J, ADAMOVÁ M, BĚLOHRADSKÝ V, BURDA J, KACHLÍK V, LOCHMANN Z, MANOVÁ M, NEKOVAŘÍK Č, NÝVLT D, ŠALANSKÝ K (2006) Explanations to a basic geological map of the Czech Republic 1:25 000 03-143 Liberec. Czech Geological Survey, Prague, pp 1–68 (in Czech)
- KLOMÍNSKÝ J, SCHOVÁNEK P, JARCHOVSKÝ T, SULOVSÝ P, TOUŽIMSKÝ M (2007) Contact of Tanvald and Liberec granite at Jablonec nad Nisou. *Zpr geol výzk v Roce* 2006: 24–29 (in Czech)
- KODYM O, SVOBODA J (1948) The Caledonian nappiform architecture of the Krkonoše and Jizerské hory Mts.). *Sbor Stát geol Úst* 15: 109–180 (in Czech with English summary)
- KOZDRÓJ W, TURNIAK K, TICHOMIROWA M, BOMBACH K, KACHLÍK V, ZIOLKOVSKA-KOZDRÓJ M (2005) New ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb zircon ages from the East Krkonoše Metamorphic Complex, West Sudetes – evidence of the Late Cambrian–Early Ordovician magmatism. *Geolines* 19: 69–70
- KRÖNER A, HEGNER E, HAMMER J, HAASE G, BIELICKI KH, KRAUSS M, EIDAM J (1994) Geochronology and Nd-Sr systematics of Lusatian granitoids – significance for the evolution of the Variscan orogen in East–Central Europe. *Geol Rundsch* 83: 357–376
- KRÖNER A, JAECKEL P, HEGNER E, OPLETAL M (2001) Single zircon ages and whole rock Nd isotopic systematics of early Palaeozoic granitoid gneisses from the Czech and Polish Sudetes (Jizerské hory, Krkonoše Mountains and Orlice-Sněžník Complex). *Int J Earth Sci* 90: 304–324
- LEAKE B E, WOOLLEY AR, BIRCH W D, BURKE EA J, FERRARIS G, GRICE JD, HAWTHORNE FC, KISCH HJ, KRIVOVICHEV VG, SCHUMACHER JC, STEPHENSON NCN, WHITTAKER EJW (2004) Nomenclature of amphiboles: additions and revisions to the International Mineralogical Association’s amphibole nomenclature. *Eur J Mineral* 16:191–196.
- MARHEINE D, KACHLÍK V, MALUSKI, H, PATOČKA F, ŹELAŹNIEWICZ A (2002) The Ar-Ar ages from the West Sudetes (NE Bohemian Massif): constraints on the Variscan polyphase tectonothermal development. In: WINCHESTER JA, PHARAOH T, VERNIERS J (eds) Palaeozoic Amalgamation of the Central Europe. *Geol Soc London Spec Publ* 201: pp 133–155
- MAZUR S, ALEXANDROWSKI P, KRYZA R, OBERC-DZIEDZIC T (2006) The Variscan Orogen in Poland. *Geol Quart* 50: 89–118
- MILCH L (1902) Beiträge zur Kenntniss der granitischen Gesteine des Riesengebirges. *Neu Jb Mineral Geol Paläont Beil-Bd (Stuttgart)* 12: 1–15
- NAREBSKI W (1994) Lower to Upper Paleozoic tectonomagmatic evolution of NE part of the Bohemian Massif. *Zbl Geol Paläont* 9–10: 961–972
- PATOČKA F, VALENTA J (1996) Geochemistry of the Late Devonian intermediate to acid metavolcanic rocks from the southern part of the Vrbno Group, the Jeseníky Mts. (Moravo-Silesian Belt, Bohemian Massif): paleotectonic implications. *Geolines* 4: 42–54
- PATOČKA F, FAJST M, KACHLÍK V (2000) Mafic-felsic to mafic-ultramafic Early Palaeozoic magmatism of the West Sudetes (NE Bohemian Massif): the South Krkonoše Complex. *Z geol Wiss* 28: 177–210
- PAVLŮ I, RULF J (1991) Stone industry from the Neolithic site of Bylany. *Památky archeol* 82: 277–365 (in Czech)
- PIN C, MIERZEJEWSKI MP, DUTHOU JL (1987) Age of the Karkonosze Mts. granite dated by the izochrone Rb/Sr and its initial Sr/Sr value. *Przegl Geol* 10: 512–517
- PROSTŘEDNÍK J, ŠÍDA P, ŠREIN V, ŠREINOVÁ B, ŠŤASTNÝ M (2005) Neolithic quarrying in the foothills of the Jizera Mountains and the dating thereof. *Archeol rozhl* 57: 477–492
- PŘICHYSTAL A (1991) Petrographic study of stone artefacts of Czechoslovak prehistory. In: SOUČEK J (ed) *Horniny ve vědách o Zemi*. Faculty of Science, Charles University in Prague, pp 19–33 (in Czech)
- PŘICHYSTAL A (2002) Discovery of Neolithic greenschist quarry in south part of Jizera Mountains (Northern Bohemia). *Kvartér (Brno)* 8: 12–14 (in Czech)

- RAMMINGER B (2005) Wirtschaftsarchäologische Untersuchungen zu alt- und mittelneolithischen Felsgesteinartefakten in Mittel- und Nordhessen – Archäologie und Rohmaterialbestimmung. Unpublished PhD. Thesis, University of Frankfurt, pp 1–635
- RICHARD LR (1995) MinPet: mineralogical and petrological data processing system, version 2.02. MinPet Geological Software, Québec, Canada
- SCHWARZ MG, SCHNEIDER W (1983) Wo liegen die Haufliefergebiete für das Rohmaterial Donaländischer Steinbeile und äxte in Mitteleuropa? *Archäol Korresp* 16: 29–44
- SIEBEL W, RASCHKA, H, IRBER W, KREUZER H, LENZ KL, HOHNDRORF A, WENDT I (1997) Early Palaeozoic acid magmatism in the Saxothuringian belt: new insights from a geochemical and isotopic study of orthogneisses and metavolcanic rocks from the Fichtelgebirge, SE Germany. *J Petrol* 38: 203–230
- SVOBODA J, CHALOUPSKÝ J (1966) The West Sudeten Crystalline. In: SVOBODA J, DVORÁK J, HAVLENA V, HAVLÍČEK V, HORNÝ R, CHLUPÁČ I, KLEIN V, KOPECKÝ L, MALECHA A, MALKOVSKÝ M, SOUKUP J, TÁSLER R, VÁCL J, ŽEBERA K (1966): *Regional Geology of Czechoslovakia, I*. Czech Geological Survey, Prague, pp 1–668
- ŠÍDA P (2004a) Neolithic and eneolithic stone industry in Upper Jizera River region. In: LUTOVSKÝ M (ed) *Otázky Neolitu a Eneolitu Našich Zemí 2003*, pp 377–408 (in Czech)
- ŠÍDA P (2004b) Neolithic polished stone industry in Upper Jizera River region. *Archeol ve stří Čechách* 8: 137–192 (in Czech)
- ŠÍDA P (2005) Additional sites with evidence of Neolithic quarrying and stone tools production in Jizera Mts. *Archeol ve stří Čechách* 9: 77–102 (in Czech)
- ŠÍDA P (2007a) Metabasites of contact aureole of Tanvald granite between Rádló and Příchovice used for the manufacture of Neolithic stone tools. Unpublished Diploma Thesis, Charles University in Prague, pp 1–159 (in Czech)
- ŠÍDA P (2007b) The use of stone raw materials in the Neolithic and Eneolithic. The workshop areas of the Upper Jizera Basin. *Dissertationes archaeologicae Brunenses/Pragensesque* 3, pp 1–282 (in Czech)
- SPEAR F, CHENEY JT (1989) A petrogenetic grid for pelitic schist in the system $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--FeO--MgO--K}_2\text{O--H}_2\text{O}$. *Contrib Mineral Petrol* 101: 149–164
- ŠREIN V, ŠREINOVÁ B, ŠTASTNÝ M, ŠÍDA P, PROSTŘEDNÍK J (2002) Neolithic quarrying areal on cadaster of Jistebsko village. *Archeol ve stří Čechách* 6: 91–99 (in Czech)
- ŠREIN V, ŠREINOVÁ B, ŠTASTNÝ M (2003) Discovery of unique Neolithic quarrying areal nearby Jistebsko in Northern Bohemia. *Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha)* 11: 19–32 (in Czech)
- ŠREINOVÁ B, LIČKA M, ŠREIN V, ŠTASTNÝ M (2000) Mineralogy and petrology of some artefacts from Kosof near Prague. *Krystalinikum* 26: 137–143
- ŠREINOVÁ B, ŠTASTNÝ M, ŠREIN V, ŠÍDA P (2005) Comparison of chemical composition of amphibole hornfelses in wide environs of the Neolithic production centre near Jistebsko, Jizerské hory. *Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz* 13: 218–224 (in Czech)
- TIMMERMAN MJ 2008 Palaeozoic magmatism, In: MCCANN T (ed) *The Geology of Central Europe Vol. 1: Precambrian and Palaeozoic*: London, Geological Society, pp 665–733
- TIMMERMANN H, PARRISH RR, NOBLE SR, KRYZA R (2000) New U-Pb monazite and zircon data from the Sudetes Mountains in SW Poland: evidence for a single-cycle Variscan orogeny. *J Geol Soc, London* 157: 265–268
- WINCHESTER JA, PATOČKA F, KACHLÍK V, MELZER M, NOWAKOWSKI C, CROWLEY QG, FLOYD, PA (2003). Geochemical discrimination of metasedimentary sequences in the Krkonoše-Jizera Terrane (West Sudetes, Bohemian Massif): paleotectonic and stratigraphic constraints. *Geol Carpath* 54: 267–280
- ŻELAŻNIEWICZ A (1997) The Sudetes as a Palaeozoic orogen in Central Europe. *Geol Mag* 134: 691–702

10. Prostředník, J. - Šída, P. - Šrein, V. - Šreinová, B. - Šťastný, M.
2005: Neolithic quarrying in the foothills of the Jizera Mountains
and the dating thereof, AR LVII, 477-492.

Neolithic quarrying in the foothills of the Jizera Mountains and the dating thereof

Neolitická těžba v podhůří Jizerských hor a její datování

Jan Prostředník – Petr Šída – Vladimír Šrein
– Blanka Šreinová – Martin Šťastný

The Neolithic quarrying complex discovered in 2002 in the Jistebsko cadastre (in the Jizera Mountains) is one of the oldest and largest relicts of its type in the Czech Republic. The raw material scatter indicates that the extraction and processing of the raw materials for polished stone tools, probably for distribution across contemporary Central Europe, began in the earliest phase of the Neolithic (the Linear Pottery culture – 5400 BC, Turnov-Maškovy zahrady: Šída forthcoming a) and probably continued through to the end of the early phase of the Stroke-Ornamented Ware culture (4500 BC). The completely preserved complex, covering 21.2 ha, is the only such monument known to have been preserved, and its significance extends well beyond the borders of the Czech Republic. The first radiocarbon dates for the site were obtained last year. The first, sampled from the surface layers, dates to the 16th century AD and shows that the whole area was deforested. The second date, from charcoal lying at the bottom of an extraction pit, falls somewhere in the period 5150–4920 BC, i.e. during the transition from the Linear Pottery to Stroke-Ornamented Ware cultures.

Neolithic – quarrying complex – Bohemia – polished industry – ¹⁴C dating

Neolitický těžební areál objevený v roce 2002 na katastru obce Jistebsko (Jizerské hory) patří mezi největší a nejstarší památky svého druhu v České republice. Těžba a zpracování suroviny, která sloužila k výrobě kamenných broušených nástrojů a zásobovala pravděpodobně tehdejší střední Evropu, zde podle zjištění rozptylu suroviny probíhala od nejstarší fáze neolitu (kultura s keramikou lineární – 5400 BC, Turnov – Maškovy zahrady: Šída v tisku a) pravděpodobně až do konce starší fáze kultury s vypíchanou keramikou (4500 BC). Zcela intaktně zachovalý areál o ploše 21,2 ha představuje jedinečně zachovalou památku svého druhu, jejíž význam výrazně překračuje hranice České republiky. V uplynulém roce byly získány první radiokarbonová data pro lokalitu. První, pocházející ze vzorku z povrchových vrstev, náleží 16. století a dokumentuje výrazné odlesnění celého prostoru. Druhé datum, pocházející z uhlíku ležícího na dně těžební jámy, spadá do období 5150 až 4920 BC, tedy na rozhraní kultur s lineární a vypíchanou keramikou.

neolit – Čechy – těžební areál – broušená industrie – ¹⁴C datování

1. Introduction¹

From the earliest days of geological research, the Tanwald granite contact zone has attracted a host of petrographers, as well as geologists, from research and survey units, from *Milch* (1902) to *Fediuk* (1962) and finally *Klomínský et al.* (2004). Some of these (*Huyer* 1914; 1928; *Gränzer* 1933; *Bukovanská* 1992) have claimed that there is a correlation between

¹ Radiocarbon dating was funded by the Institute of Rock Structure and Mechanics under research plan A VOZ30460519.

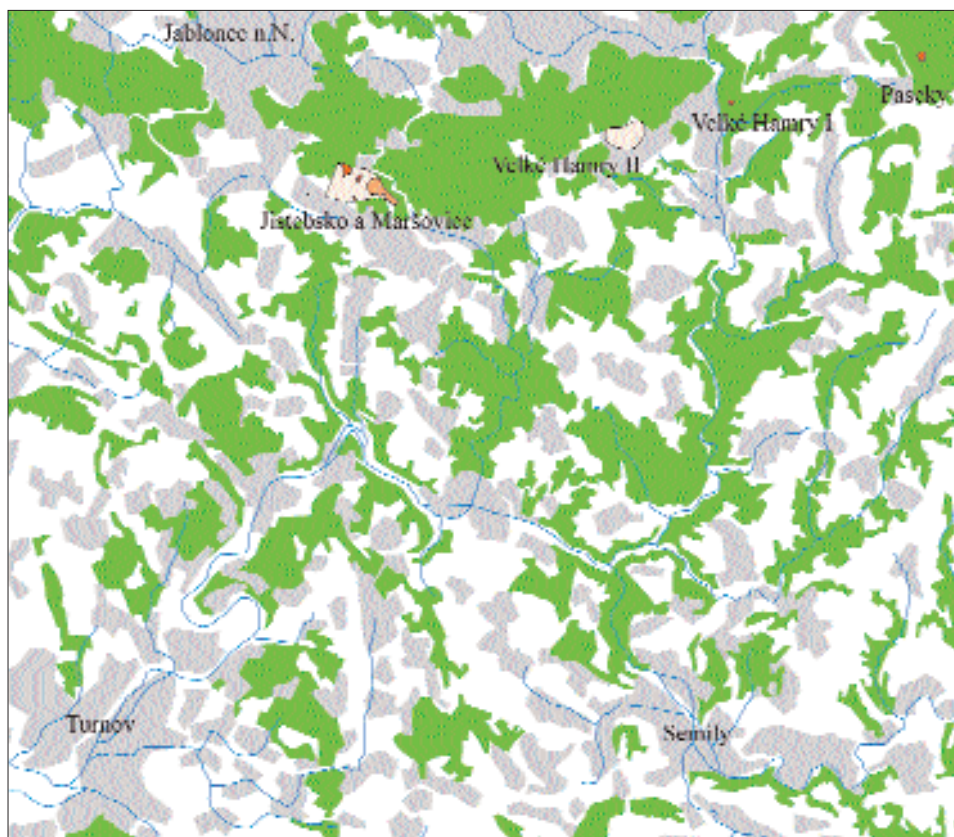


Fig. 1. Overview of Neolithic extraction and stone working sites in the foothills of the Jizera Mountains: green – woodland; blue – watercourses; grey – built-up areas; orange – sites with exploitation relicts and debitage finds. – Obr. 1. Přehled lokalit neolitické těžby a zpracování kamene v podhůří Jizerských hor: zeleně – lesy; modře – vodní toky; šedě – obce; odstíny oranžové – lokality s relikty těžby a nálezy zpracovatelského odpadu.



Fig. 2. Study area location. Obr. 2. Lokalizace zájmového území.

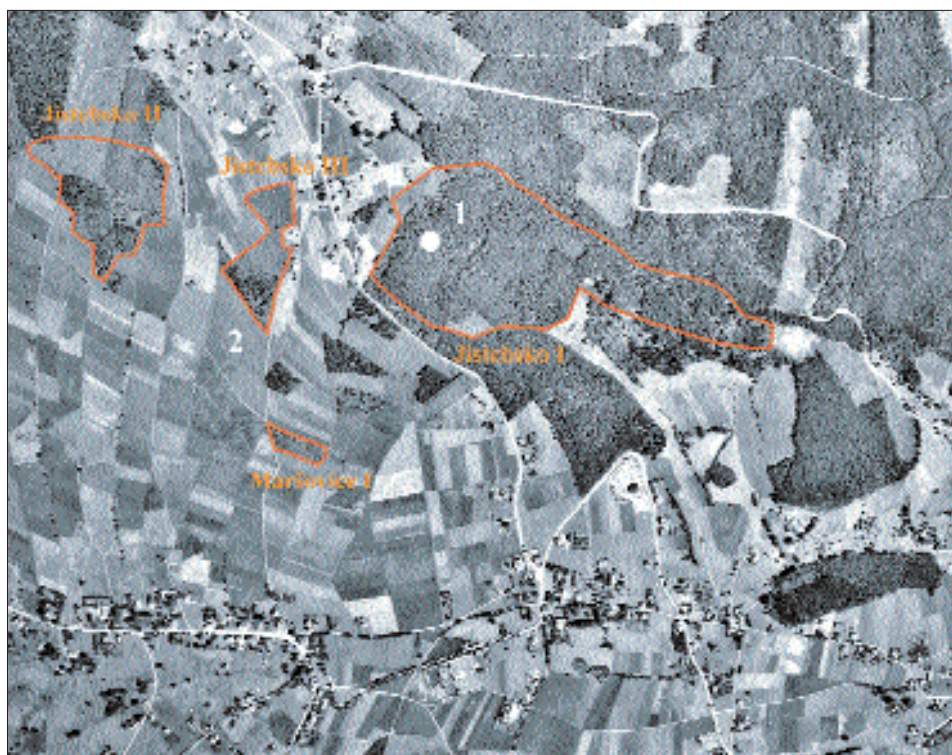


Fig. 3. Sites with surviving exploitation relicts on Maršovice Hill. 1 – trench 1; 2 – growth marks indicating the former quarry pits. Photo: VTOPÚ Dobruška © GŠ-AČR. – Obr. 3. Lokality s dochovanými relikty těžby na Maršovickém vrchu. 1 – sonda 1; 2 – porostové příznaky v prostoru zaniklých těžebních jam. Foto VTOPÚ Dobruška © GŠ-AČR.

the contact metamorphosed bedrock and the rocks used to make Neolithic polished tools. German research results after the Second World War were classed under the general term “jade” in the extensive “Topografická mineralogie Čech” (“Topographical Mineralogy of Bohemia” – *Kratochvíl 1957–1964*). The rock is currently designated as an amphibolic hornfels (*Šrein et al. 2002*).

The first discovery of an artefact made from the material on Maršovice Hill was confirmed in February 1997 by J. Hradilová (Bártová). The surface rock of the area in question was subsequently reassessed from the point of view of opportunities for the medieval to Early Modern exploitation of polymetallic, gold and iron ores. Only after negative research results were obtained and after the identification of dozens of chipped rock tools and flakes from the site that it was decided that archaeologists should be allowed onto the site. The discovery in 2002 of workshop debitage in the surviving relicts of the quarrying zone as well confirmed that the raw material had been used to make Neolithic tools. This find, in the Jistebsko cadastre (Jablonec nad Nisou district) triggered an archaeological survey, which has been under way since 2002.

Locality	area/ha	%
Jistebsko environs	60,4	48,9
Velké Hamry II	38	30,8
Jistebsko I	15,4	12,5
Jistebsko II	4,1	3,3
Paseky nad Jizerou, Bílá skála	2,9	2,3
Jistebsko III	1,3	1
Velké Hamry I	1,01	0,8
Maršovice I	0,4	0,3
Maršovice	0,03	0,02
Summa	123,5	100,0

Tab. 1. Overview of Neolithic extraction and stone-working sites in the foothills of the Jizera Mountains and their environs. Highlighting indicates the presence of quarrying relicts. – Tab. 1. Přehled neolitických těžebních a výrobních lokalit a jejich plochy. Zvýrazněné s doklady těžby.

Initially some 3 ha of surviving area were recognised, but gradual mapping and the discovery of further relicts on Maršovice Hill itself as well as in other cadastres (Velké Hamry I – *Přichystal* 2002; Velké Hamry II, Maršovice, Paseky nad Jizerou), gave some idea of the significance of the find. Thus far the area known to contain evidence of extraction has expanded to 21.2 ha and the total area yielding Neolithic artefacts² (i.e. exploited in the past, but with direct evidence lost due to medieval agricultural practices) has grown to 1.235 km² (*tab. 1*). Given that detailed mapping has thus far been undertaken over only a small proportion of the natural outcroppings of the raw material (*figs. 1–3*), a further significant increase in finds potential may be expected (*Šrein et al. 2002; 2003; Šída et al. 2004*).

2. Survey method

Investigations thus far have been conducted in three phases. In the first, microtrenching was used to the presence or absence of Neolithic artefacts in the exploitation relict area. Where a positive identification was made, the extraction pit was classified according to a number of criteria: 1) the relative quality of preservation of the extraction pit relict in the field, with no obvious, major disturbance; 2) the degree of mature spruce cover (wind-borne species can be removed, the root system not disturbing the finds context to any great extent, while mature spruce effectively closes an area of at least 9 m² to investigation; and 3) whether it is within a short distance of an access route. These criteria were met by an extraction pit relict lying in the northern part of preserved area 1. Field survey was conducted through trench 1, covering an area of 5 x 1 m at the northern lip of the quarry pit. This trench thus formed the northern arm of a future cross trench investigating the entire exploitation pit (whereby the trench length required is estimated to be at least 20–30 m).

The individual contexts were read from the existing surface (which, given the low degree of sedimentation and erosion essentially coincides with the Neolithic surface) through the

² In addition to chronologically insignificant workshop debitage, these are typical semi-finished Neolithic polished tools. No pottery or chipped stone silicite industry has as yet been recovered, but this is probably due to the limited extent of the excavated area. In addition to the conspicuous semi-finished artefacts, the presence of crude chipped tools made of amphibolic hornfels has also been confirmed.

natural layers where their borders in the area were distinguishable. The artefacts found were documented using a three-dimensional co-ordinate system linked to a local spot height. Artefact position heights were determined by levelling, as was the relief of the individual deposits.

In the 2004 season the survey continued over the largest area thus far. Trenches 2 to 4 were opened as continuations of trenches 1 and 5, which provide a vertical link to trench 4 (*fig. 4*). Thus far an area of 20.5 m² has been surveyed. By the end of the investigation an area of some 50 m² is expected to have been opened. The project also encompasses smaller trenches across the entire area of exploitation, which will provide dating material (charcoal) and more information regarding the extraction techniques used. At this stage there seems little point in further wide-area excavation, which in all likelihood would achieve little except to add to stock of artefacts already acquired. Thus far trenches 1–5 have yielded 3500 artefacts, and the excavators estimate that over 10 000 will have been recovered before the project comes to an end. Given that the extraction and processing characteristics of the site are relatively uniform, the simple recovery of a greater number of artefacts would be unlikely to lead to any major new discoveries; an assemblage of 10 000 pieces may be regarded as sufficiently representative, and is in fact unique for the Czech Neolithic).

3. Trench 1

This trench greatly advanced the situation from the point of view of the stratigraphy of the anthropogenic encroachment, as well as from that of the geological processes. Contexts 20 and 21 show the original subsoil. Deposit 20 is crumbled rock, while context 21 is a thick stratum of slope sediments containing amphibolic hornfels. It was into these sediments that prehistoric Man delved in search of blocks of amphibolic hornfels (the base of the quarry is shown by boundary line 1).

Deposits 9, 18 and 19, as well as the R2 and R3 interfaces, were created by soil being removed from the quarry pit. In addition to this a large mound accumulated in the central part of the pit, represented by layers 17, 8 and 13. The fact that the R3 interface was in use for an extended period is demonstrated by the nature of deposit 17, which consists of very fine runoffs at the bottom.

Layer 7 is equivalent to context 17 in the higher areas of the northern part of the trench; this is material quarried from the pit, piled up to make the central heap. It is at this level that anthropogenic activity in the immediate vicinity of the trench ends; the other strata are merely the result of geological action, albeit that this was often influenced by Man. The accumulation of the central mound and the mound on the northern side have resulted in the creation of a deep trough running east-west (R4), which is gradually being filled in (contexts 10, 11, 12 and 14). From the level of deposit 14 all of the amphibolic hornfels artefacts are markedly weathered, this indicating the long-term action of climatic forces on the surface.

The erosion followed of interface R5, covered by layer 5, the first soil horizon to contain large amounts of charcoal. This is linked to the creation of deposit 4, which is the result of the concurrent sedimentation of the eroded layers in the vicinity and the erosion of boundary R6.

Interface R7 penetrates into layer 4, eroded by water, probably during heavy storms (verified empirically). The resultant trough is filled with coarse sand deposited there under the same conditions (layer 4a). Once again the creation of the soil follows – layer 3, which is again interspersed with sedimentation and erosion (R8 and layer 2). Sedimentation ends with the creation of the woodland soil on the surface, the lowest parts of which contain objects from the Modern period and recent glassworks waste. Given the altitude and the local afforestation, the soil in this area forms very slowly, which is why it is surprising that the process is repeated. This may be explained by the removal of trees, which would accelerate soil development.

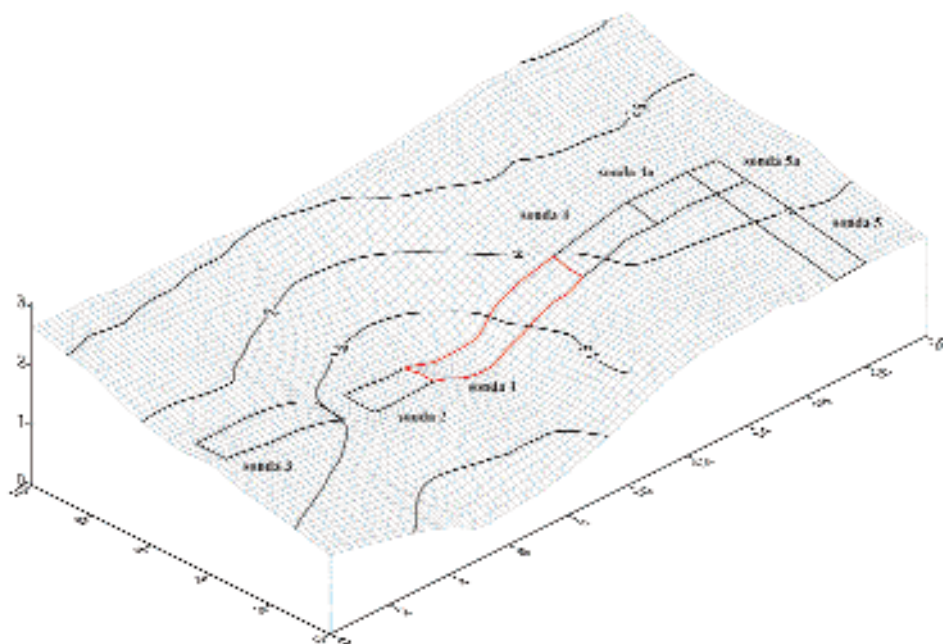


Fig. 4. Spatial model of a surveyed exploitation pit showing trenches; view from the south-east. – Obr. 4. Prostorový model zkoumané těžební jámy s rozvržením sond. Pohled od JV.

Deposits 15 and 16 are not shown in the sections. These occupied a narrow pit in the northern part of the trench, originally thought to be a post hole. As the layers beneath were revealed, the rotting remains were discovered of the roots of a large tree, and the feature re-interpreted as a relict of forestation (*fig. 5*).

4. Samples for radiocarbon dating

Two charcoal samples were taken in trench 1. The first came from layer 5, which filled a channel between the central mound and the deposits of the mound at the side. Rain-water flowed down this channel and deposited runoff material. When erosion became less fierce, the soils built up. Sediment 5 is of interest as it contains a large amount of charcoal (*fig. 6*).

The second sample was taken from the base of the Neolithic quarry in sector E (layer 9). In addition to these two pieces of charcoal, a great deal of waste was found from workshops making semi-finished polished tools; this had accumulated at the bottom of a sharp vertical drop (*fig. 7*).

Description of contexts:

1. Context no. 5: black shale with charcoal; colour: 5 YR 3/2 to black; 90 % fine (< 0.5 mm), 9 % medium coarse (0.5–2 mm) and 1 % coarse (> 2 mm) in composition.
2. Context no. 9: light golden-brown soil with stones; colour: 10 YR 6/4; 80 % fine (< 0.5 mm), 10 % medium coarse (0.5–2 mm) and 10 % coarse (>2 mm) in composition.

5. Dates and interpretation

Radiocarbon dating was performed at the VERA-Laboratorium (Vienna Environmental Research Accelerator Laboratory) in Vienna by Univ.-Prof. Walter Kutschera. The authors are indebted to Univ. Prof. Eva Wild and Dr. Peter Steier for assistance in data acquisition.

The sample from layer 5 (number 571) gave the date VERA-2982 325 ± 30 BP. After calibration this equates with 95.4% probability to the period 1480–1650 AD (*fig. 8*).

The second sample (number 1717) gave the date VERA-2981 6120 ± 35 BP. After calibration this equates with 14% probability to the period 5210–5160 BC, with 79% probability to the period 5150–4920 BC and with 2.4% probability to the period 4880–4850 BC (*tab. 2; fig. 9*).³

Lab.-Nr.	sample name	$\delta^{13}\text{C}^*$ [‰]	^{14}C -age* [BP]	calibrated age**
VERA-2981	1717	-26.9±1.2	6120±35	5210BC (14.0%) 5160BC 5150BC (79.0%) 4920BC 4880BC (2.4%) 4850BC
VERA-2982	571	-29.0±1.0	325±30	1480AD (95.4%) 1650AD

* 1σ – error; ** determined with the calibration program OxCal and the calibration curve INTCAL98, data correspond to the 2σ – confidence level, probability of the individual time periods in brackets

Tab. 2. VERA-2981 and VERA-2982 data. – Tab. 2. Data VERA-2981 a VERA-2982.

The sample from layer 5 is interpreted using a number of indices. Given that deposit 5 contains a higher concentration of charcoal, the most likely scenario seems to be that the surrounding wood burnt down, and that the resulting charcoal was washed into the erosion channels. In addition to the possibility of a forest fire, the settlement process and subsequent clearance of part of the forest to make way for farmland should be considered – the 1st military survey (18th century) shows the area to have been deforested. This latter interpretation is supported by the date falling within the period 1480–1650 AD.

The basal part of layer 9 in sectors D-E contains a marked accumulation of waste from the production of semi-finished tools. It lies at the bottom of a vertical drop, showing that the face of the wall was once worked. It may be assumed that semi-finished tools were produced above the accumulation. This production waste fell straight down into the pit, along with the pieces of charcoal. It is likely that the charcoal is from a fire near to where the tools were made, and that it is linked to a particular phase of production, and thus fell into the pit along with the waste. No evidence of a hearth has been found, although so far only an area 1m wide has been surveyed. The date (5150–4920 BC) puts it in one of the closing stages of extraction at this location (last season's results show that the quarry pit surveyed is the most recent, and covers the relicts of older pits).

³ The intervals on both samples correspond to a deviation value of 2σ .

6. Overview of sites⁴

The following list of sites that have yielded evidence of Neolithic production stems from data available to the authors at the end of July 2004. It is far from being a complete and conclusive list, and given how little of the region has been surveyed it may be expected that we will learn a great deal more in the future (*tab. 1; figs. 1, 3*).

6.1. Jistebsko

The work done by the Šrein couple peaked in 2001 with the discovery of undisturbed relicts of extraction activity on a site rich in raw materials. In the spring of 2002 the assumption that these were Neolithic remains was confirmed by sampling the material, micro-trenching and archaeological survey. In the years 2002–2003 some 1700 artefacts were recovered from trench 1; trenches 2–5 gave up a similar quantity in the 2004 season. This assemblage, together with the samples, comprises 4000 Neolithic artefacts, making it the largest of the sites studied. The year 2004 systematic survey of the surroundings continue. In May quarry zone II was discovered, followed by zone III in July. The area between the different zones was damaged in the transition to the medieval field system, but some artefacts were to be found here too. In the Jistebsko cadastre the preserved quarrying relicts and an artefact scatter over an area disturbed in the Middle Ages form a long band which logically continues into the neighbouring cadastre of Maršovice (*fig. 3*).

The Jistebsko I quarry field

Quarry field I is a strip some 800 m long and 350 m wide at its widest point, narrowing off approximately southeastwards to roughly 100 m. The entire site covers an area of 15.41 ha, and is the largest surviving relict of Neolithic quarrying. Estimates put the number of preserved quarry pits at 500 to 650. Trench 1 lies towards its the northern edge, roughly in the middle.

The Jistebsko II quarry field

Quarry field II lies atop Maršovice Hill. Its present shape is reminiscent of an irregular oval, with an axial length of 250–300 m. The quarry field covers 4.08 ha in all, and it is estimated that 50–150 extraction pits have been preserved. Given that it is at the very crown of the hill, where slope sedimentation is less powerful, the pits are much smaller.

The Jistebsko III quarry field

Quarry field III lies between fields I and II. In shape it is reminiscent of two conjoined triangles, the longer axis being 220 m long while it is no more than 100 m wide. In all it occupies an area of 1.29 ha, and it is estimated that 50–150 quarry pits have been preserved. The ditch system in the middle is of particular interest.

The area between the quarry fields has been affected by mining and artefact production in the past. No traces remain in the woodland that now stands here, but aerial photographs from the 1930s – when most of Maršovice Hill was otherwise covered only in grass – show signs of large quarry pits. Neolithic artefacts can be found across the entire area. The area

⁴ At the time of writing a further site was discovered near Zbytky in Zásada cadastre (*Šída forthcoming b*).



Fig. 6. Detail of layer 5 in the section. – Obr. 6. Detail vrstvy 5 v profilu.



Fig. 7. Detail of layer 9 showing the locations of carbon samples withdrawn. – Obr. 7. Detail vrstvy 9 s lokalizací odebíraných uhlíků.

found thus far to have been levelled in the Middle Ages covers 60.38 ha, although its total dimensions will be much larger as the western half of Maršovice Hill has yet to be surveyed; further undisturbed evidence for extraction may be expected to be found in the latter area. The area now crosses into the cadastre of neighbouring Maršovice.

6.2. Maršovice

The band containing evidence of Neolithic industry passes smoothly from the cadastre of Jistebsko into that of Maršovice. For our purposes, however, this is a single large site.

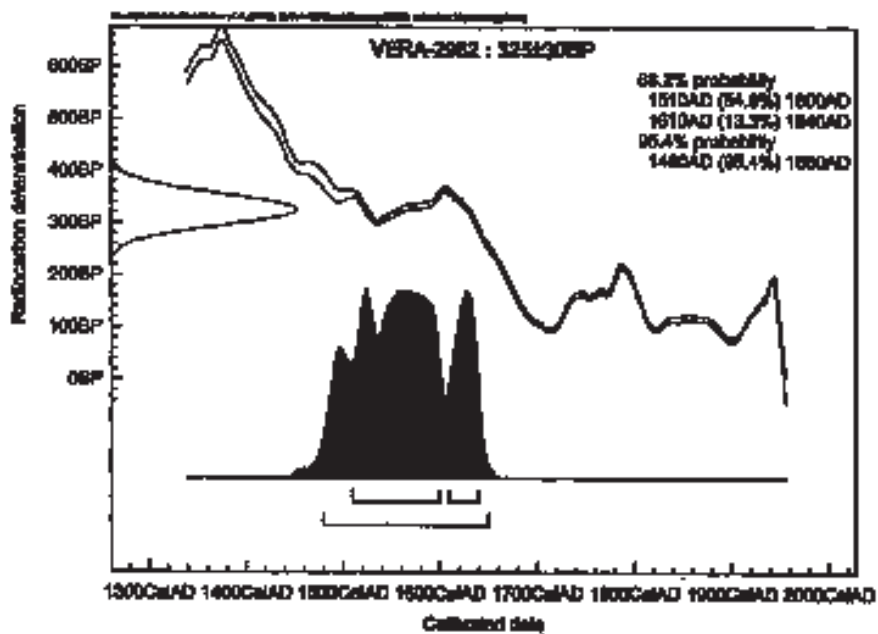


Fig. 8. VERA-2982 graph. – Obr. 8. Graf VERA-2982.

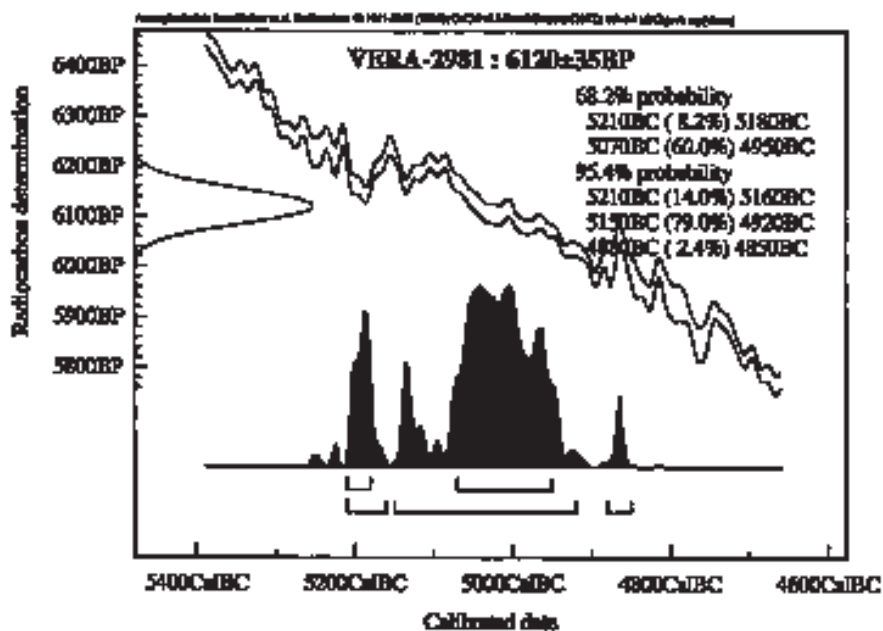


Fig. 9. VERA-2981 graph. – Obr. 9. Graf VERA-2981.

A small accumulation of artefacts was found at a considerable distance from Maršovice Hill, in the residential area of Maršovice. Given that the artefacts show signs of recent damage on the edges, it is not impossible that they were transported there only recently.

The Maršovice I quarry field

With an area of 0.41 ha, the Maršovice I quarry field is the smallest of those found on Maršovice Hill thus far. It lies in the southeastern part of the hill's summit ridge. There is evidence only for small extraction pits, which should show up on the experimental survey of the terrain.

6.3. Velké Hamry I

The Velké Hamry I site was discovered and published by A. Přichystal (2002). I. Vondroušová has been surveying here since the autumn of 2004 as part of a thesis project, and in collaboration with the Museum of the Bohemian Paradise in Turnov and the North Bohemian Museum in Liberec. The site covers an area of 1.01 ha and as yet no quarrying relicts have been found that can be reliably dated to the Neolithic.

6.4. Velké Hamry II

This site was found in the spring of 2004 by P. Šída, and covers an area of 38 ha; it runs alongside Jistebsko between the large production complexes. Unfortunately the entire area yielding artefacts was overlain by a ploughed village in medieval times, meaning that any older field relicts were lost. It may only be assumed that extraction took place here, although there is a lack of clear evidence.

6.5. Paseky nad Jizerou, Bílá skála

These high-altitude sites (963 m a.s.l.) have yielded flakes and double-sided, retouched artefacts made of quartzite and quartz schist (collected by P. Šída since 2000). The author originally believed these to be Acheulian, on the basis of several common characteristics. The discovery of a polished axe made of this material in the vicinity of a quarry dated to the later phase of the Stroke-Ornamented Ware culture at Bílý Kámen near Sázava, however, puts the finds in a different light, and it may be assumed that experimentation in tool-making, at the very least, took place in the Neolithic.

Artefacts can be found across an area of some 2.9 ha, albeit only on sloping terrain. The size of this site, and the comparative dearth of artefacts, makes it one of the smallest (cf. Velké Hamry I); accurately dating and verifying it are questions for further research.

7. Conclusions

Trench 1 at Jistebsko provided the first Neolithic date for the entire exploitation zone in the foothills of the Jizera Mountains. The date falls at the transition between the Linear Pottery and Stroke-Ornamented Ware cultures, and corresponds well to the expected age of the sites. Materials from Jistebsko have been shown to appear in the earliest phase of the Linear Pottery culture at Turnov-Maškovy zahrady (*Šída forthcoming a*). The date of

abandonment of the complex can most probably be determined by the discovery of an extensive processing complex in the area between Turnov and Hradec Králové in the later phase of the Stroke-Ornamented Ware culture (*Šída 2004; 2005*). Although the reason for it is unclear, most of the material used at this time came from river terraces.

Jistebsko and other sites with evidence for Neolithic quarrying and raw materials processing in the foothills of the Jizera Mountains represent an absolutely extraordinary phenomenon for the Central European Neolithic. This is the earliest Neolithic extraction centre in Central or Western Europe, and one of the oldest in Europe as a whole. The extent of the complex and the degree to which it has been preserved is simply unique. It is the oldest visible ground-based evidence of human activity in Europe northwest of the Balkans, making it one of the most important sites in Bohemia. This simple fact makes it all the more necessary that the utmost be done to ensure that it is surveyed and protected for future generations.

English by *Hynek Zlatník & Alastair Millar*

Bibliography

- Bukovanská, M. 1992:* Petroarcheology of Neolithic Artifacts from Central Bohemia, Czechoslovakia. In: *Scripta 22. Geology, Brno, 7–16.*
- Fediuk, F. 1962:* Vulkanity železnobrodského krystalinika. *Rozpravy Ústředního ústavu geologického* 29, 1–116.
- 2003: Byly Velké Hamry velké už před sedmi tisíci lety?. *Od Ještěda k Troskám* X, 3–4, 108–111.
- Gränzer, J. 1933:* Nephrit aus dem Phyllitkontakt im Südwesten des Isergebirgsgranits. In: *Firgenwald* 3, Reichenberg, 89–96.
- Huyer, A. 1914:* Granitkontakt des Schwarzbrennberges bei Gablonz a. N. In: *Lotos* 62, Prag, 22–24.
- 1928: Der Granitkontakt des Schwarzbrenngebirges. Sonderabdruck aus den Mitteilungen des Vereines der Naturfreunde in Reichenberg 50, 48–65.
- Klomínský, J. – Fediuk, F. – Schovánek, P. – Gabašová, A. 2004:* The hornblende-plagioclase hornfels from the contact aureole of the Tanvald granite, northern Bohemia – the raw material for Neolithic tools, *Bulletin of Geosciences* 79/1, 63–70.
- Kratochvíl, J. 1957–1964:* Topografická mineralogie Čech I–VII. Praha.
- Milch, L. 1902:* Beiträge zur Kenntnis der granitischen Gesteine des Riesengebirges. In: *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Beilagebände* XII, Stuttgart, 15.
- Přichystal, A. 2000:* Neolitické – eneolitické broušené artefakty v České republice z hlediska kamenných surovin. *Pravěk NŘ* 10, 41–70.
- 2002: Objev neolitické těžby zelených břidlic na jižním okraji Jizerských hor (severní Čechy). *Abstrakt. Kvartér* 8, 12–14.
- Šída, P. 2004:* Neolitická broušená industrie v oblasti horního Pojizeří. *Archeologie ve středních Čechách* 8, 137–192.
- 2005: Využívání kamenné suroviny v mladší a pozdní době kamenné. Dílenské areály v oblasti horního Pojizeří. Ms.
- *forthcoming a:* Kamenná industrie z polykulturního sídliště v Turnově – Maškových zahradách, okr. Semily. *Fontes Archaeologici Pragenses*. Praha.
- *forthcoming b:* Další lokality s doklady neolitické těžby a zpracování kamene v Jizerských horách. *Archeologie ve středních Čechách*.
- Šída, P. – Šreinová, B. – Štastný, M. – Šrein, V. – Prostředník, J. 2004:* Neolitický těžební a výrobní areál v Jistebsku. In: *Otázky neolitu a eneolitu našich zemí – 2003*, Praha, 109–131.
- Šrein, V. – Šreinová, B. – Štastný, M. 2003:* Objev unikátního neolitického těžební areálu u Jistebka v severních Čechách. *Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea* 11, 19–32.
- Šrein, V. – Šreinová, B. – Štastný, M. – Šída, P. – Prostředník, J. 2002:* Neolitický těžební areál na katastru obce Jistebsko. *Archeologie ve středních Čechách* 6, 91–99.

Appendix: Sample context descriptions

- | | |
|--|---|
| 1. Sample number: VERA-2981. | 1. Sample number: VERA-2982. |
| 2. Sample name: 1717. | 2. Sample name: 571. |
| 3. Sample material: charcoal. | 3. Sample material: charcoal. |
| 4. Sample weight: > 300 mg. | 4. Sample weight: > 500 mg. |
| 5. Locality designation: Jistebsko, 670 m a.s.l. 15°12'41.75" E, 50°42'19.95". | 5. Locality designation: Jistebsko, 670 m a.s.l. 15°12'41.75" E, 50°42'19.95". |
| 6. Site type: excavated layer. | 6. Site type: excavated layer. |
| 7. General site environment: woodland soil. | 7. General site environment: woodland soil. |
| 8. Possible contamination: none. | 8. Possible contamination: possible low contamination near surface, no human contamination. |
| 9. Geologic/stratigraphic relationships: square E, layer 9, deep 130–140 cm. | 9. Geologic/stratigraphic relationships: square C, layer 5, depth 30–40 cm. |
| 10. Cultural significance: Neolithic workshop excavation. | 10. Cultural significance: Neolithic workshop excavation. |
| 11. Date of sample collection: July 29 th 2003 | 11. Date of sample collection: August 27 th 2002. |
| 12. Sample collector: Petr Šída. | 12. Sample collector: Petr Šída. |
| 13. Sample submitter: Vladimír Šrein. | 13. Sample submitter: Vladimír Šrein. |

Neolitická těžba v podhůří Jizerských hor a její datování

Kontaktní dvůr tanvaldského granitu od samého počátku geologických výzkumů poutal celou řadu petrografů, ale i geologů z průzkumných a výzkumných organizací, počínaje *Milchem (1902)* přes *Fediuka (1962)* a konče *Klomínským et al. (2004)*. Ovšem jen někteří z nich (*Huyer 1914; 1928; Gränzer 1933; Bukovanská 1992*) konstatovali nápadnou shodu kontaktně metamorfovaných bazických hornin s horninami používanými pro neolitické broušené nástroje. Výsledky německých autorů byly po 2. světové válce obecně zahrnuty pod „nefrit“ v kompendiu „Topografická mineralogie Čech“ (*Kratochvíl 1957–1964*). V současnosti je hornina označována jako amfibolový kontaktní rohovec (*Šrein et al. 2002*).

Na počátku (v roce 2002) byly známy asi 3 ha dochované plochy. Postupné mapování a zjišťování dalších reliktnů jak na samotném Maršovickém vrchu, tak v jiných katastrech (Velké Hamry I – *Přichystal 2002*; Velké Hamry II, Maršovice, Paseky nad Jizerou), dává vyniknout významu objevu. V současnosti se známá plocha s dochovanými doklady těžby rozšířila na 21,2 ha a celková plocha s výskytem neolitických polotovárů broušených nástrojů a jiných kamenných artefaktů (v minulosti zasažená těžbou, jejíž doklady ale byly v důsledku středověkých zemědělských aktivit setřeny) dosáhla plochy 1,235 km² (*tab. 1*). Vzhledem k tomu, že podrobné mapování zatím zasáhlo pouze menší část přirozených výchozů suroviny (*obr. 1–3*), lze očekávat další výrazný nárůst nálezového potenciálu (*Šrein et al. 2002; 2003; Šída et al. 2004*).

Výzkum dosud proběhl ve třech etapách. V první byla pomocí mikrosond zjišťována přítomnost či absence neolitických artefaktů v ploše těžebních reliktnů. Po pozitivním zjištění byl vytíčován reliktní těžební jámy podle několika kritérií: 1. relativně kvalitní dochování terénních reliktnů těžební jámy bez zjevného výrazného narušení, 2. malý pokryv vzrostlými smrky (náletové dřeviny lze snadno odstranit, přičemž kořenový systém ve větším rozsahu nenaruší nálezovou situaci, oproti tomu vzrostlý smrk zneprístupní k výzkumu minimálně 9 m² plochy), 3. nevelká vzdálenost od přístupové komunikace. Těmto kritériím vyhovoval reliktní těžební jámy lokalizovaný do severní části dochované plochy 1. Vlastní terénní výzkum byl zahájen sondou 1 na ploše 5 x 1 m na severní hraně těžební

jámy. Tato sonda tak vytvořila severní rameno budoucí křížové sondáže celou exploatační jamou (předpokládáme délku sond minimálně 30 a 20 m). Jednotlivé kontexty byly snímány od stávajícího povrchu (který se vzhledem k nízkému stupni sedimentace i eroze v podstatě kryje s povrchem v neolitu) po přirozených vrstvách, pokud byly v ploše jejich hranice znatelné. Nalezené artefakty byly dokumentovány za pomoci trojrozměrné sítě souřadnic napojené na místní výškový bod. Výška polohy artefaktů byla zjišťována nivelací, stejně jako reliéf jednotlivých uloženin.

V sezóně 2004 pokračoval výzkum v zatím největší ploše. Byly založeny sondy 2 až 4 jako pokračování sondy 1 a sonda 5, která kolmo navazuje na sondu 4 (*obr. 4*). Doposud byla prozkoumána plocha 20,5 m². Pro dokončení výzkumu vybrané těžební jámy předpokládáme sondáž na ploše 50 m². Dále se výzkum zaměří na menší sondáže v celé ploše těžebního pole, které budou sloužit k získání datovacího materiálu (uhlíků) a poznání technologie těžby. Další velkoplošné odkryvy se při tomto stavu poznání jeví jako samoúčelné, sloužily by pouze k neúměrnému násobení získaných artefaktů. V současné době pochází ze sond 1 až 5 kolem 3500 artefaktů; předpokládáme, že po dokončení výzkumu vybrané těžební jámy jejich počet dosáhne přibližně 10 000. Vzhledem k těžebnímu a dílenskému charakteru lokality je typologická skladba souboru relativně uniformní a násobení počtu artefaktů již nepřináší nová zásadní zjištění (soubor o 10 000 jedincích můžeme považovat za dostatečně reprezentativní).

Pro datování byly v sondě 1 získány dva vzorky uhlíků. První pochází z vrstvy 5, která obsahovala značné množství uhlíků (*obr. 6*). Jedná se o výplň rýhy mezi centrálním odvalem a uloženinami bočního odvalu. Touto rýhou proudila dešťová voda a ukládala zde splachy. V době snížené eroze se zde ukládaly půdy. Druhý vzorek pochází z báze neolitické těžby ve čtverci E (vrstva 9). Spolu se dvěma uhlíky se zde nalézalo velké množství dílenského odpadu z výroby polotovarů broušené industrie. Kumulace se nachází pod výrazným vertikálním stupněm (*obr. 7*).

Radiokarbonové datování bylo zadáno do VERA-Laboratorium (Vienna Environmental Research Accelerator Laboratorium, prof. Walter Kutschera; za pomoc při získání dat jsme zavázáni prof. Evě Wild a dr. Peteru Steierovi). Vzorek z vrstvy 5 (číslo 571) poskytl datum VERA-2982 325 ± 30 BP. Po kalibraci tato hodnota dává interval 1480–1650 AD (s 95,4% pravděpodobností) (*obr. 8*). Druhý vzorek (číslo 1717) poskytl datum VERA-2981 6120 ± 35 BP. Po kalibraci tato hodnota dává intervaly 5210–5160 BC (se 14% pravděpodobností), 5150–4920 BC (se 79% pravděpodobností) a 4880–4850 BC (s 2,4% pravděpodobností) (*tab. 2; obr. 9*).

Interpretace vzorku z vrstvy 5 vychází z několika indicií. Vzhledem k tomu, že uloženina (5) obsahuje větší koncentrace uhlíků, jeví se jako nejpravděpodobnější, že okolní les byl vypálen a uhlíky byly spláchnuty do erozních rýh. V úvahu přichází vedle možného lesního požáru zejména osídlovací proces a s ním spojená příprava zalesněného prostoru pro zemědělské využití (na 1. vojenském mapování je na lokalitě zachycen stav odlesnění – pastvina). Tuto interpretaci podporuje datum spadající do intervalu 1480–1650 AD.

Vrstva 9 ve své bazální části ve čtvercích D-E obsahuje výraznou kumulaci odpadu z výroby polotovarů. Ta se nalézá přímo pod vertikálním stupněm, který dokumentuje čelní stěnu těžebního porubu. Lze předpokládat, že přímo nad místem kumulace industrie probíhala výroba polotovarů. Odpad z výroby přímo napadal do prostoru v jámě a s ním se sem dostaly i uhlíky. Je pravděpodobné, že uhlíky pocházejí z ohně v blízkosti výroby a že souvisejí přímo s jednou výrobní fází, a tedy i s odpadem na dně jámy. Doklady ohniště nebyly zachyceny, zkoumán byl však pouze 1 m široký prostor. Datum (5150–4920 BC) náleží jedné ze závěrečných těžebních fází v tomto prostoru lokality (zkoumaná těžební jáma je podle výsledků poslední sezóny nejmladší, překrývá reliktů starších těžebních jam).

V roce 2004 také proběhla první fáze rozsáhlého terénního průzkumu celého prostoru kontaktu Tanvaldského granitu, díky níž jsme mohli výrazně rozšířit plošný rozsah stávajících neolitických lokalit a objevili jsme další (Velké Hamry II: *tab. 1; obr. 1, 3*).

Sonda 1 v Jistebsku poskytla první neolitické datum pro celý region neolitické těžby v podhůří Jizerských hor. Získané datum spadá na rozhraní kultur s keramikou lineární a vypíchanou a koresponduje s předpokládaným stářím lokalit. Surovina z Jistebka se prokazatelně objevuje již v nejstar-

ší fázi kultury lineární v Turnově – Maškově zahradnictví (*Šída v tisku a*). Konec využívání těchto areálů je nejspíše vymezen objevením rozsáhlých zpracovatelských areálů v prostoru od Turnova po Hradec Králové (*Šída 2004; 2005*). Z nejasného důvodu byla v tomto období ve větší míře využívána surovina z teras řek.

Jistebsko a ostatní lokality s doklady neolitické těžby a zpracování suroviny v podhůří Jizerských hor představují mimořádný fenomén středoevropského neolitu. Jde o nejstarší neolitický důl ve střední a západní Evropě a jeden z nejstarších v Evropě vůbec. Unikátní je stupeň jeho dochování a rozloha. Jde o vůbec nejstarší v terénu viditelný doklad lidské aktivity v Evropě severozápadně od Balkánu. Tím se lokalita dostává mezi ty nejvýznamnější, které v Čechách existují. To vše na nás klade maximální nároky při úsilí o její průzkum a ochranu pro budoucí generace.

JAN PROSTŘEDNÍK, Muzeum Českého ráje, Skálava 71, CZ-511 01 Turnov; prostrednik@muzeum-turnov.cz

PETR ŠÍDA, Národní muzeum, Václavské náměstí 68, CZ-115 79 Praha 1; petsida@seznam.cz

VLADIMÍR ŠREIN, Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, V Holešovičkách 41, CZ-182 09 Praha 8; srein@irms.cas.cz

BLANKA ŠREINOVÁ, Národní muzeum, Václavské náměstí 68, CZ-115 79, Praha 1; blanka.sreinova@nm.cz

MARTIN ŠŤASTNÝ, Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, V Holešovičkách 41, CZ-182 09 Praha 8; stastny@irms.cas.cz

11. Ramminger, B. - Šída, P. 2012: Der bandkeramische Felsgesteinabbauplatz Jistebsko, Kataster Jablonec nad Nisou, und sein regionales Siedlungsumfeld im mittleren Isertal, Tschechische Republik. In: Regina Smolnik (Ed.), Siedlungsstruktur und Kulturwandel in der Bandkeramik, Dresden. 167-179.

BRITTA RAMMINGER UND PETR ŠÍDA

Der bandkeramische Felsgesteinabbauplatz Jistebsko, Kataster Jablonec nad Nisou, und sein regionales Siedlungsumfeld im mittleren Isertal, Tschechische Republik

Archäometrische Rohmaterialbestimmungen von Steinbeilklingen und Herkunftsuntersuchungen haben in der Tschechischen Republik bereits eine längere Tradition. Die Tanvald-Granitkontaktzone des Böhmisches Massivs hat seit Beginn der geologischen Untersuchungen das Forscherinteresse geweckt¹, und bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde ein Zusammenhang zwischen den dortigen metamorphen Gesteinen und neolithischen Steinbeilklingen gesehen. So beschrieb etwa Josef Gränzer 1933 ein Vorkommen am Marschowitz Berg (Maršovický vrch) im Südwesten des Isergebirges als Herkunftsgebiet neolithischer Steinbeilklingen (Gränzer 1933, 92 ff.). In den 1950er Jahren wurde dieses Gestein unter dem Terminus „Jade“ in die Topographisch-Mineralogische Karte Böhmens eingetragen (Kratochvíl 1957–1964). Die Beschreibung des von Gränzer petrografisch als Nephrit klassifizierten Materials entspricht einem Gesteinstyp, der in den

1980er Jahren von Gesine Schwarz-Mackensen und Werner Schneider als Aktinolith-Hornblende-Schiefer bezeichnet wurde², und der heute von tschechischen Mineralogen als Aktinolith-Hornfels (Šrein u. a. 2002) bzw. Hornblende-Plagioclas-Hornfels (Klomínský u. a. 2004) klassifiziert wird.

Die wechselnden Bezeichnungen haben in der Vergangenheit dazu geführt, dass das Vorkommen im Isergebirge bei der Suche nach den Rohmaterialliefergebieten für alt- und mittelneolithische Dechselklingen lange Zeit unberücksichtigt blieb. Geologische Untersuchungen und die Vorlage einer geologischen Karte fanden im Riesens- und im Isergebirge in den 1980er Jahren statt (Chaloupský 1989;

¹ z. B. Milch 1902; Huyer 1914; ders. 1928; Fediuk 1962; Šída/Kachlík 2009.

² Schwarz-Mackensen/Schneider 1983a; dies. 1983b; dies. 1986; vgl. auch Christensen u. a. 2003, sowie Ramminger 2007, 230 ff.

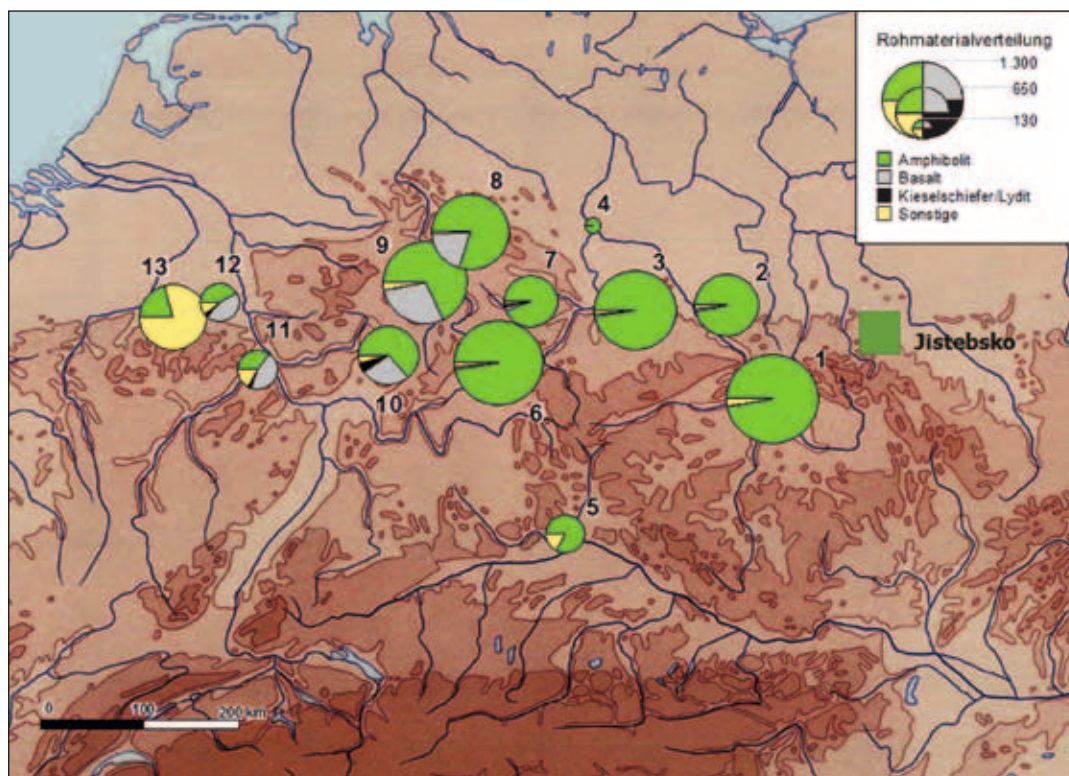


Abb. 1. Verteilung der Dechselklingenrohmaterialien in bandkeramischen Siedlungsregionen. 1 Böhmen; 2 Mittelsachsen; 3 Elb-Saale-Gebiet; 4 mittleres Sachsen-Anhalt; 5 Südbayern; 6 Nordbayern; 7 Mittelthüringen; 8 Südniedersachsen; 9 Nordhessen; 10 Mittelhessen; 11 Moselgebiet; 12 Rheinland; 13 Belgien.



Abb. 2.
Lage des Arbeitsgebietes.

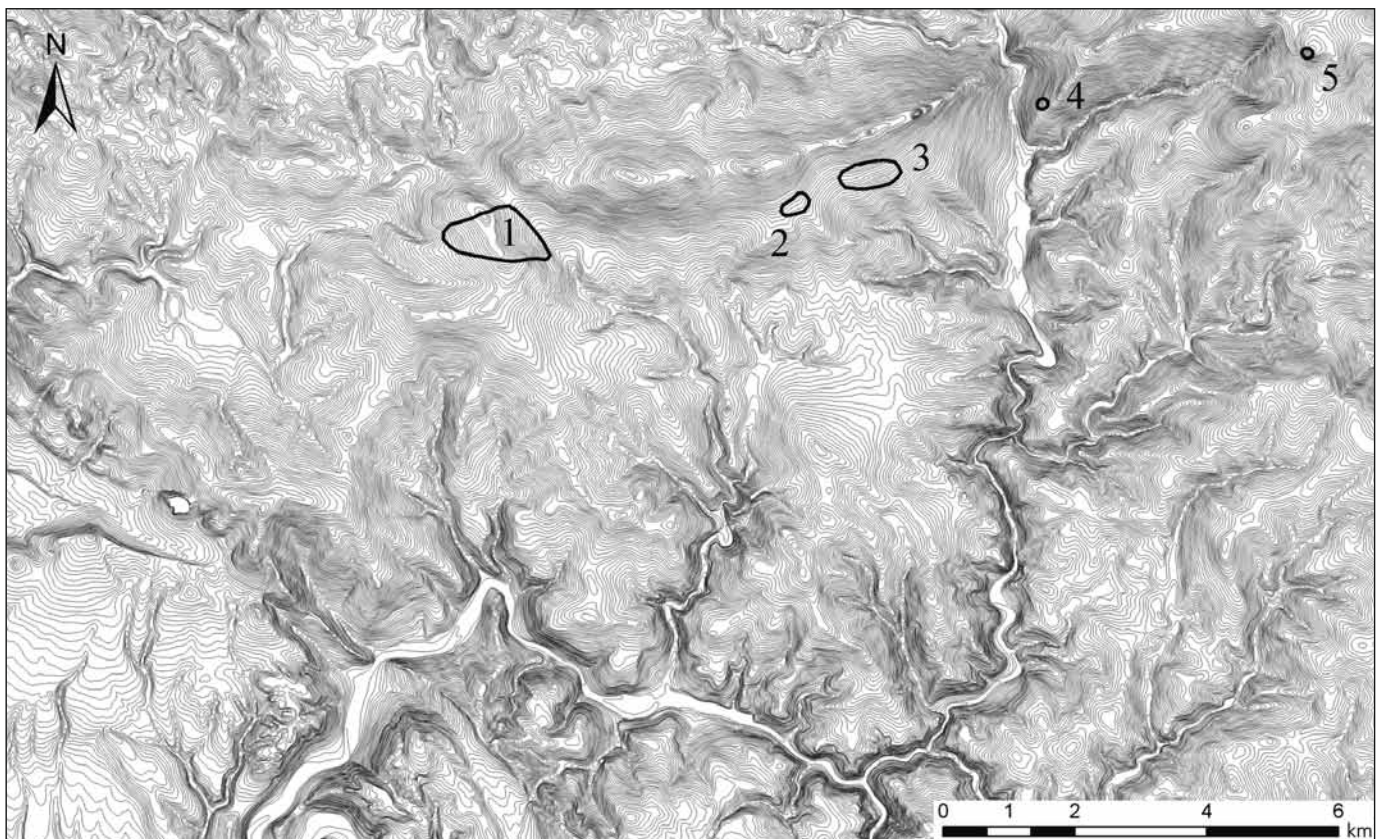


Abb. 3. Lage der bekannten neolithischen Felsgesteinabbauplätze am Maršovice-Hügel im böhmischen Isergebirge. 1 Jistebsko; 2 Zásada, Zbytky; 3 Velké Hamry II; 4 Bohdalovice, Velké Hamry I; 5 Paseky n. J., Bílá skála.

Chaloupský u. a. 1989). Demnach repräsentiert der kristalline Komplex des Riesen- und Isergebirges (Krkonoše-Jizerské hory) niedrig- bis mittelgradige Regionaleinheiten mit einer charakteristischen mehrphasigen Deformation. Er stellt die ausgeprägte Antiklinale im nordöstlichen Teil der Böhmisches Masse dar. Den Kern dieser Einheiten bilden kristalline Schiefer der Velká-Úpa-Gruppe, einem

mächtigen Komplex aus Glimmerschiefer und Phylliten, mit häufigen Einlagerungen von Quarziten, Kalksilikaten, Hornfels, Amphibolit, kristallinen Kalksteinen und Grafitschiefern. Kristalline Schiefer dieser Gruppe sind häufig ersetzt durch prä-variszische Granite und Gneise sowie durch jüngere variszische Granitplutone (Chaloupský u. a. 1989, 247 f.). Der kristalline Komplex des Riesen- und Isergebirges

wurde von Josef Chaloupský und Kollegen in sechs Einheiten unterteilt (ebd. 251 f.).

Im neolithischen Felsgesteinabbaugebiet am Maršovice-Hügel dominiert der Jizera-Gneiss-Komplex in Nachbarschaft zum Krkonoše-Jizerské-hory-Granitmassiv. Der von den Neolithikern begehrte Aktinolith-Hornfels ist darin in schmalen Bändern eingelagert bzw. konnte im Lockergestein des oberflächennahen Hangschutttes gefunden werden. Erst im Rahmen jüngerer Untersuchungen wurde 2002 bei Geländebegehungen der erste Abbauplatz bei Jistebsko, Kataster Jablonec nad Nisou, entdeckt³, dessen Gesteine petrografisch und geochemisch identisch mit analysierten Dechselklingen aus verschiedenen bandkeramischen Siedlungsregionen sind⁴ (Abb. 1). Diese Entdeckung war das Ergebnis mehrjähriger Labor- und Geländetätigkeiten von Mitarbeitern des Nationalmuseums Prag und des Institute of Rock Structure and Mechanics der Akademie der Wissenschaften, ebenfalls Prag, in deren Rahmen eine große Anzahl von Artefakten analysiert, klassifiziert und mit in der mineralogischen Fachliteratur beschriebenen Rohmaterialvorkommen Böhmens verglichen wurde (z. B. Přichystal 2000; Šrein u. a. 2000; Šreinova u. a. 2002). Durch Geländeinspektionen ist die Zahl der bekannten Abbauplätze in den letzten Jahren gestiegen (Přichystal 2002; Prostředník u. a. 2005; Šída 2005). Bei Surveys rund um den Maršovice-Hügel wurden

mehrere Abbauplätze (Jistebsko 1–3; Velké Hamry I und II; Zásada-Zbytky; Paseky nad Jizerou) entdeckt (Abb. 2; 3). Insgesamt kann von einem etwa 160 ha großen Abbaugebiet ausgegangen werden (Prostředník u. a. 2005, 480 Tab. 1).

Der Abbauplatz Jistebsko 1

Der besterhaltene Abbauplatz Jistebsko 1 erstreckt sich über eine Länge von ca. 800 m und eine Breite von 100–350 m auf einer Fläche von etwa 15,4 ha. Dort sind heute noch zahlreiche Abbaugruben (Pingen) im bewaldeten Gelände sichtbar. Diese weisen obertägig Durchmesser von bis zu 10 m auf und sind an der Geländeoberfläche bis zu 3 m tief erhalten. Bei Begehungen konnten etwa 500–650 obertägig sichtbare Pingen gezählt werden. Andere, durch mittelalterlichen Ackerbau überprägte Abbauplätze wie Velké Hamry II lassen sich anhand von Abschlügen und Rohlingen in Lesesteinhaufen am Rande der eingeebneten Flächen nachweisen (Abb. 4). Die Pingen sind dort heute obertägig nicht mehr sichtbar, konnten jedoch beim Neubau zweier Wohnhäuser in den Baugruben dokumentiert werden (Šída 2007; ders. im Druck).

³ Šrein u. a. 2002; Šreinova u. a. 2002; Prostředník u. a. 2005; Šída 2007.

⁴ Christensen u. a. 2003; Christensen u. a. 2006; Šída 2007; Ramming 2007, 235 f.; dies. 2009; 2010.



Abb. 4. Lesesteinhaufen mit Rohlingen und Abschlügen am heute eingeebneten Abbauplatz Velké Hamry II.

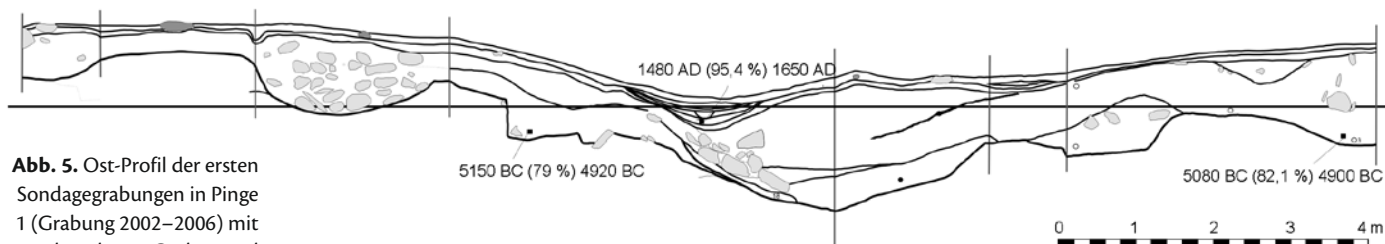


Abb. 5. Ost-Profil der ersten Sondagegrabungen in Pinge 1 (Grabung 2002–2006) mit erkennbaren Gruben und Artefaktkonzentrationen. Hellgrau: Steine; dunkelgrau: Wurzeln; schwarze Quadrate: Holzkohleproben; Kreise: Pollenproben.

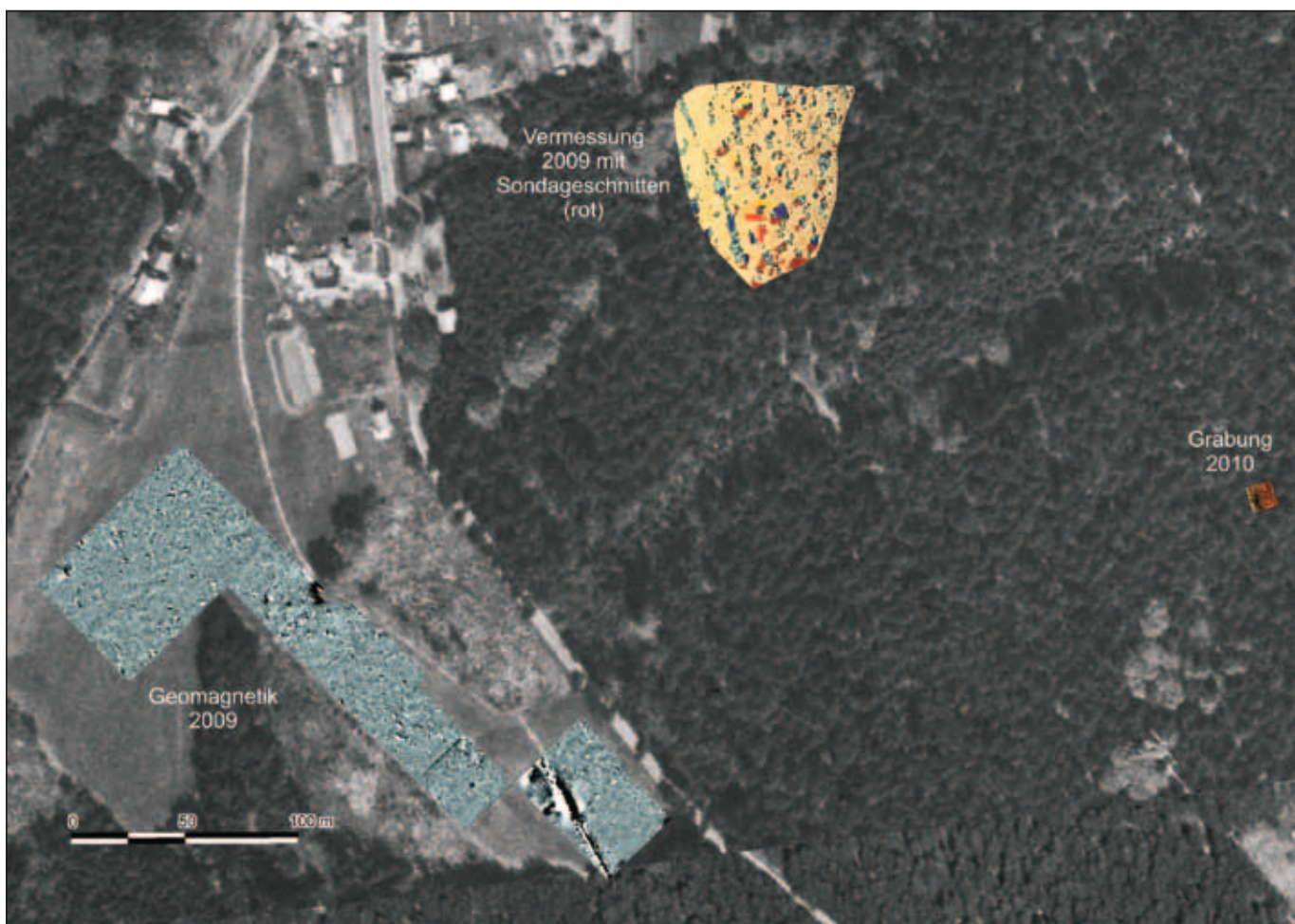
Eine erste Sondagegrabung auf einer Fläche von 5 x 1 m fand am Nordrand des Abbauplatzes Jistebsko 1, südöstlich des Ortes Dolní Černa Studnice, bereits kurz nach der Entdeckung im Jahre 2002 unter Leitung von Petr Šída statt. Diese Grabungen wurden 2004 fortgesetzt. In den bis dahin geöffneten Flächen von 20,5 m² wurden etwa 3500 Artefakte geborgen, darunter überwiegend Abschläge, aber auch Rohlinge und Klopffesteine⁵. Es folgten weitere Grabungsschnitte in den Jahren 2005 bis 2008. Im Sommer 2009 wurde eine Sondagefläche von 4 x 1 m geöffnet, woran dank finanzieller Unterstützung der Stiftung Pro Archaeologia Saxoniae die Universität Hamburg, Abteilung Vor- und Frühgeschichtliche Archäologie, unter Leitung von Britta Ramminger beteiligt war. Bei diesen Grabungen wurde, wie in den Kampagnen zuvor, nach Meterquadraten gegraben und jedes Artefakt in den

Schnittplan eingezeichnet, nivelliert und, mit einer Individualnummer versehen, dokumentiert und verpackt. Die dabei festgestellten Konzentrationen von Abschlägen, Rohlingen und Klopffesteinen kommen als Werkstatt- und Haldenbereiche in Betracht (Abb. 5).

Neben der Öffnung eines weiteren Sondageschnittes erfolgten 2009 erste geodätische Vermessungen in einem ca. 0,5 ha großen Gebiet im Umkreis der Grabungsschnitte (Abb. 6). Das Gelände fällt dort von maximal 666,19 m ü. NN im Nordwesten der untersuchten Fläche nach Osten hin steil ab (bis auf 653,6 m ü. NN). Auf einer Strecke von 77,5 m ist in West-Ost-Richtung ein natürliches Gefälle um 14,4 m zu verzeichnen. Im Höhenschichtenplan sind

⁵ Zu den Ergebnissen dieser ersten Grabungen siehe Prošředník u. a. 2005; Šída 2007.

Abb. 6. Bislang untersuchte Bereiche des Abbauplatzes Jistebsko 1.



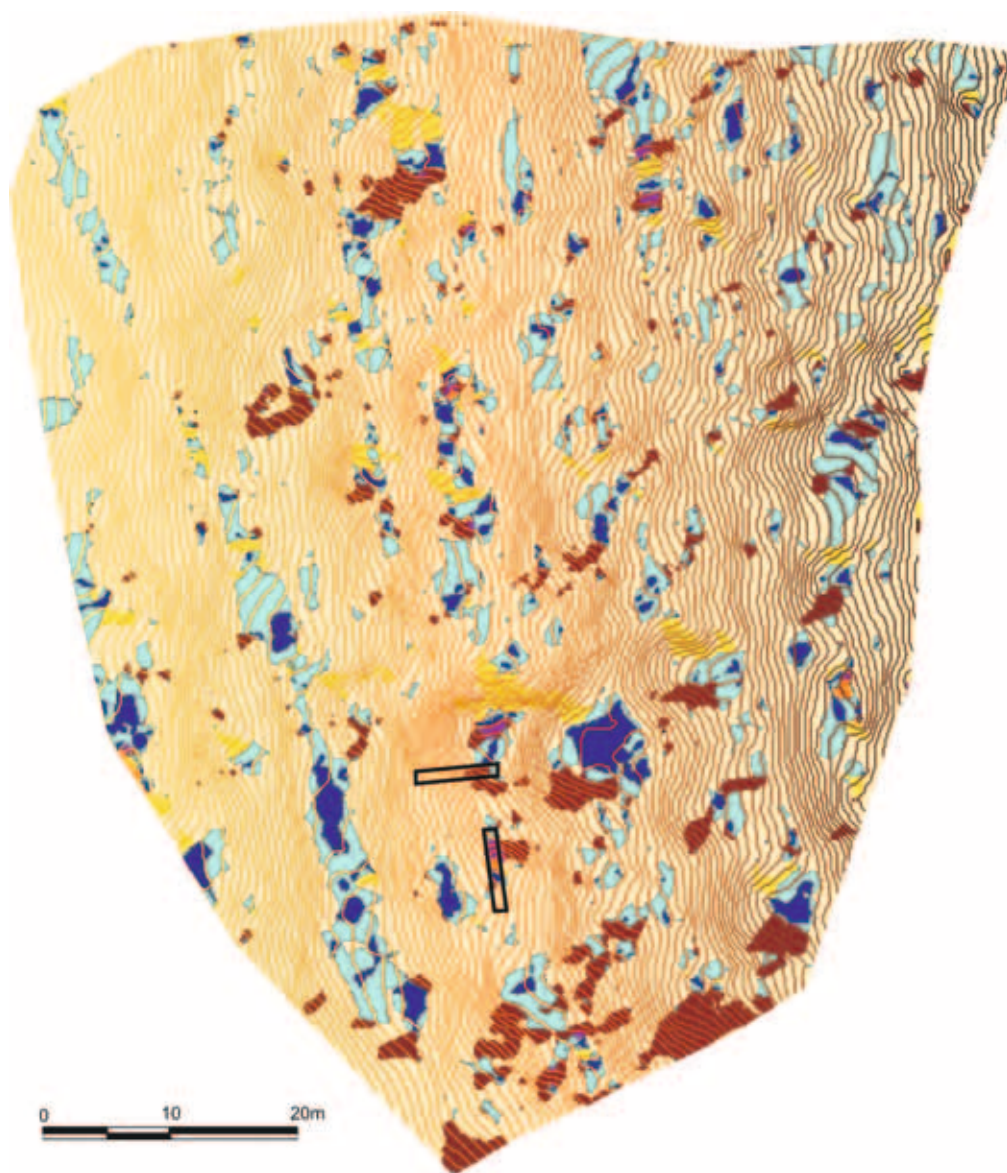


Abb. 7. Höhenschichtenplan eines etwa 0,5 ha großen Areals im Umfeld der Pinge 1 mit Kartierung der flachen Bereiche (hell- und dunkelblau) als Ergebnis einer Slope-Analyse und Richtungsabweichungen des Geländereiefs (gelb und braun) als Ergebnis einer Aspect-Analyse sowie Einzeichnung der Sondageschnitte 2009 (schwarz).

die Linien in 0,1 m Abstand dargestellt (Abb. 7)⁶. Deutlich sind die zahlreichen eng beieinanderliegenden anthropogenen Veränderungen der Oberfläche erkennbar. Die Geländedaten weisen Gefälle (Slope) von $-0,04$ – 36 Winkelgraden pro Flächeneinheit auf. Die in der Abbildung dunkelblau und türkis markierten Bereiche weisen nur wenig Gefälle auf (dunkelblau bis $2,5$; türkis bis $5,0$ Winkelgrade). Hierbei dürfte es sich um Grubeninnenbereiche handeln. Mithilfe der Aspect-Analyse lassen sich Richtungsabweichungen der Höhenlinien anzeigen. 80 % der Werte liegen im Bereich zwischen 30 und 128° und werden hier als die natürliche Geländerrichtung angesehen. Abweichungen liegen bei 0 – 30° ($6,5$ %) und über 128° mit einem kleinen Peak bei 135° . Der hier als Normalwert angesehene Bereich ist beige dargestellt, Abweichungen unter 30° und über 130° sind farblich (gelb und braun) markiert. Auf diese Weise lassen sich einzelne größere Grubenbereiche hervorheben. Die Darstellung lässt den Schluss zu,

dass die neolithischen Abbaugruben parallel zum Hang angelegt worden sind.

Eine weitere Grabung begann im August 2010 unter Leitung von Britta Ramminger. Die dafür ausgewählte 10×10 m große Grabungsfläche umfasst das obertägig sichtbare Areal einer Pinge mit einem Durchmesser von $7,5 \times 7,5$ m und einer Tiefe an der Oberfläche von rund $1,80$ m (Abb. 8). Diese Fläche liegt etwa 250 m südöstlich der Sondagen, die bis 2009 unter Leitung von Petr Šída untersucht worden sind. Sie befindet sich in der Gemarkung Jistebsko an einem nach Nordosten abfallenden Hang mit relativ starkem Gefälle. Nachdem das Grabungsareal vom Bodenbewuchs befreit worden war, wurde die Grabungsfläche engmaschig vermessen und ein erster

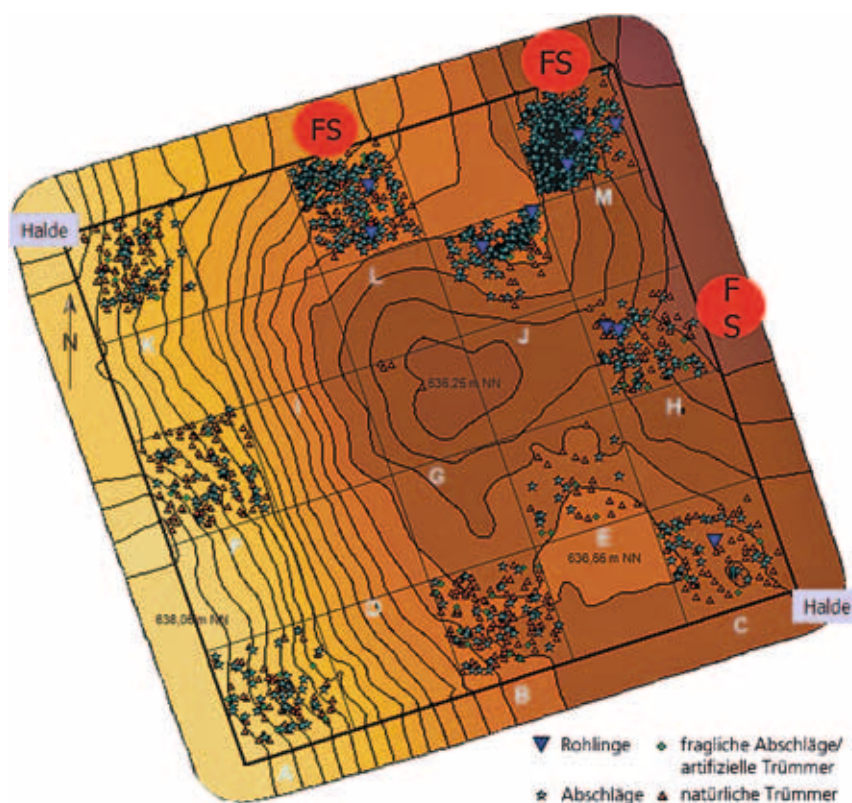
⁶ Die Interpolation der Höhenlinien erfolgte im Programm Vertical Mapper, einem Zusatz zu MapInfo Professional. Als Interpolationsmethode wurde Advanced Natural Neighbour gewählt.



Abb. 8. Im August 2010 geöffnete Fläche vor Beginn der Ausgrabung nach Entfernung der Vegetation.

Höhenschichtenplan erstellt (Abb. 9). Anschließend wurde die Fläche in 2 x 2 m große Quadranten unterteilt, die anschließend schachbrettartig ausgegraben wurden. Dabei galt es, jedes Artefakt mittels Tachymeter dreidimensional einzumessen. Aufgrund der Witterungsverhältnisse konnten nicht alle geplanten Schnitte angelegt werden. Im Zentrum der Pinge war der Untergrund infolge der teilweise heftigen Regenfälle zu stark durchweicht, weshalb die Grabung überwiegend in den peripheren Quadranten stattfand.

Abb. 9. Höhenschichtenplan der Grabungsfläche 2010 mit Einteilung der Grabungsschnitte und Verteilung der 2010 geborgenen Artefakte.



In der obertägig als Geländedepression erkennbaren neolithischen Pinge konnten durch die Ausgrabung 2010 verschiedene kleinere Befunde erfasst werden. Neben einem Schlagplatz sind mehrere Feuerstellen und Gruben vorhanden. In zwei Bereichen (C und K) der Grabungsfläche wurden vornehmlich große Gesteinsbrocken aus nicht verwendbarem Glimmerschiefer deponiert, andere Bereiche (Quadrant L und M) zeichnen sich durch die höchste Dichte an Produktionsabfällen aus. Die Anfertigung der Rohlinge erfolgte in diesem Areal offensichtlich an mehreren Feuerstellen. Bereits in den früher angelegten Sondageschnitten waren datierbare Holzkohlereste zum Vorschein gekommen; in der Grabungskampagne 2010 konnten jedoch erstmalig mehrere in unmittelbarer Nachbarschaft gelegene Feuerstellen entdeckt und dokumentiert werden (Abb. 10). Artefaktkonzentrationen, teilweise direkt an Feuerstellen angrenzend (Abb. 11) bzw. in diese hineinreichend, lassen den Schluss zu, dass die primäre Zurichtung der Rohlinge direkt vor Ort in den noch nicht vollständig wiederverfüllten Pingen erfolgte.

AMS-Datierungen von Holzkohleproben aus drei der 2010 zum Vorschein gekommenen Feuerstellen (H1; L1; M1) zeigen eine längerfristige Nutzung dieses Areals an (Tab. 1). Das älteste Datum (Probe ERL-15826) stammt aus dem im Hang oberhalb der beiden anderen Feuerstellen gelegenen Befund L1, der in Quadrant L ca. 35 cm unterhalb der modernen Oberfläche zum Vorschein kam. Sollte bei der Befuerung nicht bereits altes Holz verwendet worden sein, zeigt dieses Datum eine Nutzung der Feuer-

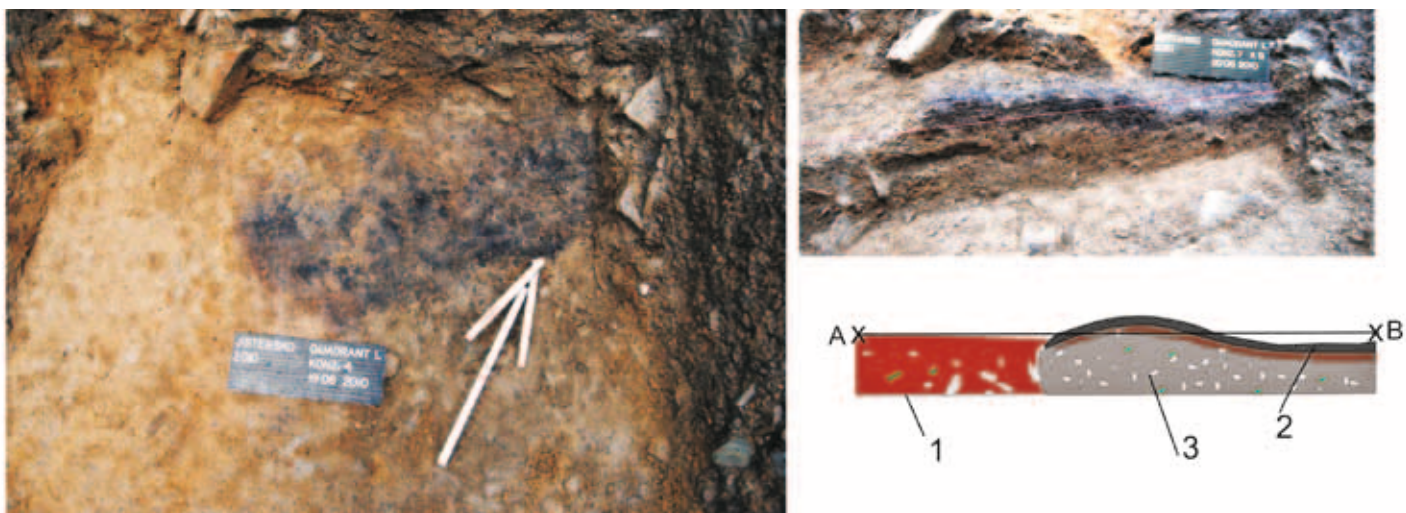


Abb. 10. Feuerstelle in Quadrant L. 1 rötlich-brauner toniger Lehm; 2 dunkelbraun-schwarze Verfärbung mit reichlich Holzkohleresten, umgeben von rot-braun-violettem Brandlehm; im Norden mehrere Artefakte aus Aktinolith-Hornfels, im südöstlichen Bereich Glimmerschieferfragmente; 3 Mischbereich, überwiegend gräulicher, sandiger Lehm, glimmerhaltig, gemischt mit Schicht 1.



Profil C'D'

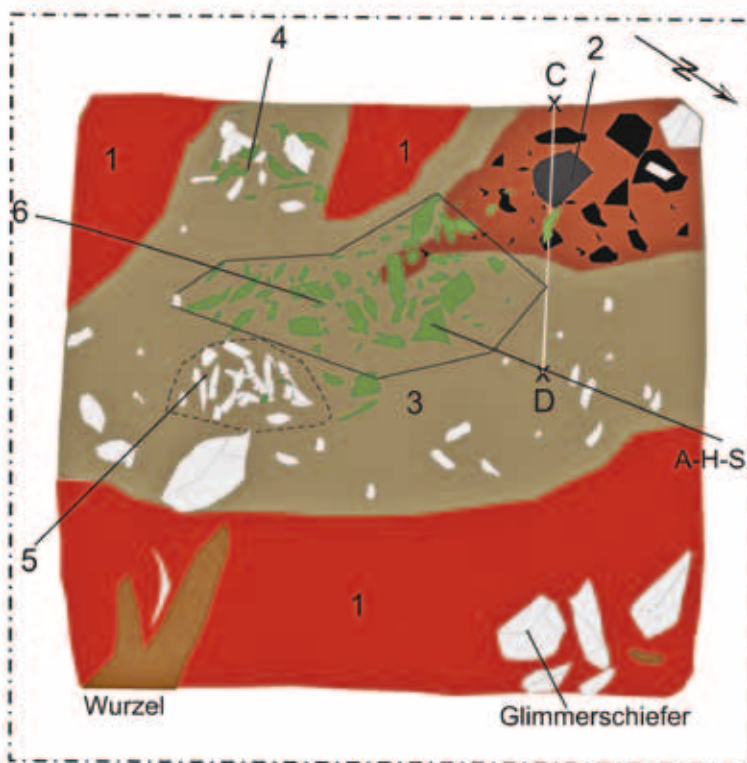


Abb. 11. Feuerstelle mit angrenzender Artefaktkonzentration in Quadrant M. 1 rötlich-brauner toniger Lehm; 2 dunkelbraun-violett verbrannter Lehm mit darüber liegender Holzkohleschicht; 3 braungrauer Lehm mit zahlreichen Glimmer- und Aktinolith-Hornfels-Fragmenten; 4 Rest einer Abfallkonzentration mit verlagerten Artefakten (Beginn direkt unter dem Humus); 5 lockerer, mit reichlich Glimmerschiefer durchmischter Bereich ohne klare Begrenzung; 6 Artefaktkonzentration (Schlagplatz).

Nr.	Fundplatz	Nr.	Material	Labornr.	age BP	Fehler	age BC	Kontext
1	Turnov Maškovy zahrady ¹	1870	Holzkohle	GdA-528	6360	40	5469	Befund 929/01
2	Turnov Maškovy zahrady	1828	Holzkohle	GdA-974	6250	40	5316– 5071	
3	Turnov Maškovy zahrady ²	1923	Holzkohle	GdA-527	6160	40	5217– 5000	Befund 928/01
4	Turnov Maškovy zahrady ³	1928	Holzkohle	GdA-526	5910	40	4898– 4704	Befund 1002/01
1	Jistebsko	28	Holzkohle	UGAMS 5279	6270	30	5316– 5211	Neubau Parzelle 350/1, Profil, Pinge 2
2	Velké Hamry II	3209	Holzkohle	GdA-1206	6220	40	5303– 5057	Pinge 1
3	Jistebsko	02	Holzkohle	UGAMS 5277	6210	30	5295– 5057	Neubau Parzelle 350/1, Schnitt 1, Feuerstelle
4	Jistebsko ⁴	1717	Holzkohle	VERA-2981	6120	35	5209– 4957	Pinge 1, Schnitt 1
5	Jistebsko	3834	Holzkohle	GdA-533	6095	35	5207– 4859	Pinge 1, Schnitt 3
6	Jistebsko	05	Holzkohle	UGAMS 5278	6100	30	5207– 4935	Neubau Parzelle 350/1, Profil, Pinge 2
8	Jistebsko	9/10-1	Holzkohle	Erl-15825	6234	58	5321– 5036	Feuerstelle H1
9	Jistebsko	9/10-2	Holzkohle	Erl-15826	6574	60	5631– 5386	Feuerstelle L1
10	Jistebsko	9/10-3	Holzkohle	Erl-15827	6334	59	5470– 5214	Feuerstelle M1

Tab. 1. Liste der bisherigen ¹⁴C-Daten aus den Abbaugebieten Jistebsko I und Velké Hamry II sowie aus der Siedlung Turnov Maškovy zahrady.

1 Bláhová-Sklenářová/Prostředník 2007

2 Ebd.

3 Ebd.

4 Prostředník u.a. 2005

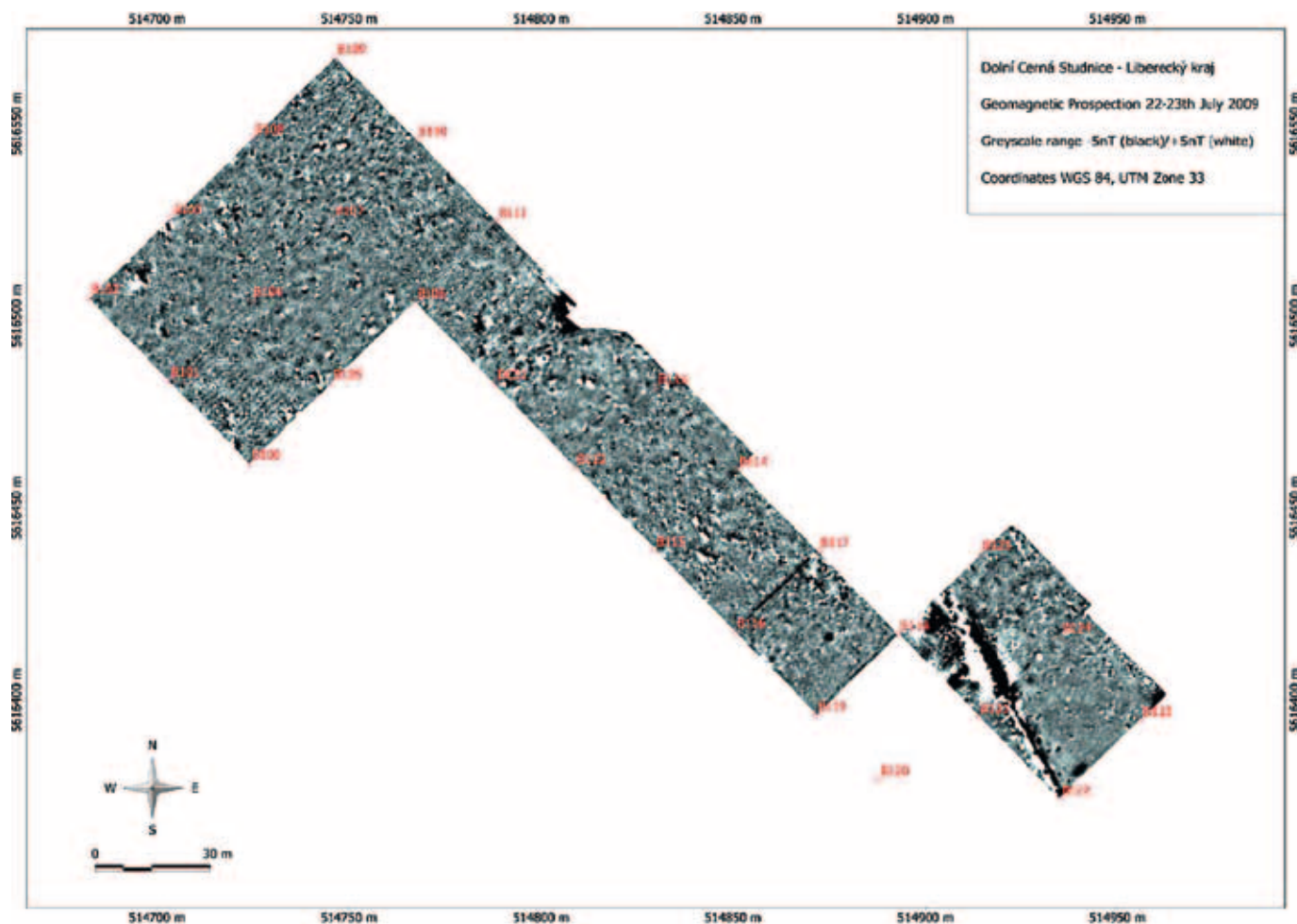
stelle zur Zeit der Ältesten Bandkeramik oder sogar im ausgehenden Mesolithikum an. Die ¹⁴C-Daten aus der nächst gelegenen ältestbandkeramischen Siedlung in Turnov-Maškovy zahrady sind jünger und passen zu den Daten der beiden anderen Feuerstellen aus den Quadranten H und M (Proben Erl-15825 und 15827). Die Daten aus anderen Bereichen des Abbaugebietes sind teilweise etwas jünger.

Wenngleich mit Vorsicht, so können doch ein mehrphasiger Abbau bzw. drei Nutzungsstadien in dem 2010 gegrabenen Areal angenommen werden. Im ersten Stadium erfolgte die Rohmaterialgewinnung, wobei die Pingen jeweils von unten in den Hang eingegraben worden sein dürften. Anschließend fanden eine Prüfung des gewonnenen Materials und die Primärproduktion der Dechselklingenrohlinge statt. Dabei zerbrochene oder als untauglich erachtete Stücke blieben mit den anderen Produktionsabfällen direkt vor Ort. Nachdem die Pingen eine Größe und Tiefe erreicht hatten, die einen weiteren Abbau darin unnötig erschwerten, erfolgte die Anlage der nächsten Grube. Der dabei anfallende Aushub (Lehm, unbrauchbare Glimmerschiefer oder Quarze und ausgemusterte Aktinolith-Hornfelsen) wurde in eine der jeweils benachbarten älteren Pingen eingebracht, wobei offensichtlich die unbrauchbaren größeren Glimmerschieferbrocken gesondert gelagert wurden.

Die vorläufige Auswertung der geodätischen Vermessung und die bisherigen Grabungsergebnisse

erlauben eine erste Aussage über die mutmaßliche Dichte der Pingen und die Explorationsweise. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist mit einer deutlich größeren Pingenanzahl zu rechnen, als dies durch die ersten Oberflächenschätzungen zu ermitteln war. Das gesamte Gelände wirkt anthropogen verändert. Die an der Oberfläche als dicht aneinander liegende Geländedepressionen erkennbaren Pingen bestehen ihrerseits aus mehreren kleineren Befunden (Schürfgruben, Feuerstellen, Schlagplätze und Abfallhalden) und wurden wahrscheinlich hangparallel nebeneinander angelegt.

Das Pingenfeld erstreckt sich obertägig in den Waldgebieten noch sichtbar in Südrichtung über den gesamten Hang bis zur Bergkuppe hin. Innerhalb dieses Areals, bzw. an dieses angrenzend, befinden sich heute als Wiese genutzte Flächen, die keine deutlichen Geländemerkmale, sondern maximal sehr seichte Depressionen aufweisen. Geomagnetische Prospektionen im Juli 2009 lassen bislang keine eindeutig als Pingen interpretierbaren Befunde erkennen (Abb. 12). Die zahlreichen Anomalien dürften größtenteils als mehr oder minder große oberflächennahe Felsbrocken interpretierbar sein. Hier müssen zukünftig Ergebnisse von geodätischen Vermessungen mit den geomagnetischen Anomalien korreliert und Sondageschnitte angelegt werden, um Aussagen über eine neolithische Nutzung dieses Geländeabschnittes treffen zu können.



Das Abbaugelände in seinem regionalen Siedlungsgefüge

Die nächsten linien- und stichbandkeramischen Siedlungen liegen, teilweise in Sichtkontakt zum Abbaugelände, rund um die heutige Kleinstadt Turnov im mittleren Isertal. Die Entfernung zwischen den Siedlungen und der Lagerstätte beträgt etwa 14 km Luftlinie (Abb. 13). Die Achse der Siedlungskammer bildet die Iser (Jizera), ein Fließgewässer dritter Ordnung mit zahlreichen Nebenflüssen, über die der Kontakt zwischen Isertal und den größeren Siedlungskammern Mittelböhmens nach Süden und in das Isergebirge nach Norden möglich war. In dem Grenzgebiet zwischen Gebirge und Tiefebene herrschten günstige Siedlungsbedingungen mit einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 8–9° Celsius und einer durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge von 650–700 mm.

Das mittlere Isertal im Gebiet um Turnov ist Teil des Böhmisches Paradieses (Český ráj), einer Mittelgebirgslandschaft im Nordosten von Böhmen. Geprägt ist die Landschaft vor allem durch die bekannten Felsenstädte aus Sandstein. Seit 1955 steht ein Teil der Region als Chráněná krajinná oblast

Český ráj unter Naturschutz und ist damit das älteste großräumige Schutzgebiet des Landes. Wegen der besonderen geologischen Struktur wurde die Region 2005 in das Netz der europäischen Geoparks aufgenommen. Dieses Gebiet erstreckt sich zwischen Jičín, Sobotka, Mladá Boleslav, Mnichovo Hradiště, Kopanina, Železný Brod, Semily und Lomnice nad Popelkou. Im Osten geht das Böhmisches Paradies in das Riesengebirgsvorland über, im Norden wird es von den Ausläufern des Isergebirges und des Riesengebirges begrenzt.

Die älteste bekannte Siedlung im Isertal, Turnov-Maškovy zahrady⁷, datiert in die älteste und die mittlere Phase der böhmischen Bandkeramik (Bláhová-Sklenářová/Prostředník 2007; Šída 2007, 49 ff.) und wurde bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts entdeckt. Ausgrabungen einer Teilfläche der Siedlung erbrachten drei mehr oder minder gut erhaltene Hausgrundrisse der Ältesten Bandkeramik sowie zwei weitere der mittleren Bandkeramik. In den ältestbandkeramischen Befunden kamen insgesamt zwölf Artefakte aus Aktinolith-

Abb. 12. Plan der geomagnetischen Prospektionen auf einer an das obertägig sichtbare Pingenfeld angrenzenden Wiesenfläche im Südosten der Grabungsflächen.

⁷ Filip 1947, 259 Abb. 4,15; Pavlů/Vokolek 1992, 529; Bláhová-Sklenářová/Prostředník 2007; Šída 2007.

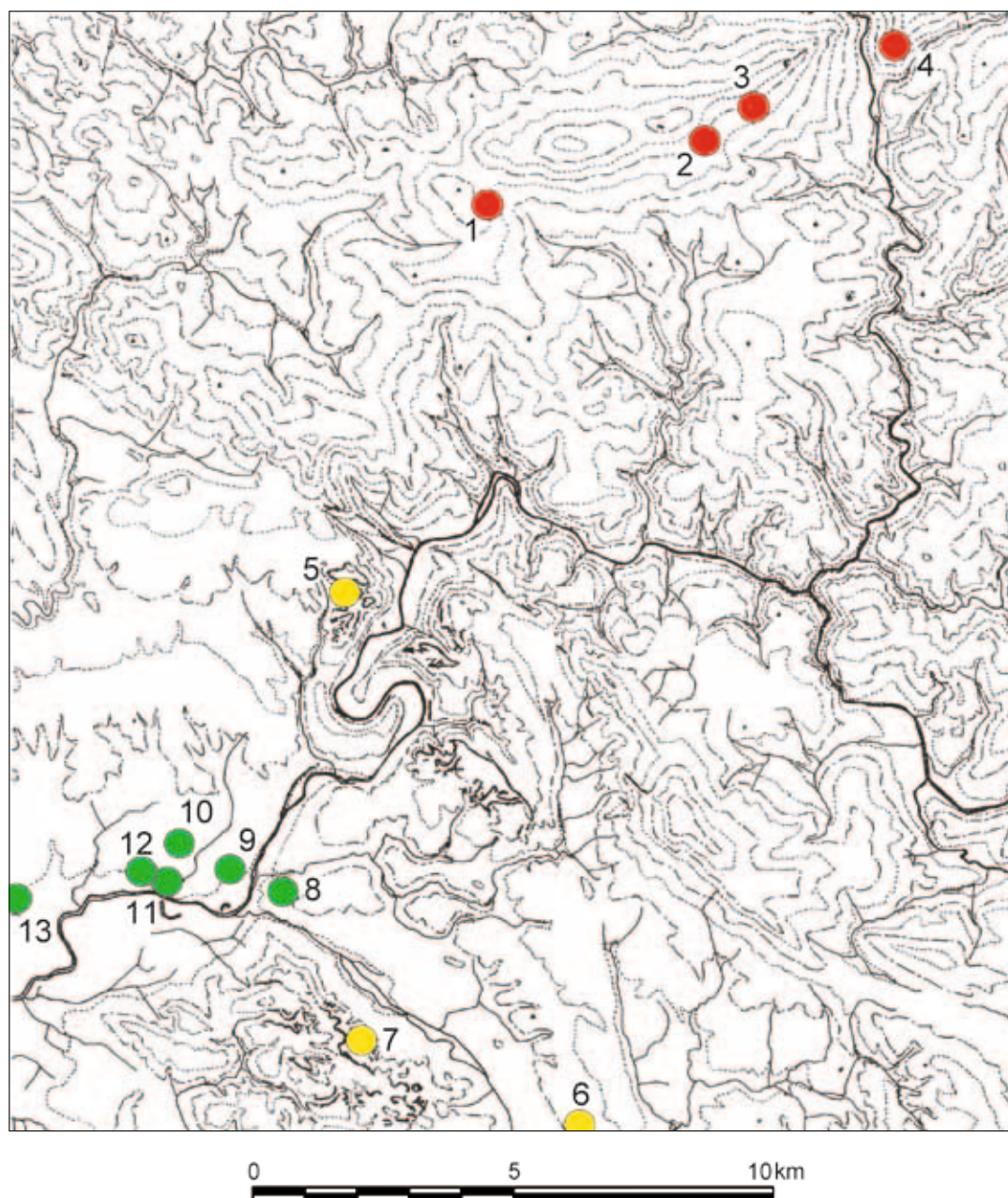


Abb. 13. Lage der zum Abbaugelände nächstgelegenen alt- und mittneolithischen Fundplätze. Rot: Abbauplätze; gelb: Pseudokarst-Höhlen und Abris; grün: Flachsiedlungen im mittleren Isertal. 1 Jistebsko; 2 Zásada, Zbytky; 3 Velké Hamry I; 4 Bohdalovice, Velké Hamry I; 5 Ondříkovic, Höhle Nr. 6 (LBK; StK); 6 Hnanice, Ludmilahöhle (LBK); 7 Karlovice, Čertova Ruka und Praděd (LBK; StK; LgK); 8 Turnov, Maškovo zahradnictví (LBK; StK IV); 9 Nudvojovice, KAMAX (StK V); 10 Ohrazenice (StK IV); 11 Nudvojovice, Na bubnu, Na ostrově (LBK; StK); 12 Přepěře (StK); 13 Příšovice (StK).

Hornfels zum Vorschein, wozu sieben weitere aus den Befunden der mittleren Bandkeramik zu nennen sind (Šída 2007, 54 ff.). Die Siedlung Maškovo zahrady weist demnach im Vergleich zur ca. 100 km Luftlinie in südöstlicher Richtung entfernten Siedlung Bylany, die mit weit über 1000 Dechselklingen und -fragmenten (Pavlů 2000) die bislang dechselreichste bandkeramische Siedlung im gesamten Verbreitungsgebiet ist (Ramminger 2007, 248 f. u. Abb. 224), nur sehr geringe Mengen auf. Aber die durchschnittliche Anzahl von

drei erhaltenen Klingen pro Haushalt entspricht den aus anderen, weiter entfernt vom Abbaugelände liegenden Fundgebieten bekannten Mengen (Ramminger 2007, 263). Sonst sind aus dem Isertal ebenso wie aus dem Gebiet des Böhmisches Paradieses insgesamt nur wenige sicher bestimmbar linienbandkeramische Funde bekannt, was Jan Prostředník, Denkmalpfleger für den Kreis Turnov, in erster Linie auf den vergleichsweise schlechten Forschungsstand zurückführt (Prostředník 1998, 14). In den Museumsmagazinen liegen überwie-

gend geschliffene Steingeräte, die als Lesefunde ohne begleitende Keramik gesammelt wurden und deshalb nur schwer einer bestimmten Kulturphase zuzuordnen sind. Weitere Siedlungen, die Material der Linien- und Stichbandkeramik liefern, sind z. B. Turnov-Nudvojovice und Přešovice. Alle diese überwiegend durch Oberflächenfunde bekannten Stationen liegen direkt auf den fruchtbaren Böden der Iser-Terrassen und überschreiten Höhenlagen von 300–350 m ü. NN nicht. Siedlungen der Stichbandkeramik kommen dagegen auch in den mittleren Lagen des Riesengebirges vor (z. B. Horní Dušnice: Prostředník 1995, 25 Tab. 1: 76/94). Im Gebiet um Turnov sind vier stichbandkeramische Stationen im Ortsteil Ohrazenice bekannt (Šída 2007, 34 u. Abb. 7). Stichbandkeramische Fundstellen liegen zudem im Westen von Turnov in den Gemarkungen Nudvojovice und Přepeře. In Nudvojovice fanden 2008 Ausgrabungen im Vorfeld von Baumaßnahmen im geplanten Industriegebiet statt. Durch Geländebegehungen und geomagnetische Prospektionen, die im Herbst 2009 durch Mitarbeiter der Universität Hamburg, Abteilung Vor- und Frühgeschichte, erfolgten, wurde eine bislang unbekannte Fundstelle entdeckt. Weitere Lokalitäten sind in dem dort weiten Isertal zu vermuten.

Im Böhmisches Paradies begann man in der jüngeren Bandkeramik zudem Pseudokarsthöhlen aufzusuchen (z. B. Ondříkovice-Záborčí, Kr. Jablonec nad Nisou: Vokolek 1995). Für die nachfolgende Stichbandkeramik mehren sich die Belege in diesen „Höhlen“. Aus einer Kulturschicht, die 1995 und 1997 am Abri pod Pradědem bei Karlovice untersucht wurde, stammt u. a. Keramik der Schlesischen Gruppe der Stichbandkeramik; in diesem Horizont wurde zudem das Skelett eines jungen Mädchens in Hocklage entdeckt, das eine Halskette aus Fuchszähnen trug (Prostředník/Vokolek 1998). Alt- und mittelneolithische Gräber sind sonst in diesem Gebiet extrem selten. Ob diese Stationen als temporäre Lager für neolithische Prospektoren oder eher als Kult-, Jagd- oder Transhumanzstätten dienen, bleibt durch zukünftige Forschungen zu klären. Eine Ansammlung von Horten mit Halbfabrikaten von Steinbeilklingen ist im Gebiet von Hořice, entlang der Flüsse Bystrice und Mrlina, bekannt. Inwieweit es sich dabei um mögliche „Händlerdepots“ handelt, kann beim derzeitigen Forschungsstand ebenfalls nicht gesagt werden. Vergleichsweise viele Funde von Halbfabrikaten kommen auch in den Siedlungen um Prag sowie in einigen Inventaren Mitteldeutschlands vor (Stebner in Vorb.).

Bedeutung des Abbauplatzes für die Versorgung der alt- und mittelneolithischen Siedlungsgebiete mit Dechselklingen

Das gesamte Abbaugelände am Maršovice-Hügel umfasst eine Fläche von ca. 160 ha. In diesem Areal sind mehrere Abbauplätze vorhanden. Das von dort stammende Rohmaterial war nach ersten Hochrechnungen in solchen Mengen zu finden, dass damit ein Großteil des Bedarfs im Verbreitungsgebiet der Bandkeramik, also nahezu im gesamten Mitteleuropa, gedeckt werden konnte (Ramming 2007, 23 f.; dies. 2009). Mithilfe petrographischer und geochemischer Vergleiche des Rohmaterials aus dem Isergebirge mit Steinbeilklingen aus verschiedenen Regionen konnte in den letzten Jahren ein über mehrere hundert Kilometer reichendes Austauschnetz erkannt werden (Ramming 2007, 286 ff.). Dechselklingen aus weiteren, bislang weniger erforschten Regionen, insbesondere in Mitteldeutschland, werden zurzeit an der Universität Hamburg im Rahmen eines DFG-Projektes untersucht (s. Beitrag Stebner), um auf diese Weise Distributionsmuster und die diesen zugrunde liegenden Verteilungsmechanismen zu erkennen. Eine Dissertation hierüber wird aller Voraussicht nach 2011 eingereicht werden (Stebner in Vorb.).

Zukünftig gilt es, die Beziehungen zwischen den Siedlungen im Isertal, den Abri- und Höhlenplätzen im Böhmisches Paradies und dem Abbaugelände näher zu erforschen. Hierzu sind insbesondere Surveys und geophysikalische Prospektionen im mittleren Isertal sowie weitere Ausgrabungen im Abbaugelände und an den Sonderplätzen nötig.

Summary

Archaeometric investigations of adze blades from different settlement areas show the widespread use of a quite exotic raw material, which was described in the 1980s as Actinolite-Hornblende-Schist and which modern Czech geologists call Actinolite-Hornfels or Hornblende-Plagioclase-Hornfels. This material occurs in the north-east Bohemian Jizera mountains, where several Neolithic mining sites have been discovered through surveys since 2002. Excavations, starting back in 2002, revealed a large amount of production waste, half-finished products and some production tools. During August 2010, several fireplaces and artefact concentrations were uncovered within a mining pit. According to C14-analyses from charcoal samples, mining activity in Jistebsko 1, which is the best preserved quarrying area, already started in the early LBK or even

at the end of the Mesolithic. The nearest LBK settlement sites are situated in the valley of the river Jizera at a distance of only 14 km from the mining area. Alongside open lowland sites, a number of caves and rock shelters in the surroundings were also used during the early and middle Neolithic. To investigate the relations between the settlement sites in the Jizera valley, the mining area and the rock shelters extended surveys including geophysical methods, as well as further excavations, are necessary in the future.

Literatur:

- Bláhová-Sklenářová/Prostředník 2007: Z. Bláhová-Sklenářová/ J. Prostředník, Stavby kultury s lineární keramikou v Turnově "Maškových zahradách", Otázky neolitu a eneolitu našich zemí 2006. Arch. studie Univ. Hradec Králové 1, 2007, 14–24.
- Chaloupský 1989: J. Chaloupský, Synoptic geological map of the Krkonoše and Jizerské hory Mts. 1:100.000 (Praha 1989).
- Chaloupský u. a. 1989: J. Chaloupský/J. Červenka/J. Králik/ F. Líbalová/J. Píchová/E. Pokorný/K. Sekyra/J. Shrbený/ O. Šalanský/J. Šrámek/J. Václ, Geology of the Krkonoše and Jizerské hory Mts. Geological survey of Czechoslovakia (Praha 1989).
- Christensen u. a. 2003: A.-M. Christensen/U. Schüssler/ M. Okrusch/J. Petrasch, On the provenance of amphibolitic stone axes from Central-South Germany. In: O. Hahn/ C. Goedicke/R. Fuchs/I. Horn (Hrsg.), Archäometrie und Denkmalpflege. Kurzberichte 2003 (Berlin 2003) 175–177.
- Christensen u. a. 2006: A.-M. Christensen/P. M. Holm/ U. Schüssler/J. Petrasch, Indications of a major Neolithic trade route? An archaeometric geochemical and Sr, Pb isotope study on amphibolitic raw material from present day Europe. Applied Geochemistry 21, 2006, 1635–1655.
- Fediuk 1962: F. Fediuk, Vulkanity železnobrodského krystalinika. Rozpravy Ústředního ústavu geologického 29 (Praha 1962) 1–116.
- Filip 1947: J. Filip, Dějinné počátky Českého ráje (Praha 1947).
- Gränzer 1933: J. Gränzer, Nephrit aus dem Phyllitkontakt im Südwesten des Isergebirgsgranites. Firgenwald. Vierteljahrsh. Geol. u. Erdkde. Sudetenländer 6, 1933, H. 2, 89–96.
- Huyer 1914: A. Huyer, Granitkontakt des Schwarzbrunnberges bei Gablonz a. N. Lotos 62, 1914, 22–24.
- 1928: Der Granitkontakt des Schwarzbrunngebirges. Mitt. Ver. Naturfreunde Reichenberg 50, 1928, 48–65.
- Klomínský u. a. 2004: J. Klomínský/F. Fediuk/F. Schováněk/ P. Gabašová, The hornblende-plagioclase hornfeld from the contact aureole of the Tanvald granite, northern Bohemia – the raw material for Neolithic tools. Bull. Geosciences 79, 2004, 63–70.
- Kratochvíl 1957–1964: J. Kratochvíl, Topografická mineralogie Čech I–VII (Praha 1957–1964).
- Milch 1902: L. Milch, Beiträge zur Kenntnis der granitischen Gesteine des Riesengebirges. Neues Jahrb. Mineralogie, Geol. u. Paläontologie. Beilagebd. XII (Stuttgart 1902).
- Pavlů 2000: I. Pavlů, Life on a Neolithic Site. Bylany – Situational Analysis of Artefacts (Praha 2000).
- Pavlů/Vokolek 1992: I. Pavlů/V. Vokolek, Early Linear Pottery Culture in the east Bohemian region – Kultura se starší lineární keramikou ve východočeské oblasti. Pam. Arch. 83, 1992, 41–87.
- Přichystal 2002: A. Přichystal, Objev neolitické těžby zeledných břidlic na jižním okraji jizerských hor (severní Čechy). Abstrakt. Kvartér 8, 2002, 12–14.
- Prostředník 1995: J. Prostředník, Archeologické nálezy ze sbírek Krkonošského muzea v Jilemnici (okr. Semily). Zpravodaj Muz. Východních Čech 21, 1995, 23–35.
- 1998: Neolitické a eneolitické osídlení Českého ráje a horního Pojizeří (teze). In: Otázky neolitu a eneolitu našich zemí. Sborník referátů z 16. Pracovního Zasedání Badatelů pro Výzkum Neolitu a Eneolitu Čech, Moravy a Slovenska, Lázně Sedmihorky, 23.–25. září 1997 (Turnov, Hradec Králové 1998) 11–22.
- Prostředník/Vokolek 1998: J. Prostředník/V. Vokolek, Archeologický výzkum skalních lokalit Českého ráje v letech 1994–1997. Z Českého Ráje a Podkrkonoší 11, 1998, 119–132.
- Prostředník u. a. 2005: J. Prostředník/P. Šída/V. Šrein/B. Šreimová/M. Stastný, Neolithic quarrying in the foothills of the Jizera Mountains and the dating thereof. Arch. Rozhledy 57, 2005, 477–492.
- Ramminger 2007: B. Ramminger, Wirtschaftsarchäologische Untersuchungen zu alt- und mittelneolithischen Felsgesteingeräten in Mittel- und Nordhessen. Archäologie und Rohmaterialversorgung. Internat. Arch. 102 (Rahden/Westf. 2007).
- 2009: Contributions to the exchange of LBK adze-blades in central Europe: an example for economic investigations in archaeology. In: D. Hofmann/P. Bickle (Hrsg.), Creating communities: new advances in Central European Neolithic research (Oxford 2009) 80–94.
- 2010: Rohmaterialuntersuchungen an Dechselklingen aus Dresden-Prohlis und Brodau bei Leipzig. Charakterisierung und mögliche Herkunft der Rohmaterialien. In: T. Link, Die linien- und stichbandkeramische Siedlung von Dresden-Prohlis. Eine Fallstudie zum Kulturwandel in der Region der oberen Elbe um 5000 v. Chr. Ungedr. Diss. Univ. Würzburg (Würzburg 2010).
- Schwarz-Mackensen/Schneider 1983a: G. Schwarz-Mackensen/W. Schneider, Wo liegen die Hauptliefergebiete für das Rohmaterial donauländischer Steinbeile und -äxte in Mitteleuropa? Arch. Korrb. 13, 1983, 305–314.
- 1983b: Fernbeziehungen im Frühneolithikum – Rohstoffversorgung am Beispiel des Aktinolith-Hornblende-Schiefers. In: G. Wegner (Hrsg.), Frühe Bauernkulturen in Niedersachsen. Linienbandkeramik, Stichbandkeramik, Rössener Kultur. Arch. Mitt. Nordwestdeutschland, Beih. 1 (Oldenburg 1983) 165–176.
- 1986: Petrographie und Herkunft des Rohmaterials neolithischer Steinbeile und -äxte im nördlichen Harzvorland. Arch. Korrb. 16, 1986, 29–44.
- Šída 2005: P. Šída, Další lokality s doklady neolitické těžby a zpracování kamene v Jizerských horách. Further sites with evidence for Neolithic stone extraction and working in the Jizera Mountains. Archeologie ve Středních Čechách 9, 2005, 77–102.
- 2007: Využívání kamenné suroviny v mladší a pozdní době kamenné. Dilenské areály v oblasti horního Pojizeří. Diss. Arch. Brunenses Pragensesque 3 (Praha, Brünn 2007).
- 2009: Die Gewinnung von Metabazit im Jizerské-Gebirge und ihre Rolle für die Neolithisierung Mitteleuropas. In: M. Chytráček (Hrsg.), Fines Transire. 18. Treffen der Archäologischen Arbeitsgemeinschaft Ostbayern/West-

- und Südböhmen/Oberösterreich (Rahden/Westf. 2009) 125–131.
- im Druck: (Hrsg.), Jistebsko. Neolitická těžba v Jizerských horách. Opomíjená archeologie (Plzeň im Druck).
- Šída/Kachlík 2009: P. Šída/V. Kachlík, Geological setting, petrology and mineralogy of metabasites in a thermal aureole of Tanvald granite (northern Bohemia) used for the manufacture of Neolithic tools. *Journal Geosciences* 54, 2009, 269–287.
- Šrein u. a. 2002: V. Šrein/B. Šreinová/M. Štastný/P. Šída/J. Prostředník, Neolitický Tezební Areal Na Katastru Obce Jistebsko (A Neolithic Mining Area in Jistebsko Cadaster). *Archeologie ve Středních Čechách* 6, 2002, 91–99.
- Šreinová u. a. 2002: B. Šreinová/V. Šrein/M. Štastný, Horniny z okolí Vraného nad Vltavou. In: I. Cheben/I. Kuzma (Hrsg.), *Otázky neolitu a eneolitu našich krajín 2001. Zborník referátov z 20. Pracovného Stretnutia Bádateľov pre Výskum Neolitu a Eneolitu Čiech, Moravy a Slovenska, Liptovská Sielnica, 9.–12.10.2001*. *Arch. Slovaca* 4 (Nitra 2002) 405–408.
- Stebner in Vorb.: L. Stebner, *Wirtschaftsarchäologische Studien zur Bandkeramik. Dechselklingen im regionalen und überregionalen Vergleich*. Diss. Univ. Hamburg (in Vorb.).
- Vokolek 1995: V. Vokolek, *Skalní sídliště nad Záborčím, k. ú. Ondříkovice*. *Pojizerský Sborník* 2, 1995, 13–36.

12. Šída, P. 2009: Die Gewinnung von Metabasit im Jizerské-Gebirge und ihre Rolle für die Neolithisierung Mitteleuropas, Fines Transire, Archäologische Arbeitsgemeinschaft Ostbayern / West- und Südböhmen / Oberösterreich, Jahrgang 18, 125-131.

Die Gewinnung von Metabasit im Jizerské-Gebirge und ihre Rolle für die Neolithisierung Mitteleuropas

Petr Šída

Die hier besprochenen Fördergebiete befinden sich in Nordböhmen am südlichen Rand des Jizerské hory (Isergebirge). Seit Anfang des 20. Jahrhunderts sind hier basische Gesteine bekannt (Huyer 1914, 1928; Watznauer 1930; Gränzer 1933; Fediuk 1953; 1962; 1971; Bukovanská 1992), die als das Rohmaterial geschliffener neolithischer Geräte identifiziert wurden. Lange Zeit war jedoch kein Gesteinsausbiss bekannt, an dem eine neolithische Rohmaterialgewinnung hätte erfolgen können. Erst im Jahr 2002 gelang es dem Ehepaar Šrein im Zuge einer mineralogischen Prospektion einen der gesuchten Ausbisse zu entdecken. Seither wurden insgesamt fünf große Flächen mit Hinweisen auf neolithische Rohstoffförderung und -bearbeitung festgestellt (Jistebsko, Velké Hamry I und II, Zásada und Šumburk: Šrein et al. 2002; Přichystal 2002; Šrein et al. 2003; Šída et al. 2004; Šreinová et al. 2005; Šída 2005). Ihre Gesamtfläche umfasst 1,6 km² (Tab. 1 u. Abb. 1.).

Die Metabasite bilden dünne Lagen innerhalb der unterpaläozoischen Sequenz der Sedimentationsgesteine. Die Kontaktmetamorphose im Paläozoikum gab diesen Gesteinen ihre außergewöhnlichen Eigenschaften, die sonst nirgends im Böhmischem Massiv vorkommen. Sie sind vor allem aus Amphibolen verschiedener Zusammensetzung und aus basischen Feldspäten gebildet. Dank der Amphibole halten diese Gesteine, für die sich die Benennung „Metabasit vom Typ Pojizeří“ (Šída 2005) einbürgerte, extremen Druck aus (Šída 2007a).

Bei der Fundstelle Jistebsko im westlichen Teil des Tanvald-Granits handelt es sich um die größte im Jizerské-Gebirge. Bemerkenswerterweise blieben dort auf einer Fläche von ca. 27 ha alle Relikte der neolithischen Förderung praktisch unberührt erhalten (Abb. 2–3).

Die Förderung während des Neolithikums hinterließ im Gelände einige Hundert Gruben mit einem Durchmesser bis 15 m und einer Tiefe bis 4 m. Mit ihrem Alter von 7400–6800 cal. BP handelt es sich um die ältesten im Terrain sichtbaren Überreste menschlicher Aktivitäten in Mitteleuropa (Prostředník et al. 2005).

Seit dem Jahr 2002 werden an der Fundstelle archäologische Untersuchungen zur Klärung der stratigraphischen Verhältnisse vorgenommen. Für die Forschung wurde eine der erhaltenen Fördergruben im nördlichen Teil des Fundareals Jistebsko I gewählt (Prostředník et al. 2005), wo in sechs Sondagen eine Fläche von 26,5 m² aufgedeckt werden konnte. Aus ihnen stammen mehr als 4000 geschlagene Stücke, wobei der Abfall aus der Produktion von neolithischen Halbfabrikaten dominiert (Šída 2007b) (Abb. 4–8).

In der Sondage 1 kam ein Ensemble von 1104 Stücken zutage, bestehend aus 595 amorphen Rohstofffragmenten, 382 Splintern und 73 Schlagsteinen; 32 Exemplare waren als reiner Rohstoff zu identifizieren. Sieben Artefakte zeigten Retuschen. In zwölf Fällen kommen Halbfabrikate von Beilen vor, zwei Artefakte sind als Werkzeuge für die Rohstoffgewinnung zu klassifizieren (Šída 2007b).

Die Datierung hat gezeigt, dass der Erosionsgraben in der Mitte der Sondage aus dem 16. Jahrhundert n. Chr. stammt (Abb. 5–6.). Aus den unteren Bereichen der Sondagen 1 und 3 wurden zwei ¹⁴C-Proben entnommen, die in die Endstufen der LBK datieren (Prostředník et al. 2005; Šída 2007b). Auch die Pollenanalyse bestätigte die neolithische Datierung der Verfüllung der Materialgrube.

Weitere Fundstellen sind nicht so umfangreich wie Jistebsko und auch nicht so gut erhalten. Ein großer Teil des Förderareals von Jistebsko und alle anderen Fundstellen wurden im Mittelalter durch die Umwandlung der bewaldeten Flächen in Felder beeinträchtigt. Dennoch war es möglich, durch archäologische Untersuchungen an weiteren Fundstellen die Existenz der Fördergruben zu bestätigen. Eine datierte Fördergrube liegt an der Fundstelle Velké Hamry II, die etwas älter ist als jene von Jistebsko. Relikte kleiner Fördergruben wurden auch in der Fundstelle Velké Hamry I festgestellt.

Vor Ort wurden aus dem Rohmaterial in Abschlagtechnik Halbfabrikate für geschliffene Geräte vorbereitet. Bei diesem Arbeitsschritt entsteht sehr viel Abfall, nämlich ca. 100 Stück pro Quadratmeter.



Abb. 1: Maršovický-vrch. Fundstellen mit Hinweisen auf Rohmaterialgewinnung. 1 Lage der erforschten Grube 1 und der Sondagen 1–6; 2 Gelände mit Nachweisen ehemaliger Fördergruben. Foto: VTOPÚ Dobruška © GŠ-AČR.

Auf einer Fläche von 1,5 km² ist also mit 150 Millionen Stück zu rechnen. Bei der Produktion eines Halbfabrikates fallen ca. 50–100 Abfallstücke an. Die Gesamtproduktion könnte demnach bei 1,5–3 Millionen Halbfabrikaten gelegen haben. Bei einer Förderdauer von etwa 500 Jahren handelt es sich um drei- bis sechstausend Stück pro Jahr und 8 bis 16 pro Tag. Bei einem durchschnittlichen Artefaktgewicht von 10 g würde das Gesamtgewicht des geförderten Rohstoffs bei etwa 1530 Tonnen gelegen haben. Die Schätzung des Gesamtgewichts liegt eher auf dem unteren Niveau, weil die durchschnittliche Abfallmenge in vielen Flächen 100 Stück pro Quadratmeter überschreitet.

Förderung und Produktion konnte nur eine spezialisierte Gruppe bewältigen.

Das Distributionsareal für diesen Rohstoff ist riesig. Es ist davon auszugehen, dass er im gesamten Ver-

Fundstelle	Fläche (ha)	%
Maršovice I	0,40	0,3
Maršovice II	0,46	0,3
Maršovice III	0,57	0,4
Velké Hamry I	1,01	0,6
Jistebsko III	1,30	0,8
Paseky nad Jizerou, Bílá skála	2,90	1,8
Jistebsko II	4,10	2,6
Kokonín Umgebung	7,10	4,5
Zadní Zbytky	8,90	5,6
Jistebsko I	15,40	9,7
Jistebsko - Umgebung	36,10	22,8
Velké Hamry II	38	24
Maršovice Umgebung	42,10	26,6
Šumburk nad Desnou	?	-
Gesamt	158,34	100

Tab. 1: Jizerské hory. Überblick zu den Fundstellen mit Nachweisen neolithischer Materialgewinnung und Geräteherstellung sowie deren Ausdehnung. Fett: Fundstellen mit Nachweisen von Materialgewinnung.



Abb. 2: Jistebsko. Eine der am besten erhaltenen Fördergruben in Fläche 1.



Abb. 3: Jistebsko. Eine der am besten erhaltenen Fördergruben in Fläche 2.

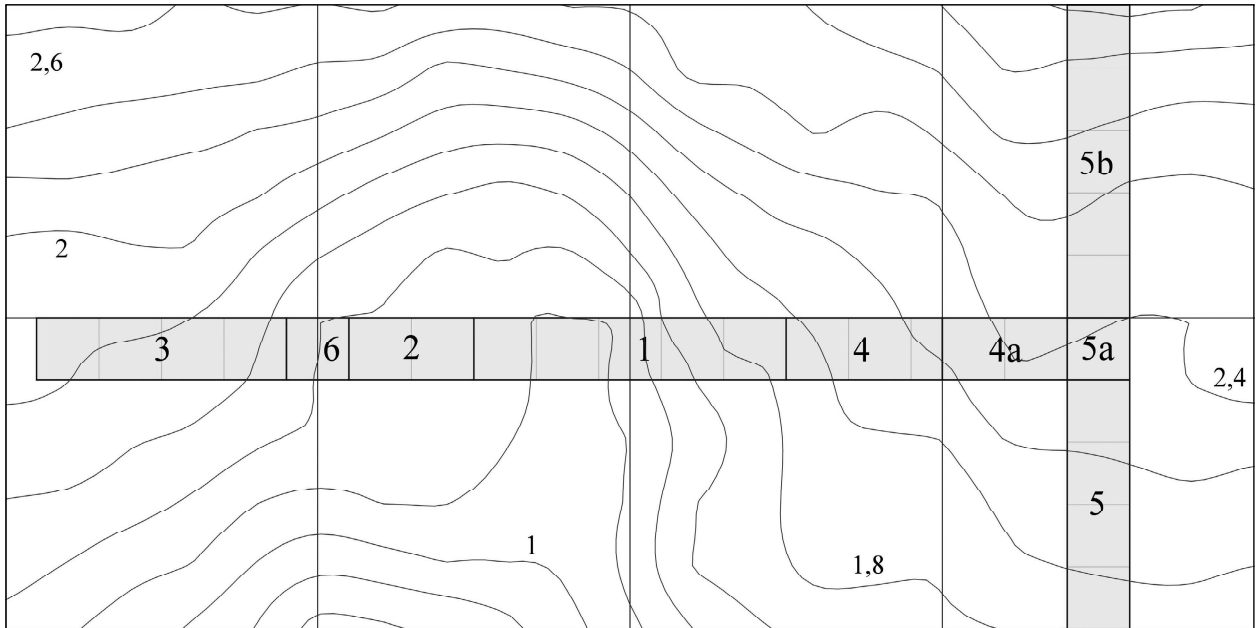


Abb. 4: Jistebsko. Anordnung der Sondagen 1–6.

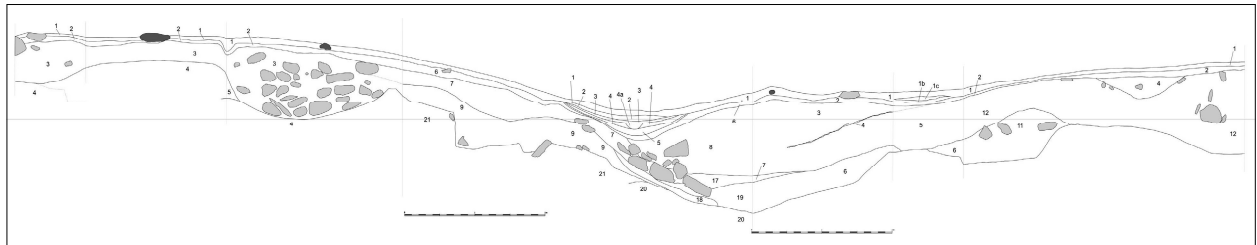


Abb. 5: Jistebsko. Sondagen 1–6, Schnitt 1, östliches Profil.

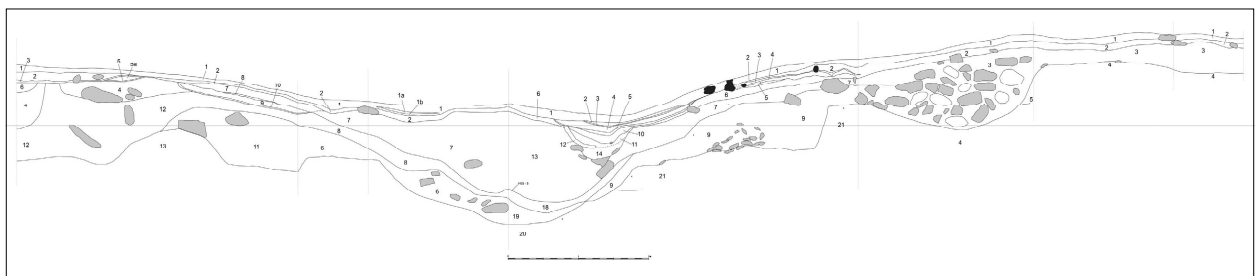


Abb. 6: Jistebsko. Sondagen 1–6, Schnitt 1, westliches Profil.



Abb. 7: Jistebsko. Sondagen 2 und 6 nach der Untersuchung, westliches Profil. Im Hintergrund die Sondage 3.

breitungsgebiet der LBK über ihre gesamte Entwicklungsdauer hinweg dominiert. Er ist bereits in der ältesten Phase dieser Kultur nachgewiesen, wie etwa in den Siedlungen Turnov-Maškovy zahrady oder in Eilsleben bei Halle, er dominiert in ganz Böhmen, Mähren sowie in Mitteldeutschland. Noch im nördlichen Hessen repräsentiert er mehr als 60 % des Rohstoffs für geschliffene Steingeräte, im südlichen Hessen sinkt diese Zahl auf etwa 45 % (Šída 2006; Ramminger 2007).

Das landwirtschaftliche Umfeld der Fundstellen ist bisher wenig erforscht. Die nächsten Flachlandsiedlungen der LBK sind aus der Umgebung von Turnov bekannt, die Entfernung zwischen ihnen und den Förderarealen beträgt 15 bis 20 km.

Die bisher am besten erforschte Siedlung der Linienbandkeramik wurde in den Jahren 2000–2001 in Turnov-Maškovy zahrady untersucht. Dabei gelang auch der Nachweis für die älteste Phase dieser Kultur durch das Radiokarbondatum von 5470–5290 cal. BC (Sklenářová/Prostředník 2007). Schon in

dieser Phase dominiert hier der Rohstoff aus dem Jizerské-Gebirge.

Die Erforschung der Förderstellen im Jizerské-Gebirge bietet neue Möglichkeiten zum Verständnis der Neolithisierung in Böhmen. Anhand der Forschungen der letzten 15 Jahre können wir das Mesolithikum und das frühe Neolithikum in den nördlichen Teilen Böhmens mit Hilfe von Radiokarbonaten zeitlich festlegen. Die jüngsten Daten für das Mesolithikum stammen aus den Abris „Pod zubem“ (5620–5471 cal. BC) und „Dolský mlýn“ (5838–5472 cal. BC) (Svoboda 2003). Das älteste Datum für das Neolithikum stammt aus der Siedlung Turnov-Maškovy zahrady (5470–5290 cal. BC). Diese Datierung zeigt eine kontinuierliche Besiedlung ohne Hiatus.

Die sehr intensive mesolithische Besiedlung in der Umgebung von Turnov und die Radiokarbonatierungen zeigen das Vorkommen aller Phasen des Mesolithikums.

Der Metabasit vom Typ Jizerské hory war im Gebiet des Böhmisches Paradieses schon im Mesolithikum bekannt und wurde für die Herstellung geschlagener Steingeräte genutzt. Die interessantesten Artefakte – zwei Kernbeile – stammen von Babí pec aus der älteren Phase des Mesolithikums (Šída/Prostředník 2007). Aber auch geschliffene Beile aus diesem Rohstoff sind schon im mesolithischen Milieu belegt. Zwei sicher datierte Funde stammen z. B. vom Abri Švédův převís in der Böhmisches-Sächsischen Schweiz (Svoboda 2003) und aus dem Grab der Schamanin in Bad Dürrenberg bei Halle (um 6500 BC; Grünberg 2006). Beide Artefakte, die sonst dem Neolithikum zugeschrieben werden, wurden in eindeutig mesolithischem Milieu gefunden.

Die Metabasite des Typs Jizerské hory fanden also bereits im Mesolithikum Verwendung; sie dienten sogar als Material für die Herstellung von Kernbeilen, ausnahmsweise auch für geschliffene Beile. Zu Beginn des Neolithikums wurde dieser Rohstoff sehr schnell in ganz Mitteleuropa übernommen. Mögliche Erklärungen für seine rasche Ausbreitung sind bestehende Kontakte zwischen mesolithischen und neolithischen Populationen oder eine Kontinuität beider Populationen. Die Produktion der Beile wuchs in dem Moment, als auch die Nachfrage zu steigen begann. Das große Distributionsareal dieses Rohstoffs kann als Überrest des mesolithischen Kultursystems erklärt werden, das die Elemente der materiellen sowie geistlichen Kultur erweiterte. Es ist interessant, dass das Areal der LBK im Westen

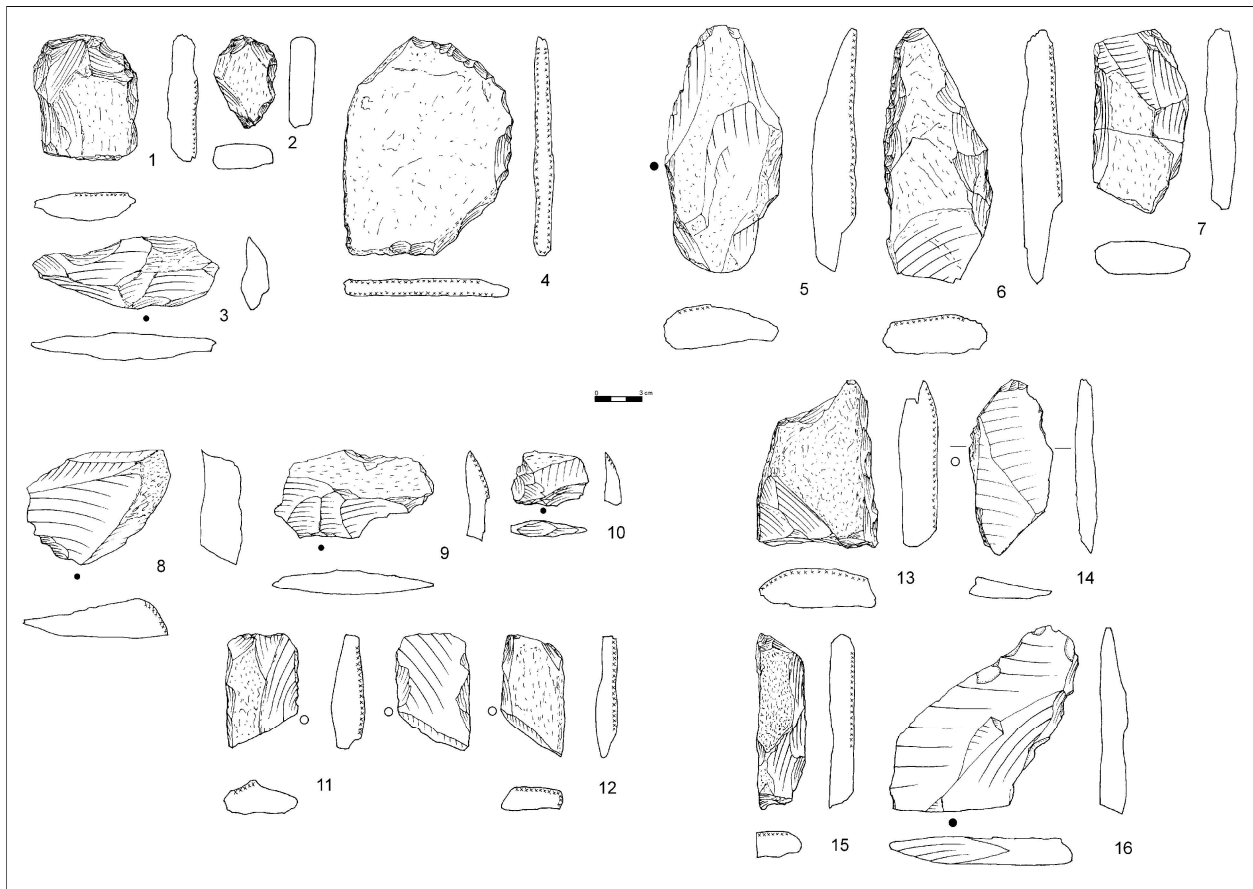


Abb. 8. Jistebsko. Steingeräte von Oberflächenprospektionen. 1, 5–7, 11–13, 15 Halbfabrikate; 2 Schlagstein; 3, 8–10, 16 Splitter; 4 Fördergerät; 14 Messer mit bearbeitetem Rücken. 1 Ji 432; 2 Ji 446; 3 Ji 468; 4 Ji 462; 5 Ji 401; 6 Ji 400; 7 Ji 407; 8 Ji 390; 9 Ji 392; 10 Ji 396; 11 Ji 393; 12 Ji 394; 13 Ji 463; 14 Ji 466; 15 Ji 449; 16 Ji 465.

dem des Beuronien entspricht – die dominierende mesolithische Kultur Mitteleuropas. Damit hängt wahrscheinlich auch die eigenartige Streuung der Radiokarbonaten für die früheste Phase der LBK in Deutschland zusammen, deren ältester wir paradoxerweise im Westen begegnen. Auch im benachbarten Sachsen fallen die ältesten ^{14}C -Daten erst in die Zeit um 5600 (Stäuble 2005) und überlappen sich so mit dem jüngsten Mesolithikum der Böhmischesächsischen Schweiz.

Die große Fläche der neolithischen Förderung im Jizerské hory lässt sich wohl aus der Fortsetzung der mesolithischen Traditionen erklären. Die Förderung

endet an der Wende zwischen der älteren und jüngeren Phase der Stichbandkeramik, als wahrscheinlich auch die letzten Reste der älteren kulturellen Traditionen untergehen. Kein anderer Gesteinsrohstoff in Böhmen erzielte eine so große Verbreitung.

Deutsch von O. Chvojka

Der Artikel entstand dank der Unterstützung des wissenschaftlichen Projektes des Lehrstuhls für Archäologie der Westböhmischen Universität in Pilsen „Opomíjená archeologie“ (Nr. MSM4977751314).

Literatur:

- Bukovanská, M. 1992: Petroarchaeology of Neolithic artifacts from central Bohemia, Czechoslovakia. *Scripta Fac. Sci. Univ. Brun.* 22, Geol., 7–16.
- Fediuk, F. 1953: Geologicko-petrografické poměry v údolí Jizery mezi Spálovem a Bítouchovem. *Sborník Ústř. Úst. geol., Odd. geol.* 20, 505–576.
- Fediuk, F. 1962: Vulkanity železnobrodského krystalinika. *Rozpr. Ústř. Úst. geol.* 29, 1–116.
- Fediuk, F. 1971: Ultramařity krkonošsko-jizerské oblasti. *Acta Univ. Carol., Geol.* 4, 319–343.
- Gränzer, J. 1933: Nephrit aus dem Phyllitkontakt im Südwesten des Isergebirgsgranits. *Firgenwald* 3, 89–96 (Reichenberg).
- Grünberg, J. M. 2006: New AMS Dates for Palaeolithic and Mesolithic Camp Sites and Single Finds in Saxony-Anhalt and Thuringia (Germany). *Proceedings of the Prehistoric Society* 72, 95–112.
- Huyer, A. 1914: Granitkontakt des Schwarzbrunnberges bei Gablonz a. N. *Lotos* 62, 22–24.
- Huyer, A. 1928: Der Granitkontakt des Schwarzbrunnberges. *Mitt. Ver. Naturfr. (Reichenberg)* 50, 48–65.
- Prostředník, J./Šída, P./Šrein, V./Šreinová, B./Šťastný, M. 2005: Neolithic quarrying in the foothills of the Jizera Mountains and the dating thereof. *Arch. Rozhledy* 57, 477–492.
- Přichystal, A. 2002: Objev neolitické těžby zelených břidlic na jižním okraji Jizerských hor (severní Čechy). *Abstrakt Kvartér (Brno)* 8, 12–14.
- Ramminger, B. 2007: Wirtschaftsarchäologische Untersuchungen zu alt- und mittelneolithischen Felsgesteingeräten in Mittel- und Nordhessen. *Archäologie und Rohmaterialversorgung. Internat. Arch.* 102 (Rahden/Westf.).
- Sklenářová, Z./Prostředník, J. 2007: Stavby kultury s lineární keramikou v Turnově „Maškových zahradách“. In: *Otázky neolitu a eneolitu našich zemí. Archeologické studie Univerzity Hradec Králové* 1, 14–24.
- Stäuble, H. 2005: Häuser und absolute Datierung der Ältesten Bandkeramik. *Universitätsforsch. Prähist. Arch.* 117 (Bonn).
- Svoboda, J. A. (Hrsg.) 2003: Mezolit severních Čech. Komplexní výzkum skalních převisů na Českolipsku a Děčínsku 1978–2003. *Dolnověstonické studie* 9 (Brno).
- Šída, P. 2005: Další lokality s doklady neolitické těžby a zpracování kamene v Jizerských horách. *Arch. Středních Čech* 9, 77–102.
- Šída, P. 2006: Distribuční areály surovin v neolitu na území České republiky. *Arch. Rozhledy* 58, 407–426.
- Šída, P. 2007a: Metabazity kontaktní aureoly tanvaldského granitu mezi Rádlem a Příchovicemi využívané pro výrobu neolitických kamenných nástrojů. *Nepublikovaná diplomová práce obhájená na Přf UK v Praze.*
- Šída, P. 2007b: Využívání kamenné suroviny v mladší a pozdní době kamenné. Dílenské areály v oblasti horního Pojizeří. *Dissertationes archaeologicae Brunenses/Praagensisque* 3, 1–282.
- Šída, P./Prostředník, J. 2007: Mezolit a pozdní paleolit Českého ráje: perspektivy poznání regionu. *Arch. Rozhledy* 59, 443–460.
- Šída, P./Šreinová, B./Šťastný, M./Šrein, V./Prostředník, J. 2004: Neolitický těžební a výrobní areál v Jistebsku. In: *Lutovský, M. (Hrsg.), Otázky neolitu a eneolitu našich zemí* 2003, 109–131.
- Šrein, V./Šreinová, B./Šťastný, M./Šída, P./Prostředník, J. 2002: Neolitický těžební areál na katastru obce Jistebsko. *Arch. Středních Čech* 6, 91–99.
- Šrein, V./Šreinová, B./Šťastný, M. 2003: Objev unikátního neolitického těžební areálu u Jistebka v severních Čechách. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz.* 11, 19–32.
- Šreinová, B./Šťastný, M./Šrein, V./Šída, P. 2005: Porovnání chemického složení amfibolových rohovců v širším okolí neolitického produkčního centra u Jistebka, Jizerské hory. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz.* 13, 218–224.
- Watznauer, A. 1930: Der südliche Kontakt des Riesengebirgsgranits und das angrenzende Schiefergebiet. *Lotos* 78, 112–164.

13. Kuneš, P. - Pokorný - Šída, P. 2008: Detection of the impact of early Holocene hunter-gatherers on vegetation in the Czech Republic, using multivariate analysis of pollen data, *Veget Hist Archaeobot* (2008) 17, 269-287. IF WOS 1,845

Detection of the impact of early Holocene hunter-gatherers on vegetation in the Czech Republic, using multivariate analysis of pollen data

Petr Kuneš · Petr Pokorný · Petr Šída

Received: 27 September 2006 / Accepted: 2 April 2007
© Springer Verlag 2007

Abstract Pollen data from the Czech Republic was used to detect the early Holocene impact of hunter-gatherers on vegetation based on a selection of 19 early Holocene pollen profiles, complemented with archaeological information regarding the intensity of local and regional Mesolithic human habitation. Archaeological evidence was assigned to simple categories reflecting the intensity of habitation and distance from pollen sites. Multivariate methods (PCA and RDA) were used to determine relationships between sites and possible anthropogenic pollen indicators and to test how these indicators relate to the archaeological evidence. In several profiles the pollen signal was influenced by local Mesolithic settlement. Specific pollen types (e.g. *Calluna vulgaris*, *Plantago lanceolata*, *Solanum* and *Pteridium aquilinum*) were found to be significantly correlated with human activity. The role of settlement proximity to the investigation site, the statistical significance of pollen indicators of human activity, as well as the early occurrence of *Corylus avellana* and its possible anthropogenic dispersal, are discussed.

Keywords Anthropogenic pollen indicators · Mesolithic · Early human impact · *Corylus avellana* · Multivariate analysis

Introduction

In the Czech Republic the Mesolithic period of human prehistory lasted from the Preboreal to the early Atlantic (i.e. from about 10,000 B.P. to 7,000 B.P. according to the most accepted contemporary view; Pavlů 2004; Vencel 2006). It was a period during which dramatic changes occurred both in the global climate and in ecosystems. Reacting to these environmental changes, Mesolithic human populations adopted various hunting, gathering and fishing strategies, all of which were generally more specialized than those of the big game hunters of the Paleolithic period. As post-Glacial natural afforestation proceeded, Mesolithic populations started to be less mobile and thus they affected local environments around camp sites more intensively. However, this impact was probably only of local character and hence could be easily overlooked in pollen diagrams. Moreover, the occurrence of anthropogenic pollen indicators in the sedimentary record may be strongly dependent upon the distance between the settlement and the sampling point (Behling and Street 1999; Wacnik 2005), as well as upon the type of sediment or local geomorphology.

A number of detailed palaeoecological studies concerned with the wider relationships of Mesolithic archaeology have been made (Simmons et al. 1985; Simmons and Innes 1988a, b; Clark 1989; Simmons and Chambers 1993; Turner et al. 1993; Macklin et al. 2000; Innes and Blackford 2003). Important surveys have come from Scandinavia, showing interesting pollen-analytical evidence for local

Communicated by A. Lotter.

P. Kuneš (✉)
Department of Botany, Faculty of Science,
Charles University in Prague, Benátská 2,
128 01 Praha 2, Czech Republic
e-mail: petr@kunes.net

P. Pokorný
Institute of Archaeology, Academy of Sciences of the Czech
Republic, Letenská 4, 118 01 Praha 1, Czech Republic

P. Šída
National Museum, Václavské nám. 68,
115 79 Praha 1, Czech Republic

Mesolithic settlements (Hicks 1993; Regnell et al. 1995; Vuorela 1995; Hornberg et al. 2006). A few studies have recently been presented from Western continental Europe (Bos and Janssen 1996; Bos 1998; Behling and Street 1999; Bos and Urz 2003; Bos et al. 2006) and Poland (Wacnik 2005).

The area of the present Czech Republic was selected as a model landscape for our study because of the abundant organic deposits of mire or lacustrine origin. However, very few of them have been studied by means of pollen analysis, and even fewer go as far back as the early Holocene or Late-glacial. Up to the present, no studies have been undertaken in the Czech Republic that focus on the impact of hunter-gatherers on the vegetation. In general, detailed high-resolution palaeoecological and archaeobotanical studies of this period as undertaken in other countries are missing. In order to perceive more clearly what could possibly be achieved and what should we concentrate on in the future, we have collected the available palynological data from the Czech Republic that includes the early Holocene and analyzed them using multivariate numerical methods. In this paper we want to show how Mesolithic settlements can be verified or predicted based on pollen analysis, and which plants in particular can be considered as indicators of human presence in the Mesolithic. To achieve this goal, we ask the following questions:

1. Are there patterns in the pollen data that can be attributed to Mesolithic human influence?
2. Are there specific anthropogenic indicators for this period in the pollen assemblages?
3. Is there a relationship between the distance of a Mesolithic settlement from the sampling point and the (anthropogenic) pollen signal?
4. Are there differences in anthropogenic pollen signal between sites of different origin (small/large lakes and mires)?
5. Was human influence important for early Holocene immigration and the spread of some trees?

Materials and methods

Selection of sites

The pollen sites for this study were first selected according to information available in the literature (Table 1). Data were either extracted from the European Pollen Database (EPD http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/epd/epd_main.html) or from the original spreadsheets of the authors. The sites were selected in order to best cover the sequence of the early Holocene and, in addition, to have sufficient archaeological

data in the surroundings such as findings of artefacts, or already excavated archaeological sites. Another important criterion for site selection was the possibility of building an absolute chronology for the period of interest. Unfortunately, this could not always be fully achieved due to the generally low number of radiocarbon dates in the available pollen diagrams.

The evidence of habitation around the sampling points was assessed on the basis of published or ongoing archaeological surveys and excavations. Basic sources and the first comprehensive lists of Mesolithic sites in different areas have been gathered since 1990 (Vencl 1992; Sklenář 2000; Svoboda 2003; Vencl 2006; Prostředník and Šída 2006). However, these catalogues do not cover the whole area of the Czech Republic equally and survey progress is not at the same level everywhere (Mesolithic evidence in some areas has been discovered only recently and the number of localities is now steadily growing). Many areas are markedly under-represented (e.g. the surroundings of Komořanské jezero, the Elbe region and certainly the highland and mountain regions). For example, information about Mesolithic settlements around Komořanské jezero originates exclusively from before the Second World War (Skutil 1952), as the lake was later completely destroyed by coal mining. On the other hand the best-investigated area nowadays is southern Bohemia (Vencl 2006), but there uninvestigated parts still remain. Hence our approach was to attempt to estimate potential Mesolithic habitation, taking into account not only the known localities but also some measure of the intensity of archaeological survey. We expect an increasing concentration of discovered localities in the near future; for this reason we assume the continual growth of the parameters presented. The area of Český ráj provides a good example; the number of Mesolithic localities has increased from only 1 known in 2002 to 16 in 2006 (Prostředník and Šída 2006).

For our study, 19 profiles were finally selected (Table 1) that represent different vegetation zones, from lowlands to montane ecosystems (the lowest at 170 m, the highest at 1,089 m a.s.l.), as well as different phytogeographic provinces (according to Hejný and Slavík 1988). The mean annual temperature and precipitation range respectively from 9.2°C and 530 mm in the lowlands to 4.5°C and 1,000 mm in the uplands (Culek 1996). The distribution of survey sites (as indicated in Fig. 1) also reflects many diverse situations with respect to habitation settlement history during the Mesolithic, the state of archaeological survey (as described above) and the preservation of the sites.

Data preparation and numerical analysis

The data from different authors had to be standardized for numerical analysis. First, the nomenclature used in different

Table 1 List of pollen profiles used for data analysis

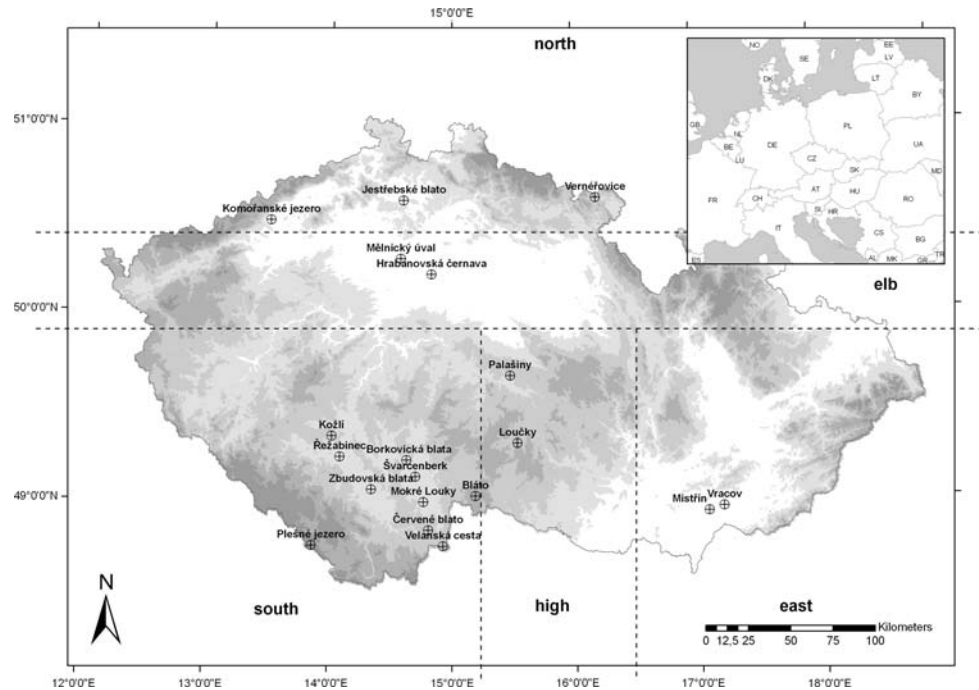
Code	Profile name	Author	Localization	Altitude (m a.s.l.)	¹⁴ C dates B.P. (cm depth)	Sediment type	Data source
B	Bláto	Rybníčková	N 49°2'30" E 15°11'30"	645	10,570 ± 150 (250) 11,060 ± 250 (277.5)	T	Rybníčková (1974) + EPDB
T	Borkovická blata	Jankovská	N 49°13'57.6" E 14°38'0.6"	420	6,184 ± 125 (245) 7,040 ± 100 (430)	T	Jankovská (1980) + EPDB
E	Červené bláto	Jankovská	N 48°51'38.6" E 14°48'39.3"	470		T	Jankovská (1980) + EPDB
H	Hrabanovská černava	Petr	N 50°12'58.1" E 14°49'56.5"	185	8,660 ± 50 (85) 11,310 ± 60 (105) 12,500 ± 60 (115) 13,630 ± 50 (195)	L + T	Petr (2005)
J	Jestřebské bláto	Jankovská	N 50°36'30.6" E 14°35'57.8"	259		T	Jankovská (1992)
K	Komořanské jezero	Jankovská	N 50°36'30.6" E 14°35'57.8"	231	1,490 ± 70 (30) 2,590 ± 70 (90) 6,570 ± 80 (117.5) 7,770 ± 80 (128.5)	L	Jankovská (1983)
O	Kožlů	Pokorný	N 49°21'35.8" E 14°1'18.3"	485	1,408 ± 165 (40) 2,159 ± 237 (80) 8,212 ± 225 (115)	T	Pokorný (unpubl.)
L	Loučky	Rybníčková	N 49°19'26.5" E 15°32'3.2"	560	10,225 ± 145 (202.5)	T	Rybníčková (1974) + EPDB
U	Mělnický úval	Petr	N 50°17'56.4" E 14°34'44.1"	170	5,600 ± 40 (25) 14,200 ± 70 (105)	T	Petr (2005)
M	Mistřín	Svobodová	N 48°57' 56.9" E 17°4'48.7"	175	1,810 ± 70 (105.5) 3,370 ± 60 (151) 4,100 ± 60 (175.5) 4,600 ± 65 (186.5) 6,620 ± 75 (215.5)	T	Svobodová (1997) + EPDB
Y	Mokré louky	Jankovská	N 49°1'5.2" E 14°46'16.5"	425	7,390 ± 80 (225) 8,180 ± 90 (285) 8,650 ± 90 (326) 9,630 ± 100 (355) 9,600 ± 100 (365)	T	Jankovská (1987) + EPDB
N	Palašiny	Jankovská	N 49°41'20" E 15°29'0"	520	9,530 ± 270 (95)	T	Jankovská (1990) + EPDB

Table 1 continued

Code	Profile name	Author	Localization	Altitude (m a.s.l.)	¹⁴ C dates B.P. (cm depth)	Sediment type	Data source
P	Plešné jezero	Jankovská	N 48°46'36.1" E 13°51'59.8"	1089	2,005 ± 60 (52.5) 3,637 ± 60 (106.5) 3,949 ± 50 (115.5) 4,733 ± 55 (142.5) 8,264 ± 65 (235.5)	L	Jankovská (2006)
R	Řežabinec	Rybníčková	N 49°15'0.3" E 14°5'26"	372	1,220 ± 75 (72.5) 2,750 ± 150 (88.5) 3,055 ± 195 (110) 4,185 ± 245 (115.5) 5,280 ± 105 (121.5) 6,860 ± 110 (125.5) 8,755 ± 140 (130) 8,925 ± 300 (150.5) 9,095 ± 390 (153.5)	T	Rybníčková and Rybníček (1985) + EPDB
S	Švarcenberk	Pokorný	N 49°8'39.7" E 14°42'20.8"	412	4,650 ± 100 (151.5) 6,350 ± 100 (325.5) 9,640 ± 115 (391.5) 10,780 ± 115 (521.5) 11,750 ± 120 (681.5)	L	Pokorný and Jankovská (2000)
C	Velanská cesta	Jankovská	N 48°46'29" E 14°55'44.5"	498		L + T	Jankovská (1980) + EPDB
I	Verněřovice	Peichlová	N 50°36'43.4" E 16°12'44.1"	450	2,180 ± 50 (32.5) 3,040 ± 50 (45.5) 5,220 ± 75 (60.5) 8,600 ± 80 (90.5) 9,590 ± 150 (130.5) 10,140 ± 130 (150.5) 10,160 ± 90 (160.5) 10,460 ± 100 (165.5) 11,790 ± 170 (173.5) 10,985 ± 355 (492)	T	Peichlová (1979) + EPDB
V	Vracov	Svobodová	N 48°58'40" E 17°12'10"	192		L	Svobodová (1997) + EPDB
Z	Zbudovská blata	Rybníčková	N 49°4'35.2" E 14°20'52.5"	380	1,856 ± 60 (55) 8,438 ± 80 (117.5) 10,341 ± 100 (212.5)	T	Rybníčková et al. (1975) + EPDB

T terrestrial, L lacustrine sediments

Fig. 1 Map of the Czech Republic with survey sites (circles). Codes at the right and at the bottom of the map indicate regions (delimited by dotted lines). The same codes are used in the ordination diagrams



pollen diagrams had to be unified (achieved using the POLPAL2005 Tabela program, Walanus and Nalepka 1999). The pollen-taxonomic nomenclature used follows Beug (2004) and is partly modified in the case of some plant taxa that are characteristic of the flora of the Czech Republic (Kubát 2002). The total sum of upland AP and NAP together was used to calculate percentages. Local pollen and spores (incl. aquatic and mire taxa) were excluded from this total sum. The percentages of taxa excluded from the total pollen sum (i.e. local pollen) were calculated based on each respective pollen type count in relation to total sum.

Subsequently, the zonation of all pollen diagrams was made in the POLPAL Diagram program using ConSLink and Principal Component Analysis (PCA) (Nalepka and Walanus 2003). This means that zones were determined by biostratigraphic patterns and their denomination was made according to Firbas (1952). In those cases where available, ^{14}C ages were also used in determining zones and their precision. For each pollen diagram, two main pollen-assemblage zones (PAZ) were distinguished that covered the early Holocene period. These were early and late Mesolithic time slices. For those sites where some part of the record was missing, only one pollen assemblage zone was distinguished.

All samples from a selected PAZ were analyzed stratigraphically unconstrained in the CANOCO program (ter Braak and Šmilauer 2002) to avoid subjectivity in data interpretation. First a Detrended Correspondence Analysis (DCA) with square-root transformed data was performed.

As the data were quite uniform among the dominant taxa, the first canonical axis had a gradient length of only 1.895. This confirmed that linear-based models like PCA (as in Fig. 3) or Redundancy analysis (RDA) can be used in the analyses. To suppress the influence of dominant taxa, we used a logarithmic transformation of the data percentages. All non-pollen palynomorphs (algae, fungi, charcoal etc.), *Equisetum*, Cyperaceae and monoletic fern spores were excluded from the analyses.

In order to better visualize and interpret the data in further analyses (as in Fig. 3 onwards), an average for each zone was calculated, labelled with a code (I for the older and II for the younger zone). The data prepared in this way were then processed with PCA, using logarithmic transformation of percentage pollen data. To test for significance between environmental (three categories of archaeological evidence according to their distance from the sampling spot) and pollen taxa, RDA was used with logarithmic transformation, performing Monte-Carlo permutation tests with the reduced model and using unrestricted permutations.

Assessment of the archaeological evidence

Records of human presence near the pollen sites during the Mesolithic period were assigned to three categories according to their distance from the sampling point (Table 2). The first category includes local archaeology, defined as evidence of human presence immediately at the study site, which, in our case, meant only finds at the edge

of the deposit or in the close proximity (less than 500 m from the sampling point). The next two categories represent archaeological evidence within 5 and 25 km, respectively; the scale attempts to give a quantitative estimate of intensity of human impact. Data had to be simplified to some extent, and, in some cases, due to their complete absence or inconsistency, extrapolated using analogies from more intensively-studied nearby regions; these possible shortcomings may thus distort the results of the analyses. Only part of southern Bohemia can be considered as widely surveyed. Hence other regions are markedly under-represented, where localities have been found rather fortuitously. On the basis of the sites so far investigated, Mesolithic settlement in southern Bohemia was very intensive and can be found in every suitable location (including highland areas). Nevertheless, some places were markedly preferred, such as river confluences, lakes or large rivers. Extrapolating from these Mesolithic settlements, we assumed that a low intensity of human presence would be higher in all areas in lowland regions and extremely high around spots distinguished by having a high diversity of ecosystems (e.g. lakes, rivers, confluences). The above three categories of intensity of human presence were used in the numerical analyses as environmental variables to interpret the pattern in the pollen data.

Furthermore, a 'Human Impact Factor' (HIF) was created, which is a combination of all three categories (for the formula for its evaluation see Table 2), describing the character/extent of human habitation in the surroundings of each sampling point. HIF aims to express the intensity of human impact, which decreases proportionally with increasing distance of an archaeological record from a pollen sampling point.

Anthropogenic indicators in pollen diagrams

Selected pollen types were characterized as human-impact indicators according to Behre (1981). The following pollen types were used to create a sum of anthropogenic indicators for each site: *Calluna vulgaris*, *Achillea*-type, *Artemisia*, *Aster*-type, *Avena*-type, *Bupleurum*-type, *Campanula*, *Cannabis/Humulus*, Caryophyllaceae Subfam. Silenoideae-type, *Cerastium*-type, Cerealia, *Cirsium*, Asteraceae Subfam. Cichorioideae, Cruciferae (Brassicaceae), *Daucus carota*, *Gnaphalium*-type, *Helianthemum*, *Heracleum*, *Hordeum*-type, Chenopodiaceae, *Melampyrum*, *Peucedanum*-type, *Pimpinella major*-type, *Plantago lanceolata*, *P. major*-type, *Pleurospermum austriacum*, *Polypodium*, *Pteridium aquilinum*, Ranunculaceae, *Ranunculus acris*-type, Rubiaceae, *Rumex*-type, *Secale cereale*, *Senecio*, *Silene vulgaris*-type, *Solanum dulcamara*, *Succisa*, *Thalictrum*, *Trifolium*-type, Umbelliferae (Apiaceae), *Urtica* and *Trapa natans*.

Table 2 Mesolithic occupation in relation to palynological sites

Profile/site	Archaeology			Human Impact Factor (HIF)
	Local	0.5–5 km	5–25 km	
Bláto	0	0	1	1
Borkovická Blata	0	1	2	7
Červené blato	0	1	1	6
Hrabanovská černava	0	1	2	7
Jestřebské blato	0	2	3	13
Komořanské jezero	3	1	1	81
Kožlí	1	2	2	37
Loučky	0	0	1	1
Mělnický úval	0	1	2	7
Mistřín	0	1	1	6
Mokré louky	0	1	2	7
Palašiny	0	0	1	1
Plešné jezero	0	0	1	1
Řežabinec	3	3	2	92
Švarcenberk	3	2	1	86
Velanská cesta	0	1	1	6
Vernéřovice	0	1	2	7
Vracov	0	1	1	6
Zbudovská blata	0	1	2	7

The 'archaeology' variable indicates four categories of increasing intensity of human presence: 0 absence; 1 low; 2 medium-strength; 3 intensive habitation. The summary values of the HIF variable are calculated as a distance-weighted intensity of human presence in the landscape using the values of the 'archaeology' variable: (HIF = 25 × Local + 5 × (0.5–5 km) + (5–25 km))

Construction of summary pollen curves

In this study, two summary pollen diagrams with percentage pollen curves from all sites in the analysis were used. Using the spreadsheet program TILIA (Grimm 2004), an age-scale was reconstructed with linear interpolation between the available uncalibrated radiocarbon dates (Table 1). This age-scale has to be taken as being only tentative, since it is based on a very weak chronology.

Results

Archaeological background

The occurrence of Mesolithic settlements around some lakes is well known, for example Komořanské jezero (Skutil 1952), Švarcenberk (Pokorný et al. 2007) and Řežabinec (Vencl 2006). Other regions with a high intensity of human presence were investigated with another aim in mind. Mělnický úval and Hrabanovská černava were surveyed by Skutil (1966) and Sklenář (2000), whereas Svoboda (2003) and Prostředník and Šída (2006), have

Anthropogenic indicators in pollen diagrams

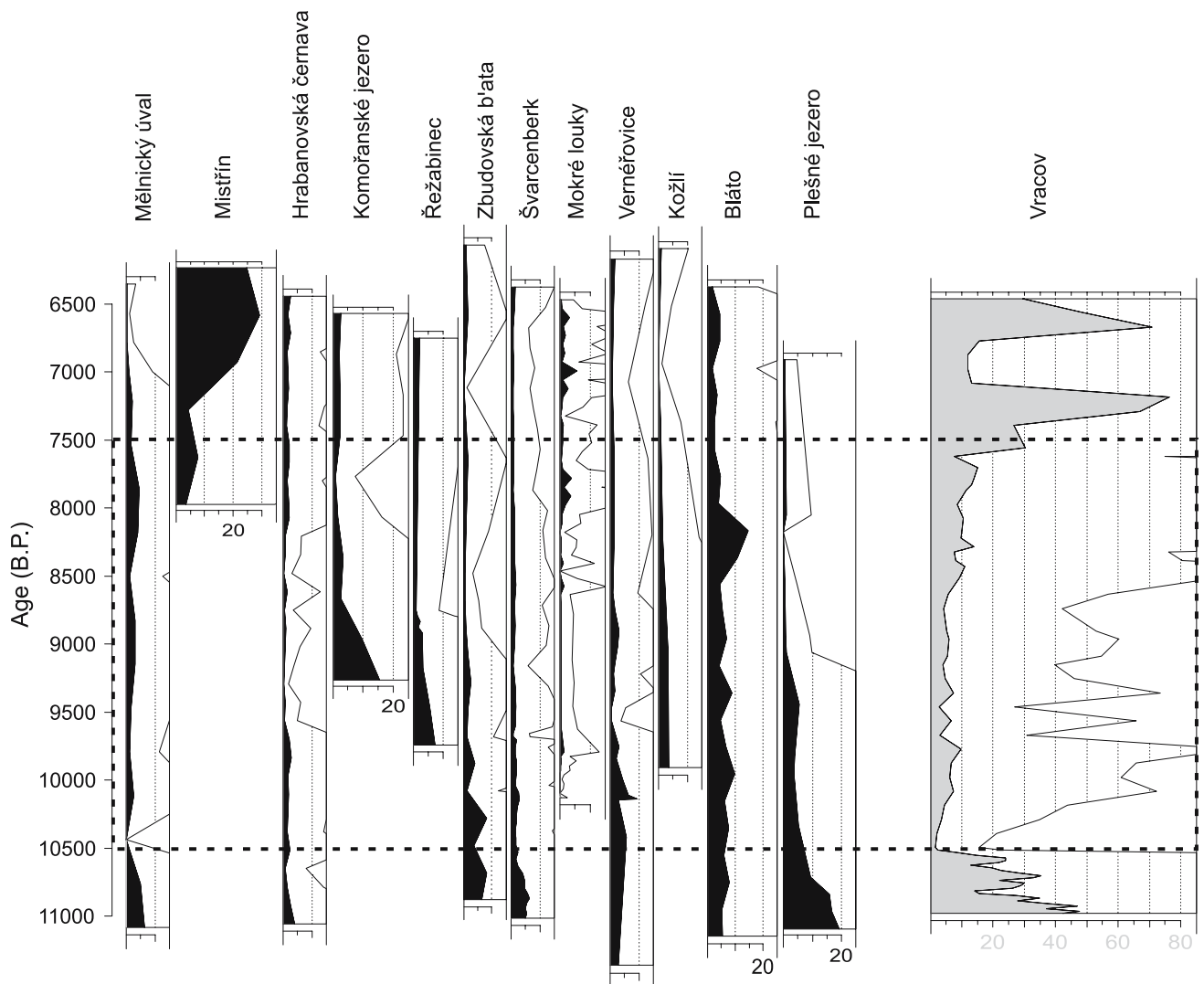


Fig. 2 Percentage pollen curves made from the sum of potential anthropogenic indicators at sites where chronology could be constructed. Sites are ordered according to increasing altitude from left to right (170–1,089 m a.s.l.). The pollen record from Vracov (at

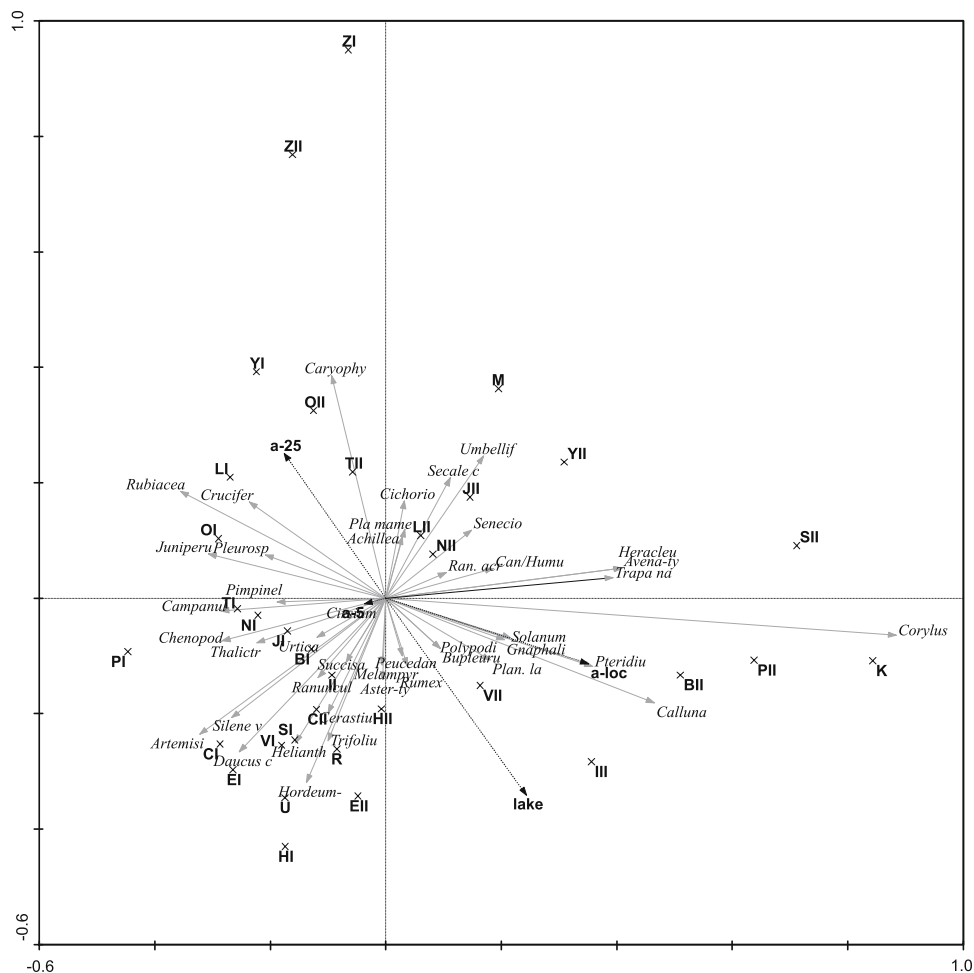
right) is not well dated; the timescale has therefore been constructed based on biostratigraphy, but it is used here as a principal lowland reference site

focused on sandstone areas for the last ten years. The site Verněřovice is located in an area that has largely never been investigated. However, during the last few years some single finds of Mesolithic stone manufacture have appeared (Bronowicki 2000), hence archaeological finds are to be expected in this area. Southern Bohemia is the region where rather intensive Mesolithic archaeological research has been undertaken and consequently has a high index of human impact for all profiles. Southern Moravia has been the poorest in archaeological investigations. Although studies have uncovered several localities (e.g. Valoch 1978), the intensity of human presence is not as great as that around comparable profiles in the Bohemian lowlands.

This difference cannot be due to dissimilar preferences of the Mesolithic populations, because the landscape provides similar conditions (e.g. Elbe region). It is for this reason that we reconstruct higher values for human habitation intensity in southern Moravia.

Table 2 shows the results of the categorisation of archaeological finds. Komořanské jezero, Švarcenberk and Řežabinec could be considered as important Mesolithic settlement sites; all three sites are former lakes. For some of the other sites there is strong regional evidence of Mesolithic occupation. This category is represented by profiles in the Elbe region of central Bohemia (Hrabanovská černava, Mělnický úval), sandstone landscapes

Fig. 4 PCA triplot of averaged pollen assemblage zones using type of sediment and archaeology as environmental variables (*codes* used as in Fig. 3). Taxa indicated are potential anthropogenic indicators



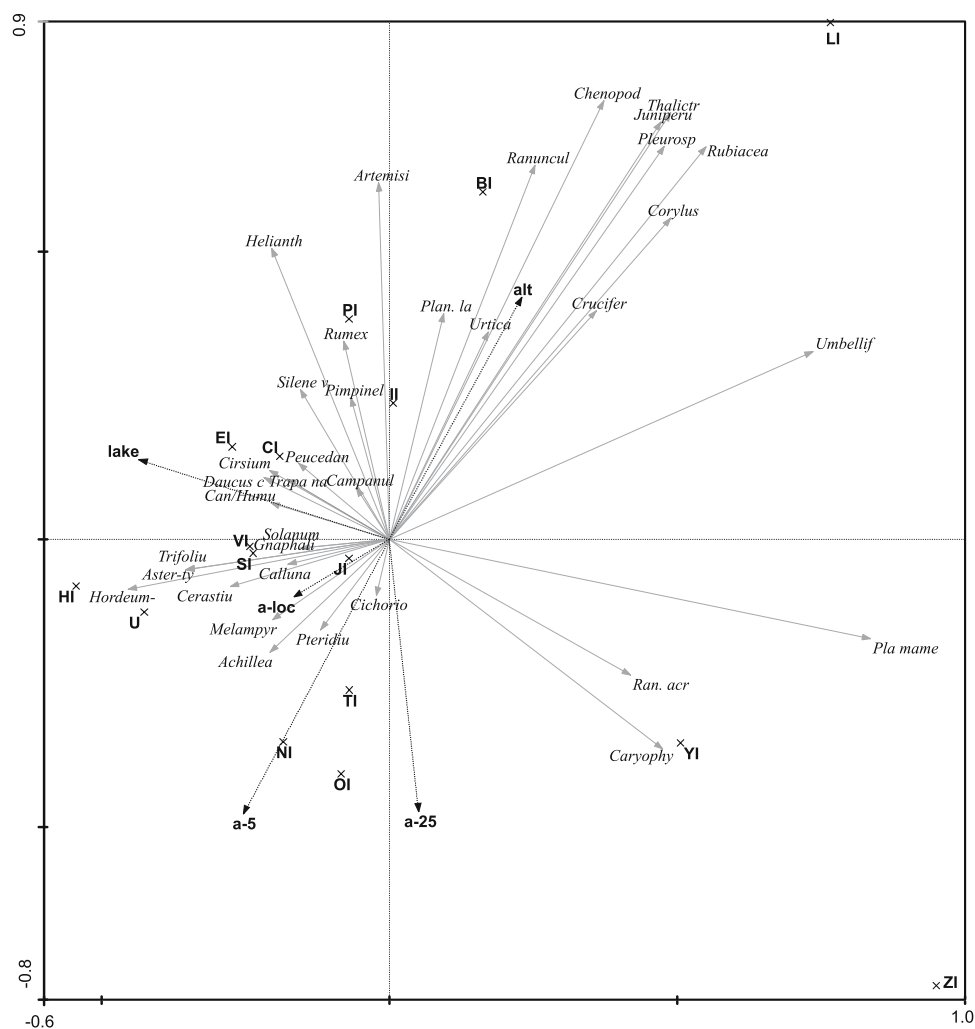
evidence of Mesolithic habitation (Table 2). However, using all pollen samples separately made interpretation of the ordination diagram difficult and some important trends may have remained hidden.

The results of the PCA using all the samples but averaged within pollen assemblage zones provided a more coherent view (Figs. 3, 4). In addition, environmental variables were included, with altitude being used as a co-variable. The first ordination diagram (Fig. 3) shows the distribution of both the sites and the abundant (mainly tree) species, the latter being mainly responsible for deciding the principle distribution of samples in the diagram. This means that the first axis of the ordination represents an approximate time axis between the older (from the left) and younger (to the right) samples. In the second ordination from the same PCA, where only anthropogenic indicators are represented (Fig. 4), certain variables can be seen to be correlated. Above all, the environmental variable 'local archaeology' is correlated with the species *Calluna*, *Solanum*, *Pteridium*, *Plantago lanceolata* and *Corylus* and to a lesser extent with *Trapa natans*, *Cannabis/Humulus* and *Rumex*. All these latter taxa are found to the right of the

ordination and have a strong relation to the sites Komořanské jezero, Plešné jezero, Švarcenberk and Verneřovice.

A more detailed view was possible by separately analyzing the early (PAZ I) and late (PAZ II) Mesolithic samples, which filtered out the major effect of the dominant trees. Two ordination diagrams were produced by PCA, without using any covariables, but with altitude as an environmental variable, in an attempt to determine which of the anthropogenic indicators could point to naturally-opened landscapes. This can be interpreted in the first ordination (Fig. 5) using the averaged samples of the early Mesolithic (Preboreal) period. Just after the onset of the Holocene, the landscape was continuously overgrown by forest, so that we can expect both primary and secondary open stands. This situation can be seen at the top of the ordination diagram where sites from higher altitudes (Czech-Moravian Upland, Bohemian Forest) are situated. At such altitudes, open stands from the late-glacial period may well have persisted, as is demonstrated in this case by species of open stands such as *Juniperus*, *Thalictrum*, *Artemisia* and *Helianthemum*, and to a lesser degree by

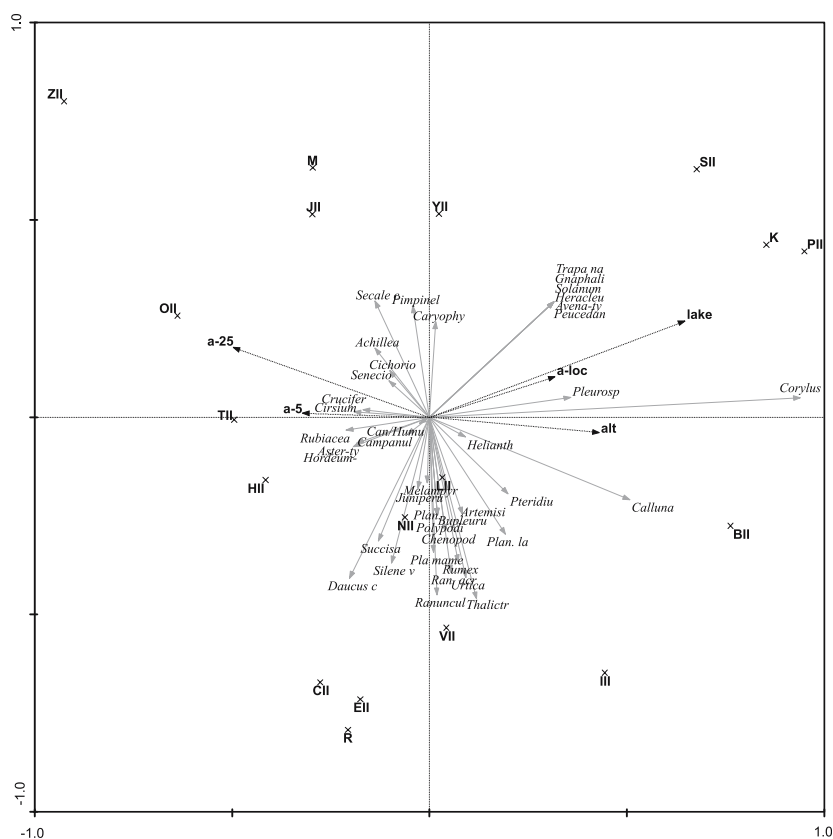
Fig. 5 PCA triplot of early Mesolithic samples using type of sediment and archaeology (codes used as in Fig. 3), and altitude (*alt*) as environmental variables



Rumex, *Plantago lanceolata* and *Urtica*. These latter can here be considered as indicative of both primary open stands and as anthropogenic indicators. In the bottom left of the diagram are sites correlated with archaeological evidence and thus with possible indicators of human activities such as *Calluna*, *Cannabis/Humulus*, *Aster*-type, *Solanum*, *Melampyrum*, *Pteridium* and *Achillea*-type. These species were closely related to sites having an archaeological record of local settlement or intensive regional occupation. The next ordination, taken from the late Mesolithic (Boreal) period (Fig. 6), is less straightforward to interpret. It shows great variability in its samples, represented by a group of lake sites in the top-right corner and a group of terrestrial (mire) sites in the lower part of the diagram. The latter group represents sites with a local and regional archaeology that may represent extensively-used landscapes rather than the lake examples with only a local impact. Again one can see certain taxa grouped together, such as *Melampyrum*, *Pteridium*, *Plantago lanceolata* and *Rumex*.

In the subsequent analyses, RDA was used to test the significance of relationships between taxa and environmental variables. The first two RDA figures show the relationships of different taxa to various components of archaeology, one with the effect of altitude (Fig. 7) and one without (Fig. 8), altitude being effectively filtered out as a co-variable. The first RDA axis explained 17.4% of the total variance in the fossil pollen data (p value = 0.034) and the second represented a further 11.8%. A positive correlation could be seen between lake-type sediment and local archaeology. The following potential anthropogenic indicators are correlated with local archaeology: *Calluna*, *Plantago lanceolata*, *Solanum dulcamara*, *Pteridium*, *Helianthemum* and *Cannabis/Humulus*. Using altitude as a co-variable (Fig. 8), there were species that had been quite sufficiently filtered from the effect of altitude and which could be considered both as anthropogenic indicators and primary open landscape indicators at higher altitudes. These included *Juniperus*, *Urtica*, *Chenopodiaceae*, *Rumex*, *Plantago major/media*, *Cruciferae* (Brassicaceae)

Fig. 6 PCA triplot of late Mesolithic samples using type of sediment and archaeology (codes used as in Fig. 3), and altitude (*alt*) as environmental variables



etc. In the first diagram (Fig. 7) these are located to the right, and, after elevation has been allowed for statistically, more towards the middle (Fig. 8). Other indicators more probably represented lowland environments (i.e. they were negatively correlated with altitude) that could also be regarded as potentially settled areas (marked as regional archaeology 'a-5', 'a-25'). Into this category for example fall the commonly prevalent *Melampyrum*, *Aster*-type, *Daucus* and *Trifolium*-type.

In a further RDA (Fig. 9), we tried to determine those indicators related to human activities in the landscape that do not depend on distance but rather on human impact intensity. In this case, archaeology was expressed as a single environmental variable. The list of potential anthropogenic indicators includes *Artemisia* and *Silene vulgaris*, both of which are probably correlated with human activity in general. An interesting aspect also depicted in the RDA ordinations was the position held by hazel (*Corylus avellana*), which was significantly correlated with local archaeology and archaeology in general.

Corylus avellana in pollen diagrams (Fig. 10)

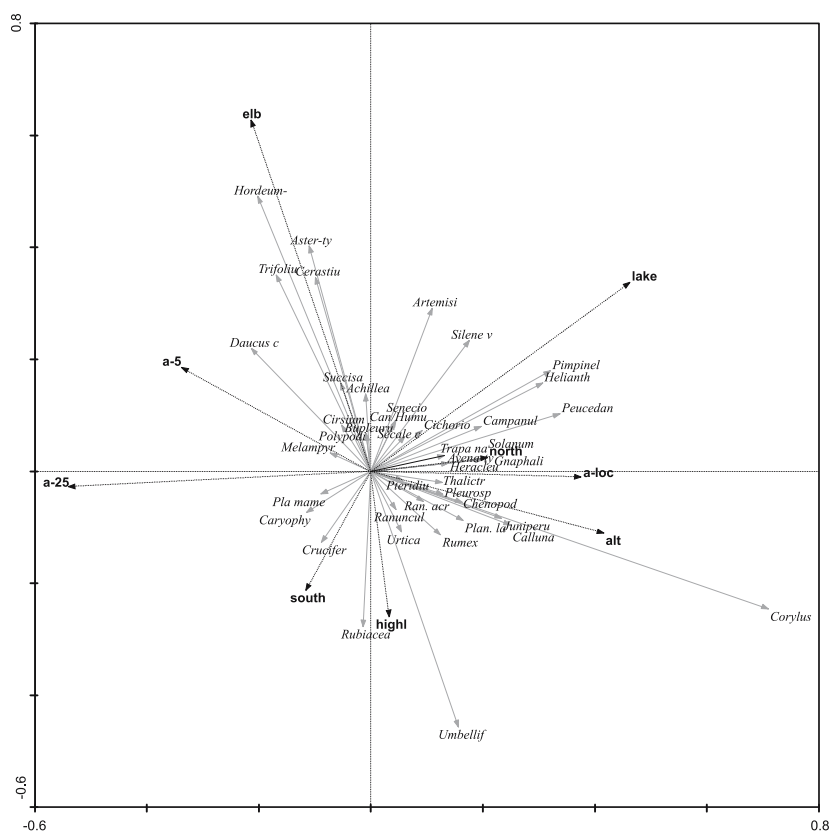
Figure 10 shows the percentage curves of *Corylus avellana* pollen at selected sites during the early Holocene. The sites have been ordered according to altitude (increasing to the

right). However, there was no discernible relation in hazel occurrence and dominance, neither was there any relationship to geographical distribution. Earlier occurrences of *Corylus* were documented at the sites of Komořanské jezero, Švarcenberk, Verněřovice and Plešné jezero (sites marked with an arrow in Fig. 10). The abrupt start and the long persistence of high percentages of hazel were remarkable at these sites, which could be related to human habitation at these localities or in their proximity (Skutil 1952; Venc 2006; Pokorný et al. 2007). The occurrence of *Corylus avellana* is significant as tested in the RDA (see above) and was strongly correlated with both local human activities (local archaeological record) and general intensity of human habitation (summed archaeology HIF Fig. 9).

Discussion

The pollen-analytical data used in this study represent a selection of reference profiles for the area of the Czech Republic. The question of human impact of hunter-gatherers on environments in the early Holocene and its evidence in the pollen spectra has been a marginal part of previous studies in the Czech Republic (Jankovská 1983; Svobodová 1989, 1997; Jankovská 2000; Pokorný and

Fig. 7 Redundancy analysis (RDA) biplot of potential anthropogenic pollen indicators found in the Mesolithic period with environmental variables (*a-loc* local archaeology; *a-5* archaeology within 5 km; *a-25* archaeology within 25 km; *alt* altitude; *lake* lake sediment; *elb*, *highl*, *south*, *north* four regions as indicated on map in Fig. 1)



Jankovská 2000). Some deeper analyses were only carried out in studies that aimed at discussing archaeological theories (Pokorný 2005). In contrast, the present study focuses on vegetation development. Here, we found that some evidence for human impact in the early Holocene can be demonstrated using data already collected, i.e. already-existing pollen diagrams, and that there is a certain potential for this approach in future studies.

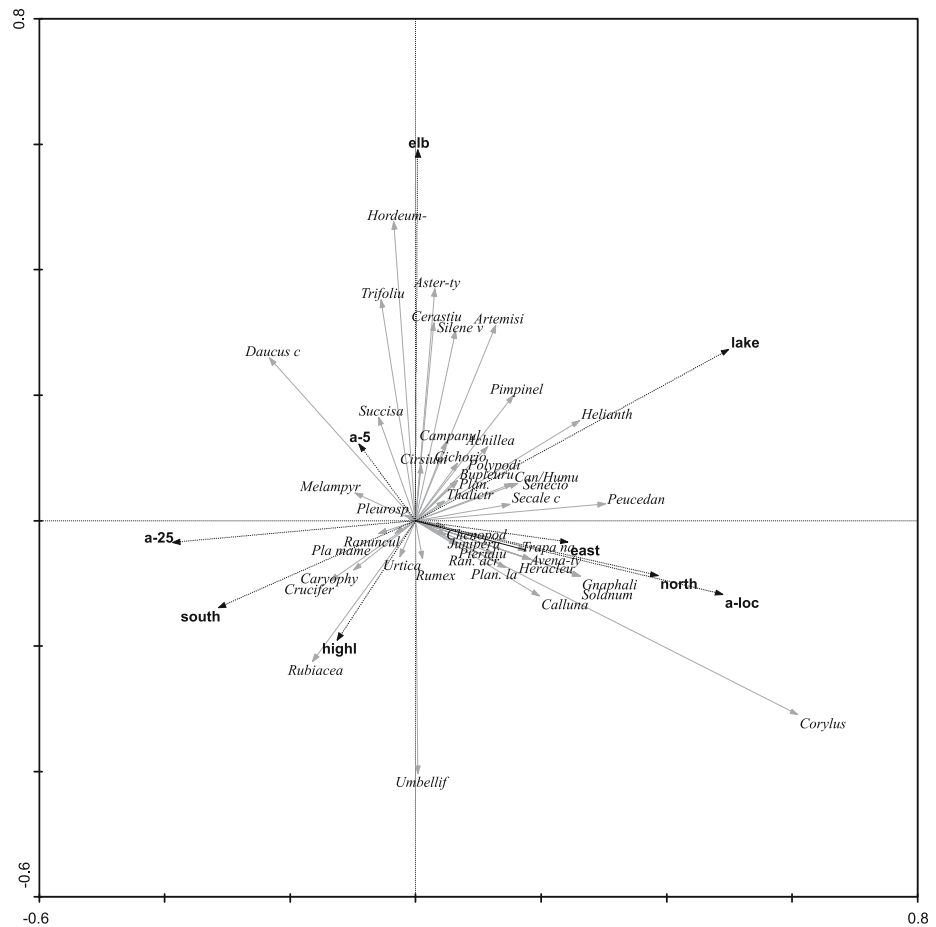
Settlement proximity to investigated pollen sites

We address the problem of human impact intensity being reflected in the pollen record by utilizing a number of sites over a rather large area. Past studies focussed more on the uniqueness of each locality and described the human impact related to specific archaeological finds of various intensity. This ranged from intentional landscape management, especially in north-western Europe (Simmons et al. 1985; Turner et al. 1993; Macklin et al. 2000; Mason 2000) to the hardly detectable presence of humans (Behling and Street 1999). Certainly the possibility of human activities being recorded in the early Holocene landscape is strongly dependent on the openness of the landscape and on the proximity of pollen sources of anthropogenic indicators (Wacnik 2005). This is also demonstrated by the present quantitative multivariate analyses, where the

amounts of anthropogenic indicators are correlated with the local archaeological record (e.g. sediment profiles with Mesolithic archaeological finds on lake shores). At such sites, it then becomes possible to document human-induced changes in vegetation in the form of deforestation and connected events, and to record frequent fires (increases in the input of microscopic charcoal particles) which, in fact, might only have been local in character. On a larger scale, a wider picture of human impact can already be more distorted, with potential anthropogenic pollen indicators being also those of open landscape. Moreover, the distinction between primary and secondary open stands (as shown by the results of our multivariate analysis) is ambiguous.

Even very close distances between sampling points and areas of habitation (Behling and Street 1999) or direct evidence of anthropogenic indicators in pollen diagrams (Fig. 2) may not necessarily represent human activity. Most probably these indicators show a more specific and very weak response that is visually hardly detectable in the pollen diagram. Numerical analyses, as presented here, often show the negative correlation of local and regional archaeological variables. This can support the theory of the very local response of pollen indicators to habitation. At sites having only regional evidence of human activities, specific pollen indicators are generally not present.

Fig. 8 RDA biplot of potential anthropogenic pollen indicators found in the Mesolithic period with environmental variables as in previous RDA ordination (for codes see Fig. 7) but using altitude as a co-variable



Considering the different pollen source areas of sites with varying size and type of sedimentation (Sugita 1994; Nielsen and Sugita 2005), we may expect some scatter of these groups (mainly lakes and mires) in ordination diagrams. Some trends can be depicted in this bifurcation (Fig. 3). There might be a simple explanation for this, namely that Mesolithic populations would not settle around or in the proximity of mires or swampy areas but rather prefer larger lakes. Our detailed comparative study at the important Mesolithic occupation site Švarcenberk (Pokorný et al. 2007) gives supplementary facts about the varying levels of human impact detection. Comparing littoral and central pollen records at this site, the influence of Mesolithic occupation is very heterogeneously recorded in pollen diagrams from different parts of the adjacent lake.

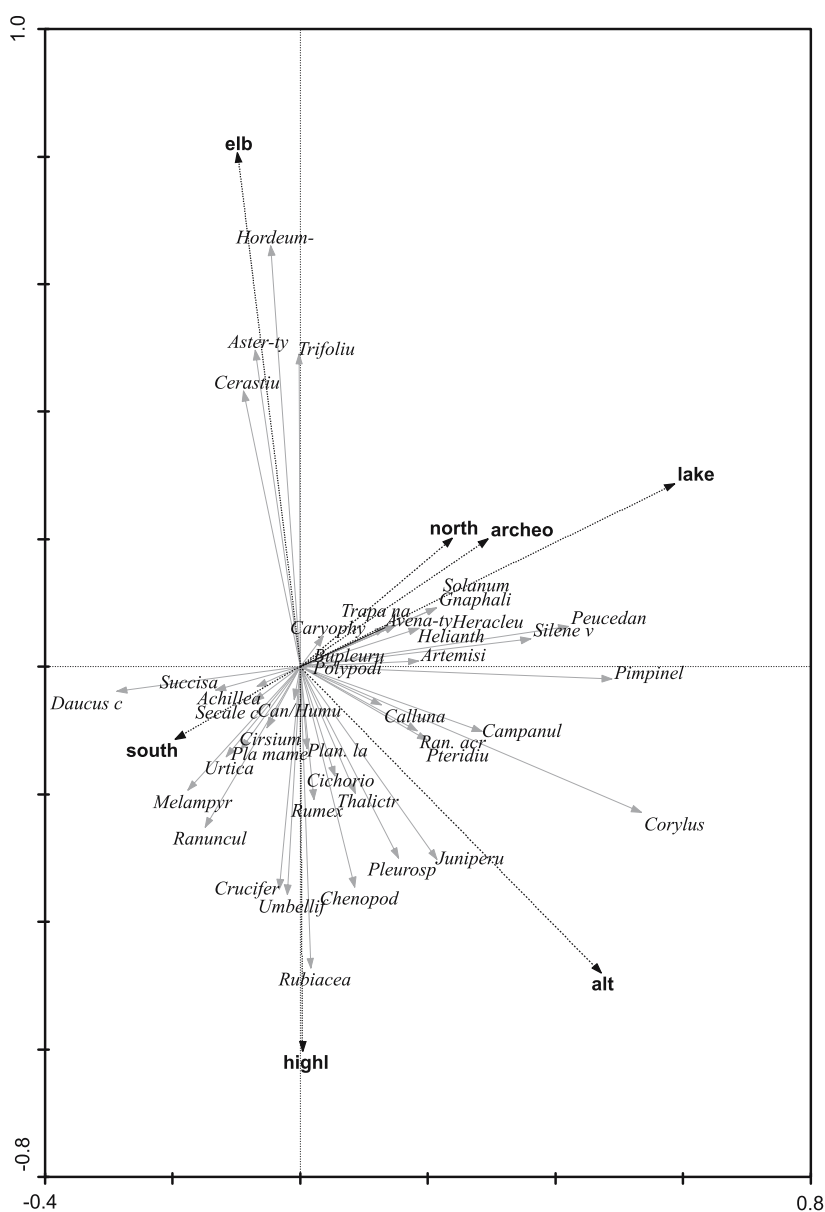
Anthropogenic pollen indicators

In the Czech Republic, correlation with available archaeological data is problematical because of the lack of surveys undertaken. However, recent archaeological excavations show a denser landscape occupation than previously expected (Fridrich and Vencel 1994).

There are several other issues we have to deal with when assessing indicators of early Holocene human impact in pollen diagrams. The majority of plant species are insect-pollinated, having low pollen productivity and very local pollen transport in the mainly forested early Holocene landscape. Moreover, they have an ambiguous ecology when considered as human impact indicators (e.g. *Juniperus*, *Urtica*, *Rumex* etc.). Some studies have used a high-resolution approach (Simmons et al. 1985; Bos and Urz 2003) or non-pollen palynomorphs such as fungal spores or charcoal particles (Innes and Blackford 2003; Bos et al. 2006) in trying to solve this problem. However the studies were mainly undertaken in north-western and western Europe, whereas the central-European landscape at the time was probably more forested. For detecting some differences, rarefaction analysis can also be useful (but see also Odgaard 1999); it can show even a doubling of palynological diversity (Poska et al. 2004), but one can not still be certain in distinguishing between human and natural causes.

By using numerical methods and a network of reference sites, in combination with data about landscape habitation during the Mesolithic, we have managed to verify that the

Fig. 9 RDA biplot using environmental variables as in previous RDA ordination (see Fig. 7 for codes) but using archaeology (*archo*) expressed as one variable Human Impact Factor (HIF)



indicator pollen response is dependent on human habitation and distance from the pollen source. The next important result is that only some potential pollen indicator types are correlated with Mesolithic settlement. Others may not have only reflected anthropogenic activities but were more probably responding to natural processes in the ecosystems, even if many studies consider them within the group of anthropogenic indicators (Behling and Street 1999; Beckmann 2004; Wacnik 2005). We consider the following taxa (pollen types) to have an important role in the detection of Mesolithic occupation, at least for the Czech Republic: *Calluna vulgaris*, *Plantago lanceolata*, *Solanum dulcamara*, *Gnaphalium*-type, *Trapa natans*, *Heracleum*, *Ranunculus acris*-type, *Peucedanum*-type, *Helianthemum*, *Cannabis/Humulus*-type, *Pteridium aquilinum* and *Corylus*

avellana. In spite of the fact that there has been only one single good piece of evidence of microscopic charcoal abundance (Pokorný and Jankovská 2000), the occurrence of all these types could still be explained by deliberate burning and clearances, which subsequently resulted in succession and the occurrence of light- and nitrogen-demanding taxa. Secondary vegetation of open areas is here represented by *Calluna*, *Helianthemum* and *Plantago lanceolata*. Regeneration phases after fire disturbances are best represented by *Pteridium aquilinum* and *Plantago lanceolata*. Other pollen types could be indicators of nutrient-rich and wetter stands (*Solanum*, *Peucedanum*, *Heracleum* and *Ranunculus*), or the result of settlements being established. They could also indicate longer human persistence near a wetland site (in the vicinity of lakes or

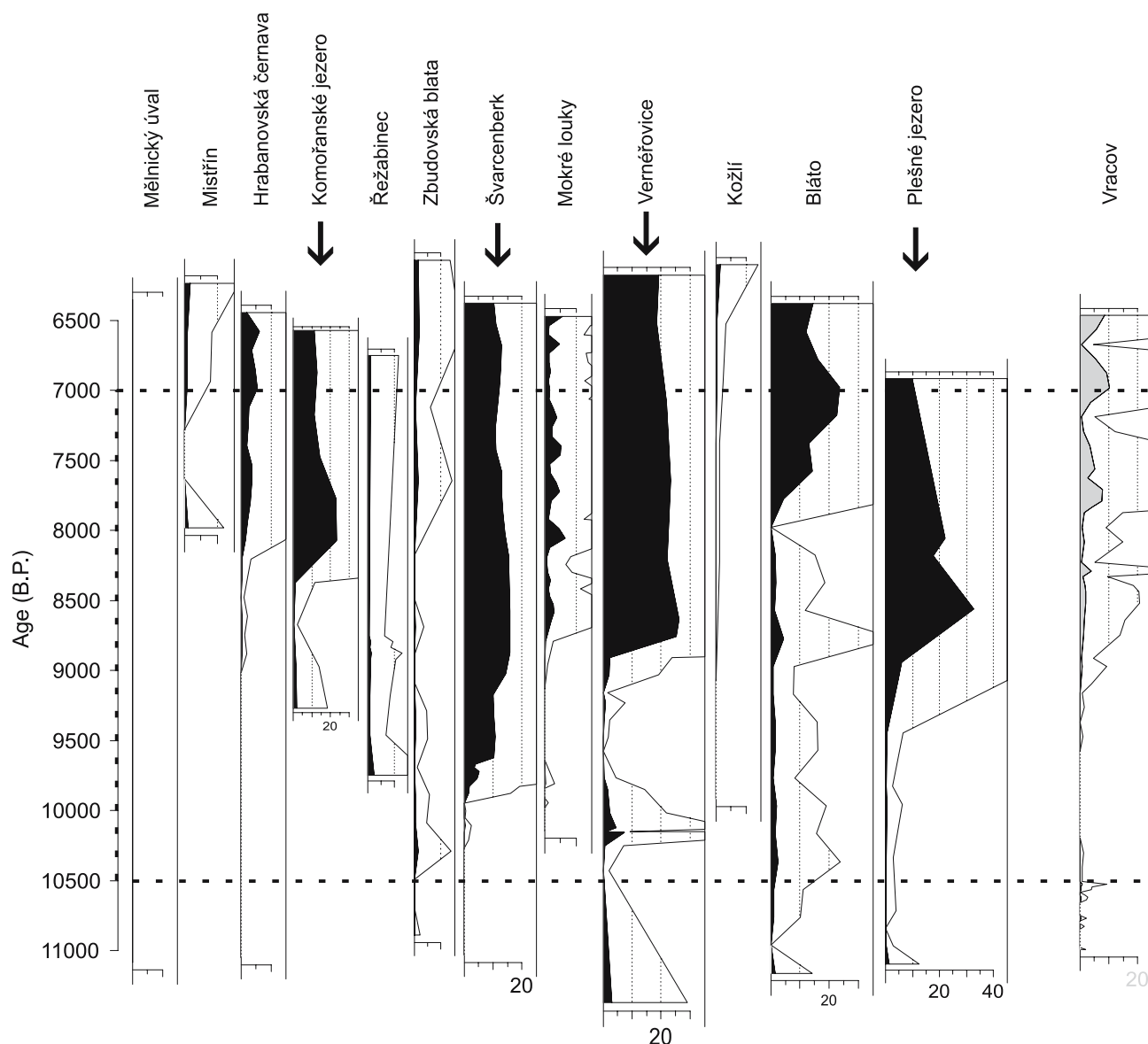
Corylus avellana in pollen diagrams

Fig. 10 Percentage pollen curves of *Corylus avellana* from selected sites. The time-scale is tentative since it is in some cases based on a very weak chronology (see Table 1). Sites are ordered according to

increasing altitude from left to right (170–1,089 m a.s.l.). Vracov is not well dated (time-scale based on the Glacial–Holocene boundary and tree-zonation), but is used here as a lowland reference site

palaeochannels) and the creation of environments with prevalently herbs and shrubs to attract wild animals (Mellars 1976; Zvelebil 1994; Bos and Urz 2003). Finally, mention should be made of those species connected with the Mesolithic diet or other kind of plant use (Zvelebil 1994; Merlin 2003), especially *Trapa natans*, demonstrably gathered for nuts. *Corylus avellana*, which played an important role in the Mesolithic diet, deserves special attention (see “discussion”).

The next group of potential indicators that should be discussed is comprised of *Juniperus*, *Thalictrum*, Cheno-

podaceae, Rubiaceae, *Pleurospermum*, *Artemisia*, *Rumex*, *Plantago major/media*, *Urtica* and *Silene vulgaris*. These taxa are often used as indicators of mosaic woody landscape or larger open landscape patches, hence also as potential human-activity indicators, e.g. by Beckmann (2004). Taking into account the environment, climatic conditions and vegetation of the early Holocene, we must also consider alternative explanations for the occurrence of these taxa. For example, juniper is also often mentioned as an indicator of dry pastures (Behre 1981), but it was common in the late-glacial and Preboreal patchy landscape.

Juniperus, *Thalictrum*, Chenopodiaceae, Rubiaceae and *Pleurospermum* together form a group in the Preboreal ordination diagram (Fig. 5) and are best explained as indicating natural open stands of the early Holocene, which is in agreement with their position being determined by increasing altitude. The remaining pollen types represent mainly light-demanding species: *Artemisia*, *Rumex*, *Plantago major/media* and *Silene vulgaris*. *Urtica* is connected with nutrient-rich soils. Their inclusion as anthropogenic indicators has been suggested (Behre 1981); however, according to the results of our numerical analyses, they are strongly affiliated in our case with trends other than archaeology. Especially during the early Mesolithic (Fig. 5), they appear correlated with increasing altitude, which may be interpreted as more or less persistent tundra or tundra/steppe environments, or just a high proportion of open stand vegetation with a relatively high nutrient content. Good examples of this are the present-day environments of the continental southern Siberian mountains, where good examples of gradients from species-rich boreal or hemi-boreal forest to steppe or tundra can be found (Ermakov 1998). Similar vegetation conditions might be expected during the early Holocene in central Europe (Jankovská 1998; Jankovská et al. 2002). This fact has been to a large extent verified by the RDA analysis, which, after partialling out the effect of altitude, showed significant correlation of these pollen indicators to altitude, and hence to natural types of ecosystems, rather than to human-created environments (Fig. 8). According to our results the interpretation of *Artemisia* pollen is still very debatable. The occurrence of this could be connected with some human presence as an indicator of ruderal stands or along footpaths (Behre 1981), a fact partly proved by our data analyses (Fig. 9). On the other hand, an *Artemisia* record may also represent larger, natural, forest-free areas (remains of late-glacial vegetation at higher altitudes, dry lowlands or extreme habitats), due to the ability of its pollen to be transported long distances (as shown by our recent pollen studies in southern Siberia; unpublished results).

Anthropogenic use and spreading of *Corylus avellana*

Hazel is traditionally believed to have spread to the area of the present-day Czech Republic from its glacial refugia. In most studies, these refugia are often reconstructed as having been more to the south, as well as in the British Isles or close to south-west Scandinavia (Deacon 1974; Bennett et al. 1991). However, some surveys in the Czech Republic also argue that these glacial refugia were in central Europe (Peichlová 1979; Rybníčková and Rybníček 1988). What is indisputable, however, is the mainly sudden appearance and abrupt rise in *Corylus* pollen at many early

Holocene sites (Jankovská 2000, 2006). Moreover, at some of these sites, its appearance can be observed as occurring at the very start of the Holocene (Peichlová 1979; Pokorný and Jankovská 2000). Similarly, the very early spread of *Corylus* and its fairly high pollen abundance in the early Holocene has also been detected throughout the rest of Europe (Boyd and Dickson 1986; Simmons and Innes 1988a, b). This fact has often been cited as being connected with Mesolithic habitation in an area (Hicks 1993; Regnell et al. 1995). On the other hand, this trait could be the product of many ecological factors acting together (Huntley 1993; Tallantire 2002), with, in the meanwhile, human populations just beginning to exploit these same conditions.

The pollen-analytical results from the Czech Republic show that *Corylus avellana* started to spread suddenly at some sites around 8,500 ¹⁴C B.P., or in some cases even earlier (Švarcenberk around 9,500 ¹⁴C B.P., Fig. 10). Our recent studies at the Švarcenberk locality show finds of *Corylus* macrofossils (nuts) stratigraphically just preceding the rise in the pollen curve. There was no visible relationship between *Corylus avellana* pollen distribution and altitude, geographical position, or any other ecological factor tested or taken into account. Also, a comparison of closely adjacent localities in southern Bohemia depicted big differences between *Corylus* curves (Fig. 10) (Rybníčková et al. 1975; Rybníčková and Rybníček 1985; Jankovská 1987; Pokorný and Jankovská 2000). This suggests that the pollen records indicate local conditions, which were very different at different localities.

The relationship between *Corylus* pollen and archaeological data tested with RDA indicated a significant relation between local archaeology and the appearance of *Corylus avellana* (Fig. 8), as well as between the human impact factor (HIF, Table 2) and *Corylus* (Fig. 9). Human influence was the only environmental variable tested that could explain the rapid and irregular spread of *Corylus avellana* in the Czech Republic during the early Holocene. An evaluation of sites that had strong signs of Mesolithic habitation (Fig. 3) enabled us to identify *Corylus* pollen as a rather good anthropogenic indicator. We cannot say, however, whether the spreading of hazel by humans was deliberate, unintentional or coincidental (e.g. by providing good conditions through deforestation).

Conclusions

The use of pollen diagrams for evaluating the potential impact of Mesolithic settlement on vegetation was examined using multivariate analyses. The selection of 19 profiles from the Czech Republic and their pollen records between 10,500 and 7,500 B.P. were processed using PCA

and RDA together with some information about the Mesolithic occupation of areas surrounding the pollen sites. Patterns in the data distribution between those sites possibly influenced by Mesolithic habitation were recognized, and also in sites without that evidence. The results of these analyses support the hypothesis that some potential anthropogenic indicators react very specifically, although weakly, to Mesolithic human activity in the landscape. Summary pollen curves of all anthropogenic indicators were reconstructed for each site but did not show any explainable differences between sites. A closer look at certain specific indicators might reveal some possible human impact. However, the occurrence of these indicators is generally very sporadic, their percentages low, and they can easily be overlooked in pollen diagrams. Multivariate analysis applied to several pollen sites together proved a better tool for studying this early human impact.

We have also tested the relationship between Mesolithic occupation and its distance from the pollen sampling points. Human activity during the early Post-glacial in central Europe (an area largely forested) was only local in character (of the order of hundreds of metres) and can hardly be detected at greater distances.

The early occurrence, rapid spreading and high initial abundance of *Corylus avellana* was apparent at most of the study sites. However, even if its occurrence has been found to be significantly correlated with human presence, the possibility of an asynchronous spread of hazel in different climatic and edaphic conditions cannot be ruled out.

Acknowledgments This study was supported by the Grant Agency of the Academy of Science of the Czech Republic through project no. KJB6111305, IAAX00020701 and by the Ministry of Education project no. MSM0021620828. We are also very grateful to the original data contributors, Vlasta Jankovská and Libor Petr. We also thank Steve Ridgill, who made our English more concise and readable.

References

- Beckmann M (2004) Pollenanalytische Untersuchung der Zeit der Jäger und Sammler und der ersten Bauern an zwei Lokalitäten des Zentralen Schweizer Mittellandes. Diss Bot 390, Cramer, Berlin Stuttgart
- Behling H, Street M (1999) Palaeoecological studies at the Mesolithic site at Bedburg- Königshoven near Cologne, Germany. *Veget Hist Archaeobot* 8:273–285
- Behre K-E (1981) The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores* 23:225–245
- Bennett KD, Tzedakis PC, Willis KJ (1991) Quaternary Refugia of North European Trees. *J Biogeogr* 18:103–115
- Beug H-J (2004) Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Pfeil, München
- Bos JAA (1998) Aspects of the late Glacial–early Holocene vegetation development in Western Europe. *Lab Palaeobot Palynol Contrib Ser* 10:1–240, Utrecht
- Bos JAA, Janssen CR (1996) Local impact of palaeolithic man on the environment during the end of the last Glacial in The Netherlands. *J Archaeol Sci* 23:731–739
- Bos JAA, Urz R (2003) Late Glacial and early Holocene environment in the middle Lahn river valley (Hessen, central-west Germany) and the local impact of early Mesolithic people-pollen and macrofossil evidence. *Veg Hist Archaeobot* 12:19–36
- Bos JAA, van Geel B, Groenewoudt BJ, Lauwerier R (2006) Early Holocene environmental change, the presence and disappearance of early Mesolithic habitation near Zutphen (The Netherlands). *Veg Hist Archaeobot* 15:27–43
- Boyd WE, Dickson JH (1986) Patterns in the geographical-distribution of the early Flandrian *Corylus* rise in Southwest Scotland. *New Phytologist* 102:615–623
- Bronowicki J (2000) Stan i perspektywy rozwoju badań nad epoką kamienia w Sudetach polskich [State and perspectives of research upon stone age in Polish Sudetes]. In: Boguszewicz M, Wiśniewska A, Boguszewicz D (eds) *Człowiek i środowisko w Sudetach*. Wrocław, pp 11–28
- Clark G (1989) *Economic prehistory. Papers on archaeology by Grahame Clark*. Cambridge University Press, Cambridge
- Culek M (1996) Biogeografické členění České republiky [Biogeographical zonation of the Czech Republic]. Enigma, Praha
- Deacon J (1974) The Location of Refugia of *Corylus avellana* L. During the Weichselian Glaciation. *New Phytol* 73:1055–1063
- Ermakov N (1998) The Altaian relict subnival forest belt and the vegetation of pre-Pleistocene mountainous landscapes. *Phytocoenologia* 28:31–44
- Firbas F (1952) Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen: Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. Fischer, Jena
- Fridrich J, Vencl S (1994) Investigations into the Palaeolithic and Mesolithic, 1969–1993. *Památky archeologické Supplementa* 1:11–22
- Grimm EC (2004) TILIA and TGView 2.0.b.4, 2.0.2. Illinois State Museum, Springfield
- Hejný S, Slavík B (1988) Květena České Republiky [Flora of the Czech Republic]. Academia, Praha
- Hicks S (1993) Pollen evidence of localized impact on the vegetation of northernmost Finland by hunter-gatherers. *Veg Hist Archaeobot* 2:137–144
- Hornberg G, Bohlin E, Hellberg E, Bergman I, Zackrisson O, Olofsson A, Wallin JE, Pässe T (2006) Effects of Mesolithic hunter-gatherers on local vegetation in a non-uniform glacio-isostatic land uplift area, northern Sweden. *Veg Hist Archaeobot* 15:13–26
- Huntley B (1993) Rapid early-Holocene migration and high abundance of hazel (*Corylus avellana* L.): alternative hypotheses. In: Chambers FM (ed) *Climate change and human impact on the landscape*. Chapman & Hall, London, pp 205–266
- Innes JB, Blackford JJ (2003) The ecology of late mesolithic woodland disturbances: model testing with fungal spore assemblage data. *J Archaeol Sci* 30:185–194
- Jankovská V (1980) Paläogeobotanische Rekonstruktion der Vegetationsentwicklung im Becken Třeboňská pánev während des Spätglazials und Holozäns. Academia, Praha
- Jankovská V (1983) Palynologische Forschung am ehemaligen Komořany-See (Spätglazial bis Subatlantikum). *Věst Ústřed Úst Geol* 58:99–107
- Jankovská V (1987) Entwicklung des Moores Mokrý Louky bei Třeboň im Postglazial. *Folia Geobot Phytotax* 22:199–216
- Jankovská V (1990) The evolution of late-Glacial and Holocene vegetation in the Vicinity of Světlá nad Sázavou (in the western Forland of the Bohemian-Moravian uplands). *Folia Geobot Phytotax* 25:1–26

- Jankovská V (1992) Vegetationsverhältnisse und Naturumwelt des Beckens Jestřebská kotlina am Ende des Spätglazials und im Holozän (Doksy-Gebiet). *Folia Geobot Phytotax* 27:137–148
- Jankovská V (1998) Pozdní glaciál a časný holocén podtatranských kotlin - obdoba sibiřské boreální a subboreální zóny? [Late Glacial and Early Holocene of Sub-Tatra basins—an analogue of siberian boreal and sub-boreal zone?]. *Rastliny a člověk* 1998:89–95
- Jankovská V (2000) Komořanské jezero Lake (CZ, NW Bohemia)—a unique natural archive. *Geolines* 11:115–117
- Jankovská V (2006) Late Glacial and Holocene history of Plešné Lake and its surrounding landscape based on pollen and palaeoecological analyses. *Biologia, Bratislava* 61:371–385
- Jankovská V, Chromý P, Nižnianská M (2002) Šafárka—first palaeobotanical data of the character of Last Glacial vegetation and landscape in the West Carpathians (Slovakia). *Acta Palaeobot* 42:39–50
- Kubát K (2002) Klíč ke květeně České republiky [Key to the Flora of the Czech Republic]. Academia, Praha
- Macklin MG, Bonsall C, Davies FM, Robinson MR (2000) Human-environment interactions during the Holocene: new data and interpretations from the Oban area, Argyll, Scotland. *Holocene* 10:109–121
- Mason SLR (2000) Fire and mesolithic subsistence—managing oaks for acorns in northwest Europe? *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 164:139–150
- Mellars P (1976) Fire ecology, animal populations and man: a study of some ecological relationships in prehistory. *Proc Prehist Soc* 42:15–45
- Merlin MD (2003) Archaeological evidence for the tradition of psychoactive plant use in the old world. *Econ Bot* 57:295–323
- Nalepka D, Walanus A (2003) Data processing in pollen analysis. *Acta Palaeobot* 43:125–134
- Nielsen AB, Sugita S (2005) Estimating relevant source area of pollen for small Danish lakes around AD 1800. *Holocene* 15:1006–1020
- Ogdaard BV (1999) Fossil pollen as a record of past biodiversity. *J Biogeogr* 26:7–17
- Pavlu I (2004) The origins of the early linear pottery culture in Bohemia. In: Lukeš A, Zvebil M (eds) *LBK dialogues. Studies in the formation of the linear pottery culture, vol 1304*. BAR, pp 83–90
- Peichlová M (1979) Historie vegetace Broumovska [Vegetation history of the Broumovsko region]. Ms. Cand.diss. Academy of Science CR, Průhonice
- Petr L (2005) Vývoj vegetace pozdního glaciálu a raného holocénu v centrální části české kotliny [Late Glacial and Early Holocene vegetation development in the central part of Czech basin]. MSc thesis, Charles University, Prague
- Pokorný P (2005) New evidence for early human impact on vegetation and utilization of plants during Mesolithic—two examples from Bohemia. In: *Archäologische Arbeitsgemeinschaft Ostbayern/West- u. Südböhmen. Leidorf, Rahden/Westf.*, pp 214–219
- Pokorný P, Jankovská V (2000) Long-term vegetation dynamics and the infilling process of a former lake (Švarcenberk, Czech Republic). *Folia Geobot* 35:433–457
- Pokorný P, Šída P, Kuneš P, Chvojka O (2007) Výzkum mezolitického osídlení v okolí bývalého jezera Švarcenberk v jižních Čechách [Investigation of Mesolithic habitation in the vicinity of a former lake Švarcenberk in Southern Bohemia]. In: Beneš J, Pokorný P (eds) *Bioarchaeology in the Czech Republic*. JČU, České Budějovice
- Poska A, Saarse L, Veski S (2004) Reflections of pre- and early-agrarian human impact in the pollen diagrams of Estonia. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 209:37–50
- Prostředník J, Šída P (2006) Mezolitické osídlení pseudokrasových skalních dutin v Českém ráji [Mesolithic habitation in pseudokarst caverns in Czech Paradise]. In: *Sborník z konference k 50. výročí založení ChKO Český ráj, Sedmihorky*, pp 83–106
- Regnell M, Gaillard MJ, Bartholin TS, Karsten P (1995) Reconstruction of environment and history of plant use during the Late Mesolithic (Ertebølle Culture) at the Inland Settlement of Bökeberg-III, Southern Sweden. *Veget Hist Archaeobot* 4:67–91
- Rybníčková E (1974) Die Entwicklung der Vegetation und Flora im südlichen Teil der Böhmischo-mährischen Höhe während des Spätglazials und Holozäns. Academia, Praha
- Rybníčková E, Rybníček K (1985) Paleogeobotanical evaluation of the Holocene profile from the Rezabinec fish-pond. *Folia Geobot Phytotax* 20:419–437
- Rybníčková E, Rybníček K (1988) Holocene palaeovegetation and palaeoenvironment of the Kameničská kotlina basin (Czechoslovakia). *Folia Geobot Phytotax* 23:285–301
- Rybníčková E, Rybníček K, Jankovská V (1975) Palaeoecological Investigations of Buried Peat Profiles from the Zbudovská blata Marshes, Southern Moravia. *Folia Geobot Phytotax* 10:157–178
- Simmons IG, Chambers FM (1993) Vegetation change during the Mesolithic in the British Isles: some implications. In: *Climate change and human impact on the landscape*. Chapman and Hall, London, pp 109–117
- Simmons IG, Innes JB (1988a) Late Quaternary vegetational history of the North York Moors. VIII correlation of Flandrian-II lithostratigraphy and pollen stratigraphy at North Gill, Glaisdale Moor. *J Biogeogr* 15:249–272
- Simmons IG, Innes JB (1988b) Late Quaternary vegetational history of the North York Moors. IX numerical-analysis and pollen concentration analysis of Flandrian-II peat profiles from North Gill, Glaisdale Moor. *J Biogeogr* 15:273–297
- Simmons IG, Turner J, Innes JB (1985) An application of fine-resolution pollen analysis to Later Mesolithic peats of an english upland. In: Bonsall C (ed) *The Mesolithic in Europe*. Donald Publishers, Edinburgh, pp 206–217
- Sklenář K (2000) Hořín III Mesolithische und hallstattzeitliche Siedlung. *Fontes Archaeologici Pragenses* 24
- Skutil J (1952) Přehled českého paleolitika a mesolitika [Review of Czech Palaeolithic and Mesolithic]. *Sborník Národního muzea v Praze VI-A-Historický* 1
- Skutil J (1966) Paleolitické a mesolitické nálezy a osídlení středního Polabí [Palaeolithic and Mesolithic finds and settlement of Central Elbe region]. *Vlastivědný zpravodaj Polabí* 1–2:1–8
- Sugita S (1994) Pollen representation of vegetation in Quaternary sediments: theory and method in patchy vegetation. *J Ecol* 82:881–897
- Svoboda J (2003) Mezolit severních Čech. Komplexní výzkum skalních převisů na Českolipsku a Děčínku [Mesolithic of Northern Bohemia. A complex study of rock-shelters in Česká Lípa and Děčín districts]. ARÚ AV ČR, Brno
- Svobodová H (1989) Rekonstrukce přírodního prostředí a osídlení v okolí Mistrína. *Palynologická studie* [Reconstruction of natural environment and human settlement round about Mistrín. A palynological study]. *Památky archeologické* 80:188–206
- Svobodová H (1997) Die Entwicklung der Vegetation in Südmähren (Tschechien) während des Spätglazials und Holozäns - eine palynologische Studie. *Verh Zool-Bot Ges Österreich* 134:317–356
- Tallantire PA (2002) The early-Holocene spread of hazel (*Corylus avellana* L.) in Europe north and west of the Alps: an ecological hypothesis. *Holocene* 12:81–96
- ter Braak CJF, Šmilauer P (2002) *CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User's Guide: software for canonical community Ordination (version 4.5)* Microcomputer Power, Ithaca

- Turner J, Innes JB, Simmons IG (1993) Spatial diversity in the mid-Flandrian vegetation history of North Gill, North Yorkshire. *New Phytol* 123:599–647
- Valoch K (1978) Die endpaläolithische Siedlung in Smolín. Studie archeologického ústavu ČSAV v Brně VI., Praha
- Vencl S (1992) Mesolithic settlement on cadastral territory of sopotnice, district of Ústí-nad-Orlicí. *Památky archeologické* 83:7–40
- Vencl S (2006) Nejstarší osídlení jižních Čech [The earliest settlement of South Bohemia]. *Archeologický ústav AV ČR, Praha*
- Vuorela I (1995) Palynological evidence of the stone age settlement in southern Finland. *Geological survey of Finland, Special Paper*, vol 20, pp 139–143
- Wacnik A (2005) Wpływ działalności człowieka mezolitu i neolitu na szatę roślinną w rejonie Jeziora Miłkowskiego (Kraina Wielkich Jezior Mazurskich) [The impact of Mesolithic and Neolithic man on the vegetation in the Lake Miłkowskie area (Great Masurian Lake District, north-eastern Poland)]. *Bot Guidebooks* 28:9–27
- Walanus A, Nalepka D (1999) POLPAL. Program for counting pollen grains, diagrams plotting and numerical analysis. *Acta Palaeobot Suppl* 2:659–661
- Zvelebil M (1994) Plant use in the Mesolithic and its role in the transition to farming. *Proc Prehist Soc* 60:35–74

14. Novák, J. - Svoboda, J. - Šída, P. - Prostředník, J. - Pokorný, P. 2015: A charcoal record of Holocene woodland succession from sandstone rock shelters of North Bohemia (Czech Republic), *Quaternary International* 366 (2015) 25-36. IF WOS 2,067



A charcoal record of Holocene woodland succession from sandstone rock shelters of North Bohemia (Czech Republic)



Jan Novák ^{a,*}, Jiří Svoboda ^b, Petr Šída ^c, Jan Prostředník ^d, Petr Pokorný ^e

^a Department of Botany, Faculty of Science, University of South Bohemia, Branišovská 31, CZ 370 05 České Budějovice, Czech Republic

^b Institute of Archaeology, AC CR, 691 29 Dolní Věstonice, Czech Republic

^c Department of Archaeology, West Bohemian University in Plzeň, 30100 Plzeň, Czech Republic

^d Museum of the Bohemian Paradise, Skálava 71, 511 01 Turnov, Czech Republic

^e Center for Theoretical Studies, Charles University in Prague and the Academy of Sciences of the Czech Republic, Jilská 1, 110 00 Praha 1, Czech Republic

ARTICLE INFO

Article history:

Available online 2 October 2014

Keywords:

Charcoal
Rock shelters
Sandstone area
Vegetation history
Pollen analysis

ABSTRACT

Archaeological excavations at North-Bohemian sandstone rock shelters have uncovered complex evidence of intermittent human presence since the Late Palaeolithic to recent times. In this paper, we investigate the history of Holocene woodlands based on charcoal assemblages from stratified sandy accumulations under archaeologically investigated rock shelters. In total, we carried out anthracological analyses of eight profiles excavated under rock shelters.

Our study shows that the number of charcoal taxa correlated with local environmental diversity around the rock shelters. Charcoals of *Pinus sylvestris* were abundant in all the profiles analysed. Profiles in bottom parts of valleys recorded a higher abundance of broadleaf tree charcoal. The abundance of oak gradually decreased from the Bronze Age onwards, as oak got replaced by pine, and locally beech, fir and spruce. Today, several of the recorded woody species are rare or even absent in the sandstone region under study.

We focused on comparing anthracological results with results of pollen analyses carried out in the same areas. Our results demonstrate that when results from different types of archives are compared, it is possible to gain a more differentiated insight into local vegetation composition. This may carry wide methodological implications.

© 2014 Elsevier Ltd and INQUA. All rights reserved.

1. Introduction

Late Quaternary vegetation and palaeoenvironmental studies have traditionally been based on interpreting pollen data. This can, however, lead to distorted results due to the complexity of the pollen-vegetation relationship. Pollen profiles are usually situated in wetlands, although the matrix of surrounding vegetation is composed of terrestrial habitats. A more realistic view of past vegetation changes can be obtained by combining data resulting from analyses of pollen, macrofossils (seeds and fruits) and charcoal (e.g. Ritchie, 1995; Birks and Birks, 2004; Nelle et al., 2010). Macrofossil and charcoal analyses provide information about local vegetation, which may not necessarily correspond to pollen records, as already pointed out by Couvert (1968). Past vegetation and tree species composition at terrestrial sites over centuries and

millennia can more reliably be reconstructed based on soil charcoal, that is, by performing pedoanthracological analyses (e.g. Clark et al., 1998; Blackford, 2000; Robin et al., 2012; Nelle et al., 2013).

Vegetation reconstructions from charcoal data obtained from archaeological layers are usually based on the assumption that these data are not seriously biased by intentional selection during wood collection or by post-depositional transformation processes. The first serious attempts to perform such reconstructions were made in the 1940s (Salisbury and Jane, 1940). Criticisms of the basic assumptions of such reconstructions followed soon (Godwin and Transley, 1941), and discussions have been ongoing ever since. Whereas collecting firewood is generally considered to be mostly non-selective, collecting and felling wood for specialized production (e.g. metallurgy or carpentry), funerary customs or house building is obviously highly selective (Marston, 2009; Théry-Parisot et al., 2010; Rubiales et al., 2011 and others). Samples containing selectively collected wood are generally assumed to be characterized by reduced species composition (e.g. Novák et al., 2012a). On the other hand, people probably obtained firewood from woody

* Corresponding author.

E-mail address: prourou@gmail.com (J. Novák).

species growing near archaeological sites (Shackleton and Prins, 1992; Jansen et al., 2013).

Continual or long-term charcoal records from European archaeological sites are still infrequent, and each new locality provides new perspectives. Some of the best examples of sites with a potential for such investigations are caves and rock shelters with long-term or repeated human presence (e.g. Badal et al., 1994; Heinz and Barbaza, 1998; Henry et al., 2012). In this regard, North-Bohemian Cretaceous sandstone areas seem to be quite unique in the Central European context. Rock shelters are a characteristic geomorphological formation of sandstone regions (Fig. 7). In many cases, the stratigraphy of deep sandy sediments has been preserved intact under rock shelters. Sandy accumulations under rock shelters are generally formed in a specific way. Most of the sandy sediment comes from the sandstone rocks above. Biological (e.g., earth worm bioturbation; e.g. Jégou et al., 1998; Preston and Schmidt, 2006) and physical factors (e.g., uprooting; Samonil et al., 2010) are frequently discussed as influences which significantly affect the deposition of charcoals in soil. However, the dry and acidic sandy sediments under rock shelters are usually less strongly affected by biological factors than common soil horizons. Nevertheless, charcoal records in accumulations of sediment probably result from a very complex process of charcoal formation, recording and preservation (Forbes et al., 2006; Fréjaville et al., 2013).

Archaeological investigations show that rock shelters of the study region (North Bohemia) were widely used as temporary retreats by hunters and gatherers since the Late Palaeolithic until recently (e.g. Svoboda, 2003; Svoboda et al., 2007; Šída and Prostředník, 2007; Svoboda, 2014). Repeated visits of rock shelters over decades, centuries and even millennia are an important aspect of hunter-gatherer land use (e.g. Smith and McNeese, 2011). Former fireplaces are one of the visible traces of their repeated visits. Plant macroremains, bones, chipped tools and ceramics have been found besides charcoal pieces in sediment layers (e.g. Svoboda et al., 2013).

The first systematic archaeological investigation of Bohemian sandstone rock shelters was carried out approximately 20 years ago (Svoboda, 2003). Some anthracological and macrofossil research of sandstone rock shelters has been carried out (e.g. Opravil, 2003; Svoboda et al., 2007), but few samples of charcoal or plant macroremains have been systematically collected and examined.

Palaeoecological studies from sandstone areas in Central Europe have so far been mainly based on pollen analyses (e.g. Jankovská, 1992; Kuneš and Jankovská, 2000; Pokorný and Kuneš, 2005; Kuneš et al., 2007). Here we present the results of the first systematic anthracological survey of eight rock shelter profiles coupled with pollen-analytical investigations. The main goals of this paper are to: (1) determine the history of local forests, (2) draw attention to the relationship between the dynamics of local vegetation and adjacent environmental conditions, (3) compare anthracological results with results of pollen analyses carried out in the same areas, and (4) investigate the human impact on local vegetation.

2. Study areas

The North-Bohemian Cretaceous sandstone area is one of the largest sandstone landscapes in Europe (Härtel et al., 2007). It comprises several neighbouring sandstone sub-regions. For our study, we selected three (Bohemian Switzerland, Lužické hory and the Bohemian Paradise; Fig. 1) because these are the only ones where data-bearing systematic archaeological investigations took place in the last decade or so. Our set of study areas is characterized by the presence of rocky sandstone hummocks and rock shelters, flat or gently sloped tablelands, sunken valleys, and sporadic volcanic hills (Demek, 1987). Valleys with steep rocky slopes and humid gorges represent only a small part of the landscape. There are only a few watercourses within the sandstone areas, so the lack of water always significantly influenced human presence and activities. Humans often visited rock shelters located near water sources, though settlements have also been discovered under rock shelters situated in upper parts of valleys (Svoboda et al., 2013). Most of the investigated territory is situated 200–400 m above sea level, but several volcanic hills rise above 500 m a.s.l.

According to soil maps of the Czech Republic (Němeček et al., 2008; soil taxonomical units according to; Michéli et al., 2007), arenosols, lithosols, podzols, cambisols, luvisols and fluvisols are the most common soils on the sandstone bedrock in the area, which is now predominantly forested. Bottoms of slopes and valleys are characterized by the presence of luvisols, cambisols and fluvisols. Arenosols, lithosols and podzols are typical for upper parts of slopes and places near rocks.

The recent forests in the area are mostly composed of *Pinus sylvestris* and *Picea abies*. Also common are *Fagus sylvatica*, *Betula pendula*, *Quercus petraea* and *Quercus robur*. Xerophilous pine forests (un. *Dicrano-Pinion*, with e.g. *Avenella flexuosa*, *Calluna vulgaris*, *Festuca ovina*, *Rumex acetosella* and *Cladonia* sp.) are typical habitats in upper parts of slopes. Today's presence of *Fagus* is often connected with bottoms of slopes or valleys. *Picea* is also more frequent at valley bottoms, but it mostly occurs there due to coniferous plantations. *Quercus* sp. and *Corylus avellana* is admixed in all types of habitats, but their abundance is slightly higher at bottoms of valleys and slopes. *Carpinus betulus* and demanding broadleaf trees (*Tilia* sp., *Acer* sp., *Fraxinus excelsior* and *Ulmus* sp.) occur infrequently at bottoms of slopes and valleys. The rare presence of *Alnus* sp. and *Salix* sp. is restricted to watercourses and springs. Microclimatically inverse stands are characterized by oreophytic indicators (e.g. *Blechnum spicant*, *Homogyne alpina*, *Huperzia selago*, *Petasites albus*, *Viola biflora*).

According to the Archaeological Database of Bohemia (Kuna, 2002), the study area borders with an agricultural landscape dotted with sites of ancient settlement from the Late Palaeolithic (14,000–11,500 cal BP), Mesolithic (11,500–7500 cal BP), Neolithic (7500–6000 cal BP), Late Neolithic (6000–4000 cal BP), Bronze Age (4000–2800 cal BP), Hallstatt (2800–2400 cal BP), La-Tène (2400–2000 cal BP) and Roman periods (2000–1650 cal BP).

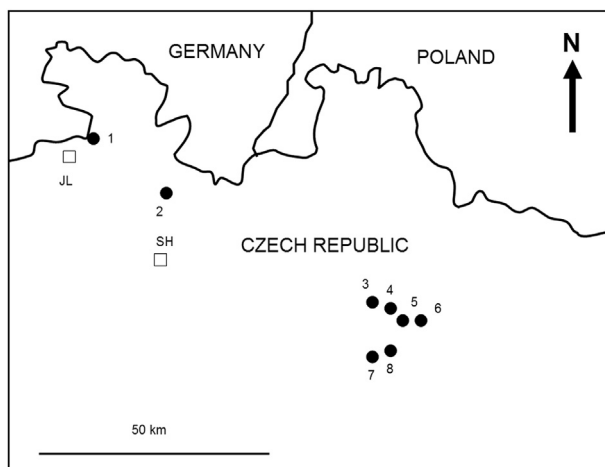


Fig. 1. Location of the study area and sites of anthracological profiles: 1 – Janova zátoka, 2 – Údolí samoty, 3 – Dvojitá brána, 4 – Konejlova cave, 5 – Velbloud, 6 – Kristova cave, 7 – Věžák, 8 – Hlavatá skála; and pollen profiles: JL – Jelení louže, SH – Skřítkův hrnc.

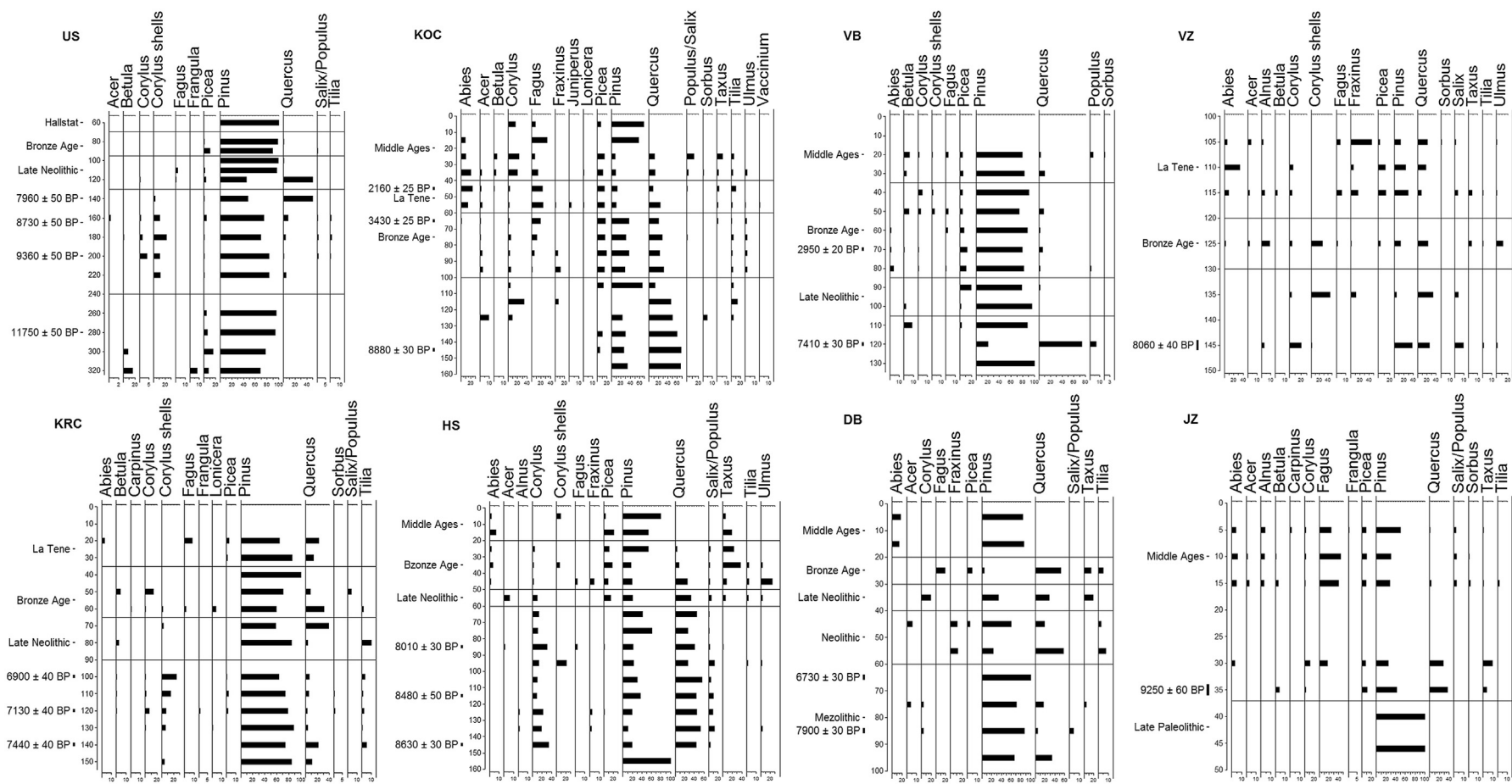


Fig. 2. Percentage proportion of charcoal taxa in the profiles under study. US – Údolí samoty, KOC – Konejlova cave, VB – Velbloud, VZ – Věžák, KRC – Kristova cave, HS – Hlavatá skála, DB – Dvojité brána, JZ – Janova zátoka. Late Palaeolithic: 14,000–11,500 cal BP; Mesolithic: 11,500–7500 cal BP; Neolithic: 7500–6000 cal BP; Late Neolithic: 6000–4000 cal BP; Bronze Age: 4000–2800 cal BP; Hallstatt: 2800–2400 cal BP; La-Tène: 2400–2000 cal BP; Middle Ages: 900–500 cal BP.

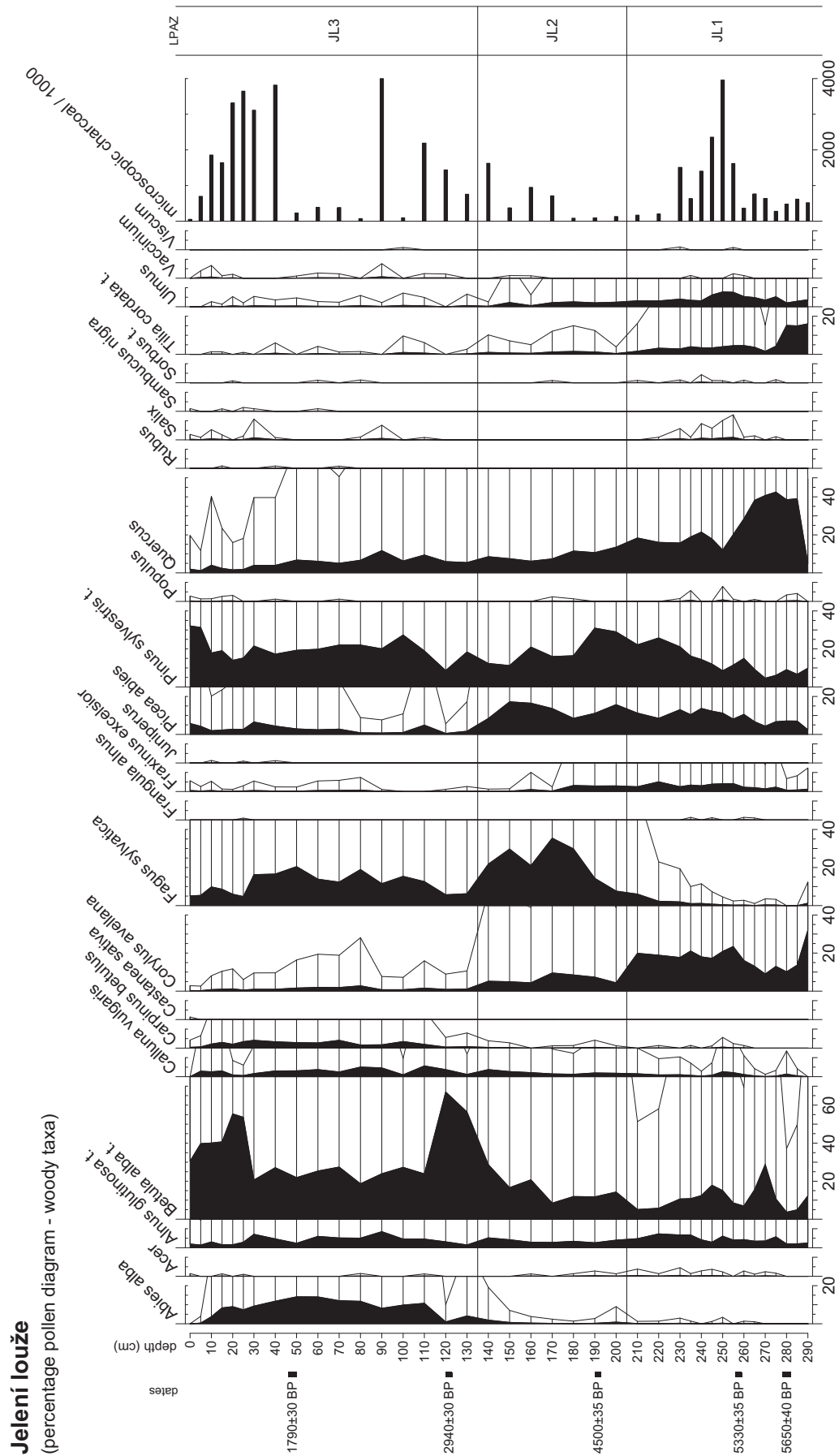


Fig. 3. Jelení louže, Percentage pollen diagram of woody taxa and numbers of microscopic charcoal pieces/1000.

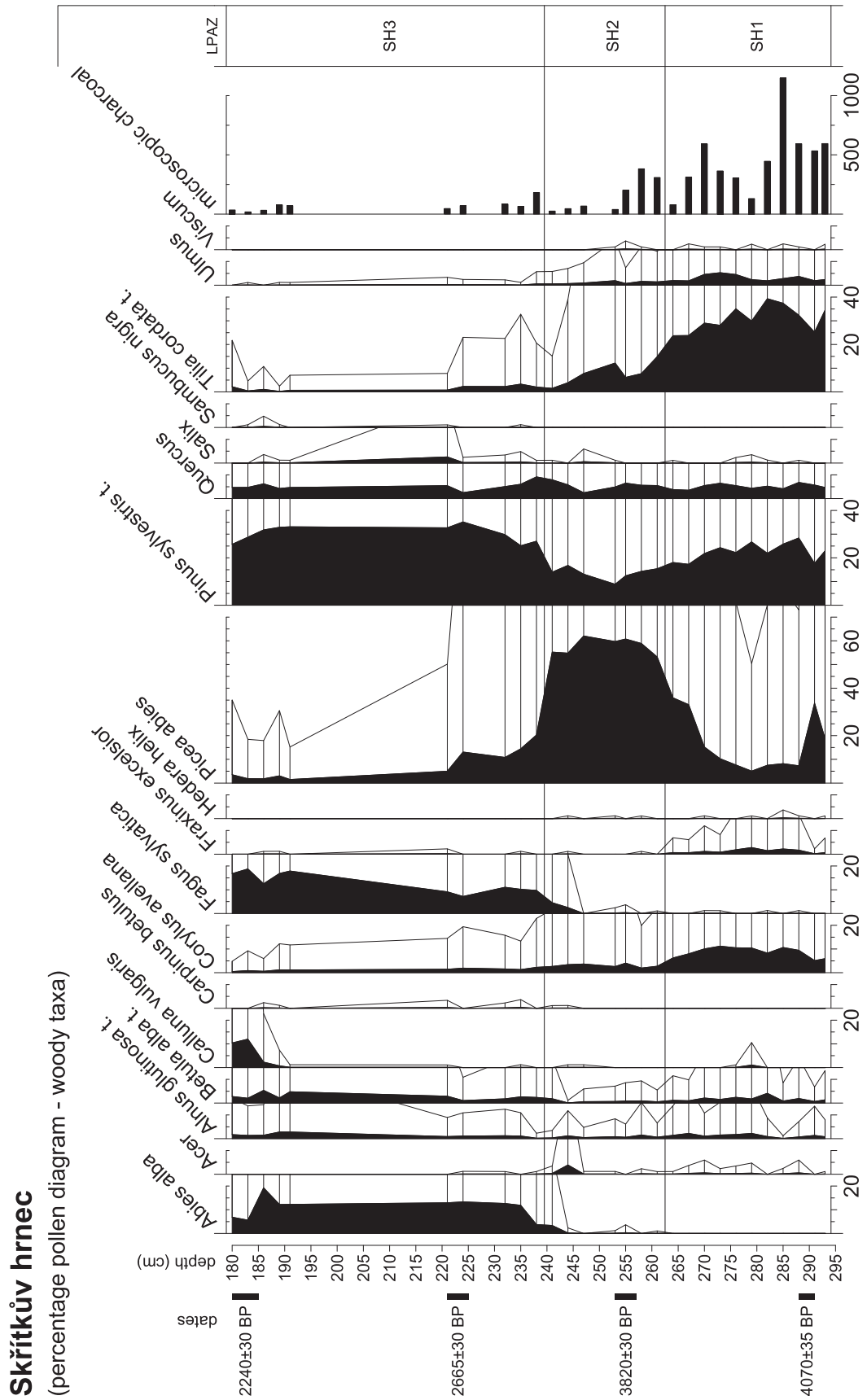


Fig. 4. Skřítkův hrnec, Percentage pollen diagram of woody taxa and numbers of microscopic charcoal pieces/1000.

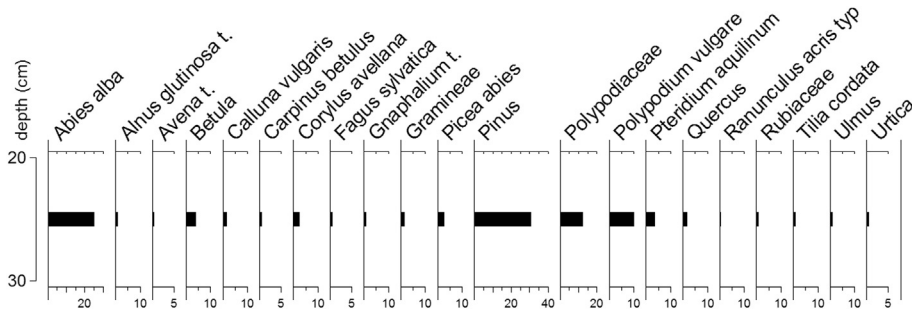


Fig. 5. Percentage pollen diagram from the LaTene layer (20–30 cm) in the Kristova cave.

Attempts to colonize the forested sandstone areas were rather local and temporary in all periods, but the evidence of their ancient colonization is poor and restricted to rock shelters. Colonization had been most intensive in the High Middle Ages (13th century; Meduna and Sádlo, 2009). From the Middle Ages to the present, the predominantly forested areas have been affected, for example, by hunting, woodcutting, glass and charcoal production, and local mining of iron ore (Prostředník and Šída, 2009).

3. Methods

In total, eight rock shelter profiles were sampled for anthracological analysis (Table 3). In the Bohemian Paradise, rock shelters are approximately 5–15 km apart. The Údolí samoty rock shelter

and the Janova zátoka rock shelter are located approximately 60 km and 80 km from the Bohemian Paradise, respectively (Fig. 1). The anthracological research was carried out in the context of archaeological investigations. Charcoal samples were collected from sandy sediment profiles sectioned into 10 cm thick layers down to the bedrock; only part of the profile Údolí samoty was divided into 20 cm thick layers and Janova zátoka was sampled in 5 cm thick layers. Twenty litres of sediment samples were taken from every layer of each profile.

Table 1

AMS-14C dates of the single charcoal pieces from the three investigated profiles. UGAMS: UGAMS: Centre of Applied Isotope Studies, The University of Georgia, USA; Poz: Poznań Radiocarbon Laboratory, Poznan, Poland; Gd: Gadam Centre, Gliwice, Poland; OxA: University of Oxford laboratory; Oxford, England, UK.

Lab. code	Profile	Depth (cm)	¹⁴ C age (BP)	Range	Calibrated ¹⁴ C age (BC) range 95.4%	Dated charcoal taxa
UGAMS 9516	Dvojitá brána	60–70	6730	30	5711–5571	Pinus
UGAMS 11223	Dvojitá brána	80–90	7900	30	7023–6648	Pinus
UGAMS 11224	Hlavatá skála	85	8010	30	7058–6824	Pinus
GdA-531	Hlavatá skála	125	8480	50	7593–7482	Pinus
UGAMS 11225	Hlavatá skála	147	8630	30	7716–7586	Pinus
Poz-23176	Janova zátoka	35	9250	60	8630–8300	Pinus
UGAMS 11226	Konejlova cave	45	2160	25	357–112	Pinus
UGAMS 9511	Konejlova cave	65	3430	25	1875–1665	Pinus
UGAMS 9512	Konejlova cave	147	8880	30	8225–7945	Pinus
GdA-975	Kristova cave	107	6900	40	5882–5716	Pinus
GdA-977	Kristova cave	123	7130	40	6071–5916	Pinus
GdA-976	Kristova cave	140	7440	40	6404–6232	Pinus
Poz-48373	Údolí samoty	140	7960	50	7043–6697	Corylus
Poz-43850	Údolí samoty	165	8730	50	7942–7604	Corylus
Poz-43849	Údolí samoty	180	9360	50	8766–8531	Corylus
OxA-25772	Údolí samoty	270	11,750	50	11,808–11,482	Pinus
UGAMS 12207	Velbloud	70	2950	20	1263–1057	Pinus
UGAMS 12208	Velbloud	115	7410	30	6375–6228	Pinus
GdA-1207	Věžák	140	8060	40	7141–6825	Pinus

The extraction of charcoals and plant macrofossils from the sediments followed standard wet-sieving procedures (Carcaillet and Thion, 1996) using a 0.4 mm sieve. Charcoal pieces were manually selected from the sieved fractions under a stereoscopic microscope. Charcoal analysis was performed only on fragments from the largest fraction (>1 mm). Smaller charcoal pieces that were not taxonomically identifiable were excluded because they hardly provide any information on past forest composition (Robin et al., 2014).

Charcoals were identified with the help of a reference collection and standard identification keys (Greguss, 1972; Schweingruber, 1990) using an episcopic interference microscope with 200–500 × magnification. Anthracomass (mg of charcoal per kg of soil; Talon et al., 1998) was determined from charcoals larger than

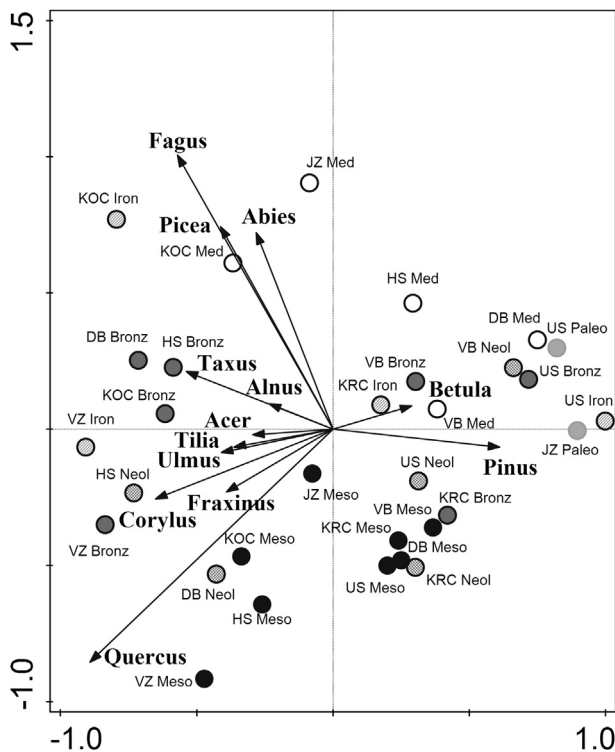


Fig. 6. Ordination diagram showing results of a PCA analysis of charcoal taxa and the profile/period relationship. The first axis explained 30.8% of the variability, and the first two axes together explained 51.3% of the variability. The first part of each abbreviation identifies the profile (US – Údolí samoty, KOC – Konejlova cave, VB – Velbloud, VZ – Věžák, KRC – Kristova cave, HS – Hlavatá skála, DB – Dvojitá brána, JZ – Janova zátoka), and the second part identifies the period (Palaeo – Late Palaeolithic, Meso – Mesolithic, Bronze – Bronze Age, Iron – Iron Age, Mid – Middle Ages), e.g. KOC Iron – Konejlova cave/Iron Age.

1 mm. Percentage macrocharcoal diagrams were created using Tilia v. 1.7.16 (Grimm, 2011).

Pollen analysis was performed on continuous peat sections sampled using piston (Jelení louže site) and auger (Skřítkův hrnec site) corers. Sites for pollen analysis were selected following the necessity of finding another type of proxy record for habitats of the same type as that of the rock shelters under study (i.e. interiors of

2001). Charcoal samples for AMS ^{14}C dating (Table 1) were taken from archaeologically important layers of each profile. One randomly chosen charcoal piece per base layer was dated. Considering the archaeological context of individual samples, it was possible to differentiate among periods, including the Late Palaeolithic, the Mesolithic, the Late Neolithic, the Bronze Age, the Iron Age and the Middle Ages.

Table 3

Anthracomass and numbers of species in study profiles.

Site/profile	Period	Anthracomass (mg/kg)					Number of species						
		LaPa	Mes	LaNe	BrAg	LaT/Hal	MidAg	LaPa	Mes	LaNe	BrAg	LaT/Hal	MidAg
Position on a slope													
Dvojitá brána	N slope		181.2	253.1	286.2		192.7		6	8	6		2
Hlavatá skála	N slope		573.9	69.7	188.1		147.9		12	12	10		5
Janova zátoka	Bottom	1.1	195.6			397.1	1277.8	1	7			13	11
Konejlova cave	Bottom		124.4		612.9	429.7	355.8		8		11	16	15
Kristova cave	Upper		406.2	134.7	326.7	175.4			11	5	10	5	
Údolí samoty	Upper	34.9	434.8	300.5	881.1	3750.1		4	8	6	7	1	
Velboud	Upper		8.1	206.8	33.4		515.7		5	8	4		8
Věžák	Bottom		78.4		100.5	58.8			9		13	15	

sandstone valleys or gorges). Although no pollen profile has so far been discovered in the direct vicinity of the investigated rock shelters, we have discovered two sites that exactly meet the requirements specified above. The Jelení louže site is located approximately 8 km from the Janova zátoka rock shelter, and the Skřítkův hrnec site is located 15 km from the Údolí samoty rock shelter. Both are identical in character, being peat bogs situated at the bottom of a sandstone gorge. Samples of peat were prepared by the standard acetolysis methods (Moore et al., 1991), and at least 700 pollen grains were counted in each sample. Percentage pollen diagrams (Figs. 3 and 4) were plotted based on the total terrestrial pollen sum. Only woody taxa are presented because only these are relevant for our comparison with anthracological results. The diagrams are dated using radiocarbon (AMS) measurements performed on macrofossils of terrestrial plants (seeds, fruits and/or needles – Table 2).

Table 2

AMS- ^{14}C dates from pollen profiles. Dated material: terrestrial macrofossils. Poz: Poznań Radiocarbon Laboratory, Poznań, Poland.

Lab code	Profile	Depth (cm)	C14 age (BP)	Range
Poz-9132	Jelení louže	48	1790	30
Poz-9133	Jelení louže	122	2940	30
Poz-9134	Jelení louže	192	4500	35
Poz-9135	Jelení louže	258	5330	35
Poz-8121	Jelení louže	280	5650	40
Poz-59611	Skřítkův hrnec	180–185	2240	30
Poz-59612	Skřítkův hrnec	221–225	2665	30
Poz-59613	Skřítkův hrnec	253–257	3820	30
Poz-59615	Skřítkův hrnec	288–291	4070	35

Some charcoal samples were also subjected to ^{14}C AMS radiocarbon dating. The age of others was determined based on an archaeological chronology. The age of each layer was determined based on typical archaeological artefacts (chipped industry in the Late Palaeolithic and Mesolithic period, pottery fragments of typical vessels in younger periods). The radiocarbon dating was performed using the ^{14}C AMS method at the Poznań Radiocarbon Laboratory, Poland; CAIS Athens, Georgia, USA; Gadam Centre, Gliwice, Poland; and University of Oxford laboratory, Oxford, England. All the radiocarbon dates were calibrated using OxCal 4.1. (Bronk-Ramsey,

Statistical analyses in CANOCO v. 4.5 (ter Braak and Šmilauer, 2002) allowed us to compare charcoal taxa and examine the profile/period relationship. A detrended correspondence analysis (DCA) was carried out to check the length of the gradient. The maximum length of the gradient was 1.18, so a principal components analysis (PCA) was performed. A logarithmic transformation of the percentage data centred by species was used.

4. Results

4.1. Anthracological research results

From the eight rock shelter profiles, a total of 12,181 charcoal fragments from 365 samples were identified. The anthracological analysis revealed 22 taxa (Fig. 2). The amount of charcoal fragments and the number of charcoal species differed significantly among the samples or profiles (see Table 3). The spectrum is generally dominated by *Pinus* ($n = 7487$) and *Quercus* ($n = 1780$). Other common taxa are *Picea* ($n = 639$), *Fagus* ($n = 540$), *Corylus* ($n = 433$), *Abies* ($n = 261$), *Fraxinus* ($n = 140$), *Populus/Salix* ($n = 144$) and *Tilia* ($n = 127$). Further taxa include *Taxus* ($n = 120$), *Ulmus* ($n = 63$), *Betula* ($n = 71$), *Acer* ($n = 48$), *Alnus* ($n = 42$), *Salix* ($n = 16$), *Sorbus* ($n = 10$), *Lonicera* ($n = 9$), *Carpinus* ($n = 5$), *Frangula* ($n = 5$), *Juniperus* ($n = 4$), *Prunus* cf. *Padus* ($n = 1$) and *Vaccinium* ($n = 1$). Charcoal of *Corylus* shells is very common ($n = 572$), especially in Mesolithic layers. The highest species diversity (17 species) was found in the profile Konejlova Cave, the lowest in the profile Velboud (9 species).

4.2. Woodland history reconstructed from charcoal assemblages

The charcoal assemblages differed according to the profile and time period (Table 3, Fig. 2). Late Palaeolithic layers (14,000–11,500 cal BP) are remarkable for their low species diversity and anthracomass. *Pinus* was a dominant species, and spruce/larch and birch were common. A very small charcoal fragment of a deciduous tree (cf. *Frangula* sp.) was also found.

Significant differences in charcoal records between rock shelters located in the (i) upper parts (Velboud, Údolí samoty, Kristova cave) and (ii) at the bottoms of valleys or on the northern slopes (Dvojitá brána, Hlavatá skála, Janova zátoka, Konejlova cave, Věžák) were apparent in layers from the Mesolithic period (Fig. 6).

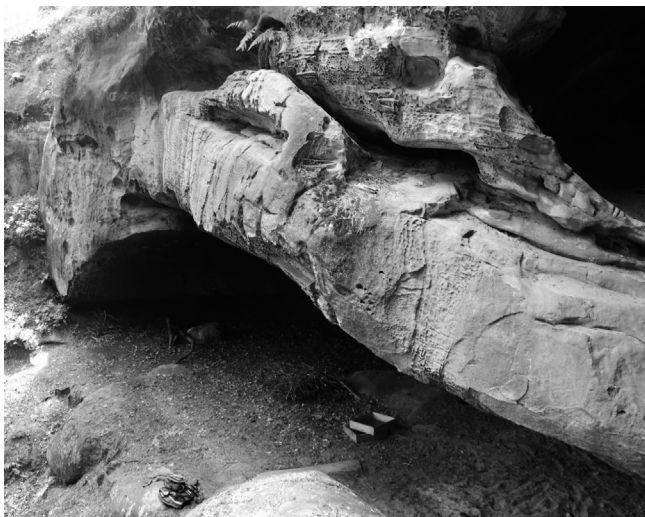


Fig. 7. Velbloud rock shelter situated in the upper part of a slope during excavation in 2012 (Photo – J. Prostředník).

- (i) Profiles in upper parts of slopes documented only reduced species composition with a strong dominance of *Pinus*, and the rare presence of broadleaf species (*Quercus*, *Corylus*, *Tilia*, *Populus/Salix*, *Betula*) and spruce throughout the Holocene history. The most abundant presence of *Corylus* shells was found in the Mesolithic period (11,500–7500 cal BP). High amounts of oak charcoal were recorded in the upper Mesolithic and the beginning of the Late Neolithic period (6000–4000 cal BP). Charcoals of *Fagus* were recorded from the Late Neolithic or Bronze Age onwards, but their occurrence was scarce and episodic. *Abies* charcoal was also very rare at these sites.
- (ii) In the Mesolithic period, *Quercus* and *Pinus* dominated, *Corylus*, *Picea* and *Tilia* were common in most of the profiles, and only scarce occurrences of *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Frangula*, *Lonicera*, *Sorbus*, *Salix/Populus*, *Taxus* and *Ulmus* were recorded. The charcoal records show that the vegetation at localities at bottoms of valleys and on northern slopes was rich in species with a high abundance of oak and demanding broadleaf species. During the Bronze Age (4000–2800 cal BP), *Quercus* charcoal started to decline, and *Picea* and *Fagus* charcoal increased significantly in spite of the common presence of demanding broadleaf species (*Corylus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Ulmus* and *Acer*); *Alnus* and *Taxus*, *Betula*, *Carpinus*, *Salix/Populus* charcoals were recorded rarely in this period. Hazelnut shells were rare. *Abies* charcoal started to increase at the end of the Bronze Age. The increase in *Fagus*, *Abies* and *Picea* charcoals continued during the Iron Age (Hallstatt period 2800–2400 cal BP; La-Tène period 2400–2000 cal BP). The highest species diversity was recorded in samples from the Hallstatt/La-Tène period, although hazelnut shells disappeared. Broadleaf trees and *Abies alba* were still abundant in the High Medieval period (900–500 cal BP); however, the dominance of *Pinus* was elevated. The presence of light-demanding species and *Coryllus* charcoals also increased in the Middle Ages.

4.3. Anthracomass

Most profiles showed differences in anthracomass (mg/kg) among charcoal samples/periods (Table 3). Low anthracomass was recorded in the profile Věžák, and the highest values of anthracomass were found the profile Údolí samoty. Late Palaeolithic

samples contained the lowest anthracomass. In the Mesolithic period, the highest amounts of anthracomass were recorded in the profiles Hlavatá skála, Údolí samoty and Kristova cave. Samples with high anthracomass levels (profile Hlavatá skála, Kristova cave) in the Mesolithic period often contained noticeably lower amounts in the following period. These Mesolithic samples were also noticeable for their high numbers of hazelnut shells. Late Neolithic samples often contained lower anthracomass than Mesolithic samples. Samples from the profiles Konejlova cave and Údolí samoty contained high anthracomass in the Bronze Age and Iron Age.

4.4. Analysis of pollen from peat accumulations

The two investigated pollen profiles (see diagrams in Figs. 3 and 4) come from the same type of habitat (a small peat bog at the bottom of a sandstone gorge), but from two different sub-regions (see Fig. 1). Both records show many similarities, but also several important differences in vegetation development. The common and most striking feature is succession from broadleaf assemblages with *Quercus*, *Corylus*, *Tilia*, *Fraxinus* and *Ulmus* (Stage 1: pollen zones JL1 and SH1) to assemblages with *Fagus*, *Abies* and *Picea* (Stage 2: pollen zones JL 2 to JL3 and SH2 to SH3). This succession is progressive, and its most dynamic phase is in both cases dated between 3000 and 4000 BP.

Despite obvious common features, there are also certain differences between the two investigated pollen records. These differences lie in the relative proportions of individual forest trees and in the succession sequence of dominant tree species during the early phase of Stage 2. In the case of the Skřítkův hrnec site, *Tilia* plays a much more important role in Stage 1 compared to the Jelení louže site. The opposite is the case of *Quercus*. The transitional phases from Stage 1 to Stage 2 in the Jelení louže and Skřítkův hrnec profiles (JL1/JL2 transition and SH1/SH2 transition, respectively) are characterized by an expansion of *Fagus* in the former profile and an expansion of *Picea* in the latter. In the late phases of Stage 2 (JL3 and SH3 pollen zones), the greatest difference between the two sites lies in the relative importance of *Betula* and *Pinus* in vegetation composition.

4.5. Analysis of pollen from rock shelters

Even though samples from sandy accumulations under the rock shelters studied were systematically collected also for pollen analysis, a large majority of the samples did not contain any pollen grains. Only one sample contained well preserved pollen grains, and we attribute this exception to the uniqueness in local chemistry – high content of humic acids leached from plant biomass forming an occupation layer. This only positive sample was extracted from a La-Tène horizon (layer 20–30 cm) in the profile Kristova cave (Fig. 5). Its pollen spectrum consists mainly of arboreal taxa. *Abies* and *Pinus* pollen grains were the most frequent. Pollen of *Betula*, *Corylus*, *Picea* and *Quercus* was common, while pollen grains of *Alnus*, *Carpinus*, *Tilia*, *Ulmus* and *Fagus* were among rare ones. Non-arboreal pollen and spores belonged to forest undergrowth acidophilous herbs (such as, most of all, *Calluna*, *Polypodium vulgare* and *Pteridium aquilinum*).

5. Discussion

5.1. Relationship between woodland history and local environmental conditions

The Late Palaeolithic period is characterized by the lowest number of charcoal fragments and species. The surrounding

vegetation can be reconstructed as an open pine forest where the species composition indicates unfavourable environmental conditions. Our record of Late Palaeolithic charcoal assemblages is one of only a handful from sandstone rock shelters in Central Europe. A similar composition of the charcoal and pollen taxa has been documented in the peat profile Voroněž in the northern part of the Polomené hory sandstone region (Novák et al., 2012b).

A remarkable increase of species diversity is recorded since the Mesolithic period (11,500–7500 cal BP). Our anthracological study clearly highlights that the noticeable differences in species diversity depend on the location of each rock shelter and on environmental diversity in the vicinity (e.g. bottom or upper part of the valley, distance from a watercourse; Fig. 6). Relatively small changes in species composition during the Holocene (charcoal assemblages dominated by *Pinus*) are documented in profiles located in dry upper parts of valleys (Údolí samoty, Kristova cave, Velbloud). The surroundings of these rockshelters are recently characterized by the presence of arenosols, lithosols and podzols. The presence of these shallow, dry and acid soils is probably related not only with topographical position, but also with long-term presence of pine forest (e.g. Bendel et al., 2006). This confirms what is preserved in the charcoal records, which speak of a high dominance of *Pinus* and a rare presence of broadleaf species during the Holocene history. Vegetation succession in these habitats was probably more frequently affected by fire events, as shown pedoanthracological studies (e.g. Novák et al., 2012b; Bobek, 2013).

By contrast, rock shelters located at bottoms of valleys or on their northern slopes (Konejlova cave, Věžák, Janova zátoka, Hlavatá skála, Dvojitá brána) demonstrate more pronounced changes of the surrounding vegetation. The highest species diversity (17 taxa) was found in the profile Konejlova cave, which is located at the bottom of a humid gorge. The humid microclimatic conditions surrounding the Konejlova cave are corroborated by findings of burnt frog bones in archaeological layers (Kovačiková et al., 2012). The high species diversity at the site is caused by a diverse range of habitats in its vicinity. The lowest species diversity (9 taxa) was recorded in the profiles Velbloud, which is situated in a dry upper part of a valley. Although the regional climatic conditions of the localities under study differ only slightly, the vegetation around the rock shelters is primarily influenced by local environmental conditions. Upper parts of rocks and valleys are dry and get overheated on sunny days. Bottoms of sandstone gorges, by contrast, are notably humid and have an inversion microclimate (Härtel et al., 2007).

Profiles in bottom parts of valleys recorded a higher abundance of *Quercus* charcoal in the Mesolithic period. The decline of oak and demanding broadleaf species coupled with the increase in pine, beech, spruce and fir is often associated with environmental changes in the Late Bronze Age (Ložek, 1998). In northern Germany, for example, the constant or rising curve of *Fagus* is often connected with increased anthropogenic activities (Küster, 1997; Wolters, 1999; Brande, 2003; Jahns, 2007). It is difficult to assess whether these vegetation changes were related more to human influence, the Holocene spread of trees from glacial refugia, natural processes (e.g. the Iversen cycle or wildfire events) or some combination of these factors. During the Iron Age, the abundance of *Fagus* and *Abies* charcoals was increased; on the other hand, the charcoal records indicate a decrease of *Quercus* and *Pinus*. The medieval increase in the abundance of *Pinus* and *Abies* accompanied by the decrease in species diversity can be interpreted as a consequence of medieval colonization of sandstone regions.

5.2. The charcoal record and human impact

Our rock shelters (Údolí samoty, Kristova cave) with high amounts of anthracomass and hazelnut shells from the Mesolithic

period are situated in dry upper parts of valleys, but relatively close to natural water sources. The amounts of anthracomass suggest that there were many fireplaces and that humans frequently stayed at the rock shelters. The question remains whether these sites represent longer-term or wintering shelters. Because the dry upper parts of the valleys around the rock shelters have for a long time been species-poor habitats (pine forests), the number of species remained constant despite substantial increases in anthracomass. Nevertheless, hazelnut shells have also been found at small or short-term Mesolithic sites (e.g. Opravil, 2003). The oldest examined hazelnut shell was dated to the Preboreal period (9360 ± 50 BP, profile Údolí samoty). This is one of the oldest dates for a hazelnut shell found in Central Europe (compare e.g. Pokorný et al., 2010; Šída et al., 2011; Regnell, 2012). The Mesolithic was an era of hunter-gatherers, so wild plants are integrated in virtually all models and concepts dealing with this period (e.g. Clarke, 1976; Rowley-Conwy, 1986; Price, 1989; Zvelebil, 1994). Several studies describe the importance of hazelnuts as a food source during the Mesolithic period (e.g. Kuneš et al., 2008; Regnell, 2012). Remarkably, the number of hazelnut shells was not directly linked with the abundance of *Corylus* charcoal. *Corylus* charcoal was present in all profiles, but hazelnut shells were found only in some of the rock shelters. The high abundance of *Corylus* shells is nevertheless correlated with high amounts of anthracomass in Mesolithic layers. During the transition from the Upper Mesolithic period to the agricultural period, the presence of hazelnut shells diminished significantly. *Corylus* charcoal and *Corylus* pollen, however, remained abundant until the Bronze Age. The mass of *Corylus* charcoals subsequently increased in the Middle Ages.

The presence of *Alnus* and *Salix* charcoal was recorded only at sites roughly within 50 m of a watercourse. The abundance of species characteristic of wetlands was very low in these samples. A similar result has been obtained at the Dombas rock shelter (Opravil, 2003), which is situated on the bank of the river Ploučnice. This is probably related to the narrow floodplain and limited space for riverside vegetation in the area. Differences between charcoal spectra and pollen data are sometimes explained by selective collection or avoidance due to burning properties (e.g. Kreutz, 1990; Out, 2010). The absence of *Alnus* or *Tilia* charcoals is sometimes explained as above. In our charcoal assemblages, however, *Tilia* is constantly present, indicating that it was commonly used as firewood. The presence of *Tilia* or *Alnus* as common firewood has been revealed by many anthracological studies (e.g. Jansen et al., 2013; Kuna et al., 2013). The availability and proximity of firewood in the environment is one of the most important factors determining the ease with which prehistoric communities collected wood as fuel (Asouti and Austin, 2005). It is nevertheless possible that the dominance of the pine charcoal may have been influenced by the common presence of (dry) pine wood in the vicinity of rock shelters, regardless of the fact that *Pinus* is best adapted to the conditions of sandstone rocks. Moreover, it is good to bear in mind that charcoal records in accumulations of sediment are probably shaped by a very complex process of charcoal formation, recording and preservation (Forbes et al., 2006; Preston and Schmidt, 2006; Fréjaville et al., 2013).

Our records indicate that *Taxus* charcoals were rarely presented in the Mesolithic layers, became abundant in the Bronze Age and started to disappear during the Middle Ages. Rich findings of *Taxus* charcoal are unusual not only for Bohemian sandstone areas but also for neighbouring regions. The unusual abundance of *Taxus* charcoal in certain fireplaces hints at the hypothesis that people used some of the rock shelters they visited to process yew wood. *Taxus* was the wood of choice for making bows, other weapons and also tools (Coles et al., 1978; Oeggl and Schoch, 2000). The Bronze Age increase in *Taxus* and *Fagus* charcoals is sometimes interpreted

as a consequence of lower temperatures and higher precipitation. Pernaud (2001), for example, inferred that the climate in the Bronze Age was cooler and more humid from *Taxus* charcoal in layers at the la Karelské cave in Luxembourg. The presence of *Taxus* charcoal was recorded mainly under rock shelters situated at the bottoms of gorges or on northern slopes. At present, *Taxus* does not occur in the Bohemian sandstone regions under study.

The archaeological evidence of human activities in the forested study areas is poor and mainly restricted to rock shelters. Mesolithic settlements were recorded in all of the profiles, but their influence on the surrounding woodland composition was relatively weak. During agricultural prehistory (7500–650 BP), a noticeable decline of trees accompanied by an increase of *Pinus*, *Fagus*, *Abies* and *Picea* was recorded. Still, it is difficult to estimate the extent to which this succession of woodland vegetation is attributable to humans. Human presence in the region was relatively local and temporary. On sandstone bedrock, however, even a low human impact can set off dramatic environmental changes. The influence of human activities was more apparent in the Middle Ages. Some of the profiles document a medieval increase in the abundance of pine and fir coupled with a decrease in species diversity. However, the composition of vegetation was more affected by human activity during the modern period (Meduna and Sádlo, 2009). From the Middle Ages to the present, the predominantly forested areas have been affected, for example, by hunting, woodcutting, glass and charcoal production, and local mining of iron ore (Prostředník and Sída, 2009).

5.3. Comparison between the charcoal and pollen records

The two pollen records presented in this article come from small peat bogs located at bottoms of sandstone gorges, so they presumably reflect local vegetation composition of the interior of those sandstone gorges (i.e. the same environment where the investigated rock shelters are located). The significant influence of the local environment on pollen sequences recorded in such small wetlands, in relevant literature often called “forest hollows”, has been documented by several studies (e.g. Janssen, 1966; Sugita, 1994; Björkman and Bradshaw, 1996; Broström et al., 2008; Overballe-Petersen and Bradshaw, 2011). Besides the small peat bogs Jelení louže and Skřítkův hrnec, several pollen profiles have previously been analysed in the Bohemian sandstone regions, but mostly outside areas of our interest or outside the target environment (Jankovská, 1992; Kuneš and Jankovská, 2000; Kuneš et al., 2007; Novák et al., 2012b). However, the local trends in vegetation history observed in our two pollen profiles appear to be generally comparable with ones known from other Bohemian sandstone regions: In the Early Holocene (11,500–10,000 BP), *Pinus* was absolutely dominant in sandstone regions. *Picea* might have occurred locally, but its importance in the vegetation was negligible. At around 9500 BP, broadleaf trees expanded, and this expansion reached its maximum at around 6500 BP. In this particular developmental stage (i.e. the Middle Holocene), *Corylus* was dominant at first, but then *Quercus* gained absolute dominance over other broadleaf trees. After 6500 BP, broadleaf trees started declining in favour of *Picea* and, in some places (like Jelení louže site), also in favour of *Fagus*. This process (i.e. a decline of *Quercetum Mixtum* associated with an expansion of *Picea*) reached its maximum around 3500 BP, when *Abies* started to occur. Such a vegetation history may be attributed to general acidification of the local environment that, according to Pokorný and Kuneš (2005), has predominantly natural causes and can be ascribed to the most dynamic mid-interglacial phase of the Iversen cycle (Iversen, 1958; Ralska-Jasiewiczowa et al., 2003; Birks and Birks, 2004). Although *Fagus-Abies* forests had been locally dominant since that time until

almost recently, *Picea* retained its importance. The dominance of spruce in the pollen spectra is nevertheless probably caused by taphonomic factors, as pollen sites are always situated within inversion valleys, whose wet substrates and inverse microclimate are favourable for spruce.

If we directly compare the pollen record with the charcoal record from the bottom of valley, we can see many analogous trends in vegetation history, even though humid valley bottoms take up only small parts of sandstone areas. The profile Jelení louže documented three distinct peaks of microcharcoals throughout the pollen record whereas the profile Skřítkův hrnec recorded higher amounts of microcharcoal only before the late Bronze Age period. The subsequent expansion of beech is probably connected with a decrease in fire disturbances. Pollen analyses of the profile Jelení louže have revealed repeated declines in beech pollen after the reappearance of fire events. Several studies document similar consequences of past fire events (e.g. Nelle et al., 2010; Robin et al., 2012; Bradley et al., 2013). Fire-sensitive species such as *Fagus* are disfavoured by fire events, while pine, spruce and pioneer taxa (i.e. *Betula*, *Sorbus*) take advantage of them. These considerations may apply to the interpretation of pedoanthracological results, pointing to possible biases in the representation of the above-mentioned taxa.

Our pollen and charcoal analyses from the same layers in the Kristova cave profile document different records of tree composition. The pollen analysis recorded the presence of *Abies*, *Alnus* and broadleaf trees (*Carpinus*, *Tilia*), while the charcoal analysis did not. The rock shelter is located in the upper part of a slope, and the nearest wetland is situated 500 m from the site. These results suggest that not only the pollen of *Alnus*, but also of other, more mesophilous, taxa, might have come from more distant and diverse habitats than wood intercepted by our anthracological analysis.

Our analyses of charcoal from rock shelters seem to generally document higher vegetation diversity compared to pedoanthracological results from nearby plateaus (Novák et al., 2012b; Bobek, 2013). The pedoanthracological profiles in Bohemian sandstone regions were usually situated on flat sandstone plateaus are characterized by long-term dominance of *Pinus*, a common occurrence of *Picea*, and only a limited presence of deciduous trees and *Abies*. These charcoal records showed a similar composition of vegetation as profiles under rock shelters from upper parts of slopes and confirmed the linkage between charcoal records and the character of local vegetation.

The recent character of the vegetation exhibits analogous features – humid gorges, bottoms of valleys and banks of watercourses harbour a large part of the species diversity found in the sandstone area (Sádlo et al., 2011). Without doubt, both charcoal and pollen records can be considered related to past vegetation conditions. Both the pollen record from small peat bogs, and the anthracological record reconstruct similar trends in the history of local vegetation. However, the results of our pollen analysis may suggest a less differentiated mixture of vegetation in the vicinity due to taphonomic factors. Pollen spectra are in such situations predominantly collected from a single type of environment that is anomalous in the spatial sense – wet bottom parts of sandstone gorges. Due to this fact, charcoal spectra, despite being not so well stratified and datable, are probably more appropriate for reconstructing the tree layer composition of regional forests. However, integrating the results of both investigation techniques is likely to paint the best picture.

6. Conclusion

Excavations at North-Bohemian rock shelters have uncovered complex evidence of intermittent human presence since the Late

Palaeolithic to recent times. The eight profiles examined in this study contained abundant charcoal assemblages.

The variability in charcoal taxa reflects changing environmental conditions in the vicinity of the study sites. Significant differences between charcoal records from rock shelters located in the upper parts of slopes and bottoms of valleys are apparent in the Mesolithic period. Charcoals of *Pinus* were abundant, and *Quercus* charcoals were common, in all profiles analysed. At some of the sites, charcoals of oak and demanding broadleaf trees (*Fraxinus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Acer*) gradually decreased since the Bronze Age, while pine charcoals increased accordingly. Beech charcoals, albeit generally rare, increased since the Bronze Age and decreased again during the Middle Ages. Several recorded woody species are now rare or even absent in the sandstone regions under consideration (e.g. *Taxus*).

The two investigated pollen diagrams come from a small peat bog at the bottom of a sandstone gorge. They show some similarities, but also certain differences, in vegetation development. The combination of charcoal and pollen data provides a more detailed reconstruction of the vegetation history on a local scale than any of these methods would if used alone. The results of our charcoal analyses closely correspond with the past arboreal composition in the vicinity of the rock shelters under study. Our pollen analyses, however, present a less distinguishable mixture of surrounding vegetation, being biased by the massive influence of the local wetland environment.

Acknowledgements

We would like to thank anonymous referees for helpful comments on the previous version of this paper. This study was supported by two grants from the Czech Science Foundation (GAČR 13-11193S and GAČR 13-08169S).

References

- Asouti, E., Austin, P., 2005. Reconstructing woodland vegetation and its exploitation by past societies, based on the analysis and interpretation of archaeological wood charcoal macro-remains. *Environmental Archaeology* 10, 1–18.
- Badal, E., Bernabeu, J., Vernet, J.L., 1994. Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7000–4000 B.P.) in Alicante (Spain) based on charcoal analysis. *Vegetation History and Archaeobotany* 3, 155–166.
- Bendel, M., Tinner, W., Ammann, B., 2006. Forest dynamics in the Pfyn forest in recent centuries (Valais, Switzerland, Central Alps): interaction of pine (*Pinus sylvestris*) and oak (*Quercus* sp.) under changing land use and fire frequency. *The Holocene* 16, 81–89.
- Birks, H.J.B., Birks, H.H., 2004. The rise and fall of forests. *Science* 305, 484–485.
- Björkman, L., Bradshaw, R., 1996. The immigration of *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst. into a natural forest stand in southern Sweden during the last 2000 years. *Journal of Biogeography* 23, 235–244.
- Bobek, P., 2013. Dlouhodobý vliv požárů na složení vegetace. In: Seiler, U., Wild, J. (Eds.), *Historische Waldentwicklung in der Sächsisch-Böhmischen Schweiz Historický vývoj lesa v Českosaském Švýcarsku*. Rhombos-Verlag, Berlin, pp. 225–245.
- Blackford, J.J., 2000. Charcoal fragments in surface samples following a fire and the implications for interpretation of subfossil charcoal data. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 164, 33–42.
- Bradley, L.R., Giesecke, T., Halsall, K., Bradshaw, R.H.W., 2013. Exploring the requirement for anthropogenic disturbance to assist the stand-scale expansion of *Fagus sylvatica* outside southern Scandinavia. *The Holocene* 23, 579–586.
- Brande, A., 2003. Late Pleistocene and holocene pollen stratigraphy of Lake Stechlin. *Advances in Limnology* 58, 281–311.
- Bronk-Ramsey, C., 2001. Development of the radiocarbon calibration program OxCal. *Radiocarbon* 43, 355–363.
- Broström, A., Nielsen, A.B., Gaillard, M.-J., Hjelle, K., Mazier, F., Binney, H., Bunting, J., Fyfe, R., Meltsov, V., Poska, A., Räsänen, S., Soepboer, W., Stedingk, H., Suutari, H., Sugita, S., 2008. Pollen productivity estimates of key European plant taxa for quantitative reconstruction of past vegetation: a review. *Vegetation History and Archaeobotany* 17 (5), 461–478.
- Carcaillet, C., Thinin, M., 1996. Pedaanthracological contribution to the evolution of the upper treeline in the Maurienne Valley (North French Alps): methodology and preliminary data. *Review of Palaeobotany and Palynology* 91, 399–416.
- Clarke, D., 1976. Mesolithic Europe: the economic basis. In: Sieveking, G.G., Longeworth, I.W., Wilson, K.E. (Eds.), *Problems in Economic and Social Archaeology*, London, pp. 449–481.
- Clark, J.S., Lynch, J., Stocks, B.J., Goldammer, J.G., 1998. Relationships between charcoal particles in air and sediments in west-central Siberia. *The Holocene* 8, 19–29.
- Coles, J.M., Heal, S.V.E., Orme, B.J., 1978. The use and character of wood in prehistoric Britain and Ireland. *Proceedings of the Prehistoric Society* 44, 1–45.
- Couvert, M., 1968. Étude des charbons préhistoriques. Méthodes de préparation et d'identification. *Libyca* 16, 249–256.
- Demek, J., 1987. Hory a nížiny. In: *Zeměpisný lexikon ČSR*. Academia, Praha (in Czech), Praha.
- Forbes, M.S., Raison, R.J., Skjemstad, J.O., 2006. Formation, transformation and transport of black carbon (charcoal) in terrestrial and aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment* 370, 190–206.
- Fréjaville, T., Carcaillet, C., Curt, T., 2013. Calibration of charcoal production from trees biomass for soil charcoal analyses in subalpine ecosystems. *Quaternary International* 289, 16–23.
- Godwin, H., Transley, A.G., 1941. Prehistoric charcoals as evidence of former vegetation, soil and climate. *Journal of Ecology* 29, 117–126.
- Greguss, P., 1972. *Xylotomie of the Living Conifers*. Akademiai Kiado, Budapest.
- Grimm, E.C., 2011. *Tilia Software v.1.7.16*. Illinois State Museum, Springfield IL.
- Härtel, H., Čílek, V., Herben, T., Jackson, A., Williams, R., 2007. *Sandstone Landscapes*. Academia, Praha.
- Heinz, C., Barbaza, M., 1998. Environmental changes during the Late Glacial and Post-Glacial in the central Pyrenees (France): new charcoal analysis and archaeological data. *Review of Palaeobotany and Palynology* 104, 1–17.
- Henry, A., Valdeyron, N., Bouby, L., Thery, I., 2012. History and evolution of Mesolithic landscapes in the Haut-Quercy (Lot, France): new charcoal data from archaeological contexts. *The Holocene* 23, 127–136.
- Iversen, J., 1958. The Bearing of Glacial and Interglacial Epochs on the Formation and Extinction of Plant Taxa, vol. 6. Uppsala Universitets Arsskrift, pp. 210–215.
- Jahns, S., 2007. Palynological investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and settlement at the Löddigsee, Mecklenburg, Germany. *Vegetation History and Archaeobotany* 16, 157–169.
- Jankovská, V., 1992. Vegetationsverhältnisse und Naturumwelt des Beckens Jestřebska kotlina am Ende des Spätglazials und im Holozän (Doksy-Gebiet). *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 27, 137–148.
- Janssen, C.R., 1966. Recent pollen spectra from the deciduous and coniferous-deciduous forests of Northeastern Minnesota: a study in pollen dispersal. *Ecology* 47, 804–825.
- Jansen, D., Mischka, D., Nelle, O., 2013. Wood usage and its influence on the environment from the Neolithic until the Iron Age: a case study of the graves at Flintbek (Schleswig-Holstein, Northern Germany). *Vegetation History and Archaeobotany* 22, 335–349.
- Jégou, D., Cluzeau, D., Balesdent, J., Tréhen, P., 1998. Effects of four ecological categories of earthworms on carbon transfer in soil. *Applied Soil Ecology* 9, 249–255.
- Kovačiková, L., Novák, J., Prostředník, J., 2012. Záchraný archeologický výzkum Konejlovy jeskyně v Kokočských skalách. *Fontes Nissae* 8, 56–68 (in Czech).
- Kuna, M., 2002. The Bohemian archaeological record – an attempt at an analytical information system. In: Sanjuan, L.G., Wheatley, D. (Eds.), *Mapping the Future of the Past. New Information Technologies for Managing the European Archaeological Heritage*. Universidad de Sevilla, Sevilla, pp. 45–52.
- Kuna, M., Hajnalová, M., Kovačiková, L., Lisá, L., Novák, J., Bureš, M., Čílek, V., Hošek, J., Kočár, P., Majer, A., Makowiecki, D., Van Nieuland, J., Scott-Cummings, L., Suvová, Z., Světlík, I., Vandenberghe, D., Yost, C.H.L., Zabilska-Kunek, M., 2013. Raně středověký areál v Roztokách z pohledu ekofaktů. The Early Medieval site at Roztoky. The evidence of ecofacts. *Památky Archeologické CIV* 59–147.
- Kuneš, P., Jankovská, V., 2000. Outline of late glacial and holocene vegetation in a landscape with Strong geomorphological gradients. *Geolines* 11, 112–114.
- Kuneš, P., Pokorný, P., Jankovská, V., 2007. Post-glacial vegetation development in sandstone areas of the Czech Republic. In: Härtel, H., Čílek, V., Herben, T., Jackson, A., Williams, R. (Eds.), *Sandstone Landscapes*. Academia, Praha, pp. 244–257.
- Kuneš, P., Pokorný, P., Šída, P., 2008. Detection of the impact of early Holocene hunter-gatherers on vegetation in the Czech Republic, using multivariate analysis of pollen data. *Vegetation history and Archaeobotany* 17, 269–287.
- Küster, H., 1997. The role of farming in the post-glacial expansion of beech and hornbeam in the oak woodlands of central Europe. *The Holocene* 7, 239–242.
- Ložek, V., 1998. Late Bronze Age environmental collapse in the sandstone areas of Northern Bohemia. In: Hänsel, B. (Ed.), *Mensch und Umwelt in der Bronzezeit Europas*, Kiel, pp. 57–60.
- Marston, J.M., 2009. Modeling wood acquisition strategies from archaeological charcoal remains. *Journal of Archaeological Science* 36, 2192–2200.
- Meduna, P., Sádlo, J., 2009. Bezděžsko – Dokesko. Krajina mezi odolností a stagnací. *Historická geografie* 35, 147–160 (in Czech).
- Michéli, E., Schad, P., Spaargaren, O. (Eds.), 2007. *World Reference Base for Soil Resources 2006, First Update 2007*. FAO, Rome. *World Soil Resources Reports* No. 103.
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E., 1991. *Pollen Analysis*, second ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

- Němeček, J., Kozak, J., Lerova, Z., 2008. Soil Maps of the Czech Republic 1:50 000. Czech Geological Survey, Praha.
- Nelle, O., Dreibröd, S., Dannath, Y., 2010. Combining pollen and charcoal: evaluating Holocene vegetation composition and dynamics. *Journal of Archaeological Science* 37, 2126–2135.
- Nelle, O., Robin, V., Talon, B., 2013. Pedoanthracology: analysing soil charcoal to study Holocene palaeoenvironments. *Quaternary International* 289, 1–4.
- Novák, J., Lisá, L., Pokorný, P., Kuna, M., 2012a. Charcoal analyses as an environmental tool for the study of Early Medieval sunken houses infills in Roztoky near Prague, Czech Republic. *Journal of Archaeological Science* 39, 808–817.
- Novák, J., Sádlo, J., Svobodová, H., 2012b. Unusual vegetation stability in a lowland pine forest area (Doksy region, Czech Republic). *The Holocene* 22, 947–955.
- Oeggl, K., Schoch, W., 2000. Dendrological analyses of artefacts and other remains. In: Bortenschlager, S., Oeggl, K. (Eds.), *The Iceman and his Natural Environment, The Man in the Ice*, vol. 4, pp. 29–61. Innsbruck.
- Opravil, E., 2003. Rostlinné makrozbytky. In: Svoboda, J. (Ed.), *Mezolit Severních Čech*. Archeological Institute ASCR, Brno, pp. 38–42 (in Czech).
- Overballe-Petersen, M.V., Bradshaw, R.H.W., 2011. The selection of small hollows for pollen analysis in boreal and temperate forest regions. *Palynology* 35, 146–153.
- Pernaud, M., 2001. Postglacial vegetation history in Luxembourg: new charcoal data from the cave of la Karelsé (Waldbillig, eastern Gutland). *Vegetation History and Archaeobotany* 10, 219–225.
- Pokorný, P., Kuneš, P., 2005. Holocene acidification process recorded in three pollen profiles from Czech sandstone and river terrace environments. *Ferrantia* 44, 101–107.
- Pokorný, P., Šída, P., Chvojka, O., Žáčková, P., Kuneš, P., Světlík, I., Veselý, J., 2010. Palaeoenvironmental research of the Schwarzenberg Lake, southern Bohemia, and exploratory excavations of this key Mesolithic archaeological area. *Památky archeologické* 101, 5–38.
- Preston, C.M., Schmidt, M.W.I., 2006. Black (pyrogenic) carbon: a synthesis of current knowledge and uncertainties with special consideration of boreal regions. *Biogeoscience* 3, 397–420.
- Price, D., 1989. The reconstruction of Mesolithic diets. In: Bonsall, C. (Ed.), *The Mesolithic in Europe*. John Donald Publishing, Edinburgh, pp. 48–59.
- Prostředník, J., Šída, P., 2009. Záchraný archeologický výzkum pozdně středověké usedlosti s vodním dílem ve Všení u Turnova. In: *Památky Libereckého kraje*. Sborník NPÚ – ÚOP, Liberec, pp. 147–158 (in Czech).
- Ralska-Jasiewiczowa, M., Nalepka, D., Goslar, T., 2003. Some problems of forest transformation at the transition to the oligocratic/*Homo sapiens* phase of the Holocene interglacial in northern lowlands of central Europe. *Vegetation History and Archaeobotany* 12, 233–247.
- Regnell, M., 2012. Plant subsistence and environment at the Mesolithic site Tagerup, southern Sweden: new insights on the “Nut Age”. *Vegetation History and Archaeobotany* 21, 1–16.
- Ritchie, J.C., 1995. Current trends in studies of long-term plant community dynamics. *New Phytologist* 130, 469–494.
- Robin, V., Rickert, B.-H., Nadeau, M.J., 2012. Assessing Holocene vegetation and fire history by a multiproxy approach: the case of Stodthagen Forest (Northern Germany). *The Holocene* 22, 337–346.
- Robin, V., Bork, H.R., Nadeau, M.J., Nelle, O., 2014. Fire and forest history of central European low mountain forest sites based on soil charcoal analysis: the case of the eastern Harz. *The Holocene* 24, 35–47.
- Rowley-Conwy, P., 1986. Between cave painters and crop planters: aspects of temperate European Mesolithic. In: Zvelebil, M. (Ed.), *Hunters in Transition. Mesolithic Societies of Temperate Eurasia and Their Transition to Farming*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 17–32.
- Rubiales, J.M., Hernández, L., Romero, F., Sanz, C., 2011. The use of forest resources in central Iberia during the Late Iron Age. Insights from the wood charcoal analysis of Pintia, a Vaccaean oppidum. *Journal of Archaeological Science* 38, 1–10.
- Sádlo, J., Petřík, P., Boublik, K., 2011. Diverzita rostlinstva Hradčanských stěn (Dokesko) a její příčiny. *Zprávy České botanické společnosti* 46, 17–38 (in Czech).
- Salisbury, K.J., Jane, F.W., 1940. Charcoals from Maiden Castle and their significance in relation to the vegetation and climatic conditions in prehistoric times. *Journal of Ecology* 28, 310–325.
- Schweingruber, F.H., 1990. *Microscopic Wood Anatomy*. Swiss Federal Institute of Forestry Research, Birmensdorf.
- Shackleton, C.M., Prins, F., 1992. Charcoal analysis and the “principle of least effort” – a conceptual model. *Journal of Archaeological Science* 19, 631–637.
- Smith, C.S., McNeese, L.M., 2011. Persistent land use patterns and the mid-Holocene housepits of Wyoming. *Journal of Field Archaeology* 36, 298–311.
- Sugita, S., 1994. Pollen representation of vegetation in Quaternary sediments: theory and method in patchy vegetation. *Journal of Ecology* 82, 881–897.
- Svoboda, J.A. (Ed.), 2003. *Mezolit severních Čech. Komplexní výzkum previsů na Českolipsku a Děčínsku, 1978–2003 (Mesolithic period in Northern Bohemia. Complex excavation of rockshelters in the Česká Lípa and Děčín areas, 1978 – 2003)*. The DolníVěstonice Studies, Brno.
- Svoboda, J., Hajnalová, M., Horáček, I., Novák, M., Přichystal, A., Šajnerová, A., Yaroshovich, A., 2007. Mesolithic settlement and activities in rockshelters of the Kamenice river canyon, Czech Republic. *Eurasian Prehistory* 5 (1), 95–127.
- Svoboda, J., Novák, J., Novák, M., Sázlová, S., Demek, J., Hladilová, Š., Peša, V., 2013. Paleolithic/Mesolithic stratigraphic sequences at Údolí samoty and Janova zátoka rockshelters, North Bohemia: preliminary report. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 43, 469–488.
- Svoboda, J., 2014. *Post-Glacial Transformations: Danubian Europe*. *Oxford Handbooks Online*. <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199551224.013.042>.
- Šída, P., Chvojka, O., Pokorný, P., Novák, J., 2011. Výsledky první etapy výzkumu mezolitické lokality Švarcenberk 11 u Ponedrážky (okr. Jindřichův Hradec). *AVČ* 24, 5–18 (in Czech).
- Šída, P., Prostředník, J., 2007. Pozdní paleolit a mezolit Českého ráje: perspektivy poznání regionu. In: *Archeologické rozhledy*, vol. LIX, pp. 443–460 (in Czech).
- Talon, B., Carcaillet, Ch., Thion, M., 1998. Etudes pedoanthracologiques des variations de la limite supérieure des arbres au cours de l'Holocène dans les Alpes Françaises. *Géographie physique et Quaternaire* 52, 1–14.
- ter Braak, C.J.F., Šmilauer, P., 2002. *CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (Version 4.5)*. Microcomputer Power, Ithaca.
- Théry-Parisot, I., Chabal, L., Chravzev, J., 2010. Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 291, 1–142.
- Zvelebil, M., 1994. Plant use in the Mesolithic and its role in the transition to farming. *Proceedings, Prehistory Society* 60, 35–74.

15. Svoboda, J. – Pokorný, P. – Horáček, I. – Sázelová, S. – Abraham, V. – Divišová, M. – Ivanov, M. – Kozáková, R. – Novák, J. – Novák, M. – Šída, P. – Perri, A. 2018: Late Glacial and Holocene sequences in rockshelters and adjacent wetlands of Northern Bohemia, Czech Republic: Correlation of environmental and archaeological records, *Quaternary International* 465, 234-250, <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.05.009> IF WOS 2,163



Contents lists available at ScienceDirect

Quaternary International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/quaint

Late Glacial and Holocene sequences in rockshelters and adjacent wetlands of Northern Bohemia, Czech Republic: Correlation of environmental and archaeological records



Jiří Svoboda ^{a, b}, Petr Pokorný ^c, Ivan Horáček ^d, Sandra Sázellová ^{a, b}, Vojtěch Abraham ^e,
 Michaela Divišová ^f, Martin Ivanov ^g, Radka Kozáková ^h, Jan Novák ^e, Martin Novák ^a,
 Petr Šída ⁱ, Angela Perri ^{j, *}

^a Paleolithic and Paleoethnology Research Center, Institute of Archaeology, AS CR, Brno, 691 29, Dolní Věstonice 25, Czech Republic

^b Department of Anthropology, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37, Brno, Czech Republic

^c Center for Theoretical Studies, Charles University, Jilská 1, 110 00, Praha 1, Czech Republic

^d Department of Zoology, Faculty of Science, Charles University, Viničná 2, 120 00, Praha 2, Czech Republic

^e Department of Botany, Faculty of Science, Charles University, Benátská 2, 128 00, Praha 2, Czech Republic

^f Laboratory of Archeobotany and Paleoecology, Faculty of Science, University of South Bohemia, Na Zlaté stoce 3, 370 05, České Budějovice, Czech Republic

^g Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37, Brno, Czech Republic

^h Institute of Archaeology, AS CR, Praha, Letenská 4, 118 01, Praha 1, Czech Republic

ⁱ Department of Archaeology, Faculty of Philosophy, University of West Bohemia, Sedláčkova 15, 306 14, Plzeň, Czech Republic

^j Department of Human Evolution, Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Deutscher Platz 6, 04103, Leipzig, Germany

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 January 2017

Received in revised form

7 April 2017

Accepted 8 May 2017

Available online 15 May 2017

Keywords:

Czech Republic

Sandstone rockshelters

Wetlands

Late Glacial

Holocene

Late Paleolithic

Mesolithic

Paleoecology

Lithic industries

ABSTRACT

This paper combines complex archaeological records from excavations of sandstone rockshelters with paleobotanical investigations in the adjacent wetlands of Northern Bohemia, Czech Republic. Several pollen diagrams from nearby peatbogs are used to document the paleoenvironmental development from the Late Glacial to the Middle Holocene. In addition, two recently excavated key archaeological sections were selected to document human behavioral responses to the climatic development: Kostelní rokle, and Smolný kámen. This region remained mostly unsettled during the Upper Paleolithic (Magdalenian or Epigravettian) so that the Late Paleolithic colonization after the LGM appears to be a major behavioral adaptation. The Early and Middle Mesolithic foragers developed this pattern to be optimally adapted to the versatile landscape of sandstone plateaus and canyons during the Holocene. The aim was to exploit its changing vegetational, aquatic and terrestrial faunal resources, until the Late Mesolithic.

© 2017 Elsevier Ltd and INQUA. All rights reserved.

1. Introduction: regional setting and related research strategy

Northern Bohemia is a part of the Bohemian Cretaceous Basin, namely its Lusatian lithofacial zone, with typically cubical desintegrated, kaolinitic-clayish sandstones (Fig. 1). The above plateaus are covered by Upper Pleistocene loess or loessic derivatives. Actual elevations of the plateaus range between 250 and 300 m a.s.l. and

are cut by a number of volcanic bodies of about 500 m elevations. However, the highest elevations of about 750 m a.s.l. are reached by the Lusatian Mountains chain, bordering the area to the north. Thus, Northern Bohemia separates the Bohemian Basin in the south (Czech Republic) from the North European Plain (Germany, Poland).

Individual Northern Bohemian sandstone areas can be considered as components of one conceivable unit (a sort of large “sandstone archipelago”) of the Northern Bohemian Cretaceous Basin. Such a broad geographical scope is possible because of the common features in physical characteristics of the individual areas. Northern Bohemian sandstone formation areas (so-called “rock

* Corresponding author.

E-mail address: angela_perri@eva.mpg.de (A. Perri).

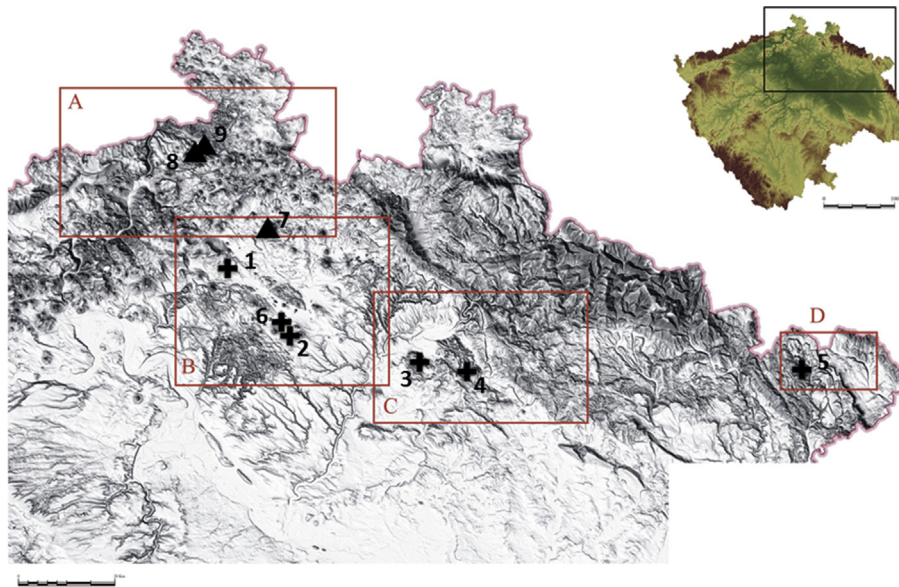


Fig. 1. Northern Bohemia, Czech Republic. Sandstone areas depicted in hypsometric ground model and location of sites discussed in the text. A – České Švýcarsko (Bohemian Switzerland). B – Česká Lípa region. C – Český ráj (Bohemian Paradise). D – Broumov region. 1 – Stvolínky-Holany area. 2 – Okna pollen site. 3 – Vlčí důl pollen and rockshelter site. 4 – Čin-Čan-Tau pollen and rockshelter site, 5 – Vlčí rokle pollen site, 6 – Poselský rybník pollen site. 7 – Údolí samoty, 8 – Kostelní rokle II, 9 – Smolný kámen. Cross – paleobotanical site; triangle – archaeological site. Graphic P. Šída.

cities”) appear to be an exceptionally suitable terrain for paleoecological research due to the fact that they offer diverse sedimentary archives conserving various types of records providing evidence of past environment. Moreover, this evidence is combined with the archaeological record as well as the study of past fauna through finds of vertebrate bones and mollusc shells recovered from the rockshelters. These distinct lines of evidence can be mutually correlated and various biases influencing individual data sets can be further compensated by the method of cross-validation (a pilot attempt of this kind is represented by Novák et al., 2015). Few landscapes, even on a global scale, offer comparable possibilities for understanding their Late Glacial and Holocene development. Nevertheless, only a small portion of such a heuristic potential of the sandstone regions has been exploited thus far.

This paper aims to integrate existing paleobotanical, faunal and archaeological data from Northern Bohemia (Svoboda, 2003, 2017) with new data from the Česká Lípa and České Švýcarsko (“Bohemian Switzerland”) regions (Table 1). The research strategy follows several lines: surface surveys over the landscape, boring and excavation under prospective rockshelters, and boring in peatbogs to obtain supporting environmental records. Paleobotanical research has been carried out in a larger area within Bohemia, including in Český ráj (“Bohemian Paradise”) and Broumov sandstone areas. Four particular types of (sub)fossil evidence were used: (1) Pollen spectra from continuous profiles through the organic sediments from wetland environments; (2) Parallel finds of fresh, non-carbonized, plant macroremains from the same, i.e. wetland archives; (3) Finds of carbonized (intentionally and/or

Table 1

Synopsis of vegetation and faunal evidence (dominating species) and archaeological evidence (dominating raw materials and types in bold). Based on materials from the Česká Lípa and České Švýcarsko regions. (Qt: quartzite; PZ: Profen/Zaugswitz quartzites).

Period	Dating	Vegetation	Fauna	Raw materials	Diagnostic microliths
Late Glacial Late Paleolithic	14–11.7 ky cal BP 11.9–10.1 ky uncalBP	High spatial diversity of subarctic/boreal types; possible pockets of thermophilous elements; bodies of open water	Sparse record; absence of glacial steppe elements, ubiquitous elements of open ground and wetland habitats (<i>Microtus arvalis</i> , <i>Talpa</i> , <i>Arvicola</i>)	Flint; porcelanite	Curved backed points (<i>Federmesser</i>); backed microblades
Preboreal Early Mesolithic	11.7–10.2 ky calBP 10.1–9 ky uncalBP	Still highly diversified in spatial terms; rapid reforestation by pine and birch; immigrations of new elements further increasing biodiversity	Ubiquitous taxa and diversified guild of wetland forms (incl. <i>M. agrestis</i> , <i>Castor</i> a.o.); regular appearance of woodland elements incl. <i>Sicista betulina</i>	Flint; Porcelanite; Qt-Bečov or PZ	Triangles; elongated triangle; backed micropoints; backed microblades; truncated microblades
Boreal Middle Mesolithic	10.2–8 ky calBP 9–6.9 ky uncalBP	Expansion of thermophilous, eutrophic deciduous trees; almost complete afforestation; forest fires, probably human-induced	Diversified communities with clear dominance of woodland elements (<i>Clethrionomys</i> , <i>A. flavicollis</i> , <i>Sciurus</i> , <i>M. subterraneus</i> , <i>Muscardinus</i> , <i>Capreolus</i> , <i>Sus</i>), demanding lithophilous taxa (<i>P. pipistrellus</i> , <i>N. noctula</i> , <i>Eliomys</i>)	Flint; Qt-Bečov or PZ; Qt-Tušimice; Qt-Stvolínky	Triangles; elongated triangles; backed micropoints; backed microblades; truncated microblades; elongated trapezes
Earlier Atlantic Later Mesolithic	8–7.5 ky calBP 6.9–6.5 ky uncalBP	Full development of eutrophic deciduous forests	Woodland elements, with rare wetland and ubiquitous forms	Flint; Qt-Bečov; Qt-Tušimice;	Trapezes; backed microblades

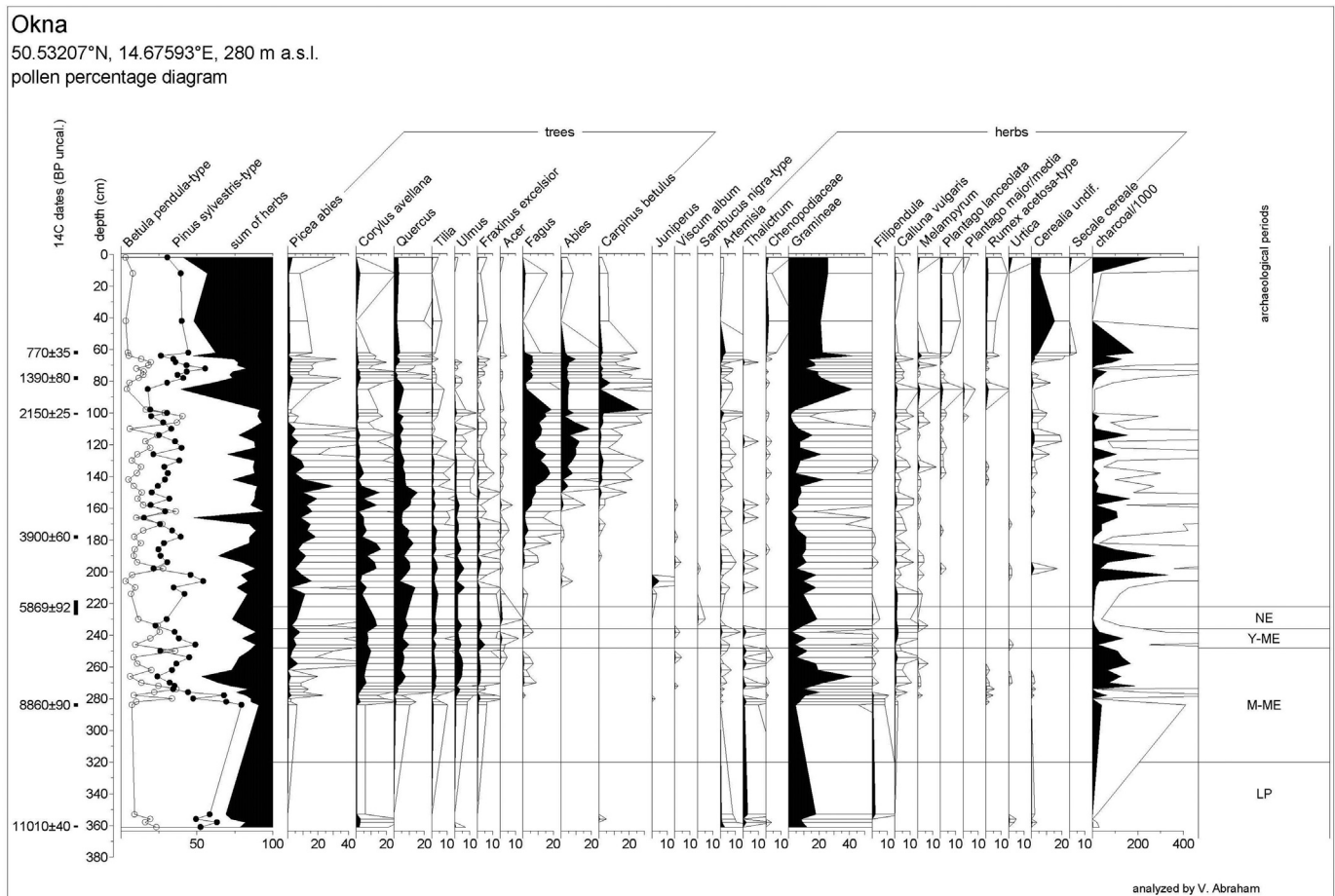


Fig. 2. Percentage pollen diagram from Okna site (for location see Fig. 1).

unintentionally, but probably exclusively by burning in artificial fires) wood and other determinable plant remains from the culturally modified sand layers accumulated under the rockshelters; (4) Finds of carbonized wood (in this case most likely due to natural or human-induced forest fires) preserved in the soil horizons of common (mesic, i.e. non-wetland) sites.

Surface archaeological surveys (namely in the Stvolínky-Holany basin) revealed open-air occupations of the Middle Paleolithic (Upper Acheulean) and Late Paleolithic/Mesolithic, with an important hiatus separating the two, corresponding to later Upper Paleolithic cultural entities (Gravettian, Epigravettian, Magdalenian). Archaeological records in the adjacent rockshelter begins with the Late Paleolithic, related to the curved backed points (“Federmesser”) entity and continues to the Mesolithic. A variety of questions related to rockshelter topography, site hierarchy, function and resource exploitation have been addressed. Two of the rockshelters, excavated during the 2015 field season in the “Bohemian Switzerland” sandstone area (Kostelní rokla and Smolný kámen), are presented in this paper in more detail.

2. Results of paleoenvironmental research

The Late Glacial period has been previously marginally captured in the pollen records from the Česká Lípa region, namely in the radiocarbon undated profile from Jestřebské blato (Jankovská, 1992) and the Okna profile with the absolutely dated base (Fig. 2). Vlasta Jankovská managed to reliably capture the end of this period also in the case of Vlčí rokla, right in the heart of the

Adršpach-Teplice Rocks (Kuneš and Jankovská, 2000; Kuneš et al., 2007). Currently, solid pollen records come from Bohemian Paradise, namely from two profiles – Čin-Čan-Tau (Fig. 3) and Vlčí důl (Fig. 4). The latter wetland site also offered detailed plant macroremains data.

The Late Glacial landscape can be reconstructed in all sub-areas as highly diverse, more or less open (“park”) landscape with a sparse cover of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and birch (*Betula pendula*-type). The occurrence of spruce pollen grains is frequent and rather continuous. Steppe-like grasslands, indicated in pollen diagrams by the high amount of grass, mugwort, goosefoot family, rock rose and juniper (Gramineae, *Artemisia*, Chenopodiaceae, *Helianthemum*, *Juniperus*) occupied dryland parts of the habitat mosaic. The moist stands were covered by shrub tundra with green alder, dwarf birch and bearberry (*Alnus viridis*, *Betula nana*, *Arctostaphylos uva-ursi*; Kuneš et al., 2007; Petr et al., 2014). A similar character of vegetation is evidenced by the results of anthracological analysis from the Late Paleolithic rockshelter hearths (Údolí samoty in the Česká Lípa region and Janova zátoka in Bohemian Switzerland), which document the abundant occurrence of Scots pine, sparse presence of birch (*Betula* sp.), but sporadically also the appearance of spruce/larch (*Picea/Larix*; Údolí samoty rockshelter) and buckthorn (*Frangula* sp.; Svoboda et al., 2013).

The Late Glacial sediments from three sites (Vlčí rokla, Čin-Čan-Tau and Vlčí důl) include evidence of Swiss stone pine (*Pinus cembra*), in the case of Vlčí důl even in the form of macroremains (needles and seeds). The site of Vlčí rokla in the Adršpach Rocks has an exceptional position. Larch, thermophilic hazel (also at Okna in

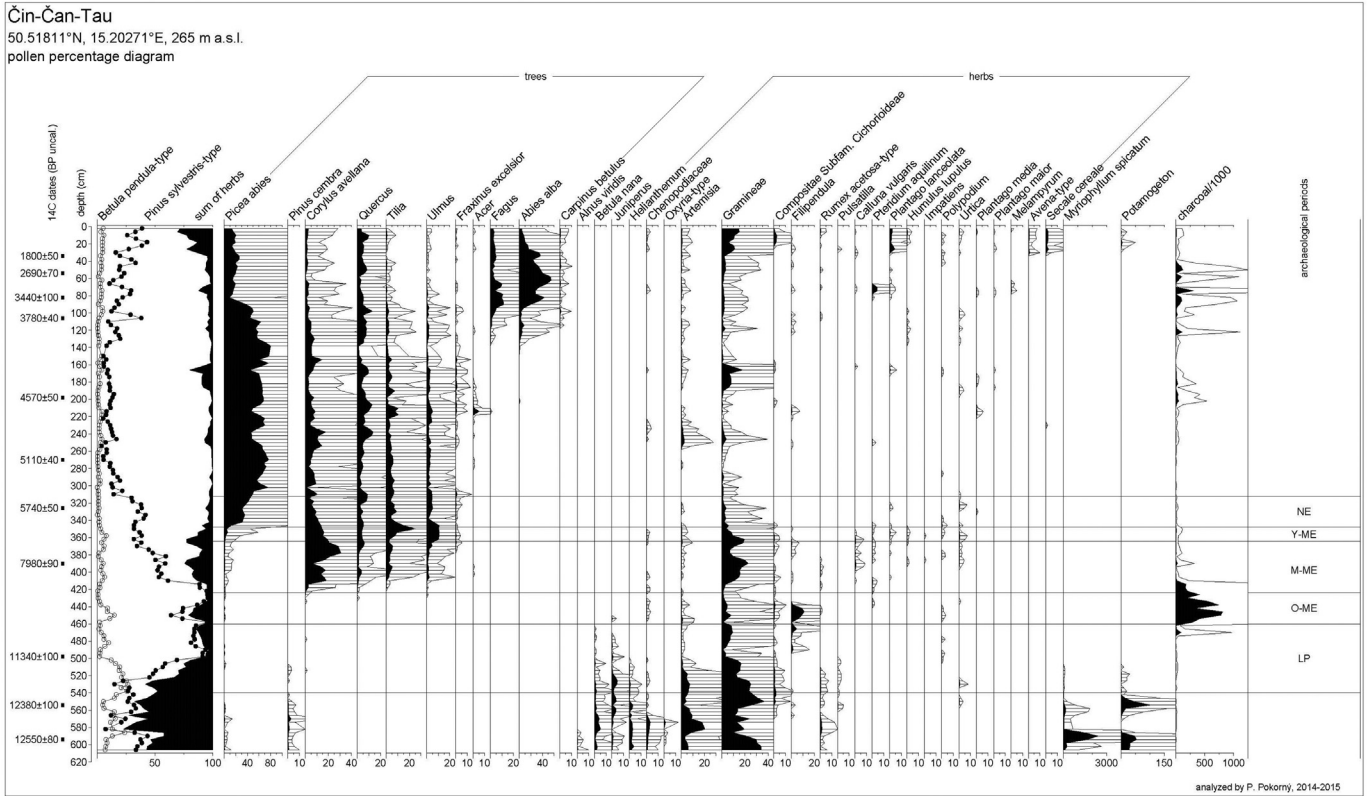


Fig. 3. Percentage pollen diagram from Čin-Čan-Tau site (for location see Fig. 1).

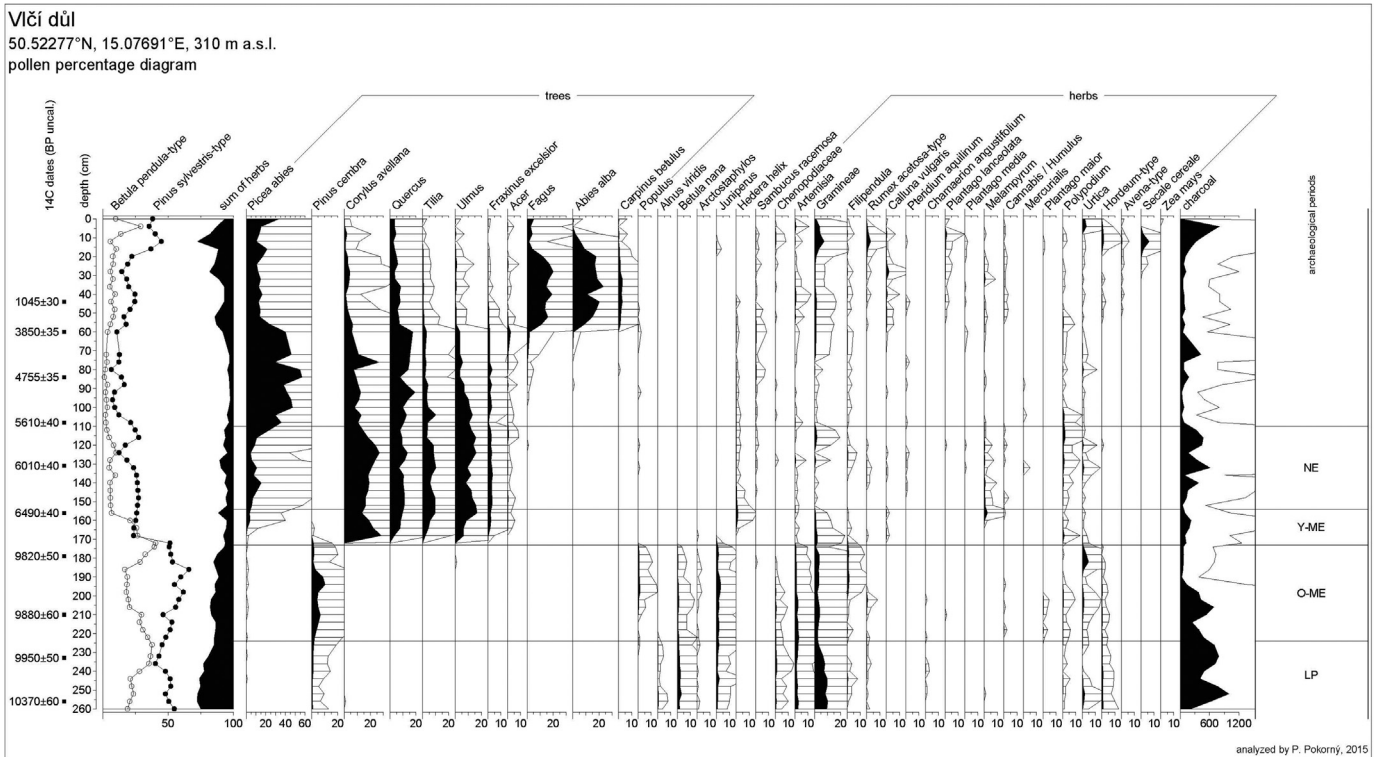


Fig. 4. Percentage pollen diagram from Vičí důl gorge (for location see Fig. 1).

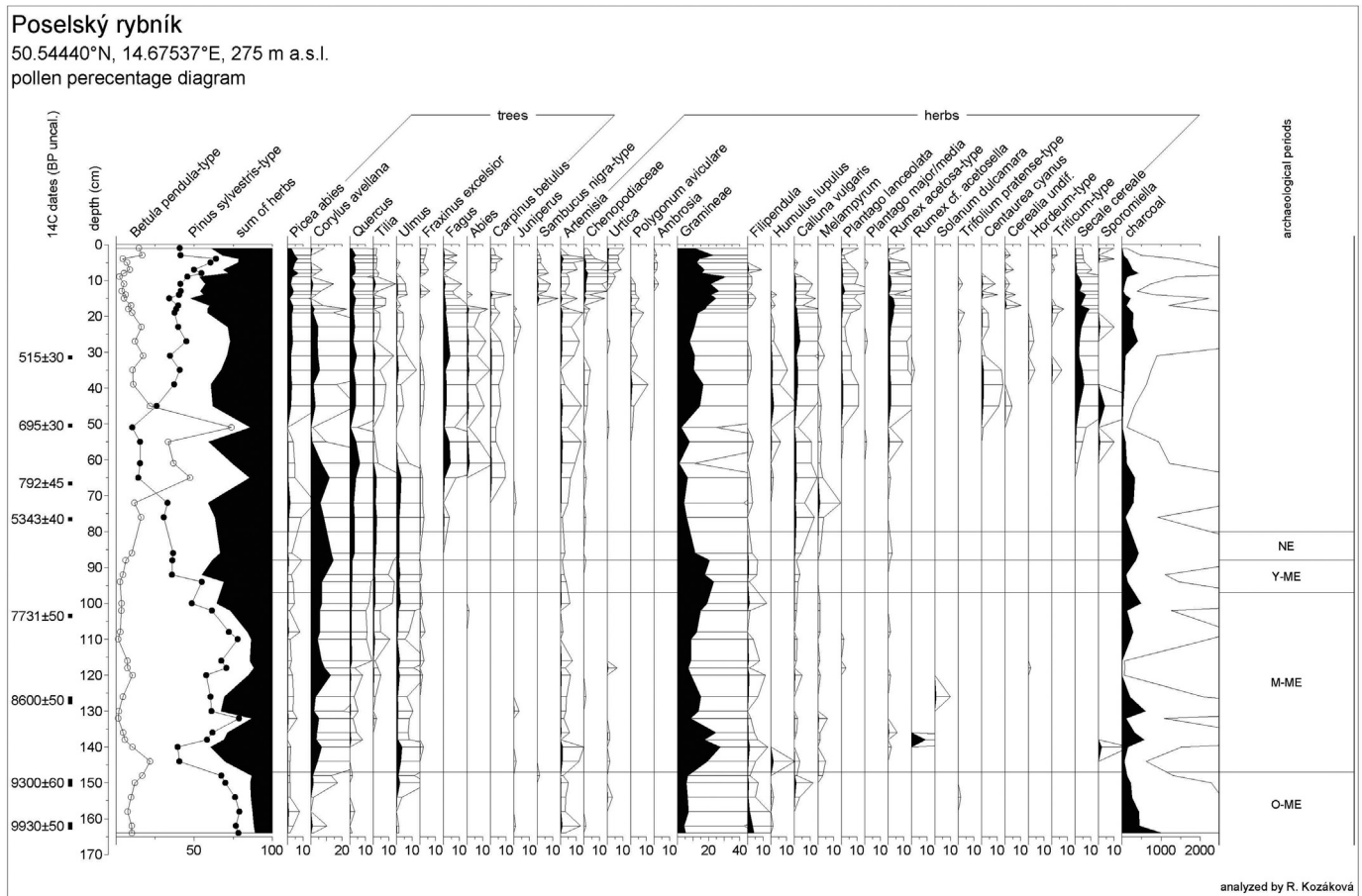


Fig. 5. Percentage pollen diagram from Poselský rybník site (for location see Fig. 1).

the Česká Lípa region) and even a continuous occurrence of pollen grains of thermophilic deciduous trees – mostly elm and oak – are documented there already in the Late Glacial. Nevertheless, the Adršpach Rocks are the coldest of all of the sandstone areas. However, it is also an area with the highest precipitation, which confirms the role of precipitation as a key factor limiting an expansion of climatically demanding trees within the cold Pleistocene periods (Jankovská and Pokorný, 2008; Pokorný et al., 2015).

The extraordinary diversity in sandstone areas' elevation conditioned the occurrence of ecologically contrasting habitats and thus an extreme vegetation spatial diversity (β -diversity). According to the available paleoecological evidence, other landscapes in the Czech Republic do not exhibit such a habitat and vegetation diversity in the given period. In addition, there is evidence of the occurrence of open-water areas at the bottoms of broad and deeply carved valleys – shallow, and in some cases also relatively large lakes (indicated by the presence of algae and pollen of higher aquatic plants at the sites of Vlčí rokle in the Broumov region and Čin-Čan-Tau in Bohemian Paradise) and of nutrient-rich wet habitats with, for example, nettle (*Urtica*; mostly in Vlčí důl). The diverse character of habitats could have caused two other striking features of local vegetation development within the climatically unstable Late Glacial: the potential existence of refugia of thermophilic species in microclimatically suitable locations and the absence of evidence for temporary diffusion of open, psychrophilic vegetation formations within the Younger Dryas cold stadial phase (DR3). This is documented in its developmental continuity with the previous and subsequent phases only at the site Čin-Čan-Tau (Fig. 3), where DR3 paradoxically does not appear as a climatically

harsh period in vegetation development, but rather as an afforestation phase – the expansion of pine and decline of open tundra and steppe formations.

Already in the Late Glacial, the sandstone areas were characterized in contrast to the adjacent as well as more distant landscapes as sorts of islands of different environments. An environment that was likely more diverse in species and that was locally exceptionally favorable. This is a potential reason why these areas could have attracted Late Paleolithic populations.

The early Holocene period (Preboreal) is captured in a number of already published as well as newly obtained pollen profiles from the sandstone areas. In the Česká Lípa region, the profiles come from Jestřebské blato (Jankovská, 1992) and also Voroněž (Novák et al., 2012) and Poselský rybník (Fig. 5) which lie in the open terrain outside the rocky ravines. In Bohemian Paradise, it concerns the sites Vlčí důl (Fig. 4) and Čin-Čan-Tau (Fig. 3). In the Broumov region, it includes Vlčí rokle (Kuneš and Jankovská, 2000; Kuneš et al., 2007) and two profiles at Martínkovice and Vernéřovice (Peichlová, 1979), which also lie in the Broumov region, but are outside the sandstone environment (and which are also difficult to evaluate due to the absence of radiocarbon dating).

In all cases, the vegetational development shows continuing afforestation, which sped up immediately after the abrupt warming at the turn of the Late Pleistocene to Holocene. As a logical consequence, a retreat of heliophilous herbaceous plants and shrubs is observed. Particular tree species, which were present already in the preceding period, participated in the forest expansion. Since plant communities were inter-regionally highly diverse, the development appears to be slightly different at each of the documented

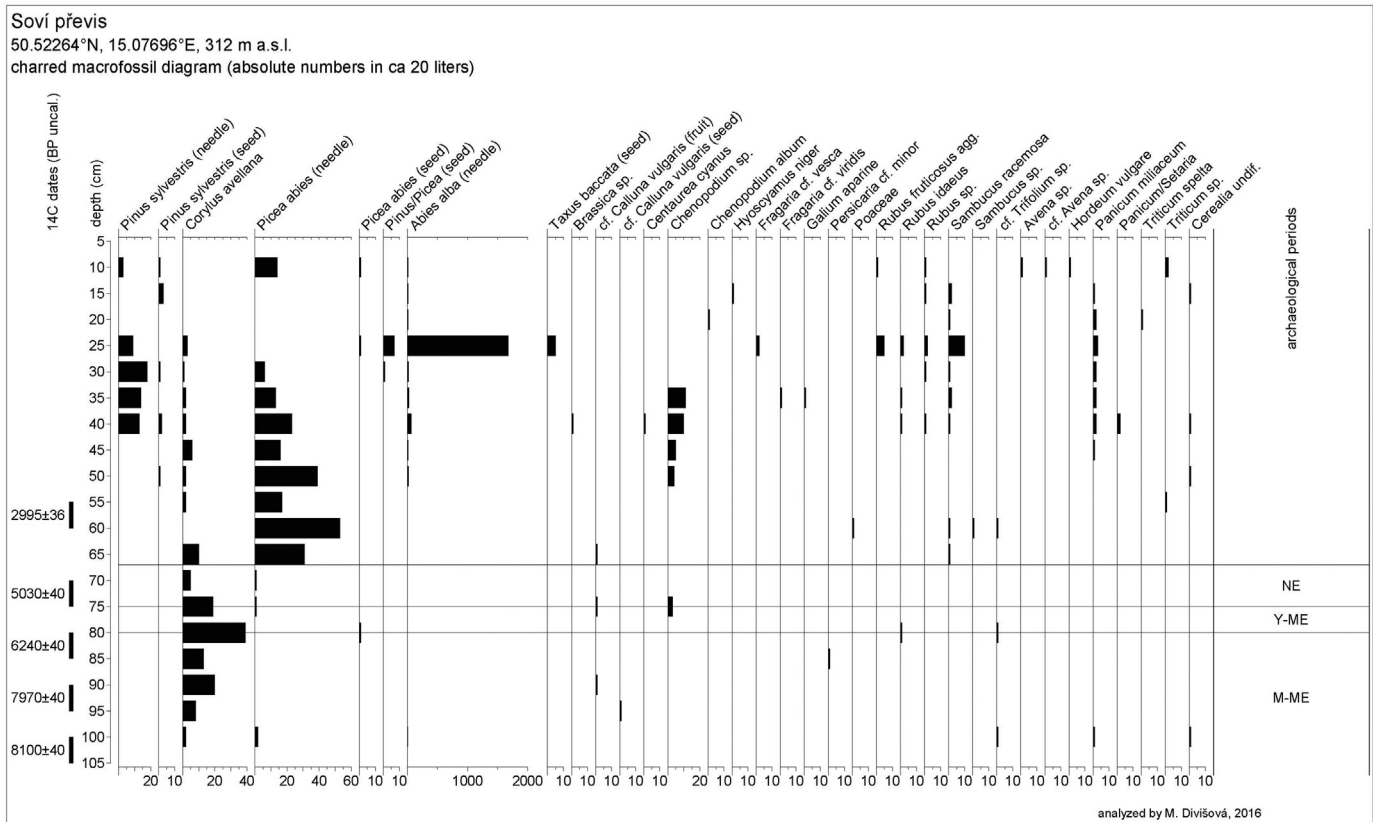


Fig. 6. Absolute macrofossil diagram from Soví převis overhang (for location see Fig. 1).

sites. We should also note that the available pollen records provide information only on a fraction of past spatial vegetation diversity of sandstone formations. The appearance of deciduous trees, particularly hazel, is already observed at Vlčí rokle (the Broumov region) in this period (Preboreal biostratigraphic zone). The sites in the Česká Lípa region exhibit a rapid expansion of Scots pine (Jestřebské blato), pine with birch (Voroněž) and pine with a minor proportion of deciduous trees, mainly hazel and elm (Poselský rybník). In Bohemian Paradise, an abrupt expansion of both present species of pine – Scots pine in the case of Čin-Čan-Tau and Swiss stone pine in Vlčí důl is observed. A steep rise in the frequency of microscopic charcoal particles in the sediment suggests an increase in wildfires at Čin-Čan-Tau that can be associated with the dominance of pine, the growths of which are the most susceptible to fires. Moreover, pine forests could have been maintained by these wildfires via feedback processes.

Due to the locally diverse initial conditions, the afforestation did not result in a unification of vegetation. The varied vegetation conditions of the preceding period still remained preserved. This period is also documented by the anthracological records from the rockshelters of Údolí samoty in the Česká Lípa region, Janova zátoka in Bohemian Switzerland and Konejlova jeskyně in Bohemian Paradise. The reconstructed vegetation is characterized by the abundance of Scots pine, birch and hazel. However, the species composition of the individual sites differs significantly depending on the habitat conditions in their close surroundings. The sites at the foot of the slopes or at the bottom of the valley are characterized by a noticeable abundance of climatically demanding broad-leaf trees such as oak. Carbonized hazelnut shells (*Corylus avellana*) represent common finds at Údolí samoty already in this period.

The Boreal seems to be a period of general unification of vegetation development at all documented points. The expansion of

thermophilic deciduous trees at the expense of pines and the remnants of the open grasslands were recorded at all investigated sites. At the same time, the spread of spruce is observed to a greater or lesser extent; but it may be overestimated due to position of pollen profiles in the humid valley bottoms. The relatively intensive settlement of the sandstone areas during the Middle Mesolithic did not significantly intervene in this vegetation development. Nevertheless, traces of human activity can be observed in pollen records (see below).

The anthracological analysis revealed quite remarkable differences between the species-rich assemblages from the rockshelters situated in the humid valley bottoms (or at the foot of the slopes) and the species-poor assemblages from the rockshelters located in the upper and drier parts of the slopes. The charcoal assemblages from the rockshelters situated in the valley bottoms (e.g. Malý medvědí tábor in the Česká Lípa region, Konejlova jeskyně in the Klokočské skály area, Věžák in the Podtrosecké údolí; the two latter the Bohemian Paradise) are marked by a dominance of oak and relatively abundant charcoal of nutrient-demanding deciduous trees, e.g. linden, elm, ash, maple, or yew. The presence of yew (*Taxus baccata*) charcoal supports not only the occurrence of this relatively nutrient demanding tree, but it may also suggest that the sandstone region may have been exploited for yew wood (and possibly also edible fruits). Scots pine is also abundant, but its representation is relatively low in comparison to the rockshelters in the upper parts of the slopes. Among other species charcoals of spruce, hazel, willow/poplar and alder were also identified.

The rockshelters in the upper drier parts of the slopes (e.g. rockshelters Vellbloud and Kristova Jeskyně in the Klokočské Skály in Bohemian Paradise) exhibit a dominance of Scots pine and sparse occurrence of oak, birch, hazel, linden and buckthorn. A number of rockshelters in the upper parts of the slopes contained a great

amount of carbonized hazelnut shells, which may reflect either the habitat conditions in the rockshelter surroundings or seasonal preferences for their use (Novák et al., 2015). The presence of carbonized hazelnut shells in the hearths of the rockshelters situated in the valley bottoms is relatively low (there are, however, exceptions – see for example archaeobotanical data from Soví převis in Bohemian Paradise, Fig. 6).

The Older Atlantic is a period of full expansion of deciduous forest communities with dominating hazel, linden and elm. The proportion of spruce increases gradually, but possibly only in the deep and humid valley bottoms. Wetlands were in some places inhabited by swamp alder woods. Scots pine as well as other indicators of non-wetland woodless areas continue to decrease. The species composition of charcoals from the rockshelters in this period is very similar to that of the preceding period. At several sites oak is more abundant, however, the other comparable profiles still show a significant dominance of Scots pine.

The pollen record from Okna in the Česká Lípa region documented in the Older Atlantic period a noticeable amount of beech (*Fagus*), which, though not continuous, appears back to the younger phase of the Boreal biostratigraphic period. This is a very early occurrence, long before the expected expansion of this tree species within the broader area of Central Europe (Magri et al., 2006). The information value of such finding is, however, from a statistical and taphonomic perspective, rather problematic. Therefore, only a radiocarbon dated macroremain would be a solid proof. Fortunately, beech charcoals were also recorded in the hearth found under the Kostelní rokle rockshelter in Bohemian Switzerland dated archaeologically to the Late Mesolithic. One of them was radiocarbon dated (6800 ± 40 BP; lab. code Poz-82215), which

surprisingly provides support for the above stated interpretation of the pollen record from Okna and represents the earliest indisputable evidence of beech occurrence in Bohemia.

The above view of the Late Glacial/Early Holocene environmental development of the region corresponds quite well to the paleoenvironmental reconstructions based on communities of small vertebrates and snails (for details see Horáček, 2007; Ložek in Svoboda, 2003; Horáček and Sázellová in Svoboda, 2017). Despite the record being rather fragmentary at most sites, in some it provided a relevant picture of community structure enabling certain paleoenvironmental inferences. In total, the record of vertebrates from excavations in the North Bohemian sandstone region covers 123 community samples from 18 sites composed of 1078 individuals (MNI) belonging to 60 spp.

Compared to a more complex record from continuous sequences in the karst regions of Central Europe (Horáček and Ložek, 1988) for our region it reveals certain specific features: (1) the index species of glacial communities (*Microtus gregalis*, *Dicrostonyx torquatus*, *Cricetus cricetus*), which elsewhere survived as late as the Boreal, are absent here, even in samples of the Late Glacial and Preboreal age. Even the most common form of open ground habitat species, *Microtus arvalis* (common vole), which in other regions is a dominant element until the Late Boreal, is quite rare here. (2) In contrast, a guild of wetland species (*Arvicola terrestris*, *Microtus agrestis*, *Microtus oeconomus*, *Castor fiber*, *Rana temporaria*, *Bufo bufo*) is significantly overrepresented as compared to other regions. (3) From the Preboreal onward the species indicating woodland habitats with rich herbal and shrub vegetation (*Clethrionomys glareolus*, *Apodemus flavicollis*, *Sciurus vulgaris*, *Glis glis*, *Muscardinus avellaniarius*, *Microtus subterraneus*, *Sorex araneus*) appear regularly and

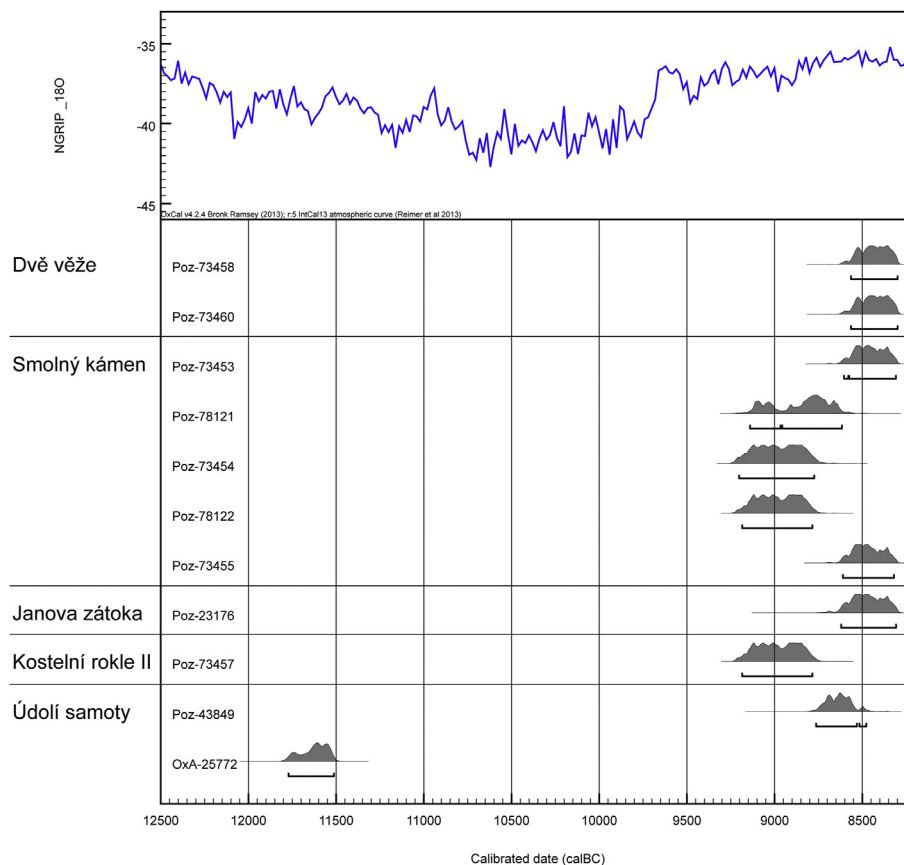


Fig. 7. Survey of radiocarbon datings for Late Glacial/Preboreal (Late Paleolithic/Early Mesolithic). Calibration after OxCal 4.1. using calibration curve IntCal14, graphic M. Novák.

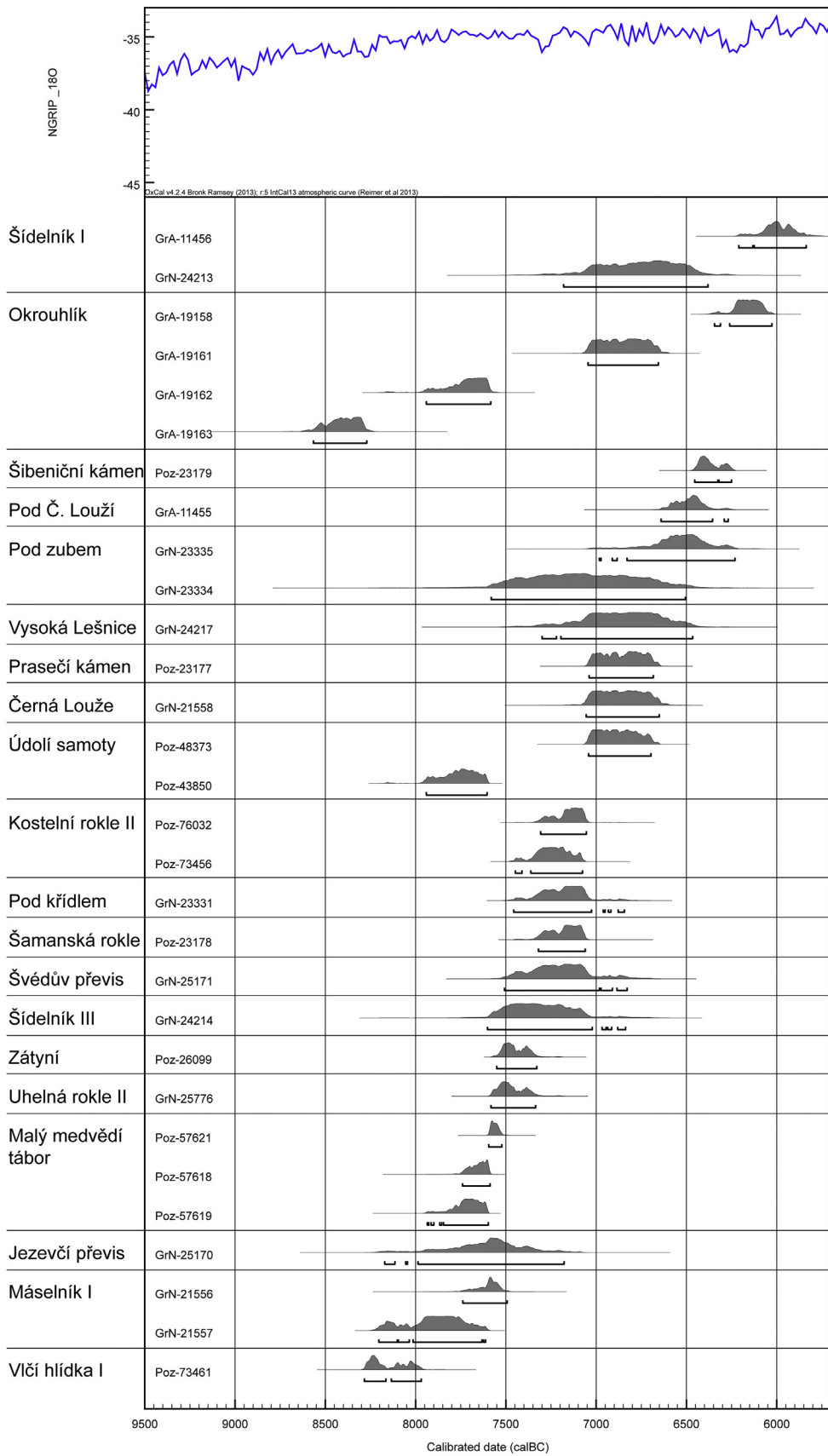


Fig. 8. Survey of radiocarbon datings for Boreal (Middle Mesolithic). Calibration after OxCal 4.1. using calibration curve IntCal14, graphic M. Novák.

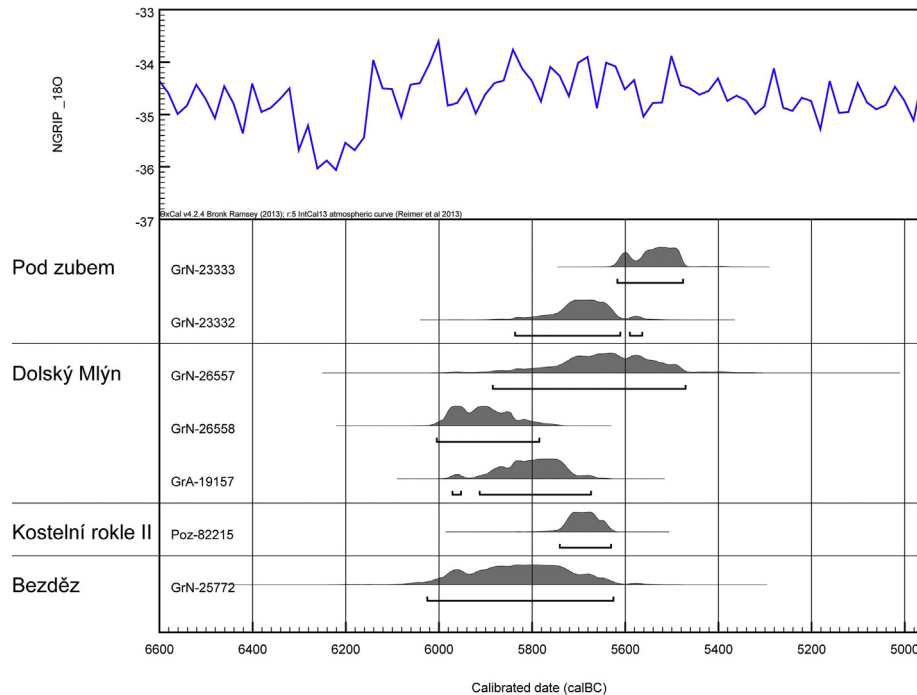


Fig. 9. Survey of radiocarbon datings for Atlantic (Late Mesolithic). Calibration after OxCal 4.1. using calibration curve IntCal14, graphic M. Novák.

in the Boreal they form a dominant component of communities. In addition, there are two rare occurrences of *Sicista betulina* (Northern birch mouse) in Preboreal and Boreal horizons and a Late Boreal occurrence of a lithophilous woodland species *Eliomys quercinus* (garden dormouse). In contrast the apochoric Holocene, the faunal species representative of dry open ground habitats (*Crocidura* spp., *Apodemus uralensis*) are absent here. In sum, these observations indicate (a) regular appearance of arboreal vegetation and marshy habitats at least since the Late Glacial, (b) a spatial restriction of steppe habitats, and (c) expansion of a variegated mosaic of arboreal and wet open ground habitats since beginning of the Preboreal.

3. Results from archaeological excavations in rockshelters

Preservation and chronology of the archaeological record is closely related to the nature of each rockshelter and its sedimentary filling (Figs. 7–9). The issue of rockshelter formation in sandstone landscapes must be addressed individually from case to case, with respect to chemical and biogenic processes, mechanical erosion, hydration and gelivation. Although the climate of the last glacial and postglacial altered considerably, a direct causal relationship between climate and rockshelter formation cannot be proven. In less resistant layers, the erosion proceeds gradually and imperceptibly, but more visible are the effects of active river erosion or destruction of larger foliate blocks. The subsequent filling of each rockshelter with sediments is important for correlation with the archaeological record. Thickness of the sedimentary filling is estimated by initial test-boring and helps to optimize the size of the future trench (1 × 1 m if the thickness reaches 1.75 m, or 2 × 2 m if it reaches 2 m or more). At this stage of research, our aim is to obtain maximum information with a minimal destruction of the site (Svoboda, 2003; Svoboda et al., 2007, 2013).

Formation of the actual rockshelters is recent and Pleistocene sediments such as sandy loess or loess at the base of the fillings are rarely encountered. Late Glacial deposits have been recognized as the beginning of rockshelter occupation at the base of the filling at

two sites (Údolí samoty, Janova zátoka), revealing Late Paleolithic industries. The most key parts of the sections are represented by the Holocene deposits with various Mesolithic occupations, while the post-Mesolithic occupation traces above are rather scarce (prehistoric, Medieval, recent).

Based on the sedimentary dynamics, several types of rockshelter fillings are encountered in the region: first, rockshelters deprived of sediments coming in from outside, where the material supply is limited by weathering of local sandstone subsoil, walls and ceiling, and, as a result, thickness of the filling does not exceed 1 m. The archaeological record here is being compressed into a thin, stratigraphically inseparable unit. The surface is prone to recent human activities (trampling, etc.) and salvage excavation was necessary in some cases. At such sites, the Early Mesolithic ^{14}C dates were obtained from artificial depressions such as boiling pits at the base (Okrouhlík, Janova zátoka), whereas later dates usually originate from central hearths which were active until the end of occupation (Okrouhlík).

The opposite extreme is represented by the rockshelters with massive influx of sediments, resulting in sedimentary records exceeding 2 m in depth. The filling is well-stratified and documents both the environmental and archaeological record over longer parts of the Holocene, as demonstrated by the key stratigraphies at Pod zubem, Údolí samoty and Kostelní rokle II rockshelters.

In some cases, a thick sedimentary filling was due to a single massive influx of sediments or a rapid sequence of these events. If the site was occupied during this time, there is a record of a single Mesolithic stage, with almost identical ^{14}C dates. Examples are Smolný kámen and Dvě věže rockshelters for the Preboreal, or Dolský Mlýn rockshelter for the Atlantic period. As representative examples we present in detail two newly excavated sites (2015 excavation season). One is a relatively continuous stratigraphic sequence (Kostelní rokle II) and one is an example of Preboreal occupation (Smolný kámen).

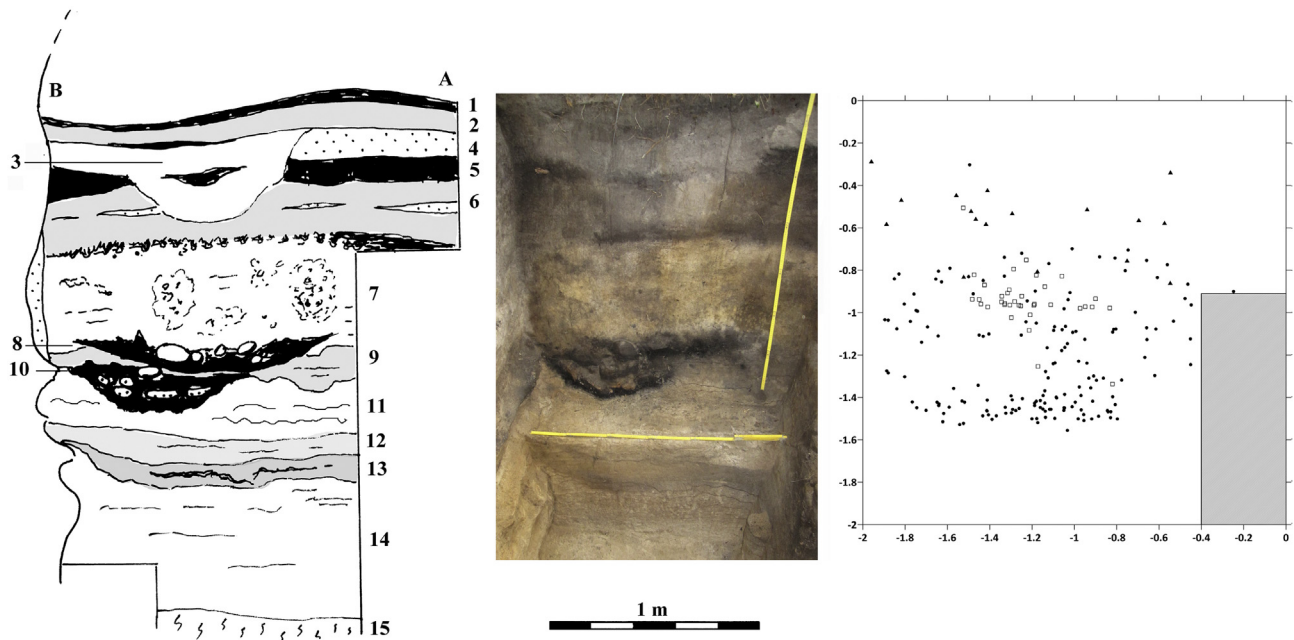


Fig. 10. Kostelní rokle II, stratigraphic section AB facing SE. **Key:** 1. Humous forest soil (0–10 cm). 2. Brownish loamy-sandy layer, with darker lenses at the base (5–15 cm). 3. Greyish sand – filling of a pit. 4. Whitish sand (10–25 cm). 5. Dark black loamy-sandy layer (25–35 cm). 6. Brown-to-greyish loamy-sandy layer with lenses of white sand and darker band at the base; bioturbated (35–65 cm). 7. Yellow-to-whitish sand with rusty undulated bands; bioturbated (60–110 cm). 8. Upper hearth feature filled with basalt pebbles. Dating: 6800 ± 40 BP (Poz-82215). 9. Brown-to-greyish sandy layer with dispersed charcoal (110–130 cm). 10. Lower hearth feature filled with basalt pebbles. Dating: 8150 ± 50 BP (Poz-76032); 8220 ± 50 BP (Poz-73456); . 11. Grey-to-white sand with rusty and brown undulated bands and dispersed charcoal (130–150 cm). 12. Yellow-to-white sand with dark undulated bands and dispersed charcoal (150–160 cm). 13. Dark grey-to-brownish loamy sand with dispersed fragments of basalt and charcoal (160–170 cm). 14. Grey-to-whitish coarse-grained sand with brownish undulated bands and dispersed charcoal (170–240 cm). Dating: 9580 ± 50 BP (Poz-73457). 15. Light, brown-to-yeallowish, spotted, clay-to-sandy layer, passing into solid bedrock (around 250 cm). Point – lithic artifact, triangle – potsherd, square – bone. Scale – 1 m (for all three pictures); scale on the photo – 1,2 m. Drawing and photo JS, graphic M. Novák. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

3.1. A reference section through the Holocene: Kostelní rokle II

Kostelní rokle II (Kirchsteig) near Vysoká Lípa, Jetřichovice, České Svýcarsko region, is a side gorge descending into the deep Kamenice river canyon. The site is located at the junction of both valleys, at an elevation of only 185 m a.s.l. at the foot of a south-oriented sandstone wall. It is more than 12 m long, facing an open bank of the Kamenice river. Another site of Kostelní rokle I lies a few meters to the west. Following a test-boring in spring 2015 which showed a thick sedimentary deposit, we opened a 2×2 m trench during that summer and documented a complex, about 2.5 m thick sequence of the Holocene deposits.

In addition to Údolí samoty (Svoboda et al., 2013), this site provides another key stratigraphic section of the Holocene (layers 1–15; Fig. 10). Below the recent, Medieval and prehistoric layers follows a complex Mesolithic sequence. In the upper part (layers 7–8) there was a later Mesolithic industry with a typical trapeze, microendscrapers and backed blades (still with ceramic intrusions in 7a) with the upper hearth feature at the base. In the context of the lower hearth feature we encountered a Middle Mesolithic industry of a settlement type (as suggested by microcores) with less typical microliths. The assemblage below, in the time span between the Boreal and Preboreal, is characterized by a backed pointed blade, triangles, and a series of short, laterally backed microliths. An increase of materials other than flint is another important characteristic of this industry.

3.1.1. Vegetation

Layer 6 (40–60 cm) provided charcoal of pine (*Pinus sylvestris*), spruce (*Picea abies*), oak (*Quercus* sp.) and beech (*Fagus sylvatica*), and others (*Tilia* sp., *Corylus avellana*, *Ulmus*, *Fraxinus excelsior*, *Acer*



Fig. 11. Kostelní rokle II, trench showing a key section with hearths. Scale – 1 m. Photo JS.

sp., *Abies alba*, *Taxus baccata* and *Carpinus betulus*). Charred hazel shells were found as well.

Layer 7 (70–90 cm) is characterized by the absence of oak, lower representation of pine (*Pinus sylvestris*) and, inversely, larger amount of spruce (*Picea abies*) and taxus (*Taxus baccata*), in association with other species (*Fagus sylvatica*, *Tilia* sp., *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Abies alba*, *Alnus* sp. and *Populus/Salix*), suggesting a closed, dense forest.

Layer 7 (90–120 cm) is comparable to the above layer but differs by broader variability, including oak (*Quercus* sp.), as well as other species (*Fraxinus excelsior*, *Tilia* sp., *Ulmus*, *Fagus sylvatica*, *Corylus avellana*, *Alnus* sp., rarely *Abies alba* and no more *Taxus baccata*). The dated beech charcoal is one of the earliest of its kind in Bohemia (7635 cal BP).

Layers 9–11 (120–150 cm) reflect a mixed forest (with *Tilia* sp., *Acer* sp., *Ulmus*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Corylus avellana* and *Alnus* sp.). Oak becomes rare and beech is no longer recorded.

Layers 12–14 (150–200 cm) show further reduction in representation of broadleaf trees, but some are still present. In association with spruce (*Picea abies*) and pine (*Pinus sylvestris*) other species may occur (*Corylus avellana*, *Prunus padus*, *Tilia* sp., *Quercus* sp., *Fraxinus excelsior* and even *Fagus sylvatica*). Charred hazel shells were present as well.

Layer 15 (200–240 cm) has rare and dispersed charcoal of pine (*Pinus sylvestris*) and spruce (*Picea abies*).

3.1.2. Faunal remains

Layer 6 (50–60 cm) provided 68 bone and tooth fragments, namely of hare (*Lepus europaeus*) and other smaller mammals.

Layer 7 (60–110 cm) included 116 fragments of red deer (*Cervus elaphus*), boar (*Sus scrofa*), a smaller canid, probably a fox (cf. *Vulpes vulpes*), other middle-sized mammals, and birds (*Aves*). Traces of roots and of intentional human breakage and burning are visible on some of the bones.

Layers 9–10 (120–140 cm) only provided remains of middle-sized mammals and other small fragments.

Layers 11–13 (140–170 cm) provided 9 bone fragments, including middle-sized mammals and smaller fragments, partly burnt.

Layer 14 (170–240 cm) provided only two small, burnt bone fragments.

3.1.3. Archaeology

At a depth of 110–120 cm (Layer 8) we reached a pan-shaped depression (excavated in 150 × 150 cm) filled with charcoal and basalt pebbles of about 10–20 cm size, brought in from the nearby Kamenice river bed. At a depth of 130–140 cm (Layers 9–10), we explored part of another pan-shaped pit (with an estimated diameter of 85 cm). In this case, the filling was of red-burnt sandstone blocs of a similar size as in the upper hearth. In both cases, the sediment filling was dark and rich in charcoal. In the same level there were three smaller, kettle-shaped pits. The ¹⁴C dating and context of the two levels suggests Atlantic period for the upper one and Boreal period for the lower one. Together, these massive constructions cover the underlying, mostly Preboreal sediments (Fig. 11).

In the lower, Preboreal part of the section (160 cm deep) we only recorded a bow-shaped feature about 50 cm long, composed of four pebbles.

Medieval occupation of this rockshelter is evidenced by a variety of pottery fragments dated from the 14th to 17th centuries, encountered at a depth of 10–40 cm. Prehistoric pottery from a depth of 40–60 cm (Layer 6) may be mostly dated to the Lusatian period in the broader sense; at a depth of 80–90 cm (Layer 7a) were pottery fragments dated most probably into the Aeneolithic (Peša and Jenč, 2016).

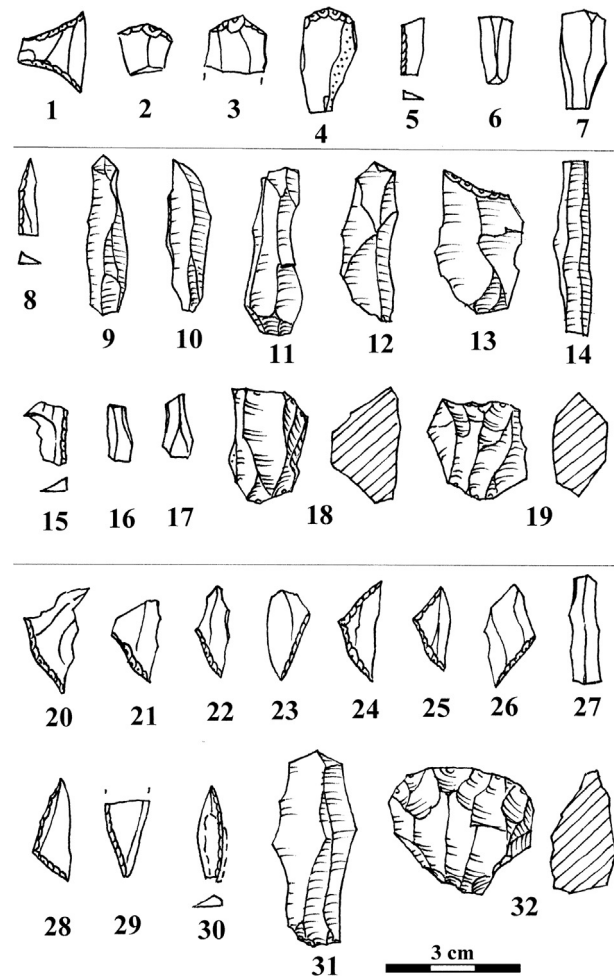


Fig. 12. Kostelní rokle II, selection of lithic industry. Depths: 60–70 cm (3–4), 80–90 cm (1–2); 100–110 cm (5–7); 110–120 cm (8–10); 120–140 cm (11–19); 140–170 cm (20–32). Scale – 3 cm. Graphic JS.

Layer 7a (60–90 cm). Upper part of this layer included 87 flint artefacts, notably a microcore and a core residual, a trapeze (Fig. 12:1), 3 microendscrapers (Fig. 12:2–4), 4 blades and 5 microblades.

Layer 7b (90–110 cm). Lower part of this layer provided 114 flint artefacts including a microcore, a backed microblade (Fig. 12:5), 9 simple microblades (Fig. 12:6–7) and 9 blades.

Layer 8 (110–120 cm). In context of the upper hearth were 94 artefacts, mostly of flint and partly burnt (1 piece is of Tušimice quartzite). A diagnostic type is a pointed backed microblade (Fig. 12:8) accompanied by 5 microblades and 5 blades (Fig. 12:9–10).

Layers 9–10 (120–140 cm). Around the lower hearth were 168 artefacts, mostly of flint and partly burnt (6 pieces are of Bečov-type or Profen-Zauschwitz quartzite and 2 pieces of porcelanite). The assemblage is characterized by 3 microcores (Fig. 12:18–19), a backed microblade (Fig. 12:15), a terminally truncated flake (Fig. 12:13), 4 blades (Fig. 12:11–12, 14) and 15 microblades (Fig. 12:16–17).

Layers 11–13 (140–170 cm). This assemblage, an Early Mesolithic (Preboreal) part of the sequence, is composed of extremely small flakes and chips. Flakes compose 321 pieces but other materials such as porcelanite (14 pieces) and Bečov-type quartzite (9 pieces) become important as well. There is a microcore of flint

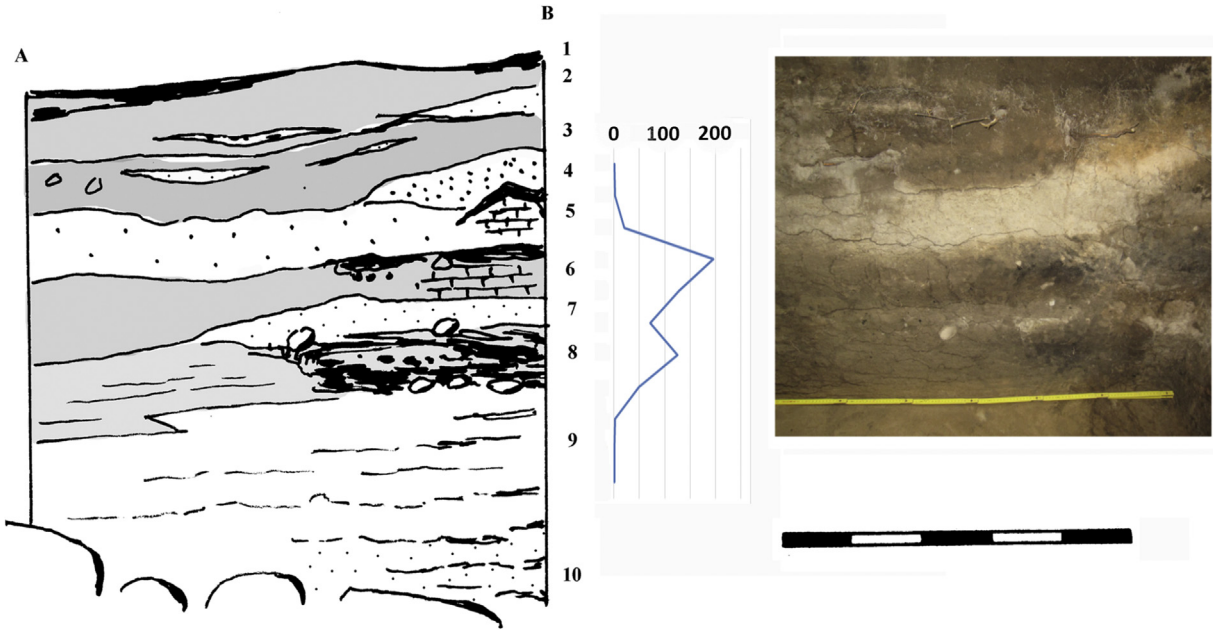


Fig. 13. Smolný kámen, stratigraphic section AB facing S. **Key:** 1. Actual forest soil (0–5 cm). 2. Brown-to-grayish, sandy/loamy layers with inclusions of white sand (5–20 cm). 3. Brown clayish layer (20–45 cm). 4. Red-burnt horizon (30–45 cm). Dating: 1800 ± 30 BP (Poz-73452; charcoal). 5. White coarse-grained sand (40–60 cm). 6. Brown-to-greyish, sandy/loamy layer, outside the shelter calcified, with a dark charcoal horizon (60–80 cm). Dating: 9240 ± 50 BP (Poz-73453; charcoal), 9480 ± 70 BP (Poz-78121; *Clausilia pumila* shell). 7. White coarse-grained sand (70–80 cm). 8. Grey-to-brownish, sandy/loamy layer with dark undulated bands, outside the shelter with charcoal (80–100 cm). Dating: 9580 ± 60 BP (Poz-73454), 9250 ± 50 BP (Poz-73455; both charcoal), 9580 ± 50 BP (Poz-78122; *Discus ruderatus* shell). 9. Yellow-to-brownish coarse-grained sand with dark undulated bands (100–140 cm). 10. Yellow-to-reddish coarse-grained sand with dark reddish bands (below 140 cm). 11. Solid bedrock. The blue curve indicates occurrence of lithic artefacts (in pcs). Scale – 1 m (for both pictures). Drawing and photo JS, graphic P. Hájková. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

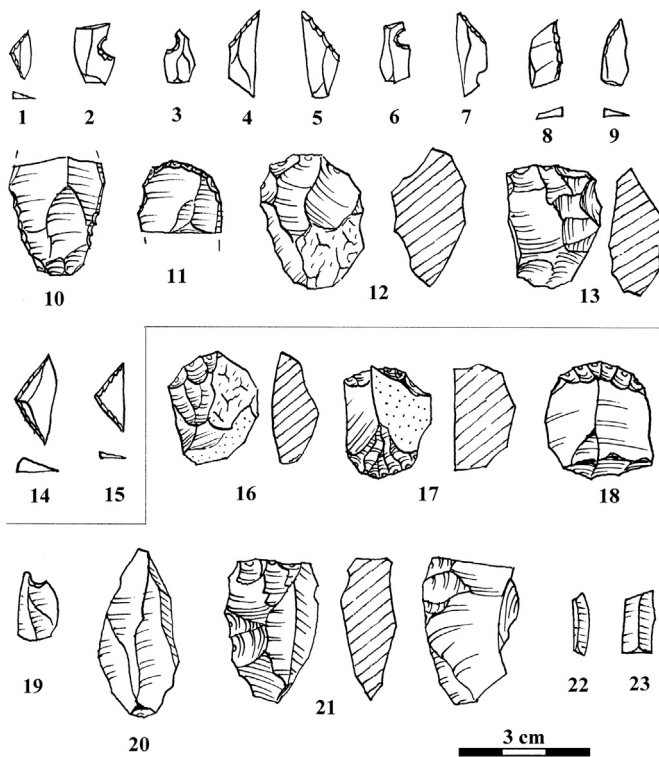


Fig. 14. Smolný kámen, selection of lithic industry. Depths: 30–50 cm (1); 50–60 cm (2–4); 60–70 cm (5–6, 10); 70–80 cm (7–9, 11–12, 14–15); 80–90 cm (13, 16–19); 90–100 (20); 100–110 (21); 110–120 (22); 120–130 (23). Scale – 3 cm. Graphic JS.

(Fig. 12:32), 4 regular blades (Fig. 12:31) and 8 microblades (Fig. 12:27). Diagnostic types occur as well, namely 3 short triangles (Fig. 12:24–25, 28) and 6 microliths with laterally backed bases (Fig. 12:20–23, 26, 29). Morphological analogies occur as single cases at Okrouhlík, Arba and Švédův rockshelters, but a series was discovered for the first time in this case. In addition, one pointed backed microblade was still covered by a fixative (Fig. 12:30). The same layer also provided a wooden plaque with evidence of lateral shaping.

Layer 14 (170–240 cm). The basal layer only contained dispersed charcoal and a small flint flake.

Given the location at the river shore, fishing certainly played a role among the activities performed at the site (salmon vertebrae were discovered in the late Mesolithic of Dolský Mlýn rockshelter, a few hundred meters higher on the same river; Svoboda et al., 2007).

3.2. Preboreal reference site: Smolný kámen

Smolný kámen (Pechstein) near Vysoká Lípa, near Jetřichovice, České Švýcarsko region, is a rockshelter about 14 m long and west-to-southwest oriented, occupying a strategic position in altitude of 280 m a.s.l. at the southern entrance of the Bohemian Road, which is a dry bow-shaped canyon connecting the valleys of the Kamenice river in the south with Krinice/Kirnitz river in the north. Although no river or brook passes the Bohemian Road today, a chain of restricted swamps and smaller lakes are located at the base of this valley. One of the lakes lies just below the Smolný kámen rockshelter. Due to its strategic location, we selected the site for microtrenching as early as 1999 and recorded two lithic artefacts. In spring 2015 we excavated a trench of 1 × 1.5 m size and reached a depth of 1.5 m.

The stratigraphic section (Layers 1–11; Fig. 13) records the rhythm of later prehistoric and Mesolithic occupations culminating in three main layers: 3, 6 and 8. Hearth formations in each layer (charcoal, red-burnt sand and in some cases calcification) is always at the same spot, at the margins of the trench. These layers are interlain with deposits of whitish coarse-grained sand, archaeologically sterile. The upper sand (Layer 5) separates prehistoric pottery (dated to 1800 BP) and the most recent Mesolithic artefacts. The lower sand (Layer 7) separates the Mesolithic occupation in two. With respect to the almost identical datings between 9600 and 9200 BP, both from charcoal and mollusc shells, the deposition must have been quite rapid.

3.2.1. Vegetation

Layer 1–3 (0–40 cm). Recent/late prehistory; a poor spectrum with charcoal of pine (*Pinus sylvestris*), spruce (*Picea abies*), oak (*Quercus* sp.), and individual hazel shells.

Layer 4 (40–50 cm). Later prehistory; with numerous charcoal of oak (*Quercus* sp.), spruce (*Picea abies*), pine (*Pinus sylvestris*) and beech (*Fagus sylvatica*), individual fragments of *Betula* sp. and *Populus* sp. Some charred hazel shells.

Layers 5–7 (50–80 cm). Mesolithic; numerous pine charcoals (*Pinus sylvestris*) and a large amount of hazel shells (*Corylus avellana*) are the dominant features in these layers. In addition, various deciduous trees are associated (*Tilia* sp., *Fraxinus excelsior*, *Betula* sp., *Populus* sp.). However, in contrast to the above layer, oak and beech have disappeared.

Layers 8 and 9 (80–120 cm). Mesolithic; although charcoal were numerous, these layers are poor taxonomically. We identified only pine (*Pinus sylvestris*) and individual hazel shells, possibly due to limited activities or human selection.

3.2.2. Faunal remains

Due to calcification, Layers 6 and 8 preserved each a sample of malacofauna indicating a wetter and lighter forest around. A majority of the samples also included fragments of long bones of small mammals (Muridae, Arvicolidae), and remains of frogs (Bufonidae, Ranidae). These associations confirm expansion of a forest (*Clethrionomys glareolus*, *Apodemus flavicollis*, *Sciurus vulgaris*, *Sorex araneus*, *Microtus subterraneus*), but also presence of open and sunny biotops and wetter areas around (*Bufo bufo*, *Bufo* cf. *bufo*, *Bufo* cf. *viridis*, *Bufo* sp., *Rana temporaria* a *Rana* cf. *temporaria*).

The associations of larger vertebrate remains are mostly due to human selection, hunting, fragmentation and burning.

Layer 1–2 (0–20 cm) is dominated by fragments of middle and large-sized mammals, partly burnt.

Layer 3 (20–45 cm) provided 993 fragments, namely red deer (cf. *Cervus elaphus*), boar (*Sus* sp.), wolf or dog (*Canis lupus* cf. *familiaris*), lynx (*Lynx lynx*), fox (*Felis* sp.), beaver (*Castor fiber*) and hare (*Lepus europaeus*). A majority of the bones are burnt and in a few cases, cutmarks and gnawing was observed on the surfaces.

Layer 5 (40–60 cm) included 361 bone and tooth fragments, namely of boar (*Sus scrofa*), wild cat (*Felis sylvestris*), hare (*Lepus europaeus*), and other mammals. A majority of the bones are burnt.

Layer 6 (60–80 cm) provided 164 bone and tooth fragments, namely of red deer (*Cervus elaphus*), roe deer (*Capreolus capreolus*), boar (*Sus scrofa*), a larger canid (cf. *Canis*), hare (*Lepus europaeus*), and some fragments of birds (*Aves*) and fishes (*Pisces*).

Layer 8 (80–100 cm) included 68 fragments, partly burnt, namely of boar (*Sus scrofa*), birds (*Aves* cf. *Passeriformes*), and large and middle-sized mammals.

Layer 9 (100–140 cm) provided 43 fragments of predominantly small mammal bones, partly burnt, and taxonomically undeterminable.

3.2.3. Archaeology

Fragments of subrecent pottery were obtained from depths of 10 cm. Prehistoric pottery fragments, mostly Lusatian, follow at a depth of around 30 cm, while the earlier, probably Aeneolithic pottery with a lithic arrowhead were mostly dispersed in depths of 30–60 cm (Peša and Jenč, 2016).

Layer 3 (and partly 4) provided 45 small flakes, mostly of flint (2 pieces from the Bečov-type quartzite). In the context of this layer we recorded the first microlithic triangle (Fig. 14:1).

Layer 6 included the largest assemblage of 397 artefacts, mostly of flint, but with a few other materials (3 pieces of Bečov-type quartzite, 1 piece of quartz). It includes 2 microcores (Fig. 14:12), 6 blades and 17 microblades. The retouched assemblage includes an endscraper head (Fig. 14:11) and a partly denticulated blade (Fig. 14:10). The microliths are represented by 2 triangles (Fig. 14:14–15), truncated microblades (Fig. 14:4–5, 7), laterally retouched microblades (Fig. 14:8–9) and notches (Fig. 14:2–3, 6).

Layer 8 contained an additional assemblage of 175 artefacts of flint, with a few pieces of other materials. There is one core residual (Fig. 14:13), a blade, a pointed flake (Fig. 14:20) and 5 microblades. Three microendscrapers and a notch suggest a domestic character of the site (Fig. 14:16–19), but geometric microliths are absent.

Layer 9 represents the earliest layer with 4 dispersed artefacts (a core residual and microblades).

Within the small flakes and chips, there is a slightly increased number of microcores and core residuals made on small flint pebbles while the number of regular blades and microblades is low. A typologically representative sample is from Layer 6, with triangles, truncated microliths and notches, while Layer 8 provided a series of microendscrapers. In general, these characters suggest a domestic type of occupation, in relation to the strategic location of the shelter and the water sources nearby.

3.3. Living surfaces and activities under the rockshelters

In potentially favorable areas of North Bohemia, such as the river canyons, the rockshelter sites form distinct clusters. A comparative analysis of the individual rockshelters reveals a certain hierarchy concerning the size and location of the rockshelters, complexity of archaeological features such as hearths and pits, and the quantity and variability of artifacts (Svoboda, 2003, 2017). Several rockshelters provide rich cultural layers, labor-intensive stone-built hearths and other features, along with lithic industries showing evidence of use-wear. These sites enable us to analyse the spatial relationship among the presumed man-made structures, such as the pits, hearths, and artifact clusters, and natural features, such as the rock walls and boundaries of the sheltered areas. However, few of these sites were excavated completely and Okrouhлік, due to the shallow position of the cultural layer, is one of these cases.

There are basically two types of hearths. The majority of the excavated rockshelters contained a “normal” hearth, located in the central part of the sheltered area, and used for cooking, heating, lighting, and as a center of social activities. The central location is typical, and so far seems to have been defined by these functions. Sometimes we find sequences of hearths one above the other, beginning with the Mesolithic at the base and ending with the actual trampling of hearths on the top. In several cases, and best documented at Okrouhлік, a system of adjacent kettle-shaped pits were arranged around the central hearths (Svoboda et al., 2007).

The second type of hearth is more elaborate, filled with basalt pebbles from the Kamenice river gravels (both in Okrouhлік and Dolský Mlýn rockshelters), and where these are absent, by blocks of sandstone or ferrous sandstone. If the stones forming the filling were used for heat banking, as we suggest, than the quality of basalt was of course higher than sandstone. In some cases, shallow pan-

shaped depressions filled with ash were recovered at the base of the stone blocks coverage.

We have repeatedly observed that whereas the “normal” hearths, composed predominantly of layers of charcoal and red-burnt sand are located in central parts of the sheltered areas, the more specialized hearths filled with stone blocks tend to be located at the peripheries. A similar pattern of distinction between hearths in the center of a rockshelter and complex “ovens” at the peripheries is ethno-archaeologically documented (Gorecki, 1991).

These relationships are clearly demonstrated in Okrouhlík rockshelter where the surface has been excavated almost completely (Svoboda et al., 2007). The cultural layer is complex and resulted from repeated occupations over several millennia, while the same spatial organisation survived through time. The central oval-shaped hearth showing a shallow microstratigraphy of ash and red-burnt sand strips was removed and restored repeatedly, but the ¹⁴C date, logically, refers to the last stage of this process. A complex network of kettle-shaped pits was formed around, and on the slope below this hearth. The two ¹⁴C dates from the pits reflect a longer time span compared to the central hearth. Whereas we could hitherto only speculate about the function of these pits on the basis of analogies from other sites and ethnological records, the case documented at Okrouhlík in the summer of 2005, where a group of burnt basalt pebbles was left, confirms the hypothesis that this was likely a boiling pit. Spatially, the area of these pits provided the highest artifact densities. A series of shallow and larger pits were located in the narrow zone between the central hearths and the rock wall. Finally, the two complex hearths, filled with basalt pebbles as heat accumulators, layed on the periphery, in an area with a low artifact density.

Kostelní rokle II and Dolský Mlýn rockshelters, both in the Kamenice river canyon, are cases where the large pebble-filled hearth was located in two superposed positions, in the central part of the rockshelters. However, due to the thickness of the overlying layers, this site was only partially excavated and we do not know its complete spatial organisation.

3.4. Physical anthropology

No ritual burials were recovered at any of these rockshelters. Four Mesolithic dental remains from the sites of Šídelník, Pod zubem and Vysoká Lešnice (Drozdová in Svoboda et al., 2000) were revised by Willman (in Svoboda, 2017). His observations are suggestive of a broadly cariogenic diet and poor gingival and alveolar health (as witnessed in individuals with preserved roots). Each of the four has carious lesions of the crowns, root surfaces, or both along with the possibility of adjacent tooth-loss in one individual. While carious lesions are not uncommon in earlier Holocene hunter-gatherer contexts, and reach their highest proportions in coastal sites, the presence of carious lesions in 100% of the teeth described here, albeit a small sample, is rather exceptional. While a causative explanation for the presence of hypercementosis is not fully understood, it is often associated with periodontal disease, which is a possible, and suggestive, cause for hypercementosis in the teeth from Šídelník. The extensive root exposure on the premolar from Vysoká Lešnice, and the presence of root surface caries on two individuals, is also indicative of poor periodontal status. The toothpick abrasion on one of the Šídelník teeth is likely due to palliative, or therapeutic, probing given its co-occurrence with a severe fracture, pulp exposure, and hypercementosis. The presence of dental fracture and enamel chipping on the permanent teeth is also suggestive of relatively gritty diets with hard objects or small, hard inclusions related to food processing techniques. In sum, poor oral health is evident in each tooth in this study, but the extent to which this can be extrapolated for regional human populations is

severely limited by the small sample size.

In addition, a human skull fragment with cut marks from Nížká Lešnice has been revised by Jurkovičová (in Svoboda, 2017) and two additional hand phalanges were recovered from Šídelník faunal materials by Sázelová, Trinkaus and Prachařová (in Svoboda, 2017). All in all, these remains demonstrate the scattered character of deposition and unstable mortuary behavior at these sites.

4. Discussion

4.1. Adaptation, subsistence and lifestyles

Here we aim to integrate the paleoenvironmental and archaeological records (Table 1) in order to reconstruct human adaptations in north Bohemian sandstone landscapes.

4.1.1. Lithic resources

A majority of the lithic raw materials are of local or regional origin. The dominating raw materials were the erratic flints from glacial or glaci-fluvial sediments. Based on the remaining preserved surfaces on the artefacts, the original nodules were predominantly small and well rounded. The southern boundary of glacial repositis with occurrence of erratic flint (*Feuersteinlinie*) lies in the Labe river valley west of Schandau, near Neustadt or Varnsdorf, but individual nodules may have been transported by rivers into northern Bohemia.

Fine-grained quartzites of various colorations occur in adjacent Northwest Bohemia (Bečov-type, Tušimice-type) and in Saxony (Profen/Zauschwitz-type), but also scattered as larger blocs over the North Bohemian plateaus and directly at the prehistoric sites (Stvolínky-type). The grayish-to-greenish porcelanites, also described from East and Northwest Bohemian outcrops (Přichystal, 2009), is expected to occur in North Bohemia as well, on contacts between the Cretaceous sediments and the volcanites. Additional raw materials are represented by glass-clear chalcedony, chalcedony-opal mass, and whitish opal. All these materials may originate from the direct vicinity of the sites, from cavities and fillings of the nearby Tertiary volcanites. The few pieces of radiolarite determined by A. Přichystal (pers. comm.) represent an exotic import either from the Czech/Slovakian borderland or from Austria, in both cases from several hundred kilometres distance. The pebbles of basaltoid rocks were collected from secondary accumulations in river gravels.

4.1.2. Fishing

The location of some sites directly at smaller rivers is optimal for fishing. The examination of fish remains from Dolský Mlýn by Lembi Lõugas (in Svoboda, 2017) showed that some vertebrae come from a larger salmonid fish. Two caudal vertebrae come from ca. 50 cm individual(s), one caudal vertebra from a ca. 35 cm individual and one precaudal from an individual smaller than ca. 20 cm. Still after Lõugas, Atlantic salmon (*Salmo salar*) and sea or river trout (*Salmo trutta*) could be considered as representatives for such fish in the given area. Both Kamenice river and Křínice river are part of Elbe river drainage area. In the Elbe, salmonid fishes have always been a part of the fish fauna, with the exception of a few decades of pollution and barrage construction at the 20th century. Recently, the salmon spawning in the small tributaries of the upper part of the Elbe river was restored.

4.1.3. Consumption of frogs?

At the site of Konejlova Cave in the Bohemian Paradise sandstone area, significant numbers of burnt frog hind legs (*Rana temporaria* and, in lesser quantity, *Bufo bufo*) was made in Mesolithic archaeological layers suggesting collection and consumption by

humans (see Kováčiková et al., 2012). The sites within Česká Lípa and Bohemian Switzerland regions (Smolný kámen, for example) yielded only rare remains of Bufonidae and Ranidae and these may occur at the sites naturally. Nevertheless, the find discussed above can be considered at least a hint towards the possibility of frog consumption at other sites with a lesser abundance of remains.

4.1.4. Hunting and processing of the faunal remains

Hunting strategies were relatively stable over time (Table 1). They were rarely oriented to large mammals (red deer, elk) and more frequently on mid-sized (boars, roe deer) and small-sized mammals (hare, fox). Another large group, especially at some sites (Pod zubem) is the fur-bearing animals (such as beaver, wild cat, marten; Horáček in Svoboda, 2003). In the case of the other small animal remains such as birds, amphibians and rodents, we cannot confirm whether they were collected by humans or whether they originate from pellets of birds nesting in the vicinity of the sites. At some sites a large proportion of the animal bone and tooth assemblages are mostly just fragments smaller than 3 cm and frequently burned. This high and noticeable degree of bone and tooth fragmentation and burning might result from targeted human activities which lead to almost complete disintegration of animal hard tissues.

4.1.5. Vegetational resources

In spite of recent intensive research, there is still very little direct evidence for wild edible plant use in the period of hunter-gatherers (for an continental overview see Divišová and Šída, 2015). The only truly abundant type of evidence is represented by carbonized hazelnut shells. The high number of hazelnut shells probably correlates with the frequency of human occupation in the rockshelters. The same layers also show the highest species diversity. At Údolí samoty, the almost continuous record of hazelnut shells, with a remarkable culmination during the Middle Mesolithic, contrasts with rather low hazel abundance in pollen diagrams from the nearby peatbogs. It may be interpreted as evidence of human activity at the site – an effort put into intensive gathering. It seems that during the transitional Mesolithic/Neolithic period the presence of hazelnut shells in rockshelters is significantly reduced.

Exceptional evidence of potential hunter-gatherer plant diet comes from a hearth at Jezevčí Převís rockshelter in the České Švýcarsko (Bohemian Switzerland) area. Apart from the already mentioned hazelnut shells, this assemblage comprises carbonized seeds of black elderberry, raspberry, blackberry and goosefoot (*Sambucus nigra*, *Rubus idaeus*, *R. fruticosus*, *Chenopodium album*; Pokorný in Svoboda, 2003, date 8530 ± 150 BP; 7599 ± 190 calBC; GrN-25170). Historically, this was the first rockshelter site in Bohemia, where large-volume sediment sampling and fine wet sieving was applied.

Fine sieving and flotation of sediments were later undertaken also at Jezevčí Převís, as well as the other sandstone rockshelters of the České Švýcarsko area, namely Okrouhlík (Svoboda et al., 2007) and Bohemian Paradise such as Kristova jeskyně and Dvojitá brána (Komárková, 2005; Divišová, 2014). Furthermore, in recent years, the area of Bohemian Paradise provided numerous samples from hearths as well as complete profiles recovered from several sites (Mamutova Jeskyně, Vítovo abri, Kudrnáčova pec, Čin-Čan-Tau), but new and extensive evidence is found particularly at the site of Soví Převís (see diagram in Fig. 6). Focusing exclusively on the carbonized finds from the hearths and cultural layers of the Mesolithic period, a species spectrum similar to that recovered from Jezevčí převís has been observed. Namely the red elderberry (*Sambucus racemosa*), the fruits of which are sour but tasty and commonly consumed, mainly after the heat treatment in the form of jam or syrup, have been recorded regularly.

The speculative use of other potential wild plant food resources can also be suggested. Pollen and macroremain analyses provide evidence of an abundant occurrence of plants with edible leaves (e.g. nettle – *Urtica*, sorrel – *Rumex*), or with edible underground storage organs (e.g. bracken – *Pteridium aquilinum*, cattail – *Typha*; for their potential use see Divišová and Šída, 2015). When considering the Late Palaeolithic and Early Mesolithic as periods with a limited inventory of plant resources (before the immigration and expansion of many thermophilic species), a special mention should be made of two important boreal (“taiga”) useful plants – bearberry (*Arctostaphylos uva-ursi*) and particularly Swiss stone pine (*Pinus cembra*), documented in Bohemian Paradise, which has its maximum occurrence in the Preboreal period.

4.2. Prehistoric wilderness?

The impact of hunter-gatherers on vegetation at the local and wider landscape level is a long-debated issue particularly in British archaeology (Simmons et al., 1985; Simmons and Innes, 1988a, b; Clark, 1989; Huntley, 1993; Simmons and Chambers, 1993; Turner et al., 1993; Macklin et al., 2000; Innes and Blackford, 2003; Bailey and Spikins, eds., 2008). In this sense, four pollen records, published here for the first time (Figs. 2–5), can be used for the sandstone areas. Based on these results, the following general conclusion can be drawn: their environment was evidently forested throughout the entire Holocene. The impact of a prehistoric settlement was likely of relatively little consequence to forest vegetation, even though an increased frequency of wildfires is recorded in the pedoanthracological profiles (Novák et al., 2012) and microcharcoals in pollen slides indicates a possible human influence. The situation changed dramatically in the course of the historical period (in the Middle Ages and modern times), when a colonization phase, although incomplete and patchy, occurred. Considerable forestry interventions, changing natural tree composition, followed in the last two centuries (Abraham and Pokorný, 2008). Grazing pressure on sandstone area vegetation is apparent from the beginning of the High Middle Ages, but not before.

Based on the evaluation of human activity in recently acquired pollen records, one striking fact emerges: an intensity of human impact on vegetation in the Mesolithic is well comparable to that of the younger periods. Conversely, the most complete and best dated currently available record, namely the profile from Čin-Čan-Tau in Bohemian Paradise (Fig. 3), provides evidence of the highest impact (although generally rather low in its intensity) in all prehistory. (This was exceeded only by the impact of a Medieval colonization). Mesolithic human impact is characterized by an increased occurrence of pollen indicators, most of which have already been identified as important for hunter-gatherer periods in the Czech Republic (Kuneš et al., 2008): mugwort (*Artemisia*), heather (*Calluna vulgaris*), bracken (*Pteridium aquilinum*), narrowleaf and hoary plantain (*Plantago lanceolata*, *P. media*), common hop (*Humulus lupulus*), touch-me-not (*Impatiens*) and nettle (*Urtica*). Most of them are heliophilic species prospering well in conditions of forest clearings, fire sites and/or continuously human impacted sites. A significantly increased incidence of grasses (Graminae) in the same period may also be connected with human activity. In sum, it seems that the database of archaeological finds from the sandstone areas confirms this interpretation of pollen records: The Mesolithic finds are the most abundant throughout the total amount of all period artefacts.

The human impact on vegetation, which is best visible in the Mesolithic section of the Čin-Čan-Tau profile, can be divided into two distinct phases: (1) A significant increase of wildfire activity and a minimum of anthropogenic indicators is observed in the Preboreal period. However, we cannot exclude that this is wildfire

activity influenced by human presence. (2) In the Boreal and Older Atlantic, wildfire activity steeply decreases, most likely in the context of a profound change in the character of the forested environment. Nevertheless, the curves of all above mentioned anthropogenic indicators culminate and allow the reconstruction of intensive human impact in the areas surrounding large rockshelters with evidence of Mesolithic settlement. An indication of human impact lasts until the Late Neolithic period and then disappears.

The pollen-analytical indication of human impact, however, does not work absolutely, because the natural treeless area associated with the above mentioned indication taxa may be present even at a regional scale. This may generate a background signal, the strength of which is determined by the amount of these taxa and their ability to spread pollen or spores. Both factors grow with increasing landscape openness.

A comparison of the record from Čin-Čan-Tau with other available detailed pollen records from the same sandstone area (Fig. 4) shows that the overall situation is even more complicated. The nearby site of Vlčí důl, which lacks sediment from the Boreal, exhibits a low human impact in the Preboreal with a peak of human activity indicators in the Neolithic period (Middle Atlantic, here including a noticeably high incidence of cow wheat – *Melampyrum*). Relatively strong human impact is detected in the form of several taxa (*Rumex acetosa*-type, *Melampyrum*, *Calluna vulgaris*, *Humulus lupulus* and *Urtica*) in the profile of Poselský rybník in the Česká Lípa area. The human impact is also documented at nearby Okna site in the Boreal (*Rumex acetosa*-type and *Urtica*) and then ceases. Pollen records of human activity thus illustrate the local conditions, which differ significantly from place to place. At Okna there are also large pollen grains of grasses, attributed to the morphological category of cereals, already in the period prior to the Neolithic (for an overview see Divišová and Šída, 2015).

Despite the increasingly frequent involvement of archaeobotanists in the analyses of archaeological strata investigated under the rockshelters, there has not been any reliable finding of cereals until the Bronze Age. The assemblage of carbonized caryopses of wheat and millet from Soví Převís (Fig. 6), which lies near Vlčí důl in Bohemian Paradise, is the oldest find. One wheat caryopses provided radiocarbon date of 2995 ± 35 BP (lab. code Poz-77298). The first cereal pollen grains within the agricultural prehistory occur sporadically in the Late Neolithic (Okna and Čin-Čan-Tau). At Okna, the continuous occurrence of cereals does not appear until the Iron Age, which can be connected with the La Tène settlement in the immediate vicinity of the analyzed profile (Dreslerová et al., 2013). In other pollen profiles, the continuous occurrence of cereals appears in association with the Medieval colonization. At this point, it is important to note that the Neolithic settlement did not avoid the loess patches within the sandstone landscapes, as evidenced by the well-known Neolithic site of Hradý in Bohemian Paradise, dated to the end of the Linear Pottery Culture (Pleslová-Štiková, 1981).

Another problem connected with agriculture is the issue of grazing within the sandstone areas. An identification of grazing activities is extremely difficult in the environment of the mostly forested sandstone region. Some taxa mentioned above as indicative of human impact in the hunter-gatherer Mesolithic period (particularly narrowleaf and hoary plantain, sorrels, heather, cow wheat, or bracken) may also be potential grazing indicators. However, these taxa also potentially indicate other disturbances of a continuous forest cover. Therefore, they cannot be considered as unambiguous grazing indicators. None of the documented profiles exhibits any pasture indicators until the Middle Ages and, therefore, the potential grazing must be regarded as either marginal or undetectable using existing methods (again with the exception of

Iron Age record captured at Okna, in context of a nearby human settlement).

In younger prehistory, the sandstone areas thus had a character of patches of agriculturally marginal areas within the otherwise intensively managed agricultural landscape. This territory was then primarily used for animal hunting and wild plant gathering (the area could have been attractive from this point of view, at least seasonally), or may have served for (yet hard-to-detect) grazing.

4.3. The paradox of nutrient-rich broadleaf forest ecosystems

In the Middle Holocene period (Boreal and Atlantic), a long phase of vegetation stability in the environment of a closed deciduous forest has been revealed in the investigated sandstone areas. At the same time, the expansion of spruce, which becomes dominant in the lower levels of sandstone rock relief, culminates. The substrates are still rich in nutrients and yet there is no indication of a much later degradation, which will be associated with a mass expansion of a new assemblage of trees with dominant fir and beech. Indications of local expansion of the two latter trees can be observed in the Broumov region (pollen profile Vlčí rokle) and in two nearby profiles Okna and Voroněž, situated in the wide basins of the Česká Lípa region. The species composition of the charcoal assemblages corresponds with the samples from the Boreal and Older Atlantic periods.

From today's perspective, the presence of a mixed deciduous forest in the Boreal and Atlantic to a great extent may be considered unlikely, since currently the sandstone formations (with a few exceptions) are acidic and extremely poor in nutrients. At the end of the Last Glacial, the rocky environment was covered with loess and calcareous sediments to a much greater extent than today (Adamovič et al., 2010). In the early Late Holocene (Subboreal), these sediments were exposed to mechanical and chemical erosion resulting in today's acidophilous landscape. These processes are also recorded in the rockshelter sedimentary fillings where loesses rich in calcium carbonate and other biologically active nutrients have been found at the bases (e.g., U obory, Čin-Čan-Tau and Ložkův převís in Bohemian Paradise). Loesses have been preserved in such sedimentation traps until the present day, while they degraded throughout the surrounding landscape and their derivatives were exposed to widespread erosion.

The finding that certain types of habitats within the sandstone areas were diametrically different from the present during the most of the Holocene (generally up to the turn of the 1st and 2nd millennium AD) bears considerable archaeological importance, particularly considering possible food resources. The idea of poor islands of pine and beech forests with undergrowth of heather must be seriously reconsidered. Instead, our reconstruction shows a species-rich, productive and spatially extremely diverse environment, which provided numerous natural resources for the given periods. For instance, the light-demanding hazel must have fully prospered within the sandstone environment with a high altitude gradient. Forest productivity as a whole must also have been reflected in the forest fauna.

5. Conclusions

Until the end of the Upper Pleistocene the settlement in the Northern Bohemian sandstone areas was ephemeral (with the exception of open-air Upper Acheulean sites in the Stvolínky-Holany basin). This confirms that the main flow stream of the Upper Paleolithic hunters-gatherer's populations led rather southwards (Bohemian Basin and Moravian Gate in the Czech Republic) or northwards (the European Plain in Germany and Poland). In light of this, the Late Paleolithic colonization (with curved backed points or

“Federmesser”) appears as a major behavioral adaptation after the Last Glacial Maximum. During the Holocene, the following Mesolithic occupation, here separated in several chronological stages, completed this developmental pattern. In the broad outline, this record agrees with the evidence from adjacent parts of Germany and Poland (Geupel, 1985; Bronowski and Bobak, 1999).

To consider these questions, we combine environmental and archaeological records. The pollen analyses from peatbogs in several parts of the sandstone region provide evidence of continuous vegetational development since the onset of the Late Glacial. It was not interrupted by the Younger Dryas climatic cooling, most likely thanks to a microclimatic buffering effect. Small vertebrates and snails confirm a regular appearance of arboreal vegetation and marshy habitats, a spatial restriction of steppe habitats, and expansion of a variated mosaic of arboreal and wet open ground habitats since beginning of the Preboreal. The Late Paleolithic/Mesolithic rockshelter sites as a whole provide additional stratigraphic and environmental records. This is illustrated by complex stratigraphies at Údolí samoty (Svoboda et al., 2013) and Kostelní rokle II where no significant changes in settlement and resource exploitation strategies were recorded at the Late Paleolithic/Mesolithic boundary.

The distribution of archaeological sites in the versatile landscape shows that these foragers were optimally adapted throughout the climatic change. During the Early and Middle Mesolithic the sites form distinct clusters in certain areas such as basins, river canyons and passages. Obviously, the aim was to exploit its changing, but surprisingly rich vegetational, aquatic and terrestrial faunal resources. The almost continuous human occupation sequence ends with the Late Mesolithic.

Acknowledgement

This research is part of the Czech Science Foundation (GAČR) project “Before the Neolithic” (GAP504/13/08169S).

References

- Abraham, V., Pokorný, P., 2008. Vegetační změny v Českém Švýcarsku jako důsledek lesnického hospodářství – pokus o kvantitativní rekonstrukci. In: Beneš, J., Pokorný, P. (Eds.), *Bioarcheologie v České republice. Bioarchaeology in the Czech Republic*. Přírodovědecká fakulta JČU v Českých Budějovicích a Archeologický ústav AV ČR Praha, pp. 443–470.
- Adamovič, J., Mikuláš, R., Čílek, V., 2010. Atlas pískovcových skalních měst České a Slovenské republiky. Academia, Praha.
- Bailey, G., Spikins, P. (Eds.), *Mesolithic Europe*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bronowski, J., Bobak, D., 1999. Problem mezolitu w Sudetach. In: Valde-Nowak, P. (Ed.), *Początki osadnictwa w Sudetach*. Instytut archeologii i etnologii PAN, Kraków, pp. 53–74.
- Clark, G., 1989. *Economic Prehistory. Papers on Archaeology by Grahame Clark*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Divišová, M., 2014. Hunter-gatherer Archaeobotany: Central European Mesolithic. Manuscript. Master diploma thesis. Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice.
- Divišová, M., Šída, P., 2015. Plant use in the Mesolithic period. Archaeobotanical data from the Czech Republic in a European context – a review. *Interdiscip. Archaeol.* 6, 95–106.
- Dreslerová, D., Waldhauser, J., Abraham, V., Kočár, P., Krivánek, R., Meduna, P., Sádlo, J., 2013. Bezdězsko – Dokesko v pravěku a laténské sídlíště v Oknech. *Archeol. Rozhl.* 65, 535–573.
- Geupel, V., 1985. Spätpaläolithikum und Mesolithikum im Süden der DDR. Veröffentlichungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Dresden 17. Berlin.
- Gorecki, P.P., 1991. Horticulturalists as hunters-gatherers: rockshelter usage in Papua New Guinea. In: Gamble, C.S., Boismier, W.A. (Eds.), *Ethnoarchaeological approaches to mobile campsites*, International Monographs in Prehistory, Ann Arbor, pp. 237–262.
- Horáček, I., 2007. Holocene history of the mammalian fauna in the Northern Bohemian sandstone region (Czech Republic). In: Čílek, V., Härtel, H., Herben, T., Jackson, A., Rendel, W. (Eds.), *Sandstone Landscapes*. Academia, Praha, pp. 265–272.
- Horáček, I., Ložek, V., 1988. Palaeozoology and the Mid-European Quaternary past: Scope of the Approach and Selected Results. *Rozprawy CSAV, řada MPV*, 98/4. Academia, Praha.
- Huntley, B., 1993. Rapid early-Holocene migration and high abundance of hazel (*Corylus avellana* L.): alternative hypotheses. In: Chambers, F.M. (Ed.), *Climate change and Human Impact on the Landscape*. Chapman & Hall, London, pp. 205–266.
- Innes, J.B., Blackford, J.J., 2003. The ecology of late mesolithic woodland disturbances: model testing with fungal spore assemblage data. *J. Archaeol. Sci.* 30, 185–194.
- Jankovská, V., 1992. Vegetationsverhältnisse und Naturumwelt des Beckens Jestřebská kotlina am Ende des Spätglazials und im Holozän (Doksy-Gebiet). *Folia Geobot. Phytotaxon.* 27, 137–148.
- Jankovská, V., Pokorný, P., 2008. Forest vegetation of the last full-glacial period in the Western Carpathians (Slovakia and Czech Republic). *Preslia* 80, 307–324.
- Komárková, V., 2005. Zpráva o rostlinných makrobytcích z Kristovy jeskyně. Manuscript. Laboratory of Archaeobotany and Paleoecology, Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice.
- Kováčková, L., Novák, J., Prostředník, J., 2012. Záchraný archeologický výzkum Konejlovky jeskyně v Klokočských skalách. *Fontes Nissae* 8, 56–68.
- Kuneš, P., Jankovská, V., 2000. Outline of Late Glacial and Holocene vegetation in a landscape with strong geomorphological gradients. *GeoLines* 11, 112–114.
- Kuneš, P., Pokorný, P., Jankovská, V., 2007. Post-glacial vegetation development in sandstone areas of the Czech Republic. In: Härtel, H. (Ed.), *Sandstone Landscapes*. Academia, Praha, pp. 244–257.
- Kuneš, P., Pokorný, P., Šída, P., 2008. Detection of the impact of early Holocene hunter-gatherers on vegetation in the Czech Republic, using multivariate analysis of pollen data. *Veg. Hist. Archaeobotany* 17, 269–287.
- Macklin, M.G., Bonsall, C., Davies, F.M., Robinson, M.R., 2000. Human-environment interactions during the Holocene: new data and interpretations from the Oban area, Argyll, Scotland. *Holocene* 10, 109–121.
- Magri, D., Vendramin, G.G., Comps, B., Dupanloup, I., Geburek, T., Gömöry, D., Latajova, M., Litt, T., Paule, L., Roure, J.M., Tantau, I., van der Knaap, W.O., Petit, R.J., de Beaulieu, J.-L., 2006. A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences. *New Phytol.* 171, 199–221.
- Novák, J., Sádlo, J., Svobodová-Svitavská, H., 2012. Unusual vegetation stability in a lowland pine forest area (Doksy region, Czech Republic). *Holocene* 22, 947–955.
- Novák, J., Svoboda, J., Šída, P., Prostředník, J., Pokorný, P., 2015. A charcoal record of Holocene woodland succession from sandstone rockshelters of North Bohemia (Czech Republic). *Quat. Int.* 366, 25–36.
- Peichlová, M., 1979. Historie vegetace Broumovska [Vegetation history of the Broumovsko region]. Ms. Cand. diss. Academy of Science CR, Průhonice.
- Peša, V., Jenč, P., 2016. Skalní převisy a komunikace v zemědělském pravěku a středověku Českosaského Švýcarska (sezóna 2015). *Minul. Českého Švýcarska* 10, 31–50.
- Petr, L., Sádlo, J., Žáčková, P., Lisá, L., Novák, J., Rohovec, J., Pokorný, P., 2014. Late-Glacial and Holocene Environmental History of an Oxbow Wetland in the Polabí Lowland (River Elbe, Czech Republic): a Context-Dependent Interpretation of a Multi-Proxy Analysis. *Folia Geobot.* 49, 137–162.
- Pleslová-Štiková, E., 1981. Mužský u Mnichova Hradiště. Pravěká skalní pevnost. Academia, Praha.
- Pokorný, P., Jankovská, V., Horáček, I., 2015. České Hercynikum versus Západní Karpaty: Klíčové biogeografické rozhraní Evropy v posledním glaciálu. *Zprávy České Bot. Společnosti* 50, 165–180.
- Přichystal, A., 2009. Kamenné suroviny v pravěku východní části střední Evropy. Masaryk University, Brno.
- Simmons, I.G., Turner, J., Innes, J.B., 1985. An application of fine-resolution pollen analysis to Later Mesolithic peats of an English upland. In: Bonsall, C. (Ed.), *The Mesolithic in Europe*. Donald Publishers, Edinburgh, pp. 206–217.
- Simmons, I.G., Innes, J.B., 1988a. Late Quaternary vegetational history of the North York Moors. VIII correlation of Flandrian-II litho-stratigraphy and pollen stratigraphy at North Gill, Glaisdale Moor. *J. Biogeogr.* 15, 249–272.
- Simmons, I.G., Innes, J.B., 1988b. Late Quaternary vegetational history of the North York Moors. IX numerical-analysis and pollen concentration analysis of Flandrian-II peat profiles from North Gill, Glaisdale Moor. *J. Biogeogr.* 15, 273–297.
- Simmons, I.G., Chambers, F.M., 1993. Vegetation change during the Mesolithic in the British Isles: some implications. In: *Climate change and Human Impact on the Landscape*. Chapman and Hall, London, pp. 109–117.
- Svoboda, J. (Ed.), 2003. *Mezolit Severních Čech – Mesolithic of Northern Bohemia*. The Dolní Věstonice Studies 9, Brno.
- Svoboda, J. (Ed.), 2017. *Mezolit Severních Čech II – Mesolithic of Northern Bohemia*. The Dolní Věstonice Studies 22, Brno.
- Svoboda, J., Jarošová, L., Drozdová, E., 2000. The North Bohemian Mesolithic revisited: the excavation seasons 1998–1999. *Anthropologie* 38, 291–305.
- Svoboda, J., Hajnalová, M., Horáček, I., Novák, M., Přichystal, A., Sajnerová, A., Yaroshevich, A., 2007. Mesolithic settlement and activities in rockshelters of the Kamenice river canyon, Czech Republic. *Eurasian Prehist.* 5, 95–127.
- Svoboda, J., Novák, J., Novák, M., Sázellová, S., Demek, J., Hladilová, Š., Peša, V., 2013. Paleolithic/Mesolithic stratigraphic sequences at Údolí samoty and Janova zátoka rockshelters (North Bohemia). *Archäologisches Korresp.* 43, 469–488.
- Turner, J., Innes, J.B., Simmons, I.G., 1993. Spatial diversity in the mid-Flandrian vegetation history of North Gill, North Yorkshire. *New Phytol.* 123, 599–647.

16. Pokorný, P. - Šída, P. et al. 2010: Palaeoenvironmental research of the Schwarzenberg Lake, southern Bohemia, and exploratory excavations of this key Mesolithic archaeological area. PA CI, 5-48. IF WOS 0

Palaeoenvironmental research of the Schwarzenberg Lake, southern Bohemia, and exploratory excavations of this key Mesolithic archaeological area

Paleoenvironmentální výzkum zaniklého jezera Schwarzenberg v jižních Čechách a navazující průzkum mezolitického archeologického prostoru

Petr Pokorný — Petr Šída — Ondřej Chvojka — Pavla Žáčková —
Petr Kuneš — Ivo Světlík — † Josef Veselý

Předloženo redakci v červnu 2009

Investigations of the Schwarzenberg Lake constantly bring important data on vegetation, landscape development, and human occupation since the end of the Last Glacial Maximum. Great scientific potential of the area base on conditions suitable for both palaeoenvironmental and archaeological research. This article is an attempt to summarize current state of knowledge on this important palaeoecological and archaeological area. Since the discovery in 1996, sediments of the extinct Schwarzenberg Lake represent the most complex archive of palaeoenvironmental information in the territory of the Czech Republic. Based on the results of pollen and other microfossils analyses, hypothesis on intensive occupation of the area in Mesolithic times was given. This hypothesis was largely supported by later archaeological survey and excavations. Eight Mesolithic archaeological sites were so far identified in the SE shore of the former lake. In the peninsula that protrudes to it, undisturbed dry archaeological site was discovered. In wet shoreline areas, excavated by test pitting, organic strata transformed by humans were found together with wooden artifacts. Their radiocarbon dating confirmed Early Holocene (Preboreal) age. Questions on human influence on environment and on occupation continuity since Late Glacial to Middle Holocene are the main concern in the present paper and also for future research.

Mesolithic, Late Palaeolithic, environmental archaeology, Late Glacial, Early Holocene, vegetation development, palaeoclimatology, organic artifacts

Výzkum jihočeského jezera Schwarzenberg (Švarcenberk) a jeho okolí opakovaně přináší cenná data pro poznání vývoje vegetace, krajiny a lidského osídlení na sklonku posledního glaciálu a ve starší polovině holocénu. Tento článek je pokusem o ucelené shrnutí dosavadního stavu poznání tohoto klíčového archeologického prostoru. Zdejší jezerní sedimenty patří mezi nejlépe dochované přírodní archivy na našem území. Proto je jejich výzkum v centru pozornosti již od roku 1996, kdy došlo k objevu rozsáhlého zaniklého jezera. Již na základě výsledků pylových analýz jezerních sedimentů byla vyslovena hypotéza o poměrně intenzivním mezolitickém osídlení. Později navázal i archeologický výzkum, který zmíněnou hypotézu rozsáhle podpořil. Nejdříve bylo povrchovými sběry zjištěno osm dílčích lokalit datovatelných do mezolitu. Na poloostrově vyběhající do dnešního rybníka byla objevena osídlená poloha, která vykazuje jen minimální pozdější narušení, a jsou zde v hojné míře přítomny zahloubené objekty datovatelné opět do mezolitu. V dochovaných příbřežních partiích bývalého jezera prokázala sondáž přítomnost dřevěných artefaktů uvnitř organických souvrství transformovaných člověkem. Radiokarbonové datování těchto vlhkých situací a v nich nalezených artefaktů prokázalo jejich raně holocenní stáří. Velkou předností zkoumaného prostoru jsou a) poměrně malé pozdější narušení zemědělskou činností, b) široké možnosti, které poskytuje těsné propojení paleoekologie s archeologií – environmentálně archeologický výzkum. V tomto článku klademe na paleoenvironmentální stránku věci zvláštní důraz, protože ta je zatím nejsilnější složkou výpovědi o minulosti zkoumaného mikroregionu a přináší důležité argumenty v otázce charakteru, trvání a kontinuity mezolitického osídlení.

mezolit, pozdní paleolit, environmentální archeologie, pozdní glaciál, raný holocén, vývoj vegetace, paleoklimatologie, artefakty z organických materiálů

1. Introduction

The former Schwarzenberg Lake¹ is situated 4 km south of the city of Veselí nad Lužnicí (49°9' N, 14°42' E) at 412 m a.s.l., in the northern edge of the Třeboň Basin, South Bohemia, Czech Republic (Fig. 1a, 1b). Discovery of the former lake dates back to the 1970's, when V. Jankovská unearthed lacustrine sediment under a layer of peat within the area of modern fish

¹ This study has been supported by grant no. IAXX00020701 of the Grant Agency, Czech Academy of Sciences, and Scientific project no. MSM4977751314 "Neglected archaeology". S. Vencl, J. Michálek, J. Fröhlich, R. Novák, and J. Eigner assisted during excavations and fieldwalking. We are grateful to Herb E. Wright for language correction and to anonymous reviewers who significantly helped to improve the final version of the manuscript.



Fig. 1a. Lake Schwarzenberg. Position of the site on map of the Czech Republic. Drawn by the editorial staff. — **Obr. 1a.** Jezero Schwarzenberg. Umístění lokality na mapě ČR. Kresba redakce.

pond (Jankovská 1976; 1980). Since the 1996, Petr Pokorný further followed this discovery by carrying out detailed stratigraphic survey. It soon came to light that an original lake of significant area had been found, as well as a long and uninterrupted fill of surprisingly old lake sediment in the center of the basin. Two littoral sections and one central profile (for location see Fig. 2) were gradually corroborated by means of pollen analysis, algae remains analysis, and macroremains analyses, which was aimed at describing the filling process of the lake's basin and the long-term vegetation successions connected to it (Pokorný — Jankovská 2000). The chronology of the sedimentary record is based on radiocarbon dates, chemical stratigraphy, and relative paly-

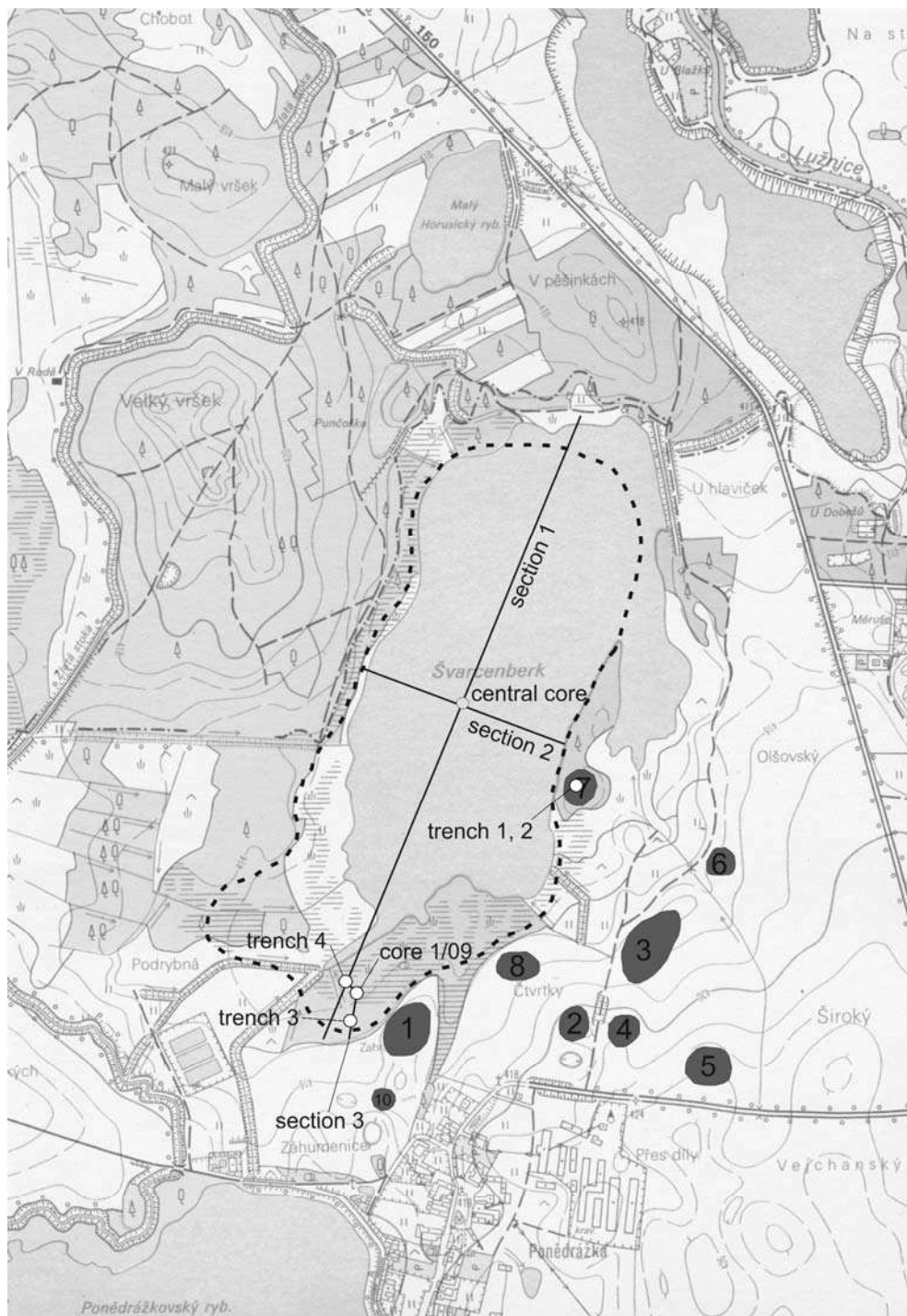
nostratigraphic dating. The central core, the bottom five meters of which arose over the course of the Weichselian (Würmian) Late Glacial period, was used to reconstruct the development of vegetation and geochemical changes in the lake's drainage basin in connection with the severe global changes which took place in the transition between the Pleistocene and the Holocene periods (Pokorný 2001; 2002). There was success in correlating traces of aeolian activity detectable in the lake sediments to the appearance of aeolian sand dunes in the region, and in explaining this phenomenon as a reaction to climate deterioration which occurred at the beginning of the Younger Dryas (Pokorný — Růžičková 2000). The palaeoecological potential of such an exceptional site has far yet to be fully exhausted by the research methods mentioned above. Remains of fish and other water organisms (Cladocera, Chironomidae, diatoms, etc.) are preserved in the sediment, and can be used in the reconstruction of local environment succession and in the study of climate changes of a regional and global character.

One important discovery in the exploratory phase of research came with the finding of an exceptionally intensive settlement in the Early to Middle Holocene periods, and the discovery that this settlement had a significant influence on the lacustrine ecosystem and to the vegetation in the surroundings. The first archaeological research in the area was undertaken in the year 1986 by Ivan Pavlů, who found only a solitary chipped stone tool by means of a field survey (Pavlů 1992, 8–10; Vencl /ed./ 2006). If we take our attention off this isolated finding, the presence of Mesolithic settlement was first discovered indirectly based on the presence of pollen grains of anthropogenic indicators and anomalous quantities of microscopic charcoal particles in lacustrine sediments dating back to the Early to Middle Holocene periods. In the littoral belt of the lake, findings of hazel nuts (*Corylus avellana*), raspberry and black-



Fig. 1b. Aerial photograph of the area of former Lake Schwarzenberg. In the foreground, aeolian sand dune of Late Glacial age is situated. Maximum (Early Holocene) extent of former lake is indicated by red dashed line. At present, artificial fish pond is in the basin. Photo P. Pokorný. — **Obr. 1b.** Letecký snímek prostoru bývalého jezera Schwarzenberg. V popředí Vlkovský přesyp – duna vátého písku radiokarbonově datovaná do období pozdního glaciálu. Největší rozsah zaniklého jezera v časném holocénu je vyznačen červenou přesuňovanou čarou a v současnosti zhruba odpovídá ploše umělé vodní nádrže – rybníka. Foto P. Pokorný.

Fig. 2. Situation plan of the study area with cores, trenches, sections and archaeological sites (in dark grey). Drawn by Petr Šída. — **Obr. 2.** Plán zkoumaného území s polohou vrtů, sond a archeologických lokalit (tmavě šedě). Kresba Petr Šída.



berry seeds (*Rubus idaeus*, *R. saxatilis*) stood out, as the probability of their entering the lake sediment on their own is quite small. These strong indirect findings pointed towards the presence of an exceptionally extensive settlement in the close surroundings of the former lake, dating from at least the very beginning of the Holocene period up until its half. The following archaeological research carried out in the year 2000 by S. Vencl (Vencl /ed./ 2006, 208–210) and mainly in the years 2005 and 2006 by authors of this article yielded abundant findings of chipped stone tools dating to the Late Palaeolithic and mainly Mesolithic periods. In carrying out such research, the discovered archaeological

sites have shown exceptional potential in the application of a number of palaeoecological and environmental archeology methods regarding its connection to lake and swamp environments. The present article follows namely this line of evidence.

2. Schwarzenberg Lake – its general characteristics and basin evolution

Extend of lacustrine deposits within the basin has been mapped in detail by approximately 120 hand borings (Fig. 3). The altitude of individual stratigraphic



Fig. 3. Winter coring from frozen surface of the Schwarzenberg fish pond. Photo P. Pokorný. — **Obr. 3.** Odběr profilu jezerními sedimenty ze zamrzlé hladiny rybníka Schwarzenberg. Foto P. Pokorný.

transitions was obtained by relative leveling. The former lake was found to have a maximum surface area of 0.51 km², and the ratio of the surface to drainage basin about 1: 8. Two lithological cross sections show the morphometry and the infilling of the depression (Fig. 4). Correlation of individual cores across the basin was achieved by visual stratigraphy, which reflects well the environmental conditions during the time of sedimentation (e.g. Younger Dryas sediments are characterized over the entire basin by the presence of three distinct yellowish layers of aeolian material, each about 1 cm thick). The striking features of the basin morphometry is its kidney-shaped form, surprising depth and declivity (the presence of very steep slopes), and relatively old age of its basal infilling. Unfortunately, no radiocarbon date exists from the basal sediments (due to the lack of macrofossils that can be used for ¹⁴C dating), but their age is estimated around 19,000 cal BP from extrapolation of radiocarbon dates and pollen-analytical results. On the basis of these finds, we explain Schwarzenberg Lake geomorphology as the remnant of a huge LGM (Last Glacial maximum) ground-ice lens – an open-system *pingo* (Eskimo local term used in periglacial geomorphology, e.g. by Washburn 1980; Harris — Ross 2007). What is surprising in case of former Schwarzenberg Lake is the unusually big size of its depression. Considering this fact and the observation of the „ridges“ dividing the basin into three main parts (see in Fig. 4), the origin of the lake can be best viewed as the remnant of some kind of a compound *pingo* structure. A similar thermokarst origin has been suggested for several semi-circular depressions in The Netherlands, Belgium, France, Germany, and Poland (Washburn 1980; de Gans 1988; Hoek 1997). The sandy geological substratum, the presence of several strong artesian springs on the site, and its location close to the river are the factors known to be favorable for *pingo* formation (Pissart 1988; de Gans 1988). The occurrence of such thermokarst phenomena has certainly some palaeoclimatic significance and may be used for mean annual air temperature reconstruction, suggesting this to be -1 °C or lower (Mackay 1988). The presence of *pingo* remnant with

depth of almost 12 meters indicates also a minimum permafrost thickness of this much.

According to the present state of regional research, we do not consider Schwarzenberg Lake an isolated feature of this kind. The presence of comparable thermokarst phenomena in the north of the Třeboň region was found to be more extensive than was initially suspected. At present, the existence of two smaller former lakes close to Schwarzenberg Lake has been verified by borings and explorative palaeoecological analyses (pollen, algal remains). The position of a number of other terrestrialized lakes is further suggested based on surface geomorphology, namely in the southern direction from Schwarzenberg Lake.

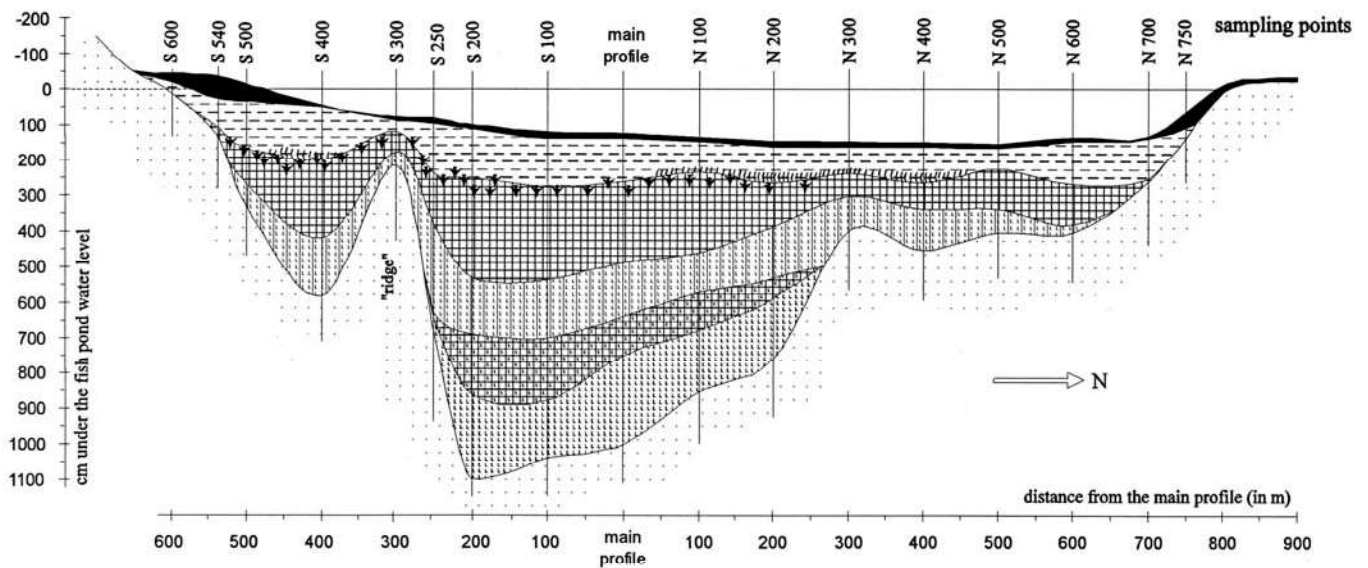
In the littoral parts of the former lake basin, only a thin layer of Pleistocene sediments is present, and deposits older than Late Glacial Interstadial are completely lacking. This can be explained by an intensive reworking of sediments along the shores during the Late Glacial and as a result of significantly lower lake levels before this period. Contrary to this, the core located in the central part of the lake basin contains as much as 5 meters thickness of sediments older than the Late Glacial. This can be considered the thickest and most complete sedimentary record so-far known for this period from the territory of the Czech Republic.

Local vegetation succession in response to the lake basin development can be best reconstructed on the basis of macrofossil analyses (Figs. 9, 23, 25).

Shortly after the formation of the lake, fossil evidence suggests the development of pioneer lake-bottom vegetation. Pollen and macrofossils from submerged water plants are virtually absent while large quantities of Charophyta oospores are found in the bottommost sediments (cf. *Chara strigosa*, a pioneer with subarctic modern distribution, preferring clear oligotrophic water). This initial stage was soon succeeded by submerged aquatic vegetation (macrofossils and pollen of *Potamogeton*, *Myriophyllum*, *Ranunculus* subgen. *Batrachium*), that probably outcompeted the charophytes on bottom of the lake.

Marked climatic amelioration characteristic for the onset of the Late Glacial Interstadial resulted in significantly increased organic production of the Schwarzenberg Lake, as reflected in the sharp transition from minerogenic to more organic sedimentation. In the littoral zone, evidence of transgression (rise in water level) is documented for this period. In the aquatic environment, submerged macrophytes (*Potamogeton*, *Myriophyllum*, *Ranunculus* Subgen. *Batrachium*) expanded immediately in response to climatic warming. The massive occurrence of perch (*Perca fluviatilis*) scales is characteristic for Late Glacial Interstadial sediments within the entire basin. Perch is a little demanding fish that can survive even in subarctic lakes. The fry is produced in large quantities and feeds on plankton or benthic organisms. Adults can feed mostly on their own young and this way may reach high population densities. This cannibalistic food chain is described from several contemporary Siberian lakes (Holčík 1977; Karasev 1987) and we assume the same circumstances also for Schwarzenberg Lake during the Late Glacial Interstadial.

a) Švarcenberk – stratigraphy at section 1



b) Švarcenberk – stratigraphy at section 2

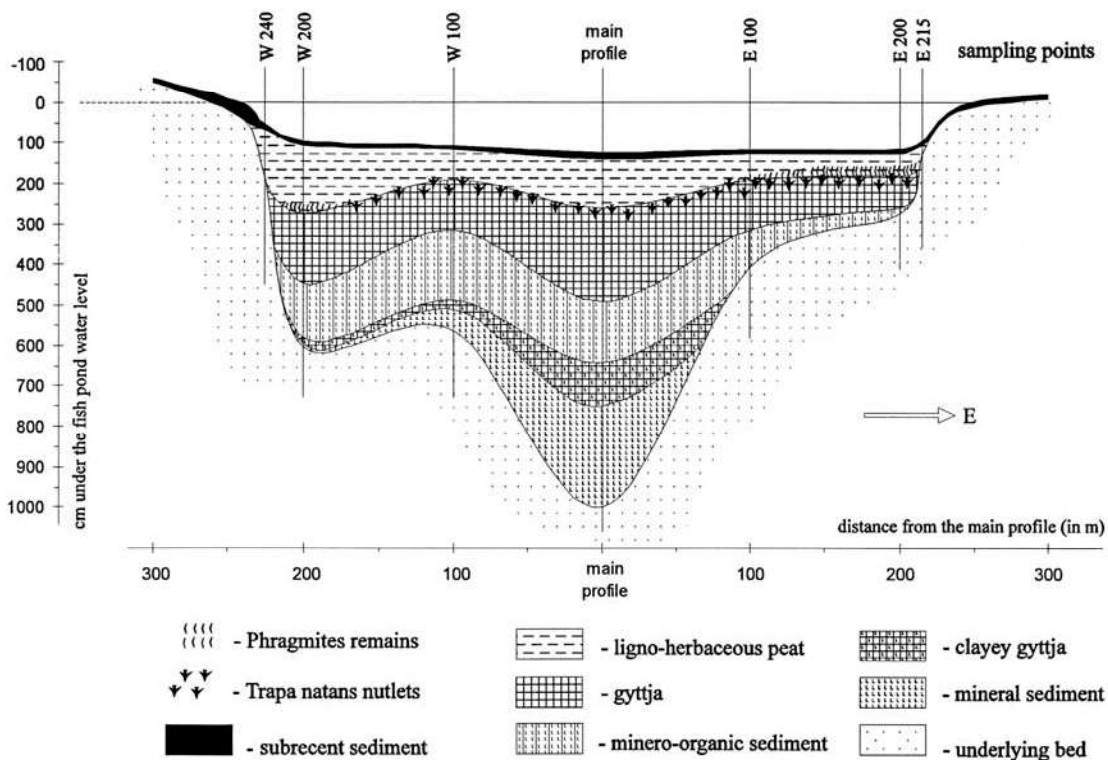


Fig. 4. General stratigraphy in sections 1 and 2. Drawn up by Petr Pokorný. — Obr. 4. Stratigrafické schéma v řezech 1 a 2. Sestavil Petr Pokorný.

Connected to a climatic deterioration of the Younger Dryas, the sediments in the lake became again more minerogenic (with significantly less organic carbon, N and P; Fig. 5). Drier climate caused new drop in water level, approximately 1.5 meters down. New transgression followed in the end of the Younger Dryas period. During the Pleistocene to Holocene transition, the water level abruptly rose by about 2.5 meters.

Organic sediment rich in plant macrofossils (algal gyttja) started to form in the basin at the very beginning of the Holocene. Due to rapid sediment accumulation, the lake quickly filled-in from outline to its center. The final stage of terrestrialization lasted about 3,000 years (8,500–6,500 cal BP). Individual centripetal zones of the basin crossed the ecological boundary (hydrosere) from aquatic to semi-terrestrial environment at different mo-

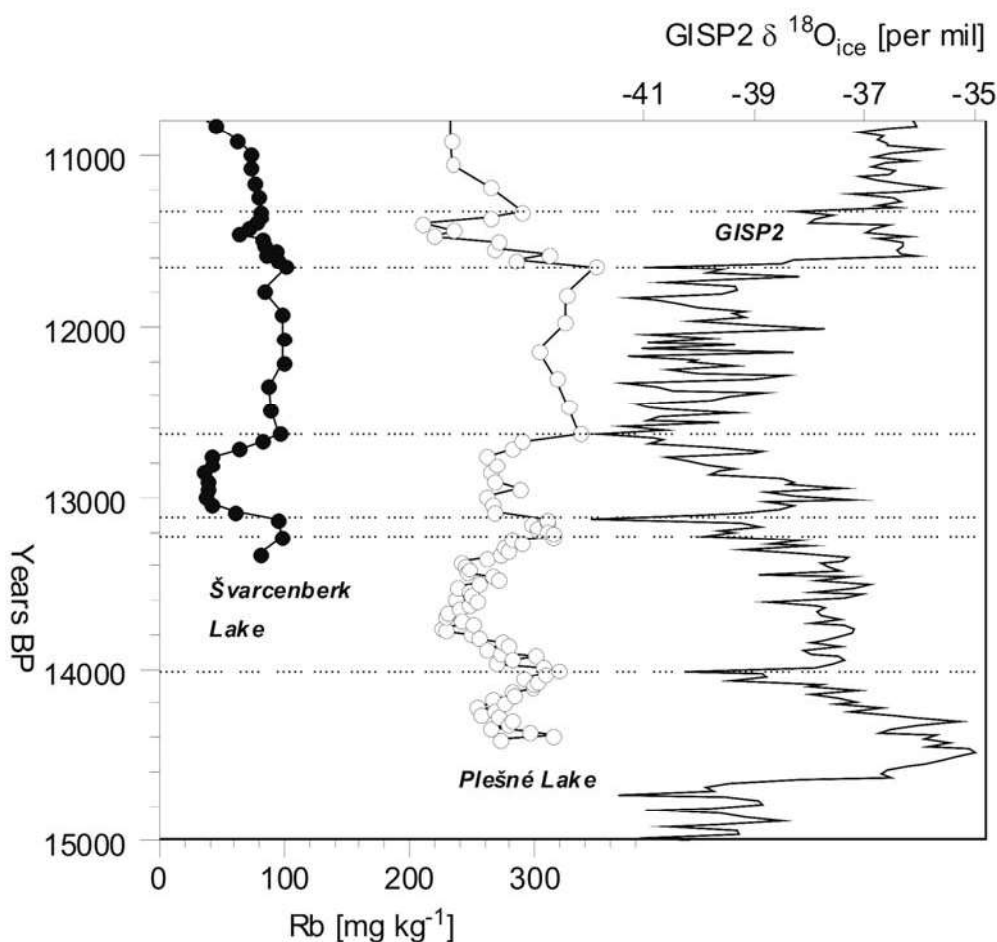


Fig. 5. Inverse relationship between $\delta^{18}\text{O}$ in Greenland ice (Stuiver et al. 1995) and rubidium concentrations in Schwarzenberg and Plešné Lake sediment cores. Decreases in Rb concentrations (ignited basis) in the Late Glacial/Preboreal transition were synchronised with increases of $\delta^{18}\text{O}$ in the ice core (dash lines) and plotted against the GISP2 age scale. The calendar age for each sediment layer was obtained by linear interpolation. The maximum Rb values correspond to the major cold period of the oxygen isotope curve while minimum values correspond to the warmest periods of greatest duration. — **Obr. 5.** Inverzní vztah mezi záznamem $\delta^{18}\text{O}$ z Grónského ledovce (Stuiver et al. 1995) a koncentracemi elementárního rubidia v sedimentech jezer Schwarzenberg a Plešného. Poklesy v koncentracích Rb během přechodu pozdního glaciálu a holocénu byly synchronizovány s nárůstem $\delta^{18}\text{O}$ v ledovcovém vrtu GISP2 (přerušovaná čára) a byla jim následně přisouzena ledovcová chronologie. Nejvyšší koncentrace Rb odpovídají hlavním chladným oscilacím, nejnižší koncentrace naopak oscilacím teplým.

ments, followed by a characteristic vegetation succession. This succession had character of a typical eutrophic hydrosere as described by G. Lang (1994) and H. Ellenberg (1996). For the transitional stage, shallow pools with dense aquatic vegetation dominated by *Trapa natans*, *Potamogeton natans* and charophytes (mainly *Nitella flexilis*) are characteristic. Following complete terrestrialisation of the lake, eutrophic *Carex* fen (dominated by *Carex pseudocyperus*, *C. rostrata* or *C. vesicaria*) developed and peat accumulation began. These communities were soon succeeded by alder carr (*Alnus glutinosa* stand) with some spruce and birch in the edges, while the centre of the former basin developed into an oligotrophic moss (*Sphagnum*) peat-bog. As a result, this part of the basin became more isolated from the water runoff from the catchment and from the sources of ground water. Concentric vegetation zonation developed from the edges to the centre of the basin, reflecting gradient in nutrient availability. During the next ca. 1,000 years, oligotrophic bog communities spread towards the periphery of the mire.

The sedimentary record ends in the center of the basin at around 4,000 cal BP. Today the site is heavily influenced by intensive management: Between 1698 and 1701 a fishpond was constructed directly on the site, and its waters almost completely flooded over the peat and the underlying lake sediments. In the littoral zone of the fish-pond peat sedimentation still continued, but in places the sediments were disrupted by peat-cutting in Medieval times (as evidenced by excava-

tions in opened littoral trenches). Modern plowing and subsequent soil erosion resulted in silt load to the basin.

3. Chronology

Accurate dating is critical for the interpretation of any lacustrine palaeoarchives. Also in our case the chronology is mostly based on radiocarbon measurements. Radiocarbon dates are reported in this paper in calibrated form (cal BP). Calibration was performed using *IntCal 04* software. Unfortunately, obtaining a high-precision chronology for the Late Glacial and Early Holocene, both periods of topmost importance for our study, is somewhat problematic (Andrée et al. 1986; Lowe — Walker 2000; Pilcher 2003; Wohlfarth 1996; Walker 2001; Labeyrie et al. 2003). Lake sediments of the Late Glacial and Early Holocene periods are often very difficult to date because the environment was unfavourable for production and conservation of organic matter datable by ^{14}C method. Calendar age assessment of sediments in the periods of rapid climatic warming may be hindered by the existence of periods of constant ^{14}C age (so-called 'plateaux' — Ammann — Lotter 1989). Problems with mineral ('dead') carbon or in-wash of older organic carbon detritus (Andrée et al. 1986) lead to dates being too old. The potential of ^{14}C dating can be improved by curve fitting (Pearson 1986), the so-called 'wiggles matching' of a large numbers of AMS ^{14}C

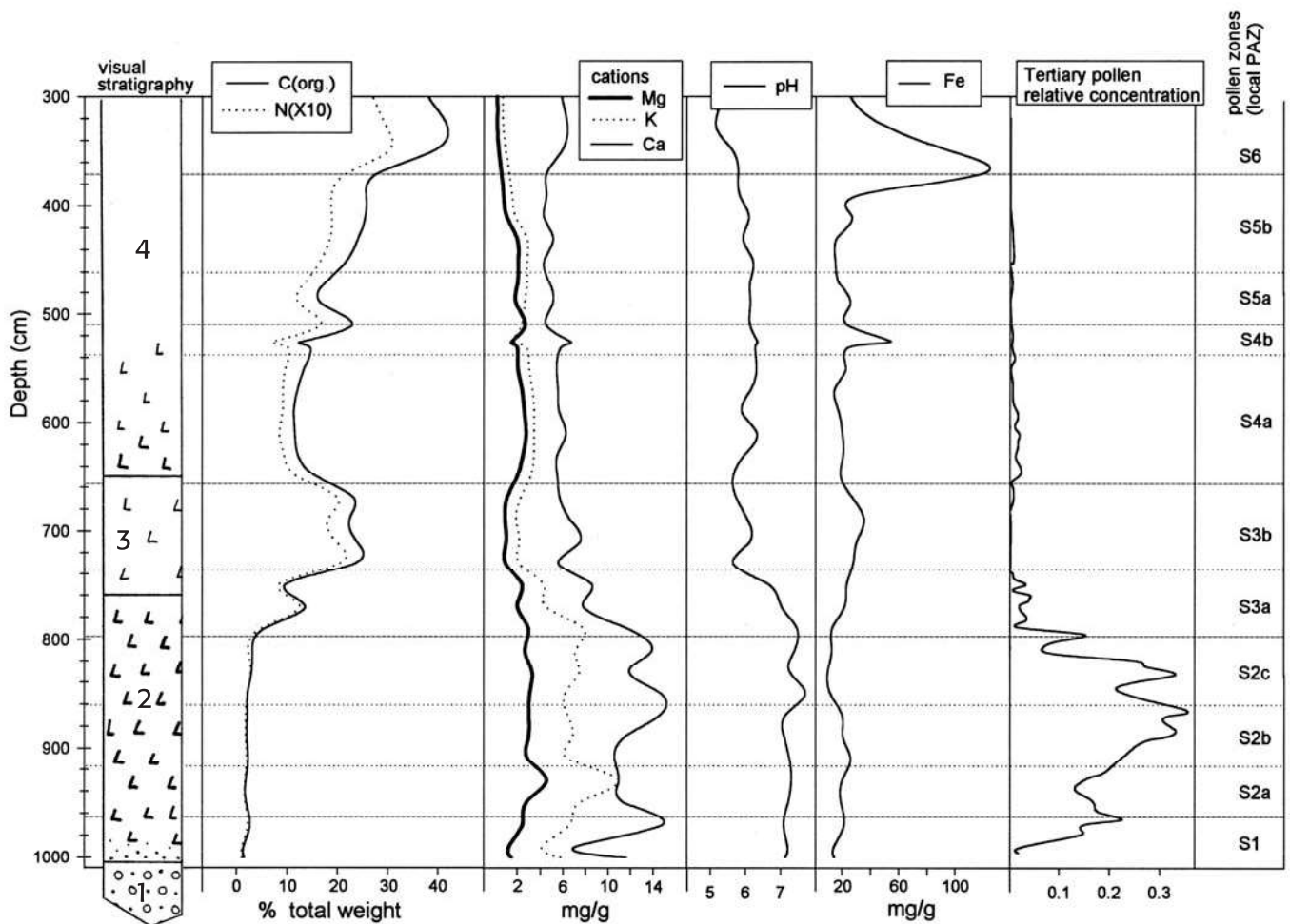


Fig. 6. Sediment chemistry in Schwarzenberg central core. Lithology: **1** – sand with silt, **2** – silt with organic admixture, **3** – silty gyttja, **4** – gyttja with decreasing admixture of silt from the bottom. — **Obr. 6.** Chemické analýzy sedimentů hlavního vrtu ve středě jezerní pánve Schwarzenberg. Litologický popis: **1** – jílovitý písek, **2** – jíl s organickou příměsí, **3** – jílovitá gyttja, **4** – gyttja s postupně klesajícím podílem jílu.

dates (Van Geel — Mook 1989; Kilian — Van der Plicht — Van Geel 1995) or by statistical analysis (Ramsey 1998). In spite of problems with absolute dating of Late Glacial events due to the occurrence of ^{14}C plateaus, the biostratigraphic subdivision of NW European Late Glacial is today well fixed on absolute time scale (Ammann — Lotter 1989; Wohlfarth 1996). In the case of the Schwarzenberg Lake, detailed correlation of recognized biostratigraphic boundaries with events described from other parts of Europe is not possible on an absolute chronological basis due to the above mentioned problems and lack of many AMS radiocarbon dates of terrestrial plant remains that would allow 'wiggle matching'. Biostratigraphical terminology is therefore followed in this paper. Local pollen assemblage zones (PAZ) are correlated with regional climatostratigraphical units according to Mangerud et al. (1974) and Ammann — Lotter (1989).

A promising tool for dating of the lake sedimentary record has been newly developed and therefore requires more detailed description. The method has been successfully applied for the first time in the central core of the Schwarzenberg Lake and, to allow a comparison of the results, also in a core of the Plešné Lake that is situated at Šumava (Bohemian Forest) Mountains. As

shown by these results (see Fig. 6), changing rubidium (Rb) concentrations in lake sediments can be a good indicator of past climatic development. Rb remains unaffected by sediment diagenesis, and by concentrations of Fe and Mn oxi-hydroxides. Even in highly organic sediments the small mineral fraction may be responsible for most of the Rb fixation. This is consistent with the aluminosilicate affiliation of elements. Variations of Rb concentration observed in lacustrine sediment are related to climate through pedogenesis and rate of leaching of substrata present in the catchment. Rb is strongly retained in the weathering zone due to adsorption or exchange onto clay minerals (e.g., vermiculite) and may not be removed until extensive K-feldspar alteration occurs (Nesbitt — Markovics — Price 1980). Unweathered rock detritus with the highest Rb concentration is transported into lake basin mostly in cold periods. As climate ameliorates and/or the landscape begins to stabilise its vegetation and soils after a cold event, Rb in lake sediments will decrease due to the bonding of Rb to more strongly weathered clay minerals in the catchment. Rubidium fixation in soil is then a tracer of the transformation process affecting the 2:1 clay minerals in the acid brown earth-podzol weathering sequence kaolinite, illite, chlorite, vermiculite and

smectite (Herbauts 1982; Ross — Schuppli — Wang 1989). As a result, minerogenic lake sediments of similar composition are more or less depleted in Rb depending on the relative intensity and duration of weathering. In contrast to the sediment, Rb concentration in soils in the catchment usually increases as pedogenesis takes place (Chen et al. 2000).

4. Bio- and chrono-stratigraphy of the Schwarzenberg Lake central core

Organic deposits suitable for palaeoecological research usually began to form about 15,000 cal BP in western and north-western Europe, being classified in different Late Glacial phases by the means pollen analysis. In non-glaciated, continental regions of Central Europe this subdivision is usually not possible, either because minerogenic sediments contain no pollen or because sediments simply did not accumulate at this time. Particularly lacustrine sequences are very rare in these regions. Schwarzenberg Lake is a unique example with extensive and well-stratified Late Glacial record. High sediment accumulation rates permit the detection of brief Late Glacial climatic oscillations, so that comparison can be made with numerous results from western and northwestern Europe, where the basic biostratigraphic and climatostratigraphic concepts have been developed (Iversen 1954; Mangerud et al. 1974; Watts 1979). As postulated by Ruddiman — McIntyre (1981) and later recognized in terrestrial records within the areas adjacent to the North Atlantic (e.g. Lowe et al. 1994; Walker 1995), the rapid climatic changes during the last glacial-interglacial transition can be ascribed to large-scale shifts in the position of the oceanic Polar Front, which have ampho-Atlantic or even global effects (e.g. Peteet 1995). The great distances from North Atlantic and from major ice sheets, as well as the high degree of regional environmental diversity, are the most important factors that could cause certain differences in climate and provoke distinct biotic responses to climatic changes in the area under study. It is well known that the response of biological populations to climatic change is likely to be greatest near the margin of their distributional limits (Watts 1979). Rapid climatic changes during the last glacial-interglacial transition usually affected only local populations and did not permit long-distance migrations (Ammann 1989). This caused a high degree of inter-regional biological diversity, depending on local availability of organisms.

4.1. Development prior to the Late Glacial Interstadial

By ca. 19,000 cal BP, the advanced state of warming is recorded in the eastern Alps, for at least some glaciers had receded more than two-thirds of their original LGM length (Lundqvist — Saarnisto 1995). In the Swiss Alps, a very fast decay of glacier ice must have occurred between about 21,000 and 20,000 cal BP (Ammann et al. 1994). At about that time, North American and Scandinavian ice sheets were at their full retreat (Lundqvist — Saarnisto 1995; Tyráček 1995). Thermokarst lakes are

usually the first indicators of climatic amelioration in the periglacial zone (Lundqvist — Saarnisto 1995). The basal age, estimated to be around 19,000 cal BP for the bottommost sediments of Schwarzenberg Lake central core, represents the minimum possible age of the lake that most likely originated by permafrost thawing. This suggests the change from high-arctic to somewhat warmer conditions. The vegetation cover during this time can be reconstructed from the pollen spectra: Treeless vegetation of steppe and tundra character prevailed in the area.

Pinus percentages ranging between 60 % and 75 % are characteristic for S2 local pollen-analytical zone (PAZ) – see pollen diagram in Fig. 7. Rather straightforward evidence for climatic amelioration is present especially in S2b subzone, when *Pinus* percentages reach their maximum. Pine by then was a successful competitor for light against the heliophyllous vegetation, for indicators of certain open communities declined. Reconstructed vegetation cover during S2b subzone can be characterized as a mixture of shrub-heath and steppe patches with scattered pine trees. From this point of view, the find of a shrew (*Sorex cf. araneus*) mandible in the lake sediments is particularly interesting, for shrews are characteristic of sparsely wooded landscapes (I. Horáček, pers. comm.)

High *Pinus* percentages recorded at Schwarzenberg during the pre-Bölling period notably exceed those found elsewhere in Europe at that time and suggest the local occurrence of *Pinus* stands. B. Huntley — B. J. B. Birks (1983) conclude that pollen values >50 % indicate for local dominance of pine. B. Ammann et al. (1994) suggested the Oldest Dryas *Pinus* percentages around 20 % originated from long-distance transport. Increase of *Pinus* from 20 % to 65 % is defined as the rational limit by B. Ammann — A. F. Lotter (1989) and A. F. Lotter et al. (1992). Surface pollen samples of the woodland-steppe ecotone in Inner Mongolia and Southern Siberia suggest *Pinus* pollen percentages exceeding 70 % indicate dense local pine woodland (Liu et al. 1999; Kuneš et al. 2008). In the ecotone itself and in the edge of the steppe zone these values decrease to 30 % or lower. According to S. C. Poser (1984) the poleward limit of forest in Europe approximates the 10 °C isotherm for July (inferred minimum July temperatures for S2 zone are 11 °C). In the Alpine region, and also elsewhere in western Central Europe, pine expands about 15,000 cal BP or even later in Alleröd chronozone (e.g. Watts 1979; Hoek 1997; Bos 1998). This pine expansion is not accompanied by other indicators of climatic warming and therefore is considered to be caused by lagged immigration (Gaillard 1984; 1985). The early pine expansion in the area under study can be ascribed to the rapid response of *Pinus* populations expanding from locally present glacial refugia shortly after climatic amelioration. Favorable meso-climatic conditions (in the form of high local humidity) in the marshy area of Třeboň Basin might have played a significant role in early reforestation as well. In continental parts of Central Europe, *Pinus sylvestris* and possibly some other demanding species might have persisted locally through the entire LGM. Pine is known to tolerate and even reproduce under extremely severe climatic conditions (usually in

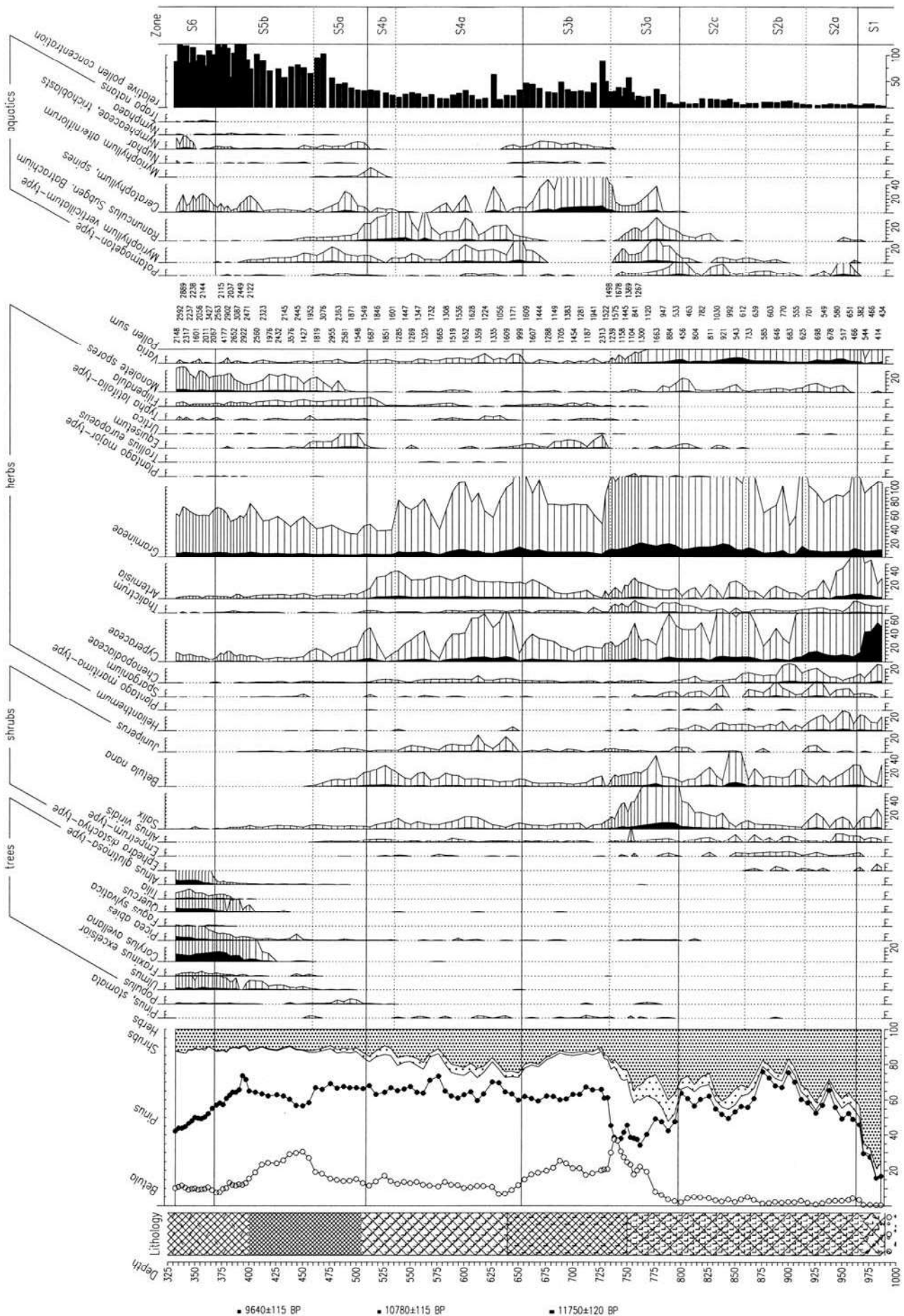


Fig. 7. Late Glacial to Early Holocene percentage pollen diagram from Schwarzenberg central core Analysis: P. Pokorný. — **Obř. 7.** Procentický pylýový diagram období pozdního glaciálu a časného holocénu v centrálním vrtnu jezerní pánvi Schwarzenberg. Analýza provedl P. Pokorný.

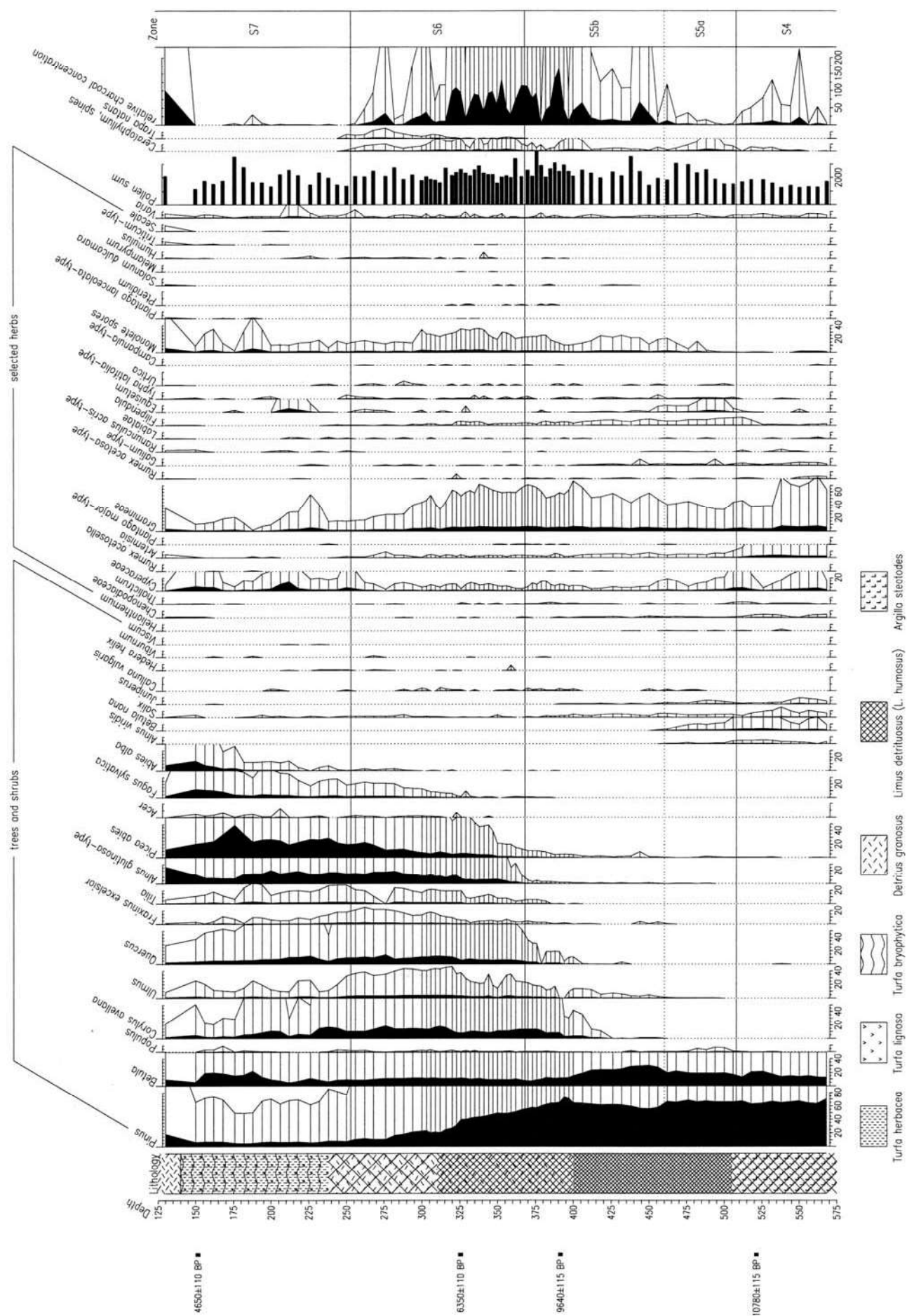


Fig. 8. Holocene percentage pollen diagram from Schwarzenberg central core. Analysis: P. Pokorný. — **Obr. 8.** Procentický pylový diagram v centrálním vrtu jezerní pánvi Schwarzenberg. Analýzu provedl P. Pokorný.

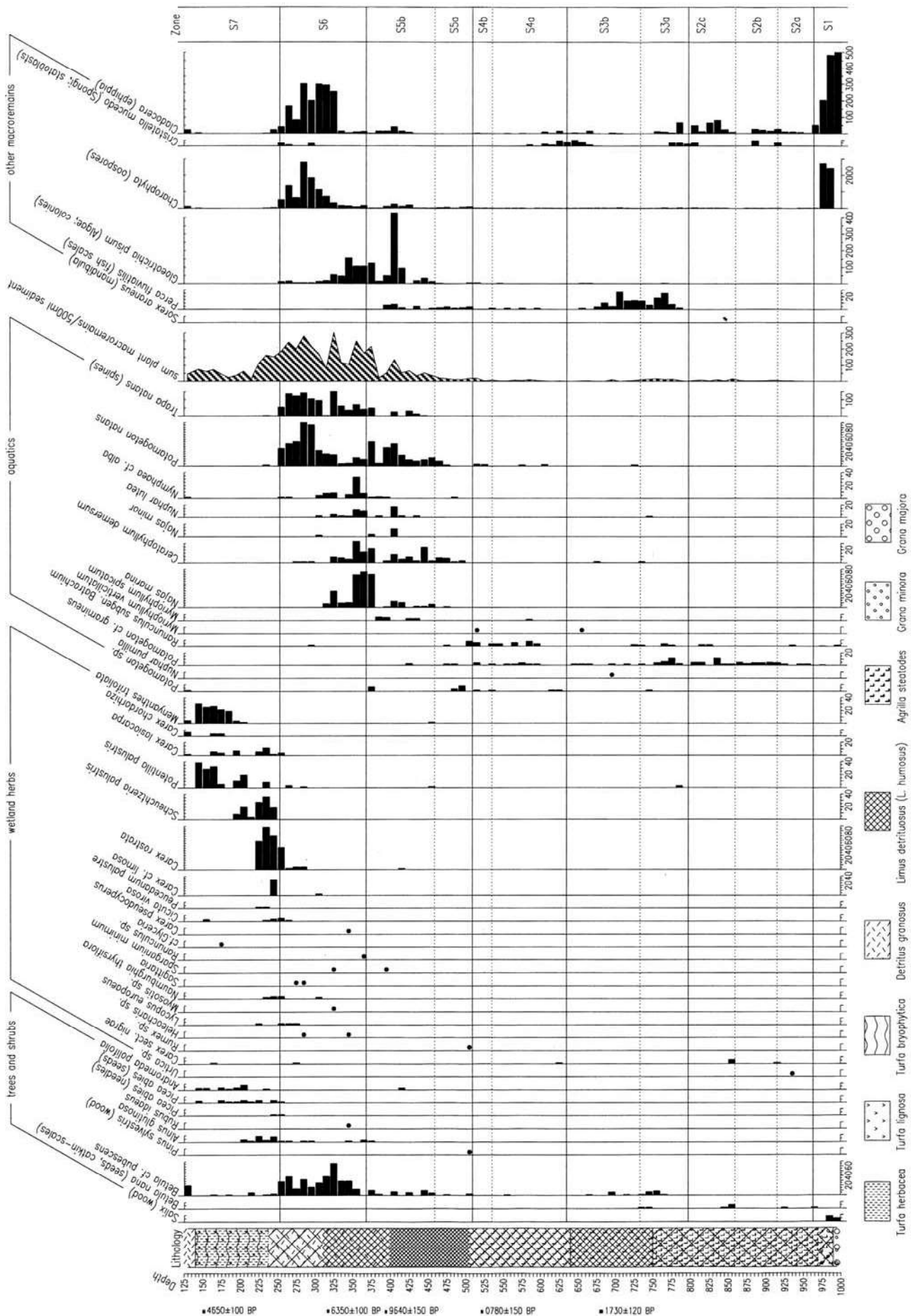


Fig. 9. Selected result of macrofossil analysis from Schwarzenberg central core. Standard volume of sediment = 150 ml. Analysis: P. Pokorný. — **Obř. 9.** Vybrané výsledky makrobytkové analýzy v centrálním vrtu jezerní páni Schwarzenberg. Standardní objem = 150 ml. Analýzu provedl P. Pokorný.

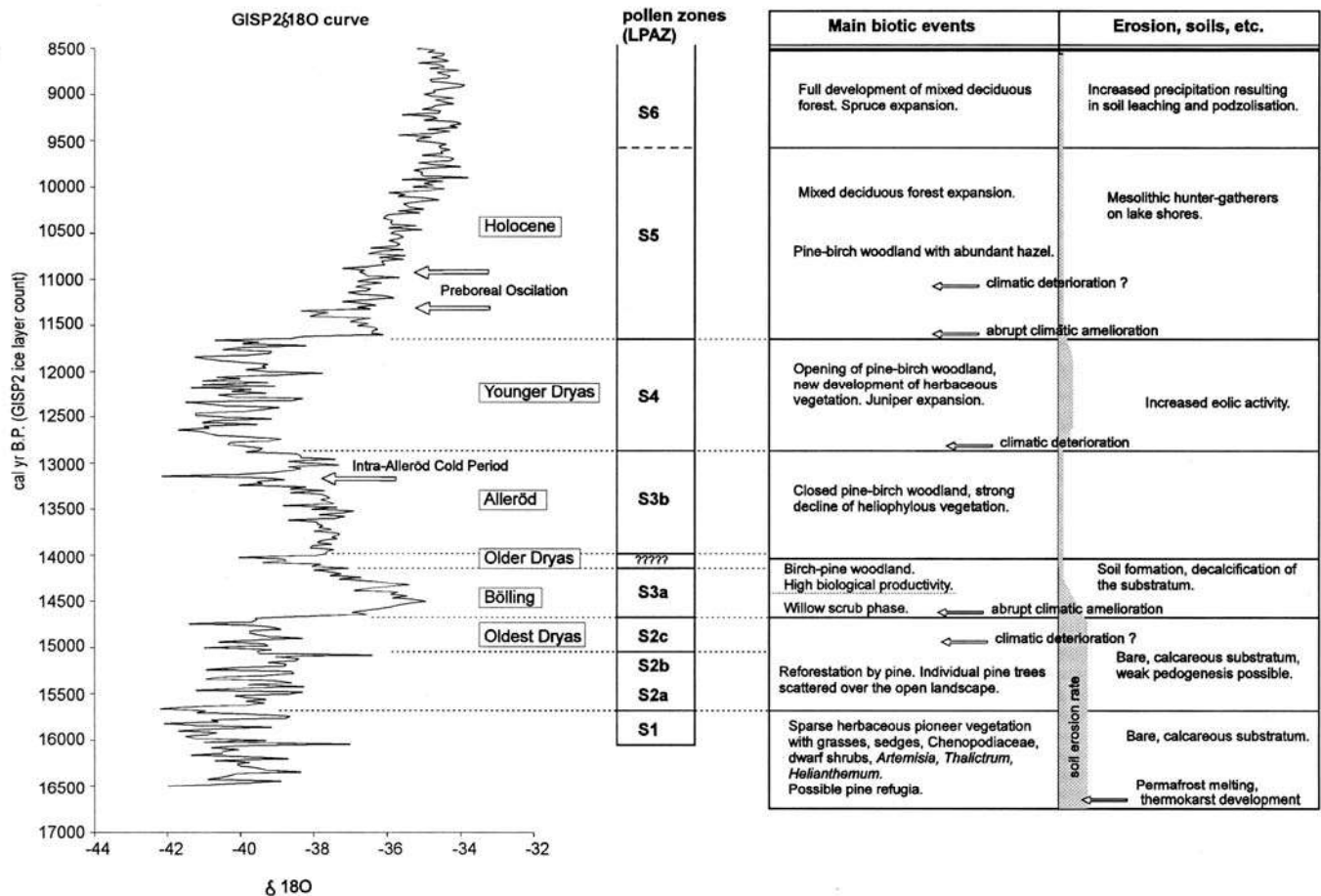


Fig. 10. Overview of Schwarzenberg central core biostratigraphy, climatic events, and correlation with Greenland ice oxygen isotope stratigraphy (GISP2; Stuiver et al. 1995). — **Obr. 10.** Přehled biostratigrafie v centrálním vrtu pánvi Schwarzenberg, klimatické události a korelace s kyslíkovou izotopovou stratografií Grónského ledovce (GISP2; Stuiver et al. 1995).

dwarf forms), either dry, windy, or cold. Unfortunately, it is usually not possible to discriminate between a pollen peak caused by a population invading from another region and one caused by local expansion of the species previously present but climatically little favored (Watts 1979). This is true mainly in the case of pine pollen transported from a long-distance.

Unfortunately, exact dating of the period of first pine expansion is missing, although it certainly antedates the Bölling chronozone and ranges approximately to the period between 18,000 and 16,000 cal BP. This result is consistent with similar evidence from southwestern European pollen records (Beaulieu — Reille 1984; Jalut et al. 1992; Beaulieu et al. 1994) and the finds from northwestern Norway (Vorren et al. 1988; Alm — Birks 1991), where early signs of climatic amelioration are found at around 18,000 cal BP. In northern Germany (Metendorf Interval) and The Netherlands (Epe Interval), there is also evidence for some short-lived warmer oscillation around 18,000 cal BP (Menke 1968; Kolstrup 1980). At about that time, weak traces of initial pedogenesis in the eastern part of Central Europe indicate a short break in loess deposition during the period of slightly warmer and wetter climate (Tyráček 1995).

The terminal phase of S2 zone, reflected in pollen diagram from Schwarzenberg Lake as the period of new *Pinus* decline and a new expansion of open-communities indicators, can be interpreted as the episode of certain climatic deterioration and can be correlated with the Oldest Dryas chronozone (*sensu* Ammann et al. 1994 and Stuiver — Grootes — Braziunas 1995). In the Alps as well as in Scandinavia and North America, the Oldest Dryas is known to be period of temporary glacier readvance (Lundqvist — Saarnisto 1995).

High values of sedimentary Mg, K, and Ca during the entire pre-Bölling period (Fig. 6) may be explained as derived from eroding, unstable soils. Low nutrient status of the lake and its catchment together with low productivity (N and organic C values are very low during that time) were primarily caused by low energy input into the ecosystem. The local PAZ boundaries recognized in the pre-Bölling record from Schwarzenberg Lake are compared (in Fig. 10) with $\delta^{18}O$ curve of the Greenland ice core GISP2 (Stuiver — Grootes — Braziunas 1995). Rather high degree of correspondence exists between these two.

4.2. Late Glacial Interstadial

An abrupt warming is recorded in the areas adjacent to the North Atlantic around 15,500 cal BP, during Oldest Dryas - Bölling transition (Lowe et al. 1994). Reforestation by birch and later by pine is recorded over most of NW and Central Europe during that time. Closing of the immigrating forest canopy is usually anticipated by the period of *Juniperus* expansion. Juniper was an important pioneer shrub after a period of prevailing herbaceous vegetation, and its phase is prominent especially in the Alpine region and in Western Europe. Farther to the east, this shrub appears to be much less significant in the Late Glacial vegetation (Huntley — Birks 1983). In the area under study, juniper plays only a minor role, for only an ambiguous *Juniperus* peak occurs during the Oldest Dryas - Bölling transition. Instead of that, prominent willow (*Salix*) peak characterize this transitional phase. M. J. Gaillard (1985) suggested that *Salix caprea* may have grown as a pioneer species before expanding birch woodland. The *Betula nana* peak accompanying that of *Salix* is most likely another result of climatic improvement, reflecting shrub-heath development prior to the closing of forest canopy. This resembles the *Betula nana* phase during the very beginning of the Late Glacial Interstadial in the Swiss Alps (Lotter et al. 1992; Ammann et al. 1994). The response of locally present species to climatic amelioration precedes the immigration of more thermophilous species and shows entirely no lag-phase.

In the second half of S3a subzone, tree birch became dominant in the pollen spectra in favor of NAP (non-arboreal pollen sum) and *Pinus*. *Betula* dominated forest developed, outcompeting most of the heliophilous plant communities. *Betula* and *Pinus* pollen percentages are almost the same, indicating the diminished role of pine in fully developed Interstadial forests. Shortly after, the marked transition is recorded in the pollen diagram: *Betula* percentages suddenly decrease again in favor of *Pinus*, pointing to the change of proportion between these two in the regional forest cover. Heliophilous herbs generally decrease to their Late Glacial minima during this *Pinus* phase, indicating that this vegetation change was a progressive closing of the forest canopy. *Pinus* expansion may indicate increasingly severe conditions, particularly in winter, i.e. increase in continentality (Walker 1995). This event can be correlated with the Bölling - Alleröd transition, which appears to be abrupt in the pollen record. No distinct transitional phase attributable to Older Dryas is present. If this oscillation occurred in the area under study, it had only a small impact on the vegetation. A short-lived climatic deterioration for the Older Dryas is generally recognized in central and western Europe (e.g. Walker 1995), although in some sites its recognition is out of temporal resolution of the analyses or out of the climatic threshold of plant communities involved. It is well known, that the response of any plant population to climatic change is likely to be greatest near the margin of its tolerance (Watts 1979). Giving the example from Switzerland, the Older Dryas (often correlated with *Aegelsee oscillation* in this region) is not detectable at low-lying sites but is apparent at higher altitudes (above cca 600 m a.s.l.),

where the climatic limits of respective indicator species have been crossed (Lotter et al. 1992; Ammann et al. 1993). During the Late Glacial Interstadial, marked climatic gradients developed over Europe, with temperature differences as much as 6–7 °C within a few hundred kilometers (Lowe et al. 1994). Under these conditions, the response of vegetation to climatic changes must have been very diverse in relation to geographical position of the site.

The Late Glacial Interstadial appears in the Schwarzenberg Lake to be a period with significantly increased organic production, as reflected in the sharp transition from minerogenic to organic sedimentation (with high organic carbon and nitrogen content in the sediment). The declining values of Mg and K in the Interstadial sediments are the result of the formation of clay minerals in the soil horizons, as soils developed progressively in the lake catchment: During episodes of relatively stable soils, deep weathering of mature soil profiles should diminish the base content of mineral material prior to its erosive removal and sedimentation in lake basins (Engström — Wright /Jr./ 1984). The same process of soil development is recorded also in lowland loess plateaus of the Czech Republic: Loess formation, which is characteristic of LGM, generally terminates during Bölling phase, and initial pedogenesis takes place during that time (Ložek — Čílek 1995). The decalcification of soil horizons (see the decrease in sedimentary Ca) together with expanding forest was responsible for ultimate decrease in *Helianthemum* pollen percentages.

4.3. Younger Dryas

The Younger Dryas as a biozone is widely recognized over the most of Europe. Concerning the duration and amplitude, this climatic oscillation is the most important during the whole Late Glacial period (Lotter et al. 1992; Björk 2007). YD climatic deterioration, dated roughly between 13,000 and 11,500 cal BP, is correlated with a re-advance of polar waters into the North Atlantic. Although the consequences of this event are registered more strongly at the sites near the ocean fringes of northern Europe, it is widely accepted today that regional changes in climatic regime may have been just as great in southern and eastern regions of Europe as in northern part of this continent (Lowe — Watson 1993; Beaulieu et al. 1994; Khotinsky — Klimanov 1997). Although the problems of absolute dating accompany the recognition of Younger Dryas event (the „¹⁴C plateau“; Ammann — Lotter 1989), it has been described from many sites in the World and today is believed to be a global event (Peteet 1995; Björk 2007). For the territory of the Czech Republic, almost no reliable between-site comparison has been possible for the Younger Dryas. Only at Vracov, southern Moravia (Rybničková — Rybniček 1972), it is marked by a small *Juniperus* and *Salix* rise after 13,000 cal BP, but its identification is difficult.

In the Schwarzenberg Lake central core, clear evidence of climatic deterioration is ascribed to Younger Dryas chronozone. The values of *Betula* decrease,

whereas those of *Alnus viridis*, *Salix*, *Betula nana*, Chenopodiaceae, and *Artemisia* increase. Proxy-evidence suggests that climatic deterioration was an increase in continentality rather than decrease in summer temperatures (see also Ammann 1989), for assumed minimum July temperatures are at least 12 °C. The same values are reconstructed for western Poland (Walker 1995). In Schwarzenberg Lake central core the sedimentation character changes back to more minerogenic, and erosion intensity rises. The increase in erosion indicators is only indistinct, suggesting that soil development was not interrupted completely during this time. The Younger Dryas can be subdivided into two phases, indicating climatic amelioration (increase in humidity?) some time before the onset of Holocene warming. The subdivision of Younger Dryas into older phase with colder and more arid climate and the younger phase with warmer and wetter climate has been also reported from some other sites in Europe (from Norway and Poland; Birks et al. 1994; Goslar et al. 1993), while in the Alps and in most of Western Europe the younger phase has been suggested to be somewhat drier (Walker 1995).

The formation of extensive aeolian deposits in the region under study is dated to the beginning of Younger Dryas chronozone: Stratigraphic investigation of one of the most prominent sand dunes in the region („Vlkovský přesyp“, situated nearby Schwarzenberg Lake basin) has revealed a fossil soil buried under aeolian sands with a distinctive layer of pine charcoal fragments on its surface. This situation resembles conditions in The Netherlands, where the „Usselo soil layer“ formed during the Alleröd period of lower aeolian activity (Hoek 1997). These results resemble those from „Vlkovský přesyp“, where a radiocarbon dating result 12,923–13,335 cal BP (see Table 1) has been obtained from very similar stratigraphical situation. The formation of soils during the Alleröd period required stable climatic conditions with less aeolian activity and relatively dense vegetation cover. On the other hand, the formation of aeolian sand dunes requires severe climatic conditions and sparse vegetation cover. Acceleration of aeolian activity during the Younger Dryas accord well with the results of pollen analysis, pointing to a certain opening of the forest (relatively to the preceding Alleröd period).

4.4. Early Holocene

There is abundant evidence throughout Europe for a rapid rise in temperature at around 11,500 cal BP, although precise dating of this event is difficult because

of another radiocarbon plateau at about that time. Over many areas of central and north-western Europe, Younger Dryas open communities were replaced within less than 500 years by *Betula/Pinus/Corylus* woodland (Walker 1995). The preservation of *Pinus*-dominated forest in the area under study during the whole Early Holocene and relatively late development of deciduous forest was connected with the persistence of a continental climate during that time and generally low nutrient status together with the sandy character of soils. Pine-dominated forests persisted in the area until the Boreal increase in humidity (see later), although deciduous forests started to develop in favorable locations somewhat earlier. The rapid temperature rise during the Preboreal is indicated in water environment by the early occurrence of *Najas marina*, *Najas minor*, and *Trapa natans* macrofossils. *Najas marina* suggests a mean July temperature not below 15 °C (Lotter 1988), *Trapa natans* even more. According to H. Gams (1926) and W. Jorga — W. Pietsch G. Weise (1982), water chestnut requires mean July water temperature not below 20 °C and in May, when it starts flowering, at least 12 °C. This proxy evidence suggests that the present-day values were reached as early as about 11,200 cal BP.

In a number of proxy-records from mainland Europe, there are indications of a cold climatic oscillation during the first millennium of the Holocene: the „Preboreal oscillation“ recognized at the Swiss Plateau (Lotter et al. 1992) or the „Youngest Dryas“ of northern Germany (Behre 1978). In western Norway, a readvance of the Josteldalsbreen ice cap has been dated to ca. 10,300 cal BP (Nesje et al. 1991), while an abrupt fall in snow accumulation (associated with a fall in North Atlantic sea surface temperatures) is recorded in the GISP2 Greenland ice core some 400 years after the end of the Younger Dryas (Alley et al. 1993). Equivalent of European Preboreal oscillation are supposed to be found also in North America (Lowe et al. 1994). Possible pollen evidence for Preboreal climatic oscillation has been found also at Schwarzenberg site, but it is relatively weak: A short *Pinus* peak accompanied by the fall in *Corylus*, *Ulmus*, and *Quercus* percentages and dated by radiocarbon slightly before, in the interval 10,668–11,243 cal BP, can be the result of some short cooling episode. The Early Holocene sediment record from Schwarzenberg Lake comprises a prominent Fe peak dated to around 9,500 cal BP. It may be best explained as the reflection of intensive leaching caused by sudden climatic humification (Engström — Wright /Jr./ 1984; Starkel 1990). In the pollen diagram (Fig. 8), the same period is characterized by *Picea abies* expansion. There is probably some connection between these two phe-

lab. code	depth	type of material	conventional ¹⁴ C age	cal BP
LuA-4588	150–153 cm	woody stem fragment	4,650 ± 100 BP	5,047 (95 %) 5,589
LuA-4589	324–327 cm	<i>Trapa natans</i> nut	6,350 ± 100 BP	7,005 (95 %) 7,437
LuA-4590	390–393 cm	woody stem fragment	9,640 ± 115 BP	10,668 (95 %) 11,243
LuA-4591	520–523 cm	bulk gyttja sample	10,780 ± 115 BP	12,400 (95 %) 12,959
LuA-4738	680–683 cm	alkali soluble fraction from gyttja	11,750 ± 120 BP	13,335 (95 %) 13,830
LuA-4645	Vlkovský přesyp; surface of a fossil soil	<i>Pinus</i> charcoal fragments	11,260 ± 120 BP	12,923 (95 %) 13,335

Intervals of calibrated age are reported including absolute probabilities of a given interval. Calibration performed utilizing IntCal 04.

Table 1. AMS radiocarbon ages from Schwarzenberg Lake central core and from the basal soil buried under nearby „Vlkovský přesyp“ aeolian sand dune (see Fig. 1b). —

Tab. 1. AMS radiokarbonová data z centrálního vrtu jezerem Schwarzenberg a z bazální půdy pod písečnou dunou „Vlkovský přesyp“ (viz obr. 1b).

nomena, as spruce grows preferably on waterlogged soils and is able to produce highly acidic, raw humus, promoting intensive leaching. The gradual development of nutrient-poor acid soils was an important factor in the Holocene vegetation development, as emphasized by *J. Iversen (1964)*. The building-up of raw humus on the soil surface and resulting reducing conditions may have released Fe from the soil, and it travelled to the lake in solution or bound in organic complexes. A similar peak in Fe has been described from lowland areas of the Czech Republic, where Early Holocene debris is cemented by limonite and goethite (*Ložek — Cílek 1995*). Also in Poland, the beginning of the Holocene is characterized by inwash of dissolved iron into the lakes, and this phenomenon is again interpreted as the first stage of intensive soil leaching (*Pawlikowski et al. 1982*). In southern Sweden, the Fe content of several Early Holocene lacustrine sediments is very high. *Digerfeldt (1972; 1975)* again attributed this peak to early leaching from Late Glacial soils in the catchment and subsequent transport by groundwater to the lake basins.

5. Archaeological survey and excavation of the dry archaeological sites

Ten Mesolithic archaeological sites were discovered so far around the Schwarzenberg Lake by means of preliminary surface prospection and small archaeological probes. Site number 7 (*Fig. 2*) was found on a long, protracted sand peninsula directly by the original lake bank. Although this location was never disturbed by plowing, it has been terminally disrupted by deliberate mining of sand. The first recessed Mesolithic area with tools was actually found in the wall of one such sand pan. So far, during small orientation probes carried out in the years 2005, 2006 and 2008, we have explored only a mere 28 square meters. Even these small probes (*Fig. 11*) do however show the remarkable richness of the site which, thanks to a minimal amount of disturbance, is suitable for excavations. Carrying out this survey is also desirable in regards to the high level of the site's endangerment due to the widespread mining of sand. The site is mainly rich in features, of which approximately 11 have been discovered (3 of these belong to a younger period, mainly ironworks from the Early Medieval period). From this exceptionally limited area, a few hundred specimens of Mesolithic tools were discovered, which are now waiting to be analyzed in greater detail. During 2006 season, we were able to locate a fire ground with a clay removal containing Mesolithic tools.

Basic stratigraphy of the site is same at all excavated parts. Like representative section where all main layers can be found, was chosen trench 1 (line A/10; see *Fig. 15*). There are only minor differences in stratigraphy of recent dated layers and in stratigraphy of infillings of Mesolithic features. There are simply filled features (only one layer, brown sand, layer 5 on *Fig. 15*) in northern part of excavated area. In southern part of excavations are there more difficult stratified features with layer of brown sand, very thin layer of black sand and layer of baked argillaceous slab. This strata can be found in infilling of feature for three or more times.



Fig. 11. Excavation of the trench 1 in the dry archaeological site no. 7. Photo O. Chvojka. — **Obr. 11.** Archeologický výzkum sondy 1 v suché lokalitě č. 7. Foto O. Chvojka.



Fig. 12. Example of the archaeological feature from trench 1 (site no. 7) dated to Mesolithic. Photo P. Šída. — **Obr. 12.** Příklad archeologického objektu v sondě 1 (lokalita č. 7) datovaného do mezolitu. Foto P. Šída.



Fig. 13. Complex structure of an archaeological feature interpreted as Mesolithic herd. Site no. 7, trench 2. Photo P. Pokorný. — **Obr. 13.** Složitý archeologický objekt interpretovaný jako mezolitické ohniště. Lokalita č. 7, sonda 2. Foto P. Pokorný.

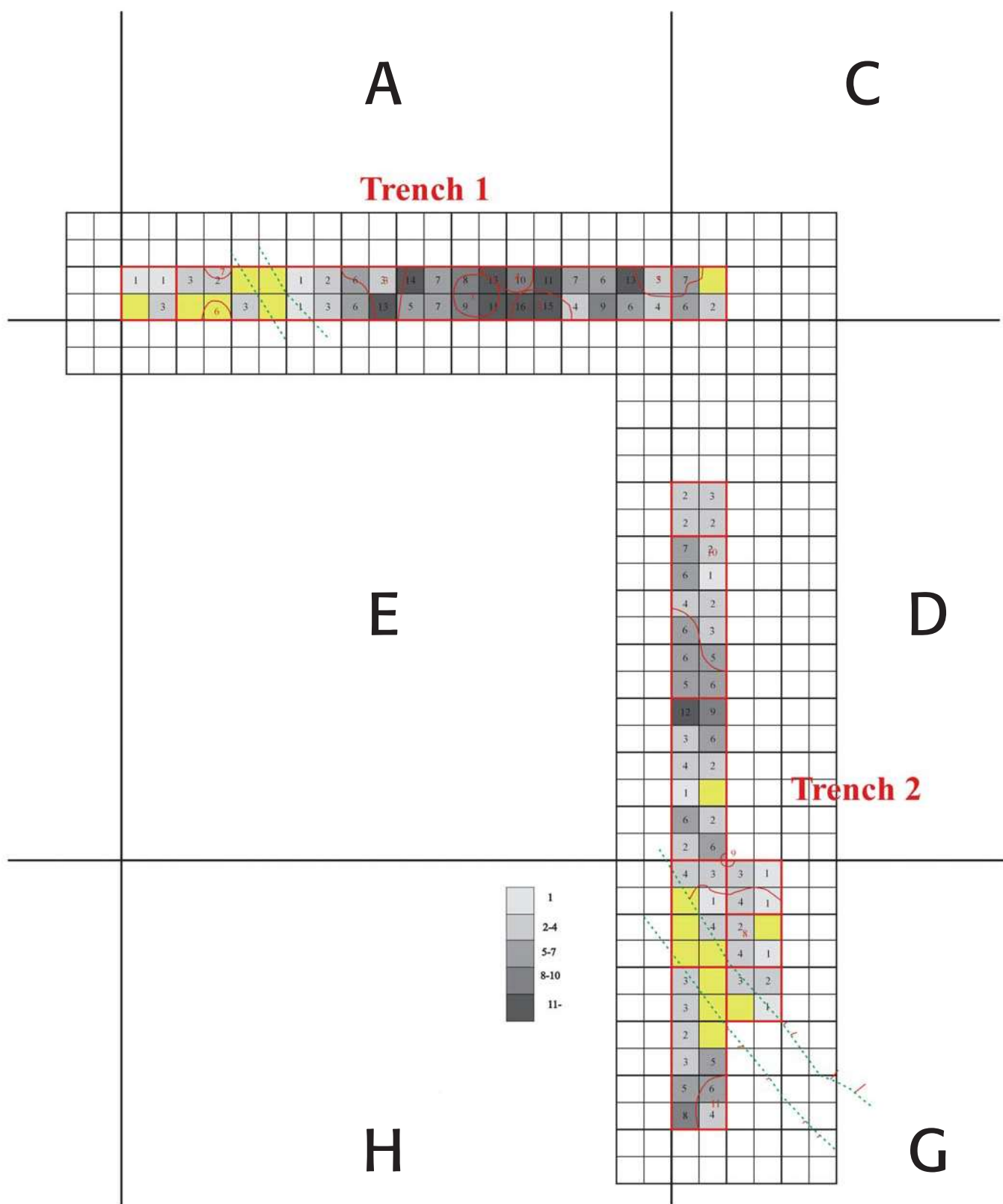


Fig. 14. Situation plan of the trenches at site no. 7. Number of lithic artefacts found at each square is indicated by different colors. Drawn up by Petr Šída. — **Obr. 14.** Situační plán řezů v lokalitě č. 7. Různými barvami jsou vyznačeny koncentrace kamenných artefaktů nalezených v jednotlivých čtvercích. Sestavil Petr Šída.

At the present, a total of 28 square meters has been researched with the help of wide, 1-meter sections. In the south area, a second widening section was created at a length of three meters, thus making the width of

the pitting a total of two meters. In this area, a total of 11 features were discovered. One of these (feature 1) is a recent finding and is connected to the construction and operation of the lake. The next two features (num-

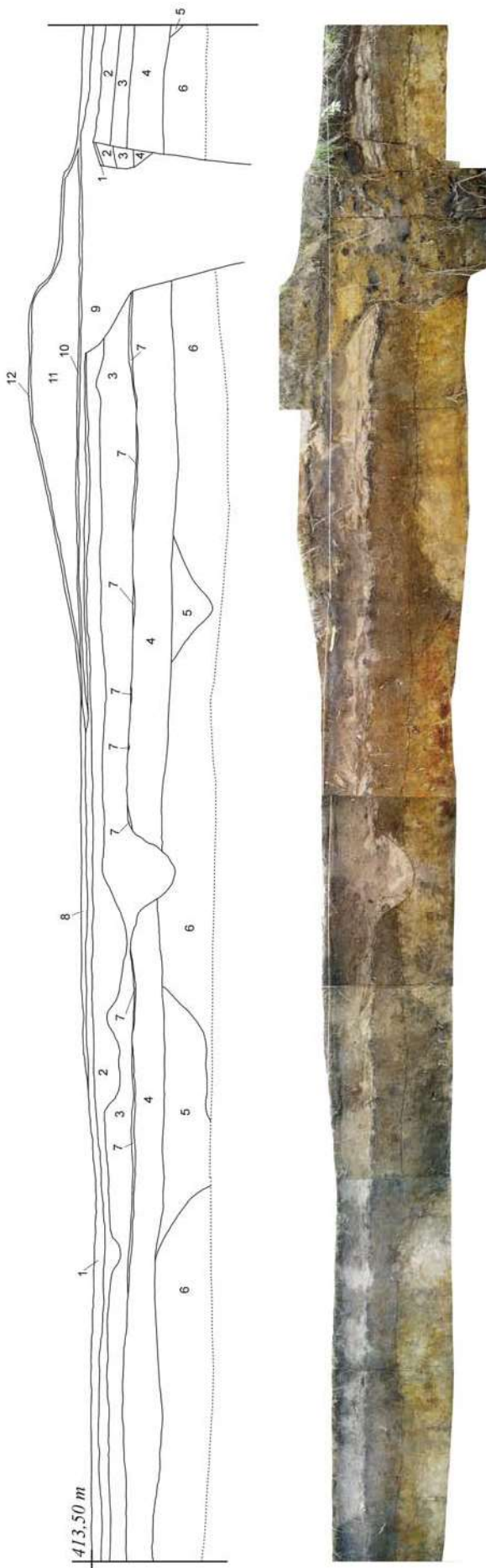


Fig. 15. Stratigraphy of trench 1 as visible on northern section of this trench. Drawn up by Petr Šída. Description of the layers: **1** – woody litter and organic soil surface (recent surface), **2** – dark-colored sand with humus (recent soil, layer A), **2a** – grey sand (recent soil, layer E), **2b** – brown sand (recent soil, layer B), **3** – light grey sand (probably soil in past, secondary washed out on pond bottom), **4** – dark brown sand (soil, layer B), **5** – dark brown-grey sand (infilling of features), **6** – light yellow to reddish sand (geologic layer; remnants of a sandy rampart of a pingo?), **7** – dark sand (soil, layer A), **8** – light grey sand (material excavated during previous season), **9** – grey-brown, yellow and red sand, mixed (infilling of electricity line pit from 80th of 20th century), **10** – dark sand with humus (recent soil, layer A) — **Obr. 15.** Stratigrafie v sondě 1 viditelná v severní stěně výkopu. Sestavil Petr Šída. Popis vrstev: **1** – povrch půdy s opadem (současný povrch), **2** – humusem tmavě zbarvený písek (A horizont recentní půdy), **2a** – šedý písek (E horizont recentní půdy), **2b** – hnědý písek (B horizont recentní půdy), **3** – světlešedý písek (pravděpodobně stará půda promytá na dně rybníka), **4** – tmavohnědý písek (B horizont pohřbené půdy), **5** – tmavý šedohnědý písek (výplň archeologických objektů), **6** – světle žlutý až narezlý písek (geologická vrstva – pozůstatek písčitého valu pinga?), **7** – tmavý písek (A horizont půdy), **8** – světle šedý písek (zbytek po výkopu v předchozí sezóně), **9** – šedohnědý, žlutý a rezavý písek ve směsi (výplň výkopu pro elektrický kabel z 80. let 20. století), **10** – tmavý humózní písek (A horizont současné půdy).

ber 5 and 10) are dated to the turning point of the early and high period of the Middle Ages and are linked to iron manufacturing (apart from pottery, these sites contained burned iron ore). The remaining features date to the Mesolithic. In most cases the features are irregular pits up to a size of one meter, dug into the sandy subsoil and containing a brown sandy fill with a large presence of chipped tools (Fig. 12). One of the Mesolithic features is quite unique, and is unparalleled in the Czech Republic. This feature (no. 9; Fig. 13) contains a large amount of baked argillaceous slabs which previously constituted a hearth. The contents of this object were regenerated a number of times, and thus its individual positions interfere with each other. The only hearth that remained undisrupted is located in the northwest tip, which is interesting in relation to its stratigraphy. A large baked fragment was found at the bottom of the ditch, which had been dug into the sand at this location. Regarding the fact that this location does not contain any other substantial amount of fragments, it is important to consider how incidental their presence is here. Above these fragments is a layer made up alternately of sand, charcoal, and argillaceous slabs. At the top, the stratigraphy is completed by two reddish clay clearances mixed with a layer of cinders. This object can be most accurately interpreted as the remains of a special hearth used for cooking. Over a total of 400 pieces of stone tools were found on the research site. These tools are now undergoing evaluation, and according to the prevalence of triangle-like microlites, most likely belong to the later phase of the Mesolithic.

Distribution of chipped stone industry can be seen on Fig. 14. The biggest number of it was found in northern part of excavated area, where features 2, 3 and 4 were found. There is less number of chipped stone industry in southern part of excavated area. In this part of the site we can find same number of stone industry in features with hearths remains and in area around of them. It is clear, that this difference in distribution of chipped stone industry is made by functional differentiation of sites area.



Fig. 16. After draining off the Schwarzenberg fish pond, subfossil tree trunks protrude from peat that formed on top of lake sediments over the course of Late Holocene. Photo P. Pokorný. — **Obr. 16.** Po vypuštění rybníka Schwarzenberg pokrývají dno subfossilní kmeny. Vystupují z rozkládající se rašeliny, která se vytvořila v nadloží jezerních sedimentů po zazemnění jezera v mladším holocénu. Foto P. Pokorný.



Fig. 17. Excavation of the littoral trench 3 during 2006 season. Photo L. Petr. — **Obr. 17.** Výzkum v místě původního litorálu jezera (sonda 3) v roce 2006. Foto L. Petr.

Due to extremely acidic environment, calcareous remains (shells, bones, etc.) are not preserved. This is also true for wet site at lake's shore (see next chapter), where only non-calcareous fish scales were found.

6. Excavations of the wet archaeological site in the lake's shoreline

The yet final phase so far of the investigative survey took place in the spring of 2006. Here we chose to focus on the less disturbed SW section of the former lake's shore. The main objective was to verify the archaeological potential of the wet shoreline areas and carry out a profile extraction for palaeoecological analyses. The significant potential for key layers here is connected with the relatively high difficulty of excavation (Fig. 16). They are located at a considerable depth (2–5 meters

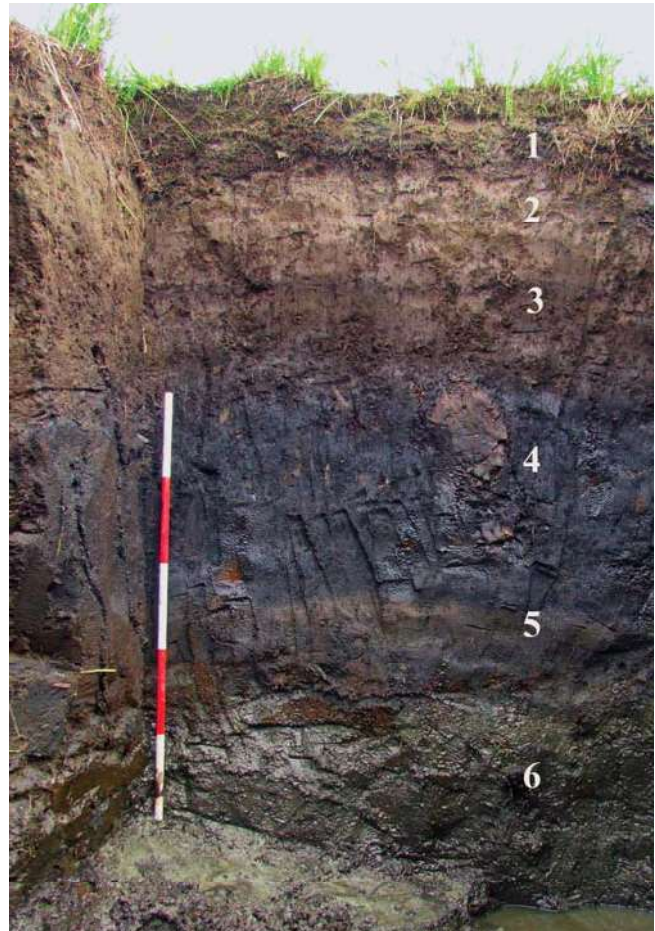


Fig. 18. Visual stratigraphy in the trench 3. **1** – subrecent sedge peat, **2** – highly decomposed peat with clay of Late Holocene age, **3** – decomposed peat with wood of Middle Holocene age, **4** – reed peat colored in black by microscopic charcoal particles, Middle Holocene age, **5** – reed peat of Early Holocene age, **6** – lacustrine sediment of different composition containing wooden artifacts, Early Holocene age. Photo P. Pokorný. — **Obr. 18.** Stratigrafie v sondě 3. **1** – subrecentní ostřicová slatina, **2** – silně rozložená slatina s jílem z pozdního holocénu, **3** – rozložená slatina se zbytky dřeva datovaná do středního holocénu, **4** – rákosová slatina černě zbarvená obsahem mikroskopických uhlíků a datovaná do středního holocénu, **5** – staroholocenní rákosová slatina, **6** – staroholocenní jezerní sedimenty pestrého složení obsahující dřevěné artefakty. Foto P. Pokorný.

under today's surface), permanently under the ground-water's surface. By means of a bore probe, a section was cut into the bank towards the center of the filled lake. Based on facies analysis, we discovered that a transgression of lake water to a shore zone took place in the very beginning of the Holocene. Such a discovery offers strong hopes that the flooding of various Mesolithic archaeological sites (or possibly Late Palaeolithic ones) could have taken place, thus preserving organic material.

6.1. Situation within trench 3 (1/06)

The trench 2 x 4 meters (Fig. 17) in size captured shoreline facies in its lower sections which date back to the time of the water level transgression, i.e. period of Pleistocene to Holocene transition (Fig. 18). This organic

Table 2. Radiocarbon dating from the trench no. 3 (see Fig. 2). — **Tab. 2.** Radiokarbonová data ze sondy č. 3 (viz obr. 2).

lab. code	depth	method	type of material	conventional ¹⁴ C age	cal BP
CrI-6090	96 cm	conventional	pine bark	6,102 ± 99 BP	6,742 (95 %) 7,245
CrI-6093	144–147 cm	conventional	pine wood, on one end burnt	9,639 ± 112 BP	10,680 (95 %) 11,240
Poz-16752	144–157 cm	AMS	polished artefact, fragment of arrow shaft (?)	9,500 ± 50 BP	10,588 (95 %) 11,079
Poz-16753	157–171 cm	AMS	hazelnut, burnt	9,280 ± 50 BP	10,277 (95 %) 10,586

Intervals of calibrated age are reported including absolute probabilities of a given interval. Calibration performed utilizing IntCal 04.

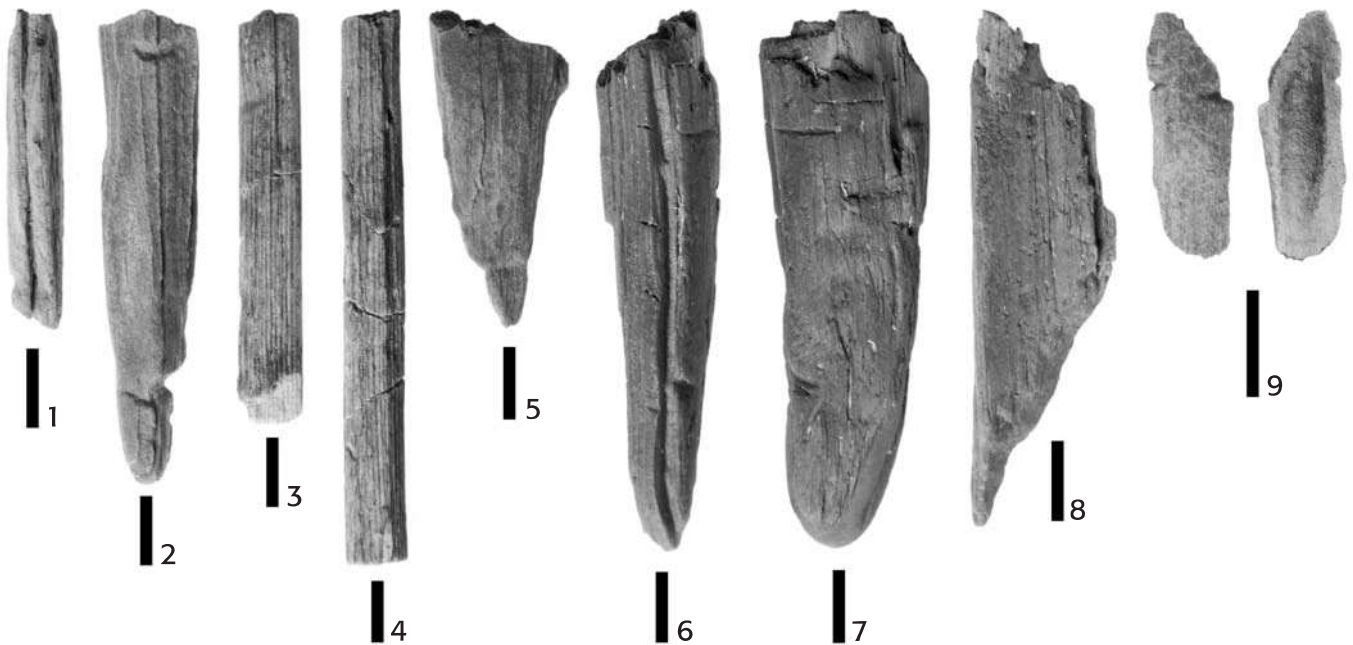


Fig. 19. Selection of Early Holocene (Early Mesolithic) wooden artifacts found in trench 3. Bar scales: 10 mm. Photo H. Toušková. — **Obr. 19.** Výběr raně holocenních (časně mezolitických) dřevěných artefaktů nalezených v sondě 3. Měřítka: 10 mm. Foto H. Toušková.

strata group with clay and sand proved to be rich in pollen grains and plant macroremains, including fruits, seeds, fresh wood and large pieces of charcoal. From the amount of all found wood fragments, a total of 14 findings carry clear signs of processing. This situation seems to be a secondary accumulation of displaced objects.

From the trench 3 we have obtained 4 radiocarbon dates, two conventional, two made by AMS method (Tab. 2). Date CrI-6090 was obtained from pine bark from depth 96 cm (pollen core depth 64 cm). This date can be related with upper part of black-colored peat layer (number 4) and dates end of sedimentation of this layer. All other dates come from the bottom of trench from layers 5 and 6. Conventional date CrI-6093 is from depth 144–147 cm (pollen core depth 85–87 cm) and was obtained from pine wood, which was partly burnt. First AMS date made from wood artefact comes from depth 144–157 cm (pollen core depth 85–92 cm) and second one comes from burnt hazel nut, which was found in depth 157–171 cm (pollen core depth 92–100 cm).

The most important one of three dates for bottoms section of stratigraphy is one of hazelnut (Poz-16793). The other two dates were obtained from wood – in case of polished wooden artefact it was made of small piece taken from a centre of a pine trunk. That is most likely

a reason of higher age, as age of wood, not age of artefact was dated. Second sample was a big piece of pine wood that is again a reason of higher radiocarbon age. After calibration goes intervals to each other and are overlapping. Differences in ages after calibration are not significant.

6.2. Wooden artefacts

Finds of wooden artefacts of Mesolithic age (mostly Late Mesolithic – Ertebølle culture) are relatively abundant in northern Europe (e.g. Tågerup, Karsten — Knarrström 2001; Ronæs Skov, Andersen 1999), northern Russia (Zamostje 2, Lozovski — Ramseyer 1998; Vis I, Burov 1990), Netherlands or northern Germany (Friesack, Gramsch 1987; Hardinxveld, Louwe Kooijmans 2001; Hohen Viecheln, Schuld 1954). Large collections are exceptional and only finds of complete, well interpretable artefacts are regularly published. In Central Europe finds of comparable nature were virtually absent so far. Due to these circumstances our finds of wooden artefacts at Schwarzenberg (dated to the very start of the Holocene) are difficult to interpret. There exist only very little analogies for finds of comparable age and nature so far. Most of our finds give impression of craftsmanship waste, the fact that further compli-



Fig. 20. Artifact no. 4 made from pine (*Pinus sylvestris*) wood, dated to interval 9,131–8,640 cal BP and interpreted as fragment of an arrow shaft. Photo made by P. Pokorný short after extraction. — **Obr. 20.** Artefakt č. 4 vyrobený z borového dřeva, datovaný radiokarbonově do intervalu 9,131–8,640 cal BP a interpretovaný jako fragment ratiště šípů. Foto P. Pokorný krátce po vyzvednutí nálezu.

cates interpretation. This is why we have classified the finds into artificial groups according to the character of working traces (Šída — Pokorný — Kuneš 2007):

- A – fragments of wood polished to circular cross-section; probably parts of arrow shafts
- A1 – semi-products of type A
- B – artefacts with chase
- C – artefacts with two opposite notches
- D – artefacts with notch
- E – polished artefacts
- F – artefacts made by cutting
- G – fragments of wood

From a large collection of wood from the trench 3, 13 finds bear clear traces of working (Fig. 19). Some pieces were intentionally fragmented. Other woods do not show any traces of working, but are often burned in the whole surface or only from one end. Some pieces (types A and A1) are most probably fragments of an arrow shafts and were made by chopping and grinding from a sliver of a large pine trunk. One of them (Fig. 20) was radiocarbon-dated to interval 10,588–11,079 cal BP (Poz-16752, Tab. 2). All wooden artefacts are made from pine wood. This is not surprising as Scotch pine (*Pinus sylvestris*) was regionally the most common tree species in Early Holocene time (as illustrated by pollen diagrams).

7. General stratigraphy and environment succession in the shoreline zone

Stratigraphic and palaeoecological research in the Schwarzenberg Lake littoral and shoreline zones has brought results of different character than one in the deep, central part of the basin. Following our expecta-

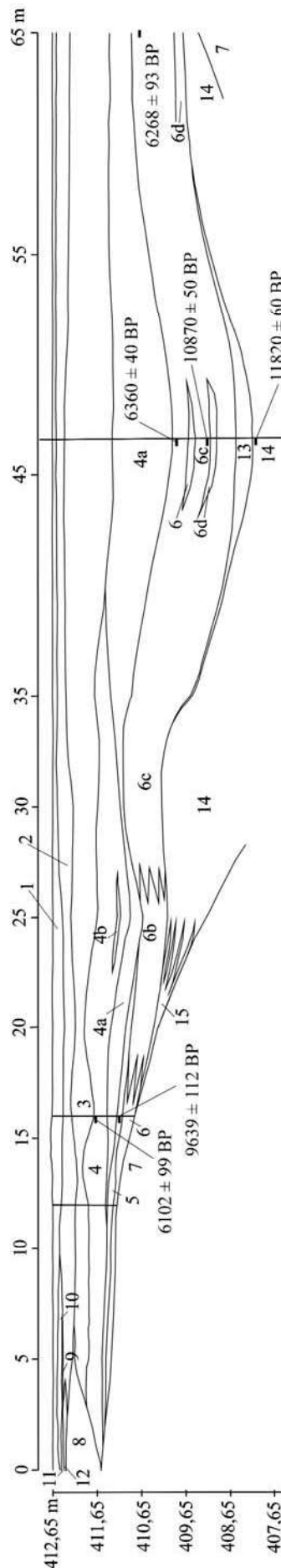


Fig. 21. Stratigraphy in the section 3. Positions of trenches and of the core are indicated. Drawn up by Petr Šída and Petr Pokorný. Description of the layers: **1** – subrecent fen peat with clay, **2** – redeposited dark brown soil, **3** – brown alder carr peat, **4** – reed peat with charcoal (black color), **4a** – brown reed peat, **5** – sand with reed roots, **6** – loamy sand, **6b** – clayey gyttja, **6c** – fine-detritus gyttja with wood, **7** – clay, **8** – black loam with charcoal, **9** – redeposited soil, **10** – grey sand, **11** – brown loam (soil?), **12** – grey sand, **13** – peat with wood, **14** – lacustrine clay, **15** – coarse sand — **Obr. 21.** Stratigrafie v sondě 3. Vyznačeno umístění jednotlivých sond a vrtů. Sestavili Petr Šída a Petr Pokorný. Popis vrstev: **1** – dřn, subrecentní slatina se splachy, **2** – šedohnědá hlína, splachový charakter, **3** – hnědá olšová slatina, **4** – černá rákosová slatina, **4a** – hnědá rákosová slatina, **4b** – hnědá rákosová slatina, **5** – vyříděná písčité vrstva mezi rákosím, **6** – přechodová vrstva mezi písčitou a jílovitou bez rákosu, **6b** – gyttja s jílem, **6c** – gyttja, **6d** – hrubozrnná gyttja se dřevem, **7** – šedomodry jí, **8** – černá jílovitá vrstva s uhlíky, splach, **9** – černá hlinitá vrstva, splach, **10** – šedohnědá písčité vrstva, splach, **11** – hnědá hlinitá vrstva, půdní sediment, **12** – šedý písek, **13** – rašelina se dřevem a uhlíky, **14** – jí, sediment pleistocenního jezera, **15** – písčité vrstva.

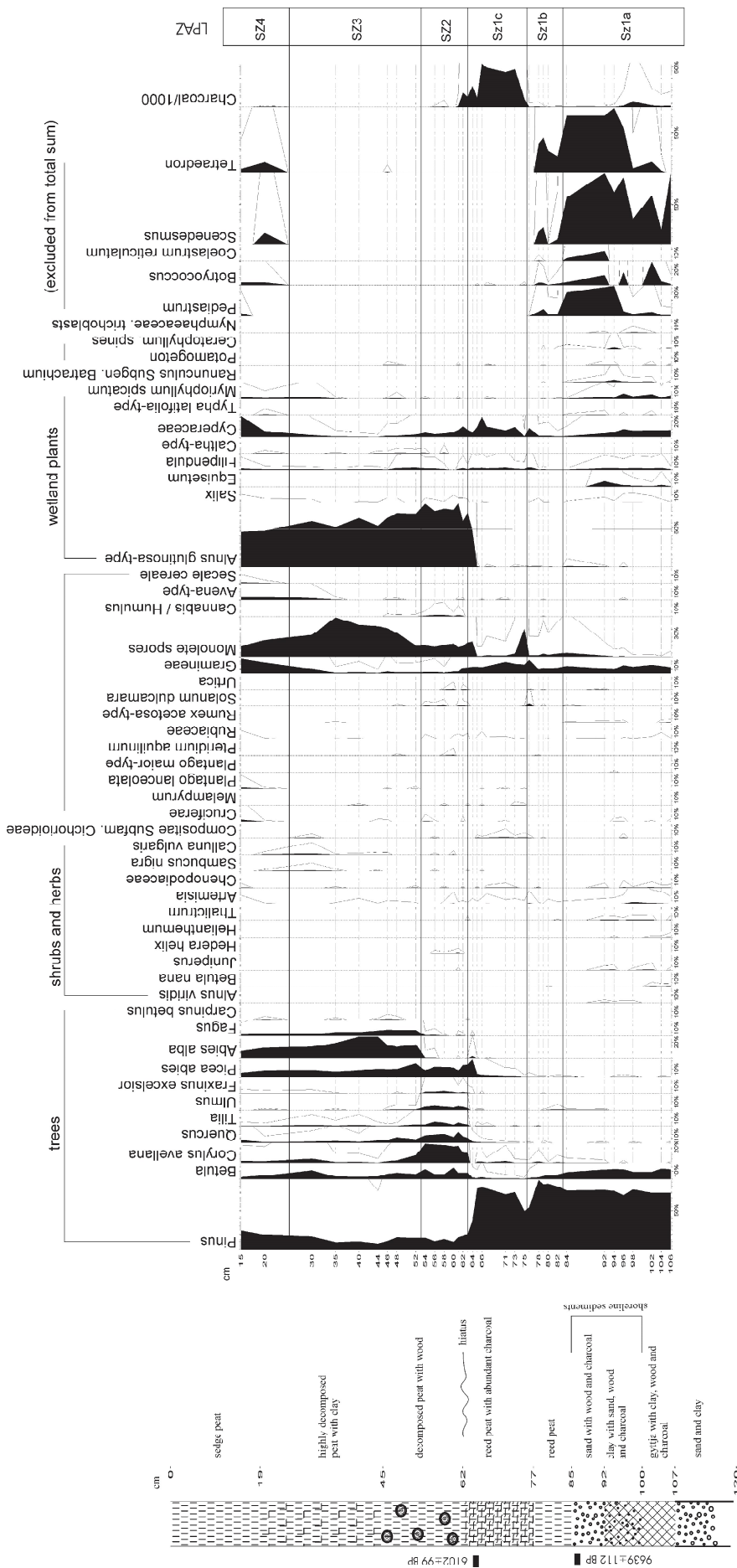


Fig. 22. Percentage pollen diagram from the trench 3. Analysis: P. Pokorný, P. Kuneš. — Obr. 22. Procentický pylový diagram ze sondy 3. Analýzu provedli P. Pokorný, P. Kuneš.

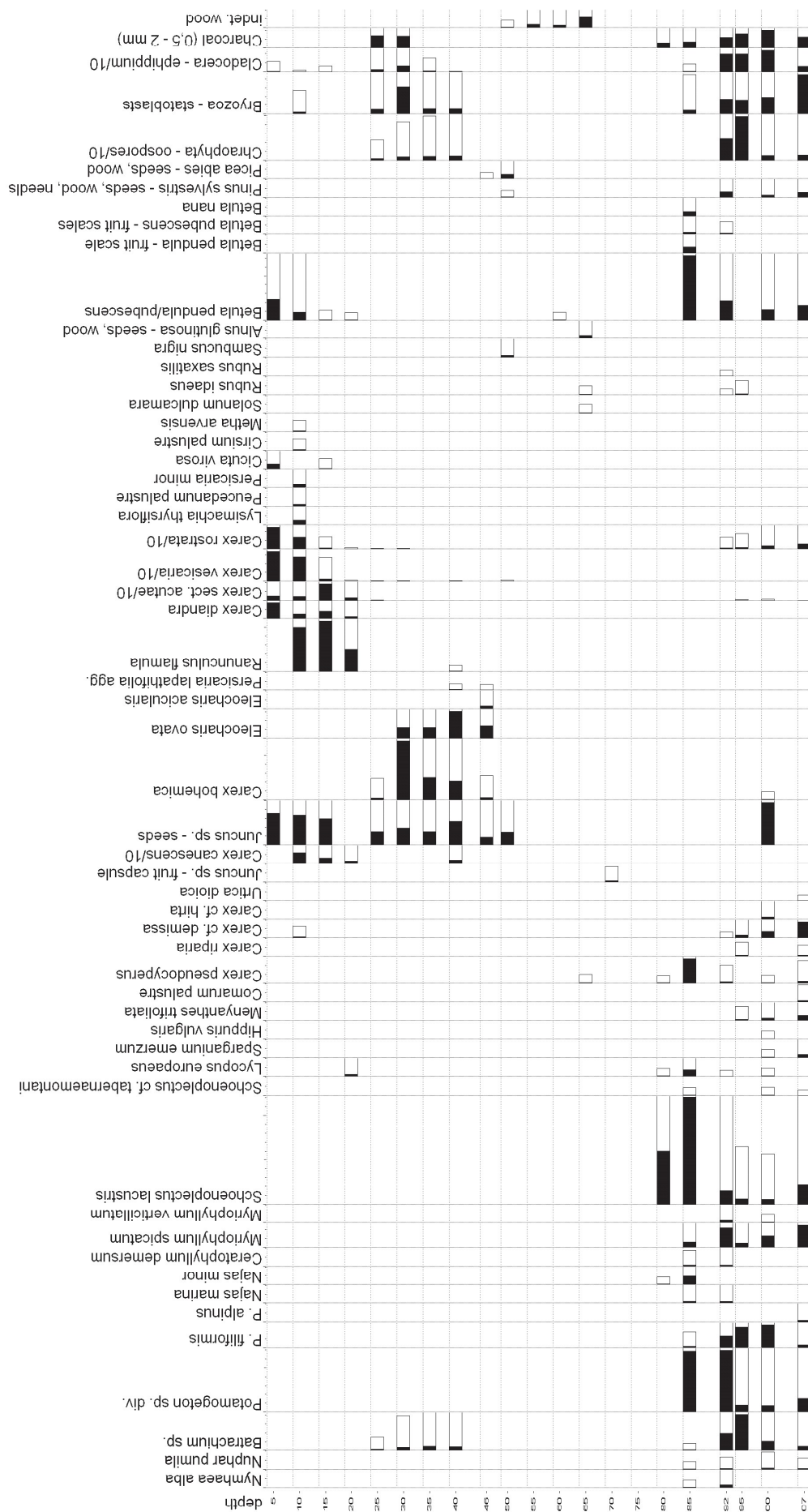


Fig. 23. Selected result of macrofossil analysis from the trench 3. Standard volume of sediment = 150 ml. Analysis: P. Žáčková. — **Obr. 23.** Vybrané výsledky makrozbytkové analýzy ze sondy 3. Standardní objem = 150 ml. Analýzu provedla P. Žáčková.

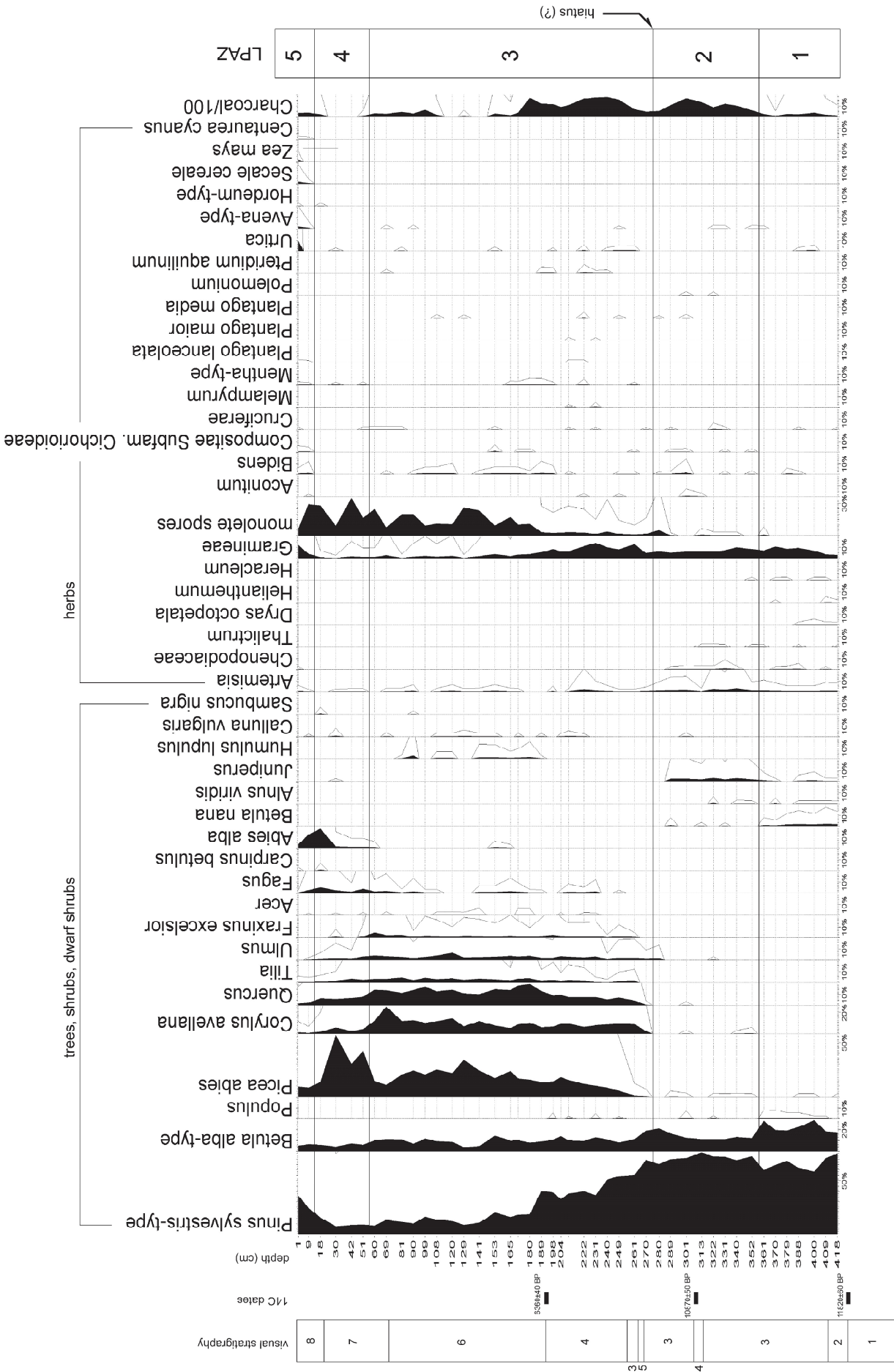


Fig. 24. Percentage pollen diagram from the core 1/09. Analysis: P. Pokorný — Obr. 24. Procentický pylový diagram z vrtnu 1/09. Analýzu provedl P. Pokorný.

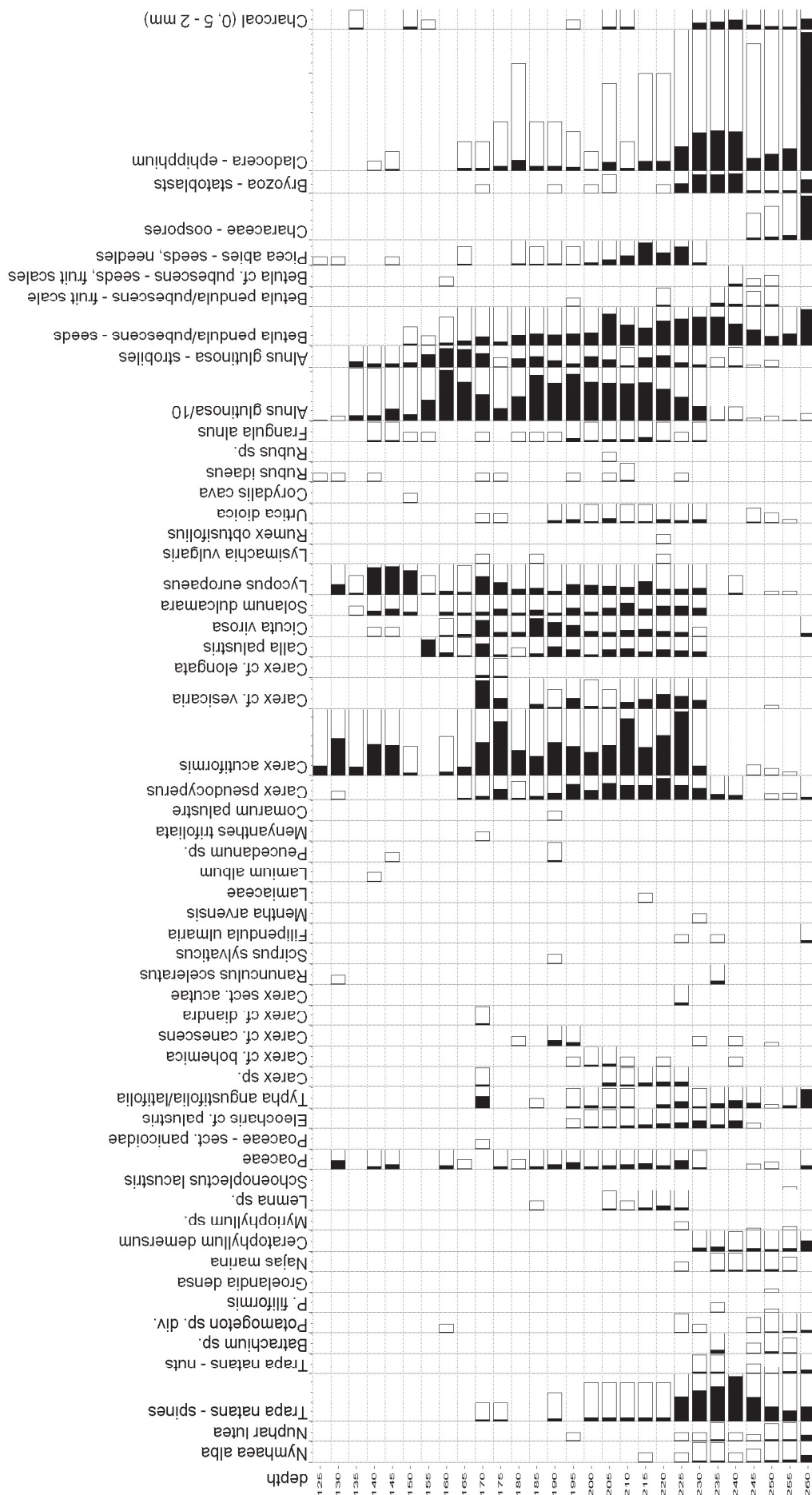


Fig. 25. Selected result of macrofossil analysis from the trench 4. Standard volume of sediment = 150 ml. Analysis: P. Žáčková. — **Obr. 25.** Vybrané výsledky makrozbytkové analýzy ze sondy 4. Standardní objem = 150 ml. Analýzu provedla P. Žáčková.

Table 3. Radiocarbon datings from Schwarzenberg Lake littoral profiles (see Fig. 2). — **Tab. 2.** Radiokarbonová data z litorálních profilů jezera Schwarzenberg (viz obr. 2).

lab. code	profile, depth	method	type of material	measured ¹⁴ C age	cal BP
Poz-29404	core 1/09, 190–191 cm	AMS	<i>Trapa natans</i> nut	6,360 ± 40 BP	7,176 (95 %) 7,418
Poz-29405	core 1/09, 307–309 cm	AMS	seeds of water plants	10,870 ± 50 BP	12,812 (95 %) 12,911
Poz-29406	core 1/09, 437–438 cm	AMS	twigs	11,820 ± 60 BP	13,488 (95 %) 13,808
CrI-7023	Trench 4, 185 cm	conventional	<i>Trapa natans</i> nut	6,268 ± 93 BP	6,952 (95 %) 7,416

Intervals of calibrated age are reported including absolute probabilities of a given interval. Calibration performed utilizing IntCal 04.



Fig. 26. Water chestnut (*Trapa natans*) fruits in the sediments of the trench 4 (depth 185 cm), dated to interval 6,952–7,416 cal BP. Photo P. Pokorný. — **Obr. 26.** Oříšky kotvice plovoucí (*Trapa natans*) na fotografii ze stěny sondy 4 (hloubka 185 cm). Později byly radiokarbonově datovány 6,952–7,416 cal BP. Foto P. Pokorný.

tions, littoral profiles show some significant hiatuses in sedimentation caused either by fluctuations in water level and subsequent erosion events, or by sediment decomposition. Process of organic sediment decomposition occurs under oxidized conditions and is known to be significantly enhanced by roots of alder (*Alnus glutinosa*; Rybníček — Rybníčková 1987; Pokorný — Klimešová — Klimeš 2000). The advantage of littoral profiles for our research lie in (a) possibility of tracing fluctuations in lake water level, and (b) proximity to settlement areas known to be located in the very shore of the lake.

In the SE littoral of the lake, stratigraphic section has been obtained by the means of the series of hand borings (section 3; Fig. 21). In this section, two complete profiles have been corroborated using pollen analysis (trench 3, core 1/09; see Figs. 22, 24) and another two using macrofossil analysis (trench 3, trench 4; see Figs. 23, 25). With the help of these results, complex stratigraphy in the SE shoreline zone of the lake can be interpreted and environmental succession over the last ca 12,000 years reconstructed.

The Late Glacial period was characteristic by significant lake level fluctuations that may be interpreted as the result of climatic changes. Three periods of low water levels were found: beginning of the Late Glacial Interstadial, start of the Younger Dryas and the very start of the Holocene. The latest oscillation caused sedimentary hiatus in the core 1/09. After the rise in the water level, archaeological situations with organic materials in the trench 3 were flooded over. Since this time until ca 7,000 cal BP evidence for the burning of the littoral vegetation is present in the form of abundant mi-

croscopic charcoal particles that are found in the sediments (mostly coming from burned reeds, as seen from the micro-structure of the charcoal). In the same period, pollen evidence point to the proximity of human settlements (for details see the following chapter). In the lake littorals aquatic vegetation was abundant, being dominated by water chestnut (*Trapa natans*; Fig. 26).

Following terrestrialization, the shoreline zone of the lake shifted towards the center of the basin. In the trench no. 3 the lake/mire transition is dated about 10,000 cal BP, in the point of the core 1/09 the same event occurred about 8,000 cal BP (Tab. 3). In the central core this transition was reached at about 6,500 cal BP. At this moment of time, the lake terrestrialized to such extent that it changed into a marshy area and ceased to be attractive for humans. This interpretation is based on pollen diagrams where the picture is consistent in all three of them: Anthropogenic pollen indicators (like *Urtica*, *Solanum dulcamara*, *Plantago lanceolata*, *P. maior*, *Pteridium aquilinum*) disappear and also the abundance of microscopic charcoal particles significantly declines in the sediments. More detailed interpretation of these events is given in the coming chapter.

8. Issues on recognizing influence of the Mesolithic settlement to the environment

During the Early Holocene, one unfavorable factor had been affecting human populations, which were strongly oriented towards a lifestyle of foraging and hunting – the quick afforestation was taking place. As a consequence, the landscape's permeability decreased, and ecosystem productivity dramatically dropped. The forest ecosystem of the temperate zone was producing only around one fourth of mammalian biomass compared to open grassy ecosystems in the same geographical latitudes (Burroughs 2005). Glacial faunas of large herbivores were replaced by forest faunas that have significantly smaller population numbers. Humans were affected by these consequences of development, as they were forced to adapt their style of living to the new structures of ecosystems. In regions of the Near East which were drying out, these changes led to the adaptation of agricultural living strategies while in Europe, whose forests were constantly growing, the orientation towards fishing and bird hunting appeared (mainly water fowl, whose population densities were relatively high), along with hunting of small and larger forest mammal fauna and the gathering of diverse plant foods. The connection to certain distinctive locations becomes important, for example edges of river ledges, lake rims, edges of grassy steppe patches, and generally all ecotones with high diversity of food sources. Evidently, raised locations were preferred as they provided a view

of the landscape which was constantly becoming less clear for observation. In South Bohemia, a typical example is the now classic Řežabinec site with evidence of long-term settlement on the edge of the river floodplain and close to a small lake, which arose as a dead branch of the Otava River (*Rybníčková — Rybníček 1985*). Another example can be the newly discovered traces of Late Palaeolithic and Mesolithic settlements in the surrounding areas of the former Schwarzenberg Lake.

The majority of Mesolithic settlements known in the Czech Republic were found in agriculturally cultivated areas, meaning their structure has been altered by later agricultural activity. Only a small number of sites have been preserved in the same condition in which they were abandoned – these are mainly sites under sandstone overhangs – abris (*Svoboda (ed.) 2003*). There are even less sites at which archaeological records can be directly connected to high-quality environmental records. Two of them had already been researched before and during World War II (Komořanské and Řežabinec Lakes), which eventually led to the dissipation of funds and certain losses of data (research methods and scientific approaches were alternated, and many problems could not be solved due to the level of research technology of the time). In the surroundings of Řežabinec, 50 sites were discovered in the last 50 years, which document development from the end of the Palaeolithic to the end of the Mesolithic. Řežabinec was then a much smaller lake than Schwarzenberg. The absence of present archaeological research at the Schwarzenberg site is a great advantage for us, as it allows us to approach the whole microregion with complete knowledge of the issues surrounding it (issues explained thanks to previous research of other lake sites) by means of unified methods which are imperative for gaining the maximum amount of information.

Current Mesolithic research is based on solving two fundamental questions: What was the beginning and end of the Mesolithic like? What caused this type of adaptation of human society to stay dominant for roughly 4,500 years? The oldest lacustrine sediment at Schwarzenberg site long precedes the onset of the Mesolithic, and thus we may study the preceding era of the Late Glacial period and seek out indicators of human presence. A Magdalenian settlement will also likely to be found (no site has yet been found mainly because Magdalenian hunters sought out slightly different locations than those which have been researched in detail – such locations do, however, exist in surrounding areas of the lake). Today evidence exists pointing to the contact and overlap of the Mesolithic and Neolithic periods, the vast majority of which are located in the northern section of Europe. The Schwarzenberg site has exceptionally good conditions for solving these questions, and for this reason the local situation is unique regarding all Central Europe. The main benefit which cannot yet be appreciated at the present is the opportunity of studying Mesolithic settlements directly in interaction with the environmental record. This opportunity is decidedly uncommon and implies many results that are unobtainable on regular sites (e. g. the study of nourishment with the help of macroremains, the

study of the management of biological communities, the study of settlement seasonality).

Archaeological situations buried under several meters of organic sediment deposits also undoubtedly belong to some of the most neglected areas of archaeological sources in the Czech Republic. The probability of finding such sites is quite low due to the small amount of excavations carried out which necessitate emergency archaeological research in such an environment. The situation is made more difficult by poorly recognizable archaeological resources in the environment of today's surface of groundwater or under it, at a depth of a few meters below today's surface. However, such archaeological situations offer a wide range of commonly found archaeological resources (namely organic materials), which are a valuable source for complementing the recognition of material culture and the natural environment of the past. To date, archaeological evidence of Mesolithic findings from Bohemia come only from environments of dry soils or alluvia. Mesolithic residential areas commonly appear only as post-depositional processes afflicted with the accumulation of chipped tools in the environment of featureless structures created by shallow recessed areas or fireplaces (only one exception is made by sites in rock shelters). The concept of the cultural diversity of the Mesolithic, based on these cases of discovery, is quite far from the actual reality of that time. Evident ground-plan relicts of settlements or other immobile structures are then identified only very rarely. Areas of activity founded on peat or near bodies of water provide more coherent Mesolithic remains for the archeologist, mainly in the event that these activities ceased with the rise of the water's surface.

On a Europe-wide scale, there is increasing evidence that hunter-gatherer populations of the Late Palaeolithic and Mesolithic utilized their natural environment surrounding settlements so intensely that this activity can be pinned down using palaeoecological methods, for example in pollen-analyzed profiles. Significant studies in this field originate from the British Isles (*Simmons — Chambers 1993; Macklin et al. 2000; Innes — Blackford 2003*), Scandinavia (*Hicks 1993; Regnell et al. 1995; Vuorela 1995; Hornberg et al. 2006*), Western Europe (*Bos — Janssen 1996; Behling — Street 1999; Bos — Urz 2003; Bos et al. 2006*) and Poland (*Wacnik 2005*). Sedimentary records from the Schwarzenberg Lake are the first proof of its kind in the Czech Republic, and contrary to previously cited research, it also includes older phases of the Mesolithic. In sediment dating back to the older half of the Holocene, layers with a high level of microscopic charcoal particles are visible sometimes even with the naked eye (*Fig. 18*). Their continual appearance indicates either direct settlement (in the event that the charcoal came from fire grounds), or burning of forests in surrounding areas or waterside vegetation. It is often possible to mutually differentiate microscopic charcoal particles which come from wood from ones which originated from plants (e. g. from burned shoreline reed stands). Both categories of findings are regularly present in the lacustrine sediment of the Schwarzenberg site according to present knowledge. The heightened occurrence of pollen grains of a number of anthropogenic

indicators correlates with the occurrence of microscopic charcoal particles both in the lake's central core and in the littoral ones (Figs. 8, 22, 24). This concerns plants preferring open grassy locations (*Thalictrum*, *Rumex acetosella*, *Melampyrum*, *Plantago lanceolata*, *Gramineae*) and species expanding on surfaces afflicted by fires (*Pteridium aquilinum*, *Calluna vulgaris*). The appearance of several wetland plants that grow at nitrogen-rich locations in identical periods may be connected to eutrophication which takes place together with the rising supply of nutrients into the lake and especially its shore zone. Findings of several taxa (*Artemisia*, *Urtica*, *Chenopodiaceae*, *Plantago major*-type) can be evaluated as proof for the presence of ruderal vegetation in settlements. Macrofossils of stone bramble (Fig. 27) found in lake sediments may be interpreted as coming from domestic waste.

Particularly interesting is the presence of the water chestnut (*Trapa natans*; Fig. 26), a well-known source of edible fruits for Mesolithic people (Vuorela — Aalto 1982; Zvelebil 1994). Presence of the water chestnut is evidenced by numerous macrofossil finds in the lake sediments, being ¹⁴C dated to the very beginning of the Holocene. Such early occurrence is rather surprising (compared to other finds in Europe) and may indicate intentional introduction of this utility plant. Of special interest are also the finds of Cereal-type pollen grains (*Triticum*-type in pollen diagram), radiocarbon-dated to interval 10,668–11,243 cal BP. Such rare finds, although difficult to explain confidentially, have several analogies in Central and Western Europe (Zvelebil 1994; Regnell et al. 1995). Although such finds are often found controversial, opinion occur that these cereal-type pollen grains could indicate polyploidisation (that results in larger pollen grains) of naturally occurring, native grass species, either spontaneous or due to intentional manipulation (Tinner — Nielsen — Porter 2007; Behre 2007).

Charcoal and pollen evidence for human impact in sediments of the Schwarzenberg Lake starts just before the beginning of the Holocene. It is best detectable between about 10,700 and 7,000 cal BP. The decline in human impact indicators is connected with the period of natural terrestrialisation of the lake that ceased to be suitable for Mesolithic people at the same moment.

In the study of P. Kuneš — P. Pokorný — P. Šída (2008) the use of pollen diagrams for evaluating potential impact of Mesolithic settlement to vegetation was examined using multivariate statistical tools. From the Czech Republic, 19 profiles were selected and their pollen records between 10,500 and 7,500 cal BP analyzed using PCA and RDA methods together with information about the Mesolithic occupation of areas surrounding these pollen sites. One of the key sites studied was the site of the Schwarzenberg Lake. Patterns were recognized in the data distribution between sites possibly influenced by Mesolithic habitation, and sites without that evidence. The results of these analyses support the hypothesis that some potential anthropogenic indicators reacted very specifically (and always weakly) to Mesolithic human activities in the landscape. Summary pollen curves of all anthropogenic indicators were reconstructed for each site but did not show any explain-

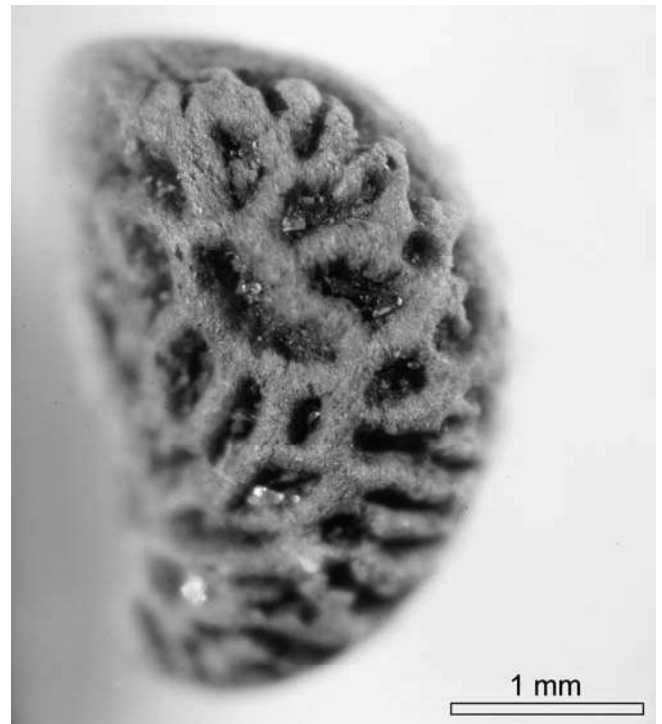


Fig. 27. Stone bramble (*Rubus saxatilis*) seed found in Early Holocene layer (92 cm) of the trench 3. Presence of the remains of palatable, terrestrial plants in lake sediments point to the input of organic waste from nearby (or even in situ) Mesolithic settlement. Photo P. Žáčková. — **Obr. 27.** Semeno ostružiníku skalního (*Rubus saxatilis*) nalezené v časně holocenní vrstvě (92 cm) v sondě 3. *Rubus saxatilis* je potenciálně jedlá rostlina, která roste v lesích a na lesních pasekách. Přítomnost podobných zbytků v jezerních sedimentech poukazuje na přísun organického sídlištního odpadu. Foto P. Žáčková.

able differences between sites. A closer look at certain specific indicators might discover some possible human impact; however, the occurrence of these indicators is generally very sporadic and percentages low, and they can easily be overlooked in pollen diagrams. Multivariate analysis applied to several pollen sites together proved a better tool for studying this early human impact. Relationship between Mesolithic occupation and its distance from the pollen sampling points was also tested. It seems to be clear that human activity during the Early Holocene in central Europe (an area largely forested) was only local in character (of the order of hundreds meters) and can be hardly detected at longer distances. The early occurrence, fast spreading and high initial abundance of hazel (*Corylus avellana*) was apparent at most of the sites included in this study. However, even if its occurrence was significantly found to be correlated with human presence, there still exists possibility of asynchronous spread of hazel in different climatic and soil conditions.

9. Proposal for future research

From a geological standpoint, Schwarzenberg Lake is an extraordinary phenomenon. Until now, completed research has allowed us to at least generally determine the process of the lake's creation and gain a basic concept of its stratigraphy. Further research should focus on the detailed study of these phenomena with the main

task to recognize the detailed stratigraphy in the area of the lake's best preserved south bank (in the area where wooden artifacts and situations influenced by human activities were already found). So far, we have carried out only a limited number of borings, which allowed us to reconstruct a rough outline of lake sediments. In the future, a detailed drilling survey is necessary. Using a quadratic grid with a two-meter unit interval may allow for the 3D modeling of sediment stratigraphy. Another important step must be the dating of main sedimentary events with the use of as much as possible radiocarbon measurements. The next task for future research is to learn more about the stratigraphy of the whole lake basin. For this objective, georadar survey would be the best method. Boring will be necessary not only because of georadar profile calibration, but also for acquiring samples for learning more about the geochemical and textural analysis. Another task is to recognize mechanisms leading to the creation of the lake in detail. As already explained above, today's tentative concept stems from the assumption that the lake's creation was the effect of the interaction between groundwater and permafrost in the end of the LGM period (app. 19,000 cal BP).

During the planning of future research activities in the field, it is imperative to consider both the objectives of acquired data and the irreplaceable localization of each removed sample or archaeological finding, or a set of these. This requirement can be fulfilled only by means of numerical information stemming from certain generally accepted coordinate grids (*Kuna /ed./ 2004*). Surface archaeological surveys carried out using common methods (without recording the exact position of artifacts) up to the present were aimed at verifying the presence of plowing traces of the Mesolithic settlement. The surface survey was carried out and implemented only on a surface smaller than one fourth of the lake's surroundings. Over the course of the future research, one should focus on two main goals – to verify the potential for findings of the whole surrounding area of the deserted lake using a detailed surface survey (up to a distance of 1.5 kilometers from its shores) and closely recognize the structure of settlements in terms of the spatial distribution of artifacts and ecofacts (namely biological remains). The whole territory must be subject to analytical surface surveys with the help of specific methods (as described by *M. Kuna /ed./ 2004*). This requires the careful allotment of spatial reference units of the survey, under which all findings are documented. Surface surveys can be carried out on only approximately one half of the total area of surveyed territory.

As our prospection already showed, archaeological situations exist under the water's surface in the lake's littoral area, where wooden artifacts can be found. Their occurrence was verified so far by only two probes 4 x 2 m and 5,5 x 2,5 in size. The objective of this research was to gain a more detailed concept of archaeological situations and the amount and quality of present artifacts. The future probes must be preceded by a detailed bore survey. Selected situations must then be subjected to several other surface-restricted probes. The significant potential for key layers here is connected with the relatively high difficulty of excavation. They are located

at a considerable depth (2–5 meters under today's surface), permanently under the groundwater's surface. In the future, it will be necessary to ensure the creation of a safe partition which will enable the dig to reach lower depths. The fact that soil from the Late Glacial period is located under the complex of lacustrine strata provides the possibility that the site may contain flooded settlements even older than those that have been recorded to this date.

10. Conclusions

Considering complexness of the site and problems solved, research of the filled Schwarzenberg Lake and its surroundings is still in its beginnings. Judging by initial findings, this site holds much significance for Central Europe and possibly beyond. The following factors lend this site its uniqueness: The presence of continually deposited sediments ranging from the Late Glacial (at least the Older Dryas period) up to the present, meaning more than 15,000 years. The size of the lake body and the length of its existence correspond to the intensity of settlement in the areas surrounding the lake. So far only approximately one fourth of the lake has been subjected to relatively light terrain surface research. However, a total of nine sites containing chipped tools were discovered during this research and also one site containing wooden artifacts in the sediment of the shore under the present surface of the water. One of the discovered dry sites is virtually untouched by any agricultural activity. There are a large number of features from the Mesolithic present. In bank areas, moist sediment has been preserved from the end of the Late Glacial period and the beginning of the Holocene. These contain a large amount of ecofacts and wooden artifact fragments. Moreover, several sections of the strata show indirect signs (namely in form of anthropogenic pollen indicators and microscopic charcoal) of anthropogenic influence. From these proxy-data, continuous and intensive occupation can be reconstructed from at least the very start of the Holocene to about 6,500 cal BP when filling in of the lake advanced to a high degree.

The first phase of investigation has above all shown that the site, located in a wet environment, cannot be further explored due to a lack of funds. These funds are needed for ensuring that proper procedures (drenching the entire area, gradual sediment analysis) are used, and for ensuring the proper safety of the dig. Therefore, the methods of subsequent research will be dependent on further available funding through research projects.

English by the authors Herb E. Wright

Souhrn

Objev zaniklého jezera se datuje na počátek 70. let 20. století, kdy *V. Jankovská (1976; 1980)* zjistila jezerní sedimenty pod vrstvou rašeliny ve výtoku rybníka Schwarzenberg (vybudovaného na přelomu 17. a 18. století; na nejnovějších mapách je jeho jméno uváděno v českém přepisu „Švarcenberk“). V polovině 90. let jsme na tato zjištění navázali rozsáhlejším stratigrafickým průzkumem. Záhy se ukázalo, že se jedná o původní jezero značného rozsahu a že je uprostřed pánve dochován mocný sled jezerních sedimentů nečekaně vysokého stáří. Tři litorální profily a jeden profil centrální

byly postupně zkoumány metodou pylové analýzy, rozboru zbytků řas a makrozbytkové analýzy s cílem popsat postup zazenňování jezerní páne a dlouhodobou vegetační sukcesí s ním spojenou (Pokorný — Jankovská 2000). Chronologie sedimentárního záznamu je postavena na radiouhlíkových datech, na nepřímém datování stopovými obsahy ribidia (jedná se o novou metodu, navíc potenciálně vhodnou k paleoklimatickým rekonstrukcím) a na relativním palynostratigrafickém datování. Centrální profil, jehož spodních 5 metrů vznikalo v průběhu pozdního glaciálu, byl využit k rekonstrukci vývoje vegetace a geochemických změn v povodí jezera v souvislosti s prudkými klimatickými změnami na přelomu pleistocénu a holocénu (Pokorný 2001; 2002). Sedimentologický výzkum ověřil přítomnost eolické složky v jezerním souvrství. Stopy eolické činnosti patrné v jezerních sedimentech se podařilo korelovat se vznikem dun vátých písků v přilehlé části nívy Lužnice a vysvětlit je jako reakci na klimatické zhoršení, ke kterému došlo na počátku mladšího dryasu (Pokorný — Růžicková 2000). Výška vodní hladiny v jezeře v průběhu času podstatně kolísala, což se projevilo změnami sedimentace v litorální zóně. K výraznému vze-stupu úrovně hladiny došlo na počátku pozdně glaciálního interstadiálu. Hladina opět poklesla v mladším dryasu a zvýšila se na přelomu pleistocénu a holocénu. Toto kolísání interpretujeme jako důsledek klimatických změn. Paleoeologický potenciál této mimořádné lokality zdaleka není zmíněnými výzkumy vyčerpán. V sedimentech jsou zachovány například zbytky rybí fauny a dalších vodních organismů, které lze potenciálně využít k rekonstrukci změn lokálního prostředí a ke studiu klimatických změn regionálního až globálního charakteru. Postupně jsou zpracovávány například zbytky rozsivek (T. Bešta, zatím nepublikováno) a vodních koryšů (Cladocera – K. Novákova, zatím nepublikováno).

Z metodického hlediska jsou mimořádně zajímavé okolnosti objevu mezolitického osídlení na březích bývalého jezera Schwarzenberg. Z blízkého okolí byly donedávna známy pouze jednotlivé nálezy štípané kamenné industrie patrně předneolitického stáří (souhrnně viz Venc /ed./ 2006; Pavlů 1992). Odhlédneme-li od těchto ojedinělých nálezů, bylo rozsáhlé mezolitické osídlení doloženo až nepřímo, a to na základě přítomnosti pylových zrn antropogenních indikátorů a nezvyklého množství mikroskopických uhlíkových částic v jezerních sedimentech datovaných do raného holocénu (Pokorný 2001). Silná nepřímá indikace dávala tušit přítomnost mimořádně hustého osídlení v těsném okolí bývalého jezera, a to minimálně od samého počátku holocénu po jeho střední část. Navazující archeologický průzkum, provedený v roce 2000 S. Venclem (Venc /ed./ 2006), a zejména pak v letech 2005 a 2006 autory tohoto článku, přinesl hojně nálezy štípané kamenné industrie datovatelné rámcově do pozdního paleolitu a především do mezolitu (prozatím bez mikrolitů, které se sběry obtížně zjišťují). Pomocí povrchových sběrů jsme postupně objevili devět lokalit v jihovýchodním segmentu příbřežní zóny. Na protáhlé vyvýšenině těsně při břehu bývalého jezera jsme objevili orbou neporušenou lokalitu 7. Na první zjišťovací sondáž tu na podzim roku 2005 navázala sonda na ploše 1 x 9 m. Nalezené objekty vykazovaly tmavě hnědou písčitou výplň a obsahovaly pouze kamennou industrii. Jejich vznik dáváme do souvislosti s mezolitickým osídlením. Ze sondy pochází celkem 195 kusů industrie (hustota 21,7 artefaktu na metr čtvereční). Její dominantní složkou jsou amorfní zlomky (109 kusů; 55,9 %). Následují úštěpy (51 artefaktů; 26,2 %), čepele (23 artefaktů; 11,8 %) a jádra (2 artefaktů; 1 %). Nástrojů je v kolekci zatím doloženo 10 (4 trojúhelníky, 3 škrabadla, 2 rydla a 1 čepel s laterální retuší; 5,1 %). Pro vyhodnocení planigrafie bylo zatím získáno málo dat, příslušné závěry budeme moci formulovat až po prozkoumání větší plochy lokality.

Prozatím poslední kompletně zpracovaná fáze zjišťovacího archeologického výzkumu proběhla na jaře roku 2006. Tentokrát jsme se zaměřili na nejméně porušený jižní úsek pobřeží bývalého jezera. Hlavním cílem bylo ověření archeologického potenciálu vlhkých břehových partií a odběr dalšího profilu pro paleoeologické analýzy. Zjišťovací sonda 3 o rozměru 2 x 4 m zachycuje ve své spodní části pobřežní facii z doby po transgresi vodní hladiny. Toto organické souvrství s jilem a pískem se ukázalo být bohaté na pylová zrna a rostlinné makrozbytky, včetně čerstvého dřeva a velkých kusů uhlíků. Z množství nalezených fragmentů dřev nese 14 nálezů jasně stopy opracování. V některých případech známe jejich

pravděpodobnou funkci (ratiště šípů a pravděpodobný jeho polo-tovar), v jiných případech je funkce zatím nejasná. Fragment ratiště se podařilo nedestruktivně radiouhlíkově datovat cestou AMS. Výsledný interval kalibrovaného stáří činí 10,588–11,079 let BP (pro hladinu pravděpodobnosti 95 %). Další nalezená dřeva nenesou stopy opracování, jsou však často opálená, a to buďto na celém povrchu, nebo na jednom konci. Pylová analýza prokázala v příslušné části souvrství přítomnost řady bylinných druhů hodnocených jako sekundární antropogenní indikátory. Rovněž některé nálezy rostlinných makrozbytků z této vrstvy – skořápky lískového ořechu a semen maliníku – jsou v jezerních usazeninách překvapivě, protože se jedná o druhy rostoucí na sušších místech. Interpretace je nasnadě: jedná se zřejmě o zbytky sbíraných potravin. Kalibrované stáří lískového ořechu nalezeného ve vrstvě 92–100 cm bylo radiouhlíkovým datováním stanoveno v rozmezí 10,277–10,586 BP (pro hladinu pravděpodobnosti 95 %). Nález považujeme za mimořádný právě vzhledem ke zjištěnému stáří. Na samém počátku holocénu se líska na území střední Evropy teprve začala šířit. Nalezený lískový ořech v kontextu jezerních sedimentů s artefakty tak může být předběžně považován za nepřímý důkaz šíření této významné dřeviny člověkem. Je možné, že člověk přispíval k šíření lísky donášením sklizených plodů z větších vzdáleností (při sezónním pohybu lovecko-sběračských skupin), rozvolňováním korunového zápoje lesa a není vyloučeno, že i záměrným managementem, což asi natrvalo zůstane pouze v rovině hypotézy.

Vrstva rákosové slatiny v nadložní výše popsaného souvrství vznikla až po zazenňení příbřežní zóny, a to zhruba v rozmezí let 11,000 až 7,000 cal BP. Černé zbarvení horní části této vrstvy je důsledkem přítomnosti velkého množství mikroskopických uhlíků. Jejich kontinuální výskyt indikuje buďto přímo sídlení (v případě, že uhlíky pocházejí z ohnišť), nebo vypalování lesní a pobřežní vegetace. Často lze vzájemně odlišit mikroskopické uhlíky pocházející ze dřeva od uhlíků původem z bylin (například z rákosy). Ve studovaném materiálu z jezerních sedimentů jsou pravidelně přítomny obě kategorie nálezů. S přítomností mikroskopických uhlíkových partiкул koreluje zvýšený výskyt pylových zrn některých antropogenních indikátorů. Jedná se o rostliny preferující otevřená travnatá stanoviště (*Thalictrum*, *Rumex acetosella*, *Melampyrum*, *Plantago lanceolata*, Gramineae) a druhy expandující na požárem zasažených plochách (*Pteridium aquilinum*, *Calluna vulgaris*). Výskyt některých vodních a pobřežních rostlin (*Ceratophyllum*, *Typha latifolia*), případně rostlin vlhkých, dusíkem bohatých stanovišť (*Solanum dulcamara*, *Urtica*) ve stejném období může souviset s eutrofizací, tzn. se zvýšením přísunu živin do jezera a jeho pobřežní zóny. Nálezy některých pylových zrn (*Artemisia*, Chenopodiaceae, *Plantago major*-type) lze hodnotit jako nepřímý důkaz přítomnosti ruderálních stanovišť na sídlištech.

V souvislosti s mezolitickým osídlením nejsou bez zajímavosti také nálezy subfosilních plodů kotvice plovoucí (*Trapa natans*). Kotvice je vzplyvavá vodní rostlina, jejíž škrobnaté oříšky tvořily významnou součást jídelníčku mezolitického člověka (Vuorela — Aalto 1982; Zvelebil 1994). Nejstarší nálezy oříšků kotvice v sedimentech jezera Schwarzenberg datujeme do samého počátku holocénu. Překvapivě časný výskyt této teplomilné rostliny je nejen důkazem příznivého klimatu v příslušné době, ale navíc znovu vyvolává podezření ze záměrné introdukce.

Přínejmenším překvapivé je poměrně pozdní datum konce kontinuálního osídlení, zatím indikovaného pouze nepřímo v jezerních sedimentech výše popsanými nálezy. Na základě radiokarbonového datování paleoenvironmentálního záznamu získáváme datum těsně okolo 6,500 cal BP, které z chronologického hlediska spadá již do období, ve kterém v oblastech příznivějších pro zemědělství existovalo neolitické osídlení. Třeboňská pánev s kyselými a zamokřenými půdami byla pro zemědělce zcela nevhodná a tak není vyloučeno, že zde lovecko-sběračské populace přetrvávaly ještě dlouho po rozšíření neolitického způsobu života v úrodných nížinách. To by odpovídalo představě o dlouhém přezívání mezolitiků v periferních oblastech jižních Čech, jak ji nedávno (a z pochopitelných důvodů velmi opatrně) formuloval S. Venc (Venc /ed./ 2006). Zhruba od data 6,500 cal BP je v pylovém záznamu patrný dočasný hiát v osídlení, a to až do období okolo 5,500 cal BP, kdy se začínají objevovat první indikátory zemědělské aktivity v podobě pylových zrn obilovin. Archeologicky je přítomnost mladoneolitických populací

v blízkém okolí námi sledovaného území naznačena keramikou lengyelské kultury i několika kamennými artefakty z nedaleké pís-kovny u Vlkova (dle výzkumů A. Beneše uložených v nálezcových zprávách).

Výzkum mezolitického areálu v okolí bývalého jezera Schwarzenberg představuje šanci zachytit toto osídlení v mimořádné šíři aspektů. Je to potenciálně možné díky dochování organických artefaktů v jezerním a bažinném prostředí v kombinaci s neporušenými sídlištními situacemi na suchých vyvýšených místech podél bývalého pobřeží. Dosavadní stav výzkumu prozatím dovoluje vznést řadu zajímavých otázek, ovšem jejich řešení nás teprve čeká. Nejdůležitější úkol spatřujeme v testování výše uvedené hypotézy (o kontinuálním osídlení lovců a sběračů a jeho dlouhodobém přežívání) také archeologickými metodami. Do budoucna je zároveň nutné zajistit účinnou ochranu příbřežních sedimentů bývalého jezera, potenciálně ohrožených hospodářskými aktivitami a nalézt dostatečné finanční prostředky i odborné kontakty pro další výzkum této unikátní lokality.

References

- Alley, R. B. et al. 1993:
Alley, R. B. — Meese, D. A. — Shuman, C. A. — Grow, A. J. — Taylor, K. C. — Grootes, P. M. — White, J. W. C. — Ram, M. — Waddington, E. D. — Mayewski, P. A. — Zielinski, G. A.:
Abrupt increase in Greenland snow accumulation at the end of the Younger Dryas event. *Nature* 362, 527–529.
- Alm, T. — Birks, H. H. 1991:
Late Weichselian flora and vegetation of Andøya, northern Norway. *Boreas* 22, 171–188.
- Ammann, B. 1989:
Response times in bio- and isotope-stratigraphies to Late-glacial climatic shifts — an example from lake deposits. *Ecologiae Geologia Helvetica* 82/1, 183–190.
- Ammann, B. — Lotter, A. F. 1989:
Late-Glacial radiocarbon- and palynostratigraphy on the Swiss Plateau. *Boreas* 18, 109–126.
- Ammann, B. et al. 1993:
Ammann, B. — Birks, H. J. B. — Drescher-Schneider, R. — Jugins, S. — Lang, G. — Lotter, A. F.:
Patterns of variation in Late-glacial pollen stratigraphy along a northwest-southeast transect through Switzerland – a numerical analysis. *Quaternary Science Reviews* 12, 277–286.
- Ammann, B. et al. 1994:
Ammann, B. — Lotter, A. F. — Eicher, U. — Gaillard, M. J. — Wohlfarth, B. — Haeblerli, W. — Lister, G. — Maisch, M. — Niessen, F. — Schlüchter, Ch.:
The Würmian Late-glacial in lowland Switzerland. *Journal of Quaternary Science* 9(2), 119–125.
- Andersen, S. H. 1999:
Ronæs Skov – a painted wooden shaft. *Maritime Archaeology Newsletter from Roskilde, Denmark* 12, 7–8.
- Andrée, M. et al. 1986:
Andrée, M. — Oeschger, H. — Siegenthaler, U. — Riesen, T. — Moell, M. — Ammann B. — Tobolski, K. 1986:
¹⁴C dating of plant macrofossils in lake sediments. *Radiocarbon* 28, 411–416.
- Beaulieu, J. L. — Reille, M. 1984:
A long Upper Pleistocene pollen record from Les Echets, near Lyon, France. *Boreas* 13, 111–132.
- Beaulieu, J. L. et al. 1994:
Beaulieu, J. L. — Andrieu, V. — Ponel, P. — Reille, M. — Lowe, J. J.:
The Weichselian Late-glacial in southwestern Europe (Iberian peninsula, Pyrenees, Massif Central, northern Apennines). *Journal of Quaternary Science* 9, 101–107.
- Behling, H. — Street, M. 1999:
Palaeoecological studies at the Mesolithic site at Bedburg-Königshoven near Cologne, Germany. *Vegetation History and Archaeobotany* 8(4), 273–285.
- Behre, K. E. 1978:
Die Klimaschwankungen im europäischen Präboreal. *Petermanns Geographisches Mitteilungen* 2, 97–102.
- Behre, K. E. 2007:
Evidence for Mesolithic agriculture in and around central Europe? *Vegetation History and Archaeobotany* 16, 203–219.
- Birks, H. H. et al. 1994:
Birks, H. H. — Paus, A. — Svendsen, J. L. — Alm, T. — Mangerud, J. — Landvik, J. Y.:
Late Weichselian environmental change in Norway, including Svalbard. *Journal of Quaternary Science* 9, 133–146.
- Björk, S. 2007:
Younger Dryas Oscillation, Global Evidence. In: Elias, S. A. (ed.): *Encyclopedia of Quaternary Science* Elsevier, 1985–1993.
- Bos, H. 1998:
Aspects of the Lateglacial – Early Holocene vegetation development in western Europe. Palynological and palaeobotanical investigations in brabant, The Netherlands and Hessen, Germany. LPP Contributions Series No. 10, LPP Foundation. Utrecht, 240 pp.
- Bos, J. A. A. — Janssen, C. R. 1996:
Local Impact of Palaeolithic Man on the Environment During the End of the Last Glacial in the Netherlands. *Journal of Archaeological Science* 23, 731–739.
- Bos, J. A. A. — Urz, R. 2003:
Late Glacial and early Holocene environment in the middle Lahn river valley (Hessen, central-west Germany) and the local impact of early Mesolithic people – pollen and macrofossil evidence. *Vegetation History and Archaeobotany* 12, 19–36.
- Bos, J. A. A. et al. 2006:
Bos, J. A. A. — van Geel, B. — Groenewoudt, B. J. — Lauwerier, R. C. G. M.:
Early Holocene environmental change, the presence and disappearance of early Mesolithic habitation near Zutphen (The Netherlands). *Vegetation History and Archaeobotany* 15(1), 27–43.
- Burov, G. M. 1990:
Die Holzgeräte des Siedlungsplatzes Vis I als Grundlage für die Periodisierung des Mesolithikums im Norden des Europäischen Teil der UdSSR. In: Vermeersch, P. M. — Van Peer, P. (Eds.): *Contributions to the Mesolithic in Europe*. Leuven University, 335–344.
- Burroughs, W. J. 2005:
Climate Change in Prehistory. The End of the Regin of Chaos. Cambridge University Press. New York.
- Digerfeldt, G. 1972:
The post-glacial development of Lake Trummen. *Folia Limnologica Scandinavica* 16, 1–104.
- Digerfeldt, H. 1975:
The post-glacial development of Ranviken bay in Lake Immen. III. Palaeolimnology. *Geologiska Foreningens i Stockholm Förhandlingar* 97, 13–28.
- Ellenberg, H. 1996:
Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Auflage. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co.
- Engström, D. R. — Wright, H. E., Jr. 1984:
Chemical stratigraphy of lake sediments as record of environmental change. In: Haworth, E. Y. — Lund, J. G. W. (eds): *Lake sediments and environmental history*. Leicester University Press, U.K., 11–67.

- Gaillard, M. J. 1984: Etude palynologique de l'évolution tardi- et postglaciaire de la végétation du Moyen-Pays Romand (Suisse). *Dissertationes Botanicae* 77, 1–322.
- Gaillard, M. J. 1985: Late, glacial and Holocene environments of some ancient lakes in western Swiss Plateau. *Dissertationes Botanicae* 87, 273–36.
- Gams, H. 1926: Hydrocaryaceae. In: Heggi, G. (ed.): *Flora von Mitteleuropa*. Band V/2. München, 882–894.
- Gans, W. de 1988: Pingo scars and their identification. In: Clark, M. J. (ed.): *Advances in periglacial geomorphology*, Chichester: John Wiley & Sons, 299–324.
- Goslar, T. et al. 1993: Goslar, T. — Kuc, T. — Ralska-Jasiewiczowa, M. — Rózanski, K. — Arnold, M. — Bard, E. — Pazdur, M. F. — Szeroczyńska, K. — Wicik, B. — Wieckowski, K. — Walanus, A.: High-resolution lacustrine record of the Late Glacial/Holocene transition in central Europe. *Quaternary Science Reviews* 12, 287–294.
- Gramsch, B. 1987: Ausgrabungen auf dem mesolithischen Moorfundplatz bei Friesack, Bezirk Potsdam Berlin. *Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Potsdam* 21, 75–100.
- Harris, C. — Ross, N. 2007: Pingos and Pingo Scars. In: Elias, S. A. (ed.): *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, 2200–2207.
- Herbauts, J. 1982: Chemical and mineralogical properties of sandy and loamy-sandy ochreous brown earths in relation to incipient podzolization in a brown-podzol evolutive sequence. *Journal of Soil Science* 33, 743–762.
- Hicks, S. 1993: Pollen evidence of localized impact on the vegetation of northernmost Finland by hunter-gatherers. *Vegetation History and Archaeobotany* 2, 137–144.
- Hoek, W. 1997: Palaeogeography of Lateglacial Vegetations. Aspects of Lateglacial and Early Holocene vegetation, abiotic landscape, and climate in The Netherlands. *Nederlandse Geografische Studies* 230, 1–147.
- Holčík J. 1977: Changes in fish community of Klicava reservoir with particular reference to Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). 1857–1972. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34, 1734–1747.
- Hornberg, G. et al. 2006: Hornberg, G. — Bohlin, E. — Hellberg, E. — Bergman, I. — Zackrisson, O. — Olofsson, A. — Wallin, J. E. — Passe, T.: Effects of Mesolithic hunter-gatherers on local vegetation in a non-uniform glacio-isostatic land uplift area, northern Sweden. *Vegetation History and Archaeobotany* 15(1), 13–26.
- Huntley, B. — Birks, H. J. B. 1983: An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0–13,000 years ago. Cambridge: Cambridge University press, 667 pp.
- Chen, J. et al. 2000: Chen, J. — Ji, J. — Chen, Y. — An, Z. — Dearing, J. A. — Wang, Y. 2000: Use of rubidium to date loess and paleosols of the Luochuan sequence, central China. *Quaternary Research* 54, 198–205.
- Innes, J. B. — Blackford, J. J. 2003: The ecology of late Mesolithic woodland disturbances: Model testing with fungal spore assemblage data. *Journal of Archaeological Science* 30(2), 185–194.
- Iversen, J. 1954: The Late-glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil. *Danmarks Geologiske Undersøgelse II/80*, 87–119.
- Iversen, J. 1964: Retrogressive vegetational succession in the post-glacial. *Journal of Ecology* 52, 59–70.
- Jalut, G. et al. 1992: Jalut, G. — Monserrat Marti, J. — Fortugne, M. — Delibrias, G. — Vilaplana, J. M. — Julia, R.: Glacial to interglacial vegetation changes in the northern and southern Pyrénées; deglaciation, vegetation cover and chronology. *Quaternary Science Reviews* 11, 449–480.
- Jankovská, V. 1976: Výskyt některých vodních, pobřežních a rašelinistních rostlin v Třeboňské pánvi v pozdním glaciálu a holocénu. *Sborník Jihočeského muzea* 16, 93–101. České Budějovice.
- Jankovská, V. 1980: Paläobotanische Rekonstruktion der Vegetationsentwicklung im Becken Třeboňská pánev während des Spätglazials und Holozäns. *Vegetace ČSSR A11*. Praha: Academia, 144 pp.
- Jorga, W. — Pietsch, W. — Weise, G. 1982: Beiträge zur Ökologie und Bioindikation von *Trapa natans* L. *Limnologica* 14(2), 385–394.
- Karasev, G. L. 1987: Ryby Zabaikal'a. (Fish of Zabaikal'e. In Russian). Novosibirsk: Nauka.
- Karsten, P. — Knarrström, B. 2001: Tågerup – fifteen hundred years of Mesolithic occupation in western Scania, Sweden: a preliminary view. *European Journal of Archaeology* 4, 165–174.
- Khotinsky, N. A. — Klimanov, V. A. 1997: Allerød, Younger Dryas and Early Holocene palaeo-environmental stratigraphy. *Quaternary International* 41/42, 67–70.
- Kilian, M. R. — Van der Plicht, J. — Van Geel, B. 1995: Dating raised bogs: New aspects of AMS ¹⁴C wiggle matching a reservoir effect and climate change. *Quaternary Science Reviews* 14, 959–966.
- Kolstrup, E. 1980: Climate and Stratigraphy in Northwestern Europe between 30,000 B.P. and 13,000 B.P., with special reference to The Netherlands. *Mededelingen van de Rijks Geologische Dienst* 32/15, 181–253.
- Kuna, M. (ed.) 2004: *Nedestruktivní archeologie. (Non-destructive Archeology)*. Praha: Academia.
- Kuneš, P. — Pokorný, P. — Šída, P. 2008: Detection of the impact of early Holocene hunter-gatherers on vegetation in the Czech Republic, using multivariate analysis of pollen data. *Vegetation History and Archaeobotany* 17, 269–287.
- Kuneš, P. et al. 2008: Kuneš, P. — Pelánková, B. — Chytrý, M. — Jankovská, V. — Pokorný, P. — Petr, L.: Interpretation of the last-glacial vegetation of eastern-central Europe using modern analogues from southern Siberia. *Journal of Biogeography* 35, 2223–2236.
- Labeyrie, L. et al. 2003: Labeyrie, L. — Cole, J. — Alverson, K. — Stocker, T.: The history of climate dynamics in the Late Quaternary. In: Alverson, K. D. — Bradley, R. S. — Pedersen, T. F. (eds.): *Paleoclimate, Global Change and the Future*. Springer.

- Lang, G. 1994:
Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Jena: G. Fisher.
- Liu, H. et al. 1999:
Liu, H. — Cui, H. — Pott, R. — Speier, M.:
The surface pollen of the woodland-steppe ecotone in southeastern Inner Mongolia, China. *Review of Palaeobotany, Palynology* 105, 237–250.
- Lotter, A. F. 1988:
Paläoökologische und paläolimnologische Studie des Rotsees bei Luzern. Pollen-, grossrest-, diatomen- und sedimentanalytische Untersuchungen. *Dissertationes Botanicae* 124, 1–187.
- Lotter, A. F. et al. 1992:
Lotter, A. F. — Eicher, U. — Siegenthaler, U. — Birks, H. J. B.:
Late-glacial climatic oscillations as recorded in Swiss lake sediments. *Journal of Quaternary Science* 7, 187–204.
- Louwe Kooijmans, L. P. 2001:
Hardinxveld – Giessendam Polderweg, Een mesolithisch jachtkamp in het rivieren gebied (5500–5000 v. Ch.). *Rapportage Archeologische Monumentenzorg* 83. Amersfoort.
- Lowe, J. J. — Walker, M. J. C. 2000:
Radiocarbon dating the last glacial-interglacial transition (ca 14–9 ¹⁴C ka BP) in terrestrial and marine records: The need for new quality assurance protocols. *Radiocarbon* 42, 53–68.
- Lowe, J. J. — Watson, C. 1993:
Lateglacial and early Holocene pollen stratigraphy of the northern Apennines, Italy. *Quaternary Science Reviews* 12, 727–738.
- Lowe, J. J. et al. 1994:
Lowe, J. J. — Ammann, B. — Birks, H. H. — Björck, S. — Coope, G. R. — Cwynar, L. — de Beaulieu, J.-L. — Mott, J. R. — Peteet, D. M. — Walker, M. J. C.:
Climatic changes in areas adjacent to the North Atlantic during the last glacial-interglacial transition (14–9 ka BP): a contribution to IGCP-253. *Journal of Quaternary Science* 9, 185–198.
- Lozovski, V. — Ramseyer, D. 1998:
Les objets en bois du site mésolithique de Zamostje 2 (Russie). *Archéo Situla* 25, 5–18.
- Ložek, V. — Čílek, V. 1995:
Late Weichselian-Holocene sediments and soils in mid-European calcareous areas. *Anthropozoikum* 22, 87–112.
- Lundqvist, J. — Saarnisto, M. 1995:
Summary of project IGCP-253. *Quaternary International* 28, 9–18.
- Mackay, J. R. 1988:
Pingo collapse and palaeoclimatic reconstruction. *Canadian Journal of Earth Sciences* 25, 495–511.
- Macklin, M. G. et al. 2000:
Macklin, M. G. — Bonsall, C. — Davies, F. M. — Robinson, M. R.:
Human-environment interactions during the Holocene: new data and interpretations from the Oban area, Argyll, Scotland. *Holocene* 10, 109–121.
- Mangerud, J. et al. 1974:
Mangerud, J. — Andersen, S. T. — Berglund, B. E. — Donner, J. J.:
Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal of terminology and classification. *Boreas* 3, 109–127.
- Menke, B. 1968:
Das Spätglazial von Glusing. *Eiszeitalter und Gegenwart* 19, 73–84.
- Nesbitt, H. W. — Markovics, G. — Price, R. C. 1980:
Chemical processes affecting alkalis and alkaline earths during continental weathering. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 44, 1659–1666.
- Nesje, A. et al. 1991:
Nesje, A. — Kvamme, M. — Rye, N. — Lövlie, R.:
Holocene glacial and climatic history of the Jostedalbreen region, western Norway: evidence from lake sediments and terrestrial deposits. *Quaternary Science Reviews* 10, 87–114.
- Pavů, I. 1992:
Nové raně středověké a mezolitické sídliště v povodí Lužnice (povrchový průzkum v jižních Čechách 1986–1990). *Sborník Západočeského muzea v Plzni - Historie* VIII, 8–16.
- Pawlikowski, M. et al. 1982:
Pawlikowski, M. — Ralska-Jasiewiczowa, M. — Schönborn, W. — Stupnicka, E. — Szeroczyńska, K.:
Woryty near Gietrzwałd, Olsztyn Lake District, northeast Poland – vegetational history and lake development during the last 1200 years. *Acta Palaeobotanica* 22, 1–120.
- Pearson, G. W. 1986:
Precise calendrical dating of known grown-period samples using a “curve fitting” technique. *Radiocarbon* 28, 292–299.
- Peteet, D. 1995:
Global Younger Dryas? *Quaternary International* 28, 93–104.
- Pilcher, J. R. 2003:
Radiocarbon dating and environmental radiocarbon studies. In: Mackay, A. — Battarbee, R. W. — Birks, J. — Oldfield, F. (eds.): *Global Change in the Holocene*. London: Arnold, 281–293.
- Pissart, A. 1988:
Pingos: an overview of the present state of knowledge. In: Clark, M. J. (ed.): *Advances in periglacial geomorphology*. Chichester: John Wiley and Sons, 279–298.
- Pokorný, P. 2001:
Nutrient distribution changes within a small lake and its catchment as response to rapid climatic oscillations. In: Vymazal, J. (ed.): *Transformations of Nutrients in Natural and Constructed Wetlands*. Leiden: Backhuys Publishers, 463–482.
- Pokorný, P. 2002:
A high-resolution record of Late-Glacial and Early-Holocene climatic and environmental change in the Czech Republic. *Quaternary International* 91, 101–122.
- Pokorný, P. — Jankovská, V. 2000:
Long-Term Vegetation Dynamics and the Infilling Process of a Former Lake (Schwarzenberg, Czech Republic). *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 35, 433–457.
- Pokorný, P. — Klimešová, J. — Klimeš, L. 2000:
Late Holocene history and vegetation dynamics of a floodplain alder carr – a case study from eastern Bohemia, the Czech Republic. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 35, 43–58.
- Pokorný, P. — Růžičková, E. 2000:
Changing Environments During the Younger Dryas Climatic Deterioration: Correlation of Aeolian and Lacustrine Deposits in Southern Czech Republic. *Geolines* 11, 89–92.
- Poser, S. C. 1984:
Boden- und Klimaverhältnisse in Mittel- und Westeuropa während der Würmeiszeit. *Erdkunde* 2, 53–68.
- Ramsey, C. B. 1998:
Probability and dating. *Radiocarbon* 40, 461–474.
- Regnell, M. et al. 1995:
Regnell, M. — Gaillard, M. J. — Bartholin, T. S. — Karsten, P.:
Reconstruction of environment and history of plant use during the late Mesolithic (Ertebøle culture) at the inland settlement of Bökegerg III, southern Sweden. *Vegetation History and Archaeobotany* 4, 67–91.
- Ross, G. J. — Schuppli, P. A. — Wang, C. 1989:
Quantitative determination of vermiculite by a rubidium fixation method. *Soil Science Society of America Journal* 53, 1588–1589.

- Ruddiman, W. F. — McIntyre, A. 1981: The North Atlantic ocean during the last deglaciation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 35, 145–214.
- Rybníček, K. — Rybníčková, E. 1987: Palaeogeobotanical evidence of middle Holocene stratigraphic hiatuses in Czechoslovakia and their explanation. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 22, 313–327.
- Rybníčková, E. — Rybníček, K. 1972: Erste Ergebnisse paläogeobotanischer Untersuchungen des Moores bei Vracov, Südmähren. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 7, 285–308.
- Rybníčková, E. — Rybníček, K. 1985: Palaeogeobotanical Evaluation of the Holocene Profile from the Řežabinec, Fish-pond. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 20, 419–437.
- Schuld, E. 1954: Ein mittelsteinzeitlicher Siedlungsplatz bei Hohen Viecheln, Kr. Wismar, Vorläufiger Bericht über die Ausgrabungen 1954. *Boden-denkmalpflege in Mecklenburg. Jahrbuch 1954*, 9–27. Schwerin.
- Simmons, I. G. — Chambers, F. M. 1993: Vegetation change during the Mesolithic in the British Isles: some implications. *Climate Change and Human Impact on the Landscape*. London: Chapman and Hall, 109–117.
- Starkel, L. 1990: Environmental changes at the Younger Dryas-Preboreal transition and during the early Holocene: some distinctive aspects in Central Europe. *The Holocene* 1, 234–242.
- Stuiver, M. — Grootes, P. M. — Braziunas, T. 1995: The GISP $\delta^{18}\text{O}$ climate record of the past 16,500 years and the role of the sun, ocean and volcanoes. *Quaternary Research* 44, 341–354.
- Svoboda J. (ed.) 2003: Mezolit severních Čech. Komplexní výzkum skalních převisů na Českolipsku a Děčínsku 1978–2003. — Mesolithic of Northern Bohemia. Complex excavation of rockshelters in the Česká Lípa and Děčín areas, 1978–2003. Archeologický ústav AV ČR Brno, Národní park České Švýcarsko, Oblastní muzeum Děčín.
- Šída, P. — Pokorný, P. — Kuneš, P. 2007: Dřevěné artefakty raně holocenního stáří z litorálu zaniklého jezera Schwarzenberg. — Early Holocene wooden artefacts from the lake Schwarzenberg. *Přehled výzkumů* 48, 55–64.
- Tinner, W. — Nielsen, E. H. — Porter, A. F. 2007: Mesolithic agriculture in Switzerland? A critical review of the evidence. *Quaternary Science Reviews* 26, 1416–1431.
- Tyráček, J. 1995: Depositional changes in non-glaciated regions of central Europe. *Quaternary International* 28, 77–81.
- Van Geel, B. — Mook, W. G. 1989: High-resolution ^{14}C dating of organic deposits using natural atmospheric ^{14}C variations. *Quaternary Science Reviews* 14, 959–966.
- Vencl, S. (ed.) 2006: Nejstarší osídlení jižních Čech. Paleolit a mesolit. Praha: Archeologický ústav Akademie věd ČR.
- Vorren, T. O. et al. 1988: Vorren, T. O. — Vorren, K. D. — Alm, T. — Gulliksen, S. — Løvlie, R.: The last deglaciation (20,000 to 11,000 B.P.) on Andøya, northern Norway. *Boreas* 17, 41–77.
- Vuorela, I. 1995: Palynological evidence of the stone age settlement in southern Finland. *Geological survey of Finland, Special Paper* 20, 139–143.
- Vuorela, I. — Aalto, M. 1982: Palaeobotanical investigations at Neolithic dwelling site in southern Finland, with special reference to *Trapa natans*. *Annales Botanici Temnici* 19, 81–92.
- Wacnik, A. 2005: Wpływ działalności człowieka mezolitu i neolitu na szatę roślinną w rejonie Jeziora Milkowskiego (Kraina Wielkich Jezior Mazurskich). *Botanical Guidebooks* 28, 9–27.
- Walker, M. J. C. 1995: Climatic changes in Europe during the last glacial/interglacial transition. *Quaternary International* 28, 63–76.
- Walker, M. J. C. 2001: Rapid climate change during the last glacial-interglacial transition; implications for stratigraphic subdivision, correlation and dating. *Global and Planetary Changes* 30, 59–72.
- Washburn, A. L. 1980: *Geocryology. A survey of periglacial processes and environments*. New York: John Wiley and Sons, 406 pp.
- Watts, W. A. 1979: Regional variations in the response of vegetation to Lateglacial Climatic Events in Europe. In: Lowe, J. J. — Gray, J. M. — Robinson, J. E. (eds): *Studies in the Lateglacial of north-west Europe*. Oxford: Pergamon Press, 1–21.
- Wohlfarth, B. 1996: The chronology of the termination: a review of radiocarbon-dated, high resolution terrestrial stratigraphies. *Quaternary Science Reviews* 15, 267–284.
- Zvelebil, M. 1994: Plant use in the Mesolithic and its role in the transition to farming. *Proceedings of the Prehistoric Society* 60, 35–74.
- Mgr. Petr Pokorný, Ph.D.**, Institute of Archaeology, Academy of Sciences of the Czech Republic, v.v.i., Letenská 4, CZ 118 01 Praha 1, Czech Republic; e-mail: pokorny@arup.cas.cz
- PhDr. Mgr. Petr Šída, Ph.D.**, Department of Archaeology, Filozofická fakulta Západočeské univerzity v Plzni, Sedláčkova 38, CZ 306 14 Plzeň, Czech Republic; e-mail: petsida@seznam.cz
- Mgr. Pavla Žáčková**, Department of Botany, Přírodovědecká fakulta UK v Praze, Benátská 2, CZ 128 01 Praha 2, Czech Republic; e-mail: pa.zackova@seznam.cz
- Mgr. Petr Kuneš, Ph.D.**, Department of Botany, Přírodovědecká fakulta UK v Praze, Benátská 2, CZ 128 01 Praha 2, Czech Republic; e-mail: petr@kunes.net
- Mgr. Ondřej Chvojka, Ph.D.**, Museum of South Bohemia, Dukelská 1, CZ 370 51 České Budějovice, Czech Republic; e-mail: chvojka@muzeymcb.cz
- Ing. Ivo Světlík, Ph.D.**, CRL – Radiocarbon Laboratory, Institute of Nuclear Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic, v.v.i., Na Truhlářce 39/64, CZ 180 86 Praha 8, Czech Republic; e-mail: svetlik@ujf.cas.cz
- † **RNDr. Josef Veselý, CSc.**, (Geological Survey of the Czech Republic, Geologická 6, CZ 152 00 Praha 5, Czech Republic).

17. Pokorný, P. - Šída, P. - Novák, J. - Prostředník, J. 2010: Neolitická těžba v Jizerských horách pohledem pylové a antrakologické analýzy, AR LXII, 587-607.

Neolitická těžba v Jizerských horách pohledem pylové a antrakologické analýzy

Neolithic quarrying in the Jizerské Mts. (Czech Republic)
from the perspective of pollen and anthracological analyses

Petr Pokorný – Petr Šída – Jan Novák – Jan Prošředník

Archeologické výzkumy mapující neolitickou těžbu metabazitů na úpatí Jizerských hor probíhají od r. 2002. K obrovskému množství úštěpů kamenné suroviny a polotovarů vyráběných nástrojů nově přibyl z výplní těžebních jam soubor zuhelnatělého dřeva, který poskytl základní představu o složení stromového patra vegetace a zároveň umožnil konzistentní radiokarbonové datování. Také jsme testovali možnosti pylové analýzy, jejíž výsledky mají potenciál posloužit jako biostratigrafické datovací vodítko a mohly by umožnit rekonstrukci charakteru přírodního prostředí v průběhu těžby a v době těsně následující po jejím ukončení. Oba druhy analýz dovoluují rekonstruovat dynamiku tvorby zánikových souvrství a ukazují, že neolitická těžba probíhala uprostřed převážně zalesněné krajiny.

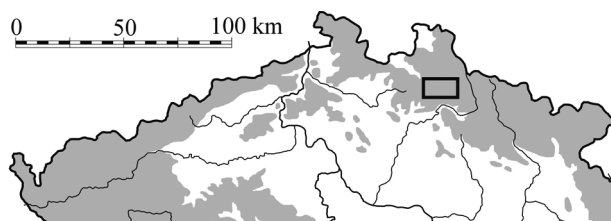
neolit – těžební areály – metabazit typu Pojizeří – vývoj vegetace – krajina – paleoekologie

Archaeological investigations mapping the Neolithic quarrying of metabasites at the foothills of the Jizerské Mts. has been conducted since 2002. The enormous amount of flakes of stone raw materials and semi-finished manufactured tools has been supplemented by an assemblage of wood charcoal from the fill of quarrying pits; this new assemblage has provided a basic impression of the composition of arboreal vegetation and has enabled consistent radiocarbon dating. In addition, we also tested the possibilities of pollen analysis, the results of which have the potential to serve as a biostratigraphic dating guideline, possibly enabling a reconstruction of the character of the natural environment at the time the quarrying was conducted and shortly thereafter. Both conducted analyses permit a reconstruction of the creation dynamic of defunct layers; in the case of the Neolithic period they also show that the quarrying was conducted in a primarily wooded landscape.

Neolithic – quarrying grounds – Pojizeří (Jizera River valley) type metabasites – vegetation development – landscape – palaeoecology

1. Úvod

Surovina kamenných broušených nástrojů neolitické kultury s lineární keramikou je v celé střední Evropě nápadně stejnorodá. Jedná se o velmi kvalitní houževnatou horninu šedo-zeleného vzhledu, která je na čerstvých lomových plochách černá. Její zdroj zůstával po dlouhou dobu neznámý a byl lokalizován na různá místa, včetně Balkánu. Postupně se lokalizace možného původu suroviny soustředila na oblast Českého masivu. Zde bylo po zdrojové oblasti pátráno takřka po celé jedno století (Milch 1902; Huyer 1914; 1928; Gränzer 1933; Vencl 1960; 1975; Fediuk 1962; Přichystal 1985; Bukovanská 1992; Přichystal 2000; Šrein et al. 2002; Šída – Kachlík 2009). Až v r. 2002 vyústila snaha o nalezení zdroje v objev pozůstatků pravěké těžby na Maršovickém vrchu (Šrein et al. 2002) na jižním úpatí Jizerských hor (obr. 1). Paralelně objevil menší těžební lokalitu ve Velkých Hamrech I A. Přichystal (2002). Od té doby byly nově objeveny další lokality a rozsah



Obr. 1. Lokalizace zkoumané oblasti. Šedou barvou zobrazeny plochy s nadmořskou výškou nad 350 m.
Fig. 1. Site of the studied area on a map of the north-western part of the Czech Republic. Areas at elevations in excess of 350 m above sea level are indicated in grey.

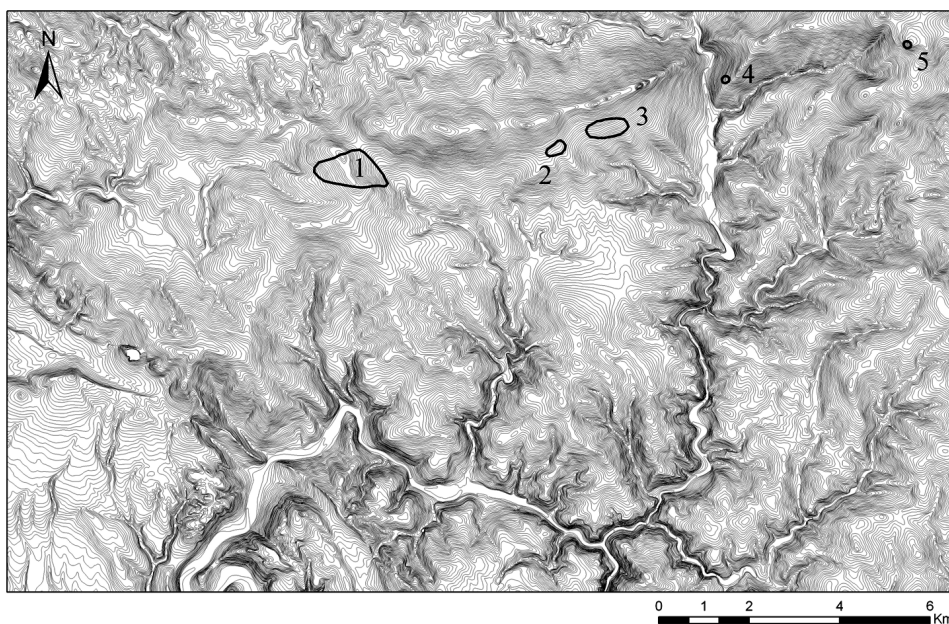
těžené plochy byl mapováním rekonstruován až na plochu větší než 1 km² (Šída 2005; obr. 2). Od r. 2002 probíhá v lokalitách plošně omezený terénní výzkum.

V jakém přírodním prostředí probíhala ve zkoumaných areálech neolitická těžba? Do jaké míry byly tyto areály v průběhu těžby odlesněné? Projevila se těžební činnost rozvojem synantropní vegetace? Nacházely se těžební areály uvnitř, nebo aspoň v blízkosti zemědělsky využívané krajiny? To jsou otázky, pro které jsme se v průběhu výzkumu rozhodli hledat řešení skrze aplikaci paleoenvironmentálních metod. Z prvních sond v Jistebsku v těžební jámě 1 jsme odebrali pokusné vzorky na zjištění přítomnosti pylových zrn. Množství pylu bylo poměrně vysoké a pylová spektra se dobře zachovala. První výsledky byly předběžně publikovány (Šída *et al.* 2008) a při všech následujících výzkumech již probíhalo cílené vzorkování pro pylovou analýzu (obr. 3–6). V r. 2009 se také podařilo získat první rozsáhlý soubor zuhelnatělého dřeva z neolitu.

Na základě archeologického výzkumu těžebních jam můžeme za prokázané považovat následující skutečnosti: Žádaná surovina se nacházela roztroušená ve svahovinových pokryvech o mocnosti až několika metrů. Těžba probíhala z povrchu postupným rozšiřováním nehlubokých jam do stran. Materiál svahovin byl postupně překopáván a surovina z něj byla vybírána (její objemový obsah je v řádu jednotlivých procent). Hlušina byla deponována do již vytěžených partií těžebních jam. Výplně jam, které zkoumáme, vznikly právě tímto způsobem. V hlušině nacházíme velké množství odpadu vzniklého při štípaní polotovarů, a proto soudíme, že přímo na místě probíhala kromě vlastní těžby také příprava polotovarů. Znalost geneze vrstev je důležitá pro hodnocení pylových spekter z nich získaných. Je zřejmé, že deponie hlušiny vznikly jednorázově. Pylová spektra v nich obsažená tudíž budou odrážet především krátkodobý pylový spád v okamžiku těžby.

Dlouhodobý vznik výplní erozí musíme vyloučit, a to z několika důvodů. Materiál vrstev je zcela nevytříděný (ve výplních jsou zastoupeny složky od zrnitosti jílu až po hrubé kameny), takže souvrství nemohlo vzniknout resedimentací erodovaného materiálu. Artefakty jsou nekorodované, takže nemohly projít delším transportem. Těžba podle všeho probíhala málo intenzivním způsobem na omezeném prostoru po dlouhou dobu. To samo o sobě vylučuje intenzivnější erozi, protože za takových okolností nebylo místo nikdy zbaveno protierozně působícího vegetačního pokryvu. Nepřítomnost eroze dokládá i samotná dnešní existence nezaplňených těžebních jam. Jediné období zvýšené eroze můžeme datovat do krátkého období od 16. do 18. stol., kdy byly lokality odlesněny. V této době se v některých jamách vytvořily jílové splachové vrstvy o mocnosti do 30 cm.

Do r. 2010 se podařilo získat šest radiokarbonově datovatelných vzorků ze dvou poloh v Jistebsku a z jedné ve Velkých Hamrech II (tab. 1). Všechny datované vzorky jsou ze zuhelnatělého dřeva a až na jeden pocházejí z výplní jam. Vzorek UGAMS 5277 byl odebrán z ohniště na okraji jedné z těžebních jam na parcele 350/1 (viz antrakologický soubor).



Obr. 2. Lokality s doklady neolitické těžby a zpracování metabazitů typu Pojizeří na jižním úpatí Jizerských hor (viz obr. 1).

Fig. 2. Sites with evidence of Neolithic quarrying and the processing of stone raw materials at the south base of the Jizerské Mts. (see fig. 1).

1 – Jistebsko, Maršovice, 2 – Zásada, Zbytky, 3 – Velké Hamry II, 4 – Bohdalovice, Velké Hamry I, 5 – Paseky.

Data po kalibraci pokrývají interval 5316–4859 BC. Na tomto základě můžeme datovat těžbu do období střední a mladší fáze LnK, a patrně i do počátku StK. Radiokarbonovým datováním se dále potvrzuje, že výplně jam vznikaly deponováním materiálu již v průběhu těžby, a že tedy nevznikaly postupně, pomalou, dlouhodobou erozí.

Pylové vzorky byly odebírány přímo z dokumentovaných profilů archeologických sond tak, aby byly zastoupeny všechny významné vrstvy a hloubkové úrovně. Tento způsob byl zvolen proto, aby byl testován potenciál dochování pylu ve všech úrovních. Pylové vzorky byly odebírány z očištěného profilu buď pomocí zaražení malé plastové krabice, nebo pomocí špachle do plastového sáčku. Objem vzorků byl 5 až 20 cm³. Pro analýzu byla využita vždy pouze malá část vzorku, zbytek byl ponechán jako záložní.

Obsah uhlíků ve vrstvách výplní je velmi malý a uhlíky makroskopických velikostí se vyskytují výjimečně. Od sezóny 2009 testujeme metodu plavení, výsledky ale nemohly být do této práce zahrnuty, protože vyhodnocení stále probíhá. Větší soubor makroskopických uhlíků byl nalezen pouze na jediném místě v ohništi na parcele 350/1. Celý objem byl proplaven a antrakologický soubor je hodnocen v tomto textu. Z ohniště a dílenské vrstvy byly odebrány pylové vzorky 4, 5, 6 a 7 (sonda 1, výzkum 15. 5. 2009) a z hlavního profilu vzorek 2 (profil, 8. 5. 2009).

V Jistebsku, v těžební jámě 1, ani v lokalitách Velké Hamry I a II nebyly ohniště ani koncentrace uhlíků zastiženy a proto zde antrakologický rozbor neproběhl.

Číslo	Lokalita	Číslo vzorku	Věk BP	Chyba	Interval BC	Datování	Kontext	Literatura
1	Jistebsko	UGAMS 5279	6270	±30	5316–5211	neolit	parcela 350/1, profil, jáma 2	<i>Prostředník – Šída 2010</i>
2	Velké Hamry II	GdA-1206	6220	±40	5303–5057	neolit	jáma 1	<i>Prostředník – Šída 2010</i>
3	Jistebsko	UGAMS 5277	6210	±30	5295–5057	neolit	parcela 350/1, sonda 1, ohniště	<i>Prostředník – Šída 2010</i>
4	Jistebsko I	VERA-2981	6120	±35	5209–4957	neolit	jáma 1, sonda 1	<i>Prostředník et al. 2005</i>
5	Jistebsko I	GdA-533	6095	±35	5207–4859	neolit	jáma 1, sonda 3	<i>Prostředník – Šída 2010</i>
6	Jistebsko	UGAMS 5278	6100	±30	5207–4935	neolit	parcela 350/1, profil, jáma 2	<i>Prostředník – Šída 2010</i>

Tab. 1. Radiokarbonové datování neolitické těžby v Jizerských horách. Interval kalibrovaného stáří odpovídá chybě 2σ .

Nejvíce vzorků pochází z lokality Jistebsko ze dvou poloh. Od r. 2002 zde probíhá sondáž těžební jámy 1 v těžebním poli 1. Sondy o šířce 1 m mají za úkol protnout celou těžební jámu a umožnit detailní studium stratigrafie její výplně. Vzorkovány byly sondy 2, 3 a 7 a celkem bylo odebráno 19 vzorků (*obr. 3*).

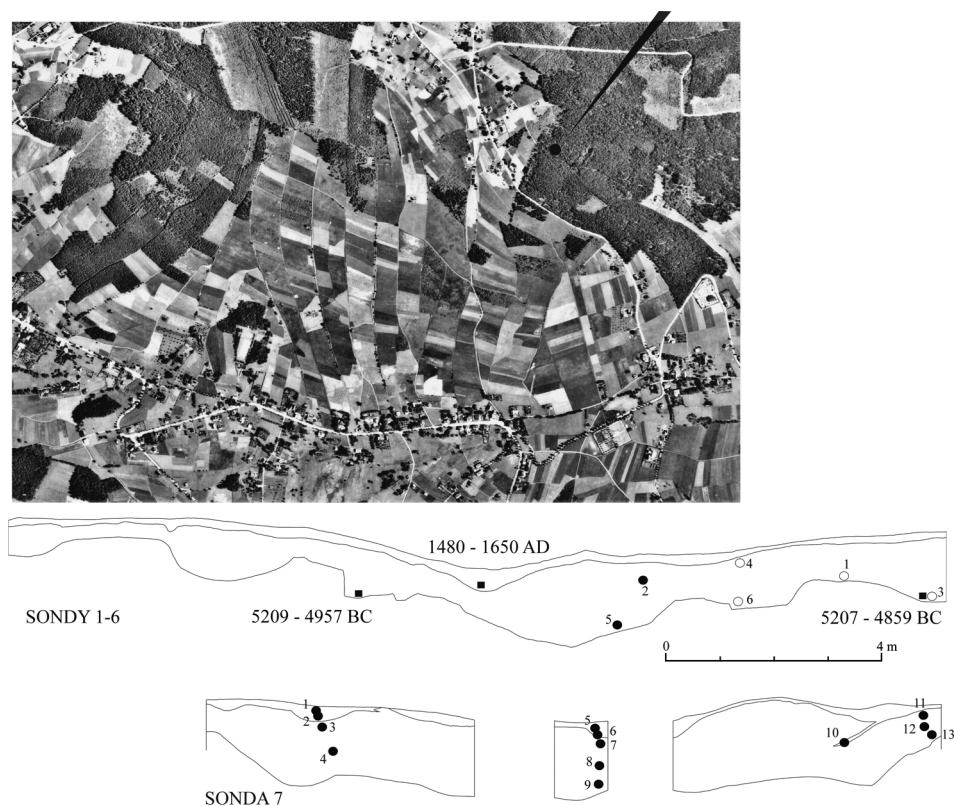
Druhou zkoumanou polohou je parcela 350/1. Nachází se na okraji intravilánu obce severně od těžebního pole 1 (*obr. 4*). Těžba v neolitu probíhala na mnohem větším prostoru, než je dnešní plocha dochovaných těžebních polí. V průběhu středověku a novověku byly velké části těžebních polí zplanýrovány a zarovnány tak, aby na nich mohla probíhat zemědělská činnost. Pozůstatky těžby tak dnes nacházíme pod polovinou vesnice a na velké ploše pastvin Maršovického vrchu.

Lokalitu Velké Hamry I začala zkoumat I. Vondroušová v r. 2004 (sonda 1 a 2). Výzkum dokončil v r. 2006 P. Šída (sonda 3). Celkově byla prozkoumána plocha 4 m². V sondě byly zachyceny dvě malé zahloubené těžební jámy a vrstva výrobního odpadu překrytá novodobými splachy (*obr. 5*). V lokalitě Velké Hamry II jsme v r. 2007 prováděli záchraný výzkum na parcele 3209 při stavbě rodinného domu. Výzkum zachytil zaplněný relikv jedné z těžebních jam (*obr. 6*).

2. Analytické metody

2.1. Pylová analýza

Vzorky pro pylovou analýzu byly odebírány přímo z otevřených profilů do krabiček s víčkem a do uzavíratelných plastových sáčků. Objem 1 ml z každého vzorku byl podroben laboratornímu zpracování standardní metodou zahrnující rozpouštění solí huminových kyselin v 10% KOH, acetolýzu a rozpouštění silikátů nasycenou kyselinou fluorovodíkovou (*Erdtmann 1934; Faegri – Iversen 1989*). Tato metoda se obvykle používá na separaci pylu ve vzorcích z organických uloženin (nejčastěji rašelin), ve kterých předpokládáme vysoké koncentrace pylových zrn a jejich dobré zachování. Vzhledem k úspěchu této standardní metody jsme se nepouštěli do testování jiných separačních metod s vyšší výtěžností. Vzorky byly analyzovány na mikroskopu Olympus BX60 objektivem PlanApo 60X (celkové zvětšení 600X). Pylová nomenklatura vychází z klíče *Beug 2004* a databáze PALYCZ (*Kuneš et al. 2009*).

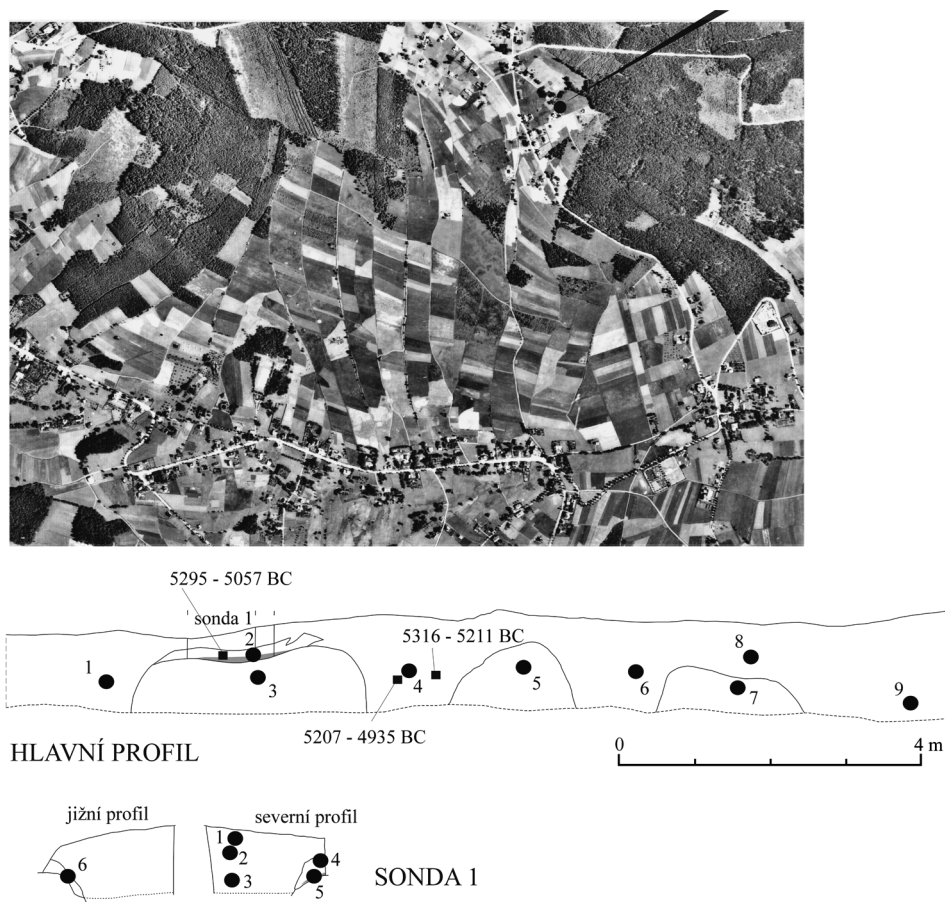


Obr. 3. Jistebsko, těžební jáma 1. Nahoře: letecký snímek Maršovického vrchu s vyznačenou polohou výzkumu. Foto 1938 VTOPÚ Dobruška (c) GŠ–AČR. Uprostřed: východní profil sond 1 až 6. Dole: sonda 7, zleva: západní profil, severní profil, východní profil; černé čtverce – ^{14}C datované vzorky, černé body – místa odběru pylových vzorků v profilu, prázdné body – místa odběru pylových vzorků v protějším profilu.

Fig. 3. Jistebsko, quarrying pit 1. Above: aerial photo (1938) of Maršovický vrch/hill, the excavation site indicated. Middle: trenches 1 to 6, east profile. Below: trench 7, from the left: west, north, east profile; black squares – charcoal collections sites for ^{14}C dating; solid circles – pollen analysis samples collected directly from the profile; empty circles – pollen analysis samples collected from the same layer on the opposite profile.

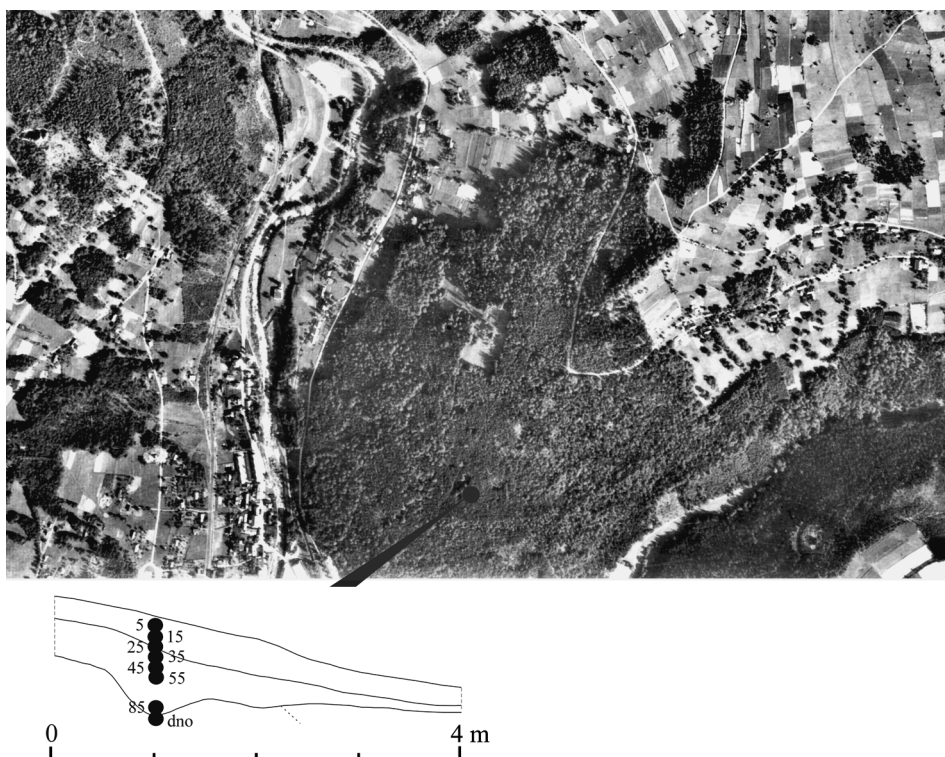
2.2. Antrakologická analýza

Celkově bylo antrakologické analýze podrobena 28 plavených vzorků pocházejících z ohniště v sondě 1 a 2/09 na parcele číslo 350/1 v sektorech A11, A12, B9, B10, B11, B12, C9, C10, C11 a C13. Vzorky byly odebrány z vrstev 0–5 cm, 5–10 cm a 10 cm až dno. Sektory o velikosti 25 x 25 cm byly rozměřeny nad vrstvou dílenského odpadu zachycenou v těchto sondách. Přimo na vrstvě napadaného odpadu hořel oheň, který silně propálil podloží a nasýtil vrstvu odpadu uhlíky. Vrstva sestávala takřka pouze z dílenského odpadu, kterého bylo na ploše 1 m² nalezeno na několik tisíc kusů. Rozdělení na sektory a mechanické vrstvy jsme provedli proto, aby bylo možné nálezy vyhodnotit. Uhlíky byly z materiálu separovány dle standardní metodiky (Jacomet – Kreuz 1999) plavením (na flotační lince typu Ankara) a zachycovány na síť s průměrem ok 0,4 mm. Z proplaveného materiálu byly



Obr. 4. Jistébsko, parcela 350/1. Nahoře: letecký snímek Maršovického vrchu s vyznačenou polohou výzkumu. Foto 1938 VTOPÚ Dobruška (c) GŠ–AČR. Uprostřed: hlavní profil. Dole: sonda 1, zleva: jižní profil, severní profil; černé čtverce – ^{14}C datované vzorky, černé body – místa odběru pylových vzorků v profilu.
 Fig. 4. Jistébsko, lot No. 350/1. Above: aerial photo (1938) of Maršovický vrch/hill, the excavation site indicated. Middle: main profile. Below: trench 1, from the left: south, north profile; black squares – charcoal collections sites for ^{14}C dating; solid circles – pollen analysis samples collected directly from the profile.

uhlíky následně vybírány pod stereoskopickou lupou. Byl proplaven celý objem sektorů odebraných po mechanických vrstvách. Získána tak byla veškerá industrie a uhlíky. Dělení na sektory má smysl při hodnocení industrie (mělo by umožnit například snazší identifikaci skládanek), v případě antrakologických souborů ale smysl nemá, protože uhlíky pocházejí z jediného (i když patrně dlouhodobějšího, v řádu týdnů) ohniště. Stav uhlíků byl z hlediska zachovalosti dobrý. Jednotlivé zlomky byly lámány a prohlíženy stereomikroskopem o zvětšení 40x na příčném lomu. Dále byly na plastelině pomocí žiletky vytvořeny podélný a tangenciální lom, jež byly prohlíženy běžným mikroskopem při zvětšení do 250x. Nalezené anatomické struktury byly porovnávány se snímky v atlasu mikroskopické anatomie dřev (Schweingruber 1978).



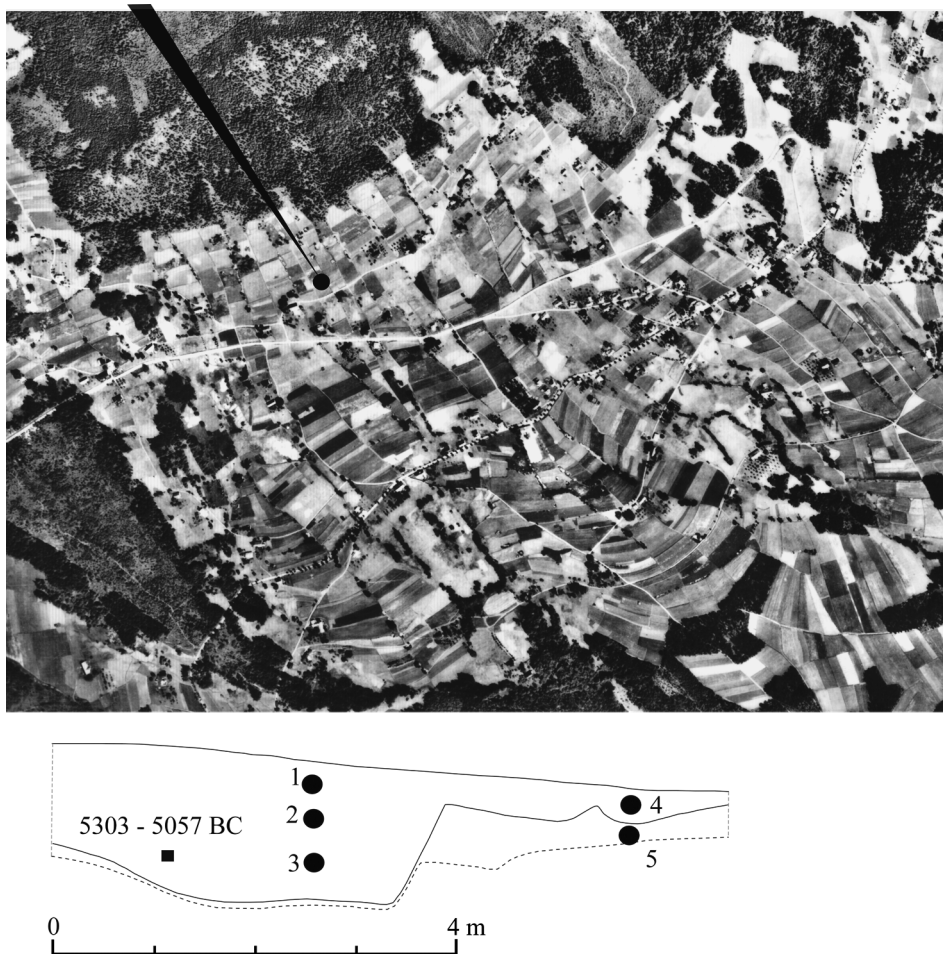
Obr. 5. Bohdalovice, Velké Hamry I. Nahoře: letecký snímek Českého Šumberku a Popelnic s vyznačenou polohou výzkumu. Foto 1938 VTOPÚ Dobruška (c) GŠ–AČR. Dole: jižní profil sond 2 a 3; černé body – místa odběru pylových vzorků v profilu

Fig. 5. Bohdalovice Velké Hamry I. Above: aerial photo (1938) of Český Šumberk and Popelnice villages, the excavation site indicated. Below: south profile of trenches 2 and 3; black points – pollen analysis sample collection sites.

3. Výsledky

3.1. Pylové analýzy

Obecně byly koncentrace pylových zrn ve vzorcích nízké, ale stav jejich zachování dobrý. Přehled zjištěných relativních koncentrací pylu a relativní kvality jeho dochování v jednotlivých analyzovaných vzorcích podává *tab. 2*. Samotný fakt, že se výše popsanou metodou z některých vrstev tvořících výplně těžebních jam vůbec podařilo získat analyzovatelné pylové vzorky, je překvapující. Mimo trvale zamokřené vrstvy bohaté na nerozloženou organickou hmotu se totiž pylová zrna zachovávají jen za opravdu výjimečných okolností. V našem případě k jejich dobrému dochování zřejmě přispěly dva faktory: a) poměrně vysoké srážkové úhrny v regionu, které udržují výplně těžebních jam mírně, ale dlouhodobě vlhké, b) jílovitý charakter sedimentů, přičemž jemnozrnné jílovité minerály dobře zadržují vlhkost a dostatečně účinně zamezují přístupu kyslíku, který podporuje rozvoj aerobní půdní mikroflóry, a tím i rozklad pylových zrn.



Obr. 6. Velké Hamry II. Nahoře: letecký snímek Hamrsek s vyznačenou polohou výzkumu. Foto 1938 VTOPÚ Dobruška (c) GŠ–AČR. Dole: profil těžební jámou; černé čtverce – ^{14}C datované vzorky, černé body – místa odběru pylových vzorků v profilu.

Fig. 6. Velké Hamry II. Above: aerial photo (1938) of Hamrsky village, excavation site indicated. Below: quarrying pit profile; black squares – charcoal collections sites for ^{14}C dating, black points – pollen analysis samples collected directly from the profile.

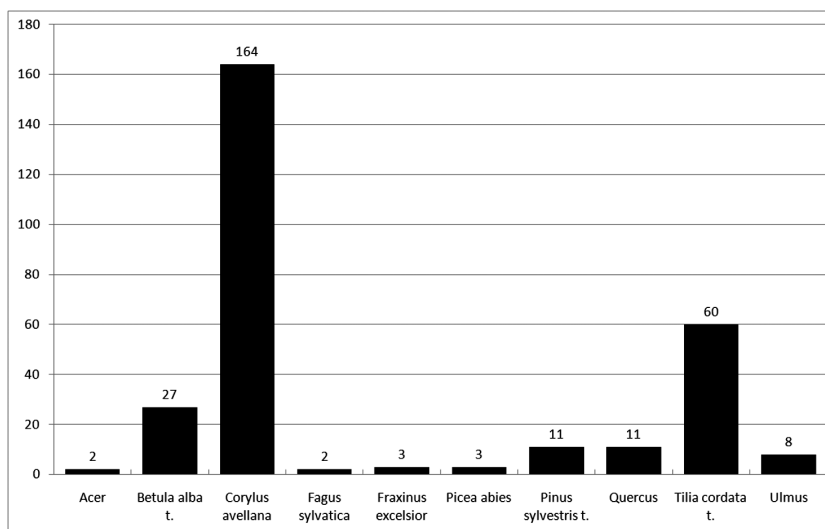
Výsledky pylové analýzy pozitivních vzorků jsou uvedeny v tab. 3. Pylová spektra lze podle zastoupení dřevin rozdělit do dvou nápadně odlišných skupin: (a) skupina s dominancí pylu náročných listnatých dřevin, zejména lípy, lísky (lípa s lískou jsou zvláště hojně zastoupeny), jilmu, jasanu a javoru (*Tilia cordata* t., *Corylus avellana*, *Ulmus*, *Fraxinus excelsior*, *Acer*: viz obr. 7), (b) skupina s nízkým zastoupením pylu zmíněných listnáčů, zato s vysokým podílem pylu buku, jedle a habru (*Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Carpinus betulus*: viz obr. 8). Do první kategorie (a) spadají především vzorky č. 1, 3, 12, 13, 15. Do druhé kategorie (b) zejména vzorky 2, 4, 10, 11, 14. Příslušnost zbylých vzorků (č. 5, 6,

7, 8, 9, 16) k oběma uvedeným kategoriím není tolik vyhraněná. Celému souboru se poněkud vymyká vzorek č. 16. Ten totiž pochází z bazálních vrstev prameniště ležícího ve vzdálenosti necelých 100 metrů SV směrem od těžební jámy 1. Jeho pylový obsah se od ostatních vzorků liší zejména vysokým zastoupením smrku (*Picea abies*) a vyváženým podílem všech ostatních dřevin.

Jednotlivé vzorky lze hodnotit také s ohledem na bylinnou část pylového spektra, a tím blíže charakterizovat lokální prostředí, případně míru a charakter lidského vlivu. Společným znakem většiny vzorků je přítomnost velkého množství spor kapradin (taxon *monolete sporas*), což dovoluje charakterizovat bylinné patro lesního podrostu, jehož výraznou dominantou byly bezesporu právě kapradiny. To odpovídá podhorskému charakteru místních lesů. Druhým nejčastěji se vyskytujícím bylinným taxonem jsou trávy (Gramineae). Některé druhy trav rovněž mohou růst v lesním zástínu, nebo na pasekách. Lidskou činnost v lokalitě je možné charakterizovat přítomností antropogenních pylových indikátorů. Z tzv. primárních jsou to zejména obiloviny (*Avena* t., *Hordeum* t., *Secale cereale*), ze sekundárních jsou to indikátory pastevní (*Plantago lanceolata*, *Melampyrum*, *Rumex acetosa*) a ukazatele rumištní vegetace (*Artemisia*, Chenopodiaceae, *Plantago major*, *Urtica*). Zastoupení všech uvedených antropogenních indikátorů v analyzovaném souboru je téměř mizivé. Mírně zvýšeným obsahem pylu obilovin (*Avena* t.) se vyznačují pouze některé vzorky (č. 9, 12, 13) z lokality Velké Hamry I. S lidskou činností jistě souvisí i přítomnost mikroskopických uhlíků v pyloanalytických vzorcích. Naprostá většina zkoumaných vzorků je na mikroskopické uhlíkové částice velmi bohatá. Mikroskopické uhlíkové částice se do vrstev mohly dostat při vypalování porostu, či spíše z lokálních topenišť. Přesně určit zdroj mikroskopických uhlíků je v daném případě nemožné.

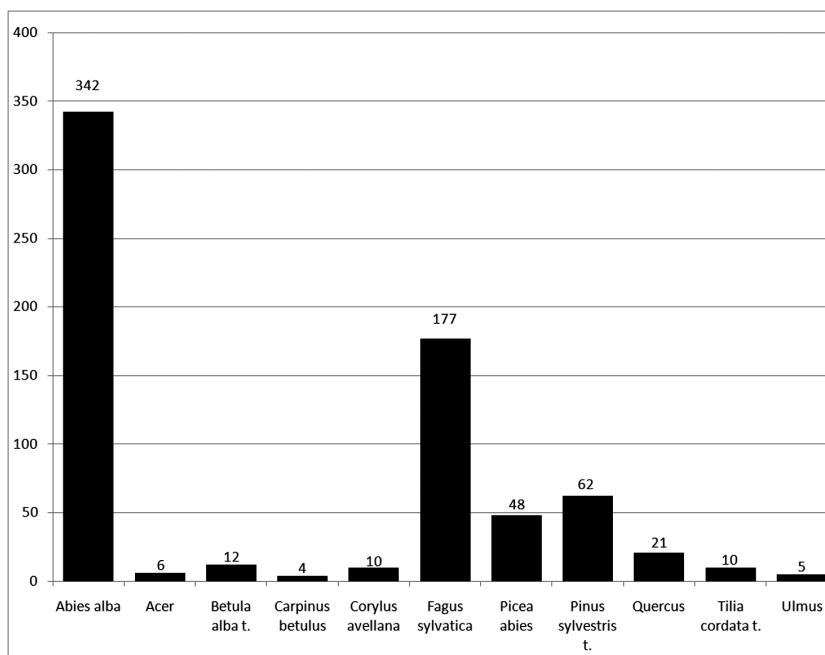
3.2. Antrakologické analýzy

Ve vzorcích nalezené makroskopické uhlíky většinou představují malé ostrohranné fragmenty (v souboru převládají uhlíky o velikosti od 3 do 8 mm) s dobře zachovanou anatomickou strukturou. Koncentrace uhlíků ve vrstvách byla relativně nízká. Celkem bylo provedeno 947 určení a bylo zjištěno 12 druhů dřevin (tab. 4; obr. 9). Nejhojněji zastoupenou dřevinou je jasan (*Fraxinus* sp.). V souboru byl zjištěn ve 319 případech (33,7 %). Jasan je strom, který je charakteristický pro úživné, spíše vlhké a druhově pestré lesy. Druhou nejhojněji zastoupenou dřevinou je líska obecná (*Corylus avellana*, 204 určení = 21,4 %). Líska je světlomilná dřevina vyžadující rovněž vlhkostně příznivá a úživná stanoviště. Mimo pastviny, meze a porostliny bývá častá i v nižším stromovém patře jinak uzavřeného lesa. Je pravděpodobné, že ve studované lokalitě líska expandovala na prosvětlená a kácením ovlivněná stanoviště. Další v analyzovaném souboru hojně zastoupenou dřevinou je lípa (*Tilia* sp.; 119 určení = 12,6 %), která je opět druhem úživných listnatých lesů. Tento stanovištní charakter dokresluje i přítomnost jilmu (*Ulmus* sp.; 48 určení = 5 %; s velkou pravděpodobností se jedná o druh *Ulmus scabra*) a javoru (*Acer* sp.; 24 určení = 2,5 %). Poměrně nízké zastoupení měla bříza (*Betula* sp.; 18 určení = 1,9 %). Tato světlomilná dřevina je jinak charakteristická pro rané sukcesní stadia, jako jsou např. paseky či úhory. Je možné, že nízký podíl břízy souvisí i s přítomností úživných, vlhkostně příznivých substrátů v okolí lokality. Její ekologickou niku za dané situace mohla obsadit líska či jasan. V souboru nalezených uhlíků jsou také zastoupeny druhy charakteristické pro podhorské



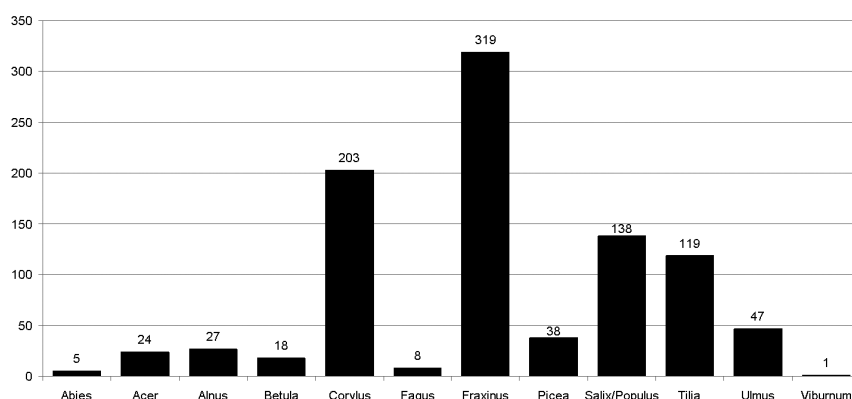
Obr. 7. Příklad složení dřevinné části pylového spektra v jednom vzorku (č. 15) z bazální vrstvy výplně těžební jámy. Na svislé ose grafu jsou zobrazeny absolutní počty určení.

Fig. 7. Example of the composition of the woody part of the pollen spectra in one sample (no. 15) from the bottom layer of the quarrying pit fill. The vertical axis of the graph shows the absolute number of identifications.



Obr. 8. Příklad složení dřevinné části pylového spektra v jednom vzorku (č. 2) z vrstvy při povrchu výplně těžební jámy. Na svislé ose grafu jsou zobrazeny absolutní počty určení.

Fig. 8. Example of the composition of the woody part of the pollen spectra in one sample (no. 2) from the surface of the quarrying pit fill. The vertical axis of the graph shows the absolute number of identifications.



Obr. 9. Zastoupení taxonů v celém analyzovaném souboru uhlíků z lokality Jistebko 350/09. Na svislé ose grafu jsou zobrazeny absolutní počty určení.

Fig. 9. Representation of taxa in the overall analyzed assemblage of charcoal fragments from the Jistebko 350/09 site. The vertical axis of the graph shows the absolute number of identifications.

nivy potoků. K těmto dřevinám patří hojně zastoupená vrba/topol (*Salix/Populus*; 138 určení = 14,6 %), dále olše (*Alnus* sp.; 27 určení = 2,9 %), ale částečně i výše jmenovaný jasan (*Fraxinus* sp.) a jilm (*Ulmus* sp.). Hojně zastoupení vrby/topolu však může naznačovat i přítomnost člověkem ovlivněných stanovišť. Determinace uhlíku na rodovou úroveň není u vrby/topolu možná, a tak nejde odhadnout, zdali je přítomný taxon vrbou vázanou na aluviální stanoviště (např. vrba křehká – *Salix fragilis*) či vrbou raně sukcesních, světlých a relativně suchých stanovišť (např. vrba jíva – *Salix caprea*) či jestli se dokonce nejedná o raně sukcesní dřevinu osiku (*Populus tremula*). Na podhorskou potoční nivu mohl být vázán také smrk ztepilý (*Picea abies*), který byl v souboru zjištěn ve 38 určeních (= 4,0 %). Zcela ojediněle je v souboru zastoupen buk lesní (*Fagus sylvatica*; 8 určení = 0,8 %) a jedle bělokorá (*Abies alba*; 5 určení = 0,5 %). Nízké zastoupení buku je pro neolitické antrakologické soubory charakteristickým znakem. Buk lesní (*Fagus sylvatica*) a jedle bělokorá (*Abies alba*) se na českém území stávají hojnější až mezi eneolitem a starší dobou bronzovou. Jejich téměř úplná absence v mnoha vzorcích tedy zcela odpovídá neolitickému stáří souboru. Jedinou výjimkou je vzorek č. 12 (pochází ze středu vrstvy výrobního odpadu z hloubky 5 až 10 cm), na který se omezuje výskyt uhlíků jedle a hojnější zastoupení uhlíků buku. U tohoto vzorku můžeme uvažovat o kontaminaci materiálem z mladšího období. Ve stejném vzorku (č. 12) byl také nalezen jediný uhlík kaliny (*Viburnum* sp., 1 určení = 0,1 %). Kompaktní charakter vrstvy ale hovoří proti možné kontaminaci. Vrstva byla tvořena především těsně na sobě ležícím kusům odpadu. Poloha artefaktů byla přirozená (ploché artefakty ležely konformně s původním povrchem). Mechanická vrstva 5 až 10 cm leží uprostřed této vrstvy a v nadloží, ani v podloží nebyl patrný žádný druhotný zásah. Nepřítomnost pylu buku a jedle v pylových souborech může být způsobena vzácným výskytem těchto dřevin v lokalitě. Dřevo obou stromů se ale hodí jako palivové, takže se ve větší míře mohlo dostat do ohniště a tím i spektra uhlíků.

Vzorek (v závorce číslo pylově pozitivního vzorku)	lokality	sonda	vrstva	hloubka	archeologická interpretace	pylová koncentrace	stupeň korozí pylu
Jistebsko výzkum 2006; vzorek (1)	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	3	12	80	výplň jámy	4	4
Jistebsko výzkum 2006; vzorek 2 (2)	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	2	4	40	výplň jámy	3	4
Jistebsko výzkum 2006; vzorek 3	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	3	12	110	výplň jámy	3	2
Jistebsko výzkum 2006; vzorek 4	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	3	12	20	výplň jámy	2	2
Jistebsko výzkum 2006; vzorek 5 (3)	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	2	6	125	výplň jámy	3	4
Jistebsko výzkum 2006; vzorek 6	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	3	11	100	výplň jámy	1	X
Velké Hamry I; vzorek „dno“ (13)	Velké Hamry I	sonda 3/06	4	90	vrstva, výplň jámy	3	3
Velké Hamry I; vzorek 5 (10)	Velké Hamry I	sonda 3/06	2	5	vrstva	3	4
Velké Hamry I; vzorek 15 (11)	Velké Hamry I	sonda 3/06	2	15	vrstva	3	3
Velké Hamry I; vzorek 25	Velké Hamry I	sonda 3/06	2	25	vrstva	1	X
Velké Hamry I; vzorek 35	Velké Hamry I	sonda 3/06	3	35	vrstva	2	2
Velké Hamry I; vzorek 45	Velké Hamry I	sonda 3/06	3	45	vrstva	1	X
Velké Hamry I; vzorek 55 (12)	Velké Hamry I	sonda 3/06	3	55	vrstva	3	4
Velké Hamry I; vzorek 85	Velké Hamry I	sonda 3/06	4	85	vrstva, výplň jámy	1	X
Velké Hamry VH1 (9)	Velké Hamry II	sonda 1, profil 1	2	15	vrstva	4	4
Velké Hamry VH2	Velké Hamry II	sonda 1, profil 1	2	50	vrstva	1	X
Velké Hamry VH3	Velké Hamry II	sonda 1, profil 1	2	80	vrstva, výplň jámy	1	X
Velké Hamry VH4	Velké Hamry II	sonda 1, profil 1	2	15	vrstva	3	2
Velké Hamry VH5	Velké Hamry II	sonda 1, profil 1	3	50	podloží	1	X
Jistebsko výzkum 15.5.2009; vzorek 1 (4)	Jistebsko, parcela 350/1	sonda 1/09	2	15	vrstva	5	4
Jistebsko výzkum 15.5.2009; vzorek 2 (5)	Jistebsko, parcela 350/1	sonda 1/09	3	35	vrstva	4	3
Jistebsko výzkum 15.5.2009; vzorek 3	Jistebsko, parcela 350/1	sonda 1/09	7	70	výplň jámy	1	X
Jistebsko výzkum 15.5.2009; vzorek 4	Jistebsko, parcela 350/1	sonda 1/09	4	30	vrstva dílny nad ohništěm	2	2
Jistebsko výzkum 15.5.2009; vzorek 5	Jistebsko, parcela 350/1	sonda 1/09	5	50	dílna, ohniště	3	2
Jistebsko výzkum 15.5.2009; vzorek 6 (6)	Jistebsko, parcela 350/1	sonda 1/09	4	45	vrstva dílny nad ohništěm	4	4
Jistebsko výzkum 15.5.2009; vzorek 7	Jistebsko, parcela 350/1	sonda 1/09	5	50	dílna, ohniště	1	X
Jistebsko výzkum 8.5.2009; vzorek 1	Jistebsko, parcela 350/1	profil hlavní	3	70	výplň jámy	1	X
Jistebsko výzkum 8.5.2009; vzorek 2 (7)	Jistebsko, parcela 350/1	profil hlavní	5	40	vrstva ohniště	4	3
Jistebsko výzkum 8.5.2009; vzorek 3	Jistebsko, parcela 350/1	profil hlavní	4	70	podloží	1	X
Jistebsko výzkum 8.5.2009; vzorek 4	Jistebsko, parcela 350/1	profil hlavní	3	80	výplň jámy	1	X
Jistebsko výzkum 8.5.2009; vzorek 5	Jistebsko, parcela 350/1	profil hlavní	6	70	podloží?	2	2
Jistebsko výzkum 8.5.2009; vzorek 6	Jistebsko, parcela 350/1	profil hlavní	3	60	výplň jámy	2	2
Jistebsko výzkum 8.5.2009; vzorek 7	Jistebsko, parcela 350/1	profil hlavní	6	80	podloží	1	X
Jistebsko výzkum 8.5.2009; vzorek 8 (8)	Jistebsko, parcela 350/1	profil hlavní	7	40	vrstva	4	5
Jistebsko výzkum 8.5.2009; vzorek 9	Jistebsko, parcela 350/1	profil hlavní	9	120	výplň jámy	1	X
Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 1	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	2	3
Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 2	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	2	2
Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 3	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	1	X
Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 4 (14)	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	4	3
Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 5	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	1	X

Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 6	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	1	X
Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 7	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	1	X
Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 8 (15)	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	3	3
Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 9	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	1	X
Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 10	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	1	X
Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 11	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	1	X
Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 12	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	1	X
Jistebsko výzkum 7.2009; vzorek 13	Jistebsko, plocha 1, jáma 1	7			výplň jámy	1	X
Jistebsko 7.2009; prameniště – báze rašeliny z vrtu (16)	Jistebsko, prameniště					5	5

Tab. 2. Seznam všech analyzovaných pylových vzorků. Poslední dva sloupce představují výsledky semi-kvantitativního zhodnocení koncentrace a zachovalosti pylu. Škála použitá pro zhodnocení relativní koncentrace pylových zrn: 5- relativně vysoká; 1- neobsahuje pyl; vzorky analyzovatelné v koncentracích 5-3. Škála použitá pro zhodnocení stupně koroze pylových zrn: 5- pyl výborně zachovalý; 1- pyl velmi zkorodovaný; vzorky analyzovatelné ve stupních koroze 5-3. Pozitivní vzorky jsou označeny čísly. Výsledky pylové analýzy jsou pod těmito čísly uvedeny v tab. 3.

4. Paleoekologická interpretace výsledků

Pokus o pylovou analýzu netradičního jílovito-kamenitého materiálu z výplní neolitických těžebních jam přinesl překvapivě pozitivní výsledky. Samotnou tuto skutečnost považujeme z metodologického hlediska za významné zjištění, protože podobné nálezové okolnosti se mohou ve srovnatelných podmínkách opakovat i v jiných lokalitách. Využití pylové analýzy je totiž obvykle omezeno na mokřadní prostředí, o kterém je známo, že se v něm pylová zrna uchovávají nejlépe. Obraz o minulé vegetaci poskytovaný pylovou analýzou bývá takovým omezením značně zkreslený. Lapidárně řečeno, pylová analýza v naprosté většině situací poskytuje pohled na krajinu skrz trsy ostříc, rákosí a olšové haluze. V lokalitách Jistebsko a Velké Hamry došlo k ojedinělému případu zachování pylu ve stratifikovaných sedimentech vyložené terestrického stanoviště. Je to unikátní příležitost, kdy pylová analýza umožňuje studovat přímo vegetaci průměrných ploch v krajině. Za takových okolností máme pádné důvody očekávat, že metoda bude citlivě odrážet lokální vegetační poměry v době sedimentace antropogenně vzniklého souvrství, tedy že bude mimořádně vhodná k archeologickým interpretacím.

Pylová spektra získaná z vrstev tvořících výplně zkoumaných těžebních jam lze rozdělit do dvou výrazně odlišných skupin: (a) skupina s dominancí pylu náročných listnatých dřevin, zejména lípy, jilmu, jasanu, javoru a lísky (*Tilia cordata* t., *Ulmus*, *Fraxinus excelsior*, *Acer*, *Corylus avellana*), (b) skupina s nízkým zastoupením pylu zmíněných listnáčů, zato s vysokým podílem pylu buku, jedle a habru (*Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Carpinus betulus*). Toto nápadně bimodální rozdělení je poměrně jednoznačně interpretovatelné jako přítomnost dvou chronologicky zcela oddělených kategorií nálezů. První kategorie (skupina a) zřetelně spadá do období, které odpovídá střednímu holocénu, čili době před plošnou expanzí buku, jedle a habru (expanze těchto dřevin ale ve studovaném období začíná, proto nemůže překvapit malý výskyt pylu některých těchto dřevin v neolitických vzorcích). Tehdejší lesní vegetaci lze charakterizovat jako podhorské smíšené doubravy v prostředí s velkým množstvím snadno přístupných živin. Druhá kategorie vzorků (skupina b) musí

<i>Ranunculus acris</i> t.	2		1	1	5				1		1			2		
<i>Rhinanthus</i> t.					1						3	3	1			
Rubiaceae			2			2	1		1					1		1
<i>Rumex acetosa</i> t.				1	13	7		4	2					6	3	
<i>Secale cereale</i>						1								1		
<i>Succisa</i>		1														
<i>Thalictrum</i>									1							
<i>Trifolium</i> t.				2												
Umbelliferae undif.	2		3	6		1			5	1			3	3	1	
<i>Urtica</i>	1					1		3					2			
varia	41	10	36	33	19	11	15	11	16	44	34	61	72	28	33	9
<i>Sphagnum</i>	3	2	1	1	1			2						3		15
mikroskopické uhlíkové částice	4240	410	2830	3840	10080	9786	20044	2304	19042	5640	2130	836	1672	640	2361	184

Tab. 3. Absolutní počty nalezených pylových zrn a dalších mikroskopických objektů ve všech pozitivních pylových vzorcích. Číslování vzorků viz tab. 2.

Vzorek	objekt	upřesnění	<i>Abies</i>	<i>Acer</i>	<i>Alnus</i>	<i>Betula</i>	<i>Corylus</i>	<i>Fagus</i>	<i>Fraxinus</i>	<i>Picea</i>	<i>Salix/Populus</i>	<i>Tilia</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Viburnum</i>
1	sonda 1/09	sektor B12			1		5			2	5			
2	sonda 1/09	sektor A12		4			9		28	1	1	6		
3	sonda 2/09	sektor B9		2	5	1	6		22	1	8	5	10	
4	sonda 1/09	sektor B12					6		7		2	1		
5	sonda 1/09	sektor B12		1		1	1		6		2			
6	sonda 1/09	sektor A12					3		2		2			
7	sonda 1/09	sektor B12					5	2	11	1	1	3		
8	sonda 1/09	sektor A12					6		4		2			
9	sonda 1/09	sektor C10		4	6		11		28	2	19	23	8	
10	sonda 1/09	sektor B11			4	6	38		6	13	40	20		
11	sonda 1/09	sektor B10				4	13		35	4	6	8	16	
12	sonda 1/09	sektor B11	5		3		4	5	51	5	6	2	4	1
13	sonda 1/09	sektor C13							3		1	2		
14	sonda 1/09	sektor A11		2	7		15		29		1	4	1	
15	sonda 1/09	sektor B10					27		13	1	7	14	3	
16	sonda 1/09	sektor B11		1		3	6		13	4	2	2		
17	sonda 1/09	sektor C11				1	16		8	2	12	5		
18	sonda 2/09	sektor B9							3			2		
19	sonda 2/09	sektor B9		1			1		3			1		
20	sonda 2/09	sektor B9		2			1		14		1	5		
21	sonda 1/09	sektor A11		3			7		1		2	2	3	
22	sonda 2/09	sektor B9							4					
23	sonda 2/09	sektor B9							9		1			
24	sonda 1/09	sektor B9					2		4	1		1		
25	sonda 1/09	sektor B10					4	1	4	1		3		
26	sonda 2/09	sektor B9		3	1	2	13		7		15	7	2	
27	sonda 2/09	sektor C9		1			4		2		2	3		
28	sonda 1/09	sektor A12							2					

Tab. 4. Počty určených uhlíků v lokalitě Jistebsko 350/09.

být výrazně mladší, neboť reflektuje zcela odlišnou vegetační situaci v době následující po expanzi buku, jedle a habru. Tyto dřeviny v průběhu mladšího holocénu nahradily původní smíšené listnaté lesy. Vzniklé jedlobučiny jsou charakterizovány jinou povahou geochemických cyklů a změněnými půdními poměry – celkově vyšší kyselostí a horší dostupností živin oproti předcházejícímu stavu. Tento odvozený stav je rekonstruován geobotanickými metodami jako „potenciální přirozená vegetace“, která v okolí studované lokality skutečně představuje květnatou bučinu (podsv. *Eu-Fagenion*; *Neuhäuselová a kol. 2001*).

Výsledky holocenního paleobotanického výzkumu na území celé České republiky se v případě expanze jedle, buku a habru shodují na datování této události. Proces vyvrcholil na přelomu dvou biostratigrafických zón – atlantiku a subboreálu (*Rybníčková – Rybníček 1996*; *Sádlo et al. 2008*). Po aplikaci radiokarbonové chronologie spadá tento přelom do časového úseku kolem 3500 BC. Pro náš případ z toho vyplývá následující interpretace: Jedna skupina vzorků (a) je výrazně starší než 3500 BC, zatímco druhá skupina (b) je naopak výrazně mladší. Zhodnotíme-li výskyt pylových spekter obou odlišných kategorií z hlediska jejich stratigrafické pozice na profilech zaniklými těžebními jamami, ukáže se zcela jednoznačná vazba první kategorie (a) na stratigraficky nižší úroveň a vazba druhé kategorie (b) na úroveň v superpozici. Rozhraní přitom zpravidla leží na profilech poměrně vysoko, často až při svrchní části výplně. Z toho můžeme vyčíst dynamiku procesu zaplňování opuštěných těžebních jam: Hlavní fáze zaplňování proběhla už v neolitu, a to v souvislosti s pokračující těžbou v bezprostředním okolí. Materiál vytěžený v čerstvých jamách se přitom dostával do již opuštěných sousedních jam. Po úplném ukončení těžby v celém areálu téměř ustal transport materiálu. Je nanejvýš pravděpodobné, že bývalý těžební areál byl od okamžiku jeho definitivního opuštění až do poměrně nedávné doby (dle radiokarbonového datování do přelomu vrcholného středověku a novověku) trvale zarostlý lesem. K novým přesunům hmoty začalo docházet až v souvislosti s novodobou lidskou činností, která se projevila buďto částečným, nebo sice úplným, ale jen krátkodobým odlesněním (v průběhu 16. stol. došlo k odlesnění, které je čitelné ještě na mapách prvního vojenského mapování; druhé vojenské mapování lokality zobrazuje již opět jako zalesněné). Mezi 16. a 18. stol. tedy vznikly svrchní části výplní prohlubní starých těžebních jam.

S pomocí pylové analýzy lze řešit rovněž otázky související s vlivem člověka na vegetaci. Z tohoto vlivu lze následně vyčíst povahu určitých hospodářských aktivit. V případě všech pylově analyzovaných vzorků datovaných do neolitu lze v tomto ohledu konstatovat, že prozrazují jen minimum lidského vlivu na okolní přirozenou vegetaci. I toto minimum však může mít veliký význam pro bližší stanovení charakteru lidské činnosti v lokalitě. V tomto momentě se soustředíme výhradně na soubor prokazatelně neolitických vzorků ze spodních částí výplní těžebních jam (konkrétně vzorků č. 1, 3, 12, 13, 15). Vzorky pocházejí z vrstev hlušiny, která byla deponována do již opuštěných částí jam při pokračující těžbě v blízkém okolí. Pylová analýza ukazuje, že přes rozsáhlé těžební aktivity zůstávalo prostředí zkoumaných areálů lesnaté, přičemž les měl víceméně přirozený charakter. Těžba jistě měla na svoje bezprostřední okolí nějaký vliv, ale tento vliv byl očividně velmi omezený. Při těžbě musely vznikat alespoň drobné paseky. Na nevelkých pasekách ovšem obvykle roste stejná vegetace, jakou najdeme i v okolním lesním porostu. Bylinné patro se pouze výrazně zahušťuje. Odtud možná pochází nápadně vysoké množství spor kapradin v pylových vzorcích č. 1, 3 a 15. Drobné paseky v okolí čerstvě opuštěných těžebních jam tedy s největší pravděpodobností zarůstaly hustým kobercem kapradin. Přestože jsou ve

vzorcích přítomna pylová zrna některých rumištních rostlin (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Plantago major*, *Urtica*), jejich relativní zastoupení je nízké. Rumištní vegetace tedy přítomna byla, ale očividně pouze maloplošně. Přestože jsou plochy se stopami těžebních aktivit velmi rozsáhlé a celkové kubatury přemístěné zeminy jsou obrovské, jedná se o výsledek velmi dlouhodobého procesu. Pylová analýza této interpretaci celkem přesvědčivě nasvědčuje. Podle pyloanalytických indicií nebyla v době těžby v blízkosti provozována jakákoliv zemědělská činnost. Přítomnost pastevních indikátorů (*Plantago lanceolata*, *Rumex acetosa*) je zanedbatelná a nespovídá o existenci větších pastvin, alespoň ne v blízkém okolí odběrových míst. V případě primárních antropogenních indikátorů – pylových zrn obilovin (resp. pouze smíšeného taxonu *Avena* t., který zahrnuje pšenici a oves) je situace složitější. Zatímco v nesporně neolitických vzorcích (č. 1 a 3) z Jistebka tyto indikátory chybí úplně, ve dvou, rovněž nesporně neolitických, vzorcích z Velkých Hamrů I (č. 12 a 13) přítomny jsou, a to dokonce v zanedbatelném množství. Možná interpretace zjištěného rozdílu v přítomnosti pylových zrn obilovin je následující: Lokalita Velké Hamry I leží na svahu nevysoko nade dnem údolí řeky Kamenice. Na relativně ploché terény uvnitř údolí (ve výšce okolo 430 m n. m.) můžeme hypoteticky rekonstruovat přítomnost nějakých sídlišť a k nim přilehlých polí. Ovšem přímé archeologické doklady prozatím nemáme. Lokalita Jistebko je obklopena svahy s velkou sklonitostí a leží zároveň ve větší nadmořské výšce, takže nás nemusí překvapovat, že podle výsledků pylových analýz byla pouze těžebním areálem umístěným daleko od jakýchkoliv sídlišť. V budoucnu snad bude možné tuto hypotézu testovat také archeologickými metodami.

Výsledky antrakologických analýz z pochopitelných důvodů zachycují pouze dřevinnou skladbu vegetace. Makroskopické uhlíky (velikost $>200 \mu\text{m}$) nemohou být přenášeny větrem, a proto takové výsledky poskytují obraz o relativně lokální vegetaci (*Lynch – Clark – Stocks 2004*). Bude to platit zvláště v našem případě, kdy se jedná o zalesněné území (jak víme z výsledků pylových analýz), kam nebylo nutné palivové dřevo donášet. Rovněž na základě konkrétních nálezových okolností lze v našem případě důvodně předpokládat, že uhlíky odpovídají neselektivně sbíranému palivovému dříví, takže antrakologická analýza může rekonstruovat skutečné poměry ve složení dřevinné vegetace v blízkém okolí lokality. Zjištěná druhová spektra neolitického stáří umožňují rekonstruovat přítomnost pestrých listnatých lesů vázaných na vlhkostně příznivá, úživná stanoviště, která lze vegetačním složením přirovnat k dnešním suťovým lesům a k podhorským luhům. Lze je označit jako podhorskou variantu smíšených listnatých lesů středního holocénu. Zjištěná hojná účast jasanu, lísky a lípy je pro tento typ vegetace charakteristická. Líska obecná (*Corylus avellana*) je zastoupena zvláště hojně. Tento druh je obvykle vázán na prosvětlená úživná stanoviště. Je možné, že líska, spolu s vrbou/topolem (popř. i jasanem) indikuje těžbou ovlivněné stanoviště v prostředí podhorského lesa. Těžbou vzniklé drobné paseky zřejmě zarůstaly lískovým křovím, vrbami, nebo topolovým náletem. Z chronologického hlediska je opět významná absence jedle bělokoré (*Abies alba*) a velmi omezený výskyt buku lesního (*Fagus sylvatica*), což souvisí s jejich pozdním uplatněním v rámci dlouhodobé holocenní sukcese, jak již bylo popsáno v souvislosti s výsledky pylových analýz. Z tohoto pohledu je možné, i když málo pravděpodobné, že vzorek č. 12 obsahuje příměs uhlíků z mladších období. Jak jsme již zdůraznili v souvislosti s pylovými analýzami, zjištěná druhová skladba dřevin neodpovídá mapované potenciální přirozené vegetaci (*Neuhäuselová a kol. 2001*), což je způsobeno nejen rámcovým způsobem mapování, ale především tím, že mapa pracuje

se současným „vegetačním potenciálem“ stanovišť, tedy se situací vzniklou až po plošné expanzi buku a jedle v počáteční fázi mladšího holocénu.

5. Závěry významné pro archeologii

Pomocí kombinace dvou nezávislých metod – pylové a antrakologické analýzy – jsme se pokusili najít odpověď na následující otázku: V jakém přírodním prostředí probíhala ve zkoumaných areálech neolitická těžba? Výsledky obou typů analýz shodně charakterizují prostředí neolitického těžebního areálu jako vysloveně lesnaté. Tehdejší lesy měly charakter podhorských smíšených doubrav s vysokým podílem náročných listnatých dřevin, zejména jasanu, lípy a lísky. Ukázalo se, že vegetace v bezprostředním okolí těžebních ploch měla pasekový charakter (lesní druhy bylin s významným podílem kapradin). Těžbou vzniklé drobné paseky v relativně krátkém čase opět pohlcoval les, aniž se na nich rozvíjela charakteristická synantropní vegetace. Tyto skutečnosti jednoznačně nasvědčují tomu, že neolitická těžba probíhala pouze extenzivním způsobem. Zdánlivý rozpor mezi zjištěným málo intenzivním charakterem těžby a faktem, že zkoumané areály charakterizuje obrovské množství dochovaných reliktnů této činnosti je vysvětlitelný velmi dlouhým trváním těžby. To je nepřímo doloženo rozptylem vytěžené a zpracované suroviny na velkém území a napříč dlouhým časovým obdobím.

V bezprostředním okolí zkoumaného neolitického těžebního areálu v Jistebsku s největší pravděpodobností neprobíhaly ani sídelní, ani zemědělské aktivity. Postrádáme dokonce zřetelné doklady pastvy domácích zvířat: místo těžby bylo pravděpodobně navštěvováno pouze příležitostně a malými skupinami lidí, kteří přicházeli za surovinou z poměrně vzdálených míst trvalého pobytu – míst natolik vzdálených, že ležela mimo dosah doletu pylových zrn. Přítomnost sídliště a na ně vázaných polí předpokládáme na základě pylových analýz nejbližše na dně údolí řeky Kamenice, tedy poměrně nedaleko od těžebního areálu Velké Hamry. Tato interpretace vychází z výskytu malého množství pylových zrn pěstovaných plodin a pastevních plevelů ve vzorcích z výplní jam ve Velkých Hamrech a bude do budoucna vyžadovat přímé archeologické ověření.

Použité paleoenvironmentální analýzy mají schopnost vypovídat také o genezi zkoumaných vrstev a o tafonomických poměrech ve zkoumané lokalitě. Naprostá většina analyzovaných vzorků nenese žádné stopy kontaminace materiálem z jiných období. Dynamika zaplňování opuštěných těžebních jam byla zřetelně dvoufázová. Většina mocnosti výplní se vytvořila už v neolitu v souvislosti s pokračující těžbou v těsném okolí již opuštěných jam. Čerstvě vytěžený materiál byl přitom deponován ve starších jamách v sousedství. Sedimentace byla tudíž nárazová a poměrně rychlá, takže koncentrace pylových zrn ve vzorcích je nízká. Po ukončení těžby nastala dlouhá fáze sedimentačního klidu. Horní části výplní o relativně nevelké mocnosti (a nestejném rozsahu) se vytvořily až v průběhu vrcholného středověku a novověku v souvislosti s lokálním odlesněním. Odlesnění lokality je patrné ještě na mapě prvního vojenského mapování z 2. pol. 18. století.

Text vznikl za podpory výzkumného projektu „Neolitická těžba a zpracování surovin v Jizerských horách“ GAČR 404/09/0599. Část analýz byla provedena jako součást řešení grantového projektu GA AV ČR č. IAAX00020701 a projektu MSM 6007665801.

Literatura

- Beug, H. J. 2004: Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Bukovanská, M. 1992: Petroarchaeology of Neolithic artifacts from central Bohemia, Czechoslovakia. *Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarkianae Brunensis – Geologie* 22, 7–16.
- Erdtmann, G. 1934: Über die Verwendung von Essigsäureanhydrid bei Pollen-untersuchungen. *Svensk Botanisk Tidskrift Utgifven af Svenska Botaniska Foreningen* 28, 354–358.
- Faegri, K. – Iversen, J. 1989: Textbook of pollen analysis. IV Edition. Chichester: John Willey & Sons.
- Fediuk, F. 1962: Vulkanity železnobrodského krystalinika, *Rozpravy Ústředního Ústavu geologického* 29, 1–116.
- Grünzer, J. 1933: Nephrit aus dem Phyllitkontakt im Südwesten des Isergebirgsgranits. *Firgenwald: Vierteljahrsschrift für Geologie der Sudetenländer* 3, 89–96. Reichenberg (Liberec).
- Huyer, A. 1914: Granitkontakt des Schwarzbrennberges bei Gablonz a. N., *Lotos* 62, 22–24.
- 1928: Der Granitkontakt des Schwarzbrennberges, *Mitteilungen des Vereines der Naturfreunde in Reichenberg* 50, 48–65.
- Jacomet, S. – Kreuz, A. 1999: Archäobotanik: Aufgaben, Methoden und Ergebnisse Vegetations- und Agrargeschichtlicher Forschung. Stuttgart: Ulmer.
- Kuneš, P. – Abraham, V. – Kovařík, O. – Kopecký, M. – Břížová, E. – Janovská, V. – Knipping, M. – Kozáková, R. – Nováková, K. – Petr, L. – Pokorný, P. – Rozková, A. – Rybníčková, E. – Svobodová-Svitavská, H. – Wacnik, A. 2009: Czech Quaternary Palynological Database – PALYCZ: review and basis catatistics of the data. *Preslia* 81, 209–238.
- Lynch, J. A. – Clark, J. S. – Stocks, B. J. 2004: Charcoal production, dispersal, and deposition from the Fort Province experimental fire: interpreting fire regimes from charcoal records in boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research* 34, 1642–56.
- Milch, L. 1902: Beiträge zur Kenntnis der granitischen Gesteine des Riesengebirges. Teil 2. In: *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Beil. Band* 15, 1901, 105–204.
- Neuhäuselová, Z. a kol. 2001: Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Praha: Academia.
- Prostředník, J. – Šída, P. 2010: Nejstarší dějiny Českého ráje a horního Pojizeří. Turnov: Muzeum Českého ráje.
- Prostředník, J. – Šída, P. – Šrein, V. – Šreinová, B. – Štátný, M. 2005: Neolithic quarrying in the foothills of the Jizera Mountains and the dating thereof. *Archeologické rozhledy* 57, 477–492.
- Přichystal, A. 1985: Štěpaná industrie z neolitického sídliště v Bylanech (okr. Kutná Hora) z hlediska použitých surovin a jejich provenience. *Archeologické rozhledy* 37, 481–488.
- 2000: Neolitické – eneolitické broušené artefakty v České republice z hlediska kamenných surovin. *Pravěk NŘ* 10, 41–70.
- 2002: Objev neolitické těžby zelených břidlic na jižním okraji Jizerských hor (severní Čechy). In: *Sborník abstraktů z konference „Kvartér“ 8*, Brno: Ústav geologických věd PFF MU – Česká geologická společnost, 12–14.
- Rybníčková, E. – Rybníček, K. 1996: Czech and Slovak Republics. In: B. E. Berglund – H. J. B. Birks – M. Ralska-Jasiewiczowa – H. E. Wright eds., *Palaeoecological Events During the Last 15 000 Years. Regional Syntheses of Palaeoecological Studies of Lakes and Mires in Europe*. Chichester: John Willy & Sons, 473–506.
- Sádlo, J. – Pokorný, P. – Hájek, P. – Dreslerová, D. – Cílek, V. 2008: Krajina a revoluce. Významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny Českých zemí. Praha: Malá Skála.
- Schweingruber, F. H. 1978: *Mikroskopische Holtzanatomie*. Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen. Zug: Kommissions Verlag Zürcher AG, Birmensdorf.
- Šída, P. 2004a: Neolitická a eneolitická kamenná industrie v oblasti horního Pojizeří. In: M. Lutovský ed., *Otázky neolitu a eneolitu našich zemí 2003*. Sborník referátů z 22. pracovního setkání badatelů zaměřených na výzkum neolitu a eneolitu Český Brod – Kounice 23. až 26. září 2003, Praha: ÚAPPŠČ, 377–408.
- 2004b: Neolitická broušená industrie v oblasti horního Pojizeří. *Archeologie ve středních Čechách* 8, 137–192.
- 2005: Další lokality s doklady neolitické těžby a zpracování kamene v Jizerských horách. *Archeologie ve středních Čechách* 9, 77–102.
- 2006: Distribuční areály surovin v neolitu na území České republiky. *Archeologické rozhledy* 58, 407–426.

- Šída, P. 2007a: Metabasity kontaktní aureoly tanvaldského granitu mezi Rádlem a Příchovicemi využívané pro výrobu neolitických kamenných nástrojů. Ms. diplom. práce depon. in PŘF UK v Praze.
- 2007b: Využívání kamenné suroviny v mladší a pozdní době kamenné. Dílenské areály v oblasti horního Pojizeří. *Dissertationes archaeologicae Brunenses/Pragensesque* 3. Praha: FF UK.
- Šída, P. – Kachlík, V. 2009: Geological setting, petrology and mineralogy of metabasites in a thermal aureole of Tanvald granite (northern Bohemia) used for the manufacture of Neolithic tools. *Journal of Geosciences* 54, 269–287.
- Šída, P. – Pokorný, P. – Novák, J. – Prostředník, J. 2008: Příspěvek bioarcheologie k poznání neolitického těžebního areálu v Jistebsku. In: J. Beneš – P. Pokorný edd., *Bioarcheologie, České Budějovice: JČU – Praha: ARÚ AV ČR*, 199–218.
- Šrein, V. – Šreinová, B. – Štátný, M. – Šída, P. – Prostředník, J. 2002: Neolitický těžební areál na katastru obce Jistebsko. *Archeologie ve středních Čechách* 6, 91–99.
- Vencl, S. 1960: Kamenné nástroje prvních zemědělců ve střední Evropě, *Sborník Národního muzea – A XIV*, 1–91.
- 1975: Hromadné nálezy neolitické broušené industrie z Čech, *Památky archeologické* 66, 12–73.

Neolithic quarrying in the Jizerské Mts. (Czech Republic) from the perspective of pollen and anthracological analyses

Metabasite, a raw material used for stone ground tools in Neolithic Linear Pottery culture, is conspicuously homogeneous throughout the whole territory of Central Europe. Though the source of this raw material remained unknown for a long period of time, the location of a possible origin of metabasite was gradually narrowed down to the territory of the Bohemian Massive. Source areas were searched for nearly an entire century. Finally in 2002 a source was discovered in a find of prehistoric quarrying remnants at the south base of the Jizerské Mts. Follow-up investigations gradually reconstructed the quarrying surface to an area of over 1 km². As is the case at all quarrying and processing sites, a great amount of stone flakes and semi-finished manufactured tools were continuously obtained from the archaeological situations. However, additional types of artifacts have not yet been found, probably because of the limited surface range of the excavations. And yet, a sizeable assemblage of wood charcoal has been retrieved from the fill layers in the old quarrying pits, providing a basic impression of the composition of arboreal vegetation. The charcoal assemblage has also enabled consistent radiocarbon dating to between the years 5316 and 4935 BC. In addition to anthracological analysis, we also decided to test the possibilities of pollen analysis. To our great surprise, the samples provided sufficiently large and well-preserved pollen spectra without any signs of contamination.

The pollen spectra obtained from the quarrying pit fills can be divided into two distinct groups: (a) a group with a predominance of pollen from demanding broadleaf trees, especially linden, elm, ash, maple and hazelnut (*Tilia cordata* t., *Ulmus*, *Fraxinus excelsior*, *Acer*, *Corylus avellana*); (b) a group with low representation of the aforementioned broadleaf trees, but with a high percentage of beech, silver fir and hornbeam pollen (*Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Carpinus betulus*). This strikingly bimodal division unambiguously indicates the presence of two chronologically distinct categories of finds. The first category – group (a) – clearly belongs to the period corresponding to the Middle Holocene, i.e. the period prior to the general expansion of beech, silver fir and hornbeam. The second category of samples – group (b) – must be substantially younger, as it reflects an entirely different vegetation situation in the period following the expansion of these trees. An evaluation of the presence of pollen spectra from the two different categories in terms of their stratigraphic position on the profiles of the defunct quarrying pits indicates the clear connection of category (a) to the stratigraphically lower level and the connection of the second category (b) to the level above. At the same time, the dividing line is typically relatively high, often in the upper part of the fill. This evidence can be used to reconstruct the process of filling the abandoned quarrying pits: The obvious two-phase process began with the very rapid filling of the old pits with the waste rock produced during quarrying in the immediate vicinity.

A long period of sedimentation inactivity followed the end of the Neolithic quarrying. The relatively thin upper part of the fill was formed later in the High Middle Ages and Early Modern period during the deforestation of the immediate area.

The results of pollen and anthracological analyses show a high degree of agreement. Together they facilitate a reconstruction of the appearance of the Neolithic landscape in which the quarrying occurred. The analyses demonstrate that the quarrying activity was conducted in the middle of a predominantly wooded landscape, i.e. away from permanent settlements and cultivated areas. The local forests were natural (sub)montane mixed oak woodlands and had a high portion of demanding broad-leaf trees, especially ash, linden and hazelnut. Neolithic quarrying was demonstrably extensive. The vegetation of the freshly abandoned quarrying surfaces had the character of a spatially limited clearing; the pollen spectra reveal only sporadic indicators of ruderal habitats. Small clearings resulting from quarrying activity were soon absorbed by the forest. The apparent discrepancy between the discovery of only extensive quarrying and the fact that the studied area is characterized by an enormous amount of preserved relicts of this activity can be explained by the long duration of the quarrying. This is indirectly documented by the spread of raw materials across a large area and over a long period of time.

English by *David J. Gaul*

JAN NOVÁK, Laboratoř archeobotaniky a paleoekologie, Přírodovědecká fakulta JU, Branišovská 31, CZ-370 05 České Budějovice; prourou@gmail.com

PETR POKORNÝ, Archeologický ústav AV ČR, Praha, v. v. i., Letenská 4, CZ-118 01 Praha 1; Centrum pro teoretická studia UK a AV ČR, Jilská 1, CZ-110 00 Praha 1; pokorny@arup.cas.cz

JAN PROSTŘEDNÍK, Muzeum Českého ráje v Turnově, příspěvková organizace, Skálava 71, CZ-511 01 Turnov; prostrednik@muzeum-turnov.cz

*PETR ŠÍDA, Katedra archeologie Západočeské univerzity v Plzni, Sedláčkova 15, CZ-30614, Plzeň
petsida@seznam.cz*