

**Univerzita Karlova v Praze**

**Přírodovědecká fakulta**

Katedra fyzické geografie a geoekologie



Vliv změn přírodního prostředí na přírodní léčivé zdroje lázeňského místa Františkovy

Lázně

The influence of environmental changes on natural healing sources situated in the area  
of Františkovy Lázně spa

Rigorózní práce

**Mgr. Lucie Valová**

Školitel: prof. RNDr. Jan Kalvoda, DrSc.

Praha 2011

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 2.09.2011

Podpis

Děkuji panu Prof. RNDr. Janu Kalvodovi, DrSc. za cenné rady, připomínky a pomoc při tvorbě této práce. Dále děkuji pracovníkům společnosti Lázně Františkovy Lázně a.s. a Ústavu struktury a mechaniky hornina AV ČR, v.v.i. za poskytnuté materiály.

# OBSAH

1. ÚVOD .....	7
2. VÝZKUMNÉ CÍLE PRÁCE .....	8
3. MATODY A POSTUP PRÁCE .....	9
4. FYZICKOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA LÁZEŇSKÉHO MÍSTA FRANTIŠKOVY LÁZNĚ .....	11
4.1 Vymezení zájmového území .....	11
4.2 Geomorfologická charakteristika .....	12
4.3 Geologická charakteristika .....	15
4.4 Zemětřesení v západních Čechách .....	20
4.5 Hydrologická charakteristika .....	23
4.6 Klimatická charakteristika .....	26
4.7 Půdní poměry .....	29
4.8 Biogeografie .....	30
5. PŘÍRODNÍ LÉČIVÉ ZDROJE LÁZEŇSKÉHO MÍSTA FRANTIŠKOVY LÁZNĚ .....	32
5.1 Historie využívání minerálních vod .....	32
5.2 Vznik minerálních vod .....	35
5.3 Sledování režimu minerálních vod .....	36
5.4 Hydrogeologické a fyzikální parametry minerálních vod .....	37
5.5 Chemické složení minerálních vod .....	39
5.6 Rozdělení a využití minerálních vod .....	40
5.6.1 Skupina východních pramenů .....	42
5.6.2 Skupina centrálních pramenů .....	43
5.6.3 Skupina západních pramenů .....	47
5.7 Ochranná pásma minerálních vod .....	48

6. POSOUZENÍ VLIVU PŘÍRODNÍHO PROSTŘEDÍ NA PŘÍRODNÍ LÉČIVÉ ZDROJE LÁZEŇSKÉHO MÍSTA FRANTIŠKOVY LÁZNĚ V LETECH 2000-2010 .....	52
6.1 Chod vybraných meteorologických prvků na klimatologické stanici Cheb ve sledovaném období 2000–2010 .....	56
6.2 Chod teploty vody přírodních léčivých zdrojů ve sledovaném období 2000–2010 .....	58
6.2.1 Mělké přírodní léčivé zdroje .....	58
6.2.2 Hluboké přírodní léčivé zdroje .....	63
6.3 Porovnání teploty vzduchu a teploty vody vybraných přírodních léčivých zdrojů ve sledovaném období 2000-2010 .....	69
6.4 Porovnání množství srážek a hladiny vody vybraných přírodních léčivých zdrojů ve sledovaném období 2000–2010 .....	72
6.5 Vliv seismické aktivity na teplotu a hladinu vody vybraných přírodních léčivých zdrojů ve sledovaném období 2000–2010 .....	76
7. INTERPRETACE A DISKUSE GEOGRAFICKÝCH POZNATKŮ .....	83
7.1 Vliv teploty vzduchu na teplotu vody přírodních léčivých zdrojů .....	83
7.2 Vliv množství srážek na výšku hladiny přírodních léčivých zdrojů .....	86
7.3 Vliv seismické aktivity na teplotu a hladinu vody přírodních léčivých zdrojů .....	89
7.4 Další činitele ovlivňující teplotu a hladinu vody přírodních léčivých zdrojů .....	93
8. ZÁVĚR .....	95

LITERATURA

SEZNAM TABULEK

SEZNAM OBRÁZKŮ

## **Abstrakt**

V práci je posouzen vliv změn přírodního prostředí na čtyři vybrané přírodní léčivé zdroje lázeňského místa Františkovy Lázně. Byly vybrány dva mělké a dva hluboké přírodní léčivé zdroje, měřené automatizovaným měřícím zařízením v období od roku 2000 do roku 2010. Teploty vzduchu byly porovnány s teplotami vody přírodních léčivých zdrojů Cartellieri, Palliardi, Nový Kostelní a Stanislav, dále množství srážek na výšku hladiny vody těchto přírodních léčivých zdrojů a vliv seismické aktivity na jejich teplotu a výšku hladiny. Rozbor naměřených dat neprokázal zásadní vliv změn přírodního prostředí na studované přírodní léčivé zdroje ve studovaném období. Byla prokázána stabilní reakce teploty vody přírodních léčivých zdrojů na teplotu vzduchu. Naopak u srážek podobný vliv na výšku hladinu vody přírodních léčivých zdrojů nebyl zaznamenán. Pozorovaná seismická aktivita se na chodu teplot ani výšce hladiny vody přírodních léčivých zdrojů ve studovaném období neprokázala. V diskusi jsou specifikovány také různé antropogenní vlivy na změny režimu a kvality přírodních léčivých zdrojů ve Františkovských Lázních.

## **Abstract**

In the paper is studied the influence of environmental changes on four selected natural healing sources situated in the area of Františkovy Lázně spa. Two shallow and two deep natural healing sources were selected for the investigation. These natural healing sources were continually measured by the automated measuring equipment from the year 2000 to the year 2010. We compared both the air temperature with the water temperature of natural healing sources Cartellieri, Palliardi, Nový Kostelní and Stanislav and the quantity of precipitation on elevation surface of these natural healing sources. Moreover, the influence of seismic activity on the temperature and surface height of water was also measured. During the period of investigation, the analysis of measured data has not proved any fundamental influence of environmental changes on the particular natural healing sources. Stationary reaction of these natural healing sources water to the air temperature has been recorded. However, as far as the precipitation is concerned, no similar influence on the elevation water surface has been documented. In the period of monitoring there is no evidence that the observed seismic activity was influenced either the natural healing sources surface height or their temperature. Additionally, the study also specifies various anthropogenic influences on regime changes and the quality of natural healing sources in the Františkovy Lázně spa.

# 1. ÚVOD

Využívání minerálních vod je známé od středověku. V této době byly ovšem využívány pouze takové minerální vody, které vytékaly na zemský povrch přirozeným přelivem. Hlavním činitelem, který na ně působil, bylo tedy přírodní prostředí v němž se nacházely. Po započetí pravidelného využívání minerálních vod se postupně zvyšovalo jejich ovlivnění antropogenní činností, zejména těžbou nerostných surovin, výstavbou nebo regulací vodních toků. Proto docházelo k četným událostem, které měly za následek zapadnutí hladin minerálních vod nebo jejich úplný zánik. Přirozené vývěry minerálních vod byly většinou postupně nahrazeny hlubšími vrty, a to zejména z důvodu zaklesnutí hladiny vody nebo mikrobiologického znečištění vody, tedy nutností zabránit komunikaci minerálních vod s vodami povrchovými a v neposlední řadě zvýšením nároku na jejich větší spotřebu z důvodu rozvoje lázeňské léčby.

Pro zajištění ochrany minerálních vod je nutné sledovat jak působení antropogenní činnosti, tak změn přírodního prostředí na minerální vody. Tedy jaký je jejich podíl na změnách vlastností minerálních vod v místě jejich záchyty. Antropogenní činnost je usměrňována prostřednictvím zákazů, které se v oblasti výskytu a infiltrační oblasti přírodního léčivého zdroje (jedná se o zdroj minerální vody osvědčený dle zákona č. 164/2001 Sb.) stanovují. Aby změny v chování přírodních léčivých zdrojů v místě jejich záchyty nebyly mylně připisovány antropogenní činnosti, je nutné znát jejich reakci na změny přírodního prostředí.

Zájmové území lázeňského místa Františkovy Lázně jsem si pro tuto práci zvolila nejen proto, že jsou zde využívány jak přirozené vývěry jímané pomocí studní, tak vrtané zdroje, ale také proto, že se toto území nachází v oblasti výskytu seismické aktivity. Dalším důvodem je také skutečnost, že na území této zájmové lokality je zakázána těžba nerostných surovin a můžeme zde vyloučit potenciální vliv této činnosti na minerální vody.

Posouzení vlivu změn přírodního prostředí na přírodní léčivé zdroje je možné především díky zkvalitnění způsobu sběru dat o využívaných přírodních léčivých zdrojích od konce dvacátého století. Postupným rozvojem techniky byl zdokonalován sběr dat, jejich zpracování a archivace. Nyní je k dispozici značné množství údajů, které vypovídají o chování využívaných přírodních léčivých zdrojů.



## 2. VÝZKUMNÉ CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem rigorózní práce je posouzení vlivu změn přírodního prostředí na přírodní léčivé zdroje lázeňského místa Františkovy Lázně. Těžištěm práce je analýza vybraných geofyzikálních a klimatických faktorů ve vztahu k přírodním léčivým zdrojům studované lokality. Práce je založena na fyzickogeografickém přístupu. Její součástí je fyzickogeografická charakteristika zájmového území, analýza chodu meteorologických prvků a chodu seismické aktivity v západních Čechách a také následná interpretace analytických výsledků s ohledem na vlastnosti a využívání sledovaných přírodních léčivých zdrojů. Studie směřuje ke zjištění míry vlivu přírodního prostředí na přírodní léčivé zdroje lázeňského místa Františkovy Lázně.

### 3. METODY A POSTUP PRÁCE

Při přípravě rigorózní práce bylo využito několika metodických postupů. Základem bylo studium literárních pramenů, zejména tedy publikací, průzkumných zpráv a internetových zdrojů. Studovala jsem např. regionální publikace, které pojednávají o Františkových Lázních a přírodním prostředí západních Čech a dále práce podstatné pro sestavení fyzickogeografických poměrů zájmového území. Odborné informace byly tedy získávány jak z publikované literatury, tak z nepublikovaných prací. Z nepublikovaných dokumentů se jednalo zejména o zprávy týkající se seismických měření, které byly poskytnuty Ing. Brožem, CSc. (Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.). Použitá a v rigorózní práci citovaná literatura je podle kategorií dokumentů uvedena v seznamu literatury.

Důležitým zdrojem informací byly analogové a digitální mapy. Jako výchozí mapová díla byla využita topografická mapa Ašsko a Chebsko v měřítku 1:50 000 a analogové mapy ze Souboru geologických a účelových map v měřítku 1:50 000, list 11 - 14 Cheb, a to zejména geologická mapa a půdní mapa. Zásadním přínosem byly digitální mapy programu ArcGIS 9. Uvedené mapové podklady poskytly řadu informací pro zpracování fyzickogeografické charakteristiky oblasti a tvorbu přehledných mapek.

Podstatným metodickým krokem byl terénní výzkum, který jsem prováděla především v červenci a srpnu 2010. Terénní práce byly zaměřeny na rekognoskaci a dokumentaci především přírodních léčivých zdrojů a jejich přesné prostorové rozmístění. Poznatky získané při terénním výzkumu byly zaneseny do pracovních xerokopií topografických map v měřítku 1:10 000. Tato terénní práce umožnila srovnání poznatků získaných studiem literatury a mapových podkladů se současným stavem lokalit přírodních léčivých zdrojů. Výsledky terénního výzkumu jsou soustředěny zejména v kapitolách o fyzickogeografické charakteristice lázeňského místa Františkovy Lázně a o charakteristice přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně.

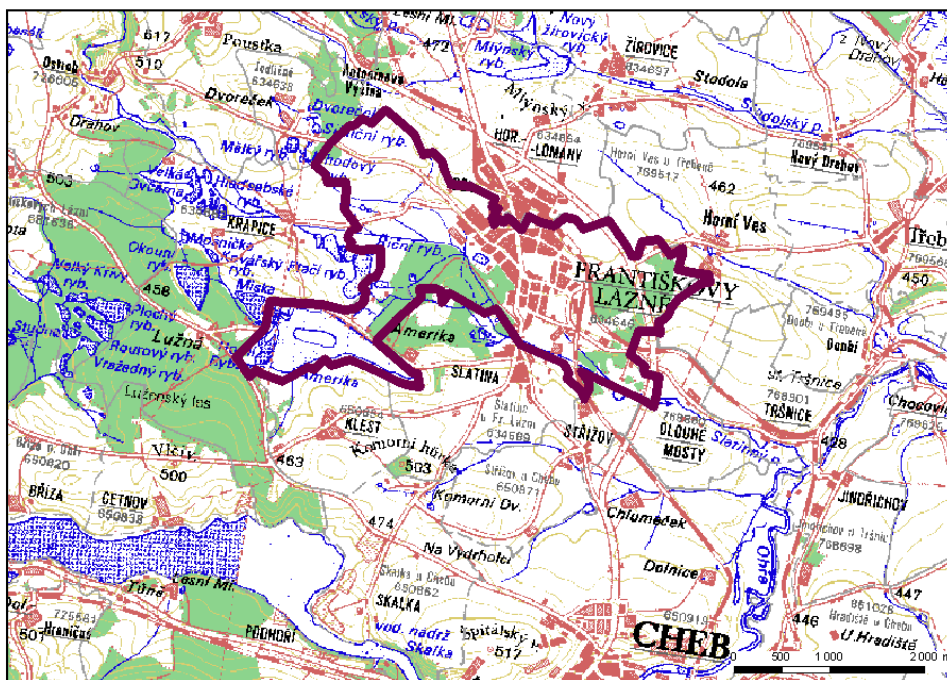
Stěžejní použitou metodou byla analýza vybraných naměřených dat a regionálních údajů. Byla porovnána data o klimatu a seismicitě zájmové oblasti a dat charakterizujících přírodní léčivé zdroje. Byly vybrány přírodní léčivé zdroje

charakterizující františkolázeňskou zřídelní strukturu. Výběrovým kritériem byla zejména jejich hloubka, která je v rozmezí 2,8–92,6 m a také dostupnost dat. Geografická poloha přírodních léčivých zdrojů nebyla uvažována, protože největší vzdálenost mezi nimi je pouze cca 2 km. Pro podrobnou interpretaci byly vybrány dva mělké a dva hluboké přírodní léčivé zdroje. Při analýze a interpretaci uvedených dat byla pomocí grafického zpracování programy MS Excel 2003 a Grapher 2.00 porovnána reakce teploty vody přírodních léčivých zdrojů na změnu teploty oblasti a reakce hladiny vody přírodních léčivých zdrojů na srážky ve sledovaném období 2000 až 2010. Dále byla sledována reakce teploty a hladiny vody přírodních léčivých zdrojů na seismickou aktivitu, podrobně zaznamenanou seismickými stanicemi sítě WEBNET umístěných v západních Čechách. Tento postup je popsán v kapitole o posouzení vlivu přírodního prostředí na přírodní léčivé zdroje lázeňského místa Františkovy Lázně. Nezbytné údaje byly získány zejména z portálu Českého hydrometeorologického ústavu a Geofyzikálního ústavu AV ČR, v.v.i. a z databáze Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i., Ministerstva zdravotnictví ČR a společnosti Lázně Františkovy Lázně a.s.

## 4. FYZICKOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA LÁZEŇSKÉHO MÍSTA FRANTIŠKOVY LÁZNĚ

### 4.1 Vymezení zájmového území

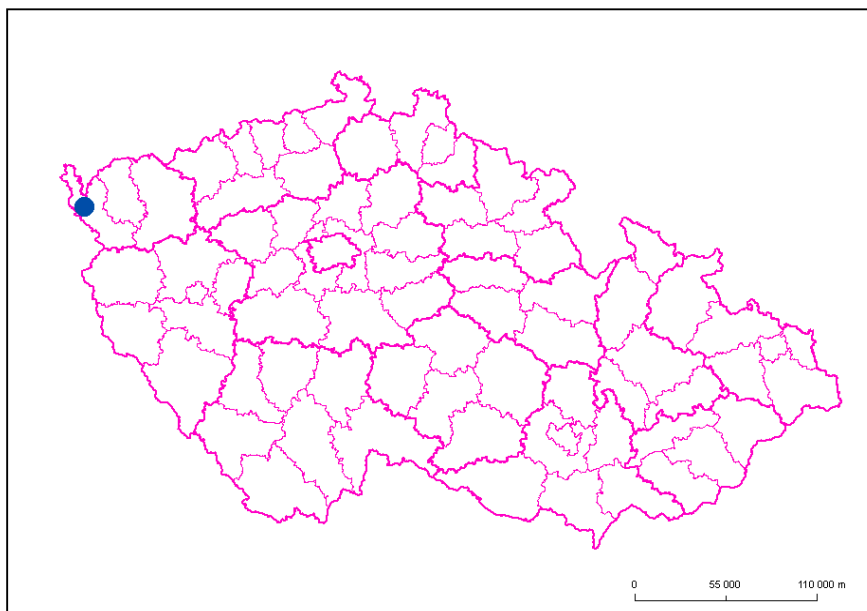
Zájmovým územím této práce je lázeňské místo Františkovy Lázně (obr. 1), které bylo vymezeno usnesením vlády č. 135 ze dne 18. ledna 1956. Tímto usnesením získalo město Františkovy Lázně Statut lázeňského místa Františkovy Lázně, a to s následujícím vymezením: „Lázeňské místo je katastrální obec Františkových Lázní. Lázeňské místo zahrnuje vnitřní a vnější lázeňské území.“ Rozloha zájmového území je cca 6 km<sup>2</sup> a průměrná nadmořská výška je cca 445 m n.m.



Obr. 1: Vymezení zájmového území, zdroj dat ArcGIS 9

Podle administrativního členění České republiky se toto území nachází v západních Čechách na území Karlovarského kraje (obr. 2). V rámci Karlovarského kraje je umístěno na území obce s rozšířenou působností Cheb. Území lázeňského místa Františkovy Lázně je podle členění nomenklatury územních statistických jednotek součástí regionu Severozápad a nachází se cca 9 km severozápadně od města Cheb a 17 km jihovýchodně od města Aš.

Vlastní zájmové území Františkových Lázní má nepravidelný tvar. Hranice má s katastrálním územím Horní Lomany na severu, Horní Ves u Třebeně na východě, Dlouhé Mosty a Střížov u Chebu na jihovýchodě, Slatina u Františkových Lázní na jihu, Klest na jihozápadě, Krapice na západě a Jedličná na severozápadě.



Obr. 2: Poloha zájmového území v rámci České republiky, zdroj dat ArcGIS 9

## 4.2 Geomorfologická charakteristika

Z geomorfologického hlediska patří zájmové území do části Františkolázeňská kotlina (:tab. 1) v rámci celku Chebská pánev (Balatka, Kalvoda 2006). **Chebská pánev** je geomorfologický celek v jihozápadní části Podkrušnohorské oblasti. Je nejzápadnější z podkrušnohorských pánví a je výrazně protažena ve směru SZ-JV. Jedná se o nesouměrnou příkopovou propadlinu paleogenního zarovnaného povrchu (s mocnými fosilními zvětralinami). Charakteristický je orograficky homogenní reliéf denudačních plošin a říčních teras s rozevřenými, místy asymetrickými údolími v povodí Ohře a Odry (Balatka et al. 1987). Nejvýznamnější vodotečí je řeka Ohře s řadou přítoků. Údolí levobřežních přítoků Ohře jsou plochá, málo zaříznutá, většinou bez teras s aluviálními náplavy. Pravobřežní přítoky mají morfologicky velmi dobře utvářená údolí, většinou s několika terasovými stupni (Staněk 2009b).

Tab. 1: Zařazení zájmového území do taxonomického systému geomorfologického členění reliéfu Čech, upraveno podle Balatka, Kalvoda (2006)

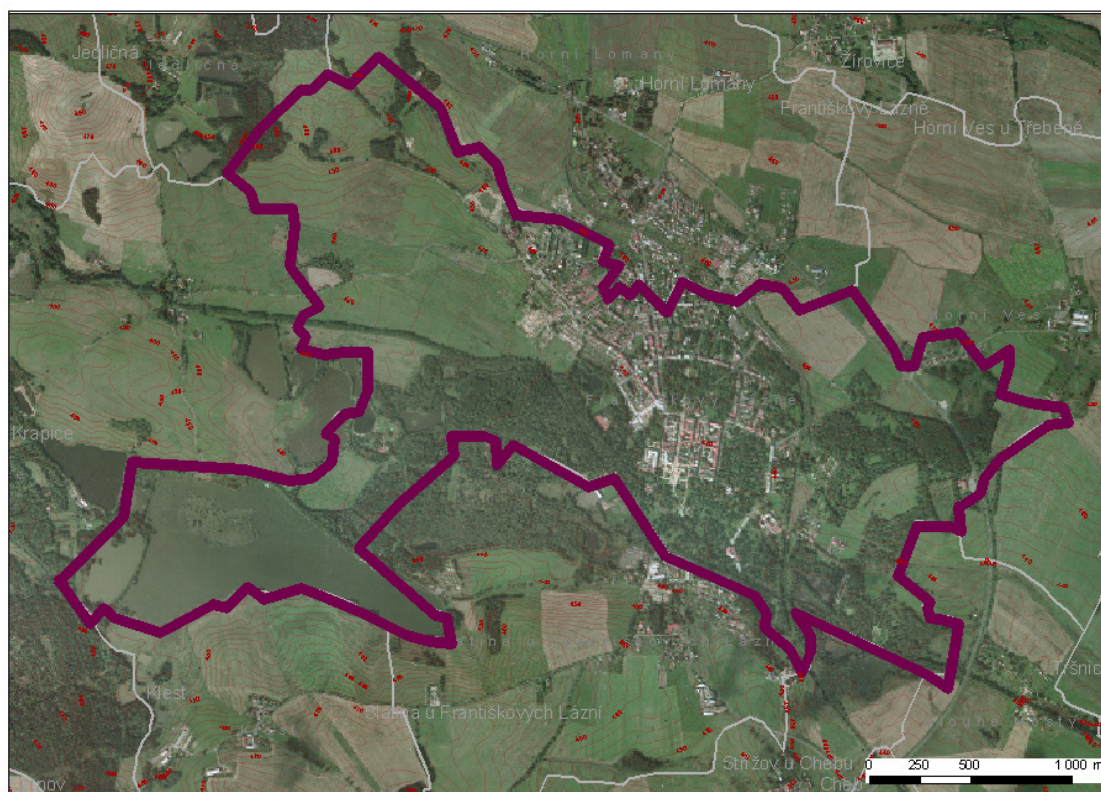
Geomorfologická jednotka	Název geomorfologické jednotky
část	Františkolázeňská kotlina
celek	Chebská pánev
oblast	Podkrušnohorská oblast
subprovincie	Krušnohorská subprovincie
provincie	Česká vysočina
subsystém	Hercynská pohoří
systém	Hercynský systém

Chebskou pánev ohraničují geomorfologické celky Smrčiny na severozápadě a severu, Krušné hory na severovýchodě, Sokolovská pánev na východě, Slavkovský les na jihovýchodě, Podčeskoleská pahorkatina na jihu a Český les na západě. Rozloha celku je 271 km<sup>2</sup>, střední nadmořská výška 458,2 m a střední sklon 1°56'. Nejvyšším bodem je Doubravský vrch s nadmořskou výškou 534 m (Balatka et al. 1987). Jedná se o třetihorní tektonickou sníženinu v nejzápadnější části podkrušnohorského prolomu (Chlupáč, Štorch 1992), která vznikla na křížení oherského riftu směru SV-JZ s chebsko-domažlickým příkopem směru SSZ-JJV. Má proto složitou vnitřní stavbu, danou křížením zlomů obou poklesových zón (Chlupáč et al. 2002). Tektonický vývoj riftu doprovázela sopečná činnost a vznik rozsáhlého, nyní již neexistujícího podkrušnohorského jezera (Toušek et al. 2005).

Ze zlomů, které její pánevní příkopovou propadlinu tvoří a omezují, je nejvýznamnější mariánskolázeňský na východě. Pánev strmě ohraničuje a je při něm nejhlubší, 300 m, a je podle něho také protažena ve směru severojižním. K západu se příkopovitě, schodovitě změlčuje. Napříč pánví prochází zlom františkolázeňský, krušnohorského směru, podle něhož je pánev protažena k západu (Kunský 1968). Tektonické ohraničení Chebské pánve se projevuje významnými morfologickými stupni především v severozápadní a východní části. Severní a severozápadní okraj pánve ohraničuje vrchovina Smrčiny o nadmořské výšce 500–750 m. Směrem k severovýchodu přechází v západní část Krušných hor, kde povrch terénu dosahuje i více jak 800 m n.m. Východní a jihovýchodní okraj pánve ohraničuje pohoří Slavkovského lesa o nadmořské výšce do 800 m.

Morfologie podloží podmínila vznik tří víceméně oddělených dílčích pánviček. Oravské na jihu, Františkolázeňské na západě a Oldřichovsko-pochlovické na východě a severovýchodě s maximální mocností sedimentů až 300 m. Z hydrogeologického hlediska tvoří Chebská pánev hlubokou, asymetrickou a tektonicky zakleslou strukturu s výparným drenážním účinkem na okolní krystalinikum (Burda et al. 1998).

Vlastní zájmové území Františkových Lázní se nachází ve východní části **Františkolázeňské kotliny**, která leží při západním okraji Chebské pánve. Je krušnohorského směru a je založena a omezena tektonicky. Svým charakterem je to v podstatě drobná příkopová propadlina s protiklonnými poklesovými zlomy (Myslil et al. 1999). Příkopová propadlina je výsledkem mladých, hluboko umístěných geodynamických procesů občasně se objevujících během třetihorního vulkanismu (Špičák, Förster, Horsfield 2005). Reliéf je plochý a málo členitý (obr. 3). Průměrná nadmořská výška činí cca 445 m. Terén se zvolna svažuje od severu k jihu. Povrchový odtok vod z území zajišťuje Slatinný potok, který je levobřežním přítokem řeky Ohře.

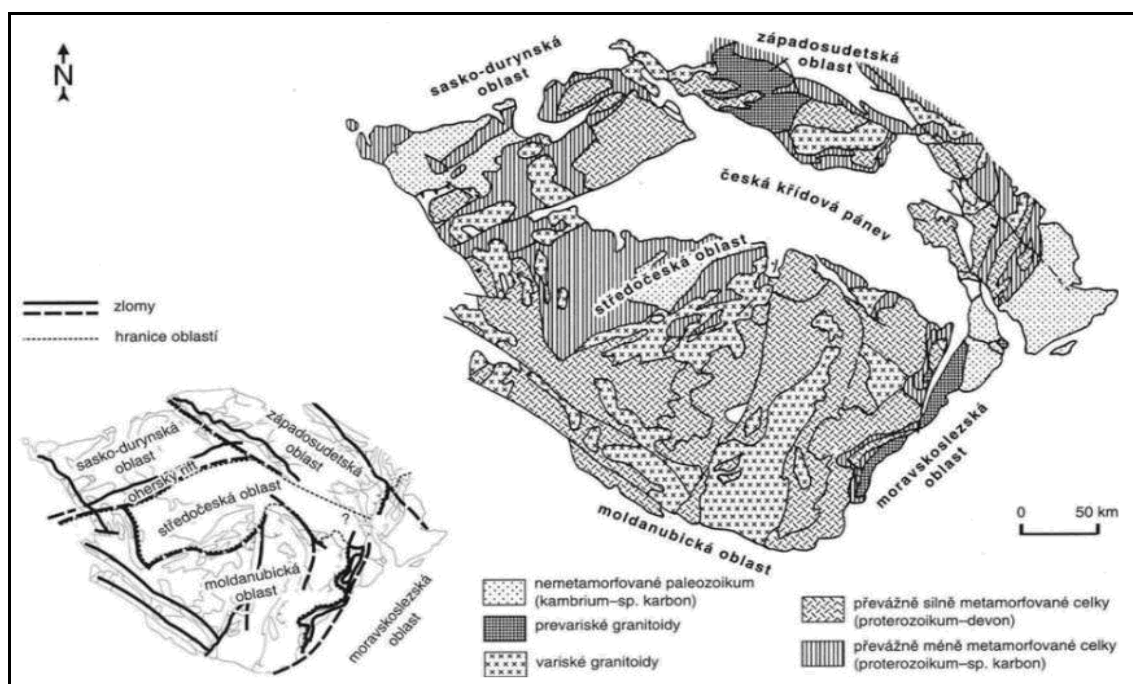


Obr. 3: Orografické znázornění zájmového území, zdroj dat ArcGIS 9

Prostor Františkových Lázní tvořily ještě v 18. století rašelinné louky s rybníky a mokřinami, které byly odvodněny. Na vysušená místa, v prostoru dnešního městského středu, byl postupně navezen, průměrně do výšky jednoho metru, písek a úrodná zemina (Prošek 1982).

### 4.3 Geologická charakteristika

Zájmové území náleží do geologické jednotky Český masív (obr. 4). V rámci Českého masívu se nachází v západní části sasko-durynské oblasti (Chlupáč, Štorch 1992).



Obr. 4: Základní regionálně geologické členění variské stavby Českého masívu, podle Chlupáč et al. (2002)

Hlavní poruchové systémy byly predisponovány zřejmě již prevarisky, ale neoidní oživení vícefázovou saxonskou tektonikou pak determinovalo současnou podobu. Hlavní systémy poruch ve směru SZ-JV, SSZ-JJV, Z-V, S-J byly založeny v období asyntské a variské tektogeneze a obnoveny při následných tektogenních procesech (Vylita 1979).

Saxonská tektogeneze byla započata v mezozoiku, vrcholila v pliocénu a doznívala až v kvartéru. Výsledkem oživení starých zlomových systémů v kombinaci s vertikálními pohyby je složitá kerná stavba území. Neoidní oživení pohybů podél

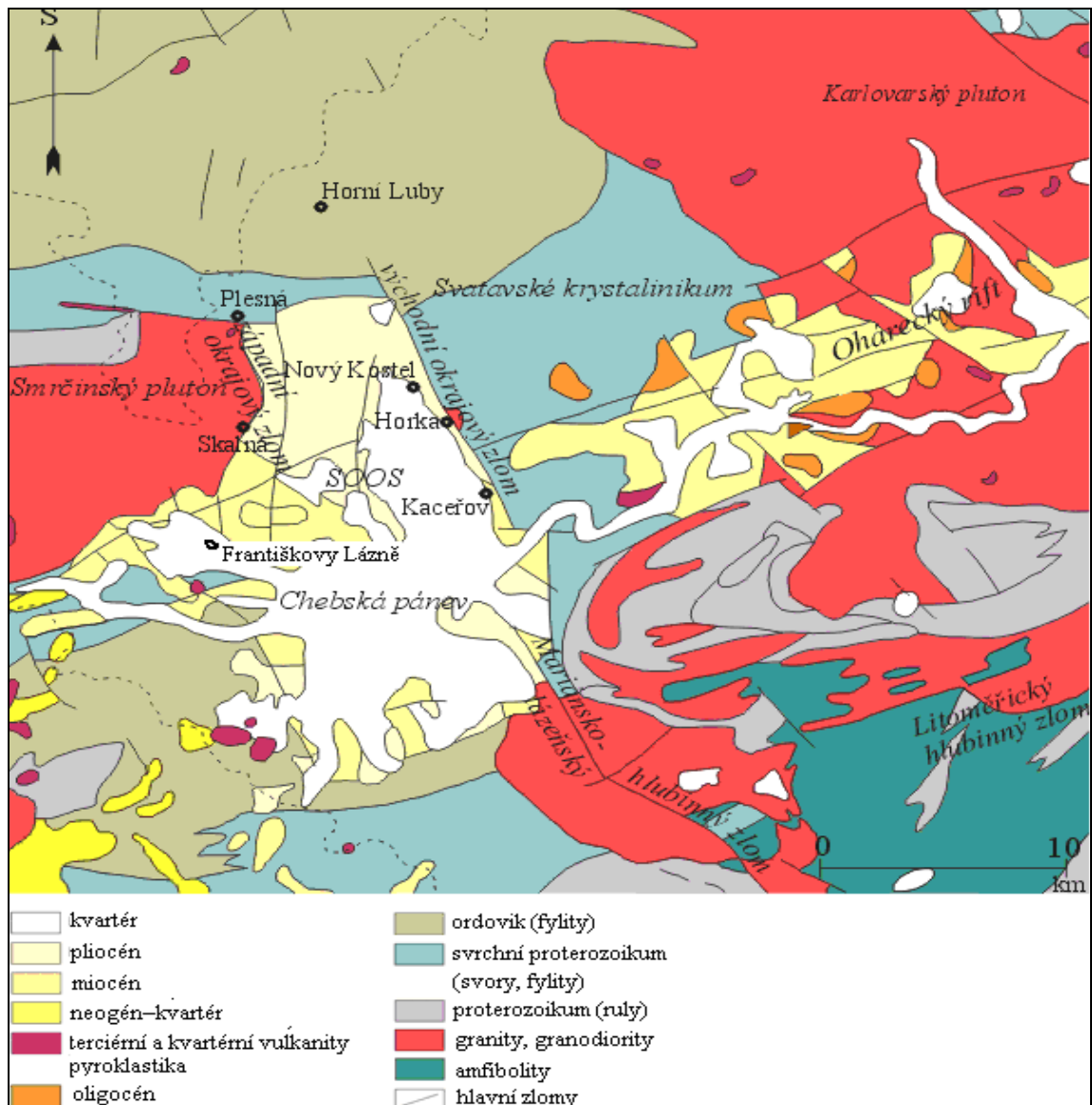


starých diskontinuit provázené vznikem nových dislokací bylo místy provázeno vulkanickou činností, která dosáhla maxima ve svrchním miocénu (Staněk 2005).

Třetihorní tektonické poruchy do značné míry předurčily rozsah sedimentární výplně. V území byly identifikovány také geologické poruchy, z nichž některým se připisuje funkce výstupních cest dosud trvajících výronů juvenilních plynů, převážně oxidu uhličitého, jako produktu postvulkanické činnosti, který prostupuje do hlubinného i mělkého oběhu mineralizovaných vod (Wieser 2007). Předurčily také preferenční cesty proudění podzemních včetně minerálních vod.

V západní části zájmového území se rozprostírá smrčinský pluton, tvořený středně zrnitým dvojslídovým smrčinským granitem (Geologická mapa ČR, list 11 - 14 Cheb 1991), který na území zasahuje svým východním okrajem. Větší část masívu je zakryta sedimentární výplní chebské pánve (obr. 5), pod níž pokračuje až k jejímu východnímu okraji (Burda et al. 1998). Český masív je zdvižen vysoko nad úroveň pánve a při povrchu je rozvětrán v hrubý, dobře propustný písek. Podloží v místech vývěřů minerálních pramenů tvoří paleozoický krystalinický plášť zastoupený „chebskými fylity“. Jsou to metamorfované chloriticko-sericitické břidlice, tenké břidličnaté, s hojným prokřemeněním, proniklé žilkami křemene. V místech, kde vystupují na povrch, jsou překryty poměrně mocnou vrstvou eluvia, silně jílovitého a špatně propustného, s hojnými úlomky křemene. Kontakt mezi smrčinskou žulou a fylity je překryt terciárními uloženinami. Krystalinické břidlice pláště žulového masívu jsou kontaktně metamorfovány (Kolářová, Myslíl 1979).

Krystalinické podloží pánve je nerovné a celkově klesá směrem k severovýchodu. Nerovnosti podloží jsou dány charakterem původního reliéfu území a jsou také způsobeny tektonickými pohyby. Hloubka krystalinického podloží západně od Františkových Lázní je 80 m, pod Františkovými Lázněmi dosahuje až 85 m a dále k severovýchodu pravděpodobně až 100 m. K jihu se hloubka podloží rychle zmenšuje až na několik metrů, což se vysvětluje tektonickým omezením jižního okraje františkolázeňské pánvičky. Žula a fylity v podloží pánve jsou kaolinicky zvětralé. Kaolinickým zvětráváním se žula proměňuje v hrubě písčité, silně slídnatý jílovitý písek, poměrně dobře propustný. Kaolinicky zvětralý fylit tvoří jemně písčité slídnatý jílovitý písek, poměrně dobře propustný. Jeho mocnost nepřevyšuje 10–15 m (Kolářová, Myslíl 1979).



Obr. 5: Geologická mapa chebské pánve, podle <http://www.ipe.muni.cz/>

Bezprostředně na zvětralinovém plášti leží bazální terciérní štěrky a písky spodního jílovito-písčitého souvrství, které vyplňuje morfologické nerovnosti a tektonické deprese předterciérního reliéfu. Znamená to, že není zastoupeno na celé ploše pánevního dna, nýbrž jen místy v jeho depresích, a je kryto mladšími sedimenty. Nevystupuje také nikde na povrch (Burda et al. 1998). V oblasti Františkových Lázní je toto souvrství zastoupeno převážně písčitou facií. Jsou to hrubé, šedé, slabě jílovité písky s hojnou příměsí pyritu v podobě krystalů, se zbytky rostlin a pseudomorfóz po rostlinných zbytcích, s polohami železitých pískovců. Bazální polohy obsahují valouny žilného křemene a místy dokonce žulové balvany. Mocnost těchto sedimentů

dosahuje v oblasti Františkových Lázní 75 m, směrem k jihovýchodu se mocnost zmenšuje. Na toto souvrství jsou vázány františkolázeňské minerální prameny, a proto jeho poloha, mocnost a rozšíření do určité míry vymezují rozsah zřídelní oblasti (Kolářová, Myslíl 1979).

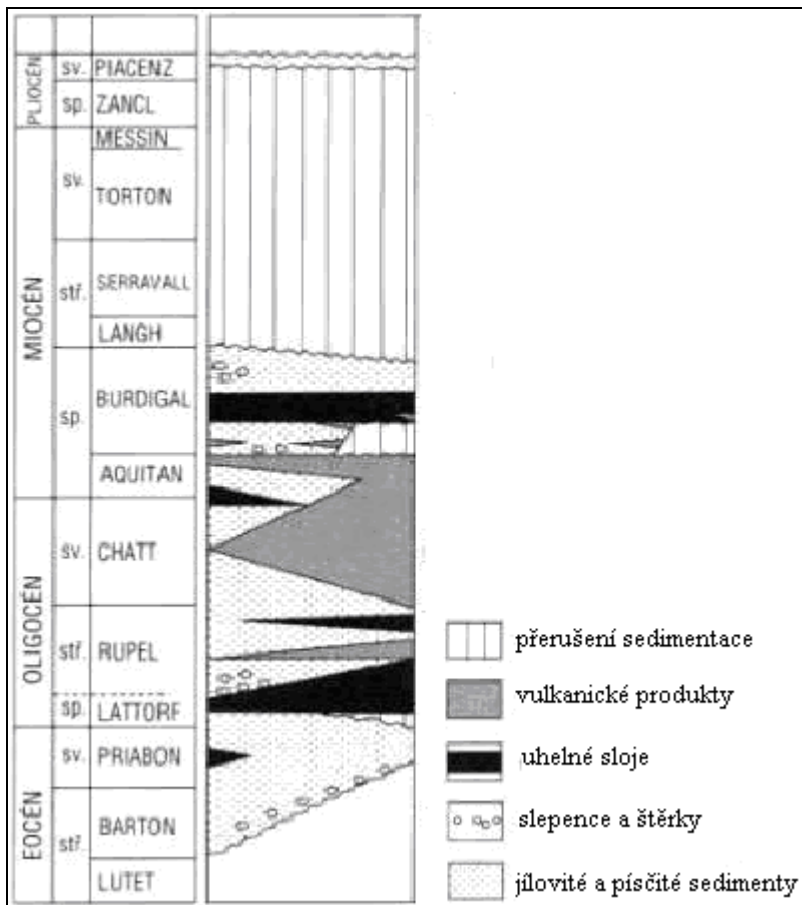
Slojové pásmo je ve františkolázeňské oblasti uloženo těsně pod povrchem. Jsou to uhelné jíly s proplásky jílovitého uhlí. Bezprostředně pod Františkovými Lázněmi a dále na západ je pokryto pouze málo mocnou vrstvou rašeliny a holocenních náplavů. Směrem k východu je uhelná sloj mírně ukloněna a mocnost slojového pásma se zvyšuje až na 10 m (Kolářová, Myslíl 1979). Spodní část spočívá přímo na zvětralém krystaliniku (severně od Františkových Lázní) nebo na sedimentech spodního jílovito-písčitého souvrství (Burda et al. 1998).

Nadložní cypřišové souvrství je vyvinuto v severovýchodní a východní části chebské pánve. Ve Františkových Lázních vyklíňuje a dále k západu můžeme pozorovat pouze jeho relikty. Před sedimentací mladší vildštejnské série bylo silně denudováno, takže jeho původní mocnost zde byla mnohem větší. Cypřišové souvrství je zastoupeno písčitou okrajovou facií. Jsou to illitické jíly a jílovce s příměsí kaolinitu a montmorillonitu. Přítomny jsou četné karbonátové vložky a písčitéjší polohy. Vždy je přítomen pyrit s organickou příměsí (Kolářová, Myslíl 1979). Jsou to miocenní uloženiny rozsáhlého jezera, které po vzestupu hladiny podzemních vod při poklesu dna zaplavilo prostor tehdy spojených pánví, a tím ukončilo tvorbu uhelných slojí (Chlupáč et al. 2002).

Ve středním a svrchním miocénu byla převážně lakustrinní sedimentace přerušena a na cypřišové souvrství se uložilo vildštejnské souvrství pliocenního stáří (obr. 6) bohaté na flóru (přes 95 druhů) (Chlupáč et al. 2002). Vildštejnské souvrství je zastoupeno pouze relikty vonšovských vrstev. Leží diskordantně na cypřišovém souvrství a je tvořeno jílovitými hrubými písky, při bázi s polohou kaolinických písčitých jíků s muskovitem a pyritem. Jedná se vesměs o přeplavené žulové zvětralině (Kolářová, Myslíl 1979). Intenzivní oběh podzemní vody je vázán především na svrchní partie vrstev. Těmito sedimenty končí v chebské pánvi terciární limnická sedimentace (Burda a kol. 1998).

Kvartérní uloženiny jsou vyvinuty v údolí Slatinného potoka, protékajícího Františkovými Lázněmi od západu k východu. V pleistocénu se zde projevovala

periglaciální činnost soliflukcí a mrazovým zvětráváním těchto uloženin (Demek et al. 1965). Údolí Slatinného potoka se od Dlouhých Mostů, kde je asi 100 m široké, směrem k Františkovým Lázním rozšiřuje a tvoří zde východní úsek františkolázeňské oblasti, kde vyvěrá řada minerálních pramenů proplyněných CO<sub>2</sub> a je zde vyvinuta mocná vrstva kvalitní slatiny holocenního stáří. Údolí Slatinného potoka je ve východní části zcela vyplněno slatinou, o největší mocnosti 5 m v blízkosti pramene Žofie. Směrem k západu se její mocnost postupně zmenšuje na 2 až 1 m. Podloží slatiny tvoří písčité jíly a křemité písky údolních náplavů Slatinného potoka. Celková mocnost kvartérních uloženin v údolí potoka kolísá od 1,5 do 3 m. Od západu k východu se obsah písčitého materiálu zmenšuje (Kolářová, Myslíl 1979).

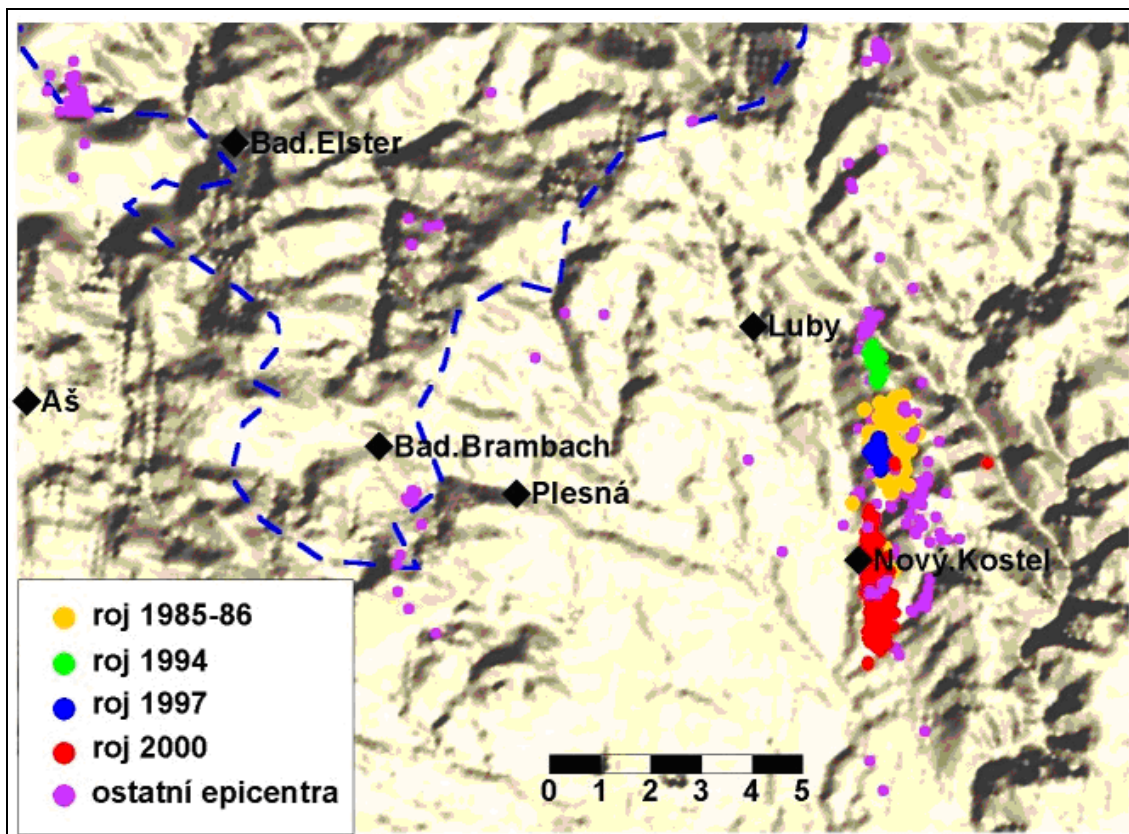


Obr. 6: Stratigrafické schéma chebské pánve, upraveno podle Shrbený in Chlupáč et al. (2002)

#### 4.4 Zemětřesení v západních Čechách

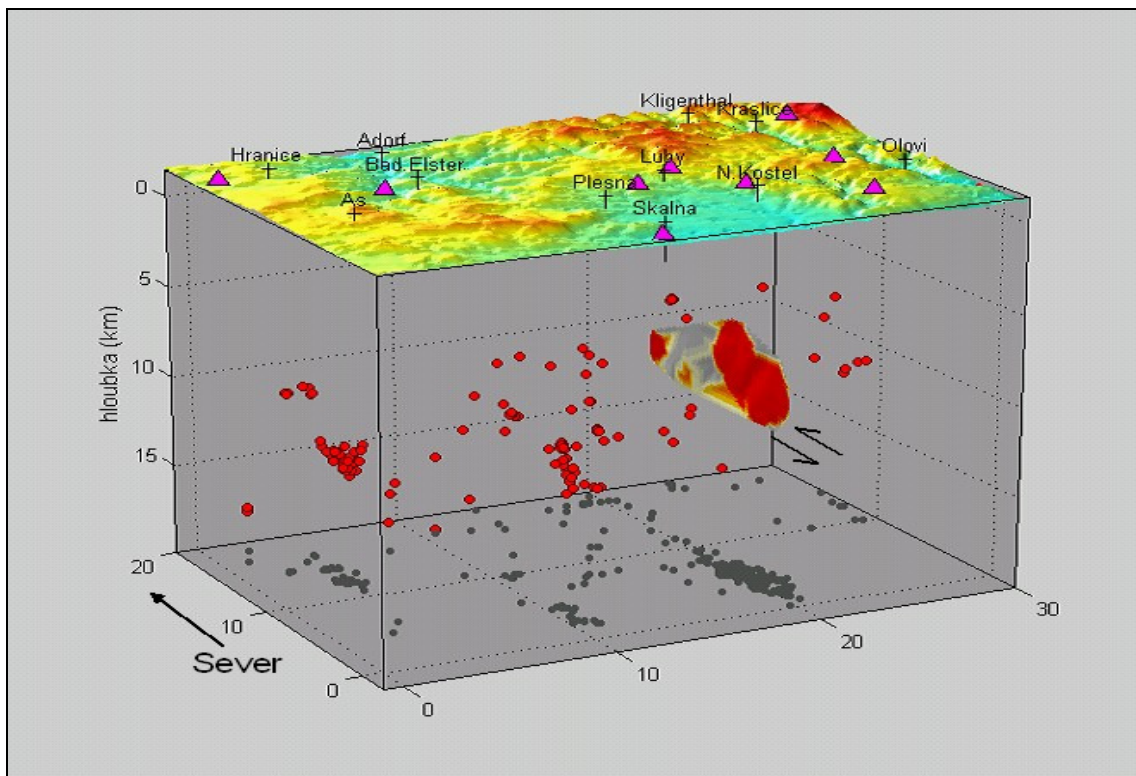
Zemětřesení na území České republiky jsou obvykle tektonického původu a souvisejí s recentními tektonickými pohyby. V Českém masívu jsou ohniska zemětřesení většinou vázána na okrajová zlomová pásma a jejich vznik se vysvětluje tlakem alpského horského oblouku na kru Českého masívu (Křížek 2007/2008). Podle Schenka (2008) je projev zemětřesení velmi ovlivněn typem horniny, kterým prochází zemětřesné vlny. Rozdíl o 1° MSK i více je popsán mezi vulkanity a nivními nebo sprašovými uloženinami. Na území České republiky se historicky projevuje pouze mírná seismická aktivita vnitrokontinentálního typu. Středně silná zemětřesení, o kterých existují spolehlivé písemné údaje, s magnitudo větším než 4 byla za posledních 500 let zaznamenána jen v oblasti západních Čech (obr. 7) a v oblasti hronovsko-poříčského zlomu ve východních Čechách. Slabá seismická aktivita je však rozprostřena prakticky po celém území Čech. Podle historických dokumentů, počínajících ve 12. století, nepřekročily maximální hodnoty zemětřesení 9. stupeň MSK-64. Podle Brože, Štrunce (2009) lze na základě účinků těchto zemětřesení soudit, že ohniska byla uložena v malých hloubkách, od 5 do 20 km, a perioda opakování silnějších jevů byla přibližně 60 let.

Území s nejvýraznější vlastní seismickou aktivitou v západních Čechách je Kraslicko. Pro tuto oblast je typický výskyt seismických otřesů v sériích trvajících několik dní i týdnů (tzv. zemětřesné roje). Uvolňování seismické energie probíhá formou slabých mikrootřesů, kterých lze zaznamenat denně desítky. Série kulminuje silnějším zemětřesením, po němž opět aktivita doznívá řadou slabých otřesů. Ve 20. století byly na Kraslicku zaznamenány významnější zemětřesné roje v roce 1908, na přelomu let 1936–37 a 1985–86 a v roce 2008. Makroseismické pole kraslických zemětřesení je omezeno na nejzápadnější část území České republiky mezi jižním výběžkem Krušných hor a Smrčinami. Jen výjimečně bývá pozorován maximální otřes zemětřesného roje i dále na východ (<http://www.ig.cas.cz/>).



Obr. 7: Epicentra zemětřesení v neaktivnější oblasti západních Čech a přilehlé části Německa, podle <http://www.ig.cas.cz/>

Seismické roje mají určitou periodicitu, která ještě není uspokojivě popsána. Často uváděnými periodami jsou intervaly 11–15 let, 20 let a 70 let. Velmi zajímavý byl seismický roj z podzimu roku 2000, který obsahoval několik tisíc seismických jevů, s nejsilnějšími jevy o magnitudo 3,2 (Brož 2009). Podle Fischera, Michálka (2008) byla seismická aktivita koncentrována do několika seskupení, která byla opakovaně aktivována. U některých se jejich pozice shodovala s místem předchozí aktivity, jiná byla aktivována v dosud neaktivních oblastech na jižním konci poruchy Nového Kostela. Kromě posunu hypocenter k okrajům dříve aktivní zóny, byla pozorována migrace aktivity směrem k jihu a zvýšení maximální hloubky zemětřesení z 10 na 13 km. V oblasti západních Čech probíhá soustavná registrace zemětřesení seismickou sítí WEBNET (obr. 8), která byla založena v roce 1994. Jedná se o společný projekt Geofyzikálního ústavu AV ČR a Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR.



Obr. 8: Prostorový pohled na zemský povrch a ohniska zemětřesení od roku 1991. Zakřivená plocha pod obcí Nový Kostel zobrazuje geologický zlom, kde se odehrály roje z let 1985-86, 1994, 1997 a 2000, porušená oblast zlomu je znázorněna červeně. Ohniska dalších zemětřesení jsou označena červenými body, šedé body představují jejich průměty na vodorovnou rovinu. Fialové trojúhelníky na povrchu označují seismické stanice sítě WEBNET. Dvojice šipek ukazuje smysl pohybu na zlomu, podle <http://www.ig.cas.cz/>

Díky rozmístění moderních seismických stanic byly získány poznatky o průběhu zemětřesné činnosti. Podle Jakeše (2005) bylo zjištěno, že ohniska zemětřesení leží téměř výlučně ve čtyřech oblastech v Čechách, a to v okolí Nového Kostela, Kraslic, Kopanin (nedaleko německého Bad Elsteru) a Lazů (poblíž Lázní Kynžvart), a dvou v Německu – u Plauen a Marktredwitz.

Dosud poslední zvýšená zemětřesná aktivita v seismoaktivní oblasti západních Čech byla zaznamenána v roce 2008, kdy se jednalo o zemětřesný roj s epicentry v blízkosti obce Nový Kostel (cca 15 km severně od Chebu). Ohniska těchto zemětřesení byla lokalizována v hloubce mezi 7 až 12 km. V období 6.–30.10.2008 bylo instrumentálně zaznamenáno přes 20 000 zemětřesení. Nejsilnější zemětřesení bylo pocíteno obyvateli i v poměrně velké vzdálenosti od epicentra, např. na západě Prahy (Brož, Štrunc 2009).

Popsaný zemětřesný roj byl nejsilnější zemětřesnou aktivitou v západních Čechách od roku 2000. Doposud nejintenzivnější instrumentálně zaznamenané západočeské zemětřesné roje se vyskytly v roce 1908, kdy nejsilnější otřes dosáhl magnitudo 5,0 (stupeň RichtEROVY škály), a na přelomu let 1985–86 s nejsilnějším otřesem o magnitudo 4,6 (Brož, Štrunc 2009). Dne 21. prosince 1985 ho lidé pocítili ve větší části Českého masívu. Zemětřesení mělo ohnisko v hloubce 10 km. V okolí epicentra, tedy v okolí Skalné, Dolního Žandova, Nového Kostela a Plesné, dosáhla makroseismická intenzita v ohnisku maximálně hodnoty 7 podle 12 stupňové makroseismické stupnice MSK-64. Následky nebyly katastrofální, ale spadly některé komíny, ve zdech se objevily trhliny a byla poškozena přibližně desetina domů (Jakeš 2005). U františkolázeňských minerálních pramenů došlo ke změnám v jejich teplotě a ve výtoku. Největší změny v teplotě byly zaznamenány u pramenů Glauber III (o -1,5 °C), Glauber IV a Solný (o -1 °C) (Stejskal, Málek, Novotný 2008).

#### **4.5 Hydrologická charakteristika**

Zájmové území náleží do povodí Ohře (hydrologické pořadí 1-13-01) (Hydrologické poměry ČSSR 1965), která protéká územím chebské pánve od jihozápadu k severovýchodu širokou sníženinou podkrušnohorského prolomu (Toušek et al. 2005). Pramení ve Smrčinách v Německu a na území Čech se dostává jako říčka u osady Pomezná. Ústí zleva do Labe u Terezína na říčním km 44,5. Délka toku je 300 km (Novák et al. 2005).

Územím chebské pánve protéká Ohře v meandrech, místy je hluboce zakleslá do skalních srázů a místy se vine plochými údolími (Wagner, Kibic, Neubert 1974). Je hlavním tokem podkrušnohorských pánví a představuje významnou osu drenáže povrchových a podzemních vod. Ve své zdrojové oblasti má vcelku vydatné i když krátké přítoky. Říčky jsou ostře zaříznuty do hornatiny a vytvářejí tak úzká údolí (Mištera 1993).

Podle Kříže (in Mištera, Bašovský, Demek 1985) náleží zájmové území mezi regiony mělkých podzemních vod s nesezónním doplňováním zásob. Nejvyšší průměrné měsíční stavy hladin podzemních vod a vydatnost pramenů jsou v březnu a dubnu a nejnižší v září a listopadu. Nejvyšší vodní stavy přinášejí větší jarní dešťové



srážky, provázené táním sněhu. Řeky jsou v průtočnosti rozkolísané středně až silně, což vede k povodním. Střední hodnota odtoku se však příliš nemění. Jejich nízký specifický odtok je způsoben nedostatečným stavem podzemních vod v pramenných oblastech (Mištera 1993).

Z rozdílu průměrného ročního úhrnu srážek a průměrného ročního výparu z povrchu půdy lze orientačně stanovit celkový specifický odtok v širším okolí zájmového prostoru na  $4,5 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ . Z toho specifický odtok podzemních vod je cca  $0,5 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$  (Tomlain 1965).

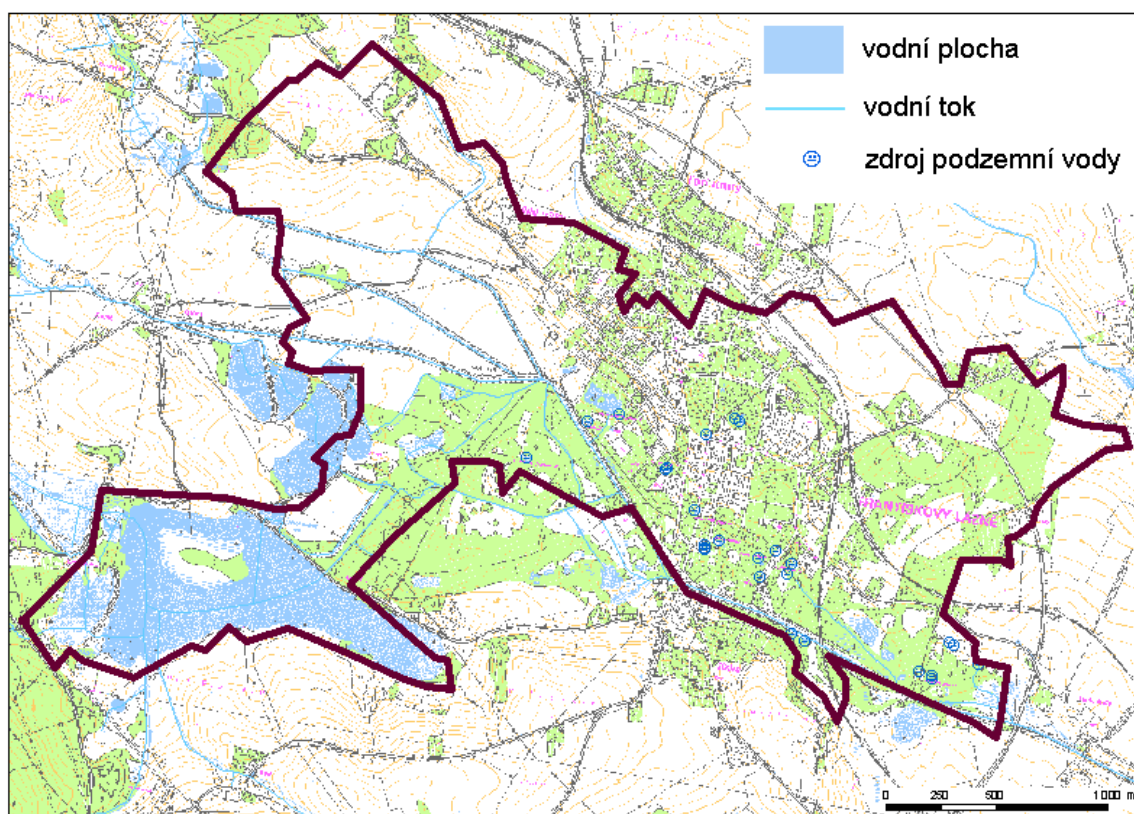
Tab. 2: Průměrné roční hodnoty charakterizující srážkové a odtokové poměry Slatinného potoka, upraveno podle Hydrologické poměry ČSSR (1970)

Srážky	645 mm
Rozdíl srážek a odtoku	415 mm
Odtok	230 mm
Odtokový součinitel	0,36
Specifický odtok	$7,29 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$
Průtok	$0,39 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

Zájmový prostor Františkových Lázní náleží do dílčího povodí Slatinného potoka (hydrologické pořadí 1-13-01-019) (Hydrologické poměry ČSSR 1965). Slatinný potok (zvaný „Slatinka“) pramení v západních Čechách při státní hranici s Německem u Nového Žďáru v nadmořské výšce 630 m. Ústí zleva do Ohře u Tršnice v nadmořské výšce 425 m. Jedná se o vodohospodářsky významný tok, jehož délka je 20,1 km a plocha povodí činí  $53,5 \text{ km}^2$  (tab. 2). Své vody sbírá v nejzápadnější české pahorkatině – Smrčinách. Z Ašského výběžku obtéká kolem vrchu Kozina (642 m n.m.) a pokračuje jihovýchodním směrem chebskou pánví až ke svému ústí nedaleko vodní nádrže Jesenice. V povodí má mnoho rybníků a nádrží, některými z nich i protéká (Štefáček 2008). Při údolí Slatinného potoka na území Františkových Lázní se soustřeďují minerální prameny. Původně měl Slatinný potok poněkud odlišný průběh, zejména v úseku od pramene Natálie směrem východním. Postupně docházelo k jeho napřimování a zahlubování. Poslední rozsáhlý zásah do koryta byl proveden na přelomu padesátých a šedesátých let minulého století. Při tomto zásahu bylo koryto rozšířeno a prohloubeno a místy došlo k zásahu do mělkého oběhu proplyňených vod (Staněk 2009b).

Největší vodní plochou zájmového území je Městský rybník (zvaný „Amerika“), který vyplňuje jihozápadní část zájmového území (obr. 9) 2 km jihozápadně od Františkových Lázní, v nadmořské výšce 440 až 442 m n.m. Rozloha rybníku je 45 ha a je průtočný na náhonu Slatinného potoka (Vlček et al. 1984). Je největší ze soustavy rybníků napájených přítoky Slatinného potoka (Vít 2007). Další menší rybníky a jezera se nacházejí především v západní části zájmového území. Mezi největší patří Říční rybník, Ptačí rybník, Malý úhlový rybník, Klára, Labutí jezero a v jihovýchodní části Natálie (Ašsko a Chebsko 1993).

Území chebské pánve bylo vyhlášeno jako chráněná oblast přirozené akumulace vod nařízením vlády č. 85 ze dne 24. června 1981. V tomto území platí zprísňený dohled nad dodržováním ochrany podzemních a povrchových vod.



Obr. 9: Hydrologická mapa zájmového území, zdroj dat ArsGis9

## 4.6 Klimatická charakteristika

Podle charakteru podnebí náleží zájmové území Františkových Lázní k přechodné zóně středoevropského klimatu s mírnou zimou a mírným létem a se značnou proměnlivostí počasí. Výrazně podléhá vlivům atlantských depresí. Zásah tlakových níží od Středomořího moře způsobuje deštruktivní srážky, zatímco oblast vysokého tlaku přináší ustálené sušší počasí (Jirásek, Jirásková 1977). Výrazný vliv na podnebí mají pásma pohraničních horstev rozprostírajících se proti převládajícímu proudění oceánských vzdušných proudů (Mištera 1993). Podnebí je v západní části Čech ovlivněno zejména z., sz. a jz. větry přicházejícími od Atlantského oceánu. Jihozápadní větry se vyskytují zejména v zimě a mají výsušný charakter.

Zájmová oblast podle Quitta (1971) náleží do mírně teplé oblasti MT4, pro kterou je charakteristické krátké, mírné, suché až mírně suché léto, přechodné období je krátké s mírným jarem a mírným podzimem. Zima je normálně dlouhá, mírně teplá a suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky (tab. 3).

Tab. 3: Klimatická charakteristika mírně teplé oblasti MT4, podle Quitt (1971)

Počet letních dnů	20 – 30
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	140 – 160
Počet mrazových dnů	110 – 130
Počet ledových dnů	40 – 50
Průměrná teplota v lednu	-2 – -3
Průměrná teplota v červenci	16 – 17
Průměrná teplota v dubnu	6 – 7
Průměrná teplota v říjnu	6 – 7
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	110 – 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350 – 450
Srážkový úhrn v zimním období	250 – 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60 – 80
Počet dnů zamračených	150 – 160
Počet dnů jasných	40 – 50

Vlivem své polohy na západě Čech mívají Františkovy Lázně často zřetelně mírnější zimu, než centrální či východní části České republiky. Podzimní období se často vyznačuje stálostí počasí, s teplotami až letního rázu a s hojným slunečním

zářením. Během ročních období dochází občas k náhlým změnám teplot a ochlazení a v průběhu dne ranní a večerní doba bývá chladnější než v krajích níže položených (Hrůza 1968). Podle Staňka (2005) je zima relativně dlouhá, začíná kolem 20. listopadu a končí kolem 5. března. Vegetační období trvá 142–159 dní (končí okolo 20 září) a období sucha 22 dní včetně (Moravec, Votýpka 1998).

Průměrné denní nulové teploty se objevují koncem února, průměrné denní teploty 5 °C se udržují od konce března, 10 °C od konce dubna a 20 °C od poloviny června. První mrazové dny se objevují začátkem října a poslední začátkem května (Atlas podnebí Česka 2007). Od května se pomalu zmenšuje možnost nočních mrazíků. Nejstálější počasí je v září. Na podzim se, v důsledku změny teplot, vytvářejí v kotlinách mlhy (Mištera 1993).

Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje v rozmezí 7–9 °C, nejvyšší průměrné měsíční maximum připadá na červenec (16–18 °C) a minimum na leden (1 až -3 °C) (tab. 4). Podle Víta (2007) dosahují nejvyšší letní teploty 36 °C, minimální teploty bývají v únoru a dosahují až -30 °C. Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu je 75 až 80 % (Atlas podnebí Česka 2007).

Tab. 4: Průměrná teplota vzduchu, úhrn srážek a průměrná doba trvání slunečního svitu naměřené na stanici Cheb za období 1999–2008, upraveno podle <http://www.chmu.cz/>

Čas	Teplota (°C)	Srážky (mm)	Sluneční svit (h)
Leden	-0,8	42,4	38,9
Únor	0,3	37,7	65,4
Březen	3,0	47,1	107,2
Duben	8,0	38,7	141,9
Květen	13,3	66,4	183,4
Červen	16,4	65,5	187,6
Červenec	17,8	83,7	195,9
Srpen	16,9	77,9	185,4
Září	13,0	56,9	139,4
Říjen	8,5	44,3	103,7
Listopad	3,5	45,0	40,0
Prosinec	-0,1	39,4	31,3
Rok	8,3	644,7	1420,1

Převládající cyklonální proudění vlhkých západních větrů od Atlantiku přináší značné množství srážek, i když území leží ve srážkovém stínu Krušných hor. V letních měsících se projevuje letní evropský monzun vytrvalými dešti (Mištera 1993).

Roční srážkové úhrny se pohybují v rozmezí 550–800 mm, z toho v zimním období 200–300 mm (tab. 4). S minimy v únoru a s maximy, až více než dvojnásobně přesahující minima, v červenci. Zvýšené srážky v měsících květnu až srpnu přispívají k výrazně vyšším dlouhodobým průměrům srážek ve vegetačním období.

Srážky nad 1 mm se vyskytují 110–120 dní v roce, nad 5 mm 30–35 dní v roce a nad 10 mm 12–14 dní v roce. Průměrný počet dní se sněžením je 60–70 za rok. První sněžení se objevuje v druhé polovině listopadu a poslední v druhé polovině dubna. Průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou je 50 až 60 za rok a průměrná výška sněhové pokrývky se pohybuje mezi 20–30 cm (Atlas podnebí Česka 2007). Výskyt ledových úkazů na řekách pozorujeme od 21.–30.11. do 21.–31.3. Průměrný počet dní se souvislým ledovým krytem je 23 za rok (Hydrologické poměry ČSSR 1965).

Zájmové území patří do oblasti s nejmenším počtem slunečních dní v republice, a to 1500–1700 hodin ročně. Příčinou zamračených dní jsou vlivy atlantského proudění (Mištera 1993).

Od konce 80. let lze pozorovat celkově klesající trend ve znečištění ovzduší oxidem siřičitým i prašným aerosolem (tab. 5), který je výraznější po roce 1996 (Fakta a data o životním prostředí v České republice 2002).

Tab. 5: Imisní situace v zájmovém území v letech 1990, 1998 a 2000, upraveno podle studie Fakta a data o životním prostředí v České republice (2002)

Rok \ Druh znečištění	1990	1998	2000
Oxid siřičitý / $\mu\text{g.m}^{-3}$	25–30	$\leq 5$	$\leq 5$
Prašný aerosol/ $\mu\text{g.m}^{-3}$	40–50	20–30	20–30
Oxidy dusíku/ $\mu\text{g.m}^{-3}$	30–40	10–20	10–20
Kadmium/ $\text{ng.m}^{-3}$	1–2	3–5	2–3
Olovo/ $\text{ng.m}^{-3}$	50–100	25–50	$\leq 25$
Souhrnné hodnocení kvality ovzduší	mírně znečištěné ovzduší	čisté–téměř čisté ovzduší	čisté–téměř čisté ovzduší

## 4.7 Půdní poměry

V zájmovém území Františkových Lázní jsou nejvíce zastoupeny dva půdní typy, a to pseudoglej a rašeliništní půda. Půdotvornými substráty jsou nejčastěji předkvartérní zajištěné písky nekarbonátové, předkvartérní jíly nekarbonátové a rašeliny (Půdní mapa ČR, list 11 - 14 Cheb 1995). V severní polovině zájmového území jsou zastoupeny především pseudogleje, pouze do její střední části zasahují dva výběžky gleje. V severozápadní části zaujímá většinu území glej zrašelinělý a na severovýchodě hnědá půda kyselá oglejená. Jižní polovina zájmového území má vyvinutou především rašeliništní půdu přechodovou mezotrofní a při jižním okraji rašeliništní půdu slatinnou. Severovýchodně od rybníku Amerika byla zastížena rašeliništní půda přechodová oligotrofní. V jihozápadní a jihovýchodní části v oblasti rybníků se nachází glej (Půdní mapa ČR, list 11 - 14 Cheb 1995).

Půdotvornými substráty jsou v severní polovině zájmového území ve východní části především předkvartérní jíly nekarbonátové a v západní části předkvartérní zajištěné písky nekarbonátové. Jižní polovinu vyplňují převážně rašeliny slatinné, pouze na území severovýchodně od Říčního rybníka se nachází rašeliny přechodové. V oblastech, kde se nacházejí rybníky se vyskytují deluviofluviální uložení nekarbonátové střední (Půdní mapa ČR, list 11 - 14 Cheb 1995).

Na jihovýchodě zájmového území se nachází slatiniště se silně mineralizovanou sirnoželezitou slatinou, která se využívá k léčebným procedurám. Františkolázeňská slatina vznikla hlavně z vrstev rákosu, kterým zarůstalo dno chebské pánve. Ložisko se nasýtilo minerálními látkami z přítomných minerálních pramenů. Za nejvýznamnější z nich jsou pokládány sloučeniny síry a železa. Tvorba slatiny probíhá i dnes, ale pouze v místech, jejichž vodní režim a rostlinný pokryv nebyly činností člověka příliš pozmeněny (Západočeské lázně 2006).

Podle Tomlaina (1965) jsou průměrné roční sumy výparu z povrchu půdy 45 cm. Průměrné sumy výparu jsou za zimní období (prosinec až únor) 1 cm, za jarní období (březen až květen) 15 cm, za letní období (červen až srpen) 22,5 cm a za podzimní období (září až listopad) méně jak 7,5 cm.

## 4.8 Biogeografie

Na základě fytogeografického členění patří zájmové území Františkových Lázní do oblasti středoevropské lesní květeny (Hercynicum) a obvodu teplomilná květena hercynská (Praehercynicum). Zájmové území je řazeno do vegetačního stupně dubovo-jehličnatého (Mištera 1993). Z dubů je nejvíce zastoupen dub zimní a na vlhčích místech dub letní a jedle, která z důvodu citlivosti na průmyslové exhaláty ustupuje. Buk se uplatňuje spíše na svazích, kde nedochází k zamokření půd. Na vlhčích půdách, kde je buk celkově konkurenčně oslaben, se může objevit smrk. V oblastech náležejících k tomuto stupni však většinou převládají náhradní společenstva v podobě kmenovin (z 85 % monokultury) bez podrostu (Mištera, Bašovský, Demek 1985).

Převážná část zájmového území je odlesněná. Zalesněná je částečně pouze jižní polovina smrkovými a borovými monokulturami a březovými porosty. Severozápadní část vyplňuje orná půda a jihovýchodní část slatina se slanomilnou vegetací (Balatka et al. 1987), kde kromě rašeliníku roste klikva, violka bahenní a vzácná rosnatka okrouhlostá. Františkolázeňské lesoparky, jichž je tu přes 250 hektarů, jsou jakýmsi plicemi města, jež mají svou významnou úlohu v čistotě místního ovzduší.

Současná flóra se značně liší od flóry z období třetihor. Miocenní flóra byla velmi bohatá a všestranně variabilní. Příčinou byla různá prostředí i postupně narůstající srážkový deficit, který vedl k ochuzování vegetace a přibývání solí v jezeře, tehdy již zřejmě bezodtokém. Svědectvím jsou slanomilné rostliny osazující břehy. V okolí vodních toků s dostatkem vláhy přetrvávaly husté galeriové lesy listnatých stromů s olšemi, javory, platany, jilmy, liánami a podrostem. Vzdávající kontinentální ráz klimatu se projevil poklesem rozmanitosti vegetace a konečnou převahou borovic. Pliocenní flóra zahrnovala přes 95 druhů. Zpočátku převládaly smíšené lesy s hojnými duby a borovicemi, při březích bažinné a mokřadní porosty s patisovci, borovicemi, olšemi a některými exotickými prvky. V pozdním pliocénu se projevil rozvoj bylin a ústup listnatých stromů související s ochlazováním. Flóra odrážela přechod od mírného teplého pásma (s průměrnými ročními teplotami 12–14 °C) do mírně chladného pásma (s průměrnými ročními teplotami 6–7 °C a výraznými zimními mrazy) (Chlupáč et al. 2002).

Z hlediska zoogeografického členění leží zájmové území v eurosibiřské podoblasti, která patří do paleoarktické oblasti, a to k zóně listnatého lesa. Fauna je představována převážně kosmopolitními druhy (Mištera 1993). Typické jsou především třídy ptáků a savců. Ve smíšených lesích v souvislých porostech žijí jeleni evropský, srnci obecní, veverky obecné, kuny lesní, lišky obecné nebo prasata divoká. Běžnými druhy ptáků jsou kukačka lesní, sojka obecná, datel černý, strakapoud malý a velký. V rybnících se chovají především kapři, štiky a líni (Kolečko 2003).

V západnější části rybníku Amerika, kde se nachází větší ostrov s rákosinami, je významné hnízdiště ptactva (Axamitová et al. 2001). Rybník Amerika byl vyhlášen jako přírodní památka v obvodu městského úřadu ve Františkových Lázních v roce 1990 a nově opět v roce 1999. Cílem ochrany je zajistit optimální podmínky pro hnízdění, rozmnožování a tah ptactva a dalších živočichů, zejména obojživelníků. U obojživelníků se jedná hlavně o výskyt ropuchy krátkonohé, blatnice skvrnitá a rosničky zelené a u ptactva o moudivláčka lužního (Vít 2007).

Františkolázeňská kotlina je bohatá na zkameněliny. Podle Chlupáče et al. (2002) vznikala v jezeře během miocénu (při nedostatečném proudění vody) špatně větraná anoxická prostředí s chudou faunou ostrakodů a hlavně ryb. Bohatší společenstva obsahují příbřežní vápnité uloženiny, v nichž byla zejména u Františkových Lázních nalezena bohatá fauna savců i s vůdčím mastodontem *Gomphotherium angustidens*. Nalezení hlodavci umožňují zařazení ke spodnomiocennímu stupni karpátu, čímž se tato lokalita stala opěrným bodem pro srovnávání miocénních sladkovodních a mořských stupňů.



## **5. PŘÍRODNÍ LÉČIVÉ ZDROJE LÁZEŇSKÉHO MÍSTA FRANTIŠKOVY LÁZNĚ**

Františkolázeňská zřidelní struktura je situována v západním výběžku chebské pánve, a to v dílčí františkolázeňské pánvičce (koridoru). Tento koridor je pokračováním podkrušnohorského prolomu směrem k západu podél smrčinského žulového masívu. Jeho západní úsek je součástí širší zřidelní základny Františkových Lázní. Severovýchodní a východní omezení františkolázeňské zřidelní oblasti tvoří poruchové pásmo SZ-JV směru. Na uvedené poruchové pásmo jsou vázány četné vývěry uhličitých mineralizovaných vod. Geologická stavba širší zřidelní oblasti františkolázeňských minerálních vod má bezprostřední vliv na vznik a tvoření uhličitých mineralizovaných vod, podmínky jejich vývěru a specifiku celkového režimu podzemních vod (Kolářová, Myslil 1979). Soustava přírodních i navrtaných studených kyselk leží v kotlině Slatinného potoka. Podle Myslila et al. (1999) jsou tyto prameny projevem tlakových zvodní souvrství třetihorních sedimentů, které jsou překryty málo mocnými kvartérními sedimenty a slatinami.

### **5.1 Historie využívání minerálních vod**

O minerálních pramenech na planině severně od Chebu se vědělo dávno. Nálezy částí kůlových staveb v místech dnešních lázní posouvají osídlení slatiniště a tím i pravděpodobnost používání kyselk až do pravěku (Macek 2001). První písemné zmínky v kronikách dokládají, že o léčivé síle místních minerálních pramenů v místech dnešních Františkových Lázní věděli místní obyvatelé již ve středověku. Spisovatel Reudenius ve svém spise *Discursus philosophico medicus* uvádí, že františkolázeňské prameny byly známy již v 10. století (Kolářová, Myslil 1979). Toto tvrzení však není opřeno o písemné důkazy.

Podle Bohuslava Balbína se již v roce 1196 léčil ze své nemoci pitím tzv. chebské vody bratr Přemysla Otakara I. kníže Jindřich Břetislav, ale ani na to neexistuje písemné svědectví (David, Soukup, Thoma 2005). Za nejstarší písemnou zprávu o chebských kyselkách je považována kupní smlouva z roku 1406

uzavřená mezi Hancko Symonem usazeným ve Skalné a Heinrichem Schreulem v Chebu. Píše se v ní o Suché louce, která leží u kyselkové pěšiny (Macek 2001).

První dochovaný doklad o prodeji chebských kyselek pochází z roku 1416 (Křížek 1987). Píše se v něm o vyšlapaném chodníčku, po kterém nosívaly chebské ženy ve vědrech léčivou vodu, aby si přivydělaly (Lacika 2006). První písemný doklad o pramenu u vsi Slatina je z roku 1502. Obsahuje záznam, že se voda vozila do Chebu (Birner, Páv 1981). Pozdější písemnosti dokonce dokazují, že „slatinská“ voda byla přivážena do Chebu ve velkém a dostávala přednost před vodou z místních studní (Jak život šel 1993).

V roce 1542 Gaspard Bruschius ve své kronice „Kompletní popis Chebska“ psal o různých pramenech mezi Karlovými Vary a Chebem. Již tehdy nazval vodu pramene pro její chuť kyselkou. V roce 1545 si povšiml zdejší minerální vody lékař a chemik Georgius Agricola. Ve svém traktátu „O přírodních vodách, které vyvěrají ze země“ se zmiňuje o několika pramenech v okolí Chebu, z nichž jeden nazývá pramenem divokým, protože se dostává na povrch s hlukem slyšitelným až na 100 kroků. Jde o nynější plyný pramen v budově Uhlčitých lázní plynových (Jirásek, Jirásková 1977).

Lékař a fyzik Guether von Ardenách ve svém spise „Komentář o léčivých vodách a koupelích“ z roku 1565 odhalil zhruba chemické složení zdejších minerálních vod. Leopold Thurneisser zum Thurn provedl roku 1572 první hrubý rozbor chebské vody a snažil se vysvětlit její léčivé účinky (Jak život šel 1993). V roce 1615 studoval léčivé účinky chebské kyselky lékař M. Borbonius (Kumpera, Viktora 1989).

Na počátku 17. století se staly chebské kyselky pro svůj léčebný účinek známé v širokém okolí. V té době byl zvláště v oblibě pramen, dnes nazývaný Františkův pramen. V roce 1670 bylo městu Chebu zvláštním císařským dekretem povoleno obchodování s chebskou vodou (Kolářová, Myslíl 1979). Chebská kyselka byla zachycena jen do dutého kmene, a proto byla často znečištěna. V 18. století se někteří lékaři pokusili o rozbor tzv. chebského pramene. První, kdo začal s opravdovým chemickým rozbohem vody, byl Dr. Hoffman (Jirásek, Jirásková 1977).

O založení lázní se zasloužil chebský lékař dr. Bernhard Vinzenz Adler, který dal v roce 1791 pramen vyčistit (Wagner, Kibic, Neubert 1974) a kyselku odvedl do jímky. Vodu bylo možno čerpat jen z několika výtokových rour a tím bylo zabráněno

jejímu znečišťování (Jirásek, Jirásková 1977). Dr. Adler nechal pramen zakrýt mříží a poblíž postavit první dřevěnou lázeňskou budovu (Svobodová, Dlouhý 2008). Dokument z roku 1789 uvádí, že se nosičky vody vzbouřily, když našly nad pramenem dřevěný pavilon uzamčený železnou mříží (Lacika 2006) a následně pavilon zcela zdemolovaly. Dr. Adler se obrátil o pomoc na císaře Leopolda II., který převzal osobní patronát nad pramenem roku 1791. Slavnostního otevření lázní, se ale nedožil a patronát nad lázněmi převzal jeho syn František I. (Západočeské lázně 2006).

Lázně u chebských pramenů byly založeny v roce 1793. Prvním lázeňským lékařem byl jmenován dr. Adler. V roce 1795 byla chebská lázeňská kolonie přejmenována na Osadu císaře Františka (Kaiser Franzensdorf) a v roce 1803 byly lázně definitivně přejmenovány na Františkovy Lázně (Kaiser Franzensbad) (Kolářová, Myslíl 1979). Velký rozvoj těchto lázní v 19. století umožnily nové objevy léčivých pramenů, zejména pramenů Luisa, Solný a Luční (Wagner, Kibic, Neubert 1974). V roce 1837 byly využívány čtyři hlavní prameny, a to prameny František, Luisa, Solný a Studené Vřídlo (Burachovič, Wieser 2001). V roce 1852 byly Františkovy Lázně odděleny od města Chebu a staly se samostatnou obcí a v roce 1865 byly povýšeny na město (Ašsko a Chebsko 1993).

Původně až do začátku 20. století zde byly využívány jen přírodní výrony kyselek, jejichž jímání se uskutečňovalo mělkými jímkami. V letech 1918–1921 byly navrtány kyselky v hlubších zvodních, čímž se podstatně zvýšila využitelná vydatnost (Myslíl et al. 1999). Staré prameny svojí vydatností již nestačily pro stále se zvyšující počet koupelí. Proto se počítalo s použitím vody silně koncentrované a bohaté na oxid uhličitý z nově navrtaných horizontů pro vlastní koupele a staré prameny měly sloužit jen ke koupelím očistným a slatinným. Původní projekt počítal s provedením vrtů do hloubky 300–400 m, kde se předpokládalo podloží. Horizonty s uhličitou vodou však byly naraženy již v malých hloubkách, a to s dosti silným přetlakem (Kolářová, Myslíl 1979). V letech 1919–1920 byly navrtány a zachyceny prameny Glauber I, Glauber II, Glauber III, Glauber IV, Kostelní, Adler a Marian. Vrty byly ukončeny v jílovito-písčitém souvrství třetihorního stáří.

## 5.2 Vznik minerálních vod

Minerální vody studované oblasti jsou jedním z reliktnů třetihorní sopečné činnosti. Jejich zdrojem je voda dešťová, prosakující pod zem při atmosférických srážkách (David, Soukup 2001). Vody, vsakující se do puklinových systémů žul, svorů a fylitů okolních hor do propustných sedimentů při okrajích pánve, sestupují do hlubších propustných poloh Chebské pánve. Z nich posléze vystupují jako artézské prameny po přírodních netěsnostech artézského stropu k povrchu, v největších vydatnostech ve Františkových Lázních, v Soosu a v údolí řeky Ohře. Při podzemním oběhu jsou tyto vody v různé (místy i vysoké) míře syceny oxidem uhličitým, který vystupuje s vodou jednak ve vodě rozpuštěný a jednak vodu doprovázející jako volný plyn, a to nejvíce na území Františkových Lázní a v přírodní rezervaci Soos (Jak život šel 1993).

Tvorba minerálních vod probíhá v hydrologicky členité artézské pánvi. Tato pánev podmiňuje velké rozpětí v kvantitativním obsahu rozpuštěných pevných látek a specifické, avšak neveliké kvalitativní rozrůznění iontového složení v jednotlivých pramenech podle hloubky oběžných cest a podle hloubky jímání vod (Jak život šel 1993). Zásoby minerálních vod se doplňují zčásti příronem infiltrovaných srážkových vod z území západně od Františkových Lázní, tvořeného žulami, a zčásti příronem puklinových vod z krystalinického podloží pánve. Hlavní příron  $\text{CO}_2$  do podzemních vod terciéru v oblasti Františkových Lázní je lokalizován severovýchodně od Františkových Lázní a je vázán na jižní tektonický kontakt smrčinské žuly a krystalinického pláště (Kolářová in Kolářová, Myslíl 1979).

Minerální vody se dostávají na povrch země výstupnou cestou, která je tvořena různými zlomy v horninách. Vyvěrají z poměrně malé hloubky v podobě přirozených vývěrů a provedenými vrty. Specifické složení hornin, klima, zalesnění a ostatní charakteristické známky jsou potřebné ke vzniku a stálé obnově minerální vody (Jirásek, Jirásková 1977). Proto byla zastavena těžba slatiny na slatiništi v Soosu. Vytěžení slatiny by totiž znamenalo narušení rovnováhy pramenů a jejich složení.

### 5.3 Sledování režimu minerálních vod

Režimní pozorování františkolázeňských minerálních pramenů bylo zahájeno v červenci 1957 a pokračovalo do prosince 1959. Podrobná hydrogeologická pozorování prokázala nepatrné časové změny mineralizace františkolázeňských minerálních vod s celkově klesající tendencí v zimních měsících a stoupající na jaře a v prvních letních měsících. Vzestup mineralizace je doprovázen zvýšením vydatnosti. Je charakteristické, že koncentrace iontů  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$  zůstává téměř konstantní skoro u všech pramenů, bez ohledu na kolísání vydatností. Velmi citlivě reaguje na atmosférické srážky obsah iontů  $\text{Na}^+$  a  $\text{SO}_4^{2-}$ . Se zvýšením vydatnosti zdroje roste jejich obsah a stoupá celková mineralizace. Obsah chloridů a bikarbonátů je víceméně stálý (Kolářová, Myslíl 1979).

Režimním pozorováním bylo dle Kolářové, Myslíla (1979) zjištěno, že prameny František, Studený, Nový, Luční a Solný mají vysokou mineralizaci a méně výrazné kolísání  $\text{CO}_2$ . Další vrtané zdroje minerálních vod a mělké prameny Natálie, Žofie, Štěpánka, Železnatý a Palliardi mají velmi malé kolísání teploty vod a obsahu  $\text{CO}_2$  a jejich reakce na srážky není tak bezprostřední.

Chemické složení minerálních pramenů bylo sledováno i dříve, nebylo však nikdy komplexní a pravidelné. Chybělo i systematické zhodnocení režimu františkolázeňských pramenů (Kolářová, Myslíl 1979). Po německé okupaci provedl měření pramenů a zavedl stálou kontrolu vrch. odb. rada Ing. Dr. Dašek z ministerstva zdravotnictví, odborník v oboru minerálních vod. Zjistil, že vydatnost přesahuje 1000 l/min (Krčmář 1947). Pravidelná režimní měření využívaných přírodních léčivých zdrojů jsou prováděna od roku 1992 a u některých přírodních léčivých zdrojů pomocí automatizovaného měřicího systému od roku 1997 do současnosti. Kontinuálně je sledována především teplota, hladina a odebrané množství vody. Jednou ročně je provedena kontrolní analýza vody dle ust. § 2 odst. 3 vyhl. č. 423/2001 Sb. a jednou za pět let komplexní analýza vody dle ust. § 2 odst. 2 vyhl. č. 423/2001 Sb.

## 5.4 Hydrogeologické a fyzikální parametry minerálních vod

Minerální vody ve Františkových Lázních jsou nejvydatnějšími zdroji studených kyslesek v České republice. Svoji teplotu získávají z tepla hornin, kterými prolínají. Teplota vody odpovídá do určité míry hloubce, kde se voda soustřeďuje a odkud vyvěrá. Prameny Františkových Lázní, které jsou všechny studené, vyvěrají z hloubky max. 100 m. Teplota většiny pramenů se pohybuje mezi 11–13 °C, čímž převyšuje průměrnou roční teplotu oblasti jen o 3–4 °C.

Zřídelní soustava ve Františkových lázních je velmi vydatná. Vydatnost jednotlivých pramenů kolísá vlivem vodních srážek a se změnami barometrického tlaku, což ovlivňuje vysoký obsah CO<sub>2</sub> (Myslil et al. 1999). Vydatnost vrtaných pramenů je vyšší než přírodních vývěrů, které musí při cestě na povrch země překonávat velké odpory.

Vydatnosti mělkých objektů jsou velmi proměnlivé a bezprostředně reagují na srážky. Vrtané objekty mají rozdílné vydatnosti a zpomalenou reakci na srážky, přímo závislou na hloubce jímání. Kolísání vydatnosti je ostré, s náhlými a značnými výkyvy (Kolářová, Myslil 1979). Podle těchto autorů má skupina pramenů s vydatností 10 až 30 l/min mírnější výkyvy. Skupina pramenů s vydatností menší než 10 l/min reaguje na srážky jen s velkým zpožděním a má velmi mírné výkyvy (tab. 6).

Tab. 6: Průměrná vydatnost františkolázeňských pramenů, zdroj materiálu poskytnuté společností Lázně Františkovy Lázně a.s. a komplexní analýzy přírodních léčivých zdrojů

Průměrná vydatnost	Pramen
>30 l/min	Adler, Císařský, Glauber III, Luisa, Nový, Nový Kostelní
10–30 l/min	Cartellieri, Erika, Marian, Sluneční, Štěpánka, Žofie
<10 l/min	ČKD-2, František, Glauber I, Glauber II, Glauber IV, Herkules, Solný, Stanislav, Železnatý,

K odvodňování uhličitých vod dochází ve Františkových Lázních mělkými jímacími objekty a vrty, dále podél hlavního poruchového pásma chebské pánve SZ-JV směru a též do údolních náplavů v dolním toku Ohře (Kolářová, Myslil 1979).

Ve františkolázeňské struktuře jsou známy dvě zvodně. Zvodeň s volnou hladinou podzemní vody ve svrchním jílovito-písčitém souvrství a tlaková artézijská zvodně ve spodním jílovito-písčitém souvrství. Obě zvodně jsou od sebe odděleny méně

propustným souvrstvím cypřišových břidlic. Mladé zlomové trhliny umožňují komunikaci obou zvodní a také hydraulickou spojitost s celou sedimentární výplní chebské terciární pánve (Myslil et al. 1999).

Kolářová (in Kolářová, Myslil 1979) popsala několik charakteristických zákonitostí zřídelní struktury na území Františkových Lázní:

1. Souvrství terciéru má čtyři hlavní obzory uhličitých minerálních vod (od povrchu k podloží): a) ve slojovém pásmu a jeho bezprostředním podloží  
v hloubce do 15,5 m (obzor a),  
b) v písčitých polohách spodního jílovito-písčitého souvrství  
v hloubkách – 26,0–36,0 m (obzor b),  
– 41,5–53,5 m (obzor c),  
– 65,5–80,0 m (obzor d).
2. Všechny obzory patří k miocennímu zvodněnému komplexu a nejsou navzájem odděleny mocnějšími nebo rozsáhlejšími nepropustnými polohami.
3. Celková mineralizace a obsah jednotlivých prvků všeobecně roste s hloubkou.
4. Obsah CO<sub>2</sub> v podzemních vodách stoupá od západu k východu až severovýchodu s maximálním sycením v obzoru b a obzoru c.
5. Tlaky proplyněné podzemní vody v jednotlivých obzorech stoupají s hloubkou a směrem k západu.
6. Největší vydatnosti mají zdroje, které jímají vodu z obzoru b a obzoru d.
7. Teplota vod stoupá s hloubkou a u hlubších obzorů rovněž od západu k východu.

Původ mineralizace františkolázeňských pramenů je předmětem dlouholeté diskuse. Kolářová (in Kolářová, Myslil 1979) řadí františkolázeňské minerální vody ke skupině infiltračních vod terigenní třídy s podílem vod silikátogenní třídy. „Glauberový“ charakter vod je dán převahou vlivu oxidačních procesů při tvorbě chemismu minerálních vod.

## 5.5 Chemické složení minerálních vod

Minerální vody ve Františkových Lázních mají vysoký obsah minerálů a oxidu uhličitého. Chemickým složením patří k vodám vzácného a ve světě jedinečného „západočeského-karlovarského typu“. Představují vzácnou kombinaci minerálních vod hořkých–salinických (nazývaných vodami glauberovými), alkalických a slaných (Jak život šel 1993).

Minerální vody získávají svoji mineralizaci za průtoku podložním krystalinikem a třetihorními písčítými sedimenty. Jde vesměs o artézské obzory (Hrůza 1968). Při svém průchodu zemskou kůrou rozpouštějí zejména minerály s obsahem sodíku, hořčíku, železa, síry a jsou syceny oxidem uhličitým. Jednotlivé minerální prameny mají různou mineralizaci, rozmanitý poměr jednotlivých iontů, odlišnou intenzitu sycení vody plynem a rozdílné tlaky v jímaných obzorech.

Podle převažujícího obsahu iontů, jsou dány typy minerálních vod, kombinované podle pořadí hlavních složek. Způsob a rozsah hodnocení přírodních léčivých zdrojů a zdrojů přírodních minerálních vod stanovuje vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 423/2001 Sb., kterou se stanoví způsob a rozsah hodnocení přírodních léčivých zdrojů a zdrojů přírodních minerálních vod a další podrobnosti jejich využívání, požadavky na životní prostředí a vybavení přírodních léčebných lázní a náležitosti odborného posudku o využitelnosti přírodních léčivých zdrojů a klimatických podmínek k léčebným účelům, přírodní minerální vody k výrobě přírodních minerálních vod a o stavu životního prostředí přírodních léčebných lázní (vyhláška o zdrojích a lázních). Podle této vyhlášky jsou františkolázeňské minerální vody několika typů:

1. sírano-chlorido-hydrogenuhličitano-sodného
2. sírano-hydrogenuhličitano-chlorido-sodného
3. sírano-hydrogenuhličitano-sodného
4. hydrogenuhličitano-sírano-chlorido-sodného
5. sírano-chlorido-sodného

Celková mineralizace františkolázeňských minerálních vod se pohybuje od 1,5 do vzácně 22 g/l, obsah volného CO<sub>2</sub> činí 1,0 až 2,5 g/l a pH vod je od 5,5 do 6,5. Rozsah obsahu solí v jednotlivých pramenech tak představuje široké rozpětí při různé, avšak neveliké modifikaci základního v podstatě jednotného iontového složení.



V přírodních, mělce jímaných pramenech dosahuje celková mineralizace od 1,5 do 4,0 g/l, zatímco v hlubších záchytech 3,5 až 22 g/l.

Hlavní součástí přírodního plynu rozpuštěného v minerálních vodách Františkových Lázní je oxid uhličitý, jehož podíl kolísá u jednotlivých pramenů od 85 do 99,9 % celkového objemu (Kolářová in Kolářová, Myslíl 1979). Oxid uhličitý vzniká hluboko v žulovém masívu jako projev doznívající vulkanické činnosti (Brož 2010). V roce 1959 byl u františkolázeňských pramenů stanoven objem vymytých plynů. Jejich podstatnou část tvoří dusík, na druhém místě je kyslík. Obsah argonu kolísá v rozmezí 0,5–2,6 % objemu vymytých plynů. Poměr kyslíku a argonu ve františkolázeňských uhličitých vodách ukazuje na určité provzdušnění minerálních vod ve zřidelní struktuře a na chemickou nebo biologickou spotřebu kyslíku (K. Vostál in Kolářová, Myslíl 1979). Obsah plynů v minerálních vodách během roku mírně kolísá, ale nedá se zřetelně stanovit minimum a maximum obsahu rozpuštěných plynů (Brož 2010).

Velmi zajímavou složkou vod Františkových Lázní je  $\text{SiO}_2$ , jehož obsah značně přesahuje kritérium uváděné v mnoha zahraničních normách pro vody minerální (50 mg/l  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  nebo 39,47 mg/l  $\text{SiO}_2$ ). Ve františkolázeňských vodách kolísá obsah  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  od 50,1 do 101 mg/l, což znamená, že by mohl přispívat k farmakologickým účinkům minerální vody (Kolářová, Myslíl 1979).

## 5.6 Rozdělení a využití minerálních vod

V současné době je na základě povolení k využívání zdrojů využíváno 20 františkolázeňských minerálních pramenů, z nichž většina vrtů jímá minerální vodu ze sedimentů slojového pásma a spodního jílovito-písčitého souvrství a méně pramenů je mělce zachycených. Prameny vyvěrají (většinou vrty) z hloubky 2,8 až 92,6 m. Pramenní soustava je rozložena v údolí Slatinného potoka, zaujímá územní pruh orientovaný směrem od západu k jihovýchodu v délce asi 2250 m a šířky kolem 300 m. Prameny se dělí podle lokalizace vzhledem k lázeňskému centru na skupinu východní, centrální a západní (tab. 7). Balneologicky je nejvíce využívána skupina centrálních pramenů.

Tab. 7: Rozdělení pramenů podle lokalizace vzhledem k lázeňskému centru (osvědčené i historické prameny), upraveno podle Myslík et al. (1999)

Skupin východních pramenů	Skupina centrálních pramenů		Skupina západních pramenů
přírodní vývěry	přírodní vývěry	navrtané	navrtané
Herkules, Natálie, Štěpánka, Žofie	Cartellieri, František, Luční, Nový, Pallardi, Solný, Železnatý	Adler, Císařský, ČKD - 2, Erika, Glauber III, Glauber IV, Kostelní, Luisa, Marian, Nový Kostelní, Stanislav	Glauber I, Glauber II, Sluneční

Pro balneologické účely mohou být využívány pouze takové minerální vody, které byly osvědčeny jako přírodní léčivý zdroj a bylo vydáno Ministerstvem zdravotnictví povolení k využívání zdrojů dle zákona č. 164/2001 Sb., o přírodních léčivých zdrojích, zdrojích přírodních minerálních vod, přírodních léčebných lázních a lázeňských místech a o změně některých souvisejících zákonů (lázeňský zákon) (tab. 8).

Nejnámějšími františkolázeňskými prameny jsou tzv. Glauberovy prameny. Jsou tak nazývány pro vysoký obsah síranu hořečnatého a síranu sodného (Glauberovy soli). Místní prameny mají ze všech zřídél v České republice nejvyšší obsah Glauberovy soli, z nichž pramen Glauber IV má dokonce nejvyšší obsah Glauberovy soli na světě. Mezi prameny s velkým obsahem Glauberovy soli patří prameny Císařský, ČKD - 2, Glauber I, Glauber II, Glauber III, Marian, Nový Kostelní, Sluneční, Stanislav.

Hynie (in Klír 1982) klade přirozené vývěry do spojitosti s tektonickou linií SZ-JV směru, kterou hodnotí jako hlavní zřídelní zlom. Všechny navrtané zdroje, kromě prameny Glauber IV, jímají minerální vody z hornin tvořících třetihorní výplň chebské pánve. Vrt Glauber IV zachytil hlavní přítok až v horninách pánevního podloží.

Výsledky vrtných prací také prokázaly, že přírodní léčivé zdroje navrtané jímacími vrty Kostelního pramene a pramene Marian jímají kyselky z hnědouhelné sloje, která je prostředím jejich živého oběhu. Pronikají do ní po zlomech (Klír 1982).

Tab. 8: Balneologické využití františkolázeňských pramenů, zdroj materiály poskytnuté společností Lázně Františkovy Lázně a.s.

Koupele		Pitné procedury	
Adler	Marian	Císařský	Nový
Cartellieri	Nový Kostelní	Glauber I	Nový Kostelní
Císařský	Pallardi	Glauber II	Sluneční
ČKD - 2	Stanislav	Glauber III	Solný
Erika	Štěpánka	Glauber IV	Stanislav
Glauber III		Luční	Štěpánka
		Natálie	Železnatý

### 5.6.1 Skupina východních pramenů

Prameny se nacházejí v blízkosti slatinišť. V této skupině nacházíme pouze staré přírodní vývěry. Dle Klíra (1982) jde o mělce zachycené vývěry kyselky, které jsou protlačovány po zlomu v cypřišovém souvrství do svrchního jílovito-písčitého souvrství. Je nepochybné, že do této skupiny náleží i skryté vývěry na bázi ložiska františkolázeňské slatiny, jejíž tvorba je vázána na vývěrovou oblast.

**Pramen Herkules** byl objeven v roce 1878, studna je hluboká 6,0 m, průměrná teplota 9,8°C, množství volného CO<sub>2</sub> 2,3 g/l a celková mineralizace 2,0 g/l (Komplexní analýza zdroje Herkules 1997). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní, silně mineralizovaná kyselka, sírano-hydrogenuhlíčitano-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen Natálie** (obr. 10) byl objeven v roce 1878, je jímán z hloubky 3,3 m, průměrná teplota je 10,8 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 2,3 g/l a celková mineralizace 1,9 g/l (Komplexní analýza zdroje Natálie 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-hydrogenuhlíčitano-chlorido-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen Štěpánka** (obr. 10) byl objeven v roce 1878, jímacím objektem je studna hluboká 4,6 m, průměrná teplota je 10 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 2,4 g/l a celková mineralizace 1,9 g/l (Komplexní analýza zdroje Štěpánka 2010). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-hydrogenuhlčitano-chlorido-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická. Byl stáčen do lahví pod obchodním názvem Steffany.

**Pramen Žofie** (obr. 10) byl objeven zřejmě roku 1878, studna je hluboká 7,1 m, průměrná vydatnost 12 l/min, teplota 11,5 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 1,6 g/l a celková mineralizace 1,1 g/l (Komplexní analýza zdroje Žofie 2003). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda středně mineralizovaná, uhličitá, sírano-hydrogenuhlčitano-sodného typu, studená, hypotonická.

### 5.6.2 Skupina centrálních pramenů

V této skupině se nachází největší počet pramenů.

**Pramen Adler** (obr. 10) byl objeven v roce 1925, jímacím objektem je vrt hluboký 30,3 m, průměrná vydatnost je 52,2 l/min, teplota 11,3 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 2,0 g/l a celková mineralizace 3,5 g/l (Komplexní analýza zdroje Adler 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-chlorido-hydrogenuhlčitano-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen Cartellieri** (obr. 10) byl objeven v roce 1860, jímacím objektem je studna hluboká 5,3 m, průměrná teplota je 12,1 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 2,2 g/l a celková mineralizace 2,7 g/l (Komplexní analýza zdroje Cartellieri 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-hydrogenuhlčitano-chlorido-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen Císařský (L II)** (obr. 10) byl objeven v roce 1999, jímacím objektem je vrt hluboký 60,0 m, průměrná vydatnost je 60,0 l/min, teplota 12,0 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 1,5 mg/l a celková mineralizace 8,2 g/l (Komplexní analýza zdroje Císařský 2010). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb. je zdroj klasifikován jako přírodní

minerální voda velmi silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-chlorido-hydrogenuhlčitano-sodného typu, studená, hypotonická.

**Pramen ČKD - 2** (obr. 10) byl objeven v roce 1999, je jímán vrtem hlubokým 53,5 m, průměrná vydatnost je 7,8 l/min, teplota 12 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 1,6 g/l a celková mineralizace 6,8 g/l (Komplexní analýza zdroje ČKD - 2 2010). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda velmi silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-chlorido-hydrogenuhlčitano-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen Erika (E1)** (obr. 10) byl objeven v roce 1999, je jímán vrtem hlubokým 60,0 m, průměrná teplota je 12,0 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 2,5 g/l a celková mineralizace 5,3 g/l (Komplexní analýza zdroje Erika 2010). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda velmi silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-chlorido-hydrogenuhlčitano-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen František** (obr. 10) byl dříve známý jako Slatinná kyselka, jak pramen pojmenovali Chebští podle přilehlé obce Slatina. Je nejznámějším a nejstarším františkolázeňským léčivým pramenem. Byl prvně objevený, dal vznik a slávu Františkovým Lázním. Řádně byl zachycen až v roce 1793. Vyvěrá z hloubky 6,2 m, průměrná vydatnost je 9,6 l/min, teplota 12,5 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 0,9 g/l a celková mineralizace 1,5 g/l (Komplexní analýza zdroje František 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda silně mineralizovaná, sírano-hydrogenuhlčitano-chlorido-sodného typu, studená, hypotonická.

**Pramen Glauber III** (obr. 10) byl objeven v roce 1921, jímacím objektem je vrt hluboký 52,9 m, průměrná vydatnost je 52,8 l/min, teplota 11,9 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 1,5 g/l a celková mineralizace 8,7 g/l (Komplexní analýza zdroje Glauber III 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda velmi silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-chlorido-hydrogenuhlčitano-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen Glauber IV** (obr. 10) byl objeven v roce 1919, jímacím objektem je vrt hluboký 92,6 m, průměrná vydatnost je 0,9 l/min, teplota 12,4 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 1,9 g/l a celková mineralizace 21,9 g/l (Komplexní analýza zdroje Glauber IV

2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda velmi silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-chlorido-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypertonická. Má nejvíce obsahu Glauberovy soli ze všech známých pramenů na světě.

**Pramen Kostelní** (obr. 10) byl objeven v roce 1921, hloubka vrtu je 29,6 m, průměrná vydatnost 47 l/min, teplota 10,6 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 0,4 g/l a celková mineralizace 1,1 g/l (Komplexní analýza zdroje Kostelní 2003). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda středně mineralizovaná, sírano-chlorido-hydrogenuhličitano-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická. Do roku 1990 byl jako „Františkolázeňská minerální voda“ plněn do lahví.

**Pramen Luční** (obr. 10) byl objeven v roce 1823, jímacím objektem je studna hluboká 3,6 m, průměrná teplota je 12,4 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 2,4 g/l a celková mineralizace 3,9 g/l (Komplexní analýza zdroje Luční 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-hydrogenuhličitano-chlorido-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen Luisa** (obr. 10) byl objeven v roce 1969, hloubka vrtu je 22,4 m, průměrná teplota 9,8 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 1,1 g/l a celková mineralizace 2,2 g/l (Komplexní analýza zdroje Luisa 1993). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda silně mineralizovaná, sírano-hydrogenuhličitano-chlorido-sodného typu, studená, hypotonická.

**Pramen Marian (D XIV)** (obr. 10) byl objeven v roce 1924, jímacím objektem je vrt hluboký 42,7 m, průměrná vydatnost je 27 l/min, teplota 13,0 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 1,9 g/l a celková mineralizace 5,5 g/l (Komplexní analýza zdroje Marian 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda velmi silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-chlorido-hydrogenuhličitano-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen Nový** (obr. 10) byl objeven v roce 1849, jímacím objektem je studna hluboká 4,0 m, průměrná vydatnost je 30,6 l/min, teplota 12,5 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 1,5 g/l a celková mineralizace 2,0 g/l (Komplexní analýza zdroje Nový 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda silně

mineralizovaná, uhličitá, sírano-hydrogenuhlčitano-chlorido-sodného typu, studená, hypotonická.

**Pramen Nový Kostelní (A 1)** (obr. 10) byl objevený v roce 1999, jímacím objektem je vrt hluboký 63,0 m, průměrná vydatnost je 56,4 l/min, teplota 11,9 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 1,5 g/l a celková mineralizace 6,2 g/l (Komplexní analýza zdroje Nový Kostelní 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda velmi silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-chlorido-hydrogenuhlčitano-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen Palliardi** (obr. 10) byl objeven v roce 1870, jímacím objektem je studna hluboká 3,4 m, průměrná teplota je 12,2 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 2,1 g/l a celková mineralizace 3,1 g/l (Komplexní analýza zdroje Palliardi 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-hydrogenuhlčitano-chlorido-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen Solný** (obr. 10) byl objeven v roce 1819, jímacím objektem je studna hluboká 2,8 m, průměrná vydatnost je 1 l/min, teplota 13,3 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 2,2 g/l a celková mineralizace 3,4 g/l (Komplexní analýza zdroje Solný 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda silně mineralizovaná, uhličitá, hydrogenuhlčitano-síranochlorido-sodného typu, studená, hypotonická.

**Pramen Stanislav (BJ 2, dříve nazýván Pramen míru)** (obr. 10) byl objeven v roce 1981, jímacím objektem je vrt hluboký 61,0 m, průměrná vydatnost je 46,91 l/min, teplota 12,4 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 1,8 g/l a celková mineralizace 5,6 g/l (Komplexní analýza zdroje Stanislav 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda velmi silně mineralizovaná, uhličitá, síranochlorido-hydrogenuhlčitano-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen Železnatý** (obr. 10) byl objeven v roce 1863, jímacím objektem je studna hluboká 3,6 m, průměrná vydatnost je 6,3 l/min, teplota 11,5 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 2,3 g/l a celková mineralizace 3,2 g/l (Komplexní analýza zdroje Železnatý 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní

minerální voda silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-hydrogenuhličitano-chlorido-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

### 5.6.3 Skupina západních pramenů

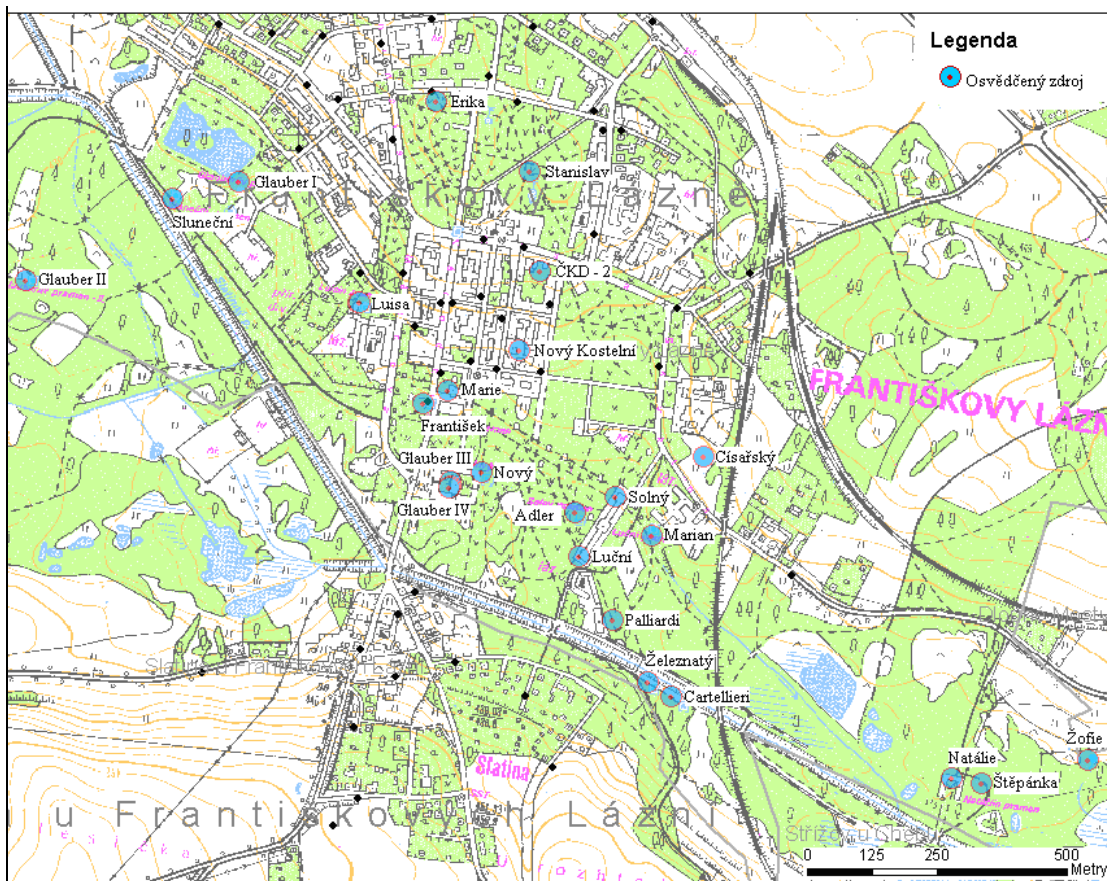
Pro všechny západní prameny je charakteristické, že jsou málo mineralizované a málo sycené oxidem uhličitým.

**Pramen Glauber I** (obr. 10) byl objeven v roce 1919, jímacím objektem je vrt hluboký 33,3 m, průměrná vydatnost je 2,6 l/min, teplota 8,7 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 2,2 g/l a celková mineralizace 9,4 g/l (Komplexní analýza zdroje Glauber I 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-chlorido-hydrogenuhličitano-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická.

**Pramen Glauber II** (obr. 10) byl objeven v roce 1920, jímacím objektem je vrt hluboký 26,5 m, průměrná vydatnost je 1,7 l/min, teplota 10,2 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 1,4 g/l a celková mineralizace 5,9 g/l (Komplexní analýza zdroje Glauber II 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda velmi silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-chlorido-sodného typu, studená, hypotonická.

**Pramen Sluneční (H 12N)** (obr. 10) byl objeven v roce 1963, jímacím objektem je vrt hluboký 40,0 m, průměrná vydatnost je 12 l/min, teplota 11,2 °C, množství volného CO<sub>2</sub> 2,1 g/l a celková mineralizace 8,1 g/l (Komplexní analýza zdroje Sluneční 2008). Dle vyhlášky č. 423/2001 Sb., je zdroj klasifikován jako přírodní minerální voda velmi silně mineralizovaná, uhličitá, sírano-chlorido-hydrogenuhličitano-sodného typu, se zvýšeným obsahem kyseliny křemičité, studená, hypotonická. Svým složením patří do skupiny Glauberových pramenů, ale obsahuje menší množství Glauberovy soli.





Obr. 10: Znárodnění osvědčených přírodních léčivých zdrojů na území lázeňského místa Františkovy Lázně, zdroj dat ArcGIS 9

## 5.7 Ochranná pásma minerálních vod

Tak jako krajinu je nutno bedlivě chránit i bezprostřední okolí pramenů. Proto jsou vyhlášována ochranná pásma přírodních léčivých zdrojů, kde je přísně zakázáno provádět jakékoliv zemní práce a činnosti vedoucí ke znečištění půdy.

První ochranné obvody pro Františkovy Lázně byly stanoveny výnosem Báňského hejtmantství v Chebu ze dne 1. října 1883, č.j. 2387. Tento výnos vymezil užší a širší obvod k ochraně františkolázeňských pramenů proti hornické činnosti. V užším ochranném obvodu byla zakázána veškerá hornická činnost, v širším ochranném obvodu (území střední části chebské pánve s povrchovými výskyty uhličitých vod) nebyla hornická činnost omezena v terciérních horninách, ale byly zakázány práce v krystaliniku, tedy pod úrovní výtokové roury pramene František (434,42 m n.m.). Při stanovení podmínek ochrany vycházeli autoři z názoru o tvoření františkolázeňských

minerálních vod v krystaliniku. Tyto ochranné obvody platily až do roku 1959 (Kolářová, Myslíl 1979).

Výnosem Ministerstva zdravotnictví č.j. LZ/3-2884-15.9.1959, byla stanovena prozatímní ochranná pásma přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně. Na základě nových výsledků výzkumu chebské pánve byl upřesněn průběh hranic užšího pásma ochrany podle rozsahu užší zřídelní struktury a značně rozšířeno vnější ochranné pásmo, s uplatněním nového názoru na tvorbu minerálních vod a režimu zřídelní struktury.

Výnosem Ministerstva zdravotnictví České socialistické republiky č. 40/1975, Věstníku Ministerstva zdravotnictví ČSR, částka 16-17/1975, bylo rozšířeno širší prozatímní ochranné pásmo přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně v jižní části.

Nařízením vlády č. 152/1992 Sb., (č. 33, str. 827-831) ze dne 29.1.1992 o ochranných pásmech přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně, byla stanovena ochranná pásma 1., 2. a 3. stupně a zvláštní ochranné pásmo uvnitř ochranného pásma 1. a 2. stupně k ochraně přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně. V jednotlivých ochranných pásmech byly zakázány některé činnosti, které by mohly nepříznivě ovlivnit chemické, fyzikální a mikrobiologické vlastnosti přírodních léčivých zdrojů a jejich zdravotní nezávadnost, jakož i jejich zásoby a vydatnost.

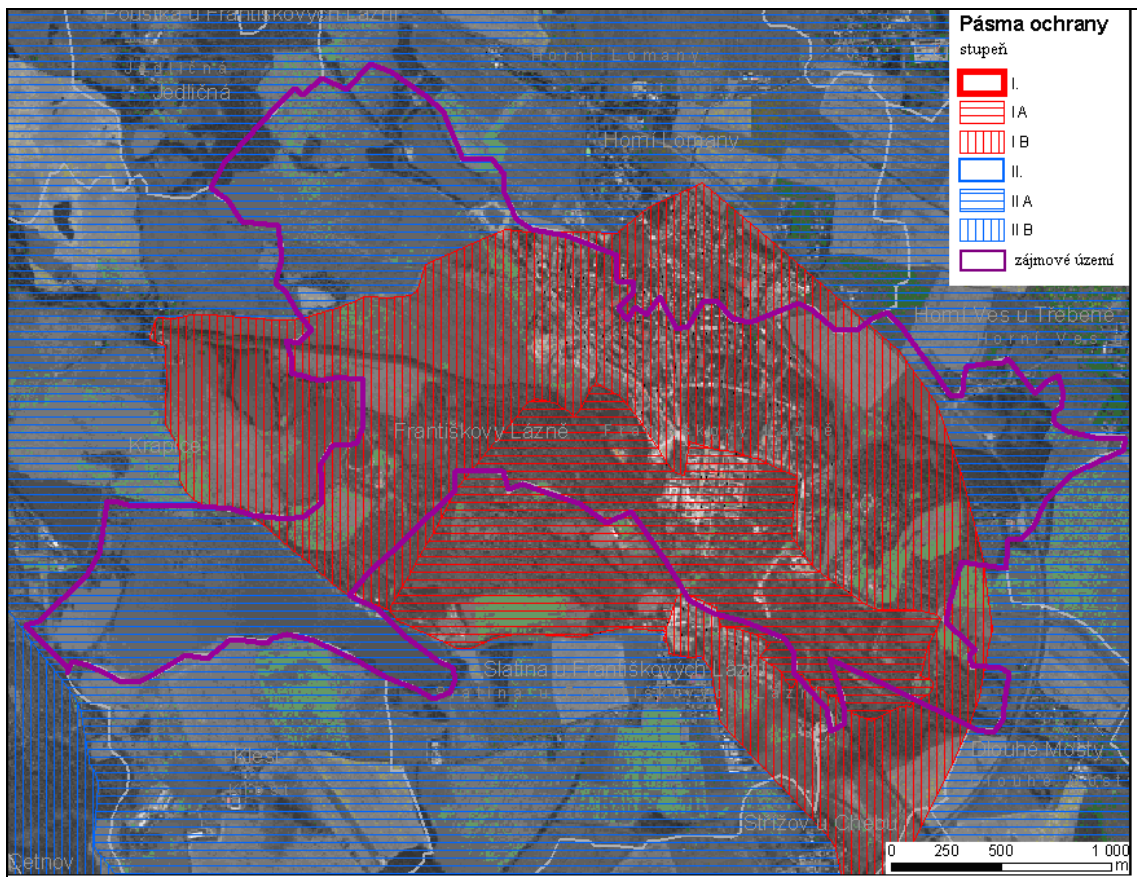
Ochranné pásmo 1. stupně vymezuje území vývěřů minerálních vod, jehož rozsah se kryje s rozsahem františkolázeňského ložiska rašeliny. V tomto pásmu se zakazují veškeré práce, které mohou nepříznivě ovlivnit vydatnost, fyzikální vlastnosti, chemické složení nebo hygienickou nezávadnost přírodních léčivých zdrojů. Ochranné pásmo 2. stupně zahrnuje širší zřídelní strukturu minerálních vod, kde zásah do režimu uhličitých vod spodního jílovito-písčitého souvrství bude mít bezprostředně vliv na františkolázeňské minerální prameny. Ochranné pásmo 3. stupně chrání infiltrační území františkolázeňských minerálních vod chebské pánve proti činnosti, která může nepřímo ovlivnit přírodní léčivé zdroje Františkových Lázní. Pásmo zahrnuje oblast smrčinského žulového masívu západně od Františkových Lázní v infiltračním území a téměř celou chebskou pánev na sever od Ohře. Při dodržení směrnic Českého geologického ústavu je v ochranném pásmu 3. stupně možno provádět

všechny druhy geologických a hydrogeologických vrtů. Těžební hornická činnost je povolena v sedimentech svrchního neogenního písčito-jílovitého souvrství. V ochranném pásmu 3. stupně je zákaz průmyslového provozu, který produkuje špatně čistitelné odpadní vody (Kolářová, Myslíl 1979).

Nařízením vlády č. 152/1992 Sb., byl zrušen výnos Ministerstva zdravotnictví č.j. LZ/3-2884-15.9.1959 a výnos Ministerstva zdravotnictví České socialistické republiky č. 40/1975 věstníku Ministerstva zdravotnictví ČSR, částka 16-17/1975.

Zákonem č. 164/2001 Sb., o přírodních léčivých zdrojích, zdrojích přírodních minerálních vod, přírodních léčebných lázních a lázeňských místech a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů, bylo upraveno stanovení ochranných pásem do dvou stupňů. Došlo ke změně označení ochranných pásem stanovených nařízením vlády č. 152/1992 Sb., následovně: ochranné pásmo 2. stupně bylo označeno jako ochranné pásmo II. stupně II A a ochranné pásmo 3. stupně jako ochranné pásmo II. stupně II B. Zájmové území se částečně nachází v ochranném pásmu I. stupně I A a I B a v ochranném pásmu II. stupně II A přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně (obr. 11).

V ochranných pásmech přírodních léčivých zdrojů je nutno pečlivě vážit všechny zásahy spojené se zemními pracemi nebo s prováděním vrtů za jakýmkoliv účelem. Dokladem toho jsou zkušenosti, kdy byla při prováděných zemních pracích silně narušena vydatnost pramenů, jejich mineralizace a proplynění. Souvislost a složitost celé zřidelní soustavy minerálních vod byla dokumentována např. velkou erupcí směsí vody, horninového detritu a CO<sub>2</sub> na vrtu H 11 asi 2 km severovýchodně od Františkových Lázní, která způsobila pokles tlaku, a tím i snížení vydatnosti františkolázeňských pramenů, a zasáhla i širší strukturu (Myslíl a kol. 1999). Erupce na vrtu H 11 nastala po provrtání podložních jílu slojového pásma v hloubce 55,3 m pod terénem dne 16.10.1957 v 16 hod. Počáteční výška sloupce eruptujícího písku, uhlí, vody a plynu dosahovala cca 40 m. Po erupci došlo k ovlivnění řady pramenů, zmenšení vydatností a zapadnutí hladin. Nejsilněji reagovaly prameny Kostelní, František, Studený, Luisa, Glauber I a Glauber II, které zapadly. Teprve po několikadenním úsilí se podařilo vrt utěsnit a obnovit vývěr zmíněných pramenů. Dle dokladů patrně erupce způsobila i zánik zdroje v lázních Bad Brambach (Staněk, Mackovič, 2009).



Obr. 11: Ochranná pásma přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně v oblasti zájmového území, zdroj dat ArcGis 9

## **6. POSOUZENÍ VLIVU PŘÍRODNÍHO PROSTŘEDÍ NA PŘÍRODNÍ LÉČIVÉ ZDROJE LÁZEŇSKÉHO MÍSTA FRANTIŠKOVY LÁZNĚ V LETECH 2000–2010**

Při posuzování vlivu přírodního prostředí na přírodní léčivé zdroje Františkových Lázní byly vybrány vhodné údaje z prvků měřených na přírodních léčivých zdrojích, klimatologické stanici Cheb a dále pro interpretaci podstatné výsledky měření na seismologické stanici Nový Kostel. Tento výběr je převážně založen na provedené regionální resp. lokální analýze fyzickogeografických poměrů a přírodních léčivých zdrojů ve studovaném území (kap. 4 a 5). Z prvků měřených na přírodních léčivých zdrojích byly vybrány teplota vody a hladina vody. Důvodem výběru byl časový interval měření těchto prvků a reálný předpoklad ovlivnění jejich chodu změnami ve vnějším prostředí. U většiny přírodních léčivých zdrojů je interval měření týdenní, u vybraných přírodních léčivých zdrojů (viz dále) ve třiceti minutových intervalech. Týdenní měření jsou prováděna ručně. Měření teploty vody probíhá skleněným teploměrem. Měření teploty a hladiny vody ve třiceti minutových intervalech je prováděno pomocí automatizovaného měřicího systému elektronickým čidlem ve vrtu (Staněk 2009a).

Z měřených prvků není uvažován průtok vody. Hlavním důvodem je, že u většiny přírodních léčivých zdrojů jsou týdenní intervaly měření těchto hodnot a u čerpaných přírodních léčivých zdrojů neprobíhá odběr vody kontinuálně. Dále jsou jímací zařízení některých přírodních léčivých zdrojů opatřena šoupaty, která v závislosti na míře jejich uzavření ovlivňují velikost průtoku vody a u přírodních léčivých zdrojů měřených pomocí automatizovaného měřicího systému jsou naměřené hodnoty průtoku vody ovlivňovány jejím proplyněním.

Z meteorologických prvků byly vybrány pouze ty, kde lze předpokládat jejich vliv na teplotu a hladinu vody přírodních léčivých zdrojů. Z přírodních léčivých zdrojů jsou uvažovány pouze takové, u kterých jsou k dispozici data ze zvoleného období 2000 až 2010. Podrobně byla zhodnocena data ze čtyř přírodních léčivých zdrojů, jejichž teplota a hladina vody jsou měřeny pomocí automatizovaného měřicího systému, tedy v častých časových intervalech.

Ze seismologické stanice Nový Kostel byla pro posuzování vlivu seismické aktivity na přírodní léčivé zdroje vybrána data, u kterých je reálná možnost jejich vlivu na teplotu a hladinu vody přírodních léčivých zdrojů. Uvažovány nebyly hodnoty s magnitudo  $< 3$ , u kterých se nepředpokládá vliv na hodnoty přírodních léčivých zdrojů.

Data o přírodních léčivých zdrojích, meteorologické situaci a seismické aktivitě, která byla použita v této kapitole, byla získána z internetové adresy <http://www.chmu.cz> a z databáze společnosti Lázně Františkovy Lázně a.s., Ministerstva zdravotnictví ČR a Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.

#### Klimatologická stanice Cheb

Jedná se o profesionální meteorologickou stanici v jihozápadní části Chebské pánve, která je spravována Českým hydrometeorologickým ústavem. Tato stanice je umístěna cca 6 km jižně od Františkových Lázní, a to v nadmořské výšce 481 m,  $50^{\circ}04'11''$  s.š. a  $12^{\circ}23'35''$  v.d. Byla zřízena roku 1954 a 1. prosince 2000 byla automatizována. Měření probíhají v 7, 14 a 21 hodin místního času a základním produktem klimatologických pozorování jsou zprávy INTER. Na klimatologické stanici jsou z meteorologických prvků měřeny teplota vzduchu, tlak vzduchu, vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru, min. a max. teplota vzduchu, min. přízemní teplota, množství srážek a délka slunečního svitu (<http://www.old.chmi.cz>).

#### Seismologická stanice Nový Kostel (NKC)

Stanice Nový Kostel je součástí lokální seismické pozorovací sítě WEBNET, kterou Geofyzikální ústav AV ČR, v.v.i. provozuje společně s Ústavem struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i. Seismologická stanice Nový Kostel je součástí České regionální seismické sítě. Je umístěna cca 12 km severovýchodně od Františkových Lázní, a to v nadmořské výšce 564 m,  $50^{\circ}23'31''$  s.š. a  $12^{\circ}44'79''$  v.d. Data z této seismologické stanice jsou dostupná od března roku 1998. Od roku 1998 je na stanici v provozu také velmi širokopásmový seismometrický seismometr STS-2. V roce 2003 byl na stanici instalován i sensor na měření silných pohybů půdy Kinematics Episensor. Data jsou přenášena internetem v reálném čase do Geofyzikálního ústavu AV ČR, v.v.i. (<http://www.ig.cas.cz>).

### Automatizovaný měřicí systém (AMS)

Na všech vybraných přírodních léčivých zdrojích jsou instalovány měřicí ústředny LEC 3000 a čidla hladiny a teploty vody typu MHT-30. Níže uvedené informace byly poskytnuty dodavatelem používaných přístrojů, kterým je společnost LEC s.r.o.

#### *LEC-3000*

LEC-3000 je vybaven čtyřmi sériovými komunikačními porty, každý je schopný vysílat signály přes RS-232, RS-442 nebo RS-485. Tento signál lze nastavit nebo změnit na základní desce. Tím je LEC-3000 ideální pro práci s programovatelnými automaty v průmyslovém prostředí nebo ve spojení s nástroji pro správu napájení obslužných systémů.

LEC-3000 je navržen pro snadnou integraci do mechanismu nastavení. Jedná se o zcela bezventilátorový systém zabudovaný v teplo pohlcujícím hliníku. Je zcela bezkabelový, což znamená lepší spolehlivost a dlouhou životnost. Tento přístroj se vyznačuje širokým rozmezím teplot od -20 °C do 55 °C.

#### *MHT-30*

Manometrický hladinoměr s teploměrem MHT-30 je určen především k indikaci hladiny vody a její teploty (tab. 9) ve vrtech, studních, nádržích, vodojemech, vodních tocích apod., kde je možno jej využít jako zdroj signálu pro indikaci stavu, popřípadě regulaci následných technologických zařízení. Lze jej využít všude, kde je k dispozici stejnosměrné napájecí napětí 9 V a vyhodnocovací zařízení s proudovými vstupy 0 až 5 mA. Systém není citlivý na přítomnost kalů a nečistot, což zaručuje jeho dlouhou dobu bezporuchového provozu a dobrou stabilitu.

Přístroj MHT-30 je plně elektronický. Měřený hydrostatický tlak je snímán piezorezistivním čidlem. Výstupní signál čidla je napěťově zesílen a dále převeden na výstupní proudový signál, který je přímo úměrný měřenému tlaku. Teplota vody je snímána odporovým teplotním čidlem, jehož charakteristika je elektronicky linearizována. Také výstupní signál teplotního čidla je převeden na výstupní proudový signál, který je přímo úměrný snímané teplotě. Pouzdro hladinoměru je vyrobeno

z korozi vzdorné oceli, přívod tlaku k čidlu je proveden příčným otvorem o průměru 8 mm. Korekce změn barometrického tlaku působícího na hladinu měřené kapaliny je zajištěna přivedením barometrického tlaku kapilárou v kabelu na membránu tlakového čidla z opačné strany.

Celá elektronika včetně snímače tlaku a kabelu tvoří kompaktní celek, jehož demontáž uživatelem není možná.

Tab. 9: Základní parametry přístroje MHT-30, zdroj materiály poskytnuté společností LEC s.r.o.

Měřicí rozsah výšky hladiny	2, 6, 10, 30 a 100 m H <sub>2</sub> O, příp. jiný dle indiv. přání
Citlivost (rozlišovací schopnost)	1 cm H <sub>2</sub> O
Přesnost měření výšky hladiny	lepší než 1 %
Měřicí rozsah teploty	0–50 °C
Přesnost měření hladiny	+0,2 °C
Rozsah pracovních teplot	0–50 °C
Napájecí napětí	9 V
Výstupní signál	0–5 mA
Odpor výstupní smyčky doporuč./max.	200/500 Ω pro 0–5 mA
Průměr hladinoměru	30 mm
Délka hladinoměru	205 mm
Délka závěsného kabelu	dle požadavků odběratele
Hmotnost hladinoměru bez kabelu	0,5 kg

Další část studie je rozdělena do několika podkapitol. První podkapitola popisuje chod vybraných meteorologických prvků na klimatologické stanici Cheb. Druhá podkapitola znázorňuje chod teploty vody jednotlivých přírodních léčivých zdrojů ve Františkových Lázních, které byly měřeny po zvolené sledované období. Třetí podkapitola ukazuje závislost teploty vody vybraných přírodních léčivých zdrojů na teplotě vzduchu a výšky hladiny vody vybraných přírodních léčivých zdrojů na množství spadlých srážek. Čtvrtá podkapitola se zabývá reakcí vybraných přírodních léčivých zdrojů na seismické otřesy.



## 6.1 Chod vybraných meteorologických prvků na klimatologické stanici Cheb ve sledovaném období 2000–2010

Pro posouzení vlivu přírodního prostředí na přírodní léčivé zdroje byly vybrány dva meteorologické prvky, které jsou měřeny v pravidelných denních intervalech na klimatologické stanici Cheb.

Tab. 10: Průměrné měsíční teploty vzduchu ve sledovaném období 2000–2010, upraveno podle <http://www.chmu.cz/>

Rok \ Měsíc	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Leden	-1,1	-1,2	-1,1	-2,2	-2,7	0,3	-4,4	3,4	1,7	-4,7	-4,6
Únor	2,6	0,5	4,0	-4,5	1,4	-3,2	-2,4	3,2	2,8	-0,8	-1,9
Březen	4,1	2,9	4,4	4,0	2,7	2,0	0,6	5,2	2,8	3,0	2,7
Duben	10,1	5,3	7,2	6,8	8,1	8,5	7,3	11,1	7,1	11,8	8,1
Květen	14,4	13,6	13,4	14,1	10,9	12,6	12,6	14,0	13,7	13,3	10,5
Červen	17,3	13,0	17,3	19,1	15,4	16,2	16,5	17,2	17,4	14,6	16,3
Červenec	14,9	16,3	17,8	17,8	16,7	17,6	20,4	17,0	17,7	17,1	20,1
Srpen	17,4	17,2	17,8	19,8	17,2	15,5	14,4	16,7	16,8	18,3	16,0
Září	13,1	11,6	11,9	13,0	12,4	13,8	15,8	11,1	11,2	14,0	11,0
Říjen	9,9	12,3	7,5	4,6	8,8	9,5	10,4	7,1	7,6	7,0	5,9
Listopad	4,6	2,8	4,3	4,3	3,6	2,9	5,5	1,4	3,7	5,6	3,5
Prosinec	0,8	-1,1	-1,4	0	-1,2	-0,6	2,6	-0,5	0,1	-1,0	-5,8

Chod průměrných měsíčních teplot vzduchu je v průběhu sledovaného období pravidelný a s občasnými mírnými výkyvy od průměru. Nejvýraznější výkyvy byly ve sledovaném období zaznamenány v lednu 2007, kdy průměrná měsíční teplota vzduchu měla kladnou hodnotu, a to o 4,9 °C vyšší, oproti většinou záporné průměrné lednové teplotě vzduchu. Další výraznější výkyvy v porovnání s průměrnou měsíční hodnotou byly ve sledovaném období zaznamenány v únoru 2003 a prosinci 2010, kdy průměrná měsíční teplota vzduchu byla o více než 4,5 °C nižší oproti průměrné měsíční hodnotě v daném období a v říjnu 2001 byla průměrná měsíční teplota vzduchu o 4 °C vyšší než průměrná měsíční teplota vzduchu za říjen (tab. 10).

Nejteplejším rokem byl ve sledovaném období rok 2000 (průměrná teplota 9,0 °C) a nejchladnějším rok 2010 (průměrná teplota 6,8 °C). Nejteplejšími měsíci byly

červenec (průměrná teplota 17,6 °C) a srpen (průměrná teplota 17,0 °C) a nejhladnějšími leden (průměrná teplota -1,5 °C) a prosinec (průměrná teplota -0,7 °C) (tab. 10).

Tab. 11: Průměrné měsíční srážky ve sledovaném období 2000–2010, upraveno podle <http://www.chmu.cz/>

Rok \ Měsíc	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Leden	35,5	43,9	22,2	55,1	58,4	53,0	19,9	59,3	28,9	29,6	34,3
Únor	44,0	24,0	79,3	8,0	19,1	48,6	27,0	47,8	41,4	39,0	21,7
Březen	82,7	110,9	49,5	11,8	17,6	18,4	46,9	32,0	69,2	37,0	38,1
Duben	17,3	40,7	19,3	30,4	21,7	33,1	55,1	9,8	131,2	82,5	21,4
Květen	45,0	27,9	45,4	74,0	63,9	48,9	113,9	134,4	50,4	55,4	65,9
Červen	45,9	50,1	76,0	46,3	54,2	99,2	41,5	104,9	69,5	49,2	63,8
Červenec	102,3	104,2	52,6	59,6	117,3	94,3	48,3	102,0	98,6	81,6	86,1
Srpen	70,1	29,8	128,2	25,7	59,0	149,2	83,9	102,6	60,0	43,2	163,1
Září	55,9	77,4	68,9	44,3	61,8	37,2	25,0	86,2	59,6	27,8	44,9
Říjen	55,1	35,8	86,4	47,4	44,5	24,6	43,4	21,0	61,1	54,7	15,4
Listopad	40,5	56,4	108,6	10,4	63,5	26,3	19,1	62,8	25,1	63,6	109,5
Prosinec	27,0	50,5	42,4	27,8	33,7	45,8	24,5	36,0	36,4	60,6	83,6

Chod srážek je v průběhu sledovaného období nepravidelný, přičemž největší množství srážek připadá na letní období. Nejvýraznější výkyvy od průměru byly ve sledovaném období zaznamenány v dubnu 2008, kdy množství spadlých srážek bylo cca o 90 mm vyšší, než je průměrná dubnová hodnota ve sledovaném období. Další výraznější výkyvy oproti průměrné měsíční hodnotě byly ve sledovaném období zaznamenány v únoru 2003, kdy spadlo výrazně méně srážek oproti průměrnému množství srážek za únor a v listopadu 2002 a 2010 spadlo výrazně více srážek než je průměrná měsíční hodnota za listopad (tab. 11).

Nejdeštivějším rokem byl ve sledovaném období rok 2007 (množství srážek 799 mm) a nejsušším rok 2003 (množství srážek 441 mm). Nejvíce srážek spadlo v červenci (průměrné množství srážek 86 mm) a srpnu (průměrné množství srážek 83 mm) a nejméně v lednu (průměrné množství srážek 40 mm), únoru (průměrné množství srážek 36 mm) a dubnu (průměrné množství srážek 42 mm) (tab. 11).

## **6.2 Chod teploty vody přírodních léčivých zdrojů ve sledovaném období 2000–2010**

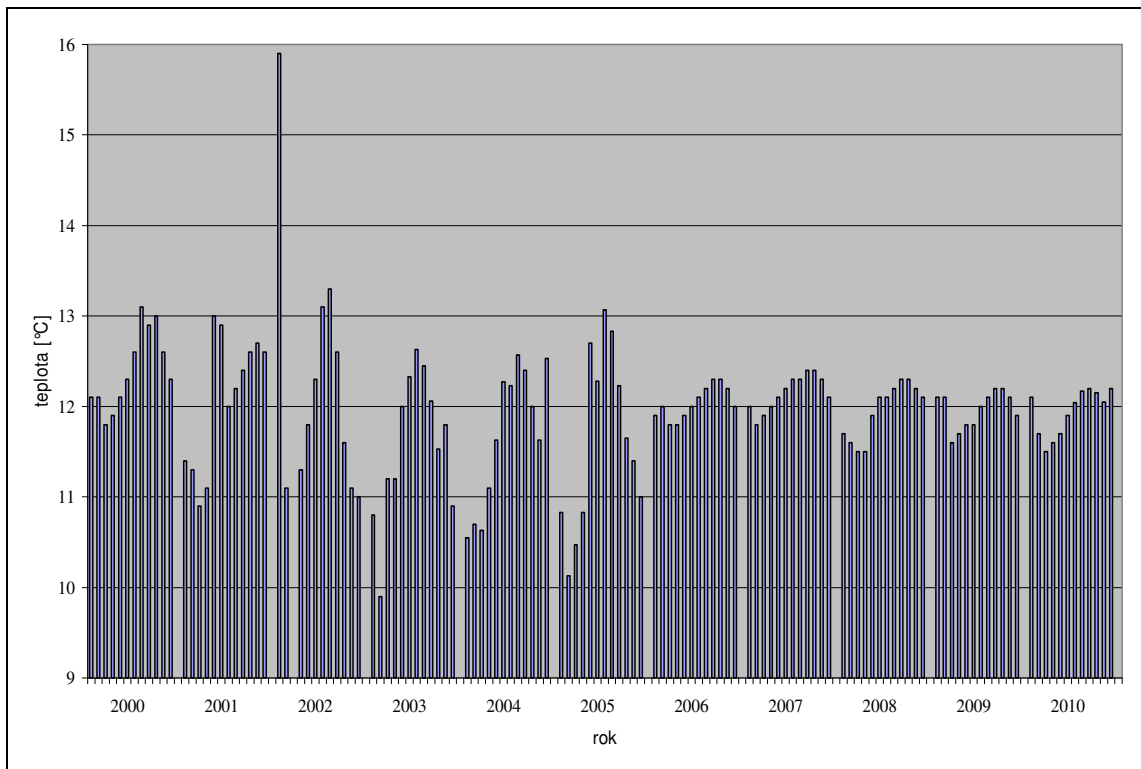
V této kapitole jsou popsány změny teploty vody u jednotlivých přírodních léčivých zdrojů. Graficky je znázorněno sedmnáct využívaných přírodních léčivých zdrojů podle povolení k využívání zdrojů, u kterých bylo prováděno měření teploty vody ve vymezeném období 2000–2010. Byly vypuštěny přírodní léčivé zdroje, které tuto podmínku nesplňují. Z důvodu předpokládaného většího ovlivnění, přírodních léčivých zdrojů jímaných z menší hloubky vnějšími vlivy, jsou tyto přírodní léčivé zdroje rozděleny do dvou skupin, a to na mělké (o hloubce do 10 m) a hluboké (o hloubce nad 20 m). Toto rozdělení je založeno na existenci zvodnělých kolektorů. Mělké přírodní léčivé zdroje jímají vodu ze zvodnělého kolektoru svrchního jílovito-písčitého souvrství a hluboké přírodní léčivé zdroje ze spodního jílovito-písčitého souvrství terciérního stáří.

### **6.2.1 Mělké přírodní léčivé zdroje**

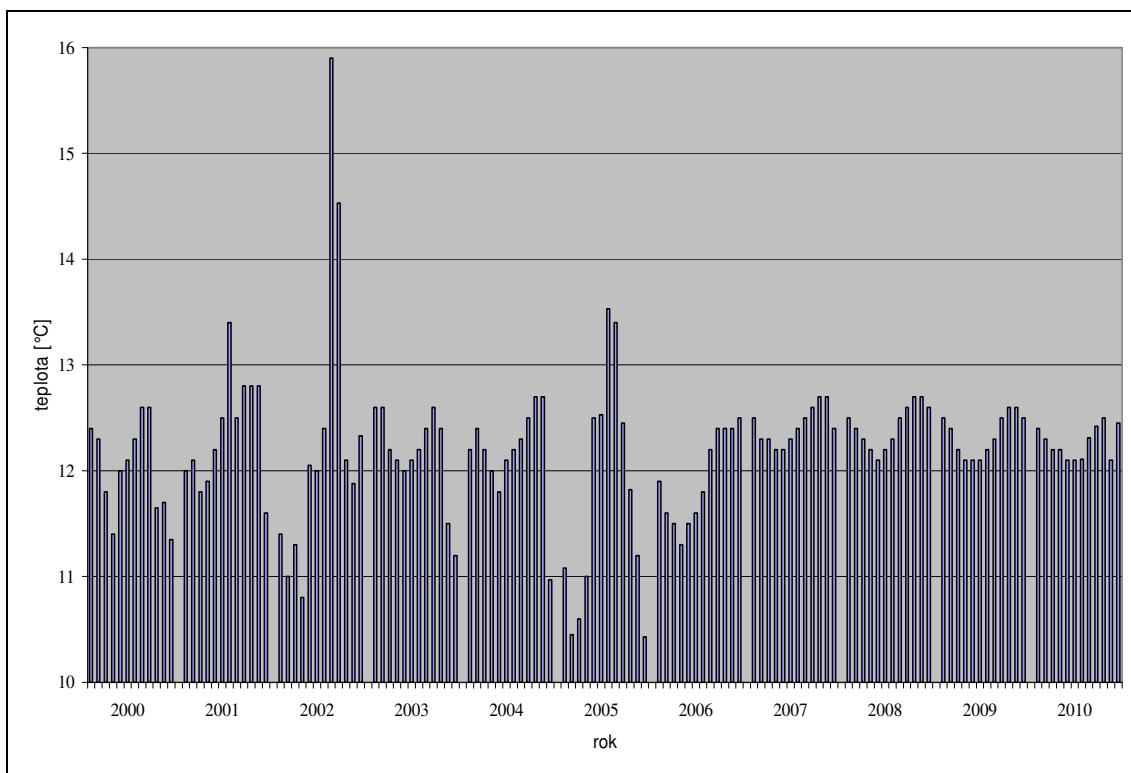
Následující text hodnotí sedm mělkých přírodních léčivých zdrojů, a to Cartellieri, Luční, Natálie, Nový, Palliardi, Solný a Železnatý. Hloubka těchto přírodních léčivých zdrojů je 2,8 až 5,3 m, jedná se o přírodní vývěry, které zachycují minerální vodu pod bází slatiny, tedy mělce pod povrchem terénu. Prameny Cartellieri a Palliardi jsou měřeny pomocí automatizovaného měřicího systému a prameny Luční, Natálie, Nový, Solný a Železnatý jsou měřeny ručně.

V grafech jsou znázorněny veškeré naměřené hodnoty včetně prokazatelně chybných údajů. Chybná měření byla způsobena především poruchou v zaznamenávání dat automatizovaným měřícím systémem. Konkrétně se jedná o data naměřená u pramenů Cartellieri v lednu 2002 (obr. 12) a Palliardi v srpnu a září 2002 (obr. 13). Výjimečně nejsou data za některé měsíce k dispozici, a to z důvodu poruchy na automatizovaném měřícím systému nebo opravy prováděné na přírodním léčivém zdroji. V tomto případě se jedná o data za březen 2002, kdy u pramene Cartellieri (obr. 12) došlo k poruše konduktometru a u pramene Luční, kdy během února 2001 (obr. 14) probíhala oprava jímacího objektu přírodního léčivého zdroje.

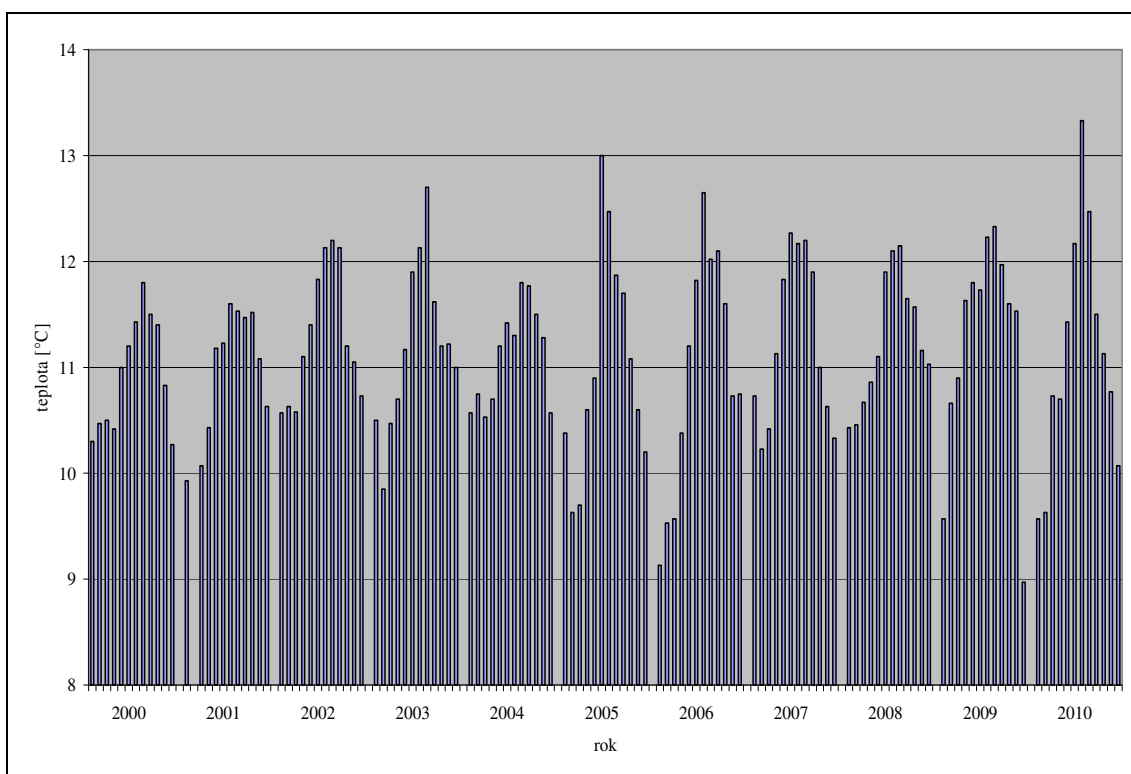
Pro všechny mělké přírodní léčivé zdroje je (podle předpokladu) charakteristický nárůst teploty vody v letních měsících a pokles v zimních měsících (obr. 12–18), přičemž průměrná teplota vody v zimních měsících je cca o 1 °C nižší než v letních měsících.



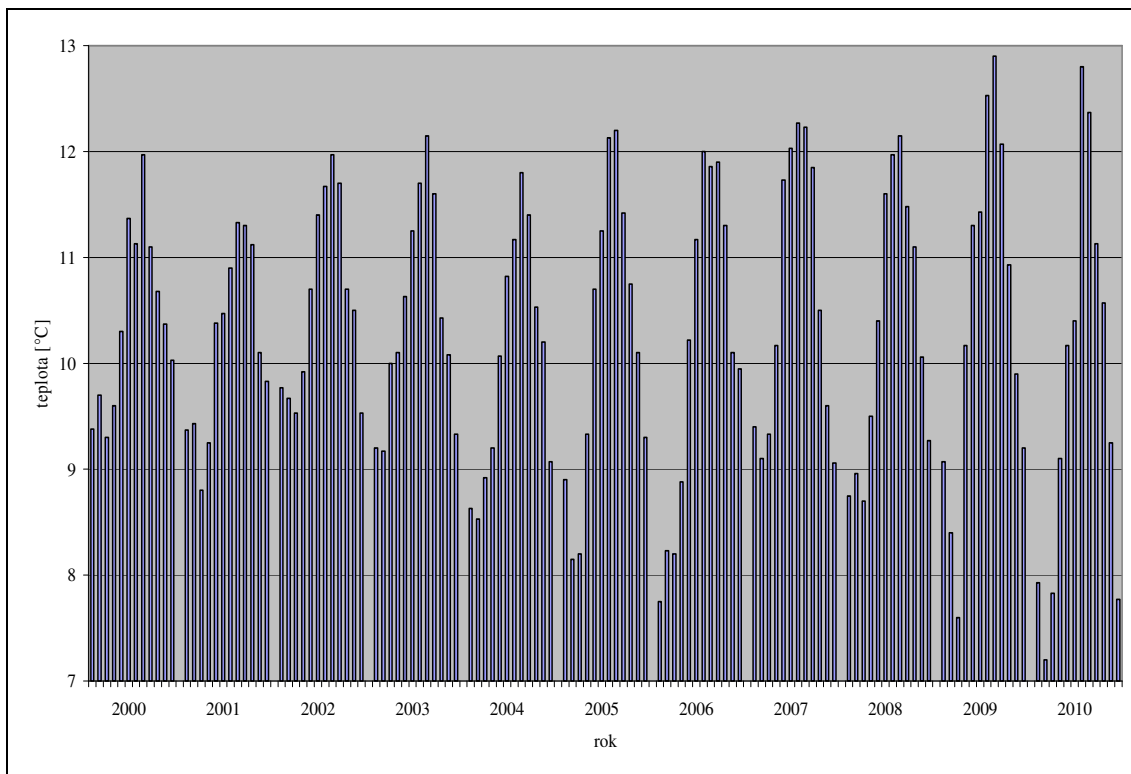
Obr. 12: Pramen Cartellieri – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



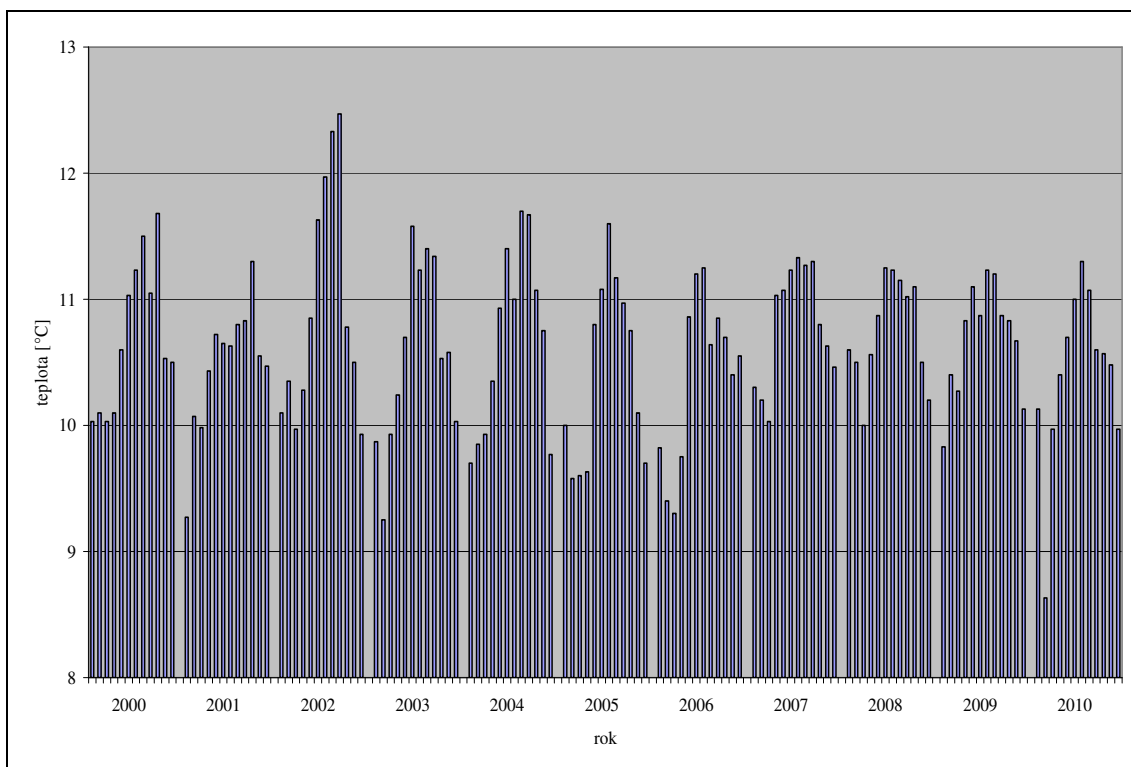
Obr. 13: Pramen Palliardi – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



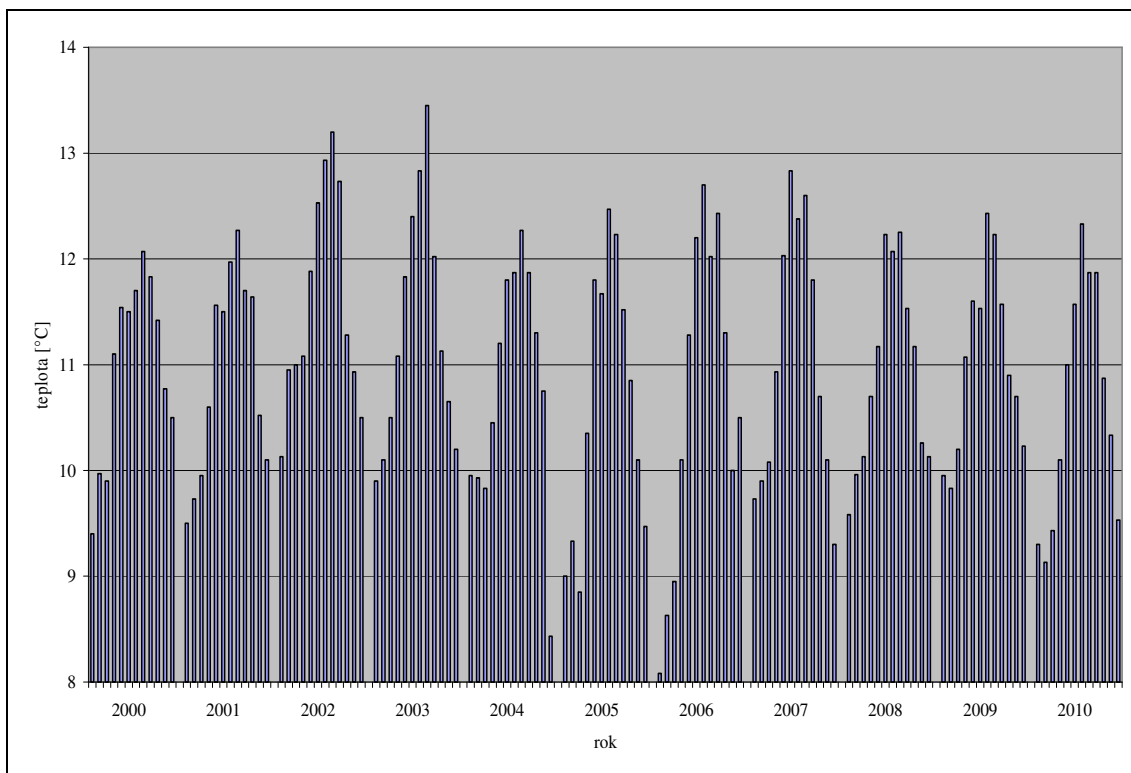
Obr. 14: Pramen Luční– průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



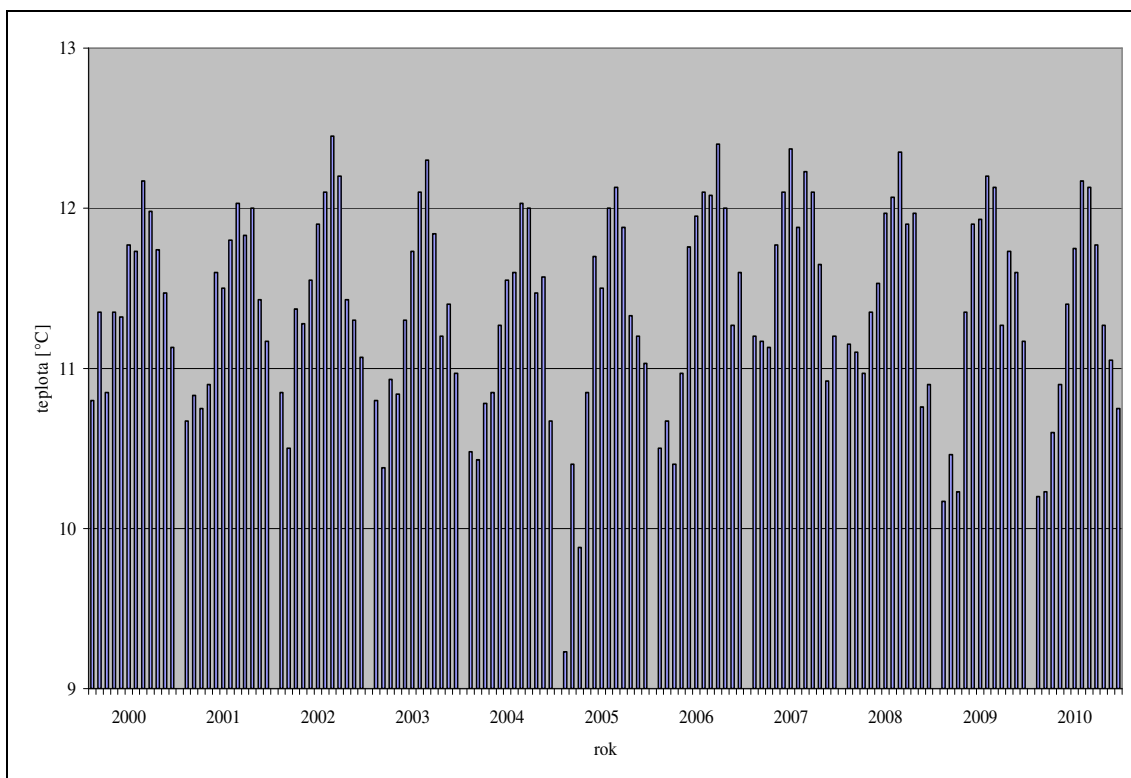
Obr. 15: Pramen Natálie – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



Obr. 16: Pramen Nový – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



Obr. 17: Pramen Solný – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



Obr. 18: Pramen Železnatý – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010

### 6.2.2 Hluboké přírodní léčivé zdroje

Následující text hodnotí deset hlubokých přírodních léčivých zdrojů, a to Adler, Císařský, Glauber I, Glauber II, Glauber III, Glauber IV, Marian, Nový Kostelní, Sluneční a Stanislav. Hloubka přírodních léčivých zdrojů je 26,5 až 92,6 m, jímají minerální vodu prostřednictvím vrtů ze spodního jílovito-písčitého souvrství. Prameny Císařský, Nový Kostelní a Stanislav jsou měřeny pomocí automatizovaného měřicího systému a prameny Adler, Glauber I, Glauber II, Glauber III, Glauber IV, Marian a Sluneční jsou měřeny ručně.

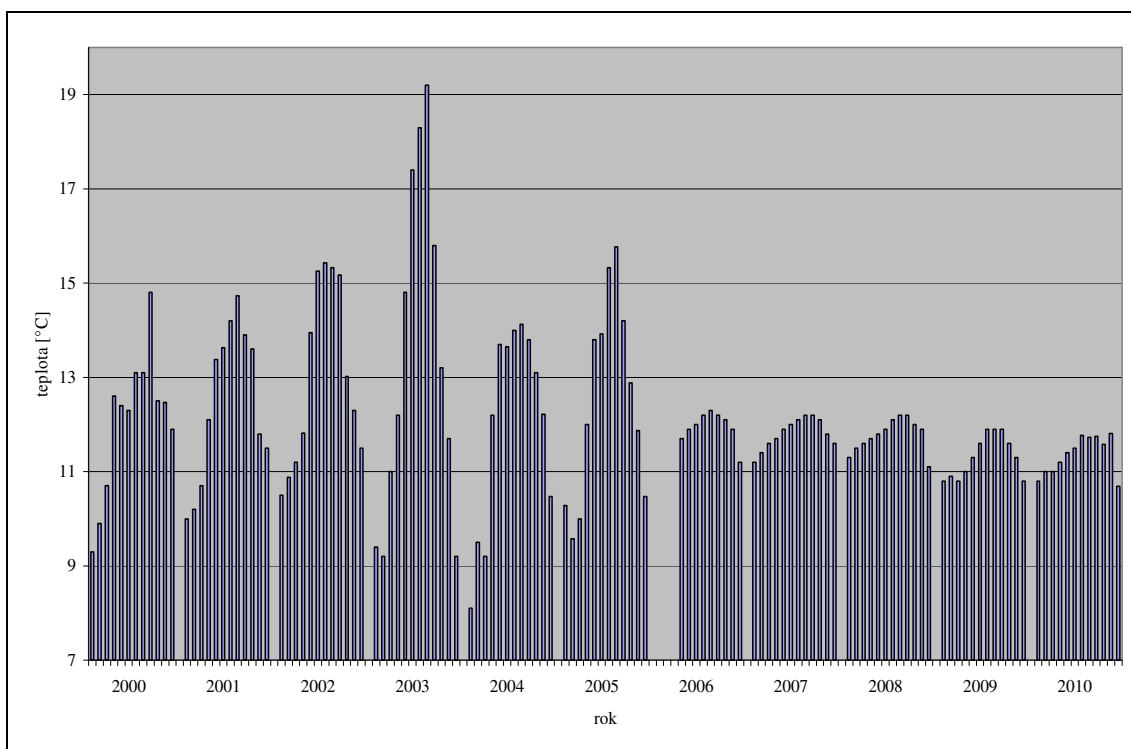
V grafech jsou znázorněny veškeré naměřené hodnoty včetně chybných údajů. Chybná měření byla způsobena především poruchou v zaznamenávání dat automatizovaným měřicím systémem, u pramene Stanislav v červnu, červenci a srpnu 2003 (obr. 19). U několika přírodních léčivých zdrojů nejsou k dispozici data za několik měsíců z důvodu oprav prováděných na automatizovaném měřicím zařízení nebo úpravách na zdroji. U pramene Stanislav nejsou k dispozici hodnoty z ledna, února a března 2006 (obr. 19), protože v této době probíhala výměna sondy na automatizovaném měřicím systému. Po celý rok 2006 až do září 2007 nebylo prováděno měření u pramene Nový Kostelní (obr. 20), z důvodu probíhající přípravy na propojení tohoto přírodního léčivého zdroje s Glauberovou dvoranou a akumulací nádrží.

Pro všechny hluboké přírodní léčivé zdroje je charakteristický nárůst teploty vody v letních měsících a pokles v zimních měsících (obr. 19–28), přičemž průměrná teplota vody v zimních měsících je cca o 1,3 °C nižší než v letních měsících.

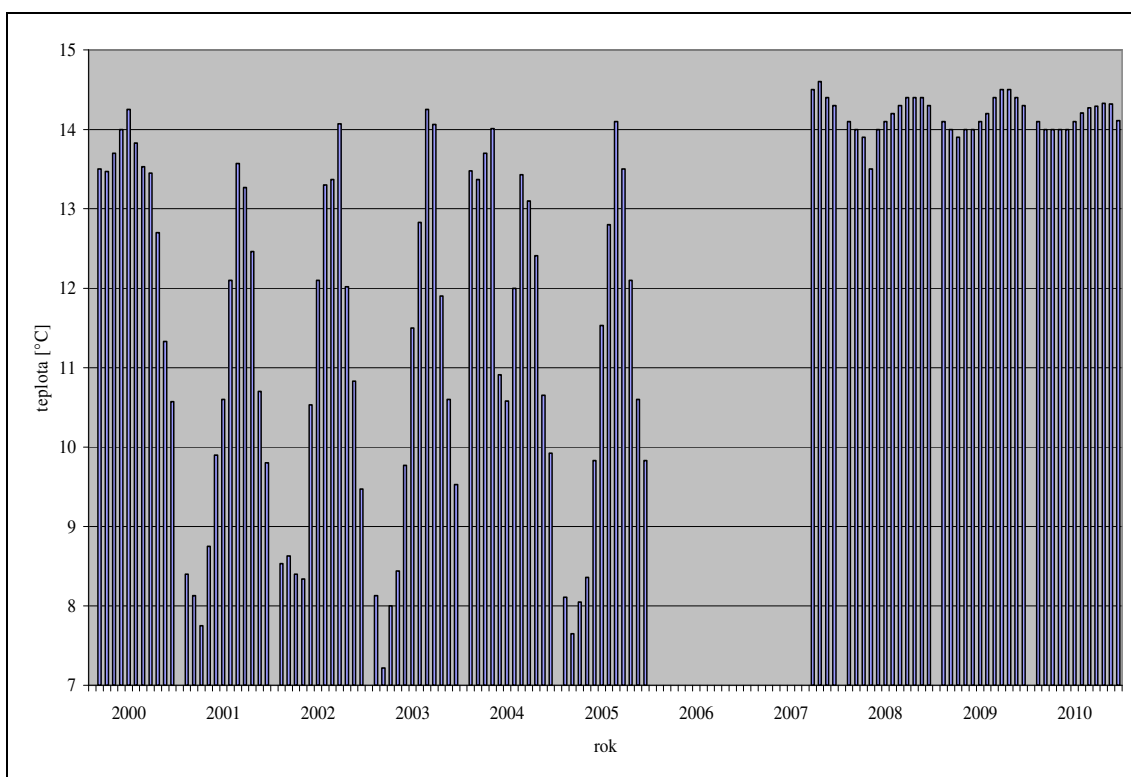
Změny teploty vody mělkých i hlubokých přírodních léčivých zdrojů při změnách teploty vzduchu mají obdobný chod. Se zvyšující se teplotou vzduchu se zvyšuje i teplota vody a naopak. U mělkých přírodních léčivých zdrojů je průměrná roční teplota vody nižší než u přírodních léčivých zdrojů hlubokých, a to přibližně o 0,5 °C. Rozdíl teplot vody během roku většinou nepřesahuje 4 °C (z 94 % u mělkých přírodních léčivých zdrojů a z 88 % u hlubokých přírodních léčivých zdrojů a 2 °C z 75 % u mělkých přírodních léčivých zdrojů a z 67 % u hlubokých přírodních léčivých zdrojů). Nejvyšší teploty vody byly dosaženy u mělkých přírodních léčivých zdrojů v červenci, srpnu a září a u hlubokých přírodních léčivých zdrojů v červenci a srpnu.



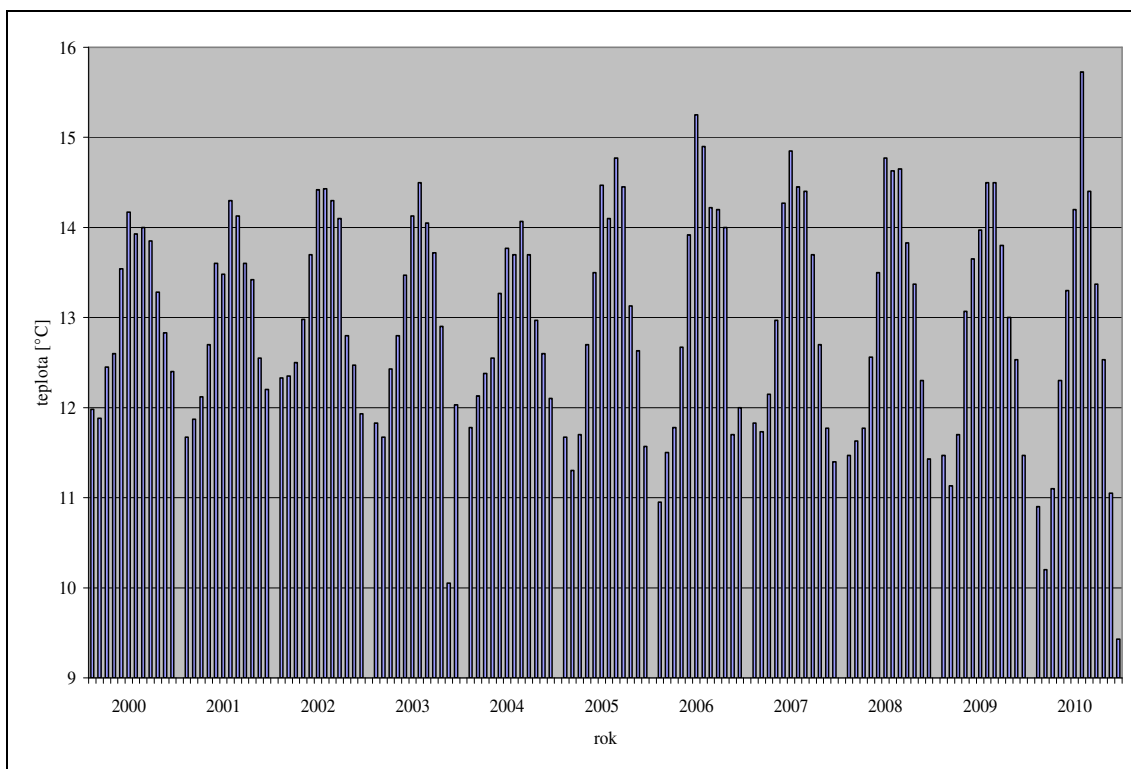
Nejnižší teploty vody byly naměřeny u mělkých přírodních léčivých zdrojů v lednu a únoru a u hlubokých přírodních léčivých zdrojů v prosinci a lednu.



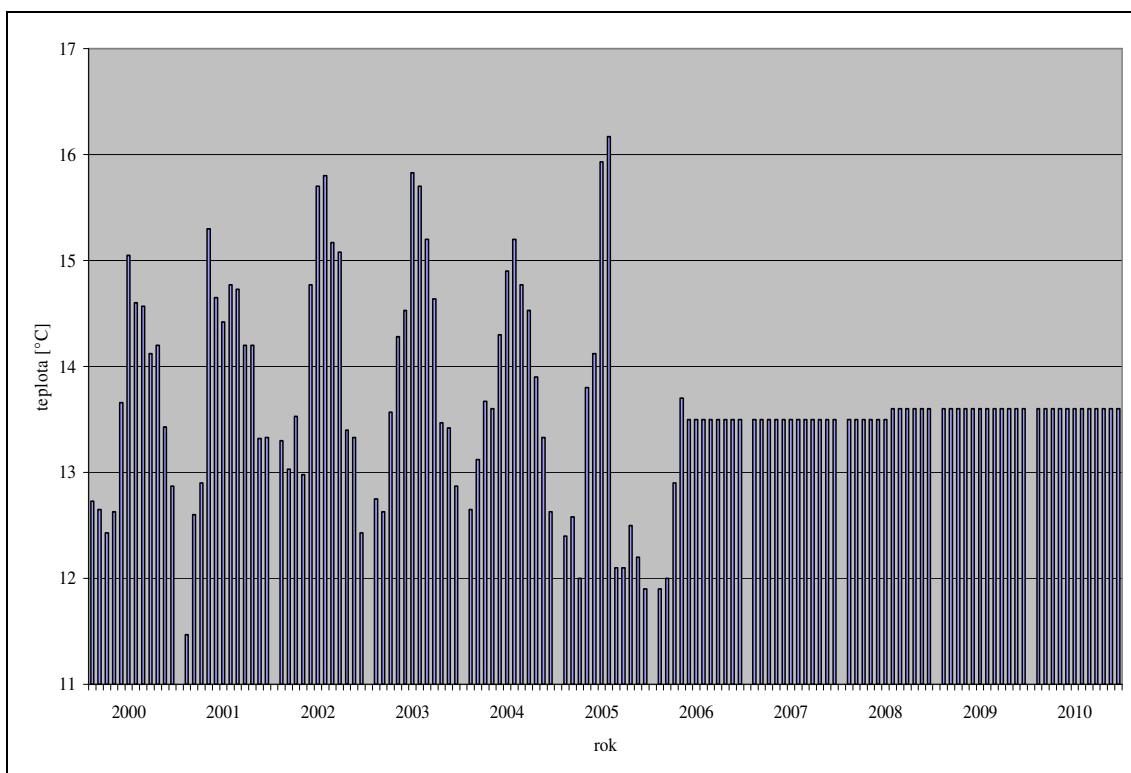
Obr. 19: Pramen Stanislav – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



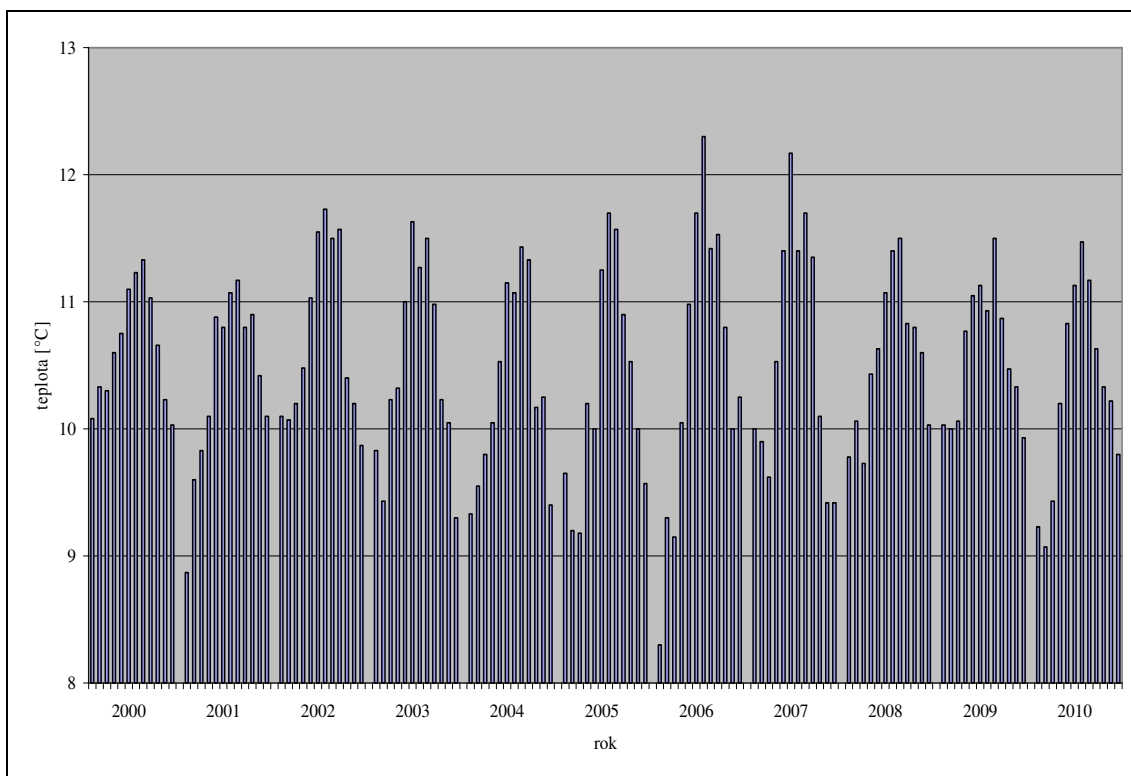
Obr. 20: Pramen Nový Kostelní – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



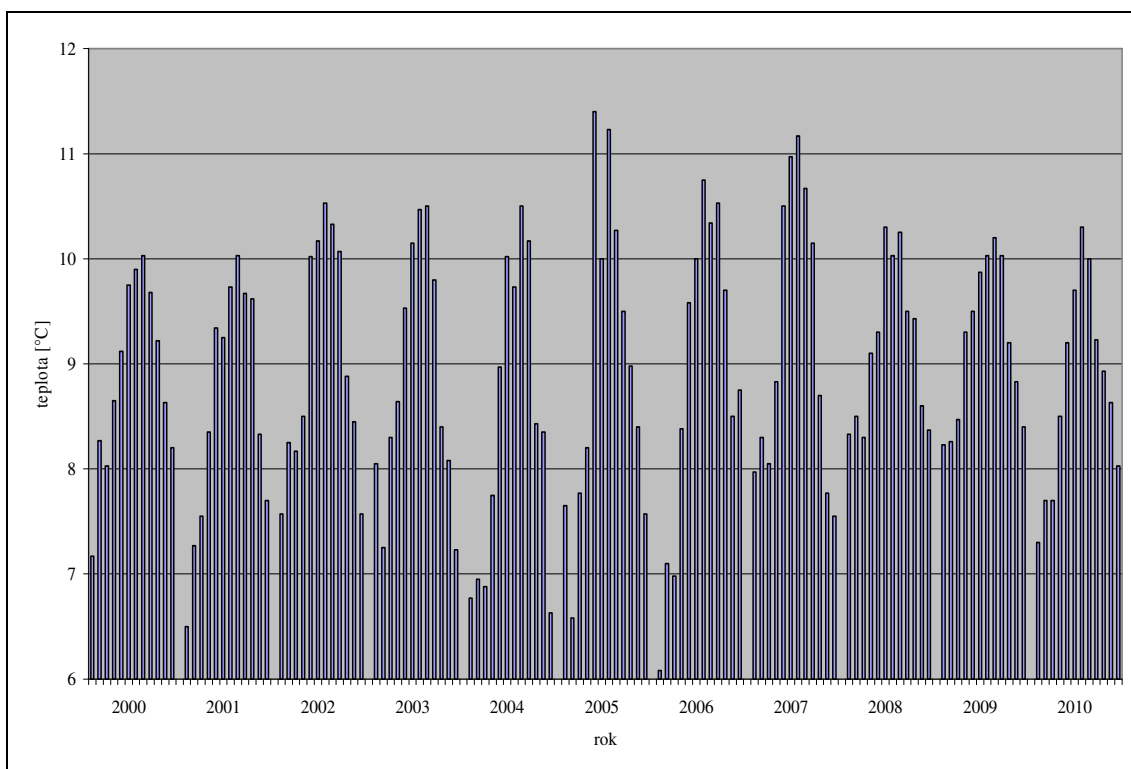
Obr. 21: Pramen Adler – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



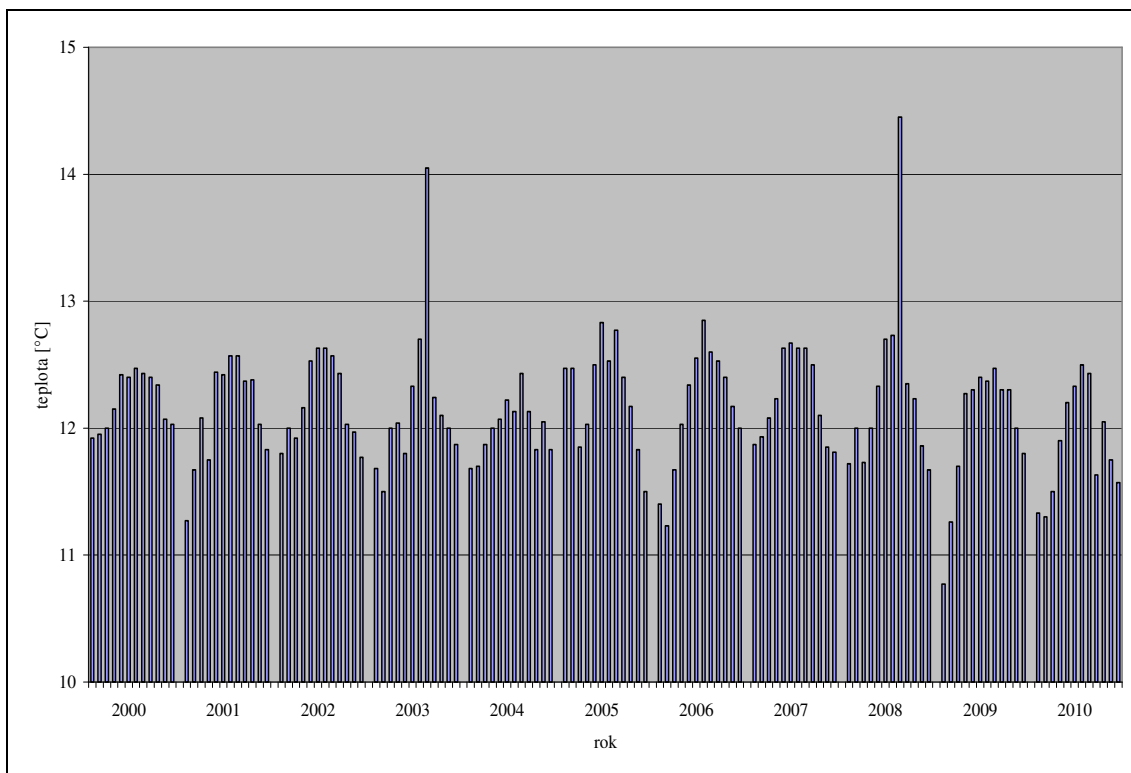
Obr. 22: Pramen Císařský – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



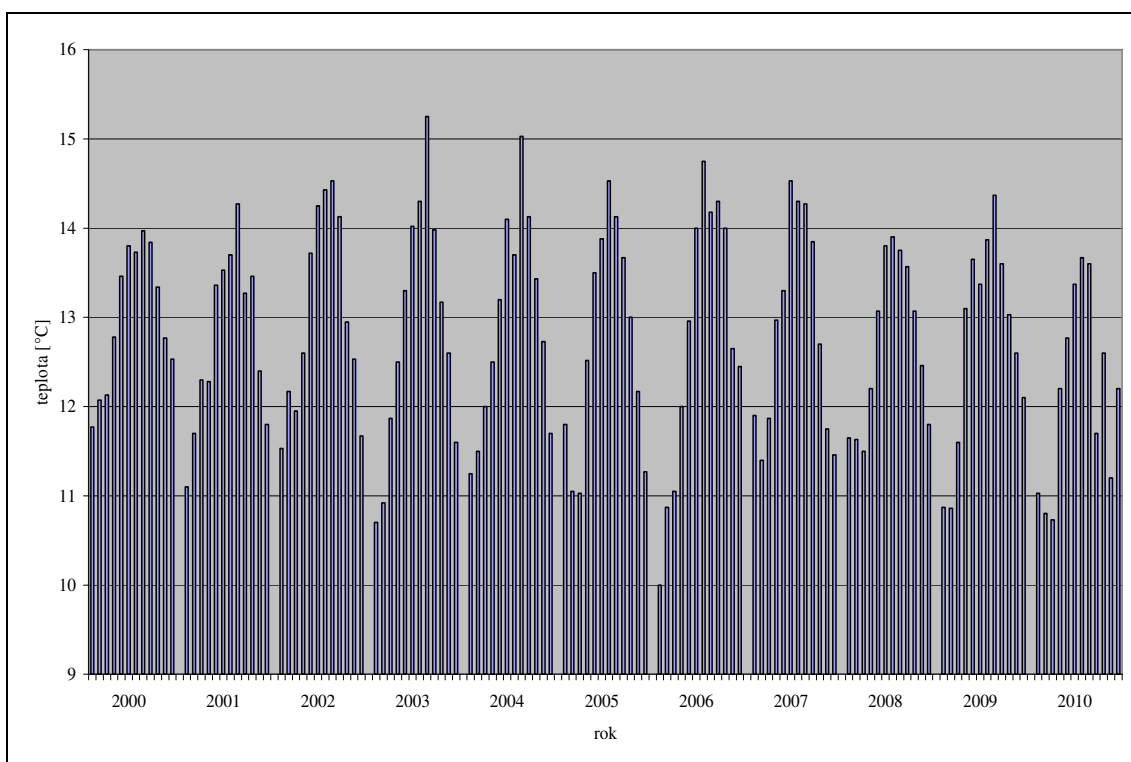
Obr. 23: Pramen Glauber I – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



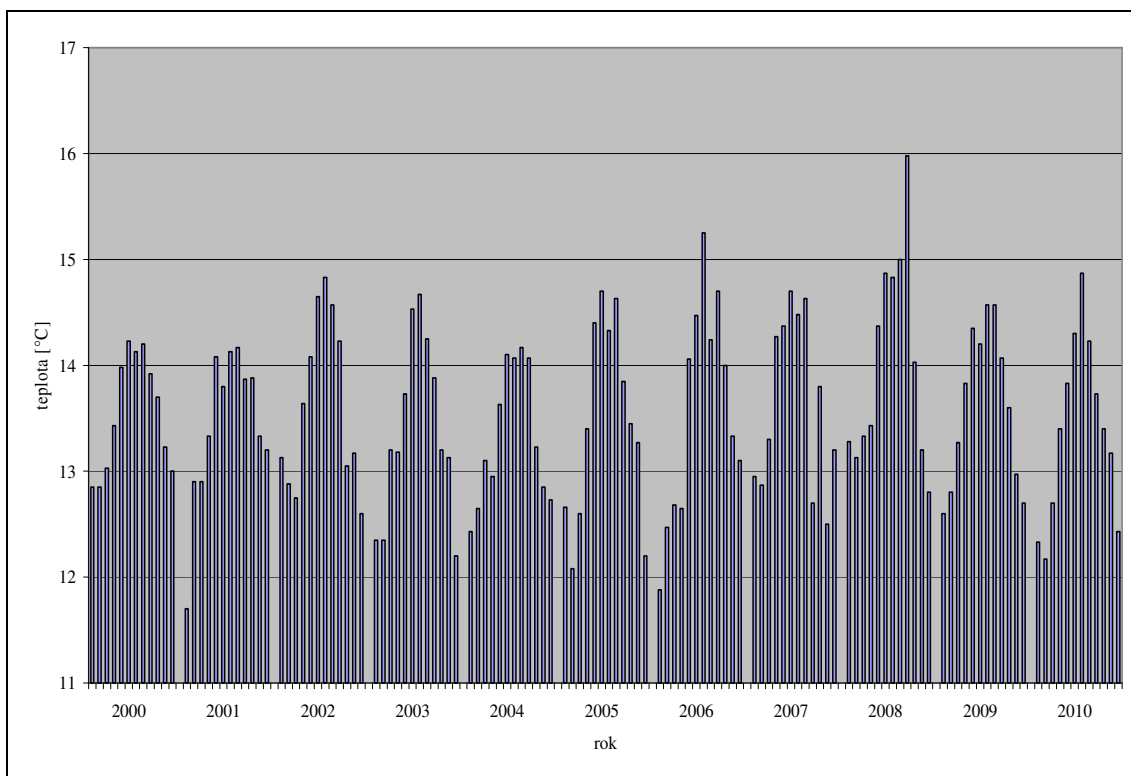
Obr. 24: Pramen Glauber II – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



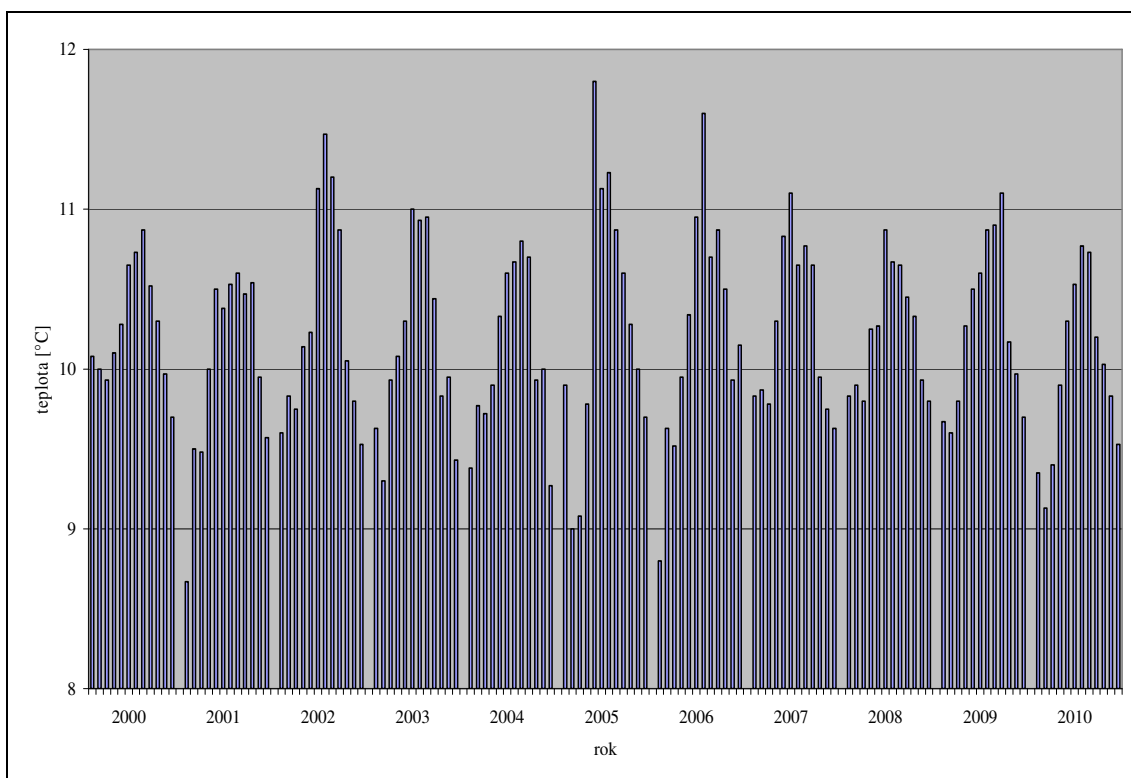
Obr. 25: Pramen Glauber III – průměrné měsíční teploty vody v období 2000 až 2010



Obr. 26: Pramen Glauber IV – průměrné měsíční teploty vody v období 2000 až 2010



Obr. 27: Pramen Marian– průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010



Obr. 28: Pramen Sluneční – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010

### **6.3 Porovnání teploty vzduchu a teploty vody vybraných přírodních léčivých zdrojů ve sledovaném období 2000-2010**

Pro posouzení vlivu teploty vzduchu na teplotu vody přírodních léčivých zdrojů byly vybrány čtyři přírodní léčivé zdroje. Výběr byl proveden z přírodních léčivých zdrojů, které byly měřeny po celou dobu sledovaného období automatizovaným měřicím systémem. Hlavním důvodem tohoto výběru byla vysoká četnost měření a přesnost měřících sond, které jsou umístěny pod hladinou vody v podstatně stabilnějších podmínkách, než je manuální měření na přetocích. Pro posouzení rozdílného vlivu teploty vzduchu na teplotu vody přírodních léčivých zdrojů v závislosti na jejich hloubce, byly vybrány dva mělké přírodní léčivé zdroje – Cartellieri a Palliardi a dva hluboké přírodní léčivé zdroje – Nový Kostelní a Stanislav.

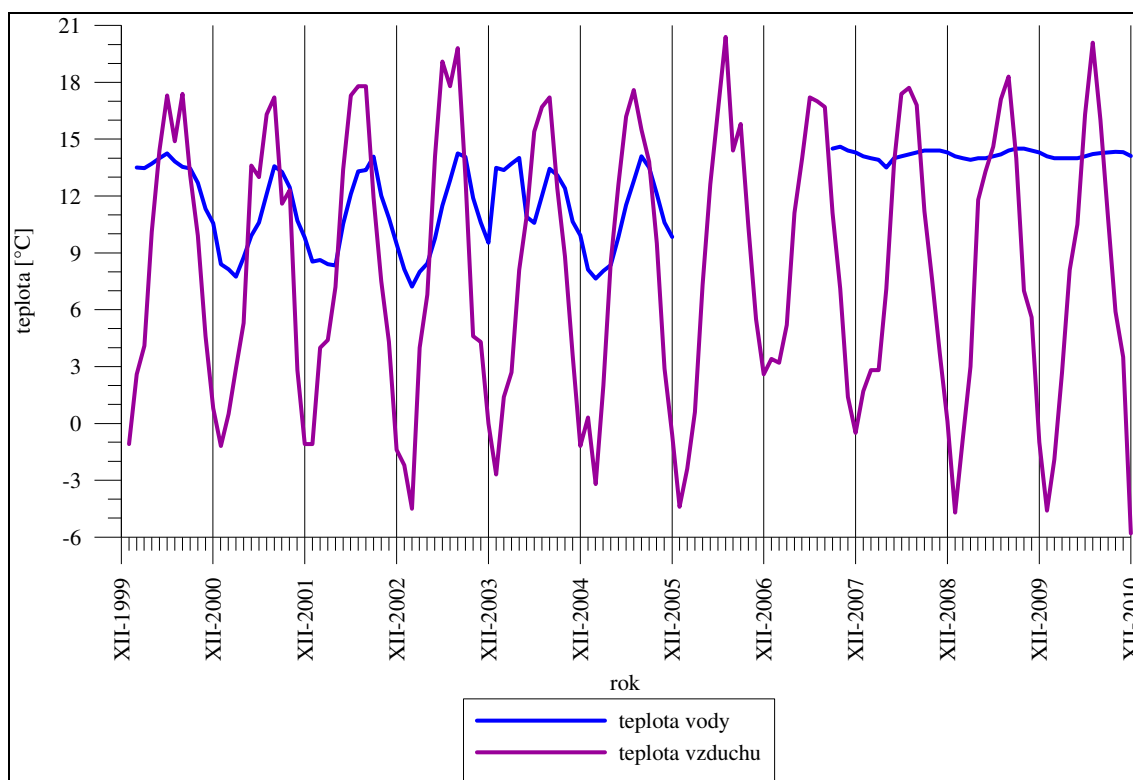
U všech sledovaných přírodních léčivých zdrojů došlo ke snížení rozptylu teplot vody od roku 2006. Důvodem snížení rozptylu naměřených hodnot je provedená výměna všech sond automatického měřicího systému pro podstatné zvýšení jejich technické spolehlivosti. Navíc byly z hodnocení vypuštěny hodnoty, které byly naměřeny při poruše na automatizovaném měřicím systému (viz podkapitola 6.2).

U pramene Nový Kostelní je, kromě snížení rozptylu teplot vody, patrný také nárůst její hodnoty. Důvodem je zahájení využívání tohoto přírodního léčivého zdroje. Pramen Nový Kostelní byl objeven v roce 1999 a až do března 2006 nebyl využíván. Průměrná teplota vody přírodního léčivého zdroje byla v období stagnace o 3 °C nižší než v době jeho využívání (obr. 29). Po dobu stagnace byla průměrná teplota vody 11,2 °C a od započetí využívání tohoto zdroje je průměrná roční teplota vody 14,2 °C. Nižší hodnoty teploty vody v období stagnace přírodního léčivého zdroje jsou způsobeny větším vlivem přírodního prostředí na jeho teplotu.

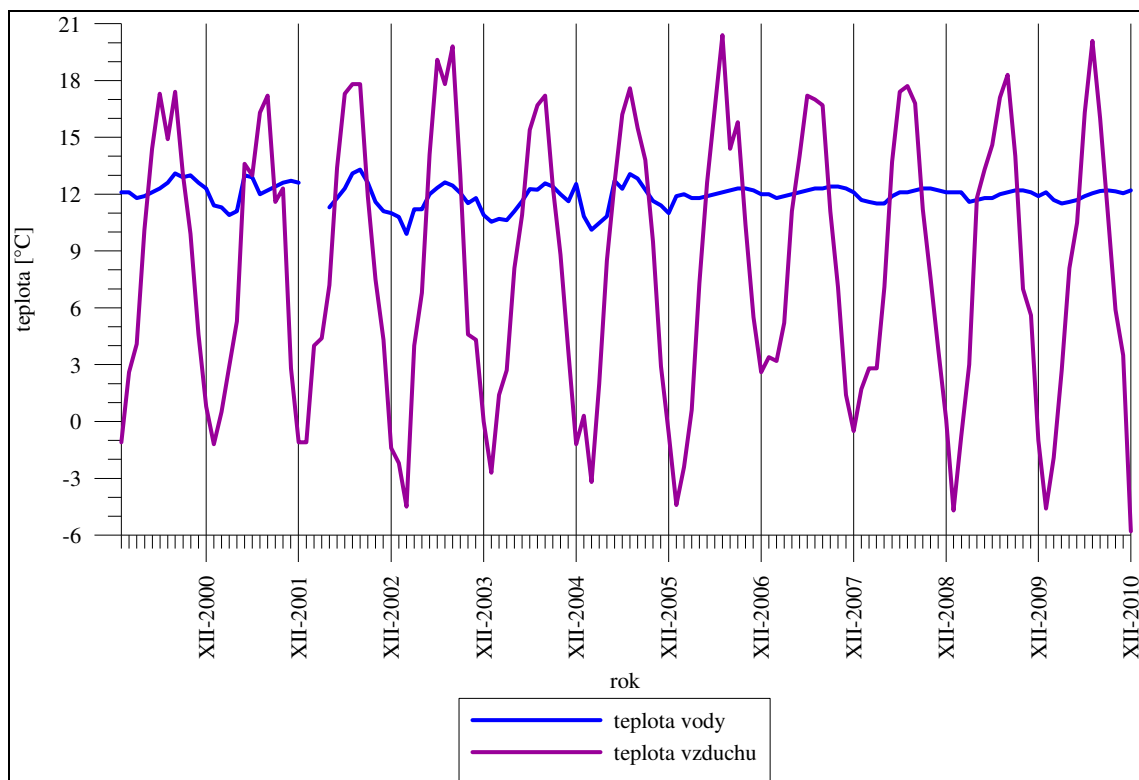
Teplota vody všech přírodních léčivých zdrojů byla ve sledovaném období poměrně stabilní a kolísala pouze v rámci přirozených výkyvů. Rozdíl teploty vody přírodních léčivých zdrojů během roku se před výměnou sond pohyboval u mělkých přírodních léčivých zdrojů v rozmezí cca 1–3 °C (obr. 30 a 31) a u hlubokých přírodních léčivých zdrojů v rozmezí cca 3,5 až 7 °C u pramene Nový Kostelní (obr. 29) a 4,5–6,5 °C u pramene Stanislav (obr. 32). Po výměně sond se rozmezí hodnot výrazně snížilo, a to u mělkých přírodních léčivých zdrojů na 0,5–0,8 °C u pramene Cartellieri

(obr. 30) a 0,4–1,2 °C u pramene Palliardi (obr. 31) a u hlubokých přírodních léčivých zdrojů na 0,3–0,9 °C u pramene Nový Kostelní (obr. 29) a 1–1,1 °C u pramene Stanislav (obr. 32).

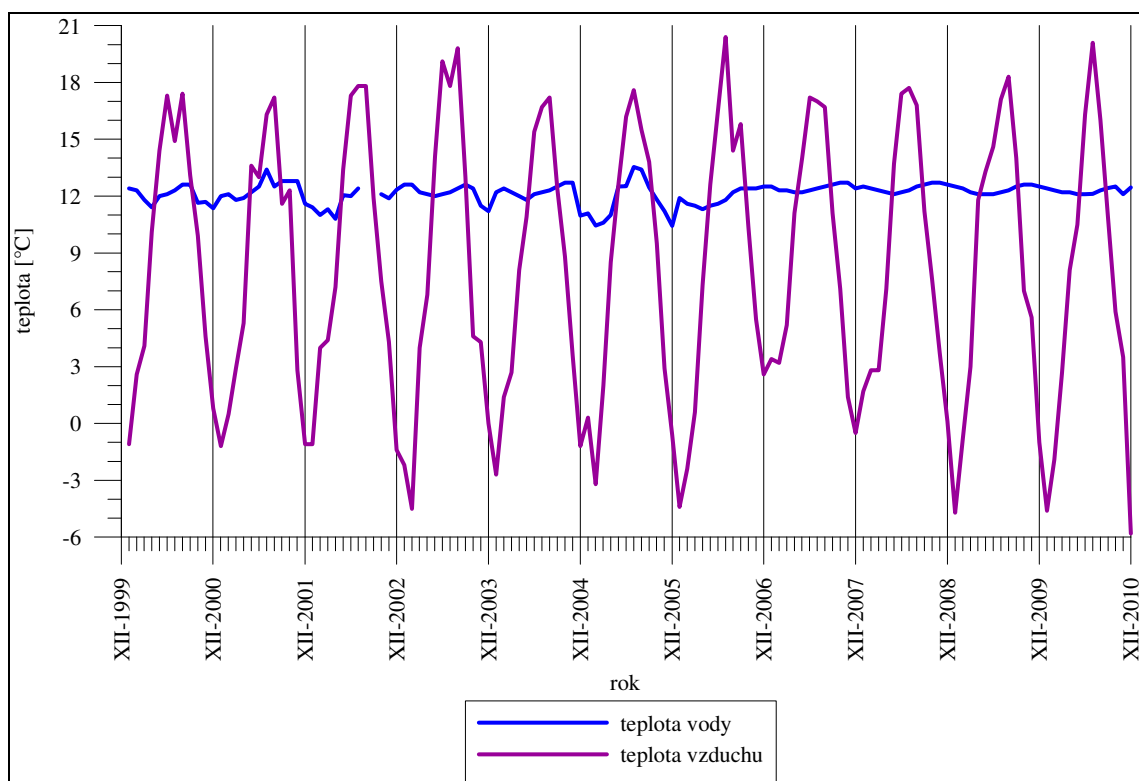
Teplota vody přírodních léčivých zdrojů prokazatelně reaguje na chod teploty vzduchu, avšak tento jev není bezprostřední ani u jedné skupiny sledovaných přírodních léčivých zdrojů. Teplota vzduchu dosáhla nejvyšších hodnot v červenci a srpnu a nejnižších v prosinci a lednu. U mělkých přírodních léčivých zdrojů reaguje teplota vody s poněkud větším zpožděním, než u přírodních léčivých zdrojů hlubokých. Nejvyšších teplot vody bylo dosahováno u mělkých přírodních léčivých zdrojů v září a říjnu a u hlubokých přírodních léčivých zdrojů v srpnu a září. Nejnižší teploty vody byly zaznamenány u mělkých přírodních léčivých zdrojů v únoru a březnu u pramene Cartellieri a v dubnu, květnu a prosinci u pramene Palliardi a u hlubokých přírodních léčivých zdrojů v prosinci a lednu u pramene Stanislav a v prosinci a březnu u pramene Nový Kostelní.



Obr. 29: Průměrné měsíční teploty vzduchu a pramene Nový Kostelní v období 2010–2010

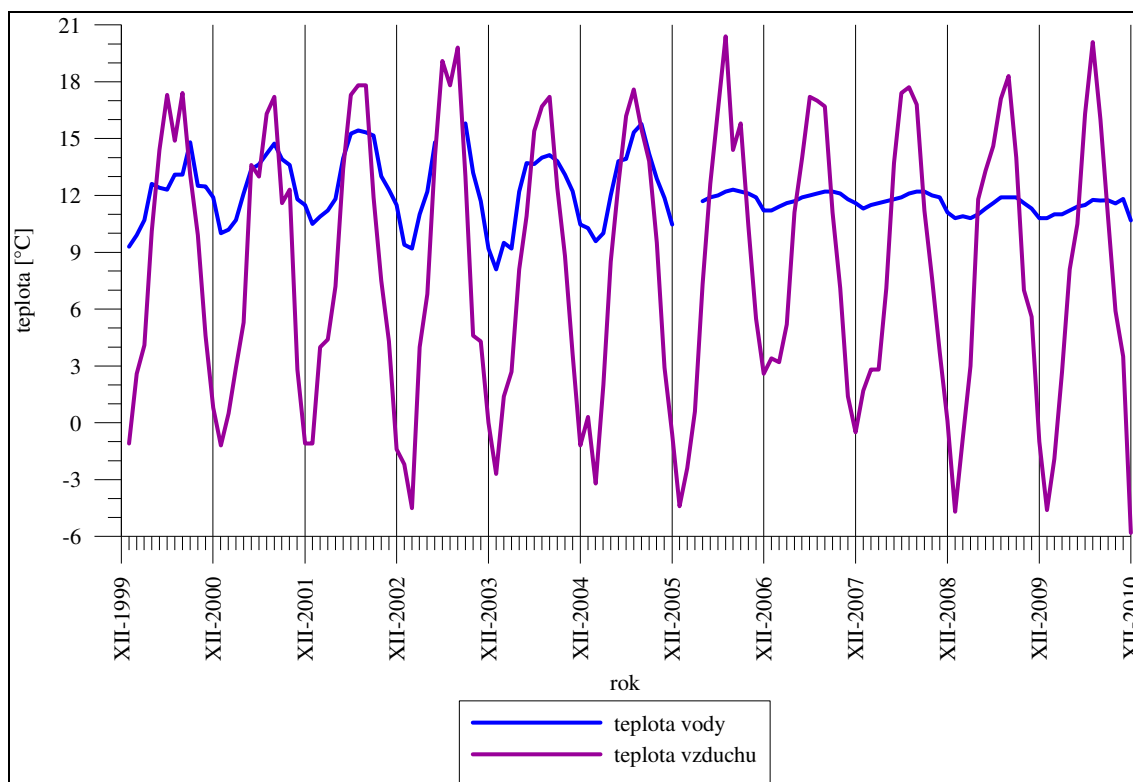


Obr. 30: Průměrné měsíční teploty vzduchu a pramene Cartellieri v období 2000–2010



Obr. 31: Průměrné měsíční teploty vzduchu a pramene Palliardi v období 2000–2010





Obr. 32: Průměrné měsíční teploty vzduchu a pramene Stanislav v období 2000–2010

#### 6.4 Porovnání množství srážek a hladiny vody vybraných přírodních léčivých zdrojů ve sledovaném období 2000–2010

Pro posouzení vlivu množství srážek na hladinu vody přírodních léčivých zdrojů byly vybrány čtyři přírodní léčivé zdroje. Výběr byl proveden z přírodních léčivých zdrojů, které byly měřeny po celou dobu sledovaného období automatizovaným měřicím systémem. Důvodem byla vysoká četnost měření a přesnost měřicích sond. Z důvodu možnosti posouzení rozdílného vlivu množství srážek na hladinu vody přírodních léčivých zdrojů v závislosti na jejich hloubce, byly vybrány dva mělké přírodní léčivé zdroje – Cartellieri a Palliardi a dva hluboké přírodní léčivé zdroje – Nový Kostelní a Stanislav.

Z hodnocení byly vypuštěny hodnoty, které byly naměřeny při poruše na automatizovaném měřicím systému (viz podkapitola 6.2), dále nejsou některé údaje k dispozici (chybí údaj za duben 2008 u pramene Nový Kostelní (obr. 33), protože naměřené hodnoty za tento měsíc nebyly zaznamenány a viz podkapitola 6.3).

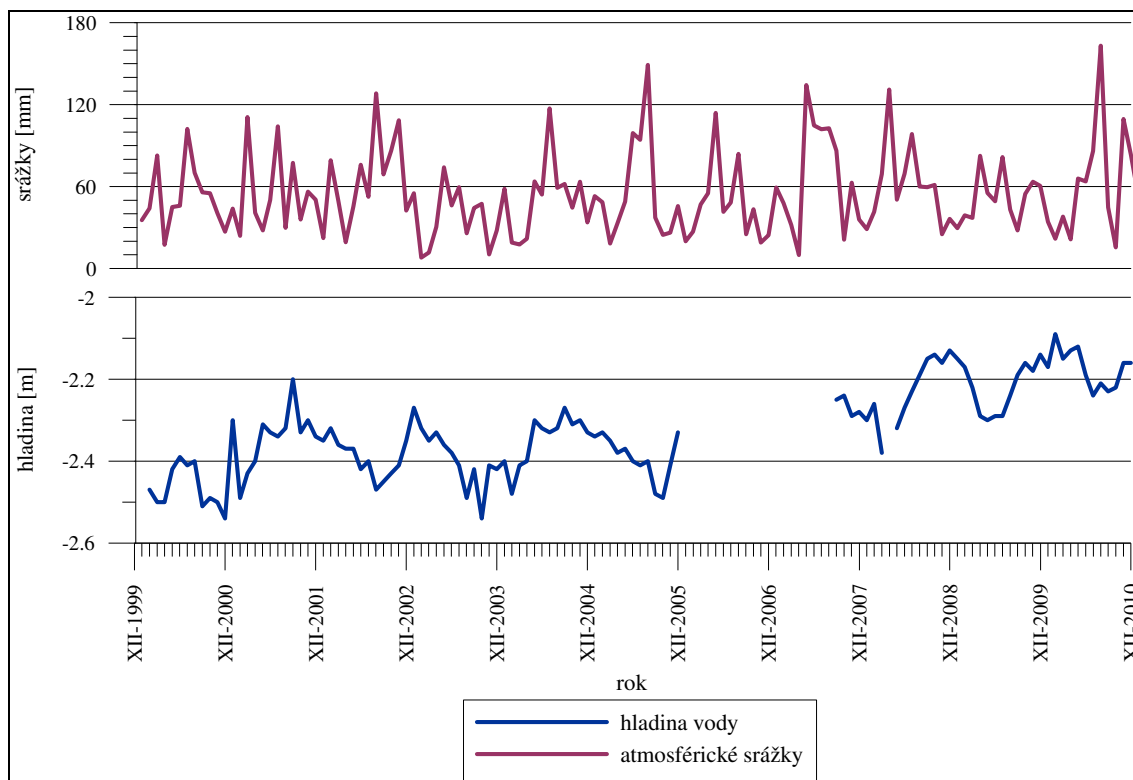
Výška hladiny vody jednotlivých přírodních léčivých zdrojů je měřena od odměrného bodu, která má hodnotu u pramene Cartellieri 434,17 m n.m., Palliardi 435,31 m n.m., Nový Kostelní 438,937 m n.m. a Stanislav 444,88 m n.m. Odměrný bod představuje souřadnice z stanovená na základě výškového systému Bpv.

Výška hladiny vody všech sledovaných přírodních léčivých zdrojů byla ve vymezeném období poměrně stabilní a kolísala pouze v rámci přirozených výkyvů. Rozdíl výšky hladiny vody přírodních léčivých zdrojů během roku byl před výměnou sond (viz. podkapitola 6.3) u mělkých přírodních léčivých zdrojů cca 36–93 cm u pramene Cartellieri (obr. 34) a 16–73 cm u pramene Palliardi (obr. 35) a u hlubokých přírodních léčivých zdrojů cca 15–27 cm u pramene Nový Kostelní (obr. 33) a 21 až 73 cm u pramene Stanislav (obr. 36). Po výměně sond se rozdíl hodnot snížil, a to u mělkých přírodních léčivých zdrojů na cca 27–73 cm u pramene Cartellieri (obr. 34) a 14–53 cm u pramene Palliardi (obr. 35) a u hlubokých přírodních léčivých zdrojů na cca 15–25 cm u pramene Nový Kostelní (obr. 33) a 11–18 cm u pramene Stanislav (obr. 36).

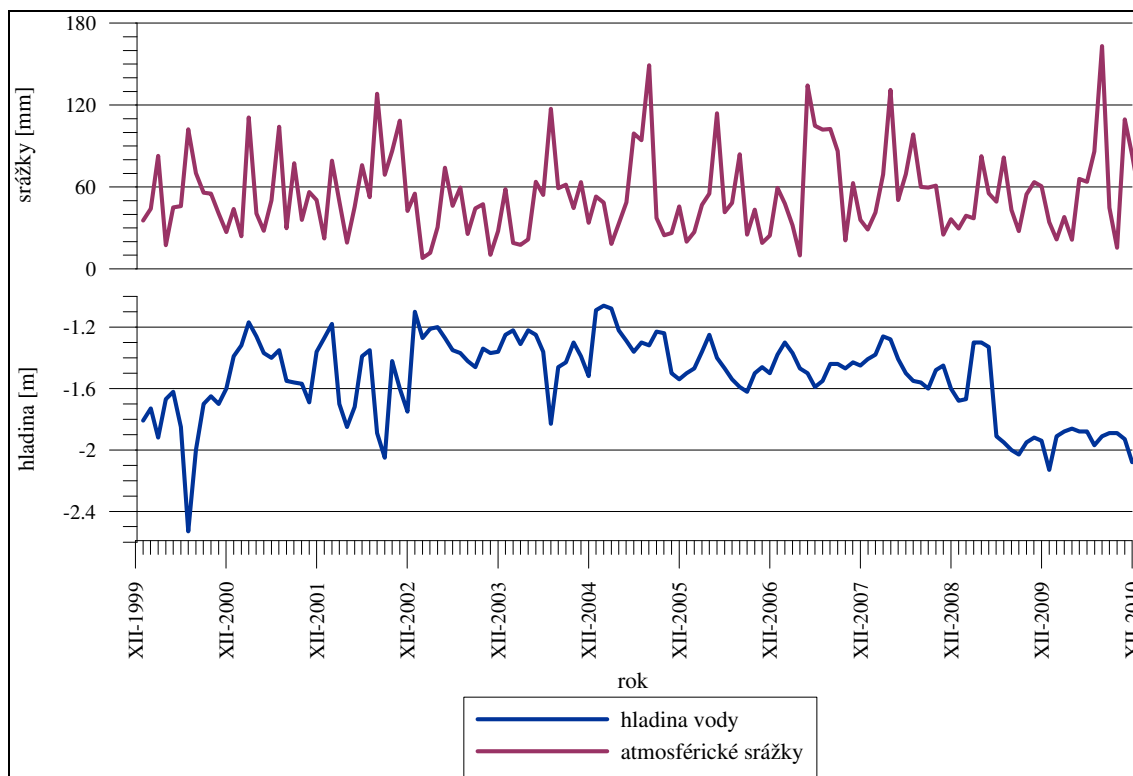
U pramene Nový Kostelní je patrný rozdíl ve výšce hladiny vody mezi obdobím stagnace a jeho čerpáním. Průměrná výška hladiny vody byla před započítáním čerpání přírodního léčivého zdroje cca 2,4 m od odměrného bodu a po započítání pravidelného čerpání cca 2,2 m od odměrného bodu (obr. 33).

U pramene Cartellieri došlo v červnu 2009 ke snížení hladiny vody o cca 60 cm na úroveň kolem 1,95 m od odměrného bodu a tato změna je stálá až do konce sledovaného období (obr. 34). Snížení výšky hladiny vody není způsobeno snížením spadlých srážek, neboť v rozhodném období nedošlo k poklesu srážek od průměru.

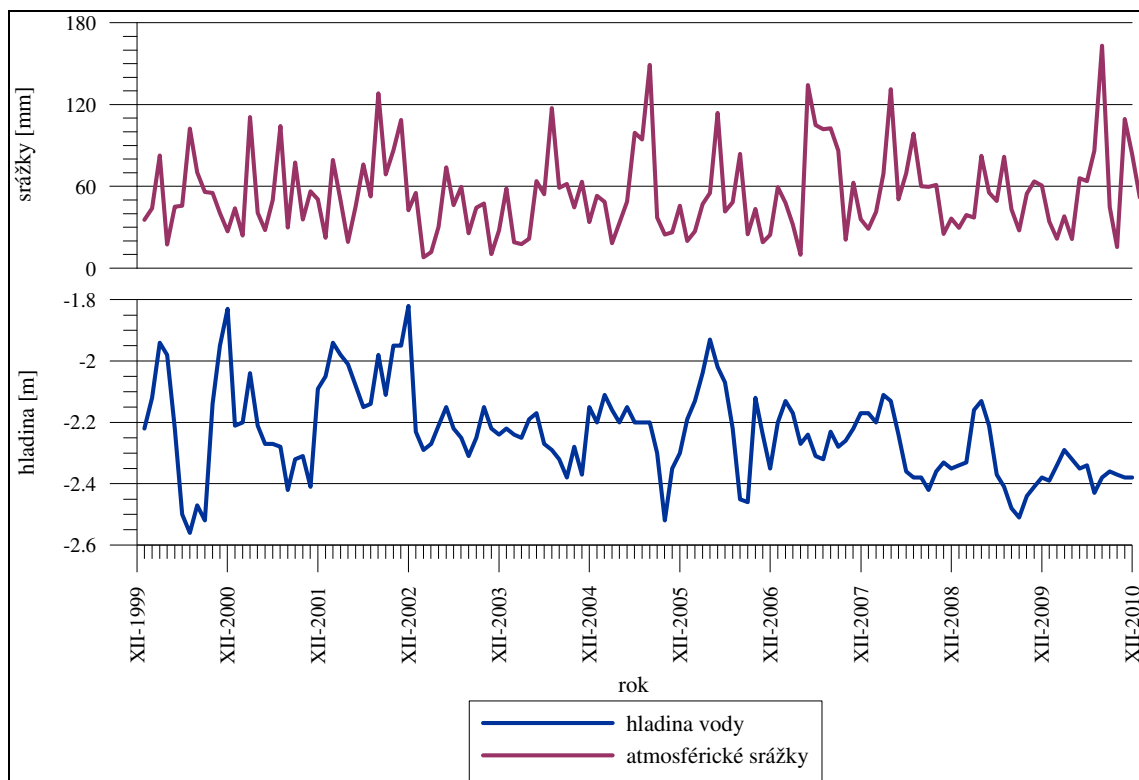
Výška hladiny vody přírodních léčivých zdrojů prokazatelně přímo nereaguje na množství spadlých srážek. Nejvíce srážek spadlo ve sledovaném období v červenci a srpnu a nejméně v lednu, únoru a dubnu. Nejvyšších hladin vody bylo dosahováno u mělkých přírodních léčivých zdrojů v únoru až dubnu u pramene Cartellieri a v únoru a březnu u pramene Palliardi a u hlubokých přírodních léčivých zdrojů v prosinci. Nejnižší hladiny vody byly zaznamenány u mělkých přírodních léčivých zdrojů v září a u hlubokých přírodních léčivých zdrojů v únoru a říjnu u pramene Nový Kostelní a v září u pramene Stanislav.



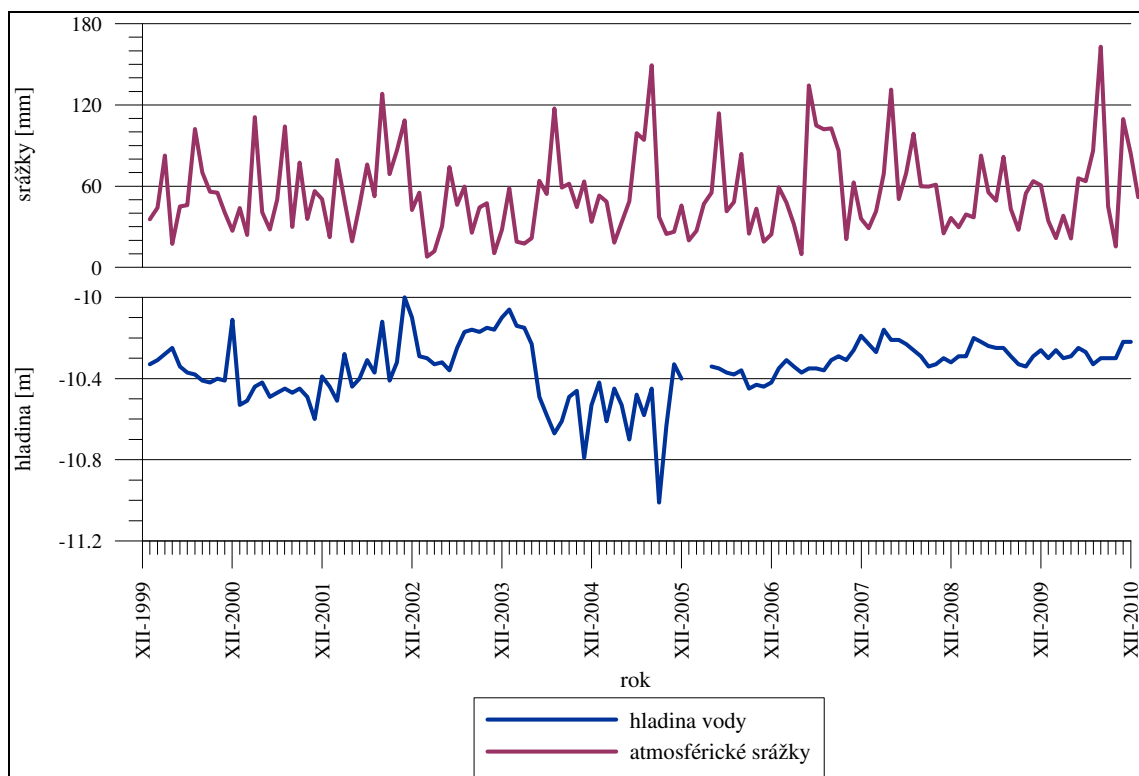
Obr. 33: Průměrné měsíční srážky a výška hladiny vody pramene Nový Kostelní od odměrného bodu v období 2000–2010



Obr. 34: Průměrné měsíční srážky a výška hladiny vody pramene Cartellieri od odměrného bodu v období 2000–2010



Obr. 35: Průměrné měsíční srážky a výška hladiny vody pramene Palliardi od odměrného bodu v období 2000–2010



Obr. 36: Průměrné měsíční srážky a výška hladiny vody pramene Stanislav od odměrného bodu v období 2000–2010

## 6.5 Vliv seismické aktivity na teplotu a hladinu vody vybraných přírodních léčivých zdrojů ve sledovaném období 2000–2010

Oblast západních Čech je poměrně bohatá na výskyt seismických rojů, které dosahují magnitudo zaznamenané většinou pouze seismografy. Pro posouzení vlivu seismické aktivity na přírodní léčivé zdroje byly vybrány čtyři přírodní léčivé zdroje, u kterých bylo provedeno posouzení závislosti jejich teploty vody na teplotě vzduchu a výšky hladiny vody na množství srážek.

Ve sledovaném období byla zaznamenána seismická aktivita o velikosti magnitudo  $\geq 3$  pouze v letech 2000 (2x) a 2008 (19x) a  $\geq 4$  pouze v roce 2008 (5x). Magnitudo souboru seismických jevů nepřesáhlo ve sledovaném období hodnotu 4,1 (tab. 12).

V roce 2008 byly zaznamenány nejvyšší hodnoty magnitudo ve sledovaném období. Zemětřesná aktivita o magnitudo  $\geq 3$  byla zaznamenána pouze během jednoho měsíce, a to mezi 9. a 29. říjnem. U žádného ze sledovaných přírodních léčivých zdrojů nedošlo k výrazné či dlouhodobé změně teploty vody (obr. 37). Maximální změna teploty vody v podrobně sledovaném období 1.10.–10.11.2008 byla mezi jednotlivými dny 0,6 °C. Během tohoto období došlo u všech sledovaných přírodních léčivých zdrojů ke krátkodobému snížení průměrné denní teploty vody na 1 den. U pramenů Cartellieri, Palliardi a Nový Kostelní došlo k tomuto poklesu o 0,3 °C 1.11.2008 a u pramene Stanislav o 0,6 °C 2.11.2008. U pramene Stanislav je tento pokles teploty vody pravidelný cca 1 x 7 dní, ale oproti normálu dne 2.11.2008 došlo k poklesu o 0,1 °C více. K dalšímu většímu poklesu došlo 9.10.2008, a to u pramene Nový Kostelní o 0,4 °C, u pramene Cartellieri o 0,1 °C a u pramene Stanislav o 0,5 °C, u tohoto přírodního léčivého zdroje dle pravidelného trendu. Další změny v rámci období 1.10. až 10.11.2008 byly pouze o 0,1 °C, a to většinou po dobu jednoho dne. K těmto změnám však docházelo i před projevem seismické činnosti, tyto změny tedy nemohou být vysvětlovány tímto jevem.

U žádného ze sledovaných přírodních léčivých zdrojů nedošlo k dlouhodobé změně výšky hladiny vody (obr. 38). Rozdíl výšky hladiny vody u všech sledovaných přírodních léčivých zdrojů mezi jednotlivými dny v rámci sledovaného období 1.10. až 10.11.2008 byl většinou pod 10 cm. Výraznější změny ve výšce hladiny vody byly

zaznamenány max. v délce trvání 1 dne, a to u pramene Stanislav, kdy dne 1.11.2008 došlo k vzestupu hladiny vody o 26 cm.

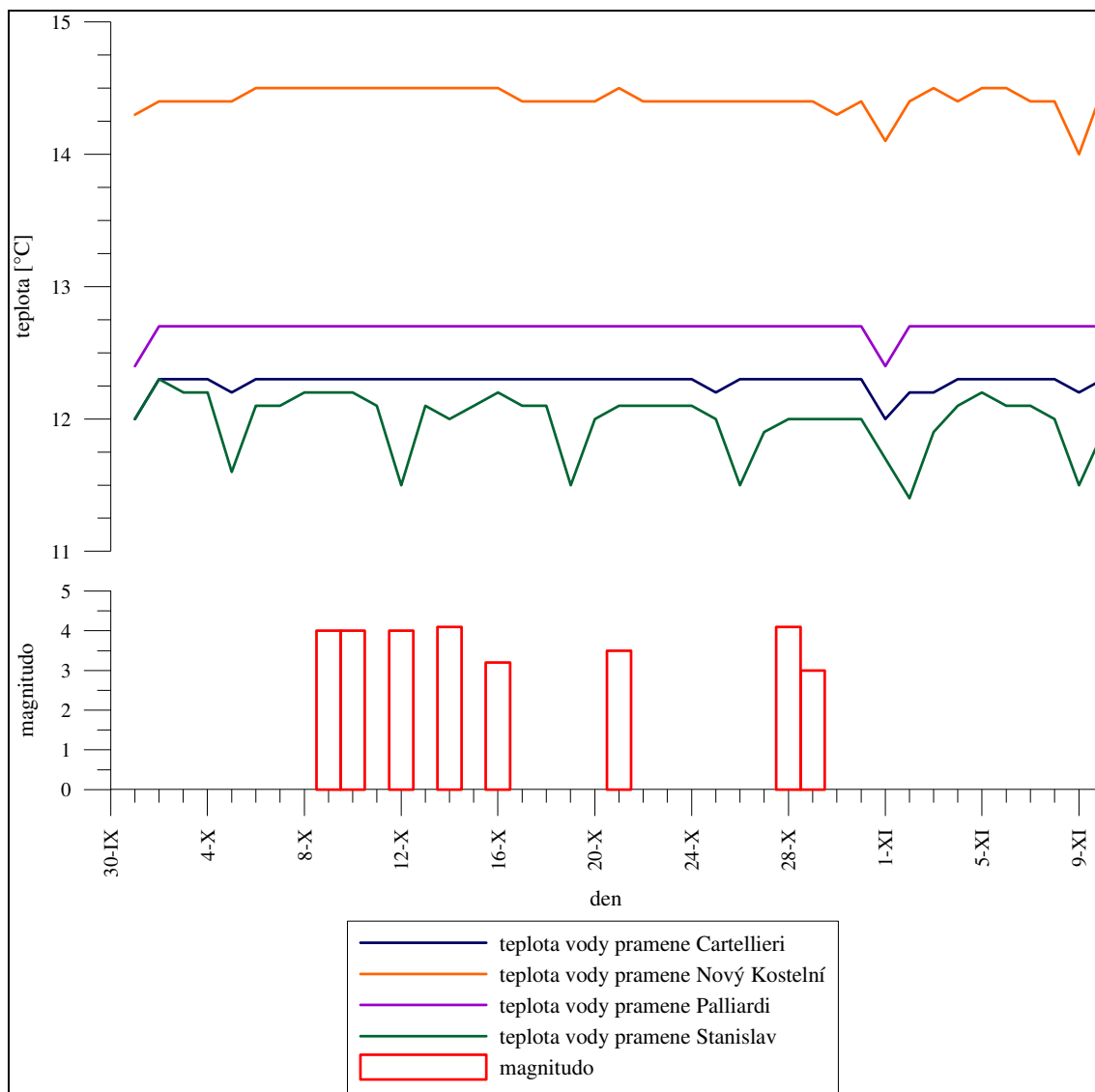
Tab. 12: Hodnoty magnitudo  $\geq 3$  zaznamenané za období 2000–2010, zdroj materiály poskytnuté Ústavem struktury a mechaniky hornin AV ČR

Datum	Čas	Magnitudo
8.09.2000	11:39	3,2
6.11.2000	22:34	3,2
9.10.2008	22:20	<b>4,0</b>
10.10.2008	00:39	3,3
	03:22	3,9
	04:52	3,1
	06:27	3,0
	07:32	3,1
	08:08	<b>4,0</b>
	11:18	3,6
	13:51	3,0
	19:08	3,1
	21:41	3,1
12.10.2008	07:44	<b>4,0</b>
	15:09	3,1
14.10.2008	04:01	3,4
	04:05	3,0
	19:00	<b>4,1</b>
16.10.2008	10:48	3,2
21.10.2008	01:10	3,0
	02:14	3,5
28.10.2008	08:27	3,1
	08:30	<b>4,1</b>
	10:07	3,3
	14:51	3,2
29.10.2008	02:10	3,0

V roce 2000 došlo pouze dvakrát k překročení magnitudo o hodnotě 3, a to v rozmezí téměř dvou měsíců. Denní hodnoty jsou k dispozici pouze u dvou přírodních léčivých zdrojů, a to v období 1.9.–5.10.2000 u pramene Cartellieri pouze teplota vody a u pramene Stanislav teplota a hladina vody. Během sledovaného období nedošlo k zásadní změně teploty či hladiny vody sledovaných přírodních léčivých

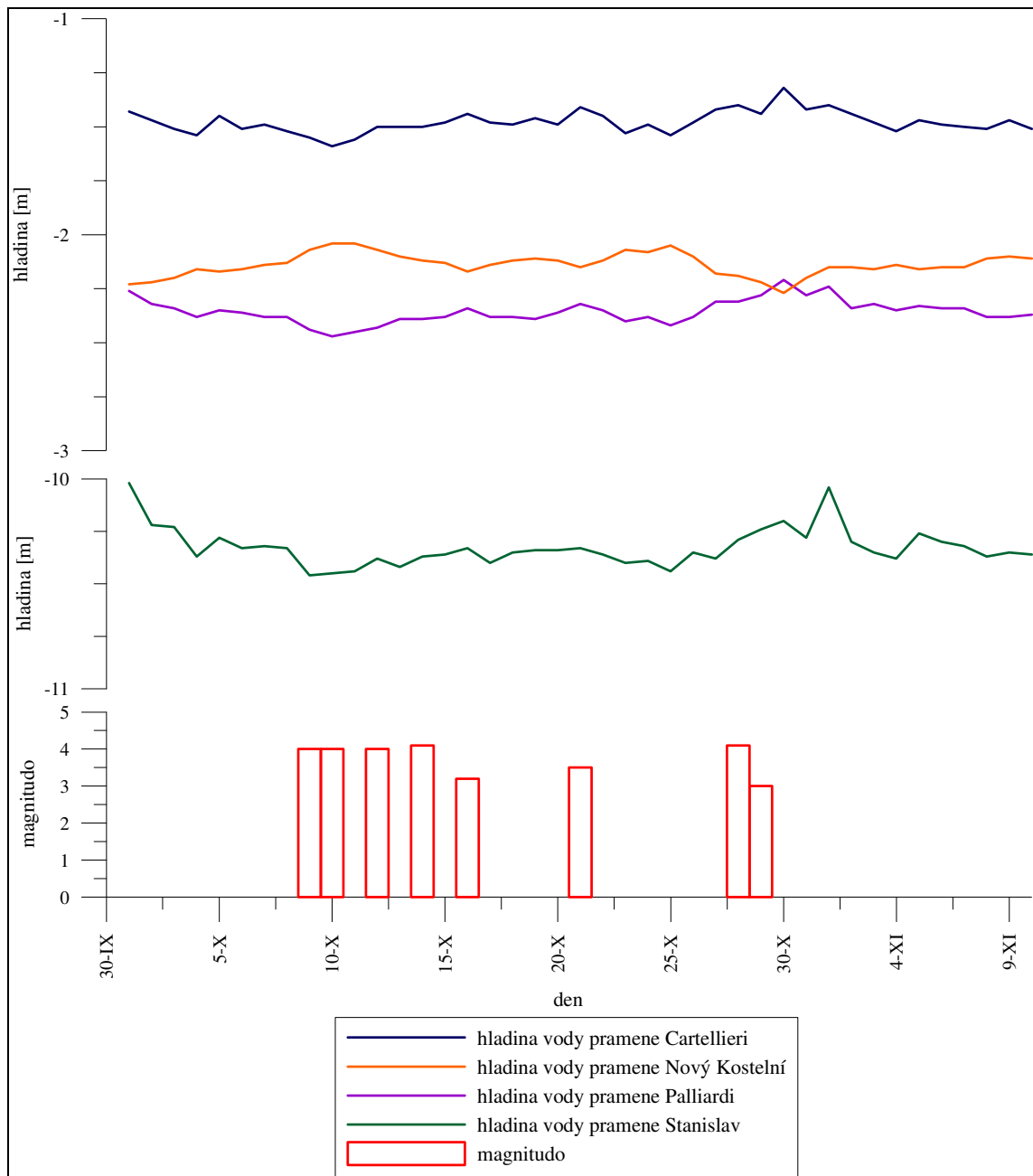
zdrojů (obr. 39). Rozkolísanost teploty vody byla po celou dobu sledovaného období do 1 °C u pramene Cartellieri a do 3 °C u pramene Stanislav a hladiny vody do 18 cm u pramene Stanislav.

Na základě výše uvedených zjištění je patrné, že seismická aktivita, která byla zaznamenána v roce 2000 a 2008 neměla vliv na hladinu a teplotu vody sledovaných přírodních léčivých zdrojů. Je nepravděpodobné, že výrazné zvýšení hladiny vody u pramene Stanislav 1.11.2008 bylo způsobeno seismickou aktivitou, protože magnitudo  $\geq 3$  bylo zaznamenáno už od 9. října 2008, a ke stejnému krátkodobému zvýšení hladiny vody přírodního léčivého zdroje o 30 cm došlo také 1.10.2008 (obr. 40). Síla seismické aktivity nebyla tedy tak vysoká, aby se projevila u sledovaných přírodních léčivých zdrojů. Změny teploty a hladiny vody přírodních léčivých zdrojů jsou tedy způsobeny především jejich čerpáním.

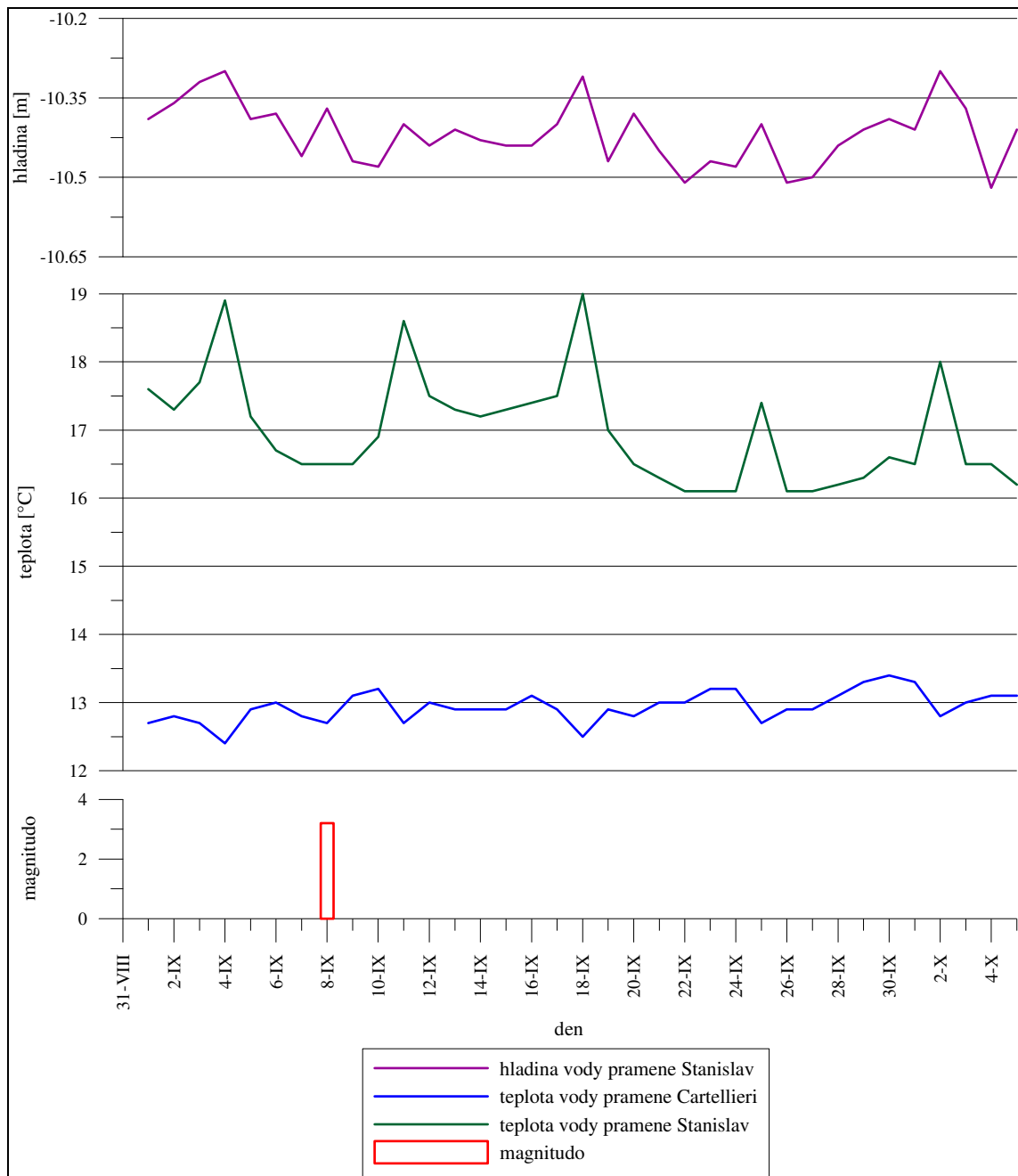


Obr. 37: Průměrná denní teplota vody pramenů Cartellieri, Nový Kostelní, Palliardi a Stanislav v období 1.10.–10.11.2008 a nejvyšší zaznamenané hodnoty magnitudo v roce 2008

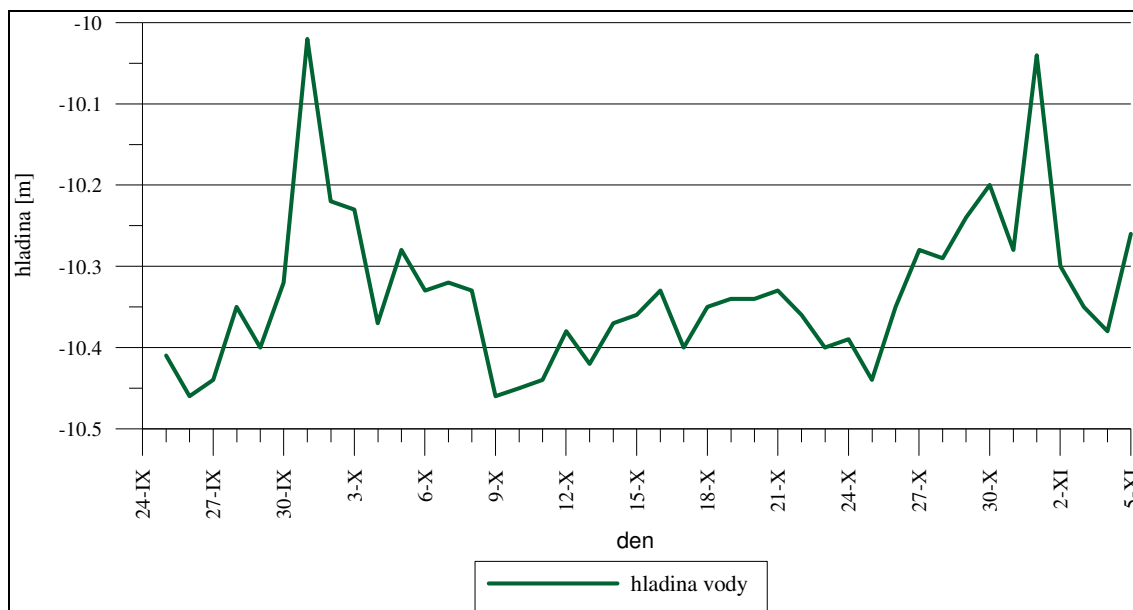




Obr. 38: Průměrná denní výška hladiny vody pramenů Cartellieri, Nový Kostelní, Palliardi a Stanislav v období 1.10.–10.11.2008 a nejvyšší zaznamenané hodnoty magnitudo v roce 2008



Obr. 39: Průměrná denní teplota vody pramenů Cartellieri a Stanislav a výška hladiny vody pramene Stanislav a zaznamenané magnitudo nad hodnotu 3 v období 1.9.–5.10.2000



Obr. 40: Průměrná denní výška hladiny vody pramene Stanislav v období 25.9.–5.11.2008

## 7. INTERPRETACE A DISKUSE GEOGRAFICKÝCH POZNATKŮ

### 7.1 Vliv teploty vzduchu na teplotu vody přírodních léčivých zdrojů

Při analýze vlivu teploty vzduchu na teplotu vody vybraných přírodních léčivých zdrojů bylo ve sledovaném období 2000–2010 zjištěno, že mělké i hluboké přírodní léčivé zdroje na změnu teploty vzduchu reagují (obr. 29 až 32). Tato reakce však není bezprostřední ani u jedné skupiny sledovaných přírodních léčivých zdrojů. Reakce mělkých přírodních léčivých zdrojů je o něco více opožděná než u hlubokých přírodních léčivých zdrojů. Nejvyšší teploty vzduchu byly ve sledovaném období dosaženy v červenci a srpnu a nejnižší v prosinci a lednu (tab. 10). Teplota vody čtyř vybraných přírodních léčivých zdrojů byla nejvyšší v září a říjnu u mělkých přírodních léčivých zdrojů a v srpnu a září u hlubokých přírodních léčivých zdrojů. Nejnižší teplota vody přírodních léčivých zdrojů byla zaznamenána v prosinci, březnu a dubnu u mělkých přírodních léčivých zdrojů a v prosinci a lednu u hlubokých přírodních léčivých zdrojů.

Změny teploty vody mělkých i hlubokých přírodních léčivých zdrojů při změnách teploty vzduchu mají obdobný chod. Se zvyšující se teplotou vzduchu se zvyšuje i teplota vody a naopak. U mělkých přírodních léčivých zdrojů je průměrná roční teplota vody nižší než u přírodních léčivých zdrojů hlubokých, a to přibližně o 0,5 °C. Dle Staňka (2009a) je teplota vody na všech přírodních léčivých zdrojích dlouhodobě neměnná, odchylky od průměru jsou prokazatelně způsobeny zejména ovlivněním v důsledku klimatických poměrů, a to zejména u mělce zachycených přírodních léčivých zdrojů. Výkyvy jsou způsobeny sezónním vlivem klimatických poměrů, na které voda v mělkých přírodních léčivých zdrojích reaguje s poněkud větším opožděním, než voda v přírodních léčivých zdrojích spodního souvrství. Je to způsobeno jednoznačně prohřátím, resp. promrznutím okolních zemin.

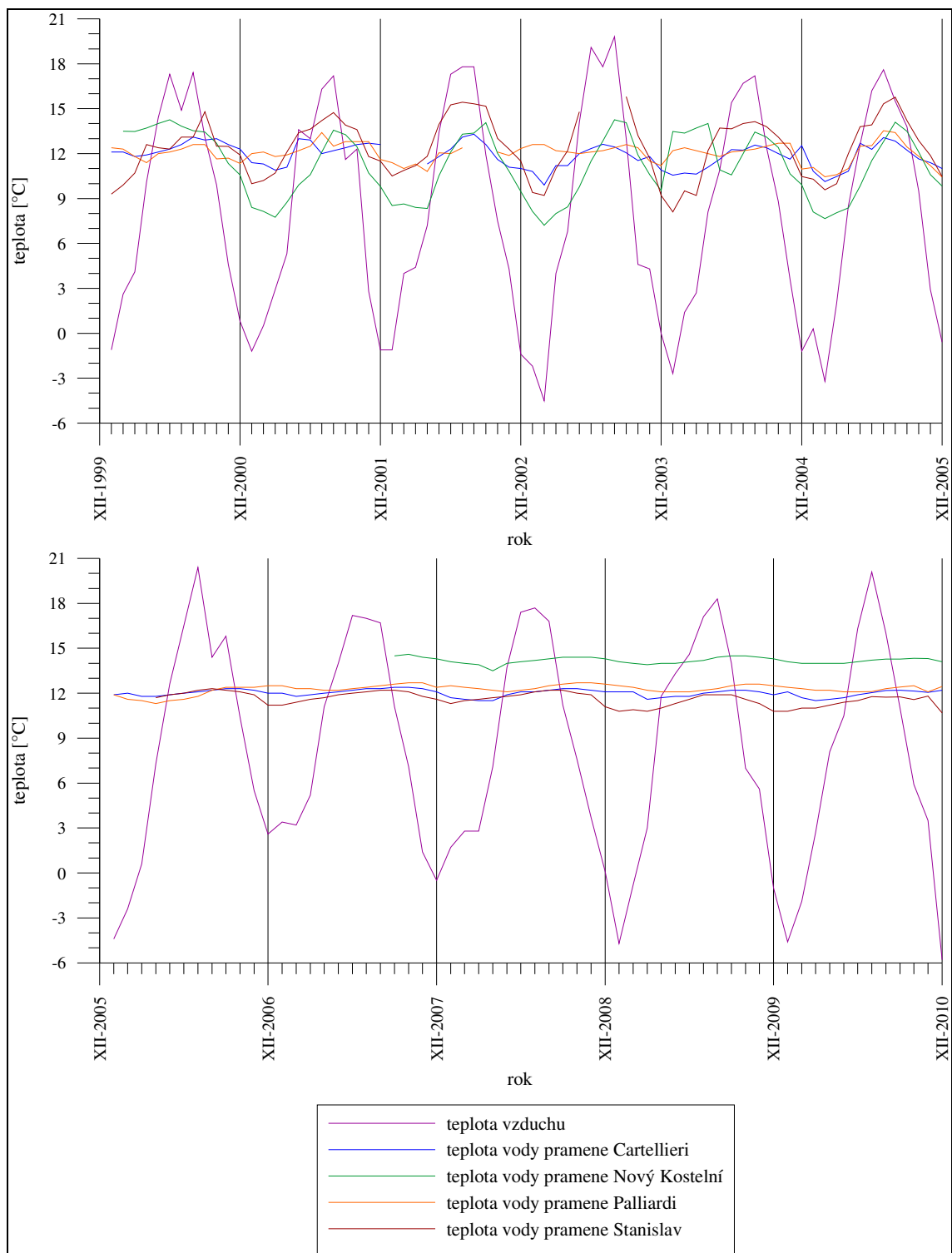
Dle Kolářové, Myslila (1979) teplota vody stoupá s hloubkou a u hlubších obzorů rovněž od západu k východu. Toto tvrzení platí i pro přírodní léčivé zdroje

Františkových Lázních, hodnota jejich teploty vody je ovšem více ovlivněna působením teploty vzduchu a jejich využíváním.

Dle Staňka (2009a) je teplota minerální vody mimo působení klimatických vlivů podmíněna i čerpáním. V době, kdy zdroj stagnuje, je teplota vody přibližně o 1 °C nižší, než při čerpání. Výraznější rozdíl je u hlubších vrtů vystrojených maloprůměrovými zárubnicemi, než u mělkých studní se zvonovým velkoplošným záchytem. Důvodem je zvýšení přítoku teplejších vod z hlubších částí struktury a patrně i jistý vliv přenosu tepla z motoru čerpadla. Z podrobně sledovaných přírodních léčivých zdrojů bylo toto zaznamenáno u pramene Nový Kostelní, který byl vybudován v roce 1999 a až do března 2006 nebyl využíván. Po zahájení jeho čerpání došlo k nárůstu průměrné teploty vody o 3 °C (obr. 29). Po dobu stagnace byla průměrná teplota vody 11,2 °C a od započetí využívání tohoto zdroje je průměrná roční teplota vody 14,2 °C.

Významný vliv na hodnocení vlivu teploty vzduchu na teplotu vody přírodních léčivých zdrojů měla výměna sond na automatizovaném měřicím systému na přelomu let 2005 a 2006, kdy touto výměnou došlo k výraznému snížení rozptylu zaznamenaných hodnot teploty vody přírodních léčivých zdrojů. Přes tvrzení, že zaznamenávání dat pomocí automatizovaného měřicího systému je přesnější než ruční měření, má i v tomto případě významnou roli lidský faktor, a to kontrolou správné činnosti přístroje. Při nesprávné činnosti přístroje jsou často tyto chyby odhaleny až za delší časové období a z tohoto důvodu následně některá data chybí. V případě včasného zjištění výrazných odchylek oproti normálu měřených hodnot by mohlo být ručně ověřeno, zda se jedná o chybu nebo anomálii, která by mohla být následně vyhodnocena.

Z výsledného porovnání je patrné, že velikost změny teploty vzduchu neodpovídá velikosti změny teploty vody přírodních léčivých zdrojů (obr. 41). Z toho vyplývá, že teplota vody přírodních léčivých zdrojů není ovlivňována pouze změnou teploty vzduchu, ale také dalšími aspekty, zejména horninovým prostředím a čerpáním zdrojů. Otázkou však je, jaký je poměr vlivu mezi těmito parametry.



Obr. 41: Porovnání průměrné měsíční teploty vzduchu a teploty vody pramenů Cartellieri, Palliardi, Nový Kostelní a Stanislav v období 2000–2010

## 7.2 Vliv množství srážek na výšku hladiny vody přírodních léčivých zdrojů

Při analýze vlivu množství srážek na výšku hladiny vody vybraných přírodních léčivých zdrojů bylo ve sledovaném období 2000–2010 zjištěno, že mělké i hluboké přírodních léčivých zdroje na množství srážek přímo nereagují (obr. 42). Nejvíce srážek ve sledovaném období spadlo v červenci a srpnu a nejméně v lednu, únoru a dubnu (tab. 11). Nejvyšších hladin vody u čtyř vybraných přírodních léčivých zdrojů bylo dosaženo u mělkých přírodních léčivých zdrojů v únoru až dubnu a u hlubokých přírodních léčivých zdrojů v prosinci. Nejnížší hladiny vody byly zaznamenány u mělkých přírodních léčivých zdrojů v září a u hlubokých přírodních léčivých zdrojů v únoru, září a říjnu. Z výsledného porovnání je patrné, že množství srážek není určující pro výšku hladiny vody přírodních léčivých zdrojů.

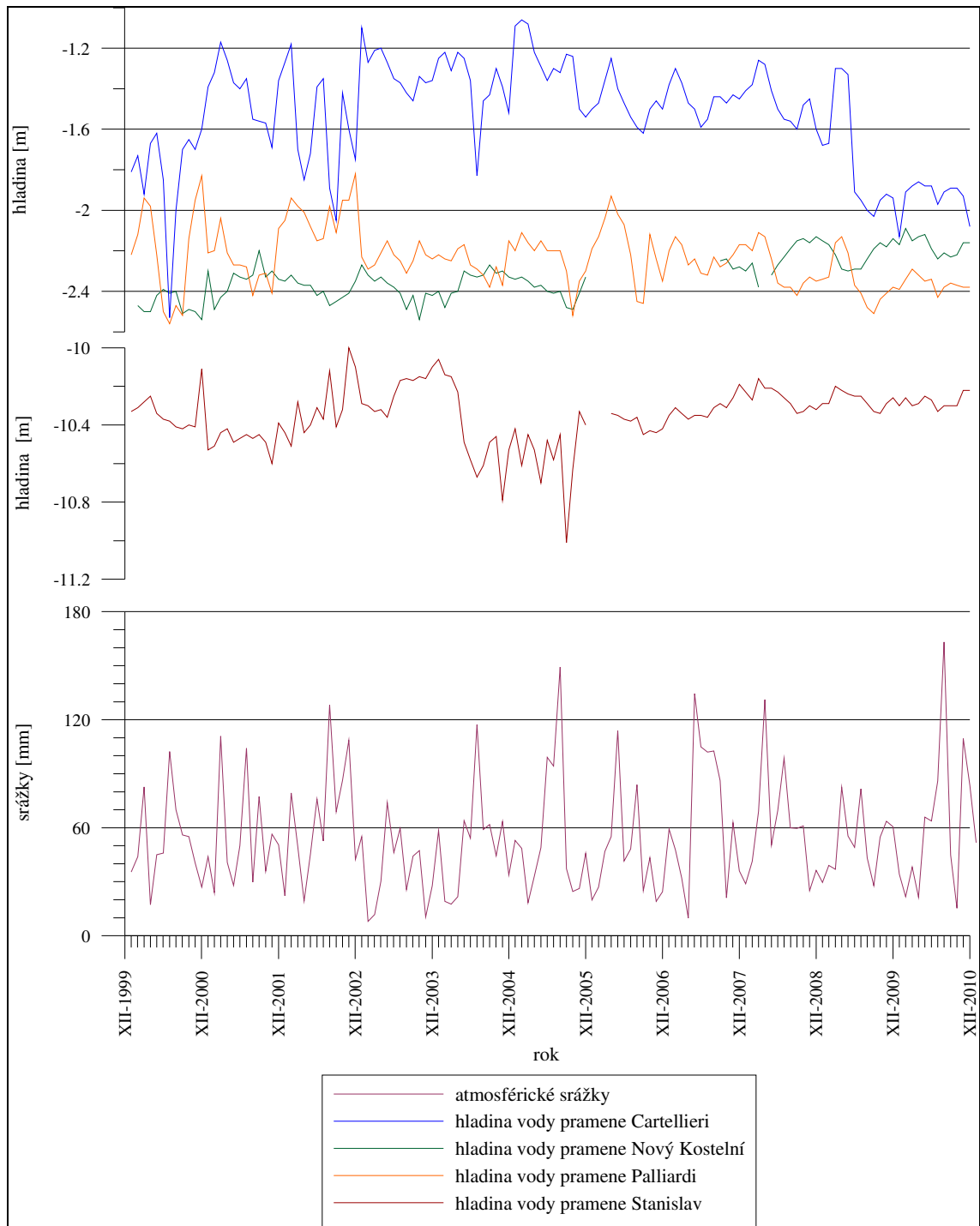
Dle Staňka (2009a) je úroveň hladiny vody určena primárně velikostí dotace podzemních vod srážkami v předchozím období. Běžná rozkolísanost v rámci hydrogeologického roku se pohybuje do dvaceti procent zejména v závislosti na prostředí a hloubce záchyty. Rozdíl je určen vlivem srážkově minimálních období, zejména pokud dochází k jejich dlouhodobé kumulaci a srážkově bohatých období. Výška hladiny vody všech sledovaných přírodních léčivých zdrojů byla ve vymezeném období poměrně stabilní a kolísala pouze v rámci přirozených výkyvů.

Významný vliv na hodnocení vlivu srážek na výšku hladiny vody přírodních léčivých zdrojů měla výměna sond na automatizovaném měřicím systému na přelomu let 2005 a 2006, kdy touto výměnou došlo k výraznému snížení rozptylu zaznamenaných výšek hladin vody sledovaných přírodních léčivých zdrojů o 20 cm u mělkých přírodních léčivých zdrojů (obr. 34–35), o 55 cm u zdroje Stanislav (obr. 36) a téměř beze změny (2 cm) u pramene Nový Kostelní (obr. 33). Vysvětlením je zřejmě započetí čerpání pramene Nový Kostelní od roku 2006, čímž byla ukončena jeho stagnace. U tohoto zdroje je patrný rozdíl i ve výšce hladiny vody mezi období stagnace a jeho čerpáním. Průměrná výška hladiny vody po započetí čerpání přírodního léčivého zdroje stoupla o 20 cm (obr. 33). U pramene Cartellieri došlo v červnu 2009 ke snížení hladiny vody o cca 60 cm na úroveň kolem 1,95 m od odměrného bodu a tato změna je stálá až do konce sledovaného období (obr. 34). Snížení výšky hladiny vody

není způsobeno snížením spadlých srážek, neboť v rozhodném období nedošlo k poklesu srážek od průměru. Z toho vyplývá, že na výšku hladiny vody přírodních léčivých zdrojů mají vliv především jiní činitelé než je množství spadlých srážek, a to zejména jejich čerpání.

Dle Kolářové (in Kolářová, Myslík 1979) minerální vody vznikají přírodním infiltrací srážkových vod z území západně od Františkových Lázní, tvořeného žulami, a zčásti přírodním puklinových vod z krystalinického podloží pánve. Předpokladem tedy je, že čím je zdroj hlubší, tím méně je ovlivněn infiltrací srážkovými vodami. Otázkou je tedy podíl vlivu množství srážek, přírodních puklinových vod a čerpání přírodních léčivých zdrojů na jejich výšku hladiny vody.





Obr. 42: Porovnání průměrných měsíčních srážek a výšky hladiny vody pramenů Cartellieri, Palliardi, Nový Kostelní a Stanislav v období 2000–2010

### 7.3 Vliv seismické aktivity na teplotu a hladinu vody přírodních léčivých zdrojů

Při analýze vlivu seismické aktivity na teplotu a hladinu vody vybraných přírodních léčivých zdrojů nebyla ve sledovaném období 2000–2010 zjištěna žádná bezprostřední ani dlouhodobá změna u sledovaných parametrů vybraných přírodních léčivých zdrojů na seismické otřesy (obr. 43). Seismická aktivita neměla takovou intenzitu a četnost, aby se projevila změnou teploty nebo hladiny vody u vybraných přírodních léčivých zdrojů. Ve sledovaném období 2000–2010 byla zaznamenána seismická aktivita o velikosti magnitudo max. 4,1. Magnitudo  $\geq 3$  bylo naměřeno pouze v několika dnech (viz. tab. 12).

Příčinou projevů seismické činnosti na území Františkových Lázní jsou tektonické pohyby podél hlubokých zlomů, z nichž nejvýraznější jsou mariánskolázeňský a krušnohorský zlom, které se nacházejí v blízkosti zájmového území. Seismická aktivita zde byla zaznamenána v roce 1908, na přelomu let 1936–37 a 1985–86 a v roce 1994, 1997, 2000 a 2008 (<http://www.ig.cas.cz/>). Seismické roje mají určitou periodicitu, která ještě není uspokojivě popsána. Často uváděnými periodami jsou intervaly 11–15 let, 20 let a 70 let (Brož 2009). U seismické aktivity zaznamenané na přelomu let 1985–1986 bylo prokázáno její ovlivnění přírodních léčivých zdrojů. U minerálních pramenů došlo ke změnám u jejich teploty vody. Největší změny teploty vody byly zaznamenány u pramene Glauber III (došlo k poklesu teploty vody o 1,5 °C) a u pramenů Glauber IV a Solný (došlo k poklesu teploty vody o 1 °C) (Stejskal, Málek, Novotný 2008). Nejsilnější otřes byl zaznamenán dne 21.12.1985 a měl podle RichtEROVY stupnice magnitudo 4,6. Největší škody způsobilo toto zemětřesení v obcích Skalná, Dolní Žandov, Nový Kostel a Plesná, kde bylo poškozeno přibližně 15 % domů (trhliny ve zdi nebo v omítce, spadlé nebo poškozené komíny, škvíry mezi panely, vypadávání nevázaného zdiva a pod.). Na mnoha místech došlo také k dočasné ztrátě vody ve studních. V těchto obcích odpovídaly účinky zemětřesení intenzitě 6. až 7. stupně. Otřesy byly pocítěny na velké části českého území (<http://www.ig.cas.cz/>).

Ve sledovaném období byla zaznamenána seismická aktivita s magnitudo  $\geq 3$  pouze v letech 2000 a 2008, přičemž v roce 2000 bylo dosaženo

maximální hodnoty magnitudo 3,2 a v roce 2008 magnitudo 4,1. V roce 2000 došlo pouze dvakrát k překročení magnitudo o hodnotě 3, a to v rozmezí téměř dvou měsíců. Ve sledovaném období nedošlo k zásadní změně teploty či hladiny vody sledovaných přírodních léčivých zdrojů. Maximální změna teploty vody v podrobně analyzovaném období 1.9.–5.10.2000 byla mezi jednotlivými dny 2 °C a rozdíl výšky hladiny vody 16 cm (obr. 39). Výraznější změny v rámci tohoto období netrvaly déle než jeden den. K tomuto kolísání docházelo i před projevem seismické činnosti, a proto nemohou být uvedené změny vysvětlovány tímto jevem.

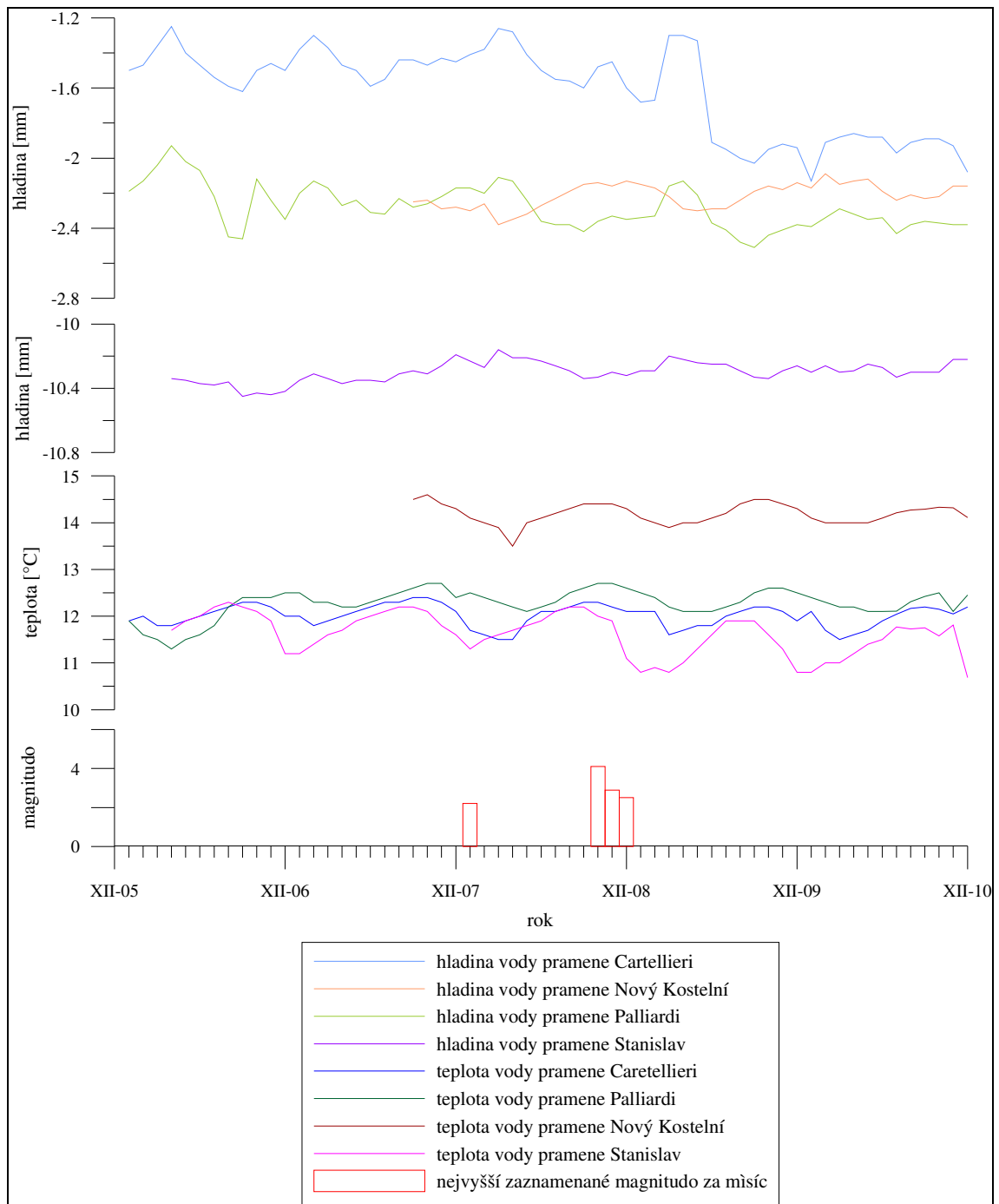
Vyšší seismická aktivita byla zaznamenána ve sledované oblasti také v roce 2008, kdy se jednalo o seismický roj s epicentry v blízkosti obce Nový Kostel. Ohniska těchto zemětřesení, zaznamenaných v období 6.–31.10.2008, byla v hloubce mezi 7 až 12 km. Nejsilnější zemětřesení cítili obyvatelé i v poměrně velkých vzdálenostech od epicentra, např. na západě Prahy (Brož, Štrunc 2009). Zemětřesná aktivita s magnitudo  $\geq 3$  byla v roce 2008 zaznamenána pouze během jednoho měsíce, a to mezi 9.–29. říjnem. U žádného ze sledovaných přírodních léčivých zdrojů nedošlo k výrazné krátkodobé či dlouhodobé změně teploty vody. Maximální změna teploty vody v podrobně sledovaném období 1.10.–10.11.2008 byla mezi jednotlivými dny 0,6 °C (obr. 38). Výraznější teplotní změny v tomto období netrvaly déle než jeden den. K podobným změnám však docházelo i před projevy seismické činnosti a nemohou být tedy tímto jevem vysvětlovány.

U žádného ze sledovaných přírodních léčivých zdrojů nedošlo ani k dlouhodobé změně výšky hladiny vody. Rozdíl výšky hladiny vody u všech sledovaných přírodních léčivých zdrojů mezi jednotlivými dny v rámci podrobně sledovaného období 1.10. až 10.11.2008 byl většinou pod 10 cm. Výraznější změny ve výšce hladiny vody byly zaznamenány v délce trvání 1 dne, a to u pramene Stanislav, kdy dne 1.11.2008 došlo k vzestupu hladiny vody o 26 cm (obr. 38). Je nepravděpodobné, že výrazné zvýšení hladiny vody pramene Stanislav 1.11.2008 bylo způsobeno seismickou aktivitou. K zaznamenání seismické aktivity s magnitudem  $\geq 3$  totiž došlo v období od 9.10.2008 do 29.10.2008 a po celou dobu trvání seismického roje ke změnám výšky hladiny vody nedošlo. Navíc k obdobnému zvýšení hladiny vody docházelo i před tímto seismickým

rojem. Ke stejnému krátkodobému zvýšení hladiny vody o 30 cm došlo např. 1.10.2008 (srv. obr. 40).

U pramene Cartellieri došlo v červnu 2009 ke snížení průměrné měsíční výšky hladiny vody o cca 0,6 m na úroveň kolem 1,94 m od odměrného bodu a tato změna je trvalá až do konce sledovaného období (obr. 34). Ani v tomto případě není snížení výšky hladiny vody způsobeno seismickou aktivitou, protože v rozhodném období nedošlo k žádné seismické aktivitě s magnitudo  $> 2$ .

Seismická aktivita zaznamenaná v letech 2000 a 2008 neměla tedy takovou intenzitu, aby ovlivnila teplotu a hladinu vody u sledovaných přírodních léčivých zdrojů. Zaznamenané změny výšky hladiny vody těchto přírodních léčivých zdrojů byly způsobeny především jejich nepravidelným čerpáním.



Obr. 43: Porovnání průměrné měsíční teploty a výšky hladiny vody pramenů Cartellieri, Palliardi, Nový Kostelní a Stanislav s magnitudem v období 2006–2010

## 7.4 Další činitele ovlivňující teplotu a hladinu vody přírodních léčivých zdrojů

Monitoring teploty a hladiny vody přírodních léčivých zdrojů ve Františkových Lázních, ve sledovaném období 2000–2010, svědčí o jejich nepravidelných změnách. Tyto hodnoty jsou do určité míry podmíněny změnami vnějších přírodních podmínek. Toto ovlivnění však není pro přírodní léčivé zdroje zásadní. Vzhledem k poměrně intenzivnímu využívání přírodních léčivých zdrojů k léčbě je vhodné hledat původce právě tímto směrem. Posuzované přírodní léčivé zdroje nejsou čerpány nepřetržitě a délka čerpání se u jednotlivých přírodních léčivých zdrojů liší. Toto hledisko bychom však nemohli použít u přírodních léčivých zdrojů, které mají přirozený přeliv.

Další antropogenní činností, která může dlouhodobě ovlivňovat přírodní léčivé zdroje, je čerpání prostých podzemních vod prostřednictvím studní. Zásoby minerálních vod se doplňují zčásti přírodním infiltrovaným srážkovým vod z území západně od Františkových Lázní tvořeného žulami (Kolářová in Kolářová, Myslíl 1979). Z tohoto důvodu je při nekontrolovaném nadměrném odběru prostých podzemních vod reálné nebezpečí snížení dotací podzemních vod pro tvorbu vod minerálních, což by mělo za následek snížení vydatností přírodních léčivých zdrojů, až jejich zánik.

Dalším nebezpečím pro zachování zdrojů minerálních vod jsou průzkumné vrty, které mohou způsobit zaklesnutí hladiny vody přírodních léčivých zdrojů nebo dokonce jejich zánik. K podstatnému ovlivnění přírodních léčivých zdrojů tímto způsobem došlo dne 16.10.1957 v 16 h, kdy velkou erupcí směsí vody, horninového detritu a CO<sub>2</sub> na vrtu H 11 asi 2 km severovýchodně od Františkových Lázní (Myslíl et al. 1999), byla ovlivněna řada pramenů, a to zmenšením jejich vydatností a zapadnutí hladin. Nejsilněji reagovaly prameny Kostelní, František, Studený, Luisa, Glauber I a Glauber II. Teprve po několikadenním úsilí se podařilo vrt utěsnit a postupně tak obnovit vývěry zmíněných pramenů. Erupce na vrtu H 11 způsobila patrně také zánik zdroje v lázních Bad Brambach v Německu (Staněk, Mackovič 2009).

Pro přírodní léčivé zdroje je nebezpečnou antropogenní činností také těžba nerostných surovin. Tato činnost je, pro nebezpečí negativního ovlivnění přírodních léčivých zdrojů, v ochranném pásmu I. stupně přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně zakázána, a to nařízením vlády č. 152/1992 Sb. ze dne

29. ledna 1992. Pro tvorbu minerálních vod je nezbytné nenarušit stabilitu krajiny, protože při překročení mezí její obnovitelnosti může dojít až k zániku jejích významných zdrojů.

## 8. ZÁVĚR

V této rigorózní práci bylo provedeno posouzení vlivu změn přírodního prostředí na přírodní léčivé zdroje lázeňského místa Františkovy Lázně za období 2000–2010. Byla zkoumána reakce teploty vody přírodních léčivých zdrojů na změnu teploty vzduchu, dále reakce hladiny vody přírodních léčivých zdrojů na množství srážek a reakce teploty a hladiny vody přírodních léčivých zdrojů na seismickou aktivitu. Tyto přírodní léčivé zdroje byly rozděleny na mělké a hluboké, a to na základě předpokladu, že mělké zdroje budou více ovlivněny působením změn přírodního prostředí.

V následujících odstavcích jsou shrnuty hlavní závěry, které vyplývají z porovnání reakcí teploty a hladiny vody přírodních léčivých zdrojů na změny teploty vzduchu, množství srážek a seismickou aktivitu.

Při posuzování vlivu teploty vzduchu na teplotu vody přírodních léčivých zdrojů za stanovené časové období bylo zjištěno, že jejich teplota se mění v závislosti na změně teploty vzduchu. Tato odezva však není bezprostřední a navíc mělké přírodní léčivé zdroje reagují s větším zpožděním, než přírodní léčivé zdroje hluboké. Pro mělké i hluboké přírodní léčivé zdroje je charakteristický nárůst teploty vody v letních měsících a pokles v zimních měsících. U mělkých přírodních léčivých zdrojů je průměrná roční teplota vody nižší než u hlubokých přírodních léčivých zdrojů. Vliv změn teploty vzduchu na teplotu vody přírodních léčivých zdrojů je prokázán, je ovšem stabilní a malý. Teplota vzduchu nemá podstatný vliv na změnu teploty vody přírodních léčivých zdrojů Františkových Lázní.

Na základě podrobného porovnání vlivu srážek na výšku hladiny vody přírodních léčivých zdrojů ve sledovaném časovém období lze konstatovat, že srážky nemají bezprostřední vliv na výšku hladiny vody přírodních léčivých zdrojů, a to ani u mělkých přírodních léčivých zdrojů. Srážky jsou významné především pro dlouhodobou tvorbu minerálních vod. Výška hladiny vody přírodních léčivých zdrojů je ovlivňována především jejich čerpáním.

Porovnání vlivu seismické aktivity na teplotu a hladinu vody přírodních léčivých zdrojů za vymezené časové období ukázalo, že zaznamenaná magnitudo neměla takovou velikost a četnost, aby vybrané parametry přírodních léčivých zdrojů ovlivnila.



Vyšší seismická aktivita byla ve sledovaném období zaznamenána pouze v letech 2000 a 2008, kdy bylo zaznamenáno slabé zemětřesení s magnitudo až 4,1.

Posouzením vlivu změn přírodního prostředí na přírodní léčivé zdroje lázeňského místa Františkovy Lázně za období 2000–2010 bylo zjištěno, že hlavním činitelem, který ovlivňuje teplotu a hladinu vody přírodních léčivých zdrojů nejsou změny přírodního prostředí, ale antropogenní činnost. Podstatné je v tomto smyslu zejména dlouhodobé čerpání minerálních i prostých podzemních vod. Pozorované důsledky zjištěných soustavných i krátkodobých antropogenních vlivů na změny režimu sledovaných přírodních léčivých zdrojů ukázaly také limity dlouhodobé udržitelnosti stability a kvality minerálních vod.

Měření a průzkumy ve Františkových Lázních stále pokračují. Řadu nevyjasněných otázek v chování přírodních léčivých zdrojů lze rozšířit také na další přírodní léčivé zdroje v České republice. Otevřená je například závažná otázka, jak velký vliv na přírodní léčivé zdroje má jejich čerpání současně s čerpáním podzemních vod prostých prostřednictvím stále nově budovaných studní a v posledních letech velmi se rozšiřující instalace tepelných čerpadel. Podrobné posouzení míry vlivu změn přírodního prostředí na přírodní léčivé zdroje je obtížné z důvodu současného působení řady faktorů na přírodní léčivé zdroje. Zajímavým metodologickým aspektem jsou také konkrétní posudky o závislosti zjištěných hodnot měření na občasných technických změnách při monitoringu přírodních léčivých zdrojů.

## LITERATURA

(pozn. literatura rozdělena do částí: autorizované publikace, další odborné zdroje, mapy, internetové zdroje a státní dokumenty)

### Autorizované publikace:

Axamitová, J. et al. (2001): *Turistický lexikon A-Z. Čechy, Morava, Slezsko. Olympia, Praha, 1087 s.*

Balatka, B. et al. (1987): *Zeměpisný lexikon ČSR. Academia, Praha, 584 s.*

Balatka, B., Kalvoda, J. (2006): *Geomorfologické členění reliéfu Čech. Kartografie Praha, Praha, 79 s.*

Birner, Z., Páv, A. (1981): *Krušné hory a západočeská lázeňská oblast. Olympia, Praha, 248 s.*

Brož, K. (2010): *Plyny v minerálních vodách. Františkolázeňské listy, 18, 3, 11.*

Brož, M. (2009): *Seismický monitoring pro posouzení vlivu trhacích prací velkého rozsahu prováděných na lomu KMK Granit – Krásno na hydrogeologické poměry v lokalitě rašeliniště Krásno a na občanskou zástavbu. MS Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i., Praha, 68 s.*

Brož, M., Štrunc, J. (2009): *Zpráva o seismickém měření na šachtě svornost v Jáchymově. MS Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i., Praha, 51s.*

Burachovič, S., Wieser, S. (2001): *Encyklopedie lázní a léčivých pramenů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Libri, Praha, 456 s.*

Burda, J. et al. (1998): *Vysvětlivky k souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů v měřítku 1:50 000. Listy 11 - 13 Hazlov, 11 - 14 Cheb. Český geologický ústav, Praha, 75 s.*

David, P., Soukup, V. (2001): *Západočeské lázně. S&D, Marco Polo, Praha, 133 s.*

David, P., Soukup, V., Thoma, Z. (2005): *Skvosty lázní. Knižní klub, Praha, 207 s.*

Demek, J. et al. (1965): *Geomorfologie Českých zemí. Nakladatelství ČSAV, Praha, 335 s.*

Fischer, T., Michálek, J. (2008): *Post 2000-swarm microearthquake activity in the principal focal zone of West Bohemia/Vogtland: Space-time distribution and waveform similarity analysis. Studia geophysica et geodaetica, 52, 4, 493–511.*

- Hrůza, K. (1968): *Františkovy Lázně. BALNEA, Praha, 65 s.*
- Chlupáč, I. et al. (2002): *Geologická minulost České republiky. Academia, Praha, 436 s.*
- Chlupáč, I., Štorch, P. (1992): *Regionálně geologické dělení Českého masívu na území České republiky. Časopis pro mineralogii a geologii, 37, 4, 257–275.*
- Jakeš, P. (2005): *Vlny hrůzy. Zemětřesení, sopky a tsunami. NLN, Nakladatelství Lidové noviny, Praha, 221 s.*
- Jirásek, K., Jirásková, I. (1977): *Františkovy Lázně. Olympia, Praha, 127 s.*
- Klír, S. (1982): *Ochrana zřídelní oblasti západních Čech. Avicenum – zdravotnické nakladatelství, Praha, 139 s.*
- Kolářová, M., Myslíl, V. (1979): *Minerální vody Západočeského kraje. Ústřední ústav geologický, Praha, 286 s.*
- Kolečko, J. (2003): *Karlovarský kraj. Freytag a Berndt, Praha, 101 s.*
- Krčmář, Z. (1947): *Františkovy Lázně. Ladislav Kuncíř, Praha, 67 s.*
- Křížek, M. (2007/2008): *Zemětřesení na území České republiky. Geografické rozhledy, 17, 2, 2-5.*
- Křížek, V. (1987): *Obrazy z dějin lázeňství. Avicenum, Praha, 172 s.*
- Kumpera, J., Viktora, V. (1989): *Západočeský kraj A-Z. Historie, památky, příroda. Západočeské nakladatelství, Plzeň, 230 s.*
- Kunský, J. (1968): *Fyzický zeměpis Československa. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 537 s.*
- Lacika, J. (2006): *Česká republika. Turistický průvodce. Příroda, Bratislava, 120 s.*
- Macek, S. (2001): *Františkovy Lázně. Historie města. Městské muzeum, Františkovy Lázně, 87 s.*
- Mištera, L. (1993): *Geografie západočeské oblasti. Západočeská univerzita, Plzeň, 156 s.*
- Mištera, L., Bašovský, O., Demek, J. (1985): *Geografie Československé socialistické republiky. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 385 s.*
- Moravec, D., Votýpka, J. (1998): *Klimatická regionalizace České republiky. Karolinum, Praha, 87 s.*
- Myslíl, V. et al. (1999): *Voda - Země - Život. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 85 s.*

- Novák, Z. et al. (2005): *Prameny řek. Prameny, prameniště, horní toky*. Olympia, Praha, 121 s.
- Prošek, J. (1982): *Západočeské Lázně. ČTK – Pressfoto, Praha, 86 s.*
- Quitt, E. (1971): *Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav ČSAV, Brno, 82 s.*
- Schenk, V. (2008): *Earthquake hazard for the Czech republic corrected on local geology effects. Acta Research Reports, 17, 37-43.*
- Staněk, I. (2005): *Vrty Hybrov1/02 Rohrbach a Hybrov1/03 Saugrund. Posouzení vlivu hloubení a testování na režim minerálních vod Františkolázeňské zřídelní struktury II. Etapa prací. MS Ministerstvo zdravotnictví, B-04-1B-13, Praha, 32 s.*
- Staněk, I. (2009a): *Odborné posouzení vlivu exploatace zdrojů na jejich složení, vlastnosti, vhodnost a možnost využití a aktualizace podmínek jejich ochrany. DHV CR, spol. s r.o., B-08-1B-25, Praha, 40 s.*
- Staněk, I. (2009b): *Zpracování a vyhodnocení režimních měření na zdrojích minerálních vod. Zřídelní struktura Františkovy Lázně 2002–2008. DHV CR, spol. s r.o., 17-5/2009, Praha, 86 s.*
- Staněk, I., Mackovič, M. (2009): *Historie průzkumu a jímání minerálních vod. Františkolázeňské listy, 17, 1, 7.*
- Stejskal, V., Málek, J., Novotný, O. (2008): *Variations in discharge and temperature of mineral springs at the Františkovy Lázně spa, Czech republic, during a nearby earthquake swarm in 1985/1986. Inst. Geophys. AS CR, Prague, 52, 589–606 s.*
- Svobodová, A., Dlouhý, V. (2008): *Kam v západních Čechách. Computer Press, Brno, 143 s.*
- Špičák, A., Förster, A., Horsfield, B. (2005): *Drilling the Eger Rift in Central Europe. Scientific Drilling, 1, 44–45.*
- Štefáček, S. (2008): *Encyklopedie vodních toků Čech, Moravy a Slezska. Baset, Praha, 743 s.*
- Tomlain, J. (1965): *Priestorové a časové rozloženie výparu z povrchu pôdy na území ČSSR. Geografický časopis, XVII, 3, 240-253.*
- Toušek, V. et al. (2005): *Česká republika. Portréty krajů. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha, 136 s.*
- Vít, J. (2007): *Ašsko a Chebsko. Olympia, Praha, 117 s.*

- Vlček, V. et al. (1984): *Vodní toky a nádrže*. Academia, Praha, 316 s.
- Vylita, B (1979): *Františkovy Lázně – Dukelská*. Závěrečná zpráva, Geofond, 41 s.
- Wagner, J., Kibic, K., Neubert, L. (1974): *Krajem západočeských lázní*. Orbis, Praha, 286 s.
- Wieser, S. (2007): *Západočeské lázně a Slavkovský les*. Freytag a Berndt, Praha, 160 s.

Další odborné zdroje:

- Atlas podnebí Česka 1961-2000 (2007). *Český hydrometeorologický ústav, Olomouc, Univerzita Palackého, Praha, 255 s.*
- Jak život šel. Dvěšest let Františkových Lázní (1993). *DoP, Plzeň, 111 s.*
- Fakta a data o životním prostředí v České republice (2002). *Ministerstvo životního prostředí, Praha, 74 s.*
- Hydrologické poměry ČSSR. Díl I. Text (1965). *Hydrometeorologický ústav kartografické nakladatelství, Praha.*
- Hydrologické poměry ČSSR. Díl III. (1970). *Hydrometeorologický ústav kartografické nakladatelství, Praha.*
- Komplexní analýza zdroje Adler (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*
- Komplexní analýza zdroje Cartellieri (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*
- Komplexní analýza zdroje Císařský (2010). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Karlovy Vary.*
- Komplexní analýza zdroje ČKD - 2 (2010). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Karlovy Vary.*
- Komplexní analýza zdroje Erika (2010). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Karlovy Vary.*
- Komplexní analýza zdroje František (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*
- Komplexní analýza zdroje Glauber I (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*
- Komplexní analýza zdroje Glauber II (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Glauber III (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Glauber IV (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Herkules (1997). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Kostelní (2003). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Luční (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Luisa (1993). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Marian (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Natálie (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Nový (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Nový Kostelní (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Palliardi (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Sluneční (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Solný (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Stanislav (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Štěpánka (2010). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Karlovy Vary.*

Komplexní analýza zdroje Železnatý (2008). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Komplexní analýza zdroje Žofie (2003). *Referenční laboratoře přírodních léčivých zdrojů Ministerstva zdravotnictví České republiky, Mariánské Lázně.*

Západočeské Lázně (2006). *Moje generace, 4, Příloha Karlovy Vary, 1-23.*

#### Mapy:

Ašsko a Chebsko. *Soubor turistických map, 1:50 000. Klub českých turistů, Praha, 1993.*

Geologická mapa ČR, list 11 - 14 Cheb, 1:50 000. *Český geologický ústav, Praha, 1991.*

Půdní mapa ČR, list 11 - 14 Cheb, 1:50 000. *Český geologický ústav, Praha, 1995.*

#### Internetové zdroje:

Český hydrometeorologický ústav – ČHMU [online]. [cit. 2010-03-02]. <<http://www.chmu.cz/>>

Geozikální ústav AV ČR, v.v.i. – GFÚ [online]. [cit. 2010-04-15]. <<http://www.ig.cas.cz/>>

Ústav fyziky země [online]. [cit. 2009-10-05]. <<http://www.ipe.muni.cz/>>

Český hydrometeorologický ústav – ČHMU [online]. [cit. 2011-01-03]. <<http://www.old.chmi.cz/>>

#### Státní dokumenty:

Nářízení vlády České socialistické republiky č. 85 ze dne 24. června 1981, *o chráněných oblastech přirozené akumulace vod Chebská pánev a Slavkovský les, Severočeská křída, Východočeská křída, Polická pánev, Třeboňská pánev a Kvartér řeky Moravy.*

Nářízení vlády České republiky č. 152/1992 Sb. ze dne 29. 1. 1992, *o ochranných pásmech přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně.*

Usnesení vlády č. 135 ze dne 18. ledna 1956. *Statut lázeňského místa Františkových Lázní.*

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 423/2001 Sb. ze dne 20. listopadu 2001, *kteřou se stanoví způsob a rozsah hodnocení přírodních léčivých zdrojů a zdrojů přírodních minerálních vod a další podrobnosti jejich využívání, požadavky na životní prostředí a vybavení přírodních léčebných lázní a náležitosti odborného posudku o využitelnosti*

*přírodních léčivých zdrojů a klimatických podmínek k léčebným účelům, přírodní minerální vody k výrobě přírodních minerálních vod a o stavu životního prostředí přírodních léčebných lázní (vyhláška o zdrojích a lázních).*

*Výnos Ministerstva zdravotnictví České socialistické republiky č. 40/1975, Věstníku Ministerstva zdravotnictví ČSR, částka 16-17/1975, o rozšíření prozatímních ochranných pásem přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně.*

*Výnos Ministerstva zdravotnictví č.j. LZ/3-2884-15.9.1959, kterým byla stanovena prozatímní ochranná pásma přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně.*

*Zákon č. 164/2001 Sb. ze dne 13.dubna 2001, o přírodních léčivých zdrojích, zdrojích přírodních minerálních vod, přírodních léčebných lázních a lázeňských místech a o změně některých souvisejících zákonů (lázeňský zákon).*



## SEZNAM TABULEK

*Tab. 1:* Zařazení zájmového území do taxonomického systému geomorfologického členění reliéfu Čech, upraveno podle Balatka, Kalvoda (2006)

*Tab. 2:* Průměrné roční hodnoty charakterizující srážkové a odtokové poměry Slatinného potoka, upraveno podle: Hydrologické poměry ČSSR (1970)

*Tab. 3:* Klimatická charakteristika mírně teplé oblasti MT4, podle Quitt (1971)

*Tab. 4:* Průměrná teplota vzduchu, úhrn srážek a průměrná doba trvání slunečního svitu naměřené na stanici Cheb za období 1999–2008, upraveno podle: <http://www.chmu.cz/>

*Tab. 5:* Imisní situace v zájmovém území v letech 1990, 1998 a 2000, upraveno podle studie Fakta a data o životním prostředí v České republice (2002)

*Tab. 6:* Průměrná vydatnost františkolázeňských pramenů, zdroj materiálu poskytnuté společností Lázně Františkovy Lázně a.s. a komplexní analýzy přírodních léčivých zdrojů

*Tab. 7:* Rozdělení pramenů podle lokalizace vzhledem k lázeňskému centru (osvědčené i historické prameny), upraveno podle Myslík et al. (1999)

*Tab. 8:* Balneologické využití františkolázeňských pramenů, zdroj materiálu poskytnuté společností Lázně Františkovy Lázně a.s.

*Tab. 9:* Základní parametry přístroje MHT-30, zdroj materiálu poskytnuté společností LEC s.r.o.

*Tab. 10:* Průměrné měsíční teploty vzduchu ve sledovaném období 2000–2010, upraveno podle <http://www.chmu.cz/>

*Tab. 11:* Průměrné měsíční srážky ve sledovaném období 2000–2010, upraveno podle <http://www.chmu.cz/>

*Tab. 12:* Hodnoty magnitudo  $\geq 3$  zaznamenané za období 2000–2010, zdroj materiálu poskytnuté Ústavem struktury a mechaniky hornin AV ČR

## SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1:* Vymezení zájmového území, zdroj dat ArcGIS 9
- Obr. 2:* Poloha zájmového území v rámci České republiky, zdroj dat ArcGIS 9
- Obr. 3:* Orografické znázornění zájmového území, zdroj dat ArcGIS 9
- Obr. 4:* Základní regionálně geologické členění variské stavby Českého masívu, podle Chlupáč et al. (2002)
- Obr. 5:* Geologická mapa chebské pánve, podle <http://www.ipe.muni.cz/>
- Obr. 6:* Stratigrafické schéma chebské pánve, upraveno podle Shrbený in Chlupáč et al. (2002)
- Obr. 7:* Epicentra zemětřesení v neaktivnější oblasti západních Čech a přilehlé části Německa, podle <http://www.ig.cas.cz/>
- Obr. 8:* Prostorový pohled na zemský povrch a ohniska zemětřesení od roku 1991. Zakřivená plocha pod obcí Nový Kostel zobrazuje geologický zlom, kde se odehrály roje z let 1985-86, 1994, 1997 a 2000, porušená oblast zlomu je znázorněna červeně. Ohniska dalších zemětřesení jsou označena červenými body, šedé body představují jejich průměty na vodorovnou rovinu. Fialové trojúhelníky na povrchu označují seismické stanice sítě WEBNET. Dvojice šipek ukazuje smysl pohybu na zlomu, podle <http://www.ig.cas.cz/>
- Obr. 9:* Hydrologická mapa zájmového území, zdroj dat ArcGis 9
- Obr. 10:* Znázornění osvědčených přírodních léčivých zdrojů na území lázeňského místa Františkovy Lázně, zdroj dat ArcGIS 9
- Obr. 11:* Ochranná pásma přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Františkovy Lázně v oblasti zájmového území, zdroj dat ArcGis 9
- Obr. 12:* Pramen Cartellieri – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010
- Obr. 13:* Pramen Palliardi – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010
- Obr. 14:* Pramen Luční – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010
- Obr. 15:* Pramen Natálie – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010
- Obr. 16:* Pramen Nový – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010
- Obr. 17:* Pramen Solný – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010
- Obr. 18:* Pramen Železnatý – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010
- Obr. 19:* Pramen Stanislav – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010

*Obr. 20:* Pramen Nový Kostelní – průměrné měsíční teploty vody v období 2000 až 2010

*Obr. 21:* Pramen Adler – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010

*Obr. 22:* Pramen Císařský – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010

*Obr. 23:* Pramen Glauber I – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010

*Obr. 24:* Pramen Glauber II – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010

*Obr. 25:* Pramen Glauber III – průměrné měsíční teploty vody v období 2000 až 2010

*Obr. 26:* Pramen Glauber IV – průměrné měsíční teploty vody v období 2000 až 2010

*Obr. 27:* Pramen Marian – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010

*Obr. 28:* Pramen Sluneční – průměrné měsíční teploty vody v období 2000–2010

*Obr. 29:* Průměrné měsíční teploty vzduchu a pramene Nový Kostelní v období 2010 až 2010

*Obr. 30:* Průměrné měsíční teploty vzduchu a pramene Cartellieri v období 2000–2010

*Obr. 31:* Průměrné měsíční teploty vzduchu a pramene Palliardi v období 2000–2010

*Obr. 32:* Průměrné měsíční teploty vzduchu a pramene Stanislav v období 2000–2010

*Obr. 33:* Průměrné měsíční srážky a výška hladiny vody pramene Nový Kostelní od odměrného bodu v období 2000–2010

*Obr. 34:* Průměrné měsíční srážky a výška hladiny vody pramene Cartellieri od odměrného bodu v období 2000–2010

*Obr. 35:* Průměrné měsíční srážky a výška hladiny vody pramene Palliardi od odměrného bodu v období 2000–2010

*Obr. 36:* Průměrné měsíční srážky a výška hladiny vody pramene Stanislav od odměrného bodu v období 2000–2010

*Obr. 37:* Průměrná denní teplota vody pramenů Cartellieri, Nový Kostelní, Palliardi a Stanislav v období 1.10.–10.11.2008 a nejvyšší zaznamenané hodnoty magnitudo v roce 2008

*Obr. 38:* Průměrná denní výška hladiny vody pramenů Cartellieri, Nový Kostelní, Palliardi a Stanislav v období 1.10.–10.11.2008 a nejvyšší zaznamenané hodnoty magnitudo v roce 2008

*Obr. 39:* Průměrná denní teplota vody pramenů Cartellieri a Stanislav a výška hladiny vody pramene Stanislav a zaznamenané magnitudo nad hodnotu 3 v období 1.9. až 5.10.2000

*Obr. 40:* Průměrná denní výška hladiny vody pramene Stanislav v období 25.9. až 5.11.2008

*Obr. 41:* Porovnání průměrné měsíční teploty vzduchu a teploty vody pramenů Cartellieri, Palliardi, Nový Kostelní a Stanislav v období 2000–2010

*Obr. 42:* Porovnání průměrných měsíčních srážek a výšky hladiny vody pramenů Cartellieri, Palliardi, Nový Kostelní a Stanislav v období 2000–2010

*Obr. 43:* Porovnání průměrné měsíční teploty a výšky hladiny vody pramenů Cartellieri, Palliardi, Nový Kostelní a Stanislav s magnitudo v období 2006–2010