

UNIVERZITA KARLOVA

Filozofická fakulta

Katedra psychologie



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Jakub Březina

Kontextuální predikce a její vliv na zpracování jazyka

Contextual Prediction and its Effect on Language Processing

Vedoucí práce: doc. PhDr. Filip Smolík, Ph.D., DSc.

2023

Poděkování

Zde bych rád poděkoval doc. PhDr. Filipu Smolíkovi, Ph.D., DSc. za odborné vedení této práce i za ochotnou pomoc s přípravou a zpracováním výzkumu. Dále pak chci poděkovat své rodině a blízkým za bezmeznou podporu během celého studia. Speciální poděkování patří Josefu Lamkenovi za namluvení stimulových vět.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, že jsem řádně citoval všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 23.4. 2023

Jakub Březina

Abstrakt

Záměrem této práce je podat ucelený výklad konceptu kontextuální predikce. Tento jev se vyskytuje v průběhu větného zpracování a lze jej definovat jako aktivní předvídání příchozího jazyka na základě dostupného kontextu. V teoretické části je nejprve předložen přehled relevantního výzkumu v dané oblasti. Zmíněno je několik studií zkoumajících rozsah a možné podoby prediktivního zpracování vět. Důraz je rovněž kladen na teorie obecných mechanismů kontextuální predikce i jejího praktického významu pro zpracování jazyka. Práce se nicméně zaměřuje především na využití pádové morfologie k prediktivnímu zpracování tématických rolí. Empirická část tuto problematiku aplikuje na český jazyk. Součástí dané části je experiment, který zkoumal možnost prediktivního využití pádů při zpracování českých vět. Za tímto účelem experiment měřil oční pohyby při souběžné prezentaci vět s vizuálním kontextem. Přestože experiment jasně potvrdil přítomnost kontextuální predikce ve zpracování českých vět, vliv pádové morfologie na prediktivní zpracování zůstává sporný.

Klíčová slova: predikce, kontext, zpracování jazyka, psycholinguistika

Abstract

The aim of this thesis is to offer a comprehensive account of the concept of contextual prediction. This phenomenon occurs during sentence processing and can be defined as an active anticipation of the upcoming language based on the available context. In the theoretical section, the thesis presents an overview of relevant research in the respective area. Several studies investigating the scope and potential forms of predictive sentence processing are mentioned. Theories of the general mechanisms of contextual prediction and its practical significance for language comprehension are emphasized as well. The thesis, however, focuses primarily on the use of case morphology in the prediction of thematic roles. The empirical section applies this issue on the Czech language. This section includes an experiment which investigated the predictive use of case-markings in the processing of Czech sentences. For this purpose, the experiment measured eye movements during a simultaneous presentation of sentences with a visual context. Although the experiment clearly demonstrated the presence of contextual prediction in the processing of Czech sentences, the influence of case morphology on the predictive processing remains questionable.

Keywords: Prediction, Context, Language Processing, Psycholinguistics

Obsah

| | |
|---|----|
| Úvod | 9 |
| I. Teoretická část | 10 |
| 1. Inkrementalita větného zpracování a kontextuální omezení | 10 |
| 1.1 Modely větného zpracování založené na kontextuálním omezení | 12 |
| 1.2 Využití kontextu při inkrementálním zpracování významu | 14 |
| 2. Kontextuální predikce | 16 |
| 1.1 Integrace a predikce | 16 |
| 1.2 Roviny predikce: kontextuální zdroje a predikované jednotky | 17 |
| 1.2.1 Lexikálně-sémantická predikce | 17 |
| 1.2.2 Syntaktická predikce | 18 |
| 1.2.3 Fonologická predikce | 19 |
| 1.3 Teorie kontextuální predikce | 20 |
| 1.3.1 PARLO teorie | 21 |
| 1.3.2 Teorie překvapivosti (<i>Suprisal theory</i>) | 21 |
| 1.3.3 Paralelní architektura | 22 |
| 1.3.4 Kritika konceptu | 23 |
| 3. Sémantická predikce ve vizuálním kontextu | 25 |
| 3.1 Predikce tématických rolí | 25 |
| 3.2 Využití pádové morfologie | 27 |
| II. Empirická část | 29 |
| 4. Cíl výzkumu | 29 |
| 4.1 Výzkumné otázky a hypotézy | 29 |
| 5. Metodika | 30 |
| 5.1 Výzkumný soubor | 30 |
| 5.2 Měřicí nástroje | 30 |
| 5.1.1 Aparatura | 30 |
| 5.1.2 Stimuly | 30 |
| 5.1.3 Experiment | 33 |

| | |
|--|------|
| 5.3 Procedura | 33 |
| 5.3.1 Etika výzkumu | 34 |
| 5.4 Statistická analýza | 34 |
| 5.4.1 Zpracování dat | 34 |
| 5.4.2 Testování hypotéz | 35 |
| 6. Výsledky | 37 |
| 7. Diskuze | 40 |
| Závěr | 43 |
| Reference | 44 |
| Seznam zkratk | 52 |
| Seznam obrázků | 53 |
| Seznam příloh | 54 |
| Příloha I: Seznam stimulových obrázků | I |
| Příloha II: Seznam stimulových vět | VI |
| Příloha III: Formulář informovaného souhlasu | VIII |

Úvod

V záběru psycholingvistické literatury se zhruba od přelomu tisíciletí začal systematicky vyskytovat pojem tzv. kontextuální či lingvistické predikce, a to v souvislosti s tématem zpracování přirozeného jazyka člověkem. V obecném smyslu je tento jev chápán jako schopnost top-down aktivace jazykových jednotek ještě předtím, než je má možnost aktivovat nový bottom-up vstup (Kuperberg & Jaeger, 2016), přičemž za tímto účelem je využíván již zpracovaný materiál. Zjednodušeně jde tedy o schopnost člověka předvídat příchozí jazykové informace dříve, než s nimi přijde do přímého kontaktu, a to na základě informací dostupných z již známého kontextu.

V teoretické části se práce nejprve zabývá obecnými předpoklady fenoménu jazykové predikce. V potaz jsou brány především mechanismy zpracování jazyka, které možnost predikce podmiňují. Jde zejména o inkrementální charakter větné interpretace a aktivní využití dostupného kontextu při odvození větné struktury a významu. Dále se práce věnuje samotnému jevu kontextuální predikce v širších souvislostech. V potaz jsou brány různé formy predikovaných jednotek i využívaného kontextu napříč rovinami fonologie, syntaxe i sémantiky. Stejně tak zmíněny teorie ohledně funkčního významu predikce jako takové.

V jádru práce nicméně stojí problém predikce v rámci významové roviny, a to především v podobě předvídání popisovaných referentů ve vzájemném vztahu činitele děje, tranzitivního slovesa a trpné entity. V dosavadních studiích byl tento jev zkoumán zejména využitím tzv. paradigmatu zrakového světa (*visual-world paradigm*), jež představuje experimentální techniku pro výzkum interakce zrakových a jazykových informací. Daná tematika je rovněž předmětem empirické části. Ta se po vzoru studie provedené na německy mluvících dětech (Özge et al., 2022) věnuje využití pádové morfologie českého jazyka v rámci prediktivního zpracování tematických rolí.

Výzkum kontextuální predikce obecněji reflektuje současný trend v kognitivních vědách, který považuje predikci za zásadní součást většiny poznávacích procesů. Tato tendence je označována jako „prediktivní obrát“ a někteří autoři (Clark, 2013) ji dokonce považují za nové paradigma v Kuhnově (1962) smyslu. V práci je citováno podle 7. revize publikačního manuálu APA (American Psychological Association, 2020). Odborná anglická terminologie je vždy přeložena a následně uvedena v originálním znění v závorce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1. Inkrementalita větného zpracování a kontextuální omezení

Většina současných teorií zpracování jazyka implicitně předpokládá, že člověk v procesu porozumění interpretuje příchozí jazyk s vysokou mírou inkrementality. To znamená, že každá nová jednotka jazykové informace, zpravidla slovo či pouze foném, je při registraci ihned analyzována a začleněna do již zpracovaného materiálu. K tomu dochází i v případě, kdy ještě nebyl zaznamenán zbytek nadřazené struktury, tedy fráze nebo celé věty, jejíž je daná jednotka součástí. Obecně řečeno tak není jazyk při porozumění zpracováván po dokončených celcích nýbrž spojitě při každém sebemenším přírůstku informace (Marlsen-Wilson, 1975; Rayner & Clifton, 2009).

Navzdory původně kritickým pohledům, podle nichž lze například frázi analyzovat až po registraci její hlavy (Abney, 1989; Pritchett, 1991), je domněnka inkrementality konzistentní s rozsáhlým množstvím experimentálních dat. Bylo zjištěno, že rodilí mluvčí jazyků, v rámci kterých se hlava typicky nachází na konci fráze (*head-final*), jsou částečně schopni analyzovat frázovou strukturu i před registrací příslušné hlavy. Dané závěry byly demonstrovány na němčině (Bader & Lasser, 1994) a japonštině (Kamide & Mitchell, 1999). Obecněji pro přítomnost inkrementality v procesu zpracování jazyka rovněž svědčí modernější poznatky vycházející z funkčně zobrazovacích metod (Brennan & Pyllkänen, 2017) či modelů výpočetní lingvistiky (Brick & Scheutz, 2007).

Otázkou ovšem stále zůstává, jaký je význam inkrementálního zpracování pro celkový proces porozumění. Očividnou výhodou jsou nízké nároky daného typu zpracování na pracovní paměť v tom smyslu, že není nutné udržovat čistě fonetickou podobu dosud neanalyzovaného materiálu. Okamžitá interpretace naopak umožňuje tento materiál uchovávat v informačně kompaktnějších formách syntaktických a významových kategorií (Garrod & Sanford, 1995).

Inkrementalita ovšem nespočívá jen v bezprostřední analýze registrovaných jednotek a spojitě interpretaci příchozího jazyka. Člověk se navíc uchyluje k odvození celkové struktury i významu daného úseku věty, a to i v případě jeho doposud nedokončené registrace. Podle Altmanna a Mirkovićové (2009) je lidský aparát zpracování jazyka maximálně inkrementální, čímž míní skutečnost, že v každém časovém bodě a s každým

novým přírůstkem jazykové informace se člověk snaží podat plnou interpretaci příslušného úseku věty.

Snad nejpřesvědčivějším důkazem přítomnosti inkrementality v procesu větného zpracování je proto možnost vzniku tzv. *garden-path* efektu, který se vyskytuje u zpracování vět s lokální (dočasnou) dvojnácností. V omezeném počátečním úseku dané věty existují zpravidla dvě možnosti její syntaktické analýzy, nicméně z pohledu celkové struktury je ve výsledku pouze jedna z nich gramaticky správná. Z experimentálního hlediska je však principem těchto vět účelné navedení k chybné syntaktické analýze a následnému přehodnocení větné skladby. Klasickým a hojně užívaným příkladem je věta

(1) *The horse raced past the barn fell.*

kde se nejprve intuitivně podbízí zpracovat sloveso *raced* v aktivním tvaru. Přítomnost druhého slovesa *fell* by však v takovém případě činila danou větu gramaticky chybnou. Větu je tak nutné reanalyzovat a dojít ke správnému výkladu fráze *raced past the barn* jakožto přívlastku rozvíjejícího větný podmět. Bylo prokázáno, že *garden-path* věty vyžadují delší a náročnější zpracování oproti normálním větám bez dvojnácnosti (Bever, 1970).

Samotný *garden-path* efekt představuje zvýšenou kognitivní zátěž při registraci neočekávaného zbytku věty. Vznik tohoto efektu jde ruku v ruce s inkrementálním charakterem větné interpretace. Jedinec, jenž danou větu zpracovává, obvykle volí syntaktickou analýzu počátečního úseku věty, která je posléze neslučitelná se zbylou částí. To je možné jen za předpokladu, že počáteční úsek je interpretován zcela bez znalosti zbytku věty. Pokud by totiž byla daná věta analyzována v jeden moment jako celek, nemohlo by z podstaty ke vzniku dvojnácnosti vůbec dojít, jelikož z hlediska celkové struktury *garden-path* věta dvojnácná není (Williams, 2006). Zde se tak rovněž ukazuje přední nedostatek daného způsobu zpracování. Je-li věta interpretována inkrementálně, vzniká v každém bodě jejího zpracování riziko výskytu syntaktických i významových nejasností. Z toho důvodu se pak lze uchýlit k analýze, která je v jejím celkovém rozsahu nesmyslná či gramaticky chybná (Sedivy et al., 1999).

Úseky vět ovšem zpravidla nejsou interpretovány izolovaně, nýbrž v návaznosti na již integrovaný materiál. Ten zde může figurovat jako jazykové jednotky bezprostředně předcházející analyzovaný úsek. Dále lze však rovněž brát v potaz i širší informace, které se k analyzované větě nějakým způsobem vztahují. Jedná se zejména o diskurzivní aspekty konkrétní výpovědi nebo také o nelingvistické faktory jako například typické schéma události

popisované danou výpovědí. Tyto všechny okolnosti lze souhrnně označovat jako kontext analyzovaného úseku. Jak se dále ukáže, kontext může v mnoha případech omezovat podobu příchozího jazyka, čehož lze v rámci inkrementálního zpracování efektivně využít.

1.1 Modely větného zpracování založené na kontextuálním omezení

Vliv kontextu na zpracování garden-path vět byl zkoumán ve spojitosti s rozsáhlejší diskuzí ohledně vlivů určujících volbu syntaktické analýzy v rámci zpracování větné skladby. Původně převažující názor měl za to, že rozhodujícím faktorem je samotná struktura analyzované věty, daný přístup byl proto označován jako strukturální. Za určující bylo předpokládáno například kritérium minimální vazby (*minimal attachment*; Frazier, 1978), které podmiňuje preferenci syntaktické analýzy s jednodušší strukturou, či princip pozdní uzávěry (*late closure*; Frazier & Fodor, 1978), podle něhož je upřednostňována modifikace struktur nacházejících se nejvíce vpravo. Podle strukturálního přístupu je kontext brán v potaz až posléze jako pouhý kontrolní mechanismus syntaktické analýzy (Rayner, Carlson & Frazier, 1983).

Proti tomuto přístupu se však zvedla opozice v podobě interakcionistického výkladu, jenž vyzdvihoval zejména funkční roli kontextu. Podle tohoto pohledu jsou již v průběhu zpracování dvojznačné věty paralelně zvažovány možné varianty syntaktické analýzy, a to s ohledem na jejich koherentnost ve vztahu ke kontextu. Tento směr se přitom domníval, že faktor kontextu ve výsledku převažuje strukturální kritéria a využití kontextu naopak umožňuje vyřešit syntaktickou dvojznačnost (Altmann & Steedman, 1988). Zatímco ve strukturálním pojetí je tedy syntaktická analýza nahlížena jako bottom-up sériový proces řízený především vstupem ze samotné věty, interakcionismus naopak vyzdvihl možnost zpracování nového vstupu na základě již dostupných informací (Kutas, DeLong & Smith, 2011).

Právě interakcionistický výklad podmiňuje podrobnější výzkum role kontextu v interpretaci dvojznačných struktur. Na příkladu komplexních jmenných frází bylo ukázáno, že diskurzivní aspekty předem prezentovaného kontextu mohou ovlivnit následný výběr syntaktické analýzy v rámci dvojznačné věty a garden-path efekt tak potažmo zcela eliminovat. V daném případě toho bylo docíleno předchozím výčtem možných referentů označovaných podmětem dvojznačné věty (Crain & Steedman, 1985). Popsaný mechanismus, jenž Altmann a Steedman (1988) nazývají referenční teorií větného zpracování

(*referential theory of sentence processing*), však obecně spadá pod širší skupinu modelů větného zpracování založených na kontextuálním omezení (*constraint-based models of sentence processing*; McRae & Matsuki, 2013).

Značná rozmanitost dané kategorie modelů poukazuje na rozsáhlé množství kontextuálních omezení, která ve větné interpretaci a řešení dvojznačností figurují. Tato omezení mohou vycházet buďto z již registrovaných jednotek v rámci analyzované věty či z kontextuálních informací dostupných mimo danou větu.

Omezení z první skupiny se vztahují především k jednotlivým slovům, jejichž lexikální dvojznačnost podmiňuje syntaktickou dvojznačnost příslušné věty. Předpokládaným faktorem, který navádí ke konkrétní syntaktické analýze, je zde přitom frekvence výskytu konkrétního způsobu využití v běžné mluvě (MacDonald et al., 1994). Například v anglickém jazyce má sloveso s příponou *-ed* tendenci být preferováno ve formě jednoduchého minulého času oproti trpnému tvaru (Trueswell, 1996). Podobně jsou některá slovesa dvojznačná v tom smyslu, že mohou být následována několika možnými strukturami. V tomto případě byla zjištěna preference pro výklad slovesa následovaného přímým předmětem oproti vedlejší větě (Garnsey et al., 1997).

Druhou kategorií tvoří omezení mimo rámec dané věty. Taková omezení stojí především na principu sémantické podmíněnosti syntaktických analýz. Kontext zde může figurovat v podobě diskurzivních souvislostí výskytu dané věty. Příkladem těchto omezení je právě referenční pragmatika Altmanna a Steedmana (1988). Alternativně může být kontext prezentován také v nelingvistické podobě, jakou je například vizuální zobrazení popisovaných referentů. Eyetrackingové studie (Tanenhaus et al., 1995; Chambers et al., 2004) potvrdily, že i takový kontext aktivně ovlivňuje volbu syntaktické analýzy.

Mechanismy modelů větného zpracování založených na kontextuálním omezení v obecném smyslu ukazují, že jedinec při zpracování věty volí takovou syntaktickou analýzu, která vyhovuje omezením vycházejícím z větného i mimovětného kontextu. Vznik i prevence garden-path efektu je tedy v tomto výkladu zapříčiněna inkrementální integrací kontextu. Důležité však je, že při zpracování větné struktury jsou zpravidla využívány všechny dostupné informace, díky čemuž se tak může v syntaktické analýze angažovat vícero kontextuálních omezení současně. (MacDonald et al., 1994).

1.2 Využití kontextu při inkrementálním zpracování významu

Přestože výzkum inkrementality a omezujících vlastností kontextu se původně pohyboval v oblasti syntaktické interpretace dvojznačných vět, dané principy lze v zásadě aplikovat také na běžné věty bez dvojznačnosti. I v rámci lexikálně-sémantických aspektů totiž vyvstává nejasnost téměř v každém bodě inkrementálního zpracování, a to zkrátka v tom smyslu, že v průběhu registrace věty není známá podoba dosud nezaznamenaných slov a tedy ani celkový význam dané věty (Sedivy et al. 1999).

I v tomto případě je však možné využít kontextuálních omezení. Na základě měření očních pohybů bylo zjištěno, že slova s vysokou významovou kongruencí ve vztahu k předchozímu kontextu jsou při čtení fixována podstatně kratší dobu než nekongruentní slova (Ehrlich & Rayner, 1981; Rayner & Well, 1999). Výzkum v oblasti primingu obdobně prokázal kratší reakční časy při prezentaci kontextuálně vhodných slov (Stanovich & West, 1981). Proslulá studie Kutasové a Hillyarda (1980) vycházející naopak z metody evokovaných potenciálů ukázala, že registrace kontextuálně nekongruentních slov podmiňuje vyšší amplitudu komponenty N400 související s narušením očekávané významové struktury věty.

Zde je však záhodné se podrobněji zaměřit na konkrétní mechanismy, podle nichž k odvození významové struktury dochází. Stejně jako syntaktická stavba je i význam dané věty konstruován inkrementálně. Nejedná se zde však pouze o význam na úrovni samotného jazyka, nýbrž také o tvorbu mentálních reprezentací stavů a událostí, které daná výpověď popisuje. Tyto reprezentace jsou v literatuře označovány jako svět (*world*). Inkrementální sémantická interpretace je poté charakterizována jako postupné nastavení příchozího jazyka na ustanovený svět, daný proces je přitom označován pojmem mapování (*mapping*; Eberhard et al., 1995).

V rámci sémantické interpretace tak lze souběžně mluvit o dvou rovinách zpracování. Jazyková struktura (*language-structure*) je na jedné straně reprezentována pozicemi slov a jejich vzájemnými gramatickými vztahy, struktura události (*event-structure*) naproti tomu představuje samotný děj, jehož se účastní referenty dané věty. Tyto dvě roviny spolu vzájemně interagují. Zatímco registrovaný jazyk aktualizuje reprezentovanou událost skrze mapování, struktura události v podobě světa naopak může podmínit zpracování příchozí jazykové struktury (Altmann & Mirkovic, 2009).

Specifickým mechanismem v procesu inkrementální interpretace významu je přiřazení tématických (théta) rolí. Ty představují formalizaci syntakticko-sémantických vztahů jednotlivých argumentů k příslušnému slovesu, kdy každé sloveso připisuje specifické množství tématických rolí svým argumentům (Chomsky, 1981). Rozlišujeme-li výše jmenované struktury, pak v jazykové struktuře tyto role figurují v podobě syntaktických kategorií jako podmět věty, přímý a nepřímý předmět či příslovečné určení. Ve struktuře události pak výčet možných rolí obsahuje mimo jiné například činitele děje (*agent*), trpnou entitu (*patient*), téma děje (*theme*), cíl akce (*goal*), prostředek akce (*instrument*) nebo příjemce (*recipient*).

Jedním z principů, na kterých inkrementální sémantická interpretace stojí je tzv. tématický fit. Ten představuje shodu tématických rolí se zkušeností s událostmi v reálném světě. McRae a kol. (1998) na jeho podkladě představili vlastní model založený na kontextuálním omezení, který využívá tématického fitu při vyřešení strukturálních dvojznačností. Například již popsaná dvojznačnost slovesa v minulém a trpném tvaru může být vyřešena využitím sémantické vhodnosti tématických rolí vůči příslušným referentům.

Kontextuální omezení v podobě tématického fitu však figuruje i v inkrementální sémantické interpretaci. Dle Pritchetta (1992) jsou při registraci slovesa okamžitě vyhledány možné referenty, kterým toto sloveso přidělí dostupné tématické role. Této skutečnosti využil Altmann (1999) při studii přiřazení tématických rolí na základě prezentovaného kontextu. V jedné podmínce dané studie byla v rámci diskurzivního kontextu představena entita, kterou lze vypít, v druhé nikoli. Participantům byla následně prezentována věta

(2) *He drank some...*

kde sloveso *drank* jakožto tranzitivní vyžaduje přímý předmět. V podmínce, která neobsahovala pitný referent, vyhodnotili participanti již při registraci slovesa danou větu jako nesmyslnou. Sloveso tak bylo při registraci okamžitě integrováno s kontextem, který mu na základě absence tématického fitu neumožnil připsání tématické role.

Mimo určení tématických rolí byla inkrementální sémantická interpretace rovněž zkoumána i na jiných významových vztazích. Eyetrackingové studie se zaměřily například na interpretaci přídavných jmen, kdy byl cílový referent okamžitě identifikován na základě postupné integrace adjektiv (Eberhard et al., 1995) či využití jejich kontrastů (Sedivy et al., 1999).

2. Kontextuální predikce

Modely založené na kontextuálních omezeních explicitně nepracovaly s možností prediktivního zpracování (MacDonald et al., 1994). Na základě výše popsaných mechanismů se však lze domnívat, že pokud jsou kontextuální omezení dostatečně silná, je možné s předstihem přesně předpovědět příchozí slova nebo syntaktickou strukturu věty ještě před jejich registrací. Predikci v tomto smyslu tedy lze chápat jako krajní případ inkrementálního zpracování. Dosud nezaznamenaný zbytek věty zde není jen odvozen a při následné registraci snadněji integrován, nýbrž předem dochází k předpovědi jeho konkrétního obsahu i struktury.

2.1 Integrace a predikce

Rozlišení facilitované integrace a predikce ve vlastním smyslu je však třeba ještě důkladněji rozebrat. Koncept očekávání se sice vyskytl již dříve ve spojitosti s inkrementalitou větného zpracování (např. Altmann, 1999). K jeho plnému ukotvení v psycholingvistické teorii však došlo až později a to ze dvou důvodů. Zaprvé, metodologie daných studií vycházela zpravidla z behaviorálních dat. Participanti měli například za úkol reagovat v momentě, kdy vyhodnotili danou větu jako nesmyslnou (*stop-making-sense task*) či gramaticky chybnou (*grammatical judgement task*). Výsledný typ dat však neumožňoval kontinuální pozorování procesu zpracování v čase, z toho důvodu tak nebylo bezesporně možné usuzovat na prediktivní charakter větné interpretace (Kamide, 2008).

Zadruhé, možnost prediktivního zpracování nebyla původně vůbec přijímána. Významným protiargumentem byl předpoklad kapacitní a procesuální nevýhodnosti takového způsobu zpracování. Podle určitých pohledů by totiž chybná predikce a následná korekce zapříčinily nadměrnou zátěž pro jazykový aparát, přičemž toto riziko je významnější než některé výhody vyplývající z předvídání (Jackendoff, 2002). Právě z toho důvodu byla jako pravděpodobnější mechanismus předkládána facilitovaná integrace, kdy jsou již zmíněným způsobem kontextuálně vhodné jednotky rychleji zpracovány při následné registraci (Van Petten & Luka, 2012).

Rozpor mezi facilitovanou integrací a predikcí ve vlastním smyslu se rovněž stal předmětem širší teoretické debaty. Kuperbergová a Jaeger (2016) v tomto ohledu oddělují výklad predikce skrze priming a pre-aktivaci. Zásadní rozdíl spočívá zejména v časovém bodě uplatnění efektu kontextu. Zatímco u primingu (integrativní výklad) se omezující

vlastnosti kontextu projeví až při registraci cílové jednotky, v rámci pre-aktivace (vlastní predikce) k projevu kontextuálního omezení dochází ještě před registrací. Obdobně se liší způsob a směr zpracování jazykových informací. U primingu je využita zejména informace z predikované jednotky, která následně aktivuje spojitost s kontextem a celý proces má tak převážně bottom-up charakter. V rámci preaktivace je naopak primárním informačním zdrojem samotný kontext, který podmiňuje zpracování příchozích jednotek top-down způsobem.

Z hlediska metodologie i zmíněného sporu byla zlomovým bodem až aplikace pokročilejších fyziologických technik. Konkrétně bylo využito metod evokovaných potenciálů (Federmeier & Kutas, 1999), kdy se předvídatelnost slov projevila na rozdílech v amplitudách N400, a měření očních pohybů v průběhu zpracování jazyka (Altmann & Kamide, 1999), kdy byl cílový referent fixován ještě před zaznamenáním příslušného slova. Nejenže šlo pomocí daných technik důsledně pozorovat proces větné interpretace v čase, nýbrž také umožnily přímo prokázat existenci prediktivních procesů v průběhu větného zpracování.

2.2 Roviny predikce: kontextuální zdroje a predikované jednotky

Tento obrat započal rozsáhlý výzkum možných forem a mechanismů kontextuální predikce. Zde je podán pouze stručný přehled významných studií dělený podle zkoumané roviny v rámci jazykové hierarchie. Konkrétně jde o využití sémantiky, syntaxe i fonologie. Popsány jsou jak zdrojové informace v kontextu tak charakter a rozsah predikovaných jednotek. Je však třeba podotknout, že v mnoha případech se nejedná o striktní využití jedné roviny, nýbrž dochází k vzájemné interakci vícero domén jazykového zpracování.

2.2.1 Lexikálně-sémantická predikce

Z valné většiny se dosavadní studie kontextuální predikce věnovaly zejména predikci slov na základě významových omezení kontextu, a to především v souvislosti s prediktivním určením tématických rolí. Rozsáhlá větev psycholigvistického výzkumu daný jev zkoumala pomocí měření očních pohybů, kdy byl kromě diskurzivního kontextu prezentován také kontext vizuální. Těmito studiím se však práce specificky věnuje až v následující kapitole. Zde jsou popsány studie vycházející z behaviorálních dat a evokovaných potenciálů.

Federmeierová a Kutasová (1999) se zaměřily na experimentální důkaz prediktivního odvození předmětu slovesa, který by nebylo možné vysvětlit integrativním výkladem. Participantům bylo prezentováno kontextuálně omezující souvětí

(3) *They wanted to make the hotel look more like a tropical resort. So, along the driveway, they planted rows of...*

kde v závislosti na podmínce bylo jako poslední prezentováno kontextuálně vhodné slovo (*palms*), nevhodné slovo v rámci očekávané sémantické kategorie (*pinos*) a nevhodné slovo mimo očekávanou sémantickou kategorii (*tulips*). Z čistě kontextuálního hlediska uvedeného diskurzem (*tropical*) by měla obě nevhodná slova být stejně překvapivá. Amplituda N400 však byla podstatně nižší u stejné sémantické kategorie ve srovnání s odlišnou. Tyto rozdíly navíc nebyly zaznamenány při uvedení méně omezujícího kontextu. Na základě těchto dat tak bylo vyvozeno, že sémantická kategorie posledního slova byla očekávána již s předstihem (Federmeier, 2007).

McRae a kol. (2005) zkoumali využití tématických rolí v opačném směru, tedy v podobě predikce slovesa na základě jeho argumentů. Podstatná jména v této studii vystupovala v rolích agentu, pacientu, instrumentu i lokace děje. Primingový experiment posuzoval reakční časy při zpracování následujícího slovesa. Studie prokázala rychlejší zpracování sloves, která z hlediska děje významově navazovala na předcházející podstatné jméno. Autoři tak došli k závěru, že sémantické informace o jednotlivých argumentech mohou sloužit jako zdroj k předpovědi charakteru konkrétního děje. Toto zjištění bylo rovněž replikováno pomocí evokovaných potenciálů (Freunberger & Roehm, 2016).

2.2.2 Syntaktická predikce

Z hlediska větné stavby považují někteří autoři již samotný garden-path efekt za určitou formu jazykové predikce v tom smyslu, že registrovaný zbytek věty se neshoduje s jeho předvídanou strukturou (Kuperberg & Jaeger, 2016). Je-li garden-path věta prezentována izolovaně, omezující kontext zde představuje počáteční jednoznačný úsek věty. Jak strukturální modely tak i modely založené na kontextuálních omezeních implikují schopnost syntaktické predikce v podobě tvorby nových frázových uzlů ještě před registrací podřazených struktur. Obdobně však žádný z těchto výkladů neprokazuje svébytnost syntaktické predikce oproti integrativnímu výkladu (Ferreira & Qiu, 2021).

První významnou studii o syntaktické predikci jako takové publikovali Staub a Clifton (2005). Ta pomocí měření očních pohybů zkoumala průběh čtení psaného textu. Experimentální věty využívaly struktury vylučovacího vztahu *either...*, *or...*, kdežto kontrolní podmínka obsahovala pouze spojku *or*. Bylo zjištěno, že participanti zpracovali druhou větu efektivněji v experimentální podmínce oproti kontrolní. To se projevilo jak na kratších časech vyžadovaných k přečtení druhé věty tak na nižší četnosti zpětných pohledů k první větě. V experimentální podmínce se tak projevila schopnost předvídat strukturální aspekty druhé věty.

Eyetrackingová studie (Arai & Keller, 2013) využila kombinace syntaktických i sémantických omezení. V experimentální podmínce bylo prezentováno sémanticky omezující tranzitivní sloveso, které vyžadovalo přímý předmět. Kontrolní podmínka obsahovala sémanticky omezující avšak nepřechodné sloveso. Prediktivní efekt byl u tranzitivního slovesa nicméně zaznamenán podstatně dříve než u netranzitivního. Tato skutečnost naznačuje, že při registraci tranzitivního slovesa byla už předem očekávána syntaktická kategorie následujícího slova.

2.2.3 Fonologická predikce

Prediktivní charakter větné interpretace byl také pozorován již na úrovni jednotlivých hlásek. Měřením očních pohybů při zpracování vět byla například prokázána spoluaktivace slov, která s cílovým referentem sdílela stejnou počáteční hlásku nebo se s ním rýmovala (Allopenna, Magnuson & Tanenhaus, 1995). Obdobně byla rovněž provedena studie zaměřující se specificky na prediktivní spoluaktivaci slov, která se zvukovou podobou podobala cílovému referentu (Ito, Pickering & Corley, 2022)

První studii zabývající se fonologickou predikcí ve vlastním smyslu nicméně provedli DeLongová a kol. (2005) pomocí metody evokovaných potenciálů. V jednom z popsáných experimentů byla participantům prezentována souvětí

(4a) *The day was breezy so the boy went to fly a kite.*

(4b) *The day was breezy so the boy went to fly an airplane.*

kde experimentální manipulaci představoval neurčitý člen (*a/an*) a následující podstatné jméno. Až do kritického slova se věty ze syntaktického ani sémantického hlediska neliší.

Zatímco poslední podstatné jméno je však v první podmínce tématicky vhodné, v druhé nikoli. Kontext uvedený první větou tak v tomto případě omezuje předmět druhé věty především sémanticky.

Zvýšená amplituda komponenty N400 související s registrací neočekávaného slova byla v druhé podmínce naměřena ovšem již při registraci neurčitého členu *an*. Tato skutečnost zde patrně reflektuje nesoulad mezi predikcí vycházející ze struktury události a predikcí na základě fonologické zákonitosti anglického jazyka, podle níž neurčitý člen *an* podmiňuje následující slovo začínající samohláskou. Podobný efekt byl zaznamenán i v jiných jazycích. Například v holandštině byl použit vztah rodu podstatného jména k určitému členu, který jej předchází (Van Berkum et al., 2005). Obecně se zde tak ukazuje, že predikovat lze i na úrovni fonologie, kdy je využito gramatických pravidel k predikci hláskoslovných a tvaroslovných vlastností následujících slov.

2.3 Teorie kontextuální predikce

Výše popsané studie předkládají pevný podklad pro tvrzení, že při silně omezujícím kontextu může jedinec v průběhu větného zpracování aktivně předvídat významové, syntaktické i zvukové aspekty příchozího jazyka. Stále však není bezesporně zřejmý význam této skutečnosti pro celkový proces porozumění. Původní výklady považovaly kontextuální predikci za přímý důsledek inkrementálního zpracování. Dle takové interpretace se tedy lze domnívat, že stejně jako u inkrementality spočívá význam predikce v ušetření procesuální kapacity, kdy jsou pre-aktivované jednotky rychleji zpracovány při následné registraci (Christiansen & Chater, 2016).

Tato domněnka je ovšem rovnoměrně slučitelná s prediktivním i integrativním výkladem větné interpretace (2.1) a v důsledku toho tak nutně nereflektuje praktický význam aktivního předvídaní. Mimo to je stále nutné brát v potaz již zmíněnou námitku všudypřítomného rizika chybné predikce. Ta by totiž zapříčinila nadměrnou zátěž pro jazykový aparát oproti situaci, kdy by se jedinec k prediktivnímu usuzování vůbec neuchyloval. Z těchto důvodů je tak záhodné popsat ucelenější teoretická pojetí, která se pokouší vysvětlit obecné mechanismy fungování kontextuální predikce a její přínos pro celkový proces porozumění.

2.3.1 PARLO teorie

První samostatná teorie kontextuální predikce byla vytvořena na podkladě dat z evokovaných potenciálů (Federmeier, 2007). Specificky byl přitom kladen důraz na rozdíly v naměřených hodnotách amplitudy N400 v závislosti na lateralitě mozkových hemisfér. Bylo zjištěno, že amplituda je senzitivní k charakteru i síle kontextuálních omezení pouze v rámci levé hemisféry (Coulson et al., 2005; Federmeier, Mai & Kutas, 2005).

Z této skutečnosti bylo vyvozeno, že levá hemisféra se výrazněji angažuje v top-down procesech zpracování příchozího jazyka. To je podle dané teorie zapříčiněno faktem, že jazyková produkce je silně lateralizována doleva a mechanismy zpracování tak v levé hemisféře sdílejí s produkcí totožné zdroje. Teorie je proto označována zkratkou PARLO (*Production Affects Reception in Left Only*).

Již popsané mechanismy integrace a predikce podle PARLO teorie fungují souběžně. Zatímco levá hemisféra zodpovídá za prediktivní procesy, pravá naopak usměřňuje bottom-up integraci příchozího jazyka, díky čemuž je schopna kompenzovat případné chyby v prediktivním usuzování.

2.3.2 Teorie překvapivosti (*Suprisal theory*)

Původní studie zabývající se jazykovou predikcí tento jev zpravidla považovaly za proces typu „vše nebo nic“. V tomto smyslu je tak buďto predikována jen jedna konkrétní podoba nebo k predikci nedochází vůbec. Již některé modely větného zpracování založené na kontextuálním omezení (např. Jurafsky, 1996) však počítaly se skutečností, že jedinec v procesu porozumění souběžně zvažuje více variant možného pokračování věty, přičemž se ve výsledku uchýlí k té nejpravděpodobnější. Taková domněnka je obsažena i v konekcionistických modelech větného zpracování. Například Elmanova (1990) revize SRN (*simple recurrent network*) funguje na principu interakce příchozího jazykového materiálu s již integrovaným kontextem, který je reprezentován předchozími stavy sítě. SRN navíc obsahuje predikci jako inherentní součást své funkce, jelikož je schopna aktivovat vzdálené vazby mezi jednotlivými strukturami (Altmann & Mirkovic, 2009; Huettig & Mani, 2015).

Koncept lingvistické predikce se stal rovněž předmětem několika formálních pojetí. Například očekávatelnost slov je kvantifikována jako tzv. *cloze* pravděpodobnost (*cloze probability*). Ta je pro každé slovo spočítána jako relativní četnost doplnění věty daným

slovem oproti jiným slovům napříč vzorkem participantů (Taylor, 1953). Hale (2001) formuloval hypotézu, podle níž je náročnost zpracování nového vstupu úměrná míře jeho překvapivosti (*surprisal*). Ta představuje koncept z teorie informace (Shannon, 1948), který lze v souvislosti se zpracováním jazyka kvantifikovat jako záporný logaritmus pravděpodobnosti výskytu slova podmíněné předcházejícím kontextem. Bylo prokázáno, že míra překvapivosti pozitivně koreluje s časem vyžadovaným ke zpracování slova (Levy, 2011) i amplitudou N400 vlny (Frank et al., 2015). Účelem prediktivního zpracování je dle tohoto výkladu redukovat celkovou míru překvapivosti příchozích jednotek.

Levy (2008) ukázal, že pojem překvapivosti z teorie informace je za určitých podmínek ekvivalentní s konceptem bayesovského překvapení, které vyjadřuje míru změny mezi apriorním a posteriorním rozdělením. Kuperbergová a Jaeger (2016) tuto skutečnost interpretují v rámci širšího pojetí zpracování jazyka jakožto bayesovského procesu. Dle takového výkladu jedinec v průběhu zpracování věty využívá kontextuálních informací k tomu, aby aktivně generoval apriorní rozdělení hypotéz ohledně možné podoby následujících jednotek. Toto rozdělení je posléze aktualizováno příchozím vstupem a celý cyklus se tak opakuje.

Skutečnost, že při zpracování jazyka je zvažováno více hypotéz paralelně, zároveň minimalizuje následky chybné predikce oproti situaci, kdy by byla predikována jen jedna konkrétní podoba příchozího jazyka. Podle autorů predikce zároveň naopak umožňuje podchytit syntaktickou a sémantickou strukturu příchozího materiálu, čímž kompenzuje značnou zašuměnost jazykového vstupu, která je v běžné komunikaci častá.

2.3.3 Paralelní architektura

Kontextuální predikce byla rovněž interpretována v rámci teorie paralelní architektury, jejímž autorem je Ray Jackendoff (2002). Ta představuje model jazykových reprezentací, v němž fonologie, syntax i sémantika figurují jako svébytné generativní systémy, které operují vedle sebe a zároveň spolu interagují skrz vzájemné vazby. Každé slovo je zakódováno v těchto třech systémech, přičemž všechny mají ekvivalentní informační hodnotu.

Přednost paralelní architektury ovšem spočívá zejména v zavedení konceptu rozšířeného lexikonu (*extended lexicon*), který kromě slov zahrnuje i tzv. schémata. Ta je možné považovat za reprezentaci gramatických pravidel. Schémata však v tomto ohledu nepředstavují abstraktní formy, nýbrž jsou pomocí proměnných zakódována totožným způsobem jako slova. Rozšířený lexikon rovněž obsahuje také kolokace, tedy sekvence několika slov, která se v běžné mluvě vyskytují společně. Mezi kolokace lze řadit jak víceslovné výrazy s významovou spojitostí tak neredukovatelné sekvence slov, jakými jsou například idiomy.

Predikce v tomto pojetí nemá sama o sobě praktický význam, nýbrž je považována za přirozený důsledek struktury a fungování rozšířeného lexikonu. Aktivace slova na fonologické úrovni se šíří do ostatních systémů a následně způsobuje aktivaci schémat i kolokací. Ty naopak zase aktivují nižší vrstvy, tedy syntaktickou strukturu či jednotlivá slova. Nejedná se zde však o pouhé asociativní propojení jako v případě sémantického primingu. Struktury rozšířeného lexikonu představují jednotný celek, jehož úvodní úsek (*incipit*) je aktivován registrací příslušné jazykové jednotky. Zbytek struktury (*remainder*) je aktivován současně s počátečním úsekem a tím pádem ještě před registrací příchozího jazyka (Huettig, Audring & Jackendoff, 2022).

Výhoda výkladu predikce skrze paralelní architekturu spočívá především v umožnění efektivního popisu prediktivních procesů na všech rovinách jazykové hierarchie. Autoři se navíc domnívají, že takový výklad je slučitelný s pravděpodobnostními teoriemi v tom smyslu, že lze současně aktivovat několik kandidátních struktur v rámci rozšířeného lexikonu, které spolu soutěží o prediktivní aktivaci.

2.3.4 Kritika konceptu

Závěrem je však nutné podotknout, že i přes veškeré podklady v teoretické diskuzi a experimentálním výzkumu zůstává praktický význam kontextuální predikce pro zpracování jazyka sporný. Huettig a Maniová (2015) předložili několik argumentů proti domněnce nutnosti predikce pro efektivní zpracování jazyka. V první řadě je nutné zmínit, že prediktivní procesy nejsou přítomny u všech osob. Omezené množství studií zaznamenalo absenci prediktivního zpracování u specifických populací, zejména dětí s nižší slovní zásobou (Borovsky, Elman & Fernald, 2012), seniorů (Federmeier, Kutas & Schul, 2010) a negramotných jedinců (Mishra et al., 2012). I přesto však tyto populace neměly sebemenší

potíže s okamžitým porozuměním, z čehož lze usuzovat, že predikce není pro zpracování jazyka bezprostředně nutná.

Dále je rovněž zřejmá skutečnost, že predikce je obtížná ne-li zcela nemožná v minimálně omezujících kontextech. Většina studií zkoumajících jazykovou predikci naopak uváděla silně omezující kontexty, které participanty k prediktivnímu zpracování *de facto* naváděly. Situace uvedené v daných studiích tak v důsledku patrně nereflektovaly proces prozumnění v každodenním užívání. Funkce prediktivního zpracování navíc nemusí odpovídat všeobecnému předpokladu její role v ušetření kognitivních kapacit. Prediktivní výkon naopak vyžaduje rozsáhlou analýzu všech kontextuálních zdrojů, k čemuž při porozumění zpravidla není dostatek času. Tomu rovněž odpovídá zjištění, že jedinci s nižší kapacitou pracovní paměti se méně uchylují k prediktivnímu zpracování (Huettig & Janse, 2016).

Přestože již v současnosti není o přítomnosti prediktivních procesů v průběhu porozumění výraznějších pochyb, je stále nejasné, jak významnou roli pro zpracování jazyka hrají. Otázkou především zůstává, do jaké míry korespondují situace uvedené v příslušných studiích běžnému užívání jazyka. Obdobně se spor o procesuální náročnost a praktické výhody prediktivního zpracování stále pohybuje především v oblasti teoretických diskuzí. Variabilita předložených teorií navíc ukazuje, že rovněž nepanuje shoda ani ohledně hlavních mechanismů, na základě nichž by mohla predikce fungovat. Tyto otázky tak vyžadují podrobnější výzkum kontextuální predikce ve vztahu k běžnému užívání jazyka a interakci s ostatními kognitivními procesy.

3. Sémantická predikce ve vizuálním kontextu

Většina doposud zmíněných studií kontextuální predikce pracovala především s diskurzivním kontextem, kdy zkoumané větě předcházela výčet popsaných okolností. Alternativní linie výzkumu, na kterou rovněž navazuje i tato práce, se však zaměřila na využití vizuálního kontextu jako zdroje větného zpracování. V tomto nastavení jsou participantům simultánně prezentovány obrázky i popisné věty. Současně s tím dochází k nahrávání očních pohybů, kdy jsou sledovány časové body fixace jednotlivých stimulů ve vztahu k prezentované větě. Vizuální scéna zde tak představuje svět, na nějž je přichozí jazyk mapován (Eberhard et al., 1995). Z toho důvodu je tato experimentální metoda označována jako tzv. paradigma zrakového světa (*visual-world paradigm*).

Dané paradigma poprvé použil Cooper (1974). Ten zaznamenal, že při současné prezentaci vizuální scény a popisné výpovědi jsou oční pohyby participantů těsně spjaty s přichozím jazykem. Při registraci jednotlivých slov jsou tedy v podstatě okamžitě fixovány vizuální reprezentace příslušných referentů. Potenciál této skutečnosti spočívá především v tom, že umožňuje přesně sledovat časový průběh větného zpracování. Ještě před výzkumem prediktivních procesů tak bylo paradigma zrakového světa aplikováno v otázkách inkrementality syntaktické (Tanenhaus et al., 1995) i sémantické (Eberhard et al., 1995) interpretace.

3.1 Predikce tématických rolí

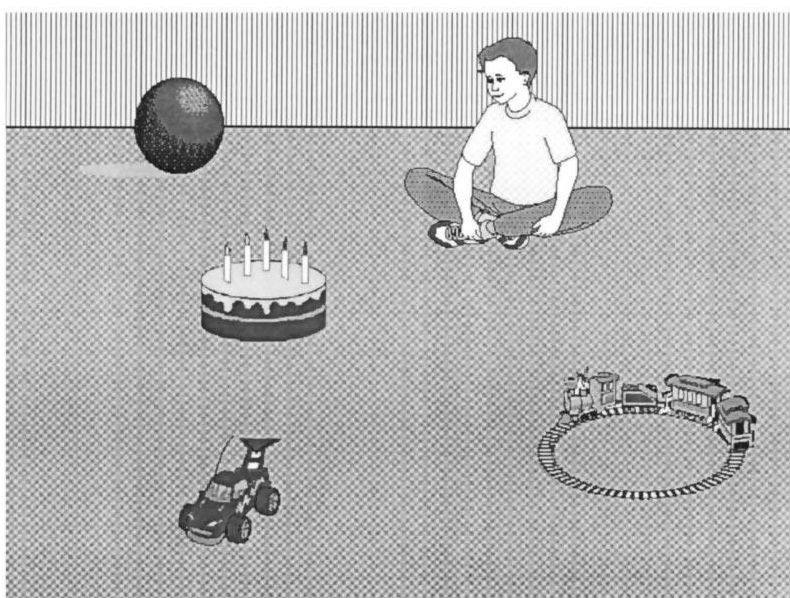
Dříve popsaná studie (Altmann, 1999) se zabývala inkrementálním určením tématu slovesa. K výzkumu totožného problému použil Altmann také paradigma zrakového světa za účelem přesného pozorování časového průběhu inkrementální interpretace tématických rolí (Altmann & Kamide, 1999). Výzkumnou otázkou bylo, zda sémantická omezení tranzitivního slovesa umožňují prediktivní odvození jeho přímého předmětu (tématu). V experimentálním nastavení byla participantům prezentována scéna ukazující chlapce, dort, míč a hračky (obr.1). Současně byly participantům prezentovány věty

(5a) *The boy will eat the cake.*

(5b) *The boy will move the cake.*

lišící se pouze použitým slovesem. První varianta představuje experimentální podmínku, kdy sémantickému omezení slovesa *eat* může ze znázorněných referentů vyhovovat pouze dort. Druhá varianta naopak slouží jako kontrolní podmínka, jelikož v pozici tématu slovesa *move* mohou figurovat všechny referenty.

V experimentální podmínce byl již při registraci slovesa *eat* častěji fixován cílový referent oproti ostatním předmětům. Takový rozdíl se však neprojevil v kontrolní podmínce. Z toho vyplývá, že bylo využito významového omezení, jímž sloveso podmiňuje sémantickou kategorii následujícího tématu. Ve vizuálním kontextu tak došlo k aktivní predikci tématu daného děje.



Obr. 1: Vizuální scéna z experimentu (Altmann & Kamide, 1999). Chlapec reprezentuje podmět věty, dort představuje cílový referent. Zbylé předměty zde figurují jako distraktory.

Obdobný princip byl dále rozšířen také na omezení vycházející z podmětu věty respektive agentu (Kamide, Altmann & Haywood, 2003). Ten sám v kombinaci se slovesem může omezovat podobu pacientu. V totožném experimentálním nastavení byla prezentována scéna zobrazující mimo jiné děvčátko, sladkosti a pivo. V rámci poslechu věty

(6) The girl will taste the sweets.

byl již při registraci slovesa fixován cílový referent (sladkosti) častěji než distraktor (pivo). Prediktivní využití slovesa a agentu bylo v rámci paradigmatu zrakového světa rovněž zaznamenáno i u dětí (Borovsky, Elman & Fernald, 2012).

3.2 Využití pádové morfologie

Většina doposud zmíněných studií zkoumala prediktivní procesy výhradně v rámci anglického jazyka. Ten se vyznačuje tím, že hlava zpravidla uvádí příslušnou frázi (*head-initial*). V případě slovesa je tak možné extrahovat informace ohledně jeho následujících argumentů, čehož lze využít k jejich prediktivnímu odvození, jak ostatně ukázaly popsané experimenty. Není však zřejmé, zda je predikce tématických rolí možná i v jazycích, kde hlava frázi ukončuje (*head-final*) a sloveso tedy stojí až za svými argumenty.

V tomto ohledu ovšem může být naopak využito systému pádové morfologie. Pád představuje morfosyntaktickou jednotku, u níž je konkrétní formou určen vztah podstatného jména ke slovesu (Chomsky, 1965). V jazycích, kde hlava frázi ukončuje, jsou tak informace ohledně tématické role konkrétního podstatného jména obsaženy především v jeho pádu. To zpravidla dovoluje flexibilnější slovosled, jelikož tématická role podstatných jmen není vázána jejich pozicí v rámci věty. Ve spojitosti s prediktivním zpracováním tak pádová morfologie může představovat kompenzaci za chybějící informace ze slovesa. Experiment z výše jmenované studie (Kamide, Altmann & Haywood, 2003) tuto možnost potvrdil na japonských větách, kdy byl správný referent fixován na základě pádového určení dalších podstatných jmen a to ještě před registrací slovesa.

Této skutečnosti bylo rovněž využito v další eyetrackingové studii zaměřující se na prediktivní využití pádu v němčině (Kamide, Scheepers & Altmann, 2003). Participantům byla zobrazena scéna obsahující zajíce, lišku a hlávku zelí. Současně byly prezentovány věty

(7a) *Der Hase frisst gleich den Kohl.*

(7b) *Den Hasen frisst gleich der Fuchs.*

u nichž by hypoteticky mělo být možné predikovat *patiens* (zelí) v případě *nominativu* a *agens* (lišku) v případě *akuzativu* již při registraci prvního podstatného jména. V dané studii byl prediktivní efekt ovšem zaznamenán až u příslovečného určení. Na základě tohoto zjištění autoři došli k závěru, že pád byl pro predikci využit až v kombinaci se sémantickými omezeními slovesa. Knoeferle a kol. (2005) nicméně u vět sestavených na totožných principech zaznamenali prediktivní efekt již před nástupem slovesa. Tato studie ve vizuálním kontextu navíc zobrazovala nerealistickou scénu, v důsledku čehož byl vyřazen efekt běžné zkušenosti ze světem. Vizuální kontext byl tak prediktivně využit okamžitě bez tématického fitu.

Věty (7a) a (7b) byly rovněž použity i ve studiích prediktivního zpracování u tureckých (Özge et al., 2019) a německých (Özge et al., 2022) dětí. Německá studie upravila původní věty do budoucího času, čímž posunula hlavní sloveso až na samý konec věty. Tímto způsobem byl eliminován potenciální vliv slovesa na prediktivní zpracování. Výsledky prokázaly samostatné využití pádu v rámci predikce druhého podstatného jména.

Dané studie se však specificky zaměřovaly na vývojové aspekty prediktivního zpracování. Především byly zkoumány rozdíly ve zpracování slovosledu, kdy věta (4a) představuje sekcenci podmět-sloveso-předmět (*subject-verb-object, SVO*), kdežto větu (4b) charakterizuje sekvence předmět-sloveso-podmět (*object-verb-subject, OVS*). Zatímco SVO slovosled je v němčině považován za kánonický, tedy s častým výskytem v běžné mluvě, sekvence OVS se v jazyce vyskytuje zřídka a představuje tak nekánonický slovosled. Původně se mělo za to, že německé děti nejsou do určitého věku schopny inkrementálně připisovat tématické role referentům na základě pádu a v důsledku toho se tak spoléhají primárně na slovosled a tématický fit (Dittmar et al., 2008). Zpracování OVS slovosledu by tak dle této hypotézy mělo představovat pro danou populaci značnou obtíž. Studie Özgeové a kolegů nicméně potvrdily prediktivní efekt i v případě OVS¹ slovosledu, což implikuje schopnost okamžitého zpracování pádových vodiček s prediktivním odvozením dalších referentů. Charakter prediktivního zpracování pádů u dětí je tak podle autorů shodný s dospělými mluvčími.

V rámci českého jazyka byly prediktivní procesy zjištěny na dětech ve spojitosti s předvídáním podstatných jmen na základě morfologických vlastností slovesa. Konkrétně šlo o využití koncovek určujících rod (Smolík & Bláhová, 2019) a číslo (Smolík & Bláhová, 2022). Stejně jako výše studované jazyky využívá také i čeština pádových určení, čímž umožňuje vytvářet variace ve slovosledu. V daném jazyce tak lze rovněž zkoumat prediktivní zpracování pádové morfologie.

¹ Vzhledem k využití budoucího času se zde striktně vzato jedná o SOV a OSV slovosledy.

II. EMPIRICKÁ ČÁST

4. Cíl výzkumu

4.1 Výzkumné otázky a hypotézy

Výzkum této práce je míněn jako konceptuální replikace studie německých dětí (Özge et al., 2022), přičemž vzorek tvořili dospělí mluvčí češtiny. Provedený experiment využil vět postavených na totožných principech jako replikovaná studie. Na rozdíl od německých vět však česká gramatika nedovoluje vložit sloveso na konec věty. Z toho důvodu byl použit slovosled shodný s dřívějšími studiemi (Kamide, Scheepers & Altmann, 2003).

Popsaný výzkum se však s replikovanou studií shoduje v kladených otázkách. Cílem experimentu bylo prokázat prediktivní zpracování pádu s využitím vizuálního kontextu. Vizuální stimuly byly zkonstruovány na stejném základě jako stimuly z replikované studie. Participantům tak byly prezentovány obrázky obsahující tři referenty: téma výpovědi (např. zajíc), možný agens (liška) a možný patiens (zelí). Dle hypotézy by se proporce pohledů k agentu a patientu měly na základě pádu prvního podstatného jména významně lišit ještě před zazněním druhého podstatného jména. Pokud budeme analyzovat například proporce pohledů k agentu, pak by z dvojice vět

(8a) Zajíc za okamžik vyčenichá zelí.

(8b) Zajíce za okamžik vyčenichá liška.

měla být proporce pohledů směrem k agentu (lišce) významně vyšší v podmínce akuzativu (8b) oproti nominativu (8a). Tato odlišnost by se přitom měla projevit co nejdříve po registraci prvního podstatného jména a nejpozději před nástupem druhého podstatného jména, které odkazuje k cílovému referentu.

5. Metodika

5.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor se skládal ze zájemců z řad vysokoškolských studentů, kteří si účastí na experimentu mohli splnit atestaci z příslušných předmětů v rámci studovaného oboru. Jednalo se tak výhradně o dospělé participanty, u nichž nebyla kromě češtiny jakožto rodného jazyka blíže specifikována kritéria účasti. Velikost vzorku byla stanovena pouze na základě vzorků z předešlých studií bez užití apriorní power analýzy. Předpokládalo se proto, že velikost $N=40$ bude dostačující pro prokázání případného efektu, experimentu se tak zúčastnilo 40 participantů. Data od tří participantů byla před analýzou vyřazena kvůli chybějícím či nekvalitním datům (v důsledku nasazených brýlí během experimentu, což zkreslilo přesnost měření očních pohybů). Ve výsledku proto byla analyzována data od 37 osob.

5.2 Měřicí nástroje

5.2.1 Aparatura

Data z očních pohybů byla měřena pomocí eyetrackingového zařízení Eyelink 1000 Plus (SR Research, Canada). Pohyby byly zaznamenávány pouze z pravého oka. Snímání pohybů probíhalo s vzorkovací frekvencí 500 Hz, pozice pohledu tak byla snímána v intervalu dvou milisekund. Experiment byl administrován v digitální podobě na běžném LCD monitoru s uhlopříčkou 22 palců a obnovovací frekvencí 60 Hz.

5.2.2 Stimuly

Pro experiment bylo připraveno celkem 64 stimulových vět (32 experimentálních a 32 výplňových; Příloha II) a 24 stimulových obrázků (16 experimentálních a 8 výplňových; Příloha I). Experimentální věty byly zkonstruovány podle několika principů. V první pozici vždy stálo podstatné jméno, jehož podoba se v prvním a čtvrtém pádě liší. Jednalo se tak buďto o slova v mužském životném rodě, tedy podstatná jména vzoru *pán* či *muž*, nebo v ženském rodě, kdy byla použita podstatná jména vzoru *žena* či *růže*. V druhé pozici se nacházelo jednoslovné či víceslovné příslovečné určení času nebo způsobu (např. *za okamžik*, *dychtivě*,...). V třetí pozici pak stálo tranzitivní sloveso. Napříč větami se slovesa lišila v užití času. Sloveso bylo prezentováno buďto v přítomném čase nebo v budoucím čase

s dokonavým videm. V pozici posledního slova se nacházelo druhé podstatné jméno, jehož podoba nebyla omezená.

V zásadě se jednalo o 16 vět, z nichž každá měla dvě varianty v závislosti na podmínce. Tyto dvě podoby se lišily v pádu prvního podstatného jména a v podobě druhého podstatného jména. Ze sémantického hlediska bylo první podstatné jméno zvoleno vždy tak, aby mohlo vystupovat jako agens i patiens v dějích odpovídajícím běžné zkušenosti. V obou podmínkách byla před stimulovou větou vždy prezentována kontextuální věta, která uváděla participanty do zobrazeného děje. Pokud použijeme příklad z replikované studie, pak obě podmínky vypadaly následovně

(9a) Zajíc sedí na poli. Zajíc za okamžik vyčenichá zeli.

(9b) Zajíc sedí na poli. Zajíce za okamžik vyčenichá liška.

Počáteční podstatné jméno představuje hlavní referent, který se v první podmínce nachází v nominativu a v příslušném ději tak vystupuje jako agens. V druhé podmínce je toto slovo prezentováno v akuzativu a v daném ději tedy figuruje jako patiens. Poslední podstatné jméno naopak v ději vystupuje ve vztahu k hlavnímu referentu jako patiens v první podmínce respektive jako agens v druhé. Po vzoru popsaných studií bylo zrovna v tomto případě sloveso v obou podmínkách shodné, nicméně toho se nepodařilo dosáhnout u všech stimulových vět (viz Příloha II).

Každý experimentální obrázek obsahoval tři objekty v předem stanovených pozicích. Nahoře byl vždy zobrazen hlavní referent, k němuž odkazovalo počáteční podstatné jméno experimentální věty (např. zajíc) a ve spodní polovině možný agens (liška) i patiens (zeli) ve vztahu k hlavnímu referentu (Obr.2). Pro účely randomizace a prevence efektu učení se vzájemné pozice možného agentu a pacientu střídaly napříč obrázky, například agens se tedy střídavě nacházel v pravé spodní a levé spodní čtvrtině obrázku. Jeden obrázek popisovaly vždy dvě varianty experimentálních vět lišící se v podmínkách (Obr. 2 byl tedy popisován větami *(9a)* a *(9b)*)

Součástí experimentu byly rovněž výplňové stimuly, které představovaly dvojice obrázků znázorňujících nerealistické děje (Obr. 3). V ději vystupovaly dva referenty, které byly v obou obrázcích shodné. V závislosti na obrázku se však lišily jejich vzájemné pozice agentu a pacientu. Každá dvojice obrázků byla popisována čtyřmi větnými variantami

(10a) Ježek vytrvale tahá myš

(10b) Ježka vytrvale tahá myš.

(10c) Myš vytrvale tahá ježka

(10d) Myš vytrvale tahá ježek.

Kresby objektů v experimentálních obrázcích byly převzaty z veřejných databází. Obrázky byly následně sestaveny v programu GIMP (The GIMP Development Team, 2019). Experimentální i výplňové věty byly namluveny nezávislou osobou. Po nahrání došlo následně k sestřihání vět takovým způsobem, aby každá pozice (první podstatné jméno, příslovečné určení, sloveso, druhé podstatné jméno) začínala v totožný čas. Kontextové věty byly obdobně sestřihány na shodnou délku trvání. Nahrávání i stříhání bylo provedeno v programu REAPER (Cockos, Inc, 2017). Výplňové obrázky byly dodány vedoucím práce.



Obr. 2: Příklad experimentálního obrázku. V horní polovině se nachází hlavní referent věty (zajíc). Vlevo dole se nachází možný patiens ve vztahu k hlavnímu referentu (zelí) a vpravo dole možný agens (liška).



Obr. 3: Příklad výplňového obrázku. Jedná se o dva totožné děje lišící se vzájemnými tematickými rolemi referentů.

5.2.3 Experimentální design

Experiment byl sestaven v programu Experiment Builder (SR Research, Canada). Každé sezení se skládalo ze série trialů. Po celou dobu trvání jednoho trialu byl vždy prezentován jeden konkrétní obrázek. S odstupem 500 ms od začátku prezentace obrázku byla současně přehrána kontextová věta následována jednou z možných vět, které daný obrázek popisují. Prezentován byl tedy například obrázek (Obr. 2) současně s větou (9b). Po skončení věty byl obrázek zobrazen ještě 2 sekundy.

Každému participantovi byl experiment prezentován v jedné ze dvou verzí. Verze se shodovaly ve výplňových stimulech, kdy byl každý obrázek prezentován celkem čtyřikrát se všemi variantami vět. Verze se však lišily v experimentálních stimulech, kdy byl každý obrázek prezentován jen jednou společně s konkrétní větou ze dvou možných variant. Například obrázek (Obr. 2) byl v jedné verzi prezentován společně s větou (9a) a v druhé společně s větou (9b). V každé verzi byla jedna polovina experimentálních vět prezentována v podmínce nominativu a druhá v podmínce akuzativu (podle pádu prvního podstatného jména).

Z hlediska experimentálního designu se tak jednalo o kombinaci *within-subject* designu, kdy se pokusné stimuly lišily v podmínkách napříč experimentem, a *between-subject* designu, kdy verze prezentovaly každý pokusný stimul v odlišných podmínkách. Celkem tedy experiment obsahoval 48 trialů (8x4 výplňových stimulů a 16 experimentálních stimulů). Pořadí stimulů bylo rozděleno do čtyř bloků. Následně byla pro každého participanta provedena randomizace pořadí jednotlivých bloků i pořadí stimulů v rámci jednoho bloku.

5.3 Procedura

Experiment proběhl v laboratoři LABELS v prostorech Psychologického Ústavu Akademie Věd ČR. Participantů nejprve potvrdili účast na výzkumu podepsáním formuláře informovaného souhlasu (Příloha III). Následně byli instruováni, aby pouze pozorovali prezentované obrázky a současně poslouchali popisné věty (*look-and-listen task*; Huettig, 2015). Vzhledem ke schopnosti eyetrackingového zařízení snímat pohyby hlavy nebyla participantům fixována poloha hlavy ani předem určena jejich vzdálenost od obrazovky. Participantům však bylo přikázáno, aby se po celou dobu experimentu nehýbali. Poté došlo

ke kalibraci eyetrackingového zařízení s následnou validizací. V případě úspěšné kalibrace byl pak spuštěn samotný experiment, který trval přibližně deset minut.

5.3.1 Etika výzkumu

Nebylo shledáno, že by obsah ani charakter experimentu představoval jakékoliv riziko pro etickou integritu výzkumu. Přesto však byl před provedením experimentu podán návrh výzkumu etické komisi PsÚ AV ČR, která jej obratem schválila. Data byla anonymizována tím způsobem, že byl každému participantovi na místě přidělen kód, v důsledku čehož tak není možné z dat dohledat totožnost jednotlivých participantů. Data byla zpřístupněna pouze řešiteli a vedoucímu práce pro účely statistické analýzy. Vyplněné formuláře informovaného souhlasu byly uskladněny v archivu příslušného pracoviště.

5.4 Statistická analýza

5.4.1 Zpracování dat

Data z eyetrackingového zařízení byla exportována v programu Data Visualizer (SR Research, Canada). Kromě chybných participantů byla z výsledného souboru také vyřazena data z výplňových stimulů. Ta sice byla sbírána v rámci jiného výzkumu, nicméně pro účely této práce nebyla využita. Součástí zpracování bylo určení oblastí zájmu (*Areas of interest - AIOs*), které představovaly dva spodní kvadranty obrázku. Tyto oblasti ohraničují pozice cílových a distraktorových referentů, tedy agentu a pacientu specificky pro každý stimul. Výsledný soubor obsahuje data pro jednotlivé participanty i trialů. Průběh konkrétního trialu je vždy členěn do intervalů po 20 ms (tzv. *time bins*). U každého 20 ms binu je určena absolutní i relativní četnost 2 ms vzorků nacházejících se v příslušné oblasti zájmu.

Další úpravy dat proběhly v jazyce R (R Core Team, 2021). Nejprve došlo k sjednocení obou verzí do jednoho souboru. Následně byly ze souboru vyřazeny biny z kontextuálních vět. Relativní četnost pohledů do oblastí zájmu byla zaokrouhlena mezi 0 a 1. Na základě stimulového obrázku bylo poté pro každý bin určeno, zda pohledy směřovaly k agentu nebo pacientu. Stejně tak byly určeny pohledy k cílovému referentu (agent pro podmínku akuzativu a pacient pro nominativ) a distraktoru. Pro účely analýzy došlo následně k vyřazení tzv. *trackloss* vzorků, kdy se participant nedíval ani na jednu z oblastí zájmu.

5.4.2 Testování hypotéz

Statistické testování proběhlo rovněž v jazyce R konkrétně pomocí knihovny *eyetrackingR* (Dink & Ferguson, 2015). Pro zodpovězení hlavní hypotézy přítomnosti prediktivního zpracování byla provedena analýza časových oken (*Time-window analysis*), která představuje původní způsob statistické analýzy dat z paradigmatu zrakového světa. V této analýze jsou nejprve data rozdělena do časových oken podle časů znění příslušných slov. Následně dojde ke zprůměrování proporcí pohledů do oblastí zájmu v rámci konkrétního okna a výsledné hodnoty jsou poté pro každého účastníka v závislosti na podmínce zprůměrovány přes trialy. Z praktického hlediska však analýza časových oken udává, jak velký časový zlomek z daného okna se účastník díval na příslušnou oblast zájmu. Na těchto hodnotách jsou pak provedeny párové t-testy. Pokud test vyjde signifikantně, znamená to, že v rámci daného časového okna se proporce pohledů k příslušným oblastem zájmu liší na základě podmínky.

Před testováním se však nejprve provádí transformace proporcí (p) na empirický logit. Ten je definován jako

$$Elog(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$$

kde $p \in (0,1)$. Tato transformace je pro statistické testování vhodná za účelem normalizace dat. V originálních proporcích totiž z podstaty není možné konstruovat intervaly spolehlivosti na extrémních hodnotách, jelikož ty jsou omezeny intervalem $(0,1)$. Data vyskylující se v blízkosti kraních hodnot proto navíc mají zákonitě nižší rozptyl (Barr, 2008).

V rámci provedeného výzkumu představovala časová okna rozmezí prezentace prvního podstatného jména (0-920 ms), příslovečného určení (920-1800 ms), slovesa (1800-2720 ms) a druhého podstatného jména (2720-4000 ms od začátku věty). Po vzoru replikované studie zde byly posuzovány proporce pohledů na agens v závislosti na podmínce pádu. Pokud byly pády zpracovávány prediktivně, měly by se proporce pohledů odlišovat před nástupem druhého podstatného jména tedy alespoň v rámci jednoho z prvních tří časových oken. Dle nulové hypotézy by se podmínky v těchto oknech neměly lišit ($H_0: \mu_{nom} = \mu_{acc}$).

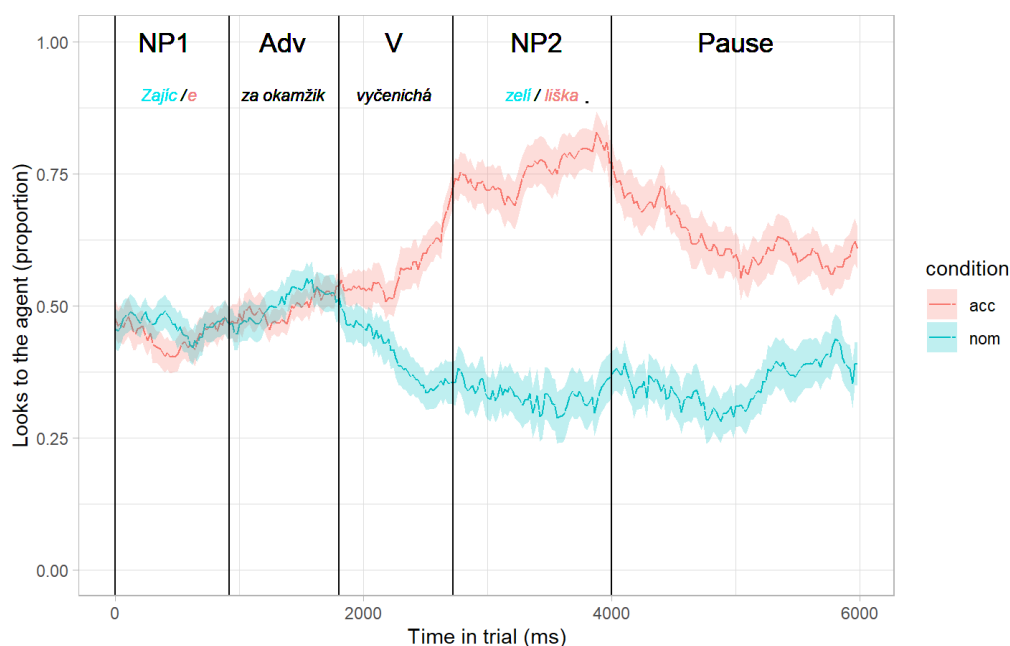
Nevýhoda analýzy časových oken ovšem spočívá ve značné ztrátě informace, ke které v důsledku průměrování v rámci okna a přes trialy dochází (Barr, 2008). Především je pak eliminována proměnná času, díky čemuž není možné určit přesný časový bod, kdy se

proporce pohledů na agens začaly odlišovat na základě podmínky. Z toho důvodu byla analýza časových oken doplněna permutační analýzou časových sekvencí (*bootstrapped cluster-based permutation analysis*).

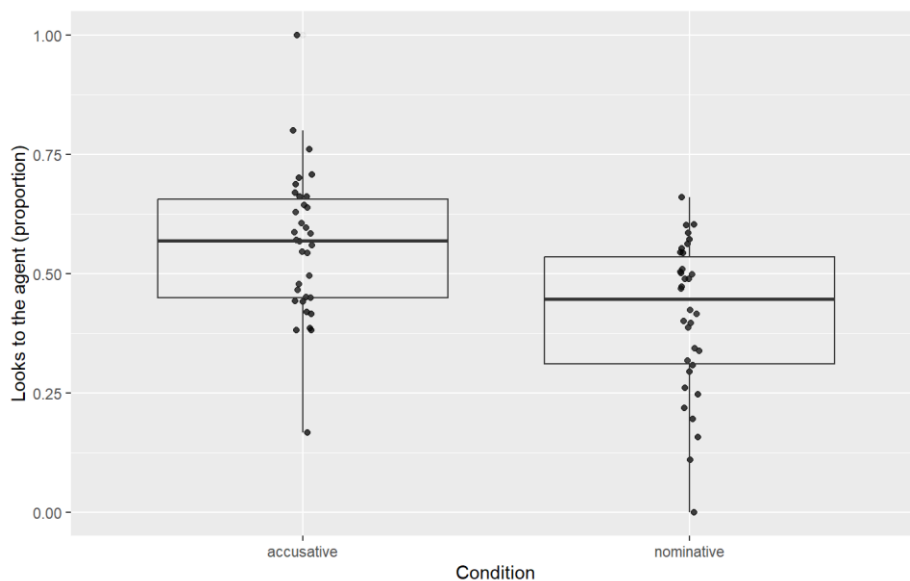
Daná analýza vychází z tzv. *bootstrap* metody, která představuje neparametrickou alternativu ke klasickému testování hypotéz. Daná metoda stojí na principu opakovaného vytváření náhodných vzorků na základě zdrojových dat (Kreiss & Lahiri, 2012). V tomto nastavení analýza pomocí t-testů provnívá podmínky na každém časovém binu a určí sekvence sousedních binů (*time-clusters*), které vyšly signifikantně. Následně vezme součty výsledných t-statistik v rámci každé z těchto sekvencí a proces opakuje na náhodně promíchaném pořadí binů. Tento postup je mnohokrát opakován, čímž je vygenerováno „nulové rozdělení“ součtů testových statistik v rozsahu náhodných sekvencí. Pokud se součet testových statistik v některé z původních sekvencí nachází v rámci nulového rozdělení pod hladinou významnosti, implikuje to skutečnost, že rozdíly hodnot v dané sekvenci nejsou náhodné (Maris & Oostenveld, 2007). Tato analýza byla obdobně provedena na datech transformovaných na empirický logit. Počet iterací byl určen na 1000.

6. Výsledky

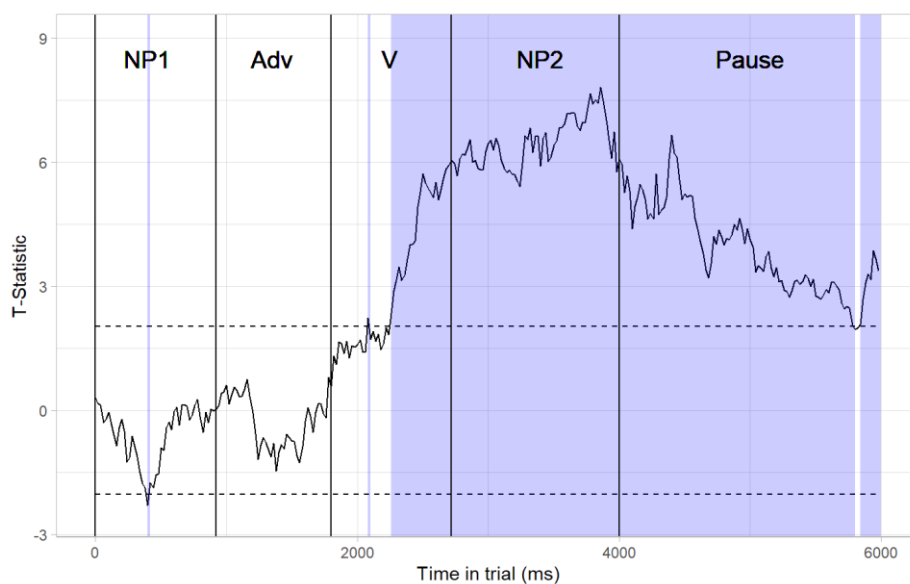
Graf (Obr. 4) vývoje průměrné preference agentu v závislosti na podmínce ukazuje, že podmínky se začaly odlišovat přibližně kolem nástupu slovesa. Analýza časových oken potvrdila odlišnost podmínek kromě druhého podstatného jména také v rámci slovesa ($t(30) = 3.35$, $p = 0.002$) (Obr. 5). V rámci prvního podstatného jména a příslovečného určení odlišnost zaznamenána nebyla. Permutační časová analýza určila čtyři sekvence, v jejichž rozsahu se podmínky lišily (Obr. 6). V rámci rozdělení náhodných součtů testových statistik (Obr. 7) vyšla signifikantně pouze sekvence nacházející se v rozmezí 2260 až 5800 milisekund ($sum(t) = 882.6$, $p < 0.001$). Čas jejího počátku lze interpretovat jako moment, kdy se začaly hodnoty podmínek odlišovat. Tento čas zhruba odpovídá prostředku časového okna slovesa (Obr. 8).



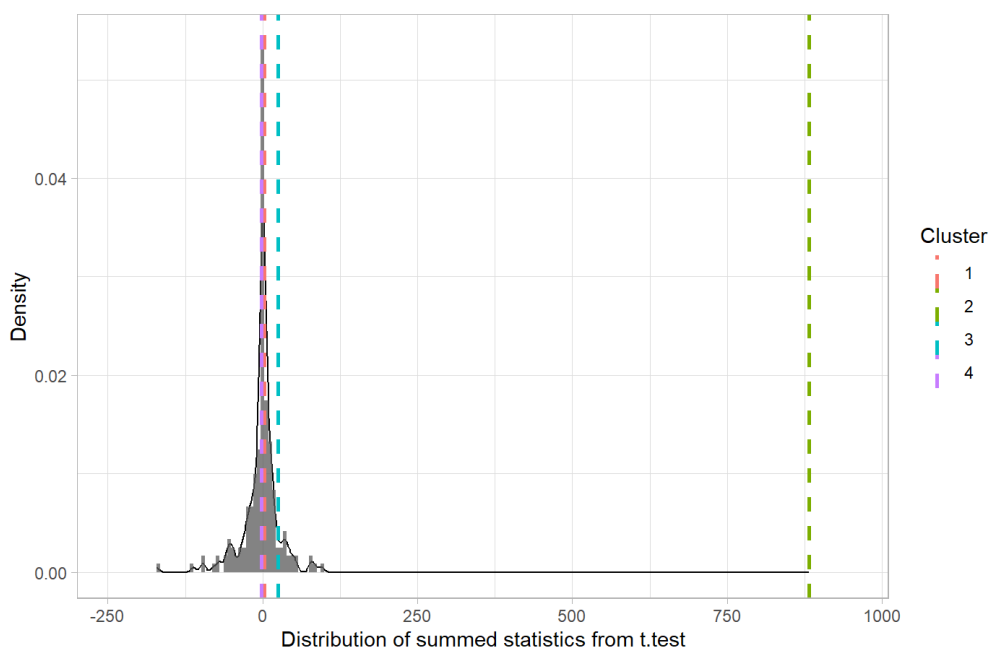
Obr. 4: Vývoj pohledů na agens v průběhu registrace věty. Osa x udává čas od začátku věty v ms, osa y určuje průměrnou proporci pohledů na agens relativně oproti patientu. Červený graf znázorňuje hodnoty pro podmínku akuzativu, modrý pro nominativ. Barevné pásmo vyznačuje 95% interval spolehlivosti. Svislé čáry ohraničují časová okna jednotlivých slov doplněných příklady. NP1 – první podstatné jméno, Adv – příslovečné určení, V – sloveso, NP2 – druhé podstatné jméno, Pause – interval měření po dokončení věty.



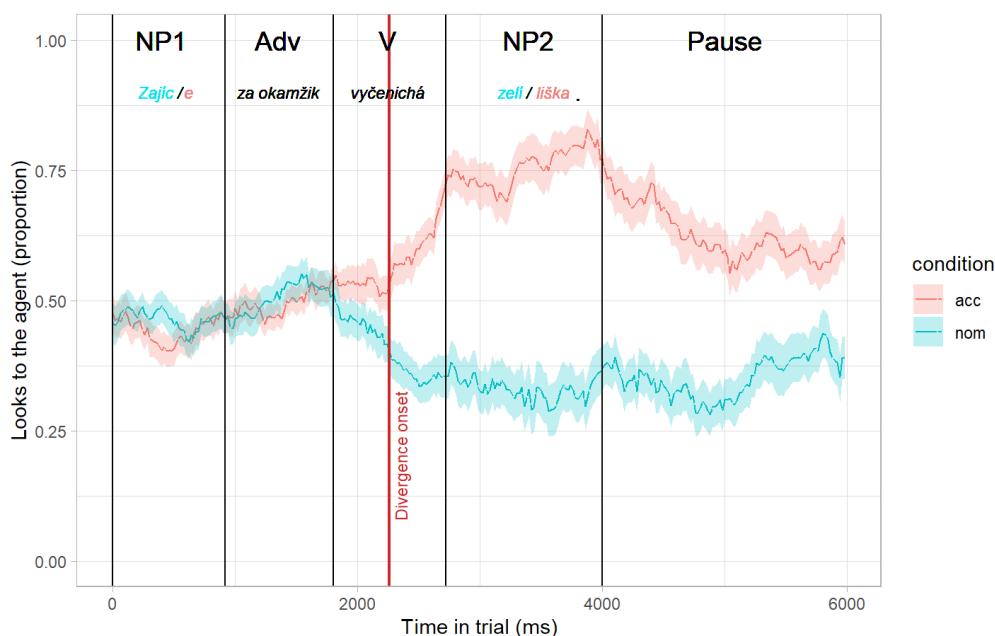
Obr. 5: Průměrná proporce pohledů na agens v rámci časového okna slovesa podle podmínky. Osa x určuje podmínku akuzativu a nominativu, osa y udává průměrnou proporcii pohledů na agens. Pro přehlednost jsou zde proporce zobrazeny v netransformovaných hodnotách. Box-plot uhraničuje 95% interval spolehlivosti.



Obr. 6: T-statistiky jednotlivých časových binů. Osa x udává čas od začátku věty v milisekundách. Osa y určuje hodnoty testových statistik t-testů provedených na konkrétních binech v závislosti na podmínce. Přerušované čáry určují hodnoty t-statistik odpovídající hladině významnosti $\alpha = 0.05$. Fialová pásma ohraničují časové sekvence, v rámci kterých vyšly sousední biny v t-testech signifikantně. Pro přehled jsou opět vyznačena časová okna jednotlivých slov.



Obr. 7: Výsledky permutační analýzy časových sekvencí (clusterů). Osa x udává hodnotu součtu testových statistik v rámci konkrétní sekvence. Osa y určuje pravděpodobnostní hustotu v rámci daného rozdělení. Přerušované čáry znázorňují součty statistik sekvencí z původních dat (Obr. 7). Sekvence č. 2 odpovídá rozmezí 2260 až 5800 ms od začátku věty.



Obr. 8: Začátek divergence podmínek. Červená svíslá čára určuje moment, kdy se podmínky začaly podle permutační analýzy významně odlišovat. Zbytek grafu je shodný s Obr. 4.

7. Diskuze

Výsledky potvrdily, že v závislosti na podmínce byl cílový referent preferován oproti distraktoru dříve, než zazněl v příslušné větě. Tato skutečnost dokládá přítomnost prediktivního zpracování, v rámci něhož byl pád prvního podstatného jména využit k předčasnému odvození cílového referentu. Bod, kdy se preference agentu začala odlišovat mezi podmínkami, odpovídá zhruba prostředku časového okna slovesa (Obr. 8).

Jak již ovšem bylo zmíněno, česká gramatika nedovoluje vložit sloveso na konec vět, díky čemuž musí stát před predikovaným referentem. V tomto smyslu tak nebylo umožněno odstranit vliv slovesa na prediktivní usuzování. Stejně jako u některých z výše jmenovaných studií proto ani zde není zcela zřejmé, v jakém poměru se na prediktivním zpracování podílely informace z pádů a slovesa. Pokud by byl cílový referent predikován na základě pádu, měla by se odlišnost v podmínkách hypoteticky projevit již v průběhu příslovečného určení. Existuje víc interpretací skutečnosti, že k odlišení hodnot z obou podmínek došlo až později.

Ve prospěch vlivu slovesa hovoří zejména několik nedostatků experimentu. Předním limitem je skutečnost, že napříč podmínkami nebyla slovesa u každé věty totožná (například věty (A2a) a (A2b), Příloha II). V takovém případě se slovesa kromě podoby navíc liší mírou sémantického omezení navádějícího k cílovému referentu. Rozdíly v podmínkách by tak u odlišných sloves měly být čistě vzato extrémnější než u totožných, což se mohlo projevit na celkových hodnotách. V důsledku toho je možné, že v případě odlišných sloves byl význam konkrétního slovesa pro prediktivní zpracování zásadnější než pád prvního podstatného jména.

Další limit spočívá v sémantické ambivalenci některých stimulů. Například věta

(11) Chlapec pevně drží míč

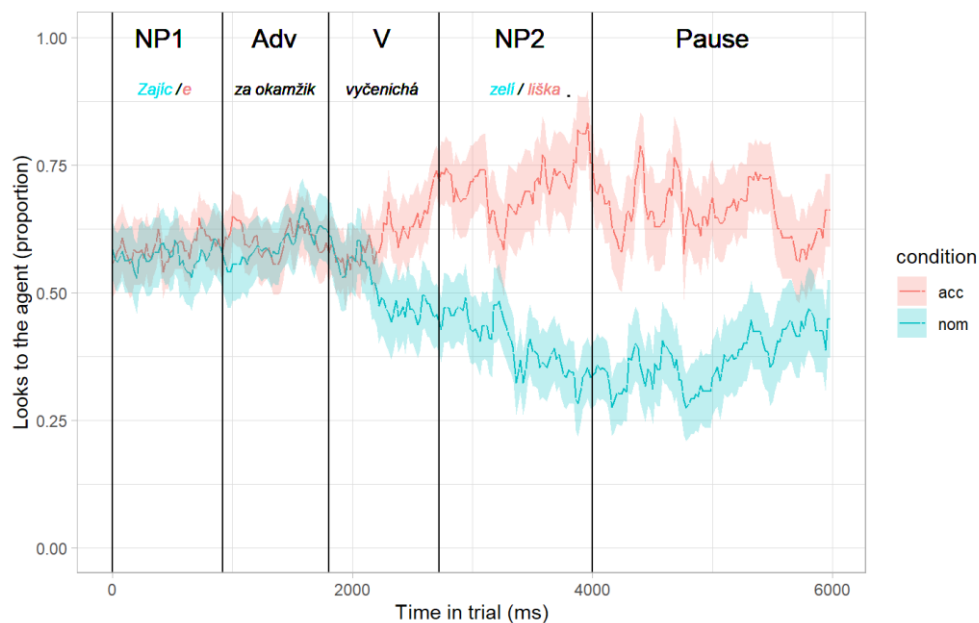
popisuje obrázek obsahující chlapce jako hlavní referent společně s míčem jako možným patientem a matkou jako možným agentem (A11, Příloha I). V podmínce nominativu však pád prvního podstatného jména nepředstavuje dostatečné omezení pro cílový referent (míč), jelikož distraktor (matka) zde teoreticky vzato může vůči hlavnímu referentu vystupovat i jako patient. Z podstaty věci může v takovém případě být cílový referent bezesporně či velmi pravděpodobně identifikován až se zpracováním slovesa.

V neposlední řadě je také nutné podotknout, že časová okna nutně neodpovídají znění jednotlivých slov. Věty byly sestříhány tím způsobem, že ze všech stimulových vět bylo pro každé okno určeno nejdelší slovo či sousloví. Kratší slovesa v tomto případě pak před nástupem dalšího okna následovala pauza. Z toho důvodu může začátek divergence podmínek odpovídat momentu, kdy již některá slovesa nebo jejich podstatná část skončila. Pokud navíc přijmeme předpoklad inkrementálního zpracování, je dost možné, že význam slovesa byl extrahován už v průběhu jeho znění.

Naproti tomu však lze ve prospěch pádového určení namítnout, že na rozdíl od němčiny, kde pád určuje člen (*der/den*), je v češtině pád definován až příslušnou koncovkou. Z toho důvodu je tak možné se domnívat, že zpracování pádu logicky vyžaduje delší čas, díky čemuž se odlišnost podmínek projevila až později.

Přestože permutační analýza určila moment divergence podmínek zhruba v prostředku časového okna slovesa, tento fakt ještě nutně neimplikuje moment identifikace cílového referentu. Daný bod totiž určuje začátek významné odlišnosti, přehledový graf (Obr. 4) však jasně ukazuje, že trend rozcházejících se podmínek započal již s nástupem slovesa či ještě těsně před ním. Nakonec je rovněž nutné počítat se skutečností, že iniciace sakády, tedy v tomto případě pohledu k cílovému referentu, může za normálních okolností trvat až 200 milisekund (Purves, 2001). K identifikaci cílového referentu tak patrně mohlo dojít mnohem dříve, než se k němu účastníci začali dívat.

I v případě možného vlivu slovesa na předčasnou identifikaci cílového referentu je však zřejmé, že pád bezesporně sehrál alespoň částečnou roli v prediktivním zpracování. To dokládá zejména fakt, že prediktivní efekt se potvrdil i na větách, kde podmínky obsahovaly totožné sloveso (Obr. 9). V takových případech by totiž sloveso samo o sobě nemohlo určovat rozdílnou preferenci následujícího referentu a muselo tak být zpracováno společně s pádem.



Obr. 9: Vývoj preference agentu u podmínek s totožným slovesem. Strukturou je graf shodný s celkovým vývojem preference (Obr. 4). Byl však vytvořen jen na základě dat z vět, u nichž podmínky obsahovaly totožné sloveso.

Závěr

Tato práce se věnovala fenoménu kontextuální predikce v procesu porozumění, který označuje přítomnost aktivního předvídání příchozího jazyka na základě dostupného kontextu. V teoretické části bylo nejprve ukázáno, že tento jev vychází z obecnějšího principu inkrementality větného zpracování. Dle tohoto principu jsou příchozí jazykové jednotky zpracovány okamžitě ještě před registrací nadřazené struktury. Doposud nezaznamenaný zbytek této struktury je navíc odvozen využitím kontextuálních omezení vycházejících z již zpracovaného úseku příslušné věty či mimovětných faktorů. Předložené studie potvrdily, že toto odvození nespočívá jen v usměrněném zpracování daného zbytku při následné registraci nýbrž v jeho vědomém očekávání. Dále bylo ukázáno, že možný rozsah predikovaných jednotek zahrnuje mimo jiné syntaktickou strukturu zbytku věty, podobu příchozích slov i jejich zvukové vlastnosti.

Specificky se práce zaměřovala na využití pádové morfologie k prediktivnímu odvození dějové struktury a následujících slov. Z hlediska informačních zdrojů jsou pády vnímány jako alternativa k přísnému slovosledu anglického jazyka. Tento problém byl v minulosti zkoumán zpravidla pomocí paradigmatu zrakového světa. V němčině i turečtině bylo prediktivní zpracování pádů prokázáno již u dětí. Empirická část aplikovala totožné nastavení na dospělé mluvčí českého jazyka. Výzkum bezesporně potvrdil prediktivní efekt, byť v důsledku principů české gramatiky i limitů pokusných stimulů nebylo zcela možné odlišit vliv pádové morfologie na prediktivní zpracování oproti významu slovesa.

Přestože byla popsány studiemi i provedeným výzkumem existence kontextuální predikce v procesu větného zpracování jasně prokázána, rozmanitost předložených teorií dokládá, že neexistuje obecná shoda nad jejím funkčním významem. Možné pohledy vykládají kontextuální predikci jako důsledek sdílených zdrojů zpracování jazyka s produkcí, aktivací obsáhlejších struktur rozšířeného lexikonu či jako optimální způsob zpracování jazyka z hlediska teorie pravděpodobnosti.

Podobně není zřejmá ani praktická nutnost predikce pro úspěšné zpracování vět. Vzhledem k tomu, že experimentální výzkum zpravidla uváděl participanty do velmi specifických situací, zůstává otázkou, do jaké míry je kontextuální predikce přítomna v běžném užívání jazyka. Předpoklad, že kontextuální predikce představuje ústřední mechanismus jazykového zpracování tak vyžaduje ucelenější teoretický výklad i rozsáhlejší podporu v experimentálních datech.

Reference

- Abney, S. (1989). A computational model of human parsing. *Journal of Psycholinguistic Research*, 18(1), 129–144. <https://doi.org/10.1007/bf01069051>
- Alloppenna, P. D., Magnuson, J. S., & Tanenhaus, M. K. (1998). Tracking the Time Course of Spoken Word Recognition Using Eye Movements: Evidence for Continuous Mapping Models. *Journal of Memory and Language*, 38(4), 419–439. <https://doi.org/10.1006/jmla.1997.2558>
- Altmann, G. T. M. (1999). Thematic role assignment in context. *Journal of Memory and Language*, 41(1), 124–145. <https://doi.org/10.1006/jmla.1999.2640>
- Altmann, G. T. M., & Kamide, Y. (1999). Incremental interpretation at verbs: Restricting the domain of subsequent reference. *Cognition*, 73(3), 247–264. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(99\)00059-1](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00059-1)
- Altmann, G. T. M., & Mirković, J. (2009). Incrementality and Prediction in Human Sentence Processing. *Cognitive Science*, 33(4), 583–609. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2009.01022.x>
- Altmann, G. T. M., & Steedman, M. (1988). Interaction with context during human sentence processing. *Cognition*, 30(3), 191–238. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(88\)90020-0](https://doi.org/10.1016/0010-0277(88)90020-0)
- American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7th ed.). <https://doi.org/10.1037/0000165-000>
- Arai, M., & Keller, F. (2013). The use of verb-specific information for prediction in sentence processing. *Language and Cognitive Processes*, 28(4), 525–560. <https://doi.org/10.1080/01690965.2012.658072>
- Bader, M., & Lasser, I. (1994) German verb-final clauses and sentence processing: Evidence for immediate attachment. In: C. Clifton, L. Frazier, & K. Rayner (Eds.), *Perspectives on sentence processing* (pp. 225-242). Erlbaum.
- Barr, D. J. (2008). Analyzing 'visual world' eyetracking data using multilevel logistic regression. *Journal of Memory and Language*, 59(4), 457–474. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2007.09.002>
- Bever, T. G. (1970). The Cognitive Basis for Linguistic Structures. In J. R. Hayes (Ed.), *Cognition and the Development of Language* (pp. 279-362). Wiley.

- Borovsky, A., Elman, J. L., & Fernald, A. (2012). Knowing a lot for one's age: Vocabulary skill and not age is associated with anticipatory incremental sentence interpretation in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 112(4), 417–436. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.01.005>
- Brennan, J., & Pykkänen, L. (2017). MEG Evidence for Incremental Sentence Composition in the Anterior Temporal Lobe. *Cognitive Science*. <https://doi.org/10.1111/cogs.12445>
- Brick, T. R., & Scheutz, M. (2007). Incremental natural language processing for HRI. In *Human-Robot Interaction*. <https://doi.org/10.1145/1228716.1228752>
- Chambers, C. G., Tanenhaus, M. K., & Magnuson, J. S. (2004). Actions and Affordances in Syntactic Ambiguity Resolution. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(3), 687–696. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.30.3.687>
- Chomsky, N. A. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. MIT Press.
- Chomsky, N. A. (1981). *Lectures on government and binding*. Foris.
- Christiansen, M. H., & Chater, N. (2016). The Now-or-Never bottleneck: A fundamental constraint on language. *Behavioral and Brain Sciences*, 39. <https://doi.org/10.1017/s0140525x1500031x>
- Clark, A. G. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(3), 181–204. <https://doi.org/10.1017/s0140525x12000477>
- Cooper, R. A. (1974). The control of eye fixation by the meaning of spoken language. *Cognitive Psychology*, 6(1), 84–107. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(74\)90005-x](https://doi.org/10.1016/0010-0285(74)90005-x)
- Coulson, S., Federmeier, K. D., Van Petten, C., & Kutas, M. (2005). Right Hemisphere Sensitivity to Word- and Sentence-Level Context: Evidence from Event-Related Brain Potentials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(1), 129–147. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.1.129>
- Crain, S. & Steedman, M. (1985). On not being led up the garden path: the use of context by the psychological parser. In: Dowty, D., Karttunen, L., Zwicky, A. (Eds.), *Natural Language Parsing*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- DeLong, K. A., Urbach, T. P., & Kutas, M. (2005). Probabilistic word pre-activation during language comprehension inferred from electrical brain activity. *Nature Neuroscience*, 8(8), 1117–1121. <https://doi.org/10.1038/nn1504>

- Dink, J. W., & Ferguson, B. (2015). *eyetrackingR: An R Library for Eye-tracking Data Analysis*. Retrieved from <http://www.eyetrackingr.com>.
- Dittmar, M., Abbot-Smith, K., Lieven, E., & Tomasello, M. (2008). Young German children's early syntactic competence: a preferential looking study. *Developmental Science*, *11*(4), 575–582. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00703.x>
- Eberhard, K., Spivey-Knowlton, S., Sedivy, J. & Tanenhaus, M. (1995). Eye movements as a window into real-time spoken language processing in natural contexts. *Journal of Psycholinguistic Research*, *24*, 409-436. <https://doi.org/10.1007/BF02143160>
- Ehrlich, S. F., & Rayner, K. (1981). Contextual effects on word perception and eye movements during reading. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, *20*(6), 641–655. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(81\)90220-6](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(81)90220-6)
- Elman, J. L. (1990). Finding Structure in Time. *Cognitive Science*, *14*(2), 179–211. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1402_1
- Federmeier, K. D. (2007). Thinking ahead: The role and roots of prediction in language comprehension. *Psychophysiology*, *44*(4), 491–505. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00531.x>
- Federmeier, K. D., & Kutas, M. (1999). A rose by any other name: Long-term memory structure and sentence processing. *Journal of Memory and Language*, *41*(4), 469–495. <https://doi.org/10.1006/jmla.1999.2660>
- Federmeier, K. D., Kutas, M., & Schul, R. (2010). Age-related and individual differences in the use of prediction during language comprehension. *Brain and Language*, *115*(3), 149–161. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2010.07.006>
- Federmeier, K. D., Mai, H., & Kutas, M. (2005). Both sides get the point: Hemispheric sensitivities to sentential constraint. *Memory & Cognition*, *33*(5), 871–886. <https://doi.org/10.3758/BF03193082>
- Ferreira, F., & Qiu, Z. (2021). Predicting syntactic structure. *Brain Research*, *1770*, Article 147632. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2021.147632>
- Frank, S. L., Otten, L. J., Galli, G., & Vigliocco, G. (2015). The ERP response to the amount of information conveyed by words in sentences. *Brain and Language*, *140*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2014.10.006>

- Frazier, L. (1978). *On comprehending sentences: Syntactic parsing strategies*. PhD. Thesis, University of Connecticut. Indiana University Linguistics Club.
- Frazier, L., & Fodor, J. D. (1978). The sausage machine: A new two-stage parsing model. *Cognition*, 6(4), 291–325. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(78\)90002-1](https://doi.org/10.1016/0010-0277(78)90002-1)
- Freunberger, D., & Roehm, D. (2016). Semantic prediction in language comprehension: Evidence from brain potentials. *Language, Cognition and Neuroscience*, 31(9), 1193–1205. <https://doi.org/10.1080/23273798.2016.1205202>
- Garnsey, S. M., Pearlmutter, N. J., Myers, E., & Lotocky, M. A. (1997). The contributions of verb bias and plausibility to the comprehension of temporarily ambiguous sentences. *Journal of Memory and Language*, 37(1), 58–93. <https://doi.org/10.1006/jmla.1997.2512>
- Garrod, S. & Sanford, A. (1995). Incrementality in Discourse Understanding. In: Milward, D. & Sturt, P. (Eds.). *Incremental interpretation* (pp. 104-115). Edinburgh Working Papers in Cognitive Science, Vol. 11.
- Hale, J. (2001). A probabilistic early parser as a psycholinguistic model. In *North American Chapter of the Association for Computational Linguistics*. <https://doi.org/10.3115/10733336.1073357>
- Huettig, F., Audring, J., & Jackendoff, R. (2022). A parallel architecture perspective on pre-activation and prediction in language processing. *Cognition*, 224, 105050. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2022.105050>
- Huettig, F., & Janse, E. (2016). Individual differences in working memory and processing speed predict anticipatory spoken language processing in the visual world. *Language, Cognition and Neuroscience*, 31(1), 80–93. <https://doi.org/10.1080/23273798.2015.1047459>
- Huettig, F., & Mani, N. (2016). Is prediction necessary to understand language? Probably not. *Language, Cognition and Neuroscience*, 31(1), 19–31. <https://doi.org/10.1080/23273798.2015.1072223>
- Ito, A., Pickering, M. J., & Corley, M. (2018). Investigating the time-course of phonological prediction in native and non-native speakers of English: A visual world eye-tracking study. *Journal of Memory and Language*, 98, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2017.09.002>
- Jackendoff, R. (2002). *Foundations of Language*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198270126.001.0001>
- Jurafsky, D. (1996). A Probabilistic Model of Lexical and Syntactic Access and Disambiguation. *Cognitive Science*, 20(2), 137–194. https://doi.org/10.1207/s15516709cog2002_1

- Kamide, Y. (2008). Anticipatory Processes in Sentence Processing. *Language and Linguistics Compass*, 2(4), 647–670. <https://doi.org/10.1111/j.1749-818x.2008.00072.x>
- Kamide, Y., Altmann, G. T. M., & Haywood, S. L. (2003). The time-course of prediction in incremental sentence processing: Evidence from anticipatory eye movements. *Journal of Memory and Language*, 49(1), 133–156. [https://doi.org/10.1016/S0749-596X\(03\)00023-8](https://doi.org/10.1016/S0749-596X(03)00023-8)
- Kamide, Y., & Mitchell, D. C. (1999). Incremental pre-head attachment in Japanese parsing. *Language and Cognitive Processes*, 14(5-6), 631–662. <https://doi.org/10.1080/016909699386211>
- Kamide, Y., Scheepers, C. & Altmann, G. T. M., (2003). Integration of Syntactic and Semantic Information in Predictive Processing: Cross-Linguistic Evidence from German and English. *Journal of Psycholinguistic Research* 32(1), 37-35. <https://doi.org/10.1023/A:1021933015362>
- Knoeferle, P., Urbach, T. P., & Kutas, M. (2011). Comprehending how visual context influences incremental sentence processing: Insights from ERPs and picture-sentence verification. *Psychophysiology* 48(4), 495-506. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01080.x>
- Kreiss, J., & Lahiri, S. N. (2012). Bootstrap Methods for Time Series. In *Handbook of Statistics* (pp. 3–26). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-53858-1.00001-6>
- Kuhn, T. (1962). *Struktura vědeckých revolucí*. Oikumené.
- Kuperberg, G. R., & Jaeger, T. F. (2016). What do we mean by prediction in language comprehension? *Language, Cognition and Neuroscience*, 31(1), 32–59. <https://doi.org/10.1080/23273798.2015.1102299>
- Kutas, M., DeLong, K. A., & Smith, N. J. (2011). A look around at what lies ahead: Prediction and predictability in language processing. In M. Bar (Ed.), *Predictions in the brain: Using our past to generate a future* (pp. 190–207). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195395518.003.0065>
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Reading Senseless Sentences: Brain Potentials Reflect Semantic Incongruity. *Science*, 207(4427), 203–205. <https://doi.org/10.1126/science.7350657>
- Levy, R. (2008). Expectation-based syntactic comprehension. *Cognition*, 106(3), 1126–1177. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.05.006>
- Levy, R. (2011b, June 1). *Integrating surprisal and uncertain-input models in online sentence comprehension: formal techniques and empirical results*. ACL Anthology.

- MacDonald, M. C., Pearlmutter, N. J., & Seidenberg, M. S. (1994). The lexical nature of syntactic ambiguity resolution. *Psychological Review*, *101*(4), 676–703. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.101.4.676>
- Maris, E., & Oostenveld, R. (2007). Nonparametric statistical testing of EEG- and MEG-data. *Journal of Neuroscience Methods*, *164*(1), 177–190. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2007.03.024>
- Marslen-Wilson, W. D. (1975). Sentence Perception as an Interactive Parallel Process. *Science*, *189*(4198), 226–228. <https://doi.org/10.1126/science.189.4198.226>
- McRae, K., Hare, M., Elman, J. L., & Ferretti, T. R. (2005). A basis for generating expectancies for verbs from nouns. *Memory & Cognition*, *33*(7), 1174–1184. <https://doi.org/10.3758/bf03193221>
- McRae, K., & Matsuki, K. (2013). Constraint-based models of sentence processing. In R. P. G. van Gompel (Ed.), *Sentence processing* (pp. 51–77). Psychology Press.
- McRae, K., Spivey-Knowlton, M. J., & Tanenhaus, M. K. (1998). Modeling the Influence of Thematic Fit (and Other Constraints) in On-line Sentence Comprehension. *Journal of Memory and Language*, *38*(3), 283–312. <https://doi.org/10.1006/jmla.1997.2543>
- Mishra, R. K., Singh, N., Pandey, A., & Huettig, F. (2012). Spoken language-mediated anticipatory eye movements are modulated by reading ability: Evidence from Indian low and high literates. *Journal of Eye Movement Research*, *5*(1), 1-10. <https://doi.org/10.16910/jemr.5.1.3>
- Özge, D., Kornfilt, J., Maquate, K., Küntay, A. C., & Snedeker, J. (2022). German-speaking children use sentence-initial case marking for predictive language processing at age four. *Cognition*, *221*, 104988. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104988>
- Özge, D., Küntay, A. C., & Snedeker, J. (2019). Why wait for the verb? Turkish speaking children use case markers for incremental language comprehension. *Cognition*, *183*, 152–180. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.10.026>
- Pritchett, B. L. (1991). Head position and parsing ambiguity. *Journal of Psycholinguistic Research*, *20*(3), 251–270. <https://doi.org/10.1007/BF01067218>
- Pritchett, B. L. (1992). Parsing with Grammar: Islands, Heads, and Garden Paths. In *Studies in theoretical psycholinguistics* (pp. 321–349). Springer Nature (Netherlands). https://doi.org/10.1007/978-94-017-1980-3_12
- Purves, D. (2001). Types of Eye Movements and Their Functions. In: Purves, D., Augustine, G. J. Fitzpatrick D., Katz, L. C., LaMantia, A.-S., McNamara, J. O. & Williams, M. S. (Eds.). *Neuroscience* (2nd ed.). Sinauer Associates.

- Rayner, K., Carlson, M., & Frazier, L. (1983). The interaction of syntax and semantics during sentence processing: Eye movements in the analysis of semantically biased sentences. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 22(3), 358–374. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(83\)90236-0](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(83)90236-0)
- Rayner, K., & Clifton, C. (2009). Language processing in reading and speech perception is fast and incremental: Implications for event-related potential research. *Biological Psychology*, 80(1), 4–9. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2008.05.002>
- Rayner, K., & Well, A. D. (1996). Effects of contextual constraint on eye movements in reading: A further examination. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(4), 504–509. <https://doi.org/10.3758/bf03214555>
- Sedivy, J. C., Tanenhaus, M. K., Chambers, C., & Carlson, G. C. (1999). Achieving incremental semantic interpretation through contextual representation. *Cognition*, 71(2), 109–147. [https://doi.org/10.1016/s0010-0277\(99\)00025-6](https://doi.org/10.1016/s0010-0277(99)00025-6)
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Smolík, F., & Bláhová, V. (2019). Czech 23-month-olds use gender agreement to anticipate upcoming nouns. *Journal of Experimental Child Psychology*, 178, 251–265. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.10.004>
- Smolík, F., & Bláhová, V. (2022). Here come the nouns: Czech two-year-olds use verb number endings to predict sentence subjects. *Cognition*, 219, 104964. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104964>
- Stanovich, K. E., & West, R. F. (1981). The effect of sentence context on ongoing word recognition: Tests of a two-process theory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7(3), 658–672. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.7.3.658>
- Staub, A., & Clifton, C., Jr. (2006). Syntactic prediction in language comprehension: Evidence from *either...or*. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32(2), 425–436. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.32.2.425>
- Tanenhaus, M. K., Spivey-Knowlton, M. J., Eberhard, K. M., & Sedivy, J. C. (1995). Integration of Visual and Linguistic Information in Spoken Language Comprehension. *Science*, 268(5217), 1632–1634. <https://doi.org/10.1126/science.7777863>

- Taylor, W. L. (1953). Cloze procedure: A new tool for measuring readability. *Journalism Quarterly*, 30, 415-433.
- Trueswell, J. C. (1996). The Role of Lexical Frequency in Syntactic Ambiguity Resolution. *Journal of Memory and Language*, 35(4), 566–585. <https://doi.org/10.1006/jmla.1996.0030>
- Van Petten, C., & Luka, B. J. (2012). Prediction during language comprehension: Benefits, costs, and ERP components. *International Journal of Psychophysiology*, 83(2), 176–190. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.09.015>
- Van Berkum, J. J. A., Brown, C. M., Zwitserlood, P., Kooijman, V., & Hagoort, P. (2005). Anticipating Upcoming Words in Discourse: Evidence from ERPs and Reading Times. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(3), 443–467. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.3.443>
- Williams, J. (2006). Incremental interpretation in second language sentence processing. *Bilingualism: Language and Cognition*, 9(1), 71-88. <https://doi.org/10.1017/S1366728905002385>

Seznam zkratek

| | |
|-----|------------------------------------|
| AOI | Area of Interest |
| APA | American Psychological Association |
| OVS | Object-Verb-Subject |
| SVO | Subject-Verb-Object |

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Vizuální scéna z experimentu (Altmann & Kamide, 1999) | 26 |
| Obrázek 2: Příklad experimentálního obrázku | 32 |
| Obrázek 3: Příklad výplňového obrázku | 32 |
| Obrázek 4: Vývoj pohledů na agens v průběhu registrace věty | 37 |
| Obrázek 5: Průměrná proporce pohledů na agens v rámci časového okna slovesa podle podmínky... .. | 38 |
| Obrázek 6: T-statistiky jednotlivých časových binů | 38 |
| Obrázek 7: Výsledky permutační analýzy časových sekvencí (clusterů) | 39 |
| Obrázek 8: Začátek divergence podmínek | 39 |
| Obrázek 9: Vývoj preference agentu u podmínek s totožným slovesem | 42 |

Seznam příloh

| | |
|--|------|
| Příloha I: Seznam stimulových obrázků | I |
| Příloha II: Seznam stimulových vět | VI |
| Příloha III: Formulář informovaného souhlasu | VIII |

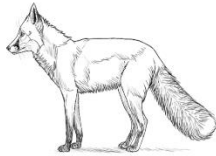
Příloha I: Seznam stimulových obrázků

A) Experimentální obrázky

A1)



A2)



A3)



A4)



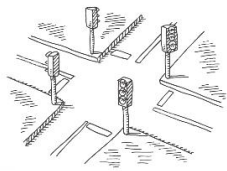
A5)



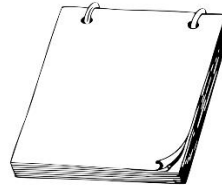
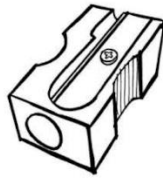
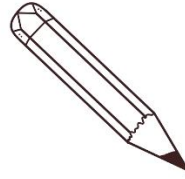
A6)



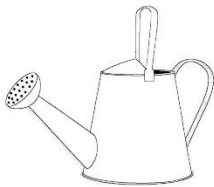
A7)



A8)



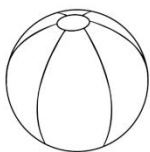
A9)



A10)



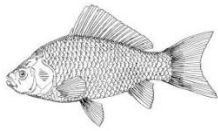
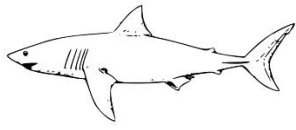
A11)



A12)



A13)



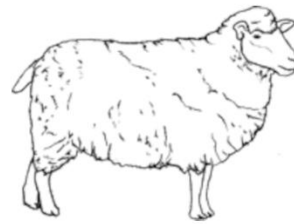
A14)



A15)

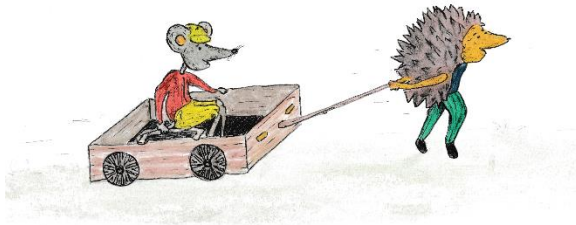


A16)



B) Výplňové obrázky

B1)



B2)



B3)



B4)



B5)



B6)



B7)



B8)



Příloha 2: Seznam stimulových vět

A) Experimentální věty

- A1a) Zajíc sedí na poli. Zajíc za okamžik vyčenichá zelí.
- A1b) Zajíc sedí na poli. Zajíce za okamžik vyčenichá liška.
- A2a) Luxusní jachta se plaví na moři. Jachta opatrně obepluje ostrov.
- A2b) Luxusní jachta se plaví na moři. Jachtu opatrně navede kapitán.
- A3a) Střela je připravena v zásobníku. Střela určitě zasáhne cíl.
- A3b) Střela je připravena v zásobníku. Střelu určitě vypálí revolver.
- A4a) Dodávka parkuje na ulici. Dodávka za hodinu naloží zboží.
- A4b) Dodávka parkuje na ulici. Dodávku za hodinu naloží odtahovka.
- A5a) Kočka běží po zahradě. Kočka urputně pronásleduje myš.
- A5b) Kočka běží po zahradě. Kočku urputně pronásleduje pes.
- A6a) Do banky se vloupá lupič. Lupič v bance ukradne peníze.
- A6b) Do banky se vloupá lupič. Lupiče v bance chytne hlídač.
- A7a) Motorkář jede ve městě vysokou rychlostí. Motorkář bez váhání projede křižovatku.
- A7b) Motorkář jede ve městě vysokou rychlostí. Motorkáře bez váhání zastaví policista.
- A8a) Tužka leží na stole. Tužka rychle počmárá papír.
- A8b) Tužka leží na stole. Tužku rychle naostří ořezávátko.
- A9a) Konvice s vodou stojí v zahradě. Konvice po chvíli zalije květinu.
- A9b) Konvice s vodou stojí v zahradě. Konvici po chvíli použije zahradník.
- A10a) Žák se učí ve škole. Žák důkladně přečte učebnici.
- A10b) Žák se učí ve škole. Žáka důkladně vyzkouší učitel.
- A11a) Chlapec jde kolem rušné silnice. Chlapec pevně drží míč.
- A11b) Chlapec jde kolem rušné silnice. Chlapce pevně drží matka
- A12a) Pošťák jde směrem k domu. Pošťák po příchodu doručí dopis.
- A12b) Pošťák jde směrem k domu. Pošťáka po příchodu vyžene pes.
- A13a) Žralok plave v moři. Žralok za okamžik uloví rybu.
- A13b) Žralok plave v moři. Žraloka za okamžik uloví loď.
- A14a) Nová trouba stojí v kuchyni. Trouba za chvíli upeče pizzu.
- A14b) Nová trouba stojí v kuchyni. Troubu za chvíli vypne kuchař.
- A15a) Princezna je uvězněna v zámku. Princezna v komnatě utrhne růži.
- A15b) Princezna je uvězněna v zámku. Princeznu v komnatě hlídá drak.
- A16a) Ovce se pase na louce. Ovce dychtivě sežere ječmen.
- A16b) Ovce se pase na louce. Ovcí dychtivě sežere vlk.

B) Výplňové věty

- B1a) Ježek vytrvale tahá myš.
- B1b) Ježka vytrvale tahá myš.
- B1c) Myš vytrvale tahá ježka.
- B1d) Myš vytrvale tahá ježek.
- B2a) Pták důkladně myje myš.
- B2b) Ptáka důkladně myje myš.
- B2c) Myš důkladně myje ptáka.
- B2d) Myš důkladně myje pták.
- B3a) Kouhout opatrně fěnuje štěně.
- B3b) Kohouta opatrně fěnuje štěně.
- B3c) Štěně opatrně fěnuje kohouta.
- B3d) Štěně opatrně fěnuje kohout.
- B4a) Osel pozorně měří štěně.
- B4b) Osla pozorně měří štěně.
- B4c) Štěně pozorně měří osla.
- B4d) Štěně pozorně měří osel.
- B5a) Liška radostně houpe kotě.
- B5b) Lišku radostně houpe kotě.
- B5c) Kotě radostně houpe lišku.
- B5d) Kotě radostně houpe liška.
- B6a) Tučňák ohleduplně přikrývá kotě.
- B6b) Tučnáka ohleduplně přikrývá kotě.
- B6c) Kotě ohleduplně přikrývá tučnáka.
- B6d) Kotě ohleduplně přikrývá tučňák.
- B7a) Pes starostlivě obléká kuře.
- B7b) Psa starostlivě obléká kuře.
- B7c) Kuře starostlivě obléká psa.
- B7d) Kuře starostlivě obléká pes.
- B8a) Žába obětavě krmí kuře.
- B8b) Žábu obětavě krmí kuře.
- B8c) Kuře obětavě krmí žábu.
- B8d) Kuře obětavě krmí žába.

Příloha III: Formulář informovaného souhlasu

Informace k účasti na experimentech v laboratoři Labels a vyjádření informovaného souhlasu

Byli jste vyzváni, abyste se v rámci plnění požadavků k atestaci v jednom z vašich kurzů zúčastnili experimentu v laboratoři Labels, společného pracoviště Psychologického ústav AV ČR a FF UK. Informace obsažené na této stránce slouží jako podrobnější informace.

Cíl a obsah výzkumu

Experimenty, jichž se máte zúčastnit, se mohou týkat různých aspektů zpracování informací nebo jazykových podnětů lidmi. Cílem je studovat, jakým způsobem lidé zpracovávají podněty různého typu, jak je vnímají, rozumějí jim, případně jak je ukládají do paměti, co se děje při soustředěné pozornosti na podnět a podobně. Při experimentu budete obvykle žádáni, abyste sledovali na obrazovce počítače různé podněty, např. slova nebo geometrické tvary, a reagovali na ně podle zadání. V některých experimentech budou při prezentaci měřeny některé fyziologické projevy, jako např. oční pohyby. Mohou vám být prezentovány i úlohy, k jejichž předkládání nebude využíván počítač, ale které vám zadá asistent. Zde se může jednat o odpovídání na různé otázky, plnění úloh a reagování na předložené podněty.

Přínosy

Základním přínosem vaší účasti v experimentu je, že přispějete k řešení různých vědeckých otázek týkajících se lidské mysli a jejího fungování. Pro vás osobně představuje pouze minimální přínos, a to v tom, že vám umožní si osobně vyzkoušet pozici testované osoby a poznat tak některé procedury, o nichž můžete číst v učebnicích a v odborné literatuře.

Rizika

Procedury v laboratoři nepřinášejí žádná rizika vyšší než běžný pobyt v kancelářském prostředí a práce s osobním počítačem či podobným elektrickým spotřebičem.

Během experimentů budeme z evidenčních důvodů sbírat některé vaše osobní údaje (jméno, obor studia) a údaje o vašem výkonu. Vaše osobní údaje nebudou sdělovány nikomu mimo výzkumný tým. Údaje o vašem výkonu v experimentech budou využity pouze pro vyhodnocení experimentů a nebudou samostatně sdělovány dalším osobám. Výsledky budou prezentovány nebo publikovány způsobem, který neumožňuje identifikaci výsledků jednotlivých osob.

Vaše práva

Účast v experimentu můžete kdykoli před koncem experimentu odmítnout nebo ukončit. Není vaší povinností se experimentu účastnit. Pokud je účast v experimentu požadavkem k atestaci z nějakého předmětu a vy se z nějakých důvodů nechcete účastnit, dohodněte si s vyučujícím daného předmětu náhradní formu splnění požadavku. Údaje získané během vaší účasti nemohou mít vliv na vaše hodnocení ve škole ani na žádné jiné vaše aktivity.

Potvrzuji, že jsem četl/četla uvedenou informaci a souhlasím s účastí na výzkumu.

Datum:

Jméno a příjmení:

Podpis