



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra pedagogiky a psychologie

Bakalářská práce

ERP koreláty v afektivním primingu

ERP correlates of arousal in affective priming

Vypracovala: Dominika Kučerová

Vedoucí práce: Mgr. Bc. Tomáš Mrhálek, Ph.D.

České Budějovice 2020

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 17.5. 2020

.....

Dominika Kučerová

Poděkování

V první řadě bych ráda poděkovala panu Mgr. Bc. Tomáši Mrhálkovi, Ph.D., za vedení této bakalářské práce, pohotovost, pevné nervy při čase stráveném v laboratoři, a především jeho podporu v takto neobvyklé době a velice neočekávané situaci. Dále chci poděkovat Pedagogické fakultě JU, konkrétně vedení katedry za možnost využití laboratoře a poskytnutí veškeré potřebné technické aparatury, bez které by se experimentální studie neobešla. Velké díky patří také celému sboru katedry pedagogiky a psychologie, který mi po dobu studia poskytl mnoho znalostí a motivace pro studium zajímavých témat.

Mnohokrát děkuji za letitou podporu budoucím kolegyním a kolegům, se kterými jsme si studiem prošli společně a samozřejmě mé rodině. V neposlední řadě také děkuji zúčastněným probandům, bez kterých by se tato studie neuskutečnila.

Abstrakt

Název práce: ERP koreláty v afektivním primingu

Autor práce: Dominika Kučerová

Vedoucí práce: Mgr. Bc. Tomáš Mrhálek, Ph.D.

Počet stran: 84

Bakalářská práce se zaměřuje na studium neurálních korelátů vizuálních evokovaných potenciálů při působení afektivního mezistimulového (auditivně-vizuálního) primingu užitého při laboratorním EEG experimentu, přesněji jeho sekvenční pasivní variaci. Cílem práce je na základě ERP záznamů porovnat efekt vlivu arousalových charakteristik primingového působení na cílové podněty. Teoretická část se zaměřuje na základní dělení primingových paradigmat s důrazem na afektivní priming, věnuje se afektivním procesům, také popisuje elektroencefalografii, fyziologické podklady EEG a využití emocí v EEG výzkumu. Poslední teoretická část nastiňuje důležitost aspektu pozornosti při působení afektivního mezistimulového primingu a stručně popisuje hlavní percepční rané a pozdní komponenty evokovaných potenciálů.

Empirická část se zaměřuje na samotný výzkumný projekt popisující experimentální studii založenou na analýze dat pomocí evokovaných potenciálů (ERP). Součástí studie je celkem 23 studentů Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity. Po pročištění dat se, s ohledem na technické nedostatky, do závěrečné analýzy a do výsledků dostalo 19 probandů. Nezávislou proměnnou byly variace standardizovaných arousalových charakteristik primingových auditivních podnětů a zároveň standardizovaných arousalových charakteristik vizuálních obrazových podnětů, závislou proměnnou jsou pak rozdíly v latenci a amplitudě jednotlivých ERP komponent. Data byla zpracována pomocí programu Matlab pluginu EEGLab. Výsledky poukazují na rozdíly efektu vlivu arousalových charakteristik primingového působení na cílové podněty.

Klíčová slova:

EEG, ERP, EPN, LPP, arousal, afektivní procesy, afektivní priming, multimodální priming, pozornost

Abstract

Title: ERP koreláty v afektivním primingu

Author: Dominika Kučerová

Supervisor: Mgr. Bc. Tomáš Mrhálek, Ph.D.

Number of pages: 84

The bachelor thesis focuses on the study of neural correlates of visual evoked potentials under effect of cross-modal (auditory-visual) priming used in the laboratory EEG experiment, more precisely its sequential passive variation. The aim of this work is to compare the effect of arousal characteristics of priming effect by using ERP records. The theoretical part focuses on the basic division of priming paradigms with emphasis on affective priming and affective processes. It also focuses on description of electroencephalography, physiological basis of EEG and the use of emotions in EEG research. The last theoretical part outlines the importance of the attention aspect in context of affective cross-modal priming and briefly describes the main perceptual early and late components of evoked potentials.

The empirical part focuses on the research project which describes an experimental study based on data analysis using evoked potentials (ERP). The study includes a total of 23 students from the Faculty of Education of University of South Bohemia. After processing the data, due to technical shortcomings, 19 probands were included in the final analysis and results. The independent variable was the variation of the standardized arousal auditory characteristics of priming stimuli and the standardized arousal characteristics of the visual image stimuli. The dependent variable differs in latency and amplitude of individual ERP components. The data were processed using the Matlab software EEGLab. The results point out differences in the effect of arousal characteristics during priming effect.

Keywords: EEG, ERP, EPN, LPP, arousal, affective processes, affective priming, cross-modal priming, perception

Obsah

ÚVOD	7
-------------------	----------

<u>I. TEORETICKÁ ČÁST.....</u>	8
---------------------------------------	----------

1. PRIMINGOVÉ PARADIGMA	9
1.1. PŘÍMÝ A NEPŘÍMÝ PRIMING	10
1.2. OBSAHOVÝ PRIMING.....	11
1.2.1. SÉMANTICKÝ PRIMING.....	11
1.2.2. AFEKTIVNÍ PRIMING	12
1.2.3. BEHAVIORÁLNÍ PRIMING	13
1.3. KOGNITIVNÍ PRIMING	14
1.4. MULTIMODÁLNÍ PRIMING	14
1.5. FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PRIMING.....	15
2. AFEKTIVNÍ PROCESY.....	16
2.1. TEORIE EMOCÍ	18
2.2. DIMENZIONÁLNÍ TEORIE	18
2.3. AROUSAL	20
2.3.1. ENERGETICKÝ AROUSAL.....	21
2.3.2. TENZNÍ AROUSAL	21
2.4. VALENCE.....	21
2.5. KONGRUENCE A INKONGRUENCE DIMENZÍ	22
3. ELEKTROENCEFALOGRAFIE.....	24
3.1. FYZIOLOGICKÉ PODKLADY	25
3.2. ZPRACOVÁNÍ EEG.....	27
3.3. VYUŽITÍ EMOCÍ V EEG VÝZKUMU	28
4. POZORNOST.....	29
4.1. PERCEPČNÍ KOMPONENTY.....	31
4.1.1. HLAVNÍ RANÉ KOMPONENTY SENZORICKÉ PERCEPCE	31
4.1.2. HLAVNÍ POZDNÍ KOMPONENTY SENZORICKÉ PERCEPCE	32

<u>II. EMPIRICKÁ ČÁST</u>	33
--	-----------

5 CÍL VÝZKUMU A VÝZKUMNÉ HYPOTÉZY	34
5.1. VÝZKUMNÝ PROBLÉM	34
5.2. VÝZKUMNÉ OTÁZKY	35
5.3. HYPOTÉZY.....	36
6 METODIKA	37
6.1. DESIGN EXPERIMENTU.....	37
6.2. SBĚR DAT A TECHNICKÉ NÁSTROJE SBĚRU DAT.....	38
6.3. VÝZKUMNÝ VZOREK	40
6.4. VÝZKUMNÁ ETIKA.....	40
6.5. PODNĚTOVÝ MATERIÁL	41

6.5.1. VIZUÁLNÍ PODNĚTY	41
6.5.2. AUDITIVNÍ PODNĚTY	42
6.6. ZPRACOVÁNÍ DAT	43
6.7. ANALÝZA DAT	45
7 VÝSLEDKY	47
7.1. ROZDÍLY ZPRACOVÁNÍ CÍLOVÝCH VYSOKOAROUSALOVÝCH PODNĚTŮ NA ZÁKLADĚ EXPERIMENTÁLNÍ MANIPULACE AROUSALEM PRIMINGOVÝCH VARIACÍ	47
7.2. ROZDÍLY ZPRACOVÁNÍ CÍLOVÝCH NÍZKOAROUSALOVÝCH PODNĚTŮ NA ZÁKLADĚ EXPERIMENTÁLNÍ MANIPULACE AROUSALEM PRIMINGOVÝCH VARIACÍ	54
7.3. EFEKT KONGRUENCE A INKONGRUENCE V PŘÍPADĚ MULTIMODÁLNÍHO PRIMINGU AROUSALEM	62
7.4. SHRNUÍ VÝSLEDKŮ A TESTOVÁNÍ HYPOTÉZ	71
8 DISKUSE	74
9 ZÁVĚR	77
10 SEZNAM LITERATURY	78
11 SEZNAM OBRÁZKŮ	83
12 PŘÍLOHY	79

ÚVOD

Bakalářská práce se zaměřuje na teoretické podložení a experimentální výzkum neurálních změn při afektivním primingu a procesu vizuální percepce. Ačkoli již existuje mnoho výzkumů efektu primingu, mnoho z nich se setkává s kritikou vzhledem k jejich zaměření na behaviorální aspekty primingu, čemuž se tato práce snaží vyvarovat díky integrativnímu přístupu psychologie a neurovědeckých postupů pro výzkum daného tématu pomocí EEG. Poměrně marginální přístup byl zvolen i při využití multimodálního primingu. Experimentální studie afektivního primingu nám na základě neurovědeckých postupů otevírá široké pole působnosti v možnosti interpretace mnoha pozorovaných jevů, avšak je nutné brát v potaz metodologická úskalí experimentu, který se i přes veškerou snahu může potýkat s mnohými intervenujícími proměnnými a prozatím nedostatečnou teoretickou koncepcí.

Teoretická část se věnuje primingovému paradigmatu a jednotlivým teoretickým členěním, popisuje afektivní procesy, následně je představen bazální teoretický podklad pro EEG experimentální studii a otázka využití emocí při EEG výzkumu. Poslední kapitola teoretické části se věnuje pozornosti a popisu základních raných (EPN-P100, N100) a pozdních (LPP-P300, N400) komponent senzoričné (auditivní a vizuální) percepce. Empirická část se věnuje deskripci samotné experimentální studie ve spojitosti se všemi souvislostmi. Popisuje zpracování dat, proces jejich přípravy a úpravy, včetně analýzy a interpretace získaných výsledků. ERP experiment byl upraven a navržen dle dostupných EEG ERP doporučení, výzkumů a požadavků vyplývajících jak z afektivních charakteristik (arousal) podnětu, tak ze specifík primingového paradigmatu, avšak obnáší poněkud neobvykle zvolenou mezistimulovou pauzu v délce 250 ms. Výsledky měření by tak mohly přinést odlišné výsledky od ostatních studií, které obvykle manipulují s mezistimulovou pauzou mezi primingovým a cílovým podnětem v rozmezí 500–1000ms. Experimentální studie proběhla za užití validních nástrojů elicitace emocí v kombinaci s užitím neurovědeckých postupů popisu neurálních korelátů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1. Primingové paradigma

Slovo priming je odvozeno od *prime* neboli doslovně podněcování či instruování předem. Tento původně anglický význam se užívá pro označení nedeklarativní, implicitní, tudíž nevědomé paměti, a je nepřístupný vědomé pozornosti. Mechanismus primingu se projevuje snížením aktivity těch korových oblastí, které byly aktivovány v průběhu prvního vystavení podnětu, a tím pádem šetří námahu. Závisí na činnosti částí kůry temenních, týlních a spánkových laloků. (Koukolík, 2003)

V 60. a 70. letech se rozšířil názor, že naše vnímání, chování a rozhodování ovlivňují sublimální neboli podprahové podněty. Tato domněnka byla poté využívána především v reklamách. Britský psycholog Antony Marcel (1983) prováděl experimenty v kontrolovaných laboratorních podmínkách a prokázal, že podprahové stimuly naše vjemy ovlivňují, a to především rychlost naší následné reakce. Podle těchto výsledků může být vědomé zpracovávání informací ovlivněno předchozími primingovými podněty, které jsou mimo naše plné vědomí a jsou tedy podprahové (Sternberg, 2009). V dalším experimentu vedeném Zajoncem (1980) byla participantům prezentována řada nepravidelných geometrických obrazců po dobu jedné milisekundy. Výsledky ukazují, že podprahové stimuly ovlivňují sympatie k následným podnětům. Participantů nedokázali následně pojmenovat, proč si vybírali z řady podobných obrazců právě ty, které jim byly před pěti minutami podprahově prezentovány, jelikož si je nepamatovali nebo spíše neuvědomovali, avšak vybírali na základě libosti. Zajonc tento fenomén pojmenoval jako *mere exposure effect* neboli efekt pouhého vystavení. Další možný důkaz o podprahovém vnímání je fakt, že osoby, se kterými jsme se již setkali, v nás vzbuzují silnější sympatie nežli lidé, které neznáme. Týká se to i osob, se kterými jsme se již setkali, ale setkání s nimi si nejsme vědomi (Bornstein, Leone, & Galley, 1987).

Priming je psychologický děj, při kterém zpracování primárních podnětů ovlivňuje odpověď na následný (cílový) podnět. K primingu dochází, pokud zpracování prvotního stimulu (primu) utvoří určitý obsah a kognitivní operace, které jsou poté přístupnější pro následné vybavování. Tyto zpřístupněné obsahy a kognitivní operace nám usnadňují cestu k pochopení cílového obsah, k manipulaci s ním, také mohou ovlivnit následné úsudky, rozhodování a jednání jedince. Priming nastává bez vědomých faktorů, také ovlivňuje všechny fáze zpracování informací, včetně pozornosti, porozumění, vybavování si z paměti, uvažování, rozhodování a reakce neboli odpovědi. (Wyer, Hung, & Jiang, 2008).

Pokud označíme určitý jev jako priming, musí obnášet následujících pět základních charakteristik. Na subjekt musí působit spouštěcí podnět (spouští celý proces) a cílový podnět (kde se projevuje efekt primingu). Spouštěcí podnět musí pozměnit úsudek nebo odpověď na cílový podnět. Specifická charakteristika spouštěcího stimulu musí být odpovědná za změnu reakce na cílový podnět. Vliv spouštěcího podnětu na cílový podnět je pouze dočasný. V neposlední řadě, účinek primingu je nevědomý, jestliže si ho jedinec uvědomí, často se bude snažit jeho účinek a vliv korigovat (Wegener & Petty, 1994).

Priming úzce souvisí s dalšími psychickými procesy (kognitivní, afektivní), a proto je pravděpodobné, že pochopení principu primingu souvisí s provázaností všech těchto složek. Konkrétněji v souvislosti s pamětí, jak krátkodobou, tak dlouhodobou, je součástí mechanismů určité „předpřípravy“ cílového podnětu, který je právě v určitou chvíli asociován s informacemi přicházejícími z okolí (prime). Díky efektu primingu je k informacím snadnější přístup a tím pádem jsou i rychleji vyhledávány (Murphy & Zajonc, 1993).

Dle Janiszewski a Wyer (2014) rozlišujeme několik základních typů primingu: obsahový priming, který dále kategorizujeme na sémantický, motivovaný, afektivní, behaviorální a dále priming kognitivní. Ráda bych také zmínila dělení primingu na přímý a nepřímý. Z historického hlediska byly všechny tyto typy považovány za nezávislé. Dnes však již máme dostatek podkladů a výzkumů, které nám dokazují opak o jejich provázanosti.

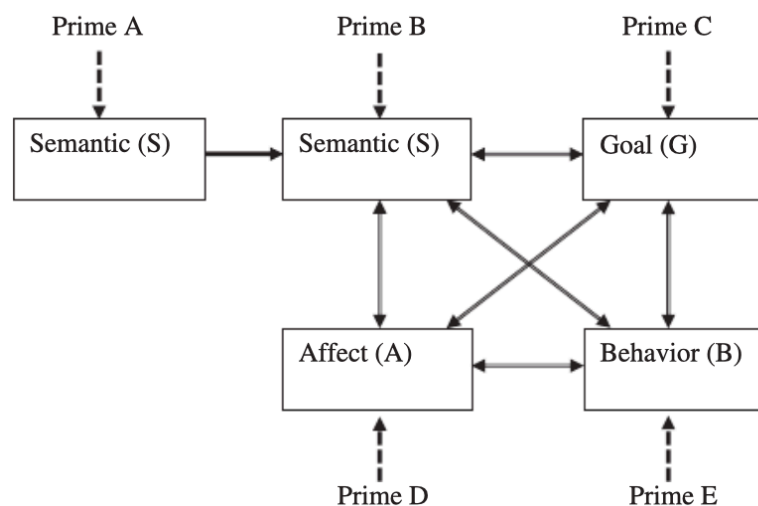
1.1. Přímý a nepřímý priming

K přímému primingu dochází, pokud spouštěcí podnět zvyšuje přístupnost k určitému obsahu, jako přímý důsledek působení spouštěcího stimulu. Kdežto při nepřímém primingu spouštěcí podnět zvyšuje přístupnost obsahu, který je asociován s dalším obsahem, na který přímo působí efekt primingu. Tento asociovaný obsah ovlivňuje následné usuzování, rozhodování, případně jednání jedince. Efekt nepřímého primingu lze obtížně zkoumat, jelikož priming probíhá nevědomě a člověk si tudíž ani neuvědomuje, co ovlivnilo jeho rozhodování. Relevantnější jsou tedy studie efektu přímého primingu (Janiszewski & Wyer Jr., 2014).

1.2. Obsahový priming

Obsah přijímaných informací z okolního prostředí může mít na jednotlivce různý dopad. Stejně tak v jeden moment na nás může působit několik druhů obsahových primingů. S efektem obsahového primingu se setkáváme, pokud přijetí určité informace, kterou nese spouštěcí podnět, způsobí, že mentální reprezentace takovéto informace je pro nás dostupnější, a tudíž může následně ovlivnit naše jednání. Snadnější dostupnost obsahu zvyšuje pravděpodobnost integrování v následné percepci, při tvoření úsudků nebo při rozhodování se v dalších situacích. Projevuje se v obsahové složce námi přijímaných sdělení. Podněcuje jedince k určitým postojům, které následně mohou formovat jeho rozhodnutí (Janiszewski & Wyer Jr., 2014). Takto zaujaté postoje však nemusí být objektivní ani fakticky podložené. V každodenním životě si tohoto můžeme všimnout například u sugestivních či klamných reklam (deset z deseti lékařů doporučuje).

Obrázek 1: Asociativní model obsahového primingu



Zdroj: Janiszewski, C., & Wyer Jr, R. S. (2014). Content and process priming: A review. Journal of Consumer Psychology, 24(1), 96-118.

1.2.1. Sémantický priming

Obecně lze říci, že sémantika je nauka o významech. Termín význam můžeme definovat jako určitý smysl slova, který objektivně dává smysl, něco znamená. Experimenty zkoumající sémantický priming manipulují s primárními podněty, které jsou následně asociovány s podněty cílovými na základě informací z mentálního lexikonu, v němž jsou informace uchovávány ve formě fonologických a ortografických informačních sítí,

a sémantického lexikonu, v němž jsou informace uchovávány ve formě sémantických sítí (Lucas, 2000).

Přímý sémantický priming se uplatňuje skrze slova, která jsou asociovaná s určitými kognitivními obsahy. Například slova jako „štěstí“ a „dokonalý“ v nás vzbuzují pozitivní asociace a tím i následné pozitivnější hodnocení cílového podnětu, s nímž jsou asociovány, kdežto slova jako „zlý“, „ošklivý“ na nás působí opačně. K nepřímému sémantickému primingu dochází, když spouštěcí podnět zpřístupní obsah, který je asociován s cílovým podnětem. Šíření aktivace umožňuje obsahu spouštěcího podnětu zvýšit dostupnost obsahu cílového podnětu. V důsledku toho se zvyšuje pravděpodobnost, že bude obsah spouštěcího podnětu použit v následné kognitivní operaci (Janiszewski & Wyer Jr., 2014).

Existuje mnoho studií dokazujících vlivy přímého sémantického primingu. Primingové rysy mohou měnit sebepojetí člověka a vnímání ostatních (Wheeler, DeMarree, & Petty, 2007). Podvědomý priming štěstí, za užití šťastného slova nebo čísla, zvyšuje pocit toho, že má jedinec štěstí a zvyšuje pocit šance na výhru v loterii (Jiang, Cho, & Adaval, 2009).

1.2.2. Afektivní priming

Paradigma afektivního primingu je neustále se rozšiřující výzkumná oblast, která v současnosti čerpá informace především z poznatků studií dominantnější části obsahového primingu, primingu sémantického. Afektivní procesy ovlivňují náš každodenní život několika způsoby. V nepřetržitém toku informací jsme nuceni vyhledat, vybrat, uložit a znovu vybavit relevantní informace. My jsme však schopni automaticky vyhodnotit afektivní hodnotu všech přicházejících podnětových informací během několika milisekund bez toho, aniž bychom si všechny procesy plně uvědomovali. Vyhodnocení, které je spojeno s afektivními charakteristikami, pomáhá lidem iniciovat následné vhodné behaviorální reakce (Yao, Zhu, & Luo, 2019). Primingový efektem se obvykle spojuje principem šíření aktivace (Fazio, On the automatic activation of associated evaluations: An overview, 2001). Afektivní prožívání bývá zobrazeno v sémantické síti pomocí sémantických síťových modelů emocí, které předpokládají, že emoce jsou zobrazovány paměťovými uzly (*memory node*) a že myšlenky, víra, cíle a chování, které probíhají souběžně s určitou emocí, se ukládají do paměti společně (Niedenthal, 2009). Asociativní spoje tedy umožňují ovlivnění přidružených obsahů, které následně ovlivňují emoce. Někteří autoři zaměňují afektivní priming za procedurální variantu sémantického primingu.

V typické studii afektivního primingu je ovlivňován afektivně-hodnotící vztah mezi spouštěcím a cílovým podnětem a účastníci jsou žádáni, aby odpověděli na základě konkrétního rysu (např. emocionálního nebo ne-emotivního) cílových podnětů. Častým zjištěním je, že výkon je obvykle rychlejší a přesnější, pokud se spouštěcí a cílový podnět shodují, což znamená, že mají stejně laděné afektivní informace ve srovnání s tím, když nesou různé afektivní informace (Yao, Zhu, & Luo, 2019) (viz kongruence a inkongruence).

V roce 1993 byla Murphym a Zajoncem realizována jedna z prvních a také nejznámějších studií vlivu afektivního primingu při hodnocení čínských ideogramů (cílový podnět, který pro probanda nenese význam, jelikož ho neumí přečíst a nerozumí mu). Výsledky jejich výzkumu referují o efektu primingu na následné hodnocení cílového podnětu, a to jak v rámci podprahové (suboptimální), tak nadprahové (optimální) primingové stimulace působením afektivně relevantních obličejových výrazů (šťastné a rozzuřené tváře).

V průběhu historie zkoumání afektivního primingu mnoho studií prověřovalo vliv valence a arousalu, jakožto základních dimenzí afektivních procesů při různých kognitivních úlohách (Russell, 2003). Stále však není jasné, zda míry valence a arousalu mají podobné dopady na percepci, vyhodnocení a rychlost zpracování informací.

K přímému afektivnímu primingu dochází, pokud konkrétní afektivní podněty ovlivňují následné afektivní stavy (např. nálady, pocity, emoce). Emoce mohou zvýšit preferenci emočně shodných (kongruentních) podnětů, změnit reakce na emocionálně shodné podněty nebo zkreslit úsudky o neshodných (inkongruentních) podnětech (Janiszewski & Wyer Jr., 2014).

K nepřímému afektivnímu primingu dochází, pokud sémantický obsah, cíle nebo chování vyvolá afektivní stav v důsledku asociace mezi klíčovým obsahem a afektivním stavem. Jedná se tedy o sekundární efekt primárního afektivního primingu. Vzhledem k tomu, že téměř všechny postupy elicitace afektivního stavu se spoléhají na vystavení se sémantickému materiálu, který je citově relevantní, je nepřímý afektivní priming prostřednictvím sémantického obsahu často nerozeznatelný od přímého afektivního primingu (Janiszewski & Wyer Jr., 2014).

1.2.3. Behaviorální priming

Modely ztělesněné (*embodied*) kognice předpokládají, že fyzická aktivita může ovlivnit následné chování nebo usuzování. Různé aktivity odráží předchozí zkušenosti, které nesou konkrétní význam pro každého jedince (Zhang, Kong & Jing, 2012). Chování a aktivity s

ním spojené jsou tedy reprezentovány jako jedinečné kognitivní povědomí, které si nese sémantický a emoční význam.

K přímému behaviorálnímu primingu dochází, pokud pozorované chování usnadní přístupnost ke kognitivní reprezentaci určitého typu chování a následně zvýší pravděpodobnost, že se jedinec zachová určitým způsobem, tedy podle toho, jaké chování vyzoroval z okolí. Nejtypičtějším příkladem je napodobování, kdy lidé zrcadlí chování druhé osoby a děje se tomu na základě zrcadlových neuronů (Rizzolatti, Fadiga, Fogassi, & Gallese, 1996).

1.3. Kognitivní priming

Kognitivní procesy můžeme charakterizovat jako mentální akty, díky nimž poznáváme sami sebe i svět kolem nás. Kognitivní systém, tedy veškeré kognitivní procesy se skládají z pozornosti a vědomí, vnímání (percepce), paměti a paměťových procesů, reprezentace poznatků, učení, myšlení a řeči. Slouží ke zpracovávání informací, orientaci a usnadnění procesu chápání. Primingové paradigma ovlivňuje kognici, tedy i procesy, které fungují při zpracovávání obsahů (Sternberg, 2009).

Kognitivní priming nastává, jestliže zpřístupnění určitého kognitivního procesu zvýší pravděpodobnost, že tato informace bude využita v následném jednání jedince (Janiszewski & Wyer Jr., 2014). Na rozdíl od obsahového primingu (co je sdělováno) nezáleží na obsahu sdělení, ale formě sdělení (jak je to sdělováno).

1.4. Multimodální priming

Další možné dělení typů primingu je unimodální (o kterém bylo zmiňováno doposud), kdy spouštěcí i cílový podnět náleží pouze jednotné smyslové modalitě (pouze vizuální, auditivní apod.). A multimodální, kdy jsou spouštěcí a cílový podnět dvě odlišné smyslové modalitě (auditivní prime a vizuální target v případě této studie). S tímto typem primingu se setkáváme méně často, avšak nese mnoho výhod pro EEG ERP studii. Právě snaha užití primingu bez smyslové shodnosti mezi primem a targetem umožnila provést experiment bez vlivů interferencí a možnost popsání odlišností ve smyslových modalitách (Marin, Gingras, & Bhattacharya, 2012).

Ačkoli existují relevantní informace o důkazu, že vizuální a sluchové emoce zapojují podobné neurofyziologické struktury a probíhá při nich stejná fyziologická aktivace, avšak v případě auditivní stimulace se slabším účinkem, a to pravděpodobně následkem nižšího

významu v afektivně-motivačním systému (Cuthbert et al., 2000), výzkumů emočních auditivních informací a multimodálních podnětů existuje poměrně málo.

Ferrari, Mastria & Bruno (2014) pomocí reakčních časů zkoumali multimodální priming za působení různé výšky tónu na percepci vizuálního podnětu a zjistili, že odlišné výšky tónu (1 000 Hz vs. 1 500 Hz) mají podstatný vliv v úlohách rychlé vizuální klasifikace při porovnání emočně nabitých podnětů (jak pozitivních, tak negativních) vůči neutrálním, avšak vliv byl zjištěn pouze na dimenzi arousalu a nikoli valence. Na tyto podstatné změny související s arousalem mimo jiné zmiňují i Keil a kol. (2007).

1.5. Faktory ovlivňující priming

Podstatnou součástí celého efektu je i délka působení primu, kdy se dělí na subliminální trvání podnětu, velmi krátké, tedy podprahové (Elgendi et al., 2018) a vědomou úroveň, supraliminární trvání podnětu. Murphy a Zajonc (1993) se například zaměřili na testování podprahového i optimálního primingového efektu pomocí afektivních obličejových výrazů na obrázcích. Dlouhá vědomá prezentace primu (1000 ms) má nižší účinek nežli extrémě krátká nevědomá prezentace primu (10 ms), jelikož vědomé zpracování primového podnětu je ovlivněno automatickou evaluací targetu (Sollberge, Rebe, & Eckstein, 2003). Výzkum primingových efektů tak může být ovlivněn manipulací s časem primingového působení, a to jak změnou délky primingu, tak i délkou úseku mezi prezentací primu a cílového podnětu, kdy se toto období nazývá asynchronie začátků stimulů (SOA, Stimulus onset asynchrony). Pro tuto studii je podstatný úsek ERP od počátku působení primu po prezentaci targetu, což odpovídá začátku analyzovaného evokovaného potenciálu (Wylie & Allport, 2000). Další podstatnou proměnnou je mezistimulový interval (ISI; Interstimulus interval), tedy doba mezery mezi koncem primu a začátkem targetu ovlivňující reakční časy a míru efektu.

2. Afektivní procesy

Emoce, nálada, afekty, cit, pocit, vášně, afektivita a mnohé další, vše toto jsou pojmy, které v literatuře najdeme jako značení související s pojmenováním afektivních procesů. I mezi odborníky se nejčastěji v českém jazyce tato terminologie objevuje v podobě značení „emoce“ (Poláčková Šolcová, 2018). Užití termínu emoce je však poměrně problematické, těžko představitelné a uchopitelné pro širokou veřejnost i odborníky, proto se na akademické půdě užívá přesnějších a snadněji představitelných termínů jako jsou emoční schéma, jádrový efekt nebo emocionální/emoční epizoda. Nadále však někteří odborníci a výzkumníci užívají chybné označení emoce, ve vztahu k jiným psychickým jevům, stavům, procesům a funkcím (Izard, 2000).

Další úskalí jednotného klasifikace plyne z nesnadného vymezení a odpovědi na otázku: „Co je to emoce/afektivní proces?“. Spolu s kognitivními a behaviorálními řadíme mezi základní psychické procesy i afektivní, které se vyznačují svou proměnlivostí a teoretickou nezakotveností (Poláčková Šolcová, 2018). V psychologii pro tuto oblast není obecně přijímáno pouze jedno paradigma, avšak existuje mnoho teorií, které se navzájem doplňují a nevylučují, dokonce i vyvracejí. Hlavní problém totiž nesídlí v nedostatečné deskripci afektivních procesů, spíše naopak, popisy a osvěta významu emoce jsou příliš obsáhlé a variabilní. Problém tedy není v tom, že by pro emoce neexistoval jasný význam a popis, ale že jich má příliš mnoho. Dle Russella (2003) je afekt základní stavební jednotkou afektivních procesů, včetně emocí. Je to jeden bod nekonečného kontinua prožívání, je nepřetržitě přístupný vědomí, nese nekognitivní charakter, je neredukovatelný. Afekt existuje bez ohledu na vnější okolnosti, není mu připisována intencionalita, kdežto emoce jsou jeden z typů afektivních jevů, jsou reaktivní a jsou vázané na určitý cíl. Larsen (2000) pojal afekt jako subjektivní prožívání, které se váže na náladu a emoce, má hodnotící charakter na úrovních; pozitivní vs. negativní, líbí vs. nelíbí. Afekt nám umožňuje nahlédnout do našeho vnitřního světa, zohledňuje to, jakým způsobem zpracováváme informace aktuálního dění kolem nás.

V minulosti se mnoho psychologů pokusilo emocím udat jednotnou obecnou definici. „*Emoce je odvozená složitá sekvence reakcí na podnět a zahrnuje kognitivní hodnocení, subjektivní změny, autonomní a neurální aktivace, impulzy k jednání a chování v takové podobě, které mají vliv na podnět, který vzbudil tuto složitou sekvenci*“ (Plutchik, 1984, str. 217). Avšak právě díky obecnosti ztratily takovéto teorie na významnosti, proto se dnes jednotliví psychologové zaměřují na konkrétní složky zájmu jejich bádání, případně

jednotlivé přístupy. Každý z nich tak přináší odlišný pohled na paradigma emocí. Neurofyziologové se zabývají neurofyziologickými změnami, behavioristé se zaměřují na chování, jednání a výraz, zatímco například kognitivní psychologové se soustředí především na hodnotící aspekty v afektivních procesech. Nadále však platí, že proto, aby se emoce, velmi důležité faktory našich interních životů, staly předmětem vědeckého zkoumání, je nutné přistupovat k výzkumu objektivně, což je pro jejich subjektivnost velmi problematické. Dále je třeba vymežit emoce z dostatečně širokého pohledu. I. Stuchlíková (2007, str. 8) „pracovně“ definuje emoce jako „*zčásti dědičnou a zčásti získanou predispozici reagovat prožitkově, fyziologicky a behaviorálně na změny určitých vnitřních a vnějších proměnných*“.

Přístupy k afektivním procesům se velmi odlišují v různých kulturách, psychologických směrech, ale také v průběhu let se pohled vymezoval v rámci určitých historických období a formoval se díky aktuálně převládajícímu psychologickému směru, novým poznatkům a názorům psychologických škol. V průběhu 17–18. století smýšlení obecně směřovalo k dualistickému pohledu, čímž je myšleno, že mysl (duše) a hmota (tělo) jsou dvě oddělené entity, a k obecnému kategorizování objektivního a subjektivního. V západních kulturách emoce vnímali jako somatický proces, který je automatickou součástí fungování lidského těla a po dlouhá léta zde probíhala rozepře mezi „objektivním“ rozumem a „subjektivními“ emocemi. Dnes je však tento boj mezi prvenstvím racionality a emocionality na ústupu, namísto toho do popředí zájmu vstupuje jejich propojenost, tedy jak se ovlivňují navzájem, jaké mají emoce dopad na myšlení, učení, paměť, rozhodování, stanovení cílů, motivaci a mnoho dalšího (Stuchlíková, 2007).

Zvrat přišel s nástupem behavioristů, kdy bylo od bádání po otázkách afektivních procesů naprosto upuštěno. K tomuto fenoménu se odborníci opět vrátili až s příchodem kognitivního směru v sedmdesátých letech 20. století, kdy se do centra pozornosti opět dostaly otázky kognitivního zpracování subjektivního prožívání a s nimi i afektivní procesy. V posledních letech se problematika emocí uchyluje především směrem neuropsychologických studií, řeší se otázky neurofyziologických procesů, možnost regulace afektivních procesů, otázky spojitosti s dalšími psychickými procesy, především s motivací a poznávacími procesy. Sociální psychologové se zabývají otázkami v kontextu celistvé osobnosti, ale také v kontextu druhých, kdy sledujeme a zpracováváme emoce ostatních lidí, utváříme mezilidské vztahy, včetně primární citové vazby (matky-dítě). Mnoho knih také pojednává o emoční inteligenci (EQ) a tzv. emoční gramotnosti (Stuchlíková, 2007).

2.1. Teorie emocí

Ačkoli jsou emoce jedním z centrálních procesů našich životů a jejich komplexnost je otázkou zkoumání v mnohých oblastech jako jsou psychologie, filozofie, sociologie, neuropsychologie a mnoho dalších, odborníci se nadále shodují, že odpovědět jednotně a uceleně na to, co jsou to emoce (afektivní procesy), a najít globální definici, je prakticky nemožné (Nakonečný, 2000). Existují desítky definic emocí, možná i stovky, které přináší naprosto odlišné úhly pohledu, zabývají se jednotlivými teoretickými a metodologickými východisky, odlišnými aspekty, avšak chybí komplexní teorie založená na multidisciplinárním přístupu, která by takto komplexní, dynamický psychologický fenomén pojala v celkové šíři, odděleně od dalších psychologických jevů a konceptů, uchopující veškeré složky související s chováním, prožíváním, složky vegetativní a viscerální (fyziologické změny).

I přes to, že se situace může zdát chaotická a nepřehledná, odborníci, zabývající se afektivními procesy, se ve svých teoriích převážně shodují na trojím složení vzájemně se ovlivňujících komponent afektivních procesů, kterými jsou; subjektivní fenomenologická složka, vnější bezděčné výrazové chování a jejich fyziologická složka, především mozkové koreláty (Plháková, 2007).

2.2. Dimenzionální teorie

S tematikou afektů (nebo emocí, nálad-často se terminologie v českém jazyce zaměňuje) se můžeme setkat ve formě dimenzionálních modelů, které se v základních myšlenkách opírají o Wundtův (1924, podle Lewis et al., 2007) třídídimenzionální koncept příjemnosti a intenzity, vycházející ze složek libost/nelibost, vzrušení/uklidnění a napětí/uvolnění. Základním jednotícím znakem popisu afektivních procesů je nízký počet obecně formulovaných dimenzí, které popisují jádrové charakteristiky každého afektivního stavu, díky nimž jsme pak schopni jednotlivé afektivní procesy odlišit a pojmenovat. Obdobný přístup dělení následoval například Plutchik s jeho třídídimenzionálním strukturálním modelem tvaru kužele (Stuchlíková, 2007).

Koncepce dimenzionální teorie je velmi obsáhlá, a i v současnosti je charakteristická různými přístupy k otázce počtu dimenzí. I když převládá dvou konceptuální teorie, objevuje se snaha odborníků o rozšíření, popřípadě ochuzení teorie o další dimenze, které by účinněji rozlišovaly mezi jednotlivými emocemi. Někteří autoři upřednostňují třídídimenzionální teorie, které se opírají o složky arousalu (niterní aktivace), dominance, valence (např.

Osgood), další vyzdvihují dimenzi motivace a motivačního směřování, tedy přiblížení se/vyhnutí se neboli *approach-avoidance* (např. Gray). V neposlední řadě existují teorie vyzdvihující dimenzi sociálního směřování (Calvo & Mac Kim, 2013). Obdobnou koncepci třídimenzionálního modelu také představuje Thayer (1989), který předkládá dimenze tenzního a energetického arousalu a valence (viz níže). Při současných výzkumech se však velká část odborníků shoduje na klasifikaci kombinace dvou dimenzí, které nejlépe popisují variabilitu afektivních procesů. Těmito dimenzemi jsou valence a arousal (Sánchez-Navarro et al., 2008).

Existují mnohé variace dvoufaktorového přístupu k emocím, které vycházejí z původního modelu Schachtera a Singera z roku 1962, ty se opírají o dvě podstatné komponenty podílející se na vzniku emocí: fyziologický arousal a kognitivní „onálepkování“ neboli *labeling*, tedy to, jak fyziologickou aktivaci interpretujeme v kontextu s určitou právě probíhající situací (Slaměník, 2011). Na tomto procesu se mimo jiné podílí i paměť a pozornost, kdy valenční komponenta aktivuje selektivní funkci pozornosti a míra arousalu je podnícena motivační složkou stimulu, která souvisí s ukládáním informací (Olofsson, Nordin, Sequeira, & Polich, 2008).

Dvoudimenzionální teorie emocí vychází z poznatku, že afektivní procesy mají dvě základní komplementární roviny; míru excitace (vzrušení, aktivace) a na druhé rovině dimenzi příjemnosti-nepříjemnosti / libosti-nelibosti, tedy kromě lítosti a soucitu, které nejsou ani libé, ani nelibé dle Nakonečného (2000). Nadále jsou však vedeny rozepře ohledně otázek naprosté nezávislosti či závislosti dimenzí, bipolarity a zobrazení v odlišných či shodných rovinách.

Dimenzionální teorie, na rozdíl od modulárního přístupu, umožňují snadnější popsání řady afektivních jevů a také umožňují porovnání vztahu mezi arousalem a valencí. Bez ohledu na množství studií a diskusí, konceptualizace vztahu dimenzí (arousalu a valence) ovlivňujících afektivní procesy, je poměrně živým tématem znovu obnovené diskuse a je základem tvoření nových pohledů. Podstata provázanosti těchto složek je velmi významná pro další teoretické (otázky struktury afektivní zkušenosti), empirické (vztah k jiným psychologickým jevům například pozornosti či *well-being*) a psychometrické výzkumy (otázky nezávislosti měřitelnosti a možné manipulace s dimenzemi: arousal/valence) (Kuppens et al., 2016).

2.3. Arousal

Koncepce arousalu (stav bdělosti, pozornosti a aktivace organismu) je jednou ze základních složek afektivních procesů a obnáší především fyziologickou složku afektivních prožitků, která souvisí s aktivitou autonomního nervového systému. Bývá popisována jako míra aktuální intenzity prožitků či aktivované energie a nese aktivační funkci (Poláčková Šolcová, 2018). Míra arousalu, tedy schopnost reagovat, se projevuje několika způsoby; na úrovni aktivace tělesné (svalové napětí), psychické (behaviorální znaky, reaktivita) a nervové (excitabilita neuronů), mění se v závislosti na fyzické aktivitě, kolísá v určitém rozmezí v průběhu dne a je také náchylná na působení některých léků. Úroveň vzrušení je ovlivněna nervovou aktivací mozkové kůry, která je závislá na množství přílivu nervových impulzů z receptorů, vedených do retikulární formace mozkového kmene. (Nakonečný, 2000)

Důkazy o provázanosti mezi fyzickou, kognitivní a afektivní složkou arousalu popsali již Schachter & Singer (1962) ve svém výzkumu přenosu vzrušení (arousalu), kdy působili na fyziologickou složku a sledovali vliv na emoční prožívání. Probandi se účastnili pokusu s vizuálním vnímáním, kdy první nezávislá proměnná byla úroveň fyziologické aktivace (injekce adrenalinu či solného roztoku). Druhá nezávislá proměnná byla informace o účincích injekce, kdy jedna skupina korektně informovaných obdržela informace o bušení srdce, druhá skupina dezinformovaných o vedlejších účincích strnulosti a svědění, třetí skupina neobdržela žádné informace. Třetí nezávislá proměnná byly situační podmínky (euforické a dysforické), kdy do místnosti s probandy umístili pomocného experimentátora, jako další skrytou pokusnou osobu, který se měl chovat buď nahněvaně nebo šťastně. Největší účinek se projevil u skupin dezinformovaných jak v euforických, tak dysforických podmínkách, u správně informovaných osob docházelo jen k velmi malému ovlivňování nálad a u neinformovaných skupin byl vliv jen o něco menší než u skupin dezinformovaných. Výsledek lze tedy ve zkratce vysvětlit jako přenos emočních prožitků v závislosti na kognitivní interpretaci příčin fyziologické aktivace (Schachter & Singer, 1962).

Thayer (1967) představil studii pojednávající o dimenzích aktivace skládající se ze čtyř na sobě nezávislých složkách, dvou aktivujících a dvou deaktivujících. Následné výzkumy však poukázaly na nedostatky. Jeho pohled na nezávislost aktivačních a deaktivčních faktorů byl zpochybněn tvrzením, že energetický a tenzní arousal odpovídají kombinaci valence a jediné aktivační dimenze. Aktivace byla postupně konceptualizována na dvě dimenze, energetický a tenzní arousal, které jsou aktivovány rozdílnými faktory a pravděpodobně souvisí s různými neurologickými systémy. I novější studie podporují pohled na arousal jako dva

odlišné typy aktivace a přinášejí mnoho klíčových zjištění pro budoucí studie. Některé kvantitativní testy však poukazují na nedostatky dvourozměrného modelu (Schimmack & Rainer, 2002).

2.3.1. Energetický arousal

Energetický arousal je první ze dvou základních dimenzí aktivace, která již nelze redukovat na základnější rozměry. Thayer (1989) vnímal rozměr energetického arousalu v mírách ospalosti – nabuzení. Aktivace je ovlivněna cirkadiálním rytmem, což odpovídá aktivitě neuronů, které regulují cyklus bdění a spánku. V experimentální studii Gold a kol. (1995) byla probandům indukována hypoglykémie a sledovala se změna dimenzí arousalu, přičemž míra energetického arousalu se snížila v reakci na nízkou hladinu cukru v krvi.

2.3.2. Tenzní arousal

Druhá dimenze arousalu nesouvisí s cirkadiálním rytmem a je zobrazována v míře klidu a nervozity (Thayer, 1989). Dalším podkladem pro nezávislost obou složek je fakt, že se obě aktivační dimenze mohou měnit nezávisle na sobě, v opačných směrech. Při experimentu s indukcí hypoglykemického indexu, se na rozdíl od výše zmíněného energetického arousalu, míra tenzního arousalu zvýšila v reakci na nízkou hladinu cukru v krvi, pravděpodobně jako výsledek nouzové reakce a následné mobilizace těla k obnovení hladiny cukru v krvi (Gold, MacLeod, Frier, & Deary, 1995). Obecně vzato je tenzní arousal horším a méně přesným prediktorem kognitivního výkonu nežli energetický arousal (Schimmack & Rainer, 2002).

2.4. Valence

S dimenzí valence se setkáme globálně napříč rozdílnými kulturami a jazyky (Poláčková Šolcová, 2018). V odborné literatuře najdeme obdobné variace značení jako například hédonické kontinuum, příjemné/nepříjemné, apetitivní/averzivní, pozitivní/negativní apod. Jedná se o vrozenou kvalitu, která má hodnotící funkci a umožňuje nám prožívat pozitivní i negativní pocity. Nese funkční citovou složku, která funguje jako hnací motor dosáhnout něčeho příjemného nebo se něčemu nepříjemnému vyhnout (Nakonečný, 2000). Je podkladem pro utváření morálky, hodnot, názorů, zálib a navazování vztahů. Říká nám, jak se cítíme právě v tomto okamžiku (Russell, 1991).

Nadále je však otázkou, jakým způsobem jsou základní dimenze ovlivňující afektivní procesy navzájem propojeny. Je předkládáno, několik variací vztahů včetně nezávislosti mezi (oběma) dimenzemi (Russell & Barrett, 1999), striktně (pozitivní) lineárního vztahu

mezi valencí a arousalem nebo třeba znázornění v grafické podobě symetrické/ asymetrické V- křivky (Cacioppo, Gardner, & Berntson, 1999).

V tuto chvíli však alespoň můžeme na základě několika studií říci, že existují rozdíly ve zpracování dimenzí valence a arousalu. Stimuly valence aktivují selektivní pozornost, zatímco arousal je elicitován stimuly nesoucími motivační kvalitu. Existují i studie o odlišnosti časového průběhu ERP valence a arousalu, kdy valence působí na relativně brzké komponenty (100-250 ms) a vliv arousalu působí na relativně pozdní komponenty (200-1000 ms) (Olofsson & Polich, 2007).

2.5. Kongruence a inkongruence dimenzí

Obecně se výzkumy shodují na závěru, že kongruentní primingové podněty (shodné na dimenzích arousalu a/ nebo valence) mají schopnost usnadnit reakci, kdežto inkongruence (neshoda na dimenzích arousalu a/ nebo valence) mezi podněty má opačný efekt.

Nejnovější data studie Yao, Zhu, Luo, (2019), která porovnávala tři typy primingových efektů, efekty valence arousalu či kombinace obou dimenzí, potvrzují efekt jak valence, tak arousal, při následném kognitivním zpracování. Ačkoli existuje mnoho studií zabývajících se vlivem valence a arousalu při afektivním primingu, informace ohledně otázky silnějšího vlivu jedné z dimenzí a způsob kombinace (kongruence/inkongruence) valence (pozitivní nebo negativní) a arousalu (vysoká nebo nízká), jsou nedostačující.

Experimentální studie Zhang, Kong, & Jiang, (2012) dokazuje, že účastníci reagují rychleji při arousalově (i valenčně) kongruentních pokusech. Cílem studií bylo prověřit efekt arousalu na afektivní priming. Výsledky experimentu prokázaly významný arousalem vybuzený primingový efekt pouze u pozitivních párů slov. Účastníci odpovídali významně rychleji pouze při pozitivních arousalově kongruentních pokusech, kdy se hodnota arousalu shodovala s dříve prezentovaným podnětem a valenční hodnota byla pozitivní. Tato zjištění jsou v souladu s novějšími studii, které prokázaly, že rychlost odpovědi kongruentních párů je významně vyšší nežli u párů inkongruentních (Yao & Wang, 2014). V případě inkongruence mezi těmito podněty se musí aktivovat odlišné nadřazené kategorie, což je konfliktní proces, který vyžaduje o poznání více času (Irwin, Hubert, & Winkielman, 2010).

Výsledky další studie poukázaly na významný hlavní efekt primu, kongruence valence a vztahu mezi primem valence, primem arousalu a kongruencí. Naproti tomu u samotné

dimenze arousalu nebyla shledána žádná signifikance při souvisejících interakcích. Tyto výsledky replikovaly předchozí studie které prokazují, že účastníci reagují rychleji na cílové podněty, které jsou valenčně shodné se spouštěcími podněty, jde tedy o kongruenci, ve srovnání s cílovými podněty, které jsou inkongruentní (Yao, Zhu, & Luo, 2019).

Primingové efekty v souvislosti s emocemi mohou být vysvětleny šířením aktivace v sémantických sítích. Pokud je primární valence a / nebo arousalu vyhodnoceno implicitně (nemusíme je vědomě cítit nebo si být vědomi toho, co bylo jejich příčinou), jsou afektivně kongruentní aktivace přístupnější a jedinci na ně mohou snáze reagovat (Fazio, 2001). Výsledky studie také předpokládají, že valenční hodnoty emočně nabitých slov mají tendenci být stabilnější nežli hodnoty arousalu v sémantickém systému (Yao, Zhu, & Luo, 2019)

Současné studie se také zabývají nuancemi rozdílů mezi jednotlivci, které jsou nejvíce ovlivněny zkušenostmi a kulturou. Podstatnou roli hraje i osobnost, a to v mnoha ohledech. Extroverze bývá spojována s tím, v jaké míře vzrůstá arousal v závislosti na zvyšování míry především pozitivní valence, což potvrzuje klíčovou roli míry extroverze v procesu emočních reakcích (Yik, Russell, & Steiger, 2011). Neurotici jsou obecně náchylnější k negativním stavům s vysokým arousalem (stres, úzkostné stavy), tak nízkých stavů s nízkým arousalem (smutek, depresivní stavy)

3. Elektroencefalografie

Elektroencefalografie je jedna z mnoho metod, která zachycuje funkční změny mozkové aktivity. Patří k elektrofyziologickým postupům zachycujícím záznam bioelektrické aktivity neuronů vznikající aktivací neuronů a synapsí mezi nimi. Podstatné je také korektní rozlišování pojmů pod zkratkou EEG, elektroencefalografií se značí celá metoda snímání, elektroencefalograf je přístroj umožňující záznam a následnou interpretaci měřených aktivit, kdežto elektroencefalogram je záznam z tohoto přístroje, avšak vše se shodně značí EEG. (Penhaker & Augustýnek, 2005).

Historický vrchol užití EEG ve dvacátých letech 20. století je spojován se jménem Hans Berger, rozšíření užívání této metody však nastalo až v sedmdesátých letech spolu s automatizací měření a plošným využitím počítačů pro analýzu dat (Fine, 2009). V současnosti je užití EEG ve srovnání s ostatními metodami poměrně omezené. Běžně se s ním však setkáme v neurologii a psychiatrii za účelem diagnostiky (ADHD) a monitorování například epilepsie, migrén, vyšetření centrální nervové soustavy u dětí, úrazů hlavy a následné terapie. Snímané signály elektrické aktivity mozku lze využít jako terapeutickou metodu například ve formě EEG Biofeedback. Obecně jsou více užívány strukturální zobrazovací metody jako je počítačová tomografie (CT) či magnetická rezonance (MRI), které však nedokáží měřit elektrickou aktivitu centrální nervové soustavy přímo, ale měří ji nepřímo díky metabolickým změnám. Další výhodou EEG je jeho dobrá rozlišovací schopnost ve smyslu časovosti a získávání poměrně přesných a citlivých dat ohledně proměn činnosti mozku, avšak na úkor prostorového rozlišení. Na druhou stranu CT a MRI mají schopnost přesnějšího prostorového rozlišení nežli EEG. Elektroencefalografie se řadí do skupiny funkčních zobrazovacích metod. Do stejné skupiny se řadí i pozitronová emisní tomografie (PET) či funkční magnetická rezonance (fMRI) (Kulišťák, 2003).

Potenciálové vlny snímané při EEG vyjadřují aktivitu množství dílčích neuronových obvodů a jsou výslednicí komplexního časoprostorového děje. Elektrické impulzy vznikají jak působením neuronů kůry, tak podkorových oblastí. Pochopitelně častějším způsobem užitým pro snímání signálu je neinvazivní metoda, tedy mapování elektrodami z povrchu hlavy, ale existují invazivní způsoby. Při neinvazivních metodách lze aktivitu mozku, vypovídající o mentální činnosti, mapovat po relativně dlouhou dobu (Sternberg, 2009). Akční potenciály určitého neuronu je možné snímat s přesností na milisekundy po několik hodin (Kulišťák, 2003).

3.1. Fyziologické podklady

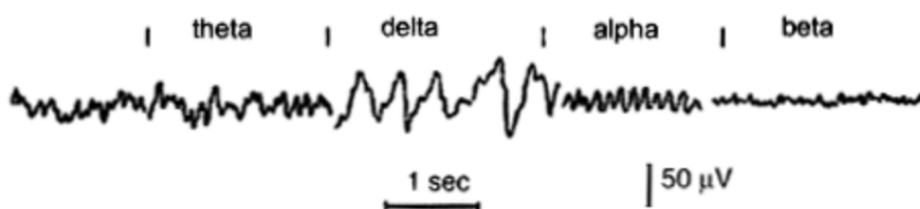
V mozku je přibližně 100 miliard neuronů, které mezi sebou komunikují na bázi elektrických a chemických reakcí. Jednotlivé neurony (vysoce specializované mozkové buňky) jsou navzájem propojeny synapsemi a utváří tak komplexní, velmi adaptivní neuronové sítě. Přenos impulzů pomocí synapsí vzniká za specifických podmínek a na specializovaných částech neuronů (Fine, 2009).

Membrána neuronů má polopropustný charakter, což znamená, že selektivně propouští nitrobuňčné kationty (K^+) mnohem snadněji nežli mimobuněčné (Na^+), z tohoto důvodu odchází z neuronu mnohem více iontů draslíku nesoucích pozitivní náboj nežli kladných iontů sodíku přicházejících do buňky. Tento jev se projeví převahou záporných chloridových iontů Cl^- , uvnitř a vně buňky tak vznikají odlišná prostředí nesoucí rozdílný elektrický náboj a převaha záporného náboje uvnitř buňky počíná tzv. klidový potenciál. Jestliže je buňka podrážděna, dočasně mění membránu na propustnou a umožňuje vstup pozitivně nabitých Na^+ iontů a nastává depolarizace. Tento přesun iontů mění klidový potenciál na akční, projevující se šířením vzruchu. Kladně nabitě částice vystupují z neuronu, nejprve K^+ , a jsou později mechanismem aktivního transporteru (sodíkodraslíková pumpa) vyměněny zpět za Na^+ ionty. Depolarizace trvá 1-2 milisekundy a je následována repolarizací, tedy návratem ke klidovému stavu, kdy uvnitř buňky převládají K^+ ionty a vně Na^+ ionty. Celý tento proces přenosu vzruchu se děje díky synapsím, což je spoj mezi neuritem (axonem) jednoho a dendronem druhého neuronu, kde se nacházejí váčky obsahující chemický přenašeč zvaný mediátor (též neurotransmitér), který se nachází pouze v zakončení neuritu. Tak je impulz veden pouze jednosměrně. Jakmile vzruch dojde do neuritu, váčky s mediátory prasknou a mediátor se vyleje do synaptické štěrbině, čímž podráždí membránu sousedního neuronu a zaktivuje propustnost především Na^+ iontů a celý proces se takto šíří dále. Po dostatečném působení mediátoru ve štěrbině je rozložen enzymy a jeho účinek rychle vymizí (Čihák, 2016).

Při snímání elektrické aktivity jsou tedy viditelné dva momenty elektrické aktivity neuronu: akční potenciál a tzv. postsynaptický potenciál. První zdroj aktivity vzniká při změně propustnosti membrány vzhledem k sodíkovým (Na^+) a draslíkovým (K^+) iontům. Druhý zdroj aktivity nastává při depolarizaci membrány na synaptických spojích. Neurotransmitery vpuštěné do mezisynaptického prostoru membránu buď excitují (excitační postsynaptický potenciál) a posílají tak vzruch do vedlejšího neuronu, nebo inhibují, čímž zabraňují přenosu signálu na další neurony. (Baldi, 1981).

Nejen Kulišťák (2003) upozorňuje na to, že se elektrická aktivita mozku mění v průběhu celého života. U dospělého jedince setkáváme se čtyřmi frekvencemi. Pásmo alfa (8 až 12 Hz) objevuje obvykle při stavu uvolnění a relaxace bez duševní činnosti a nejlépe je vyjádřena při zavřených očích, dále se s ním setkáváme ve stádiu těsně před usnutím. Je také nejvíce variabilní vzhledem k věku a tělesné teplotě. Jsou nejrytmičtější a převládají v okcipitální a parietální části. Během běžných činností se projevují beta vlny (14-30 Hz), které jsou typické pro stav soustředění a myšlení, také pro pocit neklidu a strachu a převládají nad frontální a centrální krajinou. Pásmo théta (4-8 Hz) a delta (méně nežli 4 Hz) jsou obvykle považovány za ukazatele patologie. (Hrazdík, 2001).

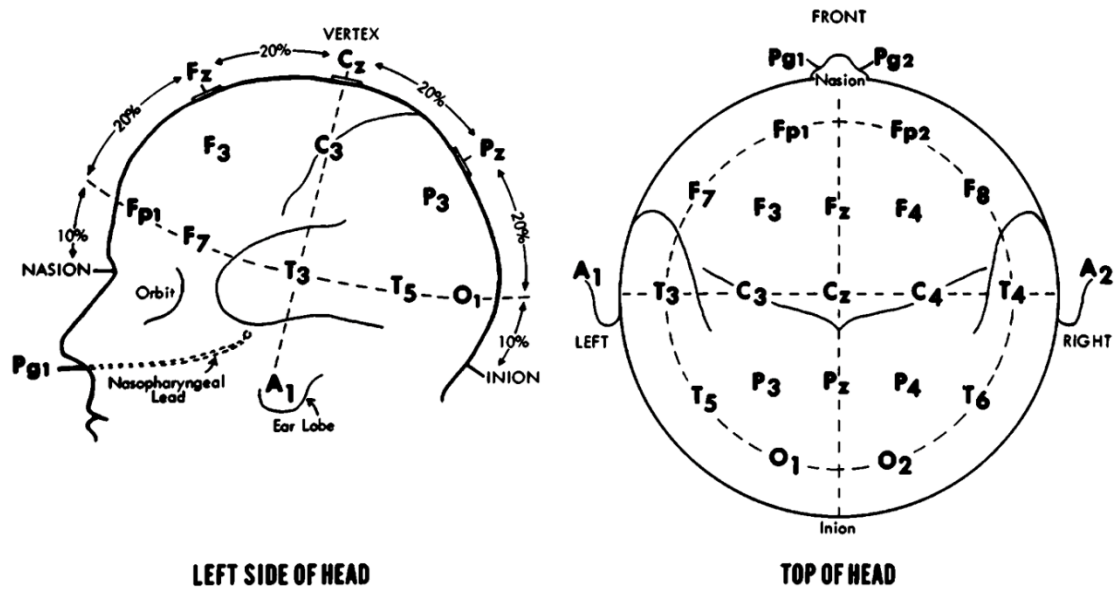
Obrázek 2: Mozkové vlny



Zdroj: <https://www.medicine.mcgill.ca>

Nejčastějším typem rozmístění elektrod je systém „10/20“. *Vzdálenosti mezi elektrodami jsou rozděleny na úseky o velikosti 10 % a 20 % (odtud název systému). Krajní polohy přitom vymezují nasion, inion a body před každým z ušních boltců v úrovni nasionu.*“ (Penhaker & Augustýnek, 2005, str. 199). Elektrody značené lichými číslicemi se nachází nad levou mozkovou hemisférou, sudé elektrody se umisťují nad pravou mozkovou hemisféru, střední část se značí indexem Z (zero) (Penhaker & Augustýnek, 2005). Písemné značení odpovídá běžnému značení oblastí: F – frontální (čelní), Fp – fronto-polární, C – centrální, P – parietální (temenní), O – okcipitální (týlní), T – temporální (spánkový). (Penhaker & Augustýnek, 2005).

Obrázek 3: Systém rozložení elektrod 10-20



Zdroj: <https://instrumentationforum.com>

3.2. Zpracování EEG

„Nevýhodou EEG je velká citlivost na artefakty – chyby záznamu – vzniklé z pohybu očí, svalového napětí, pocení apod.“ (Kulišťák, 2003, str. 53). Technické neboli exogenní artefakty vznikají buď vadami na přístroji nebo jsou způsobeny vnějším prostředím. Nejčastěji se s nimi setkáváme ve formě šumů, elektrické interference, elektromagnetických signálů a elektrických ruchů z okolních elektrických přístrojů. Dalším typem jsou fyziologické artefakty vzniklé pohyby těla, svalovou aktivitou, očními pohyby apod. Mrkání, tedy oční artefakty, se vyznačují frekvencí do 0,5 Hz. Záznam aktivity svalového napětí se objevuje jako artefakt nad 30 Hz a označuje se EMG – elektromyogram (Zvárová & Lhotská, 2010). Je proto velmi důležité probandy připojené na EEG informovat o citlivosti měření a eliminaci nežádoucích artefaktů jako je žvýkání, pohyb, zavírání očí a mnohé další. Samotný zaznamenaný signál je před převodem do digitální podoby nutno pročistit od těchto rušivých artefaktů.

V současnosti máme k dispozici mnoho metod analýzy EEG signálu. Moderní metodou je analýza evokovaných potenciálů ERP. Jedná se o elektrické odpovědi neuronů stejné orientace na přívod vzruchů (Trojan, 2003). Pozorovaný průběh ERP je velmi malý, a tak je nutné data získat postupem průměrování velkého množství EEG epoch. Při studiích se užívá všech sensorických podnětů a podle nároků zadané úlohy kolísá latence od 300ms (auditivní

úlohy) přes 700ms (vizuální úlohy). Záznam tak odpovídá tvaru hrotů, které se vztahují k časovému průběhu šíření elektrické aktivace činnosti mozku (Nevšimalová, 2002).

Ačkoliv jsou jednotlivé hroty (*peaks*) na záznamech viditelně vyčleněné, nevypovídají o jednotlivých specifických kognitivní procesech, dokonce mají spíše arbitrární význam, je tedy nutné rozlišovat mezi pojmy hroty a komponenty ERP. Hroty se definují jako spolehlivé lokální pozitivní (značeno P) nebo negativní (značeno N) maximum v pozorovaném tvaru vlny ERP. Kdežto ERP komponenta je definována jako aktivita, která reflektuje specifický neurální či psychický proces (Kappenman & Luck, 2012). ERP komponenty jsou označovány dle směru jejich amplitudy (P pozitivní, N negativní), dle latence a jsou ovlivňovány typem prezentovaného podnětu (Pratt, 2012), avšak popis je nutné brát s určitou rezervou. Aspekty popisující jednotlivé komponenty (polarita, časový aspekt, umístění, citlivost) mohou být s určitou komponentou asociovány, nejsou však schopné přesné deskripce, nedefinují je a měly by být interpretovány spolu s kontextem celkové aktivity. Všechny komponenty ERP jsou totiž kladné na jednom konci dipólu a záporné na druhém konci, tím pádem všechny komponenty nesou opačnou polaritu na nějakém místě na skalpu. (Kappenman & Luck, 2012)

ERP komponenta popisuje určitý individuální neurální proces, je tedy možné říci, že souhrnný dipól odpovídá jedné ERP komponentě. Záznam měří všechny individuálně probíhající komponenty ERP dohromady, a tak křivky na záznamu nejsou schopny zaznamenat jednotlivé komponenty odděleně, překrývají se v čase, a je obtížné určit původní podobu křivky jednotlivých komponent. V důsledku toho každá elektroda nese informace o všech neuronových aktivitách, nikoli pouze o zdrojích umístěných blízko elektrody, přesto však bližší zdroje mají silnější signál, a tak sumarizované signály jednotlivých elektrod nejsou identické (Kappenman & Luck, 2012).

3.3. Využití emocí v EEG výzkumu

Jedním z velmi podstatných aspektů vytvoření úspěšného experimentu elicitace emocí je vhodný výběr technik. V rámci experimentální psychologie a afektivních výzkumů je časté užití afektivních databází podnětů, které jsou vytvořeny na základě modelů zaměřených na základní emoce či modely zaměřené na určité aspekty a charakteristiky emocí (pozitivita-negativita). Neuropsychologické studie se však často obrací k užití dimenzionálním modelům afektivních jevů. Po vlastní rešerši mnoha výzkumů však je nutné zmínit nepoměr mezi dimenzemi, kdy řada odborníků upřednostňuje dimenzi validity před dimenzí arousalu

i přes to, že empirické závěry mnohdy zmiňují nutnost probádání aspektu arousalu, ba dokonce mnohé experimentální ERP studie dokazují o opaku, tedy o podstatném vlivu arousalu. Velmi podstatným aspektem elicitace je souvislost mezi pozorností a emocemi, konkrétně selekce určitých podnětů a upřednostnění před ostatními. Pro afektivní výzkum je podstatné, jak tato selekce probíhá a jaké charakteristiky emocionálně laděných podnětů toto ovlivňují (Yiend, 2010).

Experimenty založené na emocionální elicitaci většinou využívají sebehodnotící zprávy probandů či postupy zaměřující se na kognitivní procesy. Emoční podněty však mohou také působit v rámci procesu pasivní percepce. Afektivita je jednou z charakteristik, na kterou se zaměřuje selekce pozornosti již od počátku percepčního procesu (Schupp et al., 2006). Díky tomu je pro EEG vhodná pasivní sériová stimulace a elicitace pomocí selektivní pozornosti za účinku efektu novosti. Podnět, který se svými charakteristikami nejvíce podobá náladám je hudba, a to i bez určitého textu, tedy konkrétního obsahu.

V současnosti se častěji při studiích afektivního primingu užívá elicitace pomocí nehybných objektů spíše nežli pohyblivých. Mezi nehybné stimuly se řadí obrázky, které jsou čerpány ze standardizovaných mezinárodních databází emočních fotografií (NAPS, IAPS atd.). Obecně se také odborníci přiklánějí k vizuálním podnětům nežli k auditivním podnětům, a to hlavně kvůli aspektu dynamiky. Studie také obecně preferují obrázkové podněty před podněty slovními, a to kvůli rychlosti sémantického zpracování. Koreluje to i s fakty, že obrázky jsou mnohem primitivnější a tím pádem i jednodušší pro zpracování.

4. Pozornost

R. J. Sternberg (2009) charakterizuje pozornost jako „*nástroj, jehož prostřednictvím aktivně zpracováváme omezené množství informací přicházejících z dalších kognitivních procesů. Součástí mechanismu pozornosti jsou jak vědomé, tak nevědomé procesy*“. Neobvyklou charakteristikou pozornosti je, že nenesé žádný obsah, avšak je funkčně propojena snad se všemi psychickými procesy, nevyjímaje afektivních procesů (Nakonečný, 1998).

Pravděpodobně nejdůležitějším aspektem, který se odvíjí od provázanosti mezi afektivními procesy a pozorností, je selekce. Podílí se na vybrání položek z obrovského množství přicházejících informací, rozhoduje, kdy budou určité informace přijaty a dále zpracovány, a které nikoli. Obnáší důležitou adaptivní funkci, poskytuje organismu schopnost zaměřit se na aktuální a podstatné informace a nakládat s nimi uvážlivě, také nese funkci ochrany před zahlcením přichozími informacemi z okolí (Vágnerová, 2016). Selektivní vlastnost

pozornosti není náhodná, ale souvisí s mnohými aspekty přijímaných informací. Je ovlivňována aktuálním laděním organismu, afektivními aspekty, samotnými vlastnostmi přichozích informací, díky nimž narůstá pravděpodobnost vstupu daných informací, časem uplynutým od poslední informace stejného ladění či informace náležící do shodné kategorie. Rozhodující úlohu však hrají psychologické faktory, tedy vnitřní naladění na příjem určitých informací. Organismus dává přednost již aktivovaným schématům a vyhledávání klíčových podnětů souvisejících s jejich aktivací (Gray & Wedderburn, 1960). Mezi vnitřní aspekty pozornosti řadíme trvalé a aktuální motivy a stav sensorického systému, který mimo jiné úzce souvisí s aktivací organismu, tedy s mírou arousalu.

S provázaností afektivních procesů a pozornosti a otázkami způsobu selektivity informací v závislosti na emocionálních podnětech se můžeme setkat ve studii Yiend (2010). Středem zájmu je také fyziologický aspekt procesu pozornosti, tedy celkové nabuzení, které je možné sledovat díky fyziologickým změnám (pocení, rozšíření zorniček, rychlý tep) či na záznamu EEG. Neurofyziologický substrát pozornosti retikulární aktivační systém (RAS) nese primární význam při celkové míře nabuzení (Sternberg, 2009).

Při aktivaci organismu jsou informace urychleně vedeny thalamem do mozkové kůry. Smyslové informace se v thalamu zpracovávají díky sensoricky specifickým jádrům a dále se předávají do primárních smyslových korových oblastí (V1–zrakové dráhy, A1–sluchové dráhy), informace dále putují do dalších „vyšších“ korových oblastí. Oboustranná komunikace mezi „vyššími“ korovými oblastmi a talamickými jádry umožňuje habituaci, tlumení či zvýšení toku informací (Koukolík, 2002).

Úroveň arousalu úzce souvisí s mechanismy orientované pozornosti (ve ventrolaterálním thalamu), což vyplývá z pokusu na zdravých lidech, jejichž míra arousalu byla experimentálně ovlivněna podáním kofeinu či spánkovou deprivací (Portas et al., 1998).

Yamasaki a kol. (2002) ve svém experimentu prokazují, že je možné rozdělit systém pozornosti (prefrontální) a emotivity užitím fMR za pomoci působení negativních a neutrálních emočních podnětů vybraných z IAPS (International Affective Picture System). Probandi měli za úkol sledovat kroužky odlišných barev a velikostí, při detekci těchto cílových podnětů bylo zadáno stisknutí myši. Výsledky říkají, že systém orientované pozornosti a systém emocí jsou odděleny, jejich interakce náleží oblasti přední cingulární kůry.

4.1. Percepční komponenty

S ohledem na směřování této práce se budu zabírat pouze vybranými auditivními a vizuálními komponentami souvisejícími s pozorností, která je základem neurálních procesů (Luck & Kappenman , 2012).

V rámci afektivního výzkumu je užíván zjednodušený přístup k vymezení komponent. Komponenty se střední latencí jsou souhrnně značeny jako “raná posteriorní negativita” (EPN, *early posterior negativity*) a komponenty pozdní jsou označovány jako “pozdní pozitivní potenciál” (LPP, *late positivity potential*, případně LPC). ERP komponenty jsou značeny písmenem P, který značí pozitivitu amplitudu a písmenem N značící negativitu amplitudy, zatímco numerické označení dle latence vycházející z orientačního času jejich vrcholu (Handy, 2005).

Data sluchově a vizuálně evokovaných potenciálů s krátkou latencí jsou obecně využívána v klinické praxi, slouží většinou jako kontrola integrity sensorického vstupu do centrálního nervového systému, která se liší u patologických jedinců. Sluchové složky střední latence a dlouhé latence odrážejí kortikální aktivitu, která často zahrnuje prvky kognitivního zpracování sensorického vstupu. Zpracování vnějších smyslových podnětů probíhá ve smyslových orgánech přenosem, přičemž sensorické dráhy vedou signál do CNS. Tato exogenní smyslová aktivita je vstupem, který spouští procesy projevující se v ERP komponentě. V některých případech může pozornost nebo patologie modulovat sensorické vstupy a jejich vyvolanou aktivitu. Proto sledování časných sensorických komponent může být užitečné při ověřování pozornosti, vigilance a sensorických vstupů (Pratt, 2012).

4.1.1. Hlavní rané komponenty sensorické percepce

Jednou z významných raných komponent je pozitivní komponenta P100, která se vyskytuje při běžných percepčních procesech, kdy nezáleží na důležitosti působícího podnětu a není důležitá ani míra spojitosti s právě řešeným úkolem. Amplitudy P1 a N1 nesou funkci počátečního přidělení pozornosti podnětům (proces top-down). P1 nese funkci přidělení pozornosti valenčním podnětům, tedy otázky pozitivního či negativního působení, přičemž míra přidělené pozornosti je větší pro podněty vzbuzující vyšší úroveň pozornosti (Luck & Kappenman, 2012).

Typicky vyskytující se negativní komponentu N100 nalzáme při prezentaci komponent, které v kontextu s předchozími komponentami nebyly očekávány. N100 je součástí top-down percepčních procesů, kdy nezáleží na motivacích a záměrech. Amplitudu N100 pozorujeme zejména při vystavení auditivním podnětům při auditivní sensorické elicitaci a vypovídá o změnách auditivních podnětů od předchozích (standardního podnět). Objevuje se však i při vizuální stimulaci při rozlišování charakteristik prezentovaných materiálů jako je jeho jas nebo prostorové vlastnosti (Pratt, 2012).

4.1.2. Hlavní pozdní komponenty sensorické percepce

P300 je značení pro pozdně percepční komponentu, která souvisí s pozorností, kdy dochází k inhibiční reakci při percepci již známých nepotřebných obsahů a zvýšení pozornosti vůči relevantním obsahům, kdy záleží na kontextu. Dále P300 komponenta souvisí s pamětí. Vyšší amplituda P300 vypovídá vyšší neurální aktivitu, tedy pozornostní ohodnocení reprezentace podnětu vůči vzoru v pracovní paměti. Což souvisí se spoluprací pracovní paměti a vědomé pozornosti (Polich, 2012). Změny amplitudy ve spojitosti s P300 komponentou se projevují frontálně až parietálně a získávají se údaje z elektrod Fz, Cz, Pz. Souvisí s top-down mechanismy percepce a je elicitována zejména distraktory, které jsou náhodně vloženy mezi cílové podněty (Polich, 2007).

N400 je popisována v kontextu sémantické kongruence a inkongruence a závisí na kontextu, kdy je podstatný vliv předchozího podnětu (primu). Pro N400 je tedy zásadní působení primingového podnětu (Luck & Kappenman, 2012).

II. EMPIRICKÁ ČÁST

5 Cíl výzkumu a výzkumné hypotézy

5.1. Výzkumný problém

Ačkoli užití primingového efektu pomocí auditivního primingu arousalem v experimentálních afektivních studiích zatím není dostatečně rozšířeno, existuje dostatek standardizovaných teoretických i empirických materiálů pro jeho uskutečnění. Díky vlastnostem hudebních podnětů je hudba vhodným podkladem pro elicitaci emočních reakcí. Kombinace rozdílnosti dvou smyslových modalit (auditivní a vizuální) a mezistimulový interval mezi primingovým a cílovým podnětem se zdá být vhodným přístupem pro odlišení přenosu afektivních aspektů mezi podněty od ostatních potencionálních zdůvodnění primingového efektu. Zvolená mezistimulová pauza mezi primem a targetem v délce 250 ms je poněkud neobvyklá, avšak měření by mohly přinést odlišné výsledky od ostatních studií, které obvykle manipulují s mezistimulovou pauzou mezi primingovým a cílovým podnětem v rozmezí 500–1000ms.

Velká výhoda záznamů ERP EEG je jejich vysoká úroveň časové rozlišovací schopnosti, díky kterým dokáží rozpoznat velmi malé rozdíly, a tak určit potencionální změny mentálních procesů souvisejících se změnami percepce po prezentaci primingových podnětů a eliminuje tak evaluativní a behaviorální projevy. Kdežto ostatní typy záznamů, či jiné měřící přístroje jsou schopny naměřit pouze behaviorální změny mentálních procesů, tedy chování participanta nebo hodnocení sebe samých.

Ačkoli mají obecně studie afektivního primingu většinový teoretický základ v dimenzi valence, tato experimentální studie se věnuje pouze druhému aspektu dimensionální teorie, arousalu, jakožto významnému činiteli afektivních procesů (Hinojosa et al., 2009). Avšak při interpretaci výsledku vlivu arousalu je nutné přihlédnout i na vzájemný vztah s dimenzí valence, což potvrzuje i jejich vysoká korelace v užití afektivní databázi NAPS (Marchewka, Żurawski, Jednorog, & Grabowska, 2014).

5.2. Výzkumné otázky

Cílem experimentální studie je pomocí ERP EEG nalézt rozdíly v neurálním zpracování afektivní vizuální percepce za variace hudebního primingu arousalem.

Výzkumné otázky:

VO: Jaký je efekt vlivu arousalových charakteristik primingového působení na cílové podněty?

DVO1: Jaký je rozdíl ve zpracování cílových vysokoarousalových podnětů při experimentální manipulaci arousalem primingového působení?

DVO2: Jaký je rozdíl ve zpracování cílových nízkoarousalových podnětů při experimentální manipulaci arousalem primingového působení?

DVO3: Jaký je rozdíl efektu kongruence a efektu inkongruence v jednotlivých variacích multimodálního primingu arousalem?

5.3. Hypotézy

Při studiích evokovaných potenciálů (ERP) EEG se obecně s hypotézami predikujícími vztah se dvěma proměnnými neparacuje, avšak vychází se z tzv. *effect-specific hypothesis* či *effect-unspecific hypothesis*, tedy z efektově specifických či nesespecifických hypotéz (Handy, 2005). Přičemž obě hypotézy vychází z odlišných predikcí. Efektově specifické hypotézy předpokládají změny amplitudy a latence jednotlivé ERP komponenty vlivem experimentální manipulace, kdežto efektově nesespecifické hypotézy předpokládají změny ve větším počtu (2 a více) ERP křivek bez zaměření na jednotlivé komponenty ERP (Handy, 2005).

V souvislosti, s již položenými výzkumnými otázkami a na základě studia teoretických podkladu byly stanoveny následující hypotézy:

H1 (efektově specifická): Při experimentální manipulaci vysokoarousalových a nízkoarousalových primingových podmínek se projevuje rozdíl v EPN (“raná posteriorní negativita”) vizuální percepce cílových podnětů.

H2 (efektově specifická): Při experimentální manipulaci vysokoarousalových a nízkoarousalových primingových podmínek se projevuje rozdíl v LPP (“pozdní pozitivní potenciál”) vizuální percepce cílových podnětů.

H3 (efektově nesespecifická): Při efektu hudebního afektivním primingu arousalem prokazují kongruentní podmínky rozdílnou aktivaci nežli podmínky inkongruentní.

6 Metodika

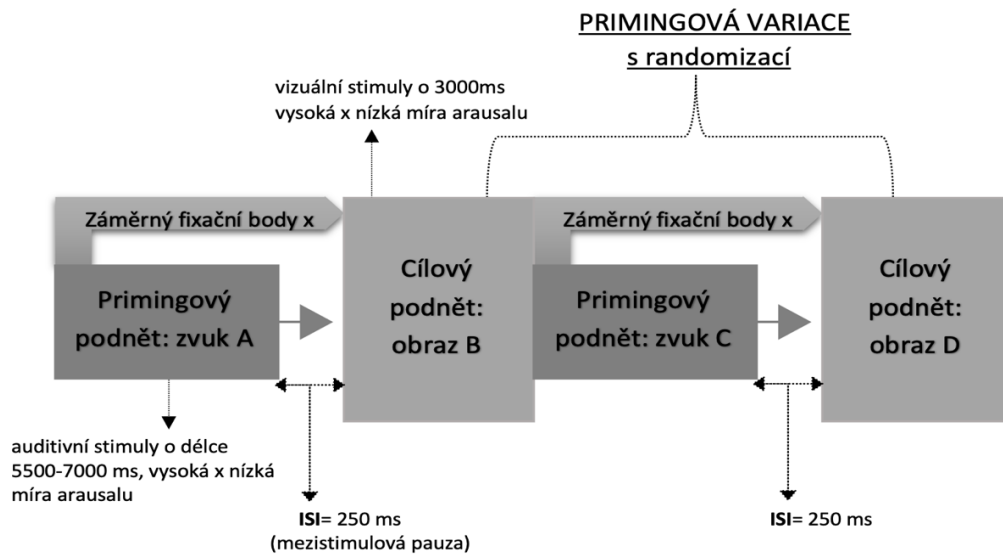
6.1. Design experimentu

Metodou, kterou jsme zvolili pro ověřování hypotéz, byl experiment založen na multimodálním (cross-modálním) primingu. Experiment obecně je kvantitativní výzkumný design, užitý ke zjišťování kauzálních vztahů mezi proměnnými, v němž výzkumník pomocí manipulace s podmínkami zkoumá, jaké změny nastaly u skupin(y) jedinců nebo jiných pokusných jednotek. Základními cíli vnitřně validního experimentu jsou: manipulace s nezávisle proměnnou, měření závisle proměnné a kontrola vnějších proměnných intervenujících proměnných (Ferjenčík, 2000).

Data měřená užitím experimentu s EEG nemohou, na rozdíl dotazníkových šetření, probandi záměrně a vědomě ovlivnit, a tím zkreslit výsledky. ERP afektivních experimenty jsou poměrně specifické a obecně se skládají z opakování jedné kategorie podnětů a srovnávání několika kategorií navzájem, na základě výsledných ERP křivek, přičemž počet opakování jsme zvolili 100 na kategorii. Vysoké množství opakování je vhodné kvůli následnému zpracování signálu a čištění artefaktů. Při afektivním primingu arousalem jsme užili čtyř základních kategorií kombinací auditivních primových podnětů (high/low arousal) a vizuálních targetů (high/low arousal).

Základ pro vytvoření experimentu je zkonstruování schématu, které nese kategorizační a časové variace jednoho bloku, který se skládá z několika trialů různých kategorií. Délka jednoho trialu v ERP výzkumu je velmi krátká oproti dalším neurovědeckým výzkumům. Zásadní je pauza mezi stimuly z důvodů trvajících změn mozkové aktivity po dokončení prezentace podnětu. Doporučená délka mezistimulové pauzy je diskutabilní, avšak obvykle se pohybuje v rozmezí 500–1000ms. Za účelem výzkumu ERP se však obecně doporučuje užití pauzy o trvání 3 sekund. V případě primingového výzkumu ovšem není možné doznívající aktivitu z cílového měření naprosto eliminovat, a to na základě nutnosti dodržování standardní doby mezi primem a cílovým podnětem, která je nejčastěji 100ms. S přihlédnutím na očekávaný význam tohoto faktu probíhal náš výzkum afektivního primingu s pauzou mezi stimulem a primem v délce trvání 250ms, což však je poněkud neobvyklou kombinací, která nese svou obhajobu právě v rámci EEG ERP měření. Výběr vhodné délky mezistimulové pauzy mezi primem a targetem proběhl na základě doporučení vedoucího s ohledem na to, že se jedná o přístup, který vychází z replikací již existující výzkumné práce v oblasti afektivního multimodálního primingu na KPE, kde však pauza mezi stimulem a primem odpovídala 500ms.

Obrázek 4: Schéma experimentu



Zdroj: autorka

6.2. Sběr dat a technické nástroje sběru dat

Experimentální výzkum probíhal od prosince 2019 do února 2020 v neurolaboratoři, v prostorách pedagogické fakulty Jihočeské univerzity. Tři první měření probandů probíhali ve starší laboratoři, která má samostatně oddělenou, avšak neodhlučněnou měřicí místnost. Ostatní sběry dat probíhaly již v nové laboratoři s odhlučněnou kabinou. Obě tyto laboratoře byly vybaveny audiovizuální technikou, avšak s lehce odlišnou kvalitou (starší laboratoř horší audio kvalita), která byla ovládána z měřicí místnosti laboratoře.

Záznam elektrické aktivity mozku probíhal pomocí EEG Biosemi ActiveTwo přístroje, což je jeden z nejmodernějších EEG zařízení užitých pouze pro vědecké účely, nikoli pro lékařské diagnostikování. Jedná se o neinvazivní přístroj se 64 mi aktivními Ag-AgCl elektrodami. Pro kvalitnější snímání signálu ze skalpu jsme měli k dispozici elektrolytový gel na vodní bázi. Elektrody byly zapojeny dle obecně nejužívanějšího standardního rozmístění 10/20. Každému z probandů byla za účelem měření propůjčena čepice dle odpovídající naměřené velikosti S/M/L, kdy střed hlavy náležel elektrodě Cz.

Experimentální měření probíhalo souběžně na dvou počítačích v laboratoři. Prezentace podnětů a předem naprogramovaná časová synchronizace probíhala na jednom počítači za užití Presentation 18.3 softwaru. Samotný záznam EEG signálu s časovým značením a s podrobnostmi o jednotlivých elektrodách probíhal na druhém počítači, který byl připojen k EEG přístroji paralelním portem, díky němuž probíhalo měření pomocí softwaru

BiosemiLabView. Před samotným měřením byli probandí požádáni o vyplnění informovaného souhlasu o účasti na studii probandy a následovalo vybrání vhodné čepice a nasazení elektrod. Samotné nasazení elektrod, díky mé nedostatečné předchozí zkušenosti, trvalo 30 minut až 60 minut, samotný záznam signálu poté trval přibližně další hodinu. Během instalace byli účastníci seznámeni s průběhem měření, dále se mohli dozvědět o užívání EEG jak v historii, tak v současnosti. Před začátkem experimentu byl zkontrolován signál jednotlivých elektrod a bylo provedeno potřebné upravení vadných elektrod.

Před spuštěním programu byla probandům prezentována titulní strana, která opět nesla informace o pravidlech při měření. Toto okno také sloužilo jako poslední možnost komunikace mezi experimentátorem a probandem před prezentací, a tudíž bylo naprogramováno jako neomezeně dlouhé okno ovládané experimentátorem po konsenzu probanda. Do skriptu tohoto experimentu bylo pro urychlení čištění dat naprogramováno automatizované spouštění snímání záznamu EEG, které se spouští po ukončení titulní obrazovky, zároveň tedy při startu experimentu a automatické ukončení záznamu po prezentaci posledního podnětu. Díky tomu není nutné odmazávat přebytečná data před a po samotné prezentaci, která by nenesla žádné informace. EEG nahrává záznamy ve frekvenci 2048 Hz, což znamená, že snímá hodnotu mozkové aktivity 2048krát za vteřinu, díky tomu bylo možné získat velmi přesná kvalitní data, avšak každá další vteřina, která nese žádné informace o záznamu mozkových vln, také zabírá mnoho místa v uložení, a tak je automatizované vypnutí/zapnutí záznamu velmi praktické.

Univerzitou nám byl pro prezentaci experimentu poskytnut software Neurobs Presentation, což je nástroj, který vyžaduje složité naprogramování každé jedné části experimentu za pomoci kódů na bázi Pythonu, avšak oproti druhému softwaru využívanému na KPE PF JČU (OpenSesame) umožňuje lepší variace v experimentálním designu. S datovými podklady (stimuly) je nutné pracovat v podobě určitého kódu, který nese informace o konkrétní podobě podnětu (například název). Tento proces si však lze usnadnit díky funkcím v Microsoft Excelu, kdy jako podklad postačí seznam názvů podnětů zvolené kategorie (které jsou umístěny ve složce, která obsahuje všechny kategorie). Ostatní informace lze automatizovaně dodat za pomoci funkcí parser textu.

6.3. Výzkumný vzorek

Výzkumným vzorkem tohoto experimentu jsou studenti Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity. Celkový vzorek obsahuje 23 probandů, přesněji 8 studentek a 15 studentů, což je přijatelný počet, abychom zaručili dostatečnou datovou rezervu pro případ chybných měření, což obvykle činí 10–20 %. Každý z probandů spadl do věkové kategorie 18–25 let. Jelikož jsme probandy žádným způsobem neporovnávali, nebylo nutné rozdělení do skupin, ani podle pohlaví ani podle věku, které by odpovídaly rozložení v populaci. Nepravděpodobnostní, nenáhodný skupinový výběr na základě dostupnosti a dobrovolnosti byl zajištěn vedoucím této práce. Probandi si mohli zapojením do měření vynahradiť seminární práci v předmětu, který byl veden vedoucím tohoto experimentu, tudíž i této práce. Na základě jejich prohlášení byli všichni účastníci praváci bez vad zraku, popřípadě s adekvátní korekcí krátkozrakosti. Účast na tomto experimentu byla volitelná a dobrovolná.

Z cílového vzorku bylo pro analýzu dat a konečnou interpretaci výsledků použito 19 záznamů, 6 mužů a 13 žen. Nepoužitelné záznamy byly vyřazeny z důvodu nekvalitního záznamu, příliš vysokému množství závadných elektrod či množství artefaktů.

Instruktaže dané probandům pro měření se týkaly především mnohokrát opakované žádosti o maximální omezení nadbytečného pohybu a dalších jevů, které by se mohly na záznamu objevit jako rušivé artefakty. Dále se probandi dozvěděli o zapojení elektrod, o šumech a o tom, co je způsobuje (například mrkání, žvýkání, pohyb), následováno následnými názornými ukázkami. Všichni probandi byly opakovaně žádáni, aby maximálně omezili pohyb, vypli si telefony, odložili hodinky, šperky a podobné. Účastníkům nebyly sděleny konkrétní informace o primingovém působení cíleně, kvůli zachování reliability experimentální studie, avšak probandi byli informováni o možnosti přerušeni či ukončení experimentu z jakéhokoli důvodu, v jakékoli části prezentace, dle jejich uváženi a dle jejich potřeb.

6.4. Výzkumná etika

Všem zúčastněným byl předložen informovaný souhlas o účasti na studii. Probandi byli informováni o podnětovém materiálu a jeho charakteristikách. Dále jim bylo zdůrazněno, že některé podněty mohou obsahovat nelibý materiál a dle těchto nově nabitých informací měli možnost odstoupit z účasti na studii či kdykoli v průběhu, s respektem a ohledem vůči emočnímu bezpečí probandů. Pro zachování reliability experimentu nebyli předem informováni o principu primingového působeni. Dle výzkumu Janiszewski a Wyer (2014)

mají lidé tendenci korigovat vliv primingu, pokud jsou informováni o jeho působení. Součástí informovaných souhlasů byla i dobrovolná volba poskytnutí mailové adresy za účelem informování o výsledcích provedeného výzkumu po jeho celkovém vyhodnocení. Všem zúčastněným je zachována jejich naprostá anonymita. Tento EEG výzkum slouží pouze pro účely výzkumu a nikoli jako diagnostický nástroj.

6.5. Podnětový materiál

Podnětovým materiálem v této práci byla kombinace dvou podkladů níže popsaných standardizovaných databází. Vizuelní záznamy jsou prezentovány v jpg formátu a audio podněty ve formátu mp3, přičemž obě databáze byly vybrány za účelem elicitace emocí. První je vizuelní databáze, kterou jsme vybrali na základě kvalitních kritérií vhodných pro tuto práci. Vyniká svou obsáhlostí, reliabilitou, vysokou vizuelní kvalitou obrázků a mimo další je kulturně nezávislá. Audio databáze též vykazuje vysokou kvalitu auditivních záznamů vycházejících z obecně známých podnětů vyvolávajících emoce, především soundtracků z filmů.

6.5.1. Vizuelní podněty

Vizuelním podnětovým materiálem mé práce je jedna z nejmodernějších databází vizuelních afektivních podnětů zvaná NAPS. Je to systém tvořený z 1356 realistických fotografií vysoké kvality, které se dále dělí do pěti základních kategorií: lidé, obličeje, zvířata, objekty, krajina, což NAPS databázi odlišuje od ostatních databází. Při standardizaci afektivního hodnocení byla odebrána data od 204 převážně evropských participantů. Obrázky se hodnotily na základě valence, arousalu a *approach-avoidance* dimenze za užití počítačové verze bipolární sémantické posuvné devítibodové škály. Systém je standardizovaný na základě dimenzionálních teorií emocí, které vycházejí z předpokladu, že afektivní zážitky mohou být charakterizovány několika základními dimenzemi, mezi které se řadí například valence, arousal (nabuzení nebo také zmiňováno jako aktivace), dominance, dimenze *approach-avoidance*. Každá z těchto dimenzí má rozsah, který se hodnotí na jednotlivých škálách. Valence se hodnotí od „vysoce pozitivní“ po „vysoce negativní“ hodnotu, arousal se hodnotí od „nadšený/aroused“ po „relaxovaný/unaroused“, *approach-avoidance* (také známá jako směr motivace) sahá od „tendence se přiblížit“ po „tendenci se vyhnout“. V neposlední řadě dominance poukazuje na hodnotu vnímané osobní kontroly nad afektivními podněty a hodnotí se od „pocitu kontroly“ až po „pocit mimo kontrolu“ (Marchewka, Żurawski, Jednorog, & Grabowska, 2014).

Na rozdíl od starších databází (jako jsou např. IAPS, GAPED, EmoPics), NAPS poskytuje mimo vysoce kvalitních, emociálně nabitých obrázků navíc také informace ohledně fyzické kvality obrázků jako je jejich velikost, jas, kontrast a barevná kompozice. Dále obsahuje mnohokrát vyšší počet obrázků (například EmoPics zahrnuje pouze 378 afektivních fotografií s odlišným sémantickým obsahem) a byla tvořena v těsném sociokulturním kontextu, proto je kulturně relevantní. Předchozí databáze byly za tyto nedostatky kritizovány, a to na základě mnoha studií, které prokázaly, že samotné fyzické vlastnosti obrázků mohou velice ovlivňovat afektivní zpracování vizuálních podnětů. Dále také rozdělení do kategorií ovlivňuje zpracovávání podnětů. Například fotografie s tematikou sociální versus nesociální vyvolávají odlišné behaviorální a neurální odpovědi. Také musíme přihlídnout ke studiím, které prokazují, že existují genderové rozdíly při vyhodnocování kognitivních procesů jako je paměť, emoce atd. Je tedy pravděpodobné, že tentýž vizuální podnět může vyvolat odlišnou úroveň nebuzení a valence u mužů a žen. Ženy jsou více zaujaty fotografiemi zobrazujícími lidi a objekty, mají tendenci hodnotit především nepříjemné obrázky jako nepříjemné, reagují silněji na nepříjemné podněty a podněty s vysokou aktivací vyšším elektromyografickým zvlněním a viditelnější amplitudou ERP. Na druhou stranu muži mají sklon k silnějšímu hodnocení libých obrázků, především s erotickou tematikou jako více příjemné a vzrušující nežli ženy a vykazují zásadně vyšší znaky elektro dermální aktivity. (Cahill, 2006)

NAPS databáze byla tvořena od roku 2006 do 2012 a oficiálně publikována byla v roce 2014 Polskou akademií věd. Jedním ze základních kritérií pro selekci fotografií bylo, že nebyly nijak veřejně známé, neobsahovaly žádné viditelné reklamní logotypy, všeobecně známá místa, či slova v jakémkoli jazyce, která se dají přečíst. Dále se vyloučily fotografie špatné kvality a nevhodného formátu (minimální formát je 1 600x1 200 pixelů). Vybírání podnětů se řídí pseudorandomizací ze všech kategorií s omezením, že ne více jak tři obrázky z jedné kategorie mohou být prezentovány v řadě po sobě. Největší limitace NAPS databáze je nedostatečné zastoupení velmi pozitivních prvků z hlediska valence i arousalu (Marchewka, Żurawski, Jednorog, & Grabowska, 2014).

6.5.2. Auditivní podněty

Jako auditivní podklad je v laboratoři PF JČU užívána standardizovaná databáze finských autorů Eerola a Vuoskoski, která byla uveřejněna v roce 2010 na katedře muzikologie v městě Jyväskylä ve Finsku. Pociťování emocí v reakci na poslech hudby je obecně známý

úkaz, který je zkoumán v mnoha oborech. Nedávný přehled studií hudby a emocí odhalil, že odborníky dva nejčastěji používané modely emocí jsou diskrétní model (tj. základní emoce, jako je štěstí, smutek, strach a zlost) a dvoudimenzionální model. Na výběru materiálu spolupracovalo 12 muzikologů, kteří při hodnocení podkladů také vycházeli z těchto dvou teorií. Pro formulaci dimenzionálního modelu emocí byl užit trojrozměrný model emocí zahrnující dimenze valence (příjemné–nepříjemné), energetický arousal (probuzenost–únava) a tenzní arousal (napětí–uvolnění). Každá dimenze byla reprezentována dvěma unipolárními měřítky. Do utváření modelu diskrétních emocí byly zahrnuty emoce štěstí, smutek, hněv, strach a něha, které jsou běžně vyjadřovány (a také indukovány) hudbou a jsou snadno rozpoznatelné posluchači. Autoři užili i známé soundtracky z filmů, které by mohly ovlivňovat schémata vzpomínek v epizodické paměti, což je vnímáno jako negativum této databáze, avšak nijak zásadní a pozitiva, jako kvalita záznamů, převažují. Databáze obsahuje 360 auditivních podnětů, každý v délce přibližně 15 sekund. Tato databáze byla posléze standardizována na souboru 116 probandů. Hodnocení tří dimenzí probíhalo slovně pro každý pól dimenze: valence nese hodnocení příjemný–nepříjemný (pleasant–unpleasant), dobrý–špatný (good–bad) a pozitivní–negativní (positive–negative); dimenze energetického arousalu nese hodnocení probouzející–uspávající (awake–sleepy), nabuzující–unavující (wakefull–tired) a čilý–ospalý (alert–drowsy); a pro tenzní arousal bylo hodnocení napjatý–uvolňující (tense–relaxed), svíraný–klidný (clutched up–calm) a nervózní–v klidu (jittery–at rest).

Pro tento experiment bylo vybráno 100 auditivních podnětů z databáze Eerola a Vuoskoski (2010), které na základě svých afektivních charakteristik byly rozřazeny na vysoce energeticky arousalové a nízce energeticky arousalové podněty.

6.6. Zpracování dat

Záznamový soubor byl nahrán z Biosemi EEG do Matlab pluginu EEGLab v původním formátu BDF. Pro práci v programu je nutné nejprve manuální doplnění data o rozmístění všech 64 použitých elektrod (*channel location*) na skalpu hlavy, které v našem případě vycházejí z klasického 10-20 rozložení. Tyto pozice záznamových zdrojů umožňující vytvoření dvoudimenzionálního a třídimenzionálního topografického zobrazování elektrické aktivity mozku.

Velká slabina EEG záznamu je náchylnost k poměrně velké míře znečištění nesouvisející s neurální aktivitou. Intervenující rušivé vlivy, nazývané artefakty, jsou způsobeny mnohými důvody od technických závad po biologické rušivé elementy a je nutno je pročistit. První fází čištění záznamů bylo nalezení výrazných artefaktů každého záznamu a jejich následné manuální odstranění. Nejdříve byly individuální záznamy očištěny od vadných elektrod tzv. *flat line*. Vadnými elektrodami byly vyhodnoceny ty, které vykazovaly abnormálně pravidelnou aktivitu o vysoké amplitudě a dále také elektrody, které ve svém záznamu reprezentovaly srdeční tep (EKG projevy), které byly zapříčiněny umístěním elektrod, nejtypičtěji ve spánkových oblastech, kde se vyskytuje zvýšená srdeční aktivita snímaná z tepen. Vedoucím práce bylo doporučeno eliminovat 4-6 elektrod každého záznamu, ideálně však maximálně 4. Následovala druhá fáze čištění záznamů pro odstranění výrazných šumu a dalších artefaktů v 10 až 15sekundových intervalech. Způsob manuálního čištění se především zaměřuje na technické artefakty (ztráta či přerušení signálu vlivem referenčních elektrod) a projevy biologických artefaktů (všechny viditelné projevy mimo artefaktů mrkání a očních pohybů, které byly čištěny následně v další fázi). Dále je tzv. fáze re-referencování, která slouží k homogenizaci signálu díky zprůměrování.

Druhou fází celého procesu je filtrace horní (high-pass) a dolní (lowpass) propustnost dat, která probíhá již poloautomatizovaně. Při ERP experimentálních studiích se doporučuje nastavení horní hladiny propustnosti co možná nejnižší. High-pass pro mezisubjektové studie evokovaných potenciálů byl po konzultaci s vedoucím práce s přihlédnutím na charakter studie zvolen na hladině standardního filtru propustnosti 0,1 Hz (Luck, 2005) a low-pass byl nastaven na hladinu 40 Hz, pro odstranění artefaktů fyzikální interference z širokopřechodového pásma pohybující se u 50-60 Hz artefaktů v rozmezí 10 Hz. Při českém napětí, které dosahuje 50 Hz by se měla maximální hranice propustnosti nastavovat do 45 Hz.

Další práce s daty je možná díky užití přídavných funkcí EEGLab, konkrétněji EEG = pop_resample (EEG, 250). Tato fáze zpracování dat je založena na zkompromitování záznamu o původní frekvenci 2048 Hz na záznam o preferenční frekvenci 250 Hz, což čítá zmenšení o více než 70 %. Tímto krokem usnadníme další práci s daty, především časovou náročnost při dalších výpočetních krocích a nároky na pracovní paměť počítačů. S přihlédnutím k horší kvalitě dat byla provedena i přídavná fáze čištění záznamů na bázi automatizovaného algoritmu ASR (Artifact Subspace Reconstruction).

Po ukončení všech čistících fází se přistupuje ke zhodnocení kvality jednotlivých záznamu. Při nedostatečném splnění kritérií dochází k vyloučení celého záznamu z analýzy dat. Z celkového počtu 23 záznamů byly pro závadnost odstraněny 4 záznamy, což odpovídá běžné vadnosti záznamů v rozmezí 10-20 %. Špatná kvalita záznamu byla způsobena technickými problémy, kdy se buď vytratil signál z referenčních elektrod v průběhu měření nebo byl záznam vyloučen z důvodu 6 a více vadných elektrod. Celkový počet záznamů tak po data processingu dosáhl 19 použitelných záznamů, v podobě 6 záznamů mužů a 13 záznamů žen.

Poslední fáze přípravy dat před finálním zpracováním dat je proces zvaný epochování. Díky tomuto procesu je možné uskutečnění studie v EEGLAB. Epochy jsou tvořeny v rozpětí 100ms před cílovým stimulem až po dobu trvání 1000ms po počátečním podnětu, což odpovídá rozpětí -0,1 až 1.

6.7. Analýza dat

Všechna data byla rozčleněna do 4 základních skupin dle epoch odpovídajících evokovaným potenciálům různých arousalových mír jednotlivých primů a targetů získaných z dat každého záznamu. Značení S (auditivní priming hudbou) či P (vizuální obrázkový cílový podnět) bylo zvoleno dle počátečních značení prezentovaných modalit v angličtině, tedy *sound* a *picture*.

- Vysokoarousalový priming a vysokoarousalový cílový podnět SH_PH
- Vysokoarousalový priming a nízkoarousalový cílový podnět SH_PL
- Nízkoarousalový priming vysokoarousalový cílový podnět SL_PH
- Nízkoarousalový priming a nízkoarousalový cílový podnět SL_PL

Zpracování výsledků proběhlo v programu Matlab za užití softwaru EEGLAB 13.6.5b, pomocí parametrické rozdílové statiky díky kategorizaci podnětů ve studii. Přesněji byla užitá jednofaktorová ANOVA pro opakované měření při porovnávání rozptylů většího množství experimentálních podmínek (SL_PL, PH_PL; PL_PH, SH_PL a variace PL_SL, PL_SH, PH_PL a PL_SH) a párový t-test pro srovnávání dvou podmínek (analýza SL_PH a PH_PL; SL_PL a SH_PL).

Hodnota baseline byla určena -100,0ms, což je standardní baseline 100ms a odpovídá klasickým experimentálním výzkumům primingového efektu (viz Kutas & Federmeier, 2011).

Podnětový materiál zahrnující veškeré charakteristiky pro vlastnosti podnětů v rámci jejich afektivních charakteristik byl vytvořen v programu SPSS22. Výsledky z programu poskytují informace o užitých podnětech a jejich rozdílové statistiky zahrnující t-test pro nezávislé výběry, ANOVA a jejich neparametrické alternativy Mann-Whitneův U test a Kruskal-Wallisovu ANOVU. Při šetření vzájemné závislosti jednotlivých aspektů arousalu bylo užito korelací Pearsonův koeficient r a Spearmanův koeficient r_s . Pomocí Kolmogorov-Smirnovova testu jsme prověřovali normalitu naměřených dat. Statistická data byla doplněna grafy vytvořenými v SPP programu, které byly upraveny v editoru tohoto programu, tabulky byly editovány v programu MS Office 365 Excel.

7 Výsledky

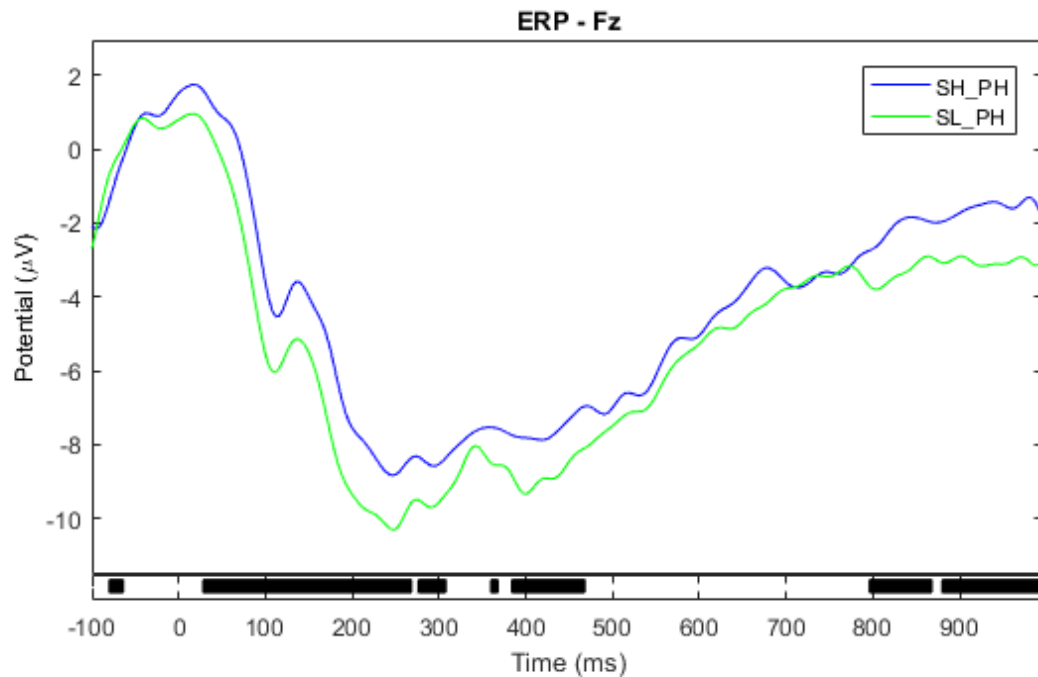
7.1. Rozdíly zpracování cílových vysokoarousalových podnětů na základě experimentální manipulace arousalem primingových variací

Tato první dílčí výzkumná část pracuje se dvěma typy zobrazení výsledných dat. První typ grafu je následně zobrazen jako srovnání křivek temporálního ERP grafu jednotlivých variací arousalových charakteristik primingových podnětů působících na vysokoarousalové cílové podněty na vybraných elektrodách Fz, Cz, TP7, TP8. Druhý typ zobrazuje topografické grafy amplitudy v latenci 200–350ms a 400–700ms. Tyto výsledky poskytují informace o rozdílech efektu arousalového multimodálního primingu a umožňují nám porovnání jednotlivých ERP komponent s variabilním hlediskem míry afektivního arousalu při zpracování vysokoarousalových cílových podnětů. Sledujeme zde vlastní vliv afektivně homogenní vysokoarousalové cílové proměnné.

Využité kategorie podnětů jsou tedy:

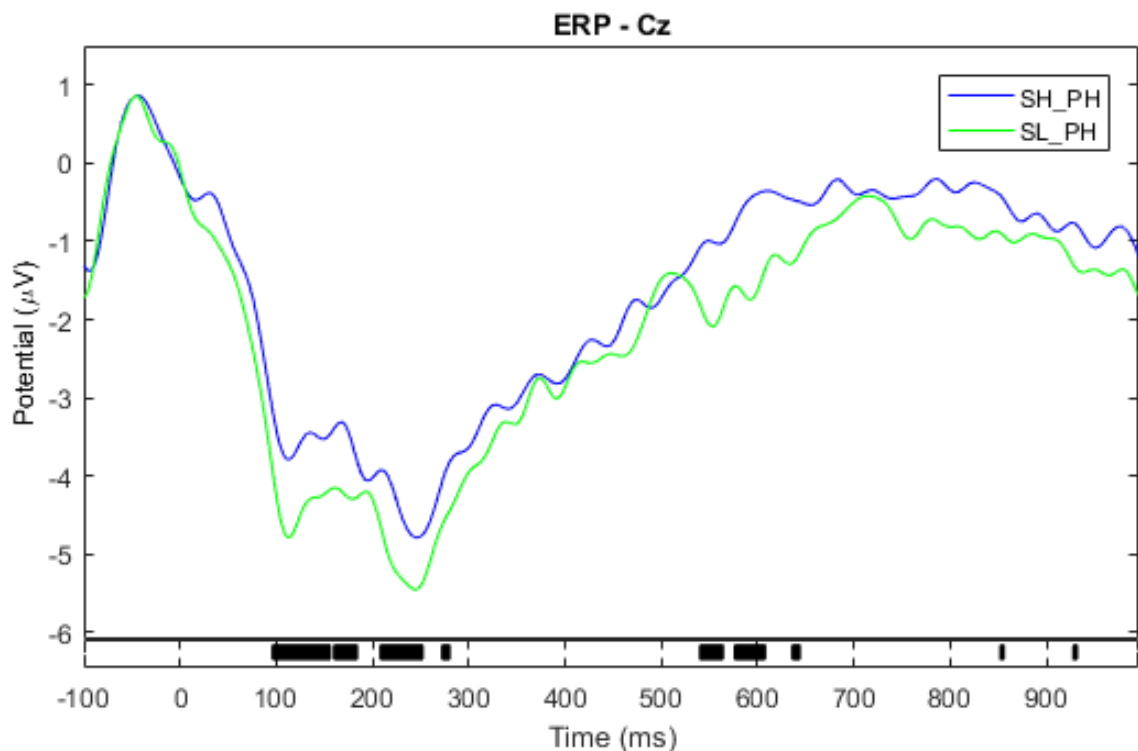
- Vysokoarousalový priming a vysokoarousalový cílový podnět SH_PH
- Nízkoarousalový priming vysokoarousalový cílový podnět SL_PH

Graf 1 : Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek vysokoarousalových cílových podnětů pro elektrodu Fz



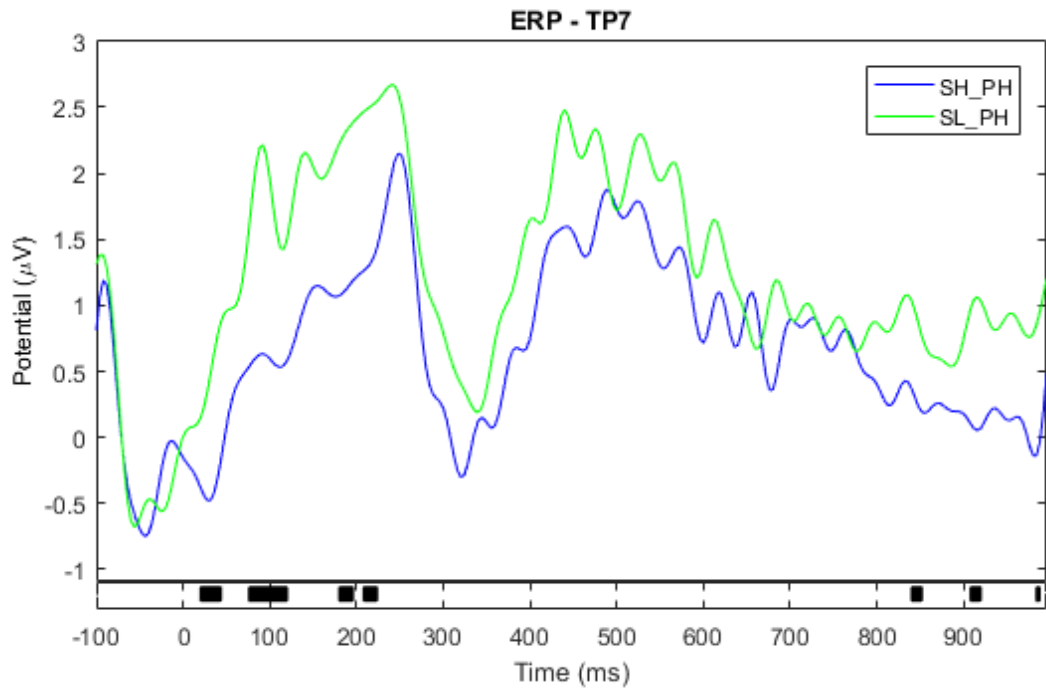
Na elektrodě Fz (graf 1) můžeme vidět rozdíly již rané latenci, přičemž známky vyšší pozitivní aktivace jsou viditelné u kongruentního vysokoarousalového primového podnětu vysokoarousalového cílového podnětu. Známky vyšší pozitivní aktivace jsou viditelné u vysokoarousalového primového podnětu po délce celého grafu kromě pozdní latence v úseku 680–750ms, kdy obě variace dosahují stejné aktivace. Komponenta N1 se projevuje aktivací s vrcholem 100ms pro obě primingové podmínky s výrazně vyšší negativitou pro inkongruentní nízkoarousalový primingový podnět vysokoarousalového cílového podnětu oproti inkongruentnímu primingovému podnětu. P2 komponenta v čase 125ms vykazuje vyšší pozitivitu pro kongruentní vysokoarousalový primingový podnět vysokoarousalového cílového podnětu. Výrazně vyšší výkyvy negativity vidíme v latenci 250ms a 400ms u inkongruentní variace nízkoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu. Pozdní latence LPP se vyznačuje vyšší aktivací pro kongruentní vysokoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu.

Graf 2: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek vysokoarousalových cílových podnětů pro elektrodu Cz



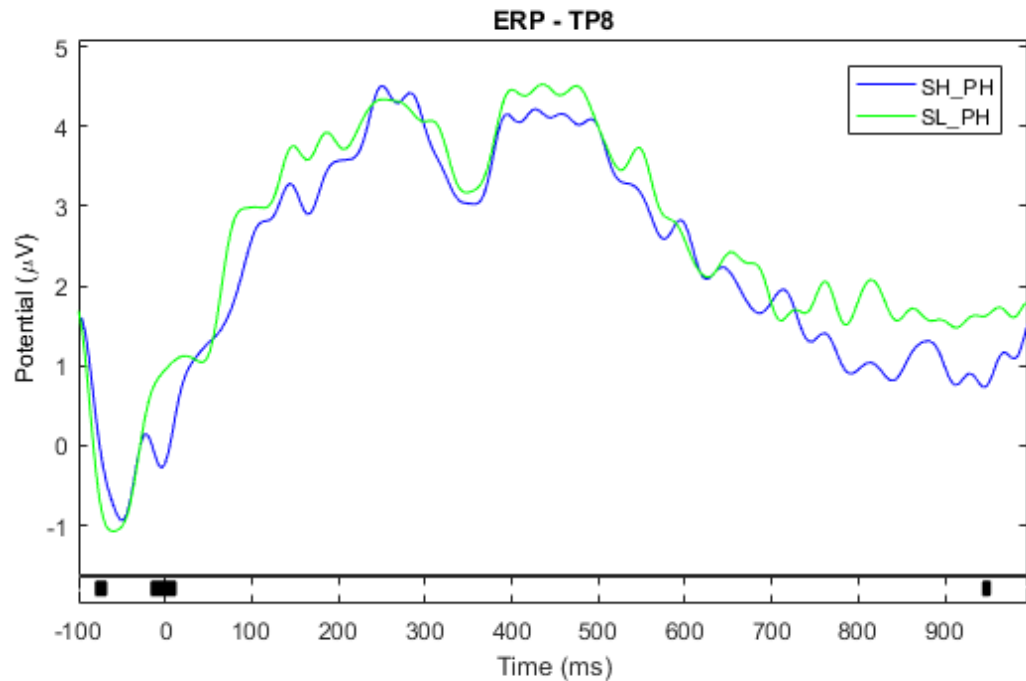
Na elektrodě Cz (graf 2) se téměř po celou dobu projevuje lehce vyšší aktivace kongruentního vysokoarousalového primového podnětu vysokoarousalového cílového podnětu. Raná latence EPN v čase 100–250ms vykazuje vyšší negativitu u inkongruentní variace nízkoarousalového primového podnětu vysokoarousalového cílového podnětu. Pozdní latence LPP se projevuje mírně vyšší aktivací pro kongruentní vysokoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu. V latenci 490–510ms nabývá inkongruentní nízkoarousalový primingový podnět vysokoarousalového cílového podnětu vyšší aktivace nežli kongruentní podmínka.

Graf 3: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek vysokoarousalových cílových podnětů pro elektrodu TP7



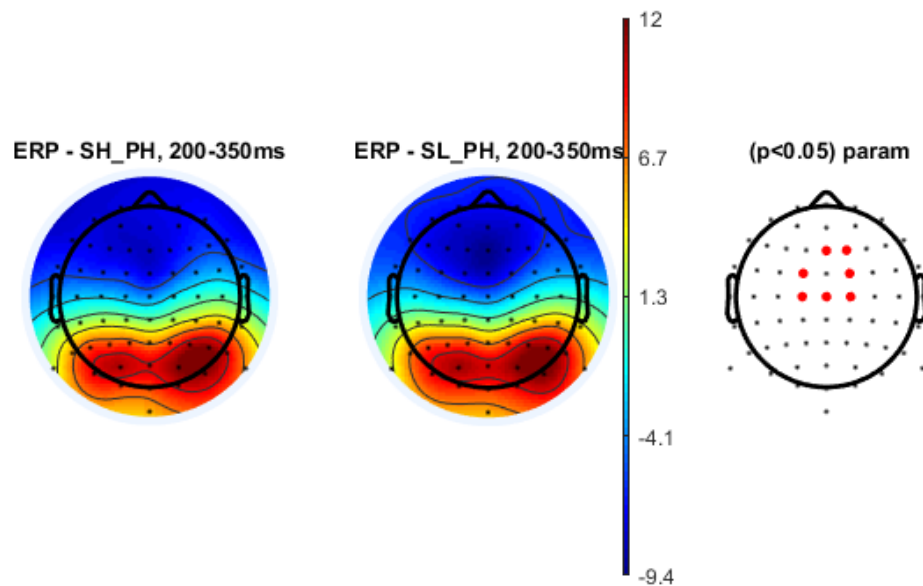
Nejvýraznější rozdíl v grafu 3 zobrazující elektrodu TP7 se projevuje na počátku rané latence, přičemž amplituda inkongruentního nízkoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu projevuje vyšší pozitivitu nežli amplituda kongruentního vysokoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu. Pozdní latence LPP navazuje na negativní vrchol v 300ms s vyšší negativitou pro kongruentní vysokoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu. LPP a projevuje se vyšší pozitivní aktivací pro inkongruentní nízkoarousalovou primingovou podmínku s vysokoarousalovým cílovým podnětem. Signifikantní rozdíly se projevují v latenci 770–1000ms nižší amplitudou pro kongruentní vysokoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu. Vyšší aktivace inkongruentního nízkoarousalového primingového podnětu vysokoarousalového cílového podnětu je zjevná v celém grafu 3.

Graf 4: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek vysokoarousalových cílových podnětů pro elektrodu TP8



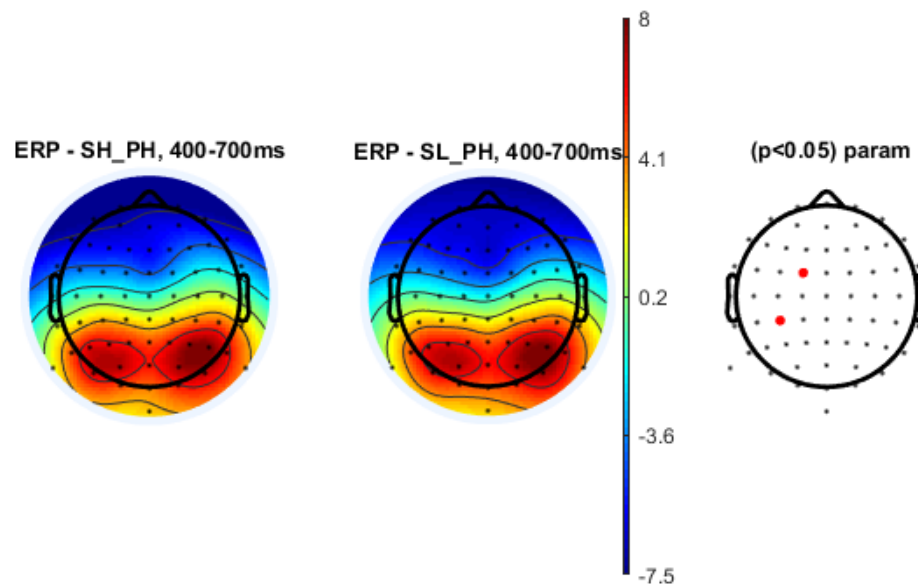
Na elektrodě TP8 (graf 4) nepozorujeme výrazné rozdíly, avšak vidíme drobné rozdíly již v rané latenci projevující se vyšší aktivací inkongruentního nízkoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu. Tato vyšší aktivace pokračuje v průběhu téměř celého grafu i v průběhu pozdní latence LPP. Slabé, avšak nejvýraznější rozdíly v grafu 4 sledujeme v pozdní latenci v čase 740–950ms, kde kongruentní vysokoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu dosahuje vyšší negativity nežli inkongruentní nízkoarousalový priming. Zajímavá je negativní výchylka pro obě variace s vrcholem v čase 350ms s lehce vyšší negativitou pro kongruentní podmínku.

Graf 5: Topografický graf amplitudy latence 200–350ms vysokoarousalových cílových podnětů



Topografie amplitudy latence 200–350ms pro inkongruentní (vpravo) a kongruentní (vlevo) podmínky vysokoarousalových cílových podnětů zobrazená v grafu 5 vykazuje při analýze signifikantní rozdíly negativní aktivace frontálně na elektrodách Fz a na elektrodě F2, fronto-centrálně na elektrodách FC1 a FC2 a centrálně na elektrodách C1, Cz a C2. Při vizuální inspekci pozorujeme zvýšenou negativitu frontálně, až fronto-centrálně pro inkongruentní variaci nízkoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu.

Graf 6: Topografický graf amplitudy latence 400–700ms vysokoarousalových cílových podnětů



Topografie amplitudy pozdní latence LPP (later positivity potential) v čase 400–700ms vykazuje signifikantní rozdíl pouze na FC1 elektrodě a na elektrodě CP1, což se projevuje vyšší negativní amplitudou kongruentního vysokoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu ve fronto-centrální oblasti a vyšší pozitivitou kongruentního vysokoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu v centro-parietální oblasti. Při vizuální inspekci grafu 6 topografické mapy pozdní latence však nejsou viditelné příliš velké rozdíly, kromě lehce vyšší negativity levostranné frontální oblasti a vyšší positivity mediální okcipitální oblasti při kongruentní variaci.

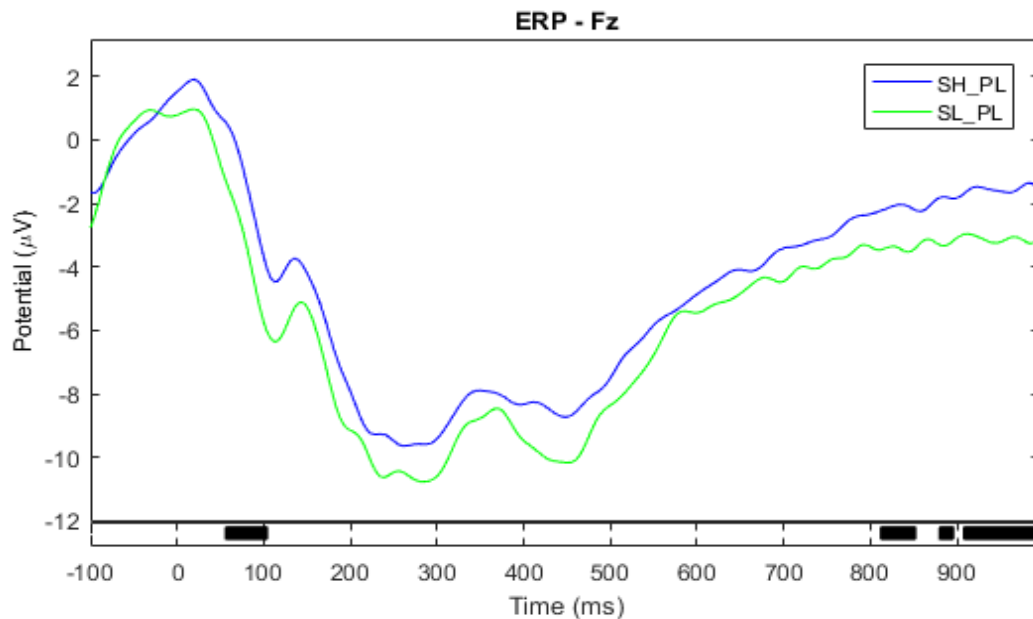
7.2. Rozdíly zpracování cílových nízkoarousalových podnětů na základě experimentální manipulace arousalem primingových variací

Druhá výzkumná část také pracuje se dvěma typy zobrazení výsledných dat. První typ grafu je následně zobrazen jako srovnání křivek temporálního ERP grafu jednotlivých variací arousalových charakteristik primingových podnětů působících na nízkoarousalové cílové podněty na vybraných elektrodách Fz, Cz, TP7, TP8 shodných s předešlou částí. Druhý typ zobrazuje topografické grafy amplitudy v latenci 200–350ms, 400–700ms a 700–1000ms. Tyto výsledky poskytují informace o rozdílech efektu arousalového multimodálního primingu a umožňují nám porovnání jednotlivých ERP komponent s variabilním hlediskem míry afektivního arousalu při zpracování nízkoarousalových cílových podnětů. Sledujeme zde vlastní vliv afektivně homogenní nízkoarousalové cílové proměnné. Při zhodnocení a doplnění o předchozí kapitolou se budeme zabývat také analýzou rozdílů mezi samotnými cílovými podněty při variacích primu, jak s vysokoarousalovými, tak s nízkoarousalovými targety.

Využité kategorie podnětů jsou tedy:

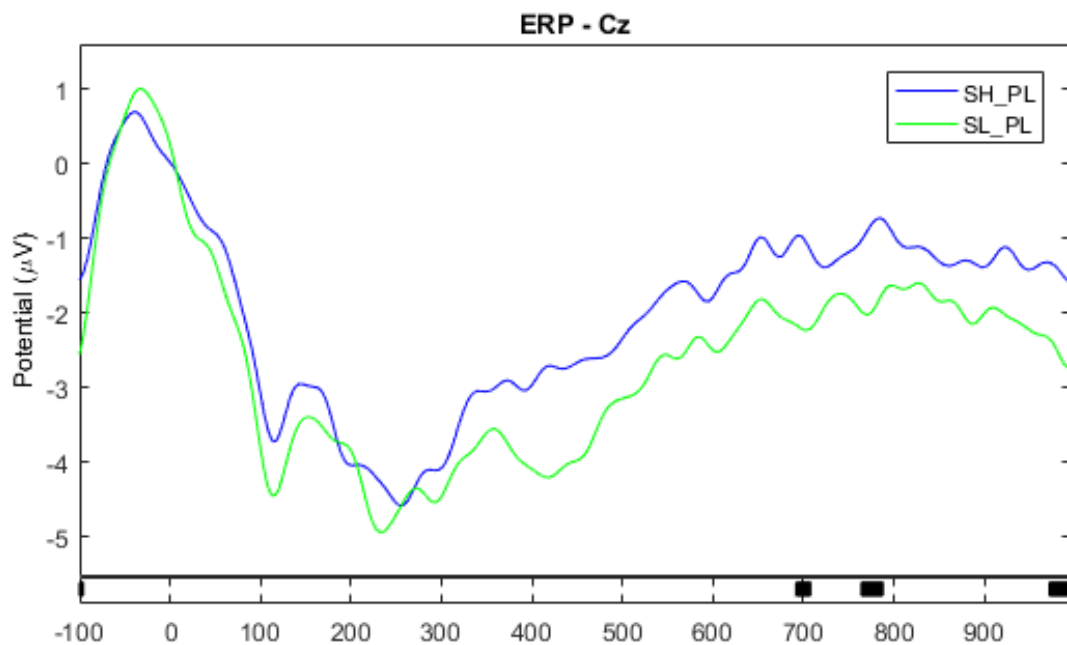
- Vysokoarousalový priming a nízkoarousalový cílový podnět SH_PL
- Nízkoarousalový priming a nízkoarousalový cílový podnět SL_PL

Graf 7: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek nízkoarousalových cílových podnětů pro elektrodu Fz



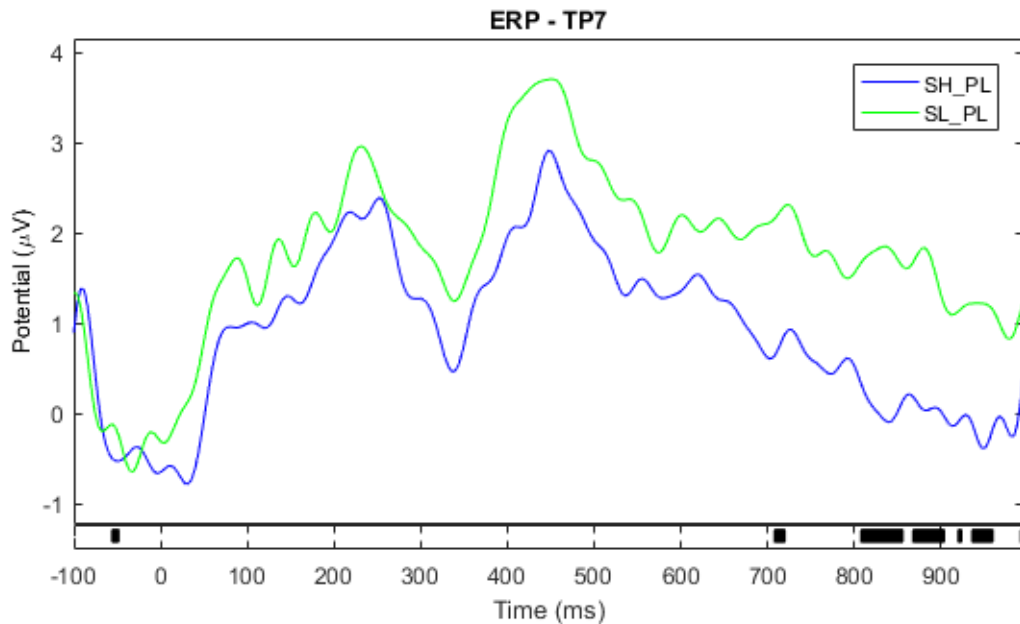
Na elektrodě Fz (graf 7) se po celou dobu projevuje známka vyšší aktivace inkongruentního vysokoarousalového primového podnětu nízkoarousalového cílového podnětu. N1 negativní komponenta se projevuje shodným vrcholem ve 100ms pro obě primingové variace, avšak s výrazně vyšší negativitou pro kongruentní nízkoarousalový primingový podnět oproti inkongruentnímu primingu s vyšším arousalem. Pozdní latence LPP se projevuje vyšší aktivací pro inkongruentní vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. Negativní výchylka v čase 400ms se projevuje výrazně vyšší negativní aktivací pro kongruentní nízkoarousalový primingový podnět nízkoarousalového cílového podnětu.

Graf 8: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek nízkoarousalových cílových podnětů pro elektrodu Cz



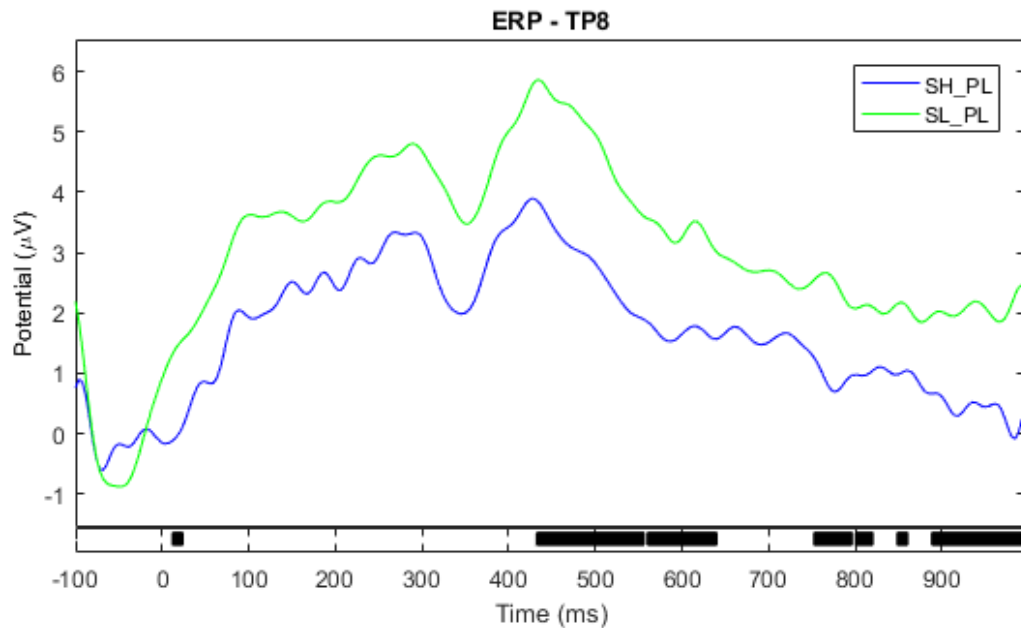
Na grafu 8, který popisuje elektrodu Cz můžeme nejvýraznější rozdíly pozorovat v průběhu pozdní latence LPP v čase 300–1000ms, kdy vidíme vyšší aktivaci u inkongruentního vysokoarousalového primingového podnětu nízkoarousalového cílového podnětu. Vyšší negativitu rané latence EPN s vrcholy v 100ms a 220 ms dosahuje kongruentní nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. Jev, který můžeme označit jako Výrazně vyšší výkyvy negativity vidíme v čase 400ms a projevuje se výrazně vyšší negativitou pro kongruentní nízkoarousalový primingový podnět nízkoarousalového cílového podnětu.

Graf 9: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek nízkoarousalových cílových podnětů pro elektrodu TP7



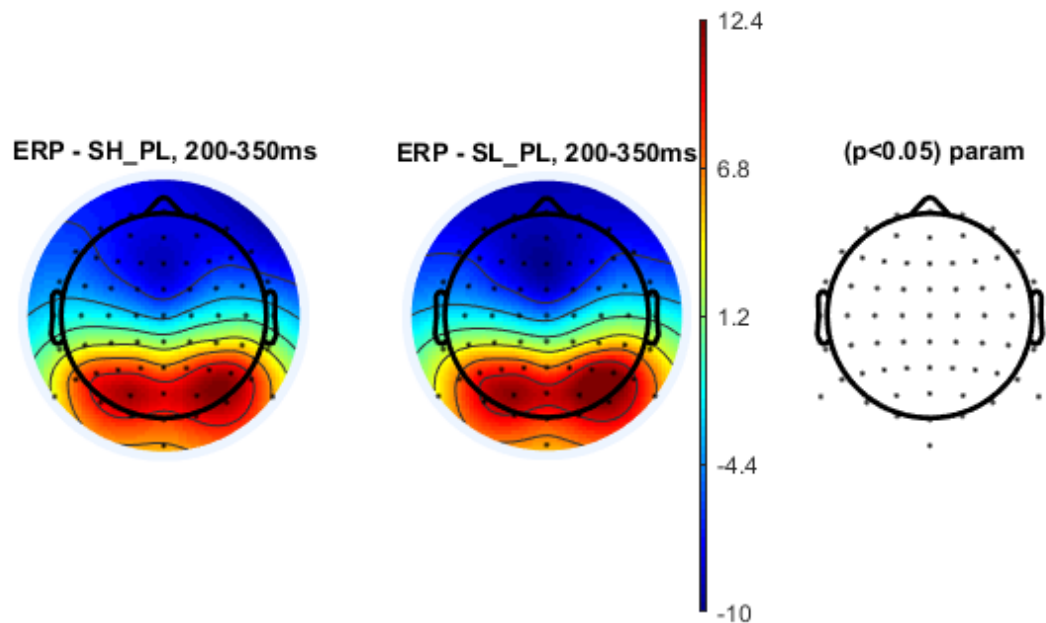
Na elektrodě TP7 (graf 9) se projevují rozdíly již v průběhu rané latence, přičemž amplituda kongruentního nízkoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu se projevuje vyšší pozitivitou nežli amplituda inkongruentního vysokoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu. Projev vyšší pozitivity je na kongruentní variaci nízkoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu patrný v průběhu celého grafu. V čase 355ms a projevuje vyšší negativita vysokoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu. Pozdní latence LPP navazující na pozitivní výchylku v 450ms se projevuje výrazně vyšší pozitivní aktivací pro kongruentní nízkoarousalovou primingovou podmínku nízkoarousalového cílového podnětu.

Graf 10: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek nízkoarousalových cílových podnětů pro elektrodu TP8



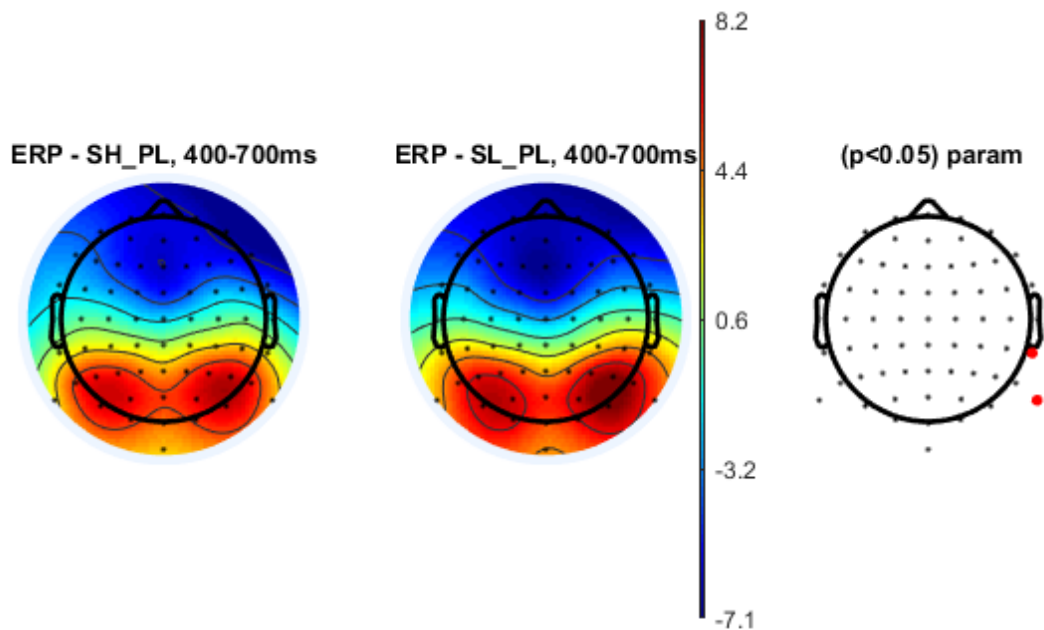
Na elektrodě TP8 (graf 10) vidíme rozdíly již v rané latenci projevující se vyšší aktivací kongruentního nízkoarousalového primingu nízkoarousalové cílové podmínky. Tato vyšší aktivace pokračuje v průběhu celého grafu i v průběhu pozdní latence LPP. Můžeme zde pozorovat negativní výchylku s vrcholem v čase 340–360ms, kde vyšší negativita dosahuje inkongruentní vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. Největší rozdíl se projevuje v čase 430ms, přičemž kongruentní nízkoarousalový primingový podnět nízkoarousalového cílového podnětu vykazuje výrazně vyšší pozitivitu. V průběhu pozdní latence LPP pokračuje trend vyšší pozitivní aktivace u kongruentní variace nízkoarousalového primingového podnětu nízkoarousalového cílového podnětu.

Graf 11: Topografický graf amplitudy latence 200–350ms nízkoarousalových cílových podnětů



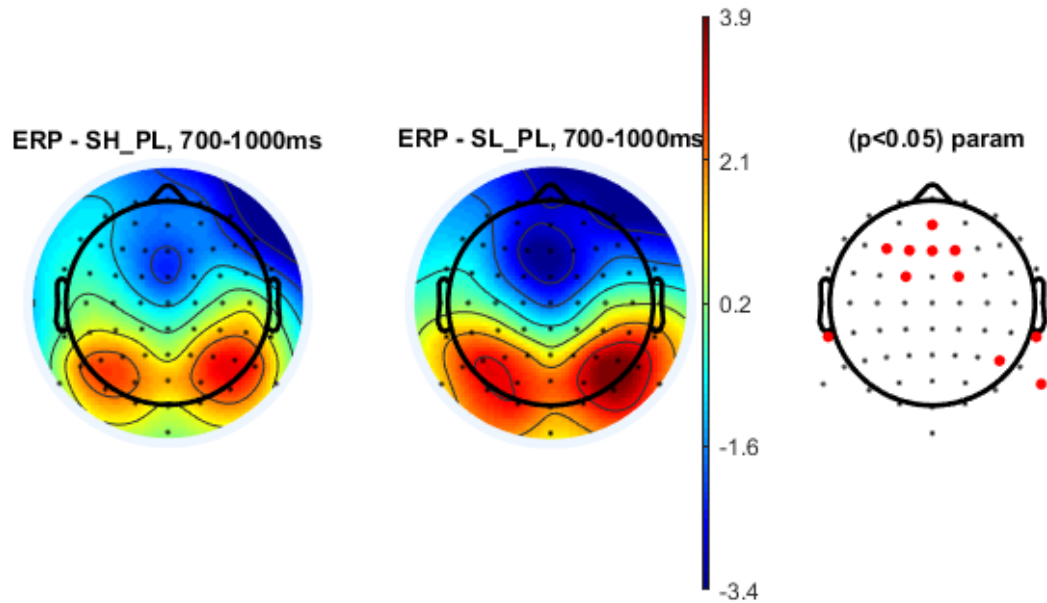
Topografie amplitudy latence 200–350ms pro vysokoarousalové inkongruentní (vpravo) a nízkoarousalové kongruentní (vlevo) podmínky nízkoarousalových cílových podnětů zobrazená v grafu 11 nevykazuje žádné signifikantní rozdíly. Vizuálně jsou však patrné drobné rozdíly mezi oběma podmínkami, které se projevují především laterálně, vyšší pozitivitou v parietální a okcipitální oblasti u kongruentní variace nízkoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu. Vizuální rozdíly negativní aktivace jsou patrné především v mediální oblasti fronto-centrálně až fronto-polárně a projevují se vyšší negativitou nízkoarousalového primingu nízkoarousalových cílových podnětů, avšak popsané rozdíly nejsou signifikantní na žádné z elektrod.

Graf 12: Topografický graf amplitudy latence 400–700ms nízkoarousalových cílových podnětů



Topografie pozdní latence v čase 400–700ms pro jednotlivé podmínky zobrazená v grafu 12 vykazuje signifikantní rozdíly pouze pravostranně na tempo-parietální elektrodě TP8 a na parietální elektrodě P8. Kongruentní nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu se projevuje signifikantně vyšší amplitudou ve srovnání s inkongruentním vysokoarousalovým primingem nízkoarousalové cílové podmínky, na těchto zmíněných elektrodách. Vizuálně graf také vykazuje rozdíly tempo-parietálně, především laterálně na pravé straně. Vizuální zobrazení amplitudy dále ukazuje na patrnou vyšší negativitu nízkoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu fronto-centrálně.

Graf 13: Topografický graf amplitudy latence 700–1000ms nízkoarousalových cílových podnětů



Topografie amplitudy pozdní latence LPP (later positivity potential) v 700–1000ms vykazuje signifikantní rozdíly frontálně, fronto-centrálně (na elektrodách AFz F3, F1, Fz, F2, FC1, FC2), parietálně a tempo-parietálně (na elektrodách P8, P4, TP8, TP7), což reflektuje rozdíly mezi kongruentní a inkongruentní podmínkou. Rozdíly reflektují jak vyšší pozitivitu, tak vyšší negativitu při kongruentní podmínce nízkoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu. Vyšší negativní amplituda nízkoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu se při pozdní latenci vizuálně projevuje především laterálně, ale i mediálně v parietální a tempo-parietální oblasti, vyšší pozitivita se při kongruenci projevuje na elektrodách centrální frontální oblasti.

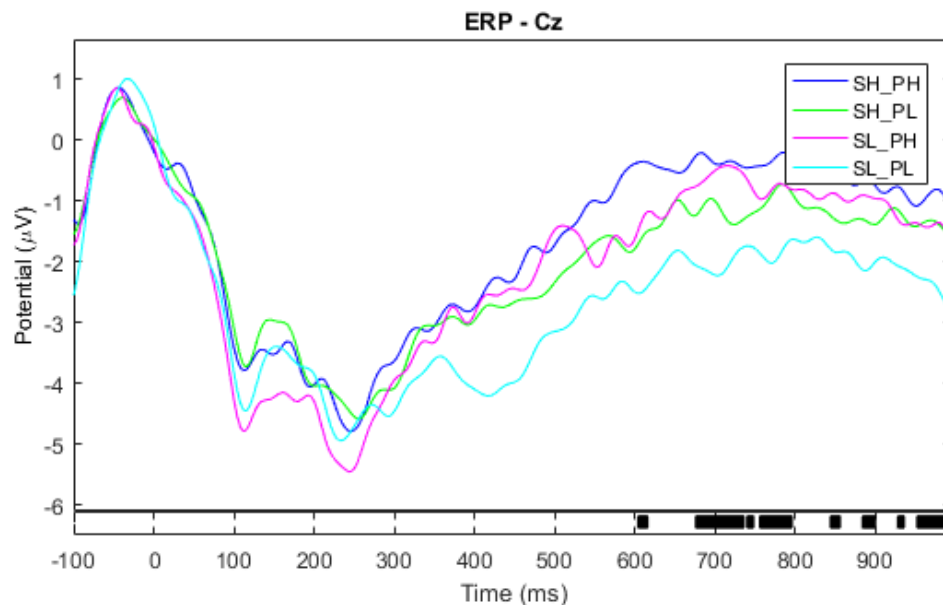
7.3. Efekt kongruence a inkongruence v případě multimodálního primingu arousalem

Poslední třetí výzkumná oblast popisuje rozdíly vlivu afektivní kongruence a inkongruence v případě multimodálního primingu arousalem. Grafy v této podkapitole jsou znázorněny v podobě ERP křivek a topografických map pro všechny variace arousalových charakteristik a kombinace primových a cílových podnětů. Jelikož je v této kapitole popsána analýza interakcí obou skupin cílových podnětů, není možné vyvozovat ze zaznamenaných signifikancí jednoznačně prokazatelné závěry a je nutno interpretovat výsledky v souvislosti s vlivy rozdílů v cílových proměnných, jimiž se zabývaly předchozí dvě analýzy rozdílů mezi samotnými cílovými podněty.

Využité kategorie podnětů jsou tedy:

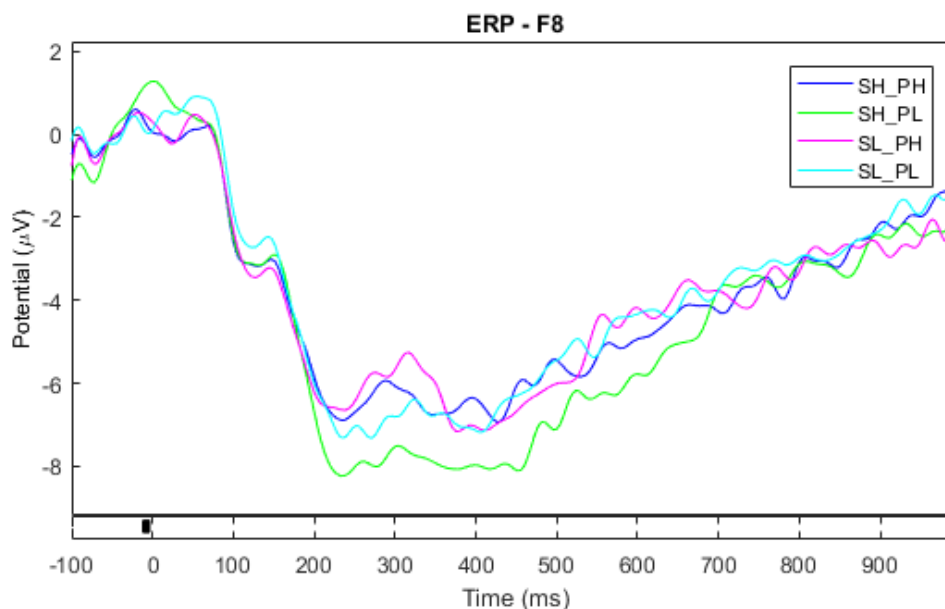
- Vysokoarousalový priming a vysokoarousalový cílový podnět SH_PH
- Vysokoarousalový priming a nízkoarousalový cílový podnět SH_PL
- Nízkoarousalový priming vysokoarousalový cílový podnět SL_PH
- Nízkoarousalový priming a nízkoarousalový cílový podnět SL_PL

Graf 14: ERP graf křivek primingových podmínek nízko a vysoko arousalových cílových podnětů pro elektrodu Cz



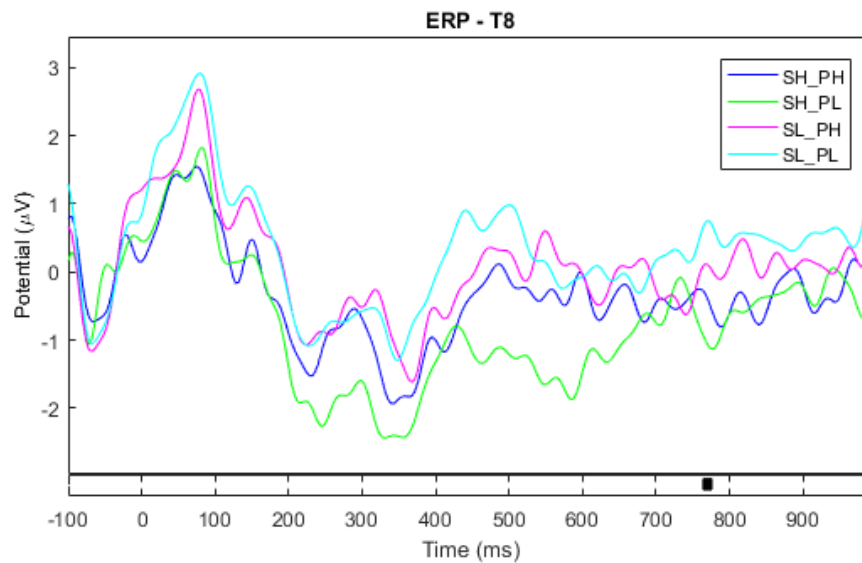
Na záznamu elektrody Cz jsou patrné rozdíly již v rámci rané latence 100–250ms, kdy nejvyšší aktivace dosahuje inkongruentní vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu a nejnižší aktivaci prokazuje inkongruentní nízkoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu. LPP pozorujeme od latence 300ms, kdy kongruentní vysokoarousalový primingový podnět vysokoarousalového cílového podnětu dosahuje nejvyšší pozitivitu, nejnižší aktivitu vykazuje kongruentní nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. Inkongruentní amplitudy se pohybují ve středu mezi kongruentními variacemi. Zajímavého úkazu si můžeme všimnout v pozdní latenci kolem času 400ms, kdy výrazně vyšší negativitu dosahuje kongruentní nízkoarousalový primingový podnět nízkoarousalového cílového podnětu.

Graf 15: ERP graf křivek primingových podmínek nízko a vysoko arousalových cílových podnětů pro elektrodu F8



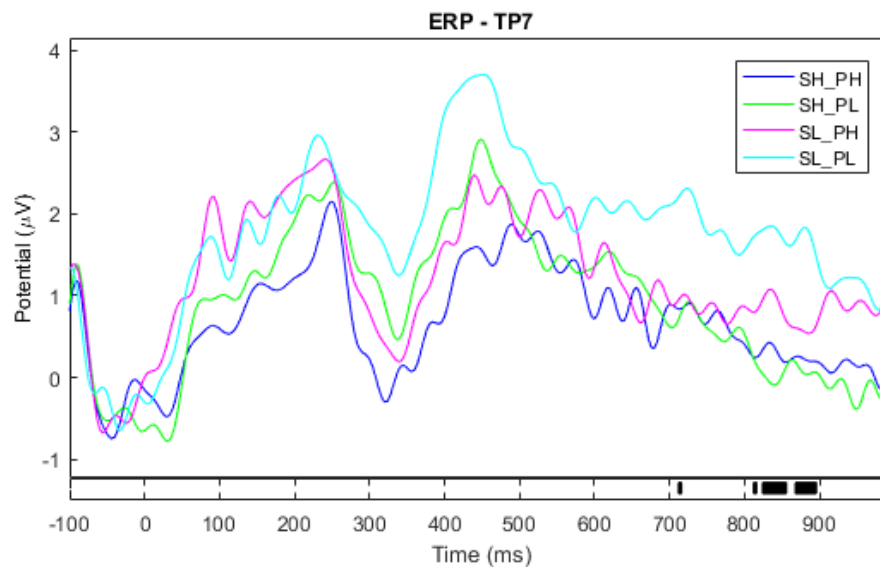
Na záznamu elektrody F8 jsou patrné rozdíly již v rámci rané latence, kdy nejvyšší pozitivita v porovnání s ostatními variacemi dosahuje kongruentní nízkoarousalový primingový podnět nízkoarousalového cílového podnětu. Zajímavý úkaz se projevuje v latenci 200–700ms nejvyšší negativní aktivací pro inkongruentní vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. V latenci 250–340ms se projevuje nejvýraznější pozitivní aktivace pro inkongruentní nízkoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu, kdežto nejnižší aktivace náleží inkongruentní variaci vysokoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu.

Graf 16: ERP graf křivek primingových podmínek nízko a vysoko arousalových cílových podnětů pro elektrodu T8



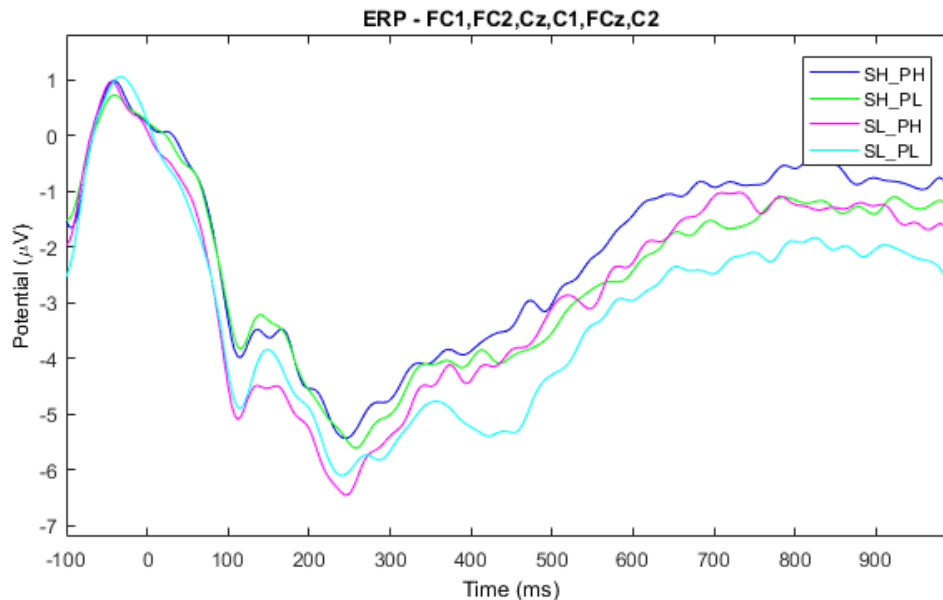
Graf 16 zobrazuje rozdíly jednotlivých inkongruentních a kongruentních primingových podmínek na elektrodě T8. Rozdíly se projevují již v rané latenci kolem času 100ms. Nejvyšší pozitivita zde dosahuje kongruentní nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu, o něco nižší pozitivita prokazuje inkongruentní nízkoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu, s drobnými odlišnostmi poté následuje inkongruentní vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu a kongruentní vysokoarousalový priming vysokoarousalového podnětu. Obě variace nízkoarousalového primingového podnětu tak v EPN dosahují vyšší aktivity nežli obě variace vysokoarousalového primingového podnětu. V průběhu střednědobé latence 200–400ms nabývá nejvyšší negativita inkongruentní vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. Pozdní latence LPP vykazuje téměř po celou dobu trvání znaky nejvyšší aktivity pro kongruentní nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu, nejnižší aktivitu projevuje inkongruentní vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. Celkově vyšší aktivitu v průběhu tohoto grafu vykazují obě variace nízkoarousalového primingového podnětu, vyšší negativita dosahují obě variace s vysokoarousalovým primingovým podnětem.

Graf 17: ERP graf křivek primingových podmínek nízko a vysoko arousalových cílových podnětů pro elektrodu TP7



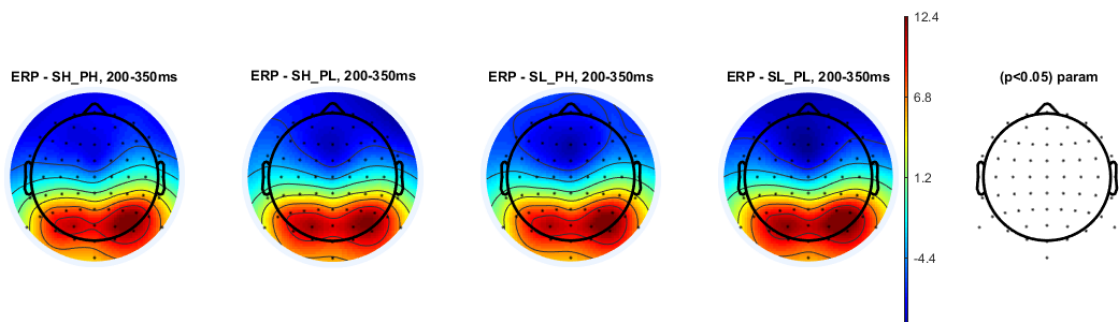
Na elektrodě TP7 (graf 17) je nejmarginalnější rozdíl v pozdní v latenci 440–480ms, přičemž kongruentní podmínka nízkoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu vykazuje nejvyšší aktivaci, inkongruentní podmínky prokazují střední aktivaci a kongruentní vysokoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu nejnižší aktivaci. Další výrazný rozdíl EPN můžeme spatřit v čase 310–340ms s nejvyšší negativitou pro kongruentní vysokoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu a nejnižší negativitou pro kongruentní nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. Inkongruentní podmínky vykazují ve srovnání s kongruentními střední aktivaci, přičemž inkongruentní nízkoarousalový prime vykazuje vyšší negativitu nežli inkongruentní vysokoarousalový prime. Pozdní latence 400–1000ms vykazuje nejvyšší aktivaci pro kongruentní nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu, nejvyšší negativita se pak opět projevuje u kongruentního vysokoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu v latenci 600–700ms. V čase 800–900ms pak nese nejvyšší negativitu inkongruentní vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. Na grafu 3 je obecně nejpatrnější pozitivita kongruentního nízkoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu a nejvyšší negativita kongruentního vysokoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu.

Graf 18: Temporální ERP graf nízkoarousalového a vysokoarousalového primingu nízko a vysoko arousalových cílových podnětů pro elektrody FC1, FC2, Cz, C1, FCz, C2



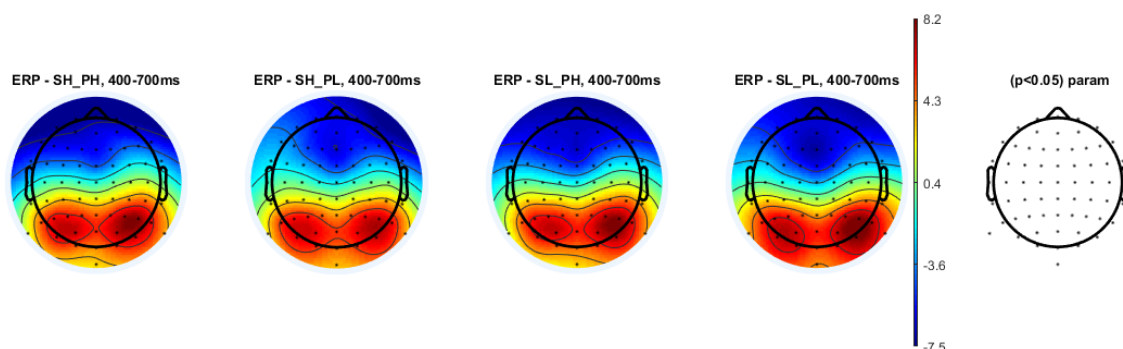
Na elektrodách FC1, FC2, Cz, C1, FCz, C2 se v primingových podmínkách projevuje rozdíl již v amplitudě rané latence v čase 100–200ms, kdy aktivace dosahuje nejvyšší positivity u obou variací vysokoarousalového primingu, nižší aktivace je pak pozorována u obou variací nízkoarousalového primingu, přičemž nejvyšší negativitu dosahuje inkongruentní nízkoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu. Pozdní latence LPP v čase 350–1000ms vykazuje nejvyšší amplitudu pro kongruentní vysokoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu a nejnižší amplitudu pro kongruentní nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu, kdežto inkongruentní podmínky vysokého i nízkého arousalu vykazují střední aktivaci v LPP. Poměrně rozdílnou aktivitu, která se projevuje vysokou negativitou sledujeme v latenci 430–450ms pro kongruentní podmínku nízkoarousalového primingu a nízkoarousalového targetu.

Graf 19: Topografický graf amplitudy latence 200–350ms primingu jednotlivých variací



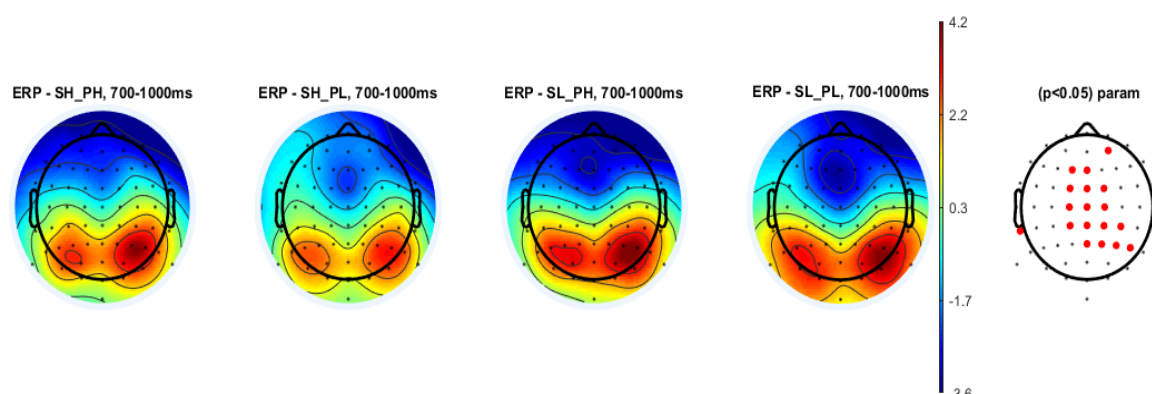
Topografie amplitudy ENP latence 200–350ms primingu jednotlivých variací nevykazuje žádné signifikantní rozdíly. Vizuálně však dílčí rozdíly nalézáme. Nejvyšší pozitivní aktivaci vidíme u kongruentního nízkoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu v oblasti okcipitální až parietální. V této kongruentní variaci také probíhá nejvyšší negativní aktivace fronto-polárně až fronto-centrálně, především v mediální oblasti. Ve srovnání s ostatními variacemi má kongruentní vysokoarousalový priming vysokoarousalového primingového cíle o poznání nižší aktivaci positivity v mediální parietálně-okcipitální oblasti.

Graf 20: Topografický graf amplitudy latence 400–700ms primingu jednotlivých variací



Topografie amplitudy (graf 20) latence 400–700ms primingu jednotlivých variací nevykazuje žádné signifikantní rozdíly. Vizuálně jsou však patrné mnohé rozdíly mezi všema podmínkami. Kongruentní vysokoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu projevuje vyšší negativitu především frontálně až fronto-polárně na levé straně, pravostranně se projevuje vyšší pozitivní aktivita v okcipitální, parietální a centro-parietální oblasti. Inkongruentní nízkoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu projevuje vyšší negativitu především mediálně v oblasti frontální až fronto-polárně a pravostranně se projevuje vyšší pozitivní aktivitou v okcipitální, parietální a centro-parietální oblasti. Nejvyšší pravostrannou pozitivní aktivaci pozorujeme při variaci kongruentního nízkoarousalového primingu u nízkoarousalových cílových podnětů, také vidíme vysokou negativitu mediálně ve frontální a fronto-polární oblasti.

Graf 21: Topografický graf amplitudy latence 700–1000ms primingu jednotlivých variací



Topografie komponenty pozdní latence 700–1000ms primingu pro jednotlivé variace vykazuje signifikantní rozdíly především mediálně v centrální a parietální oblasti (na elektrodách AF4, Fz, F1, FCz, FC1, FC2, Cz, C1, C2, TP7, CP1, CPz, CP2, CP4, Pz, P2, P4, P6). Vizuálně nejvýraznější rozdíl vidíme u inkongruentního vysokoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu. Ve srovnání s ostatními podmínkami se prokazuje výrazně nižší pozitivitou v okcipitální oblasti jak mediálně, tak laterálně, také se projevuje nižší negativitou ve frontální a fronto-centrální oblasti, především laterálně. Nejvyšší negativita se projevuje především u inkongruentního nízkoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu frontálně, v mediální oblasti. Oba (kongruentní i inkongruentní) nízkoarousalové primingové podněty vykazují vyšší negativitu okcipitálně ve srovnání s oběma vysokoarousalovými primingovými podmínkami. Ve srovnání s ostatními podmínkami se při kongruentním nízkoarousalovém primingu nízkoarousalového cílového podnětu aktivuje vyšší negativita ve fronto-centrální a ventrální oblasti. Nejvyšší pozitivita se projevuje u všech podmínek parietookcipitálně s pravostrannou převahou.

7.4. Shrnutí výsledků a testování hypotéz

Díky získaným výsledkům je možné shrnout výzkumné hypotézy. Všechny hypotézy byly přijaty.

H1: Při experimentální manipulaci vysokoarousalových a nízkoarousalových primingových podmínek se projevuje rozdíl v aktivitě EPN komponent vizuální percepce cílových podnětů.

Na elektrodách Fz, Cz jednotlivých primingových podmínek obou cílových podnětů se v EPN projevují známky vyšší pozitivní aktivace u vysokoarousalového primového podnětu. Konkrétněji nejvyšší aktivace dosahuje vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu a nejnižší aktivaci prokazuje nízkoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu. Topografie amplitudy latence EPN při analýze vykazuje signifikantní rozdíly frontálně na elektrodách Fz a F2, fronto-centrálně na elektrodách FC1 a FC2 a centrálně na elektrodách C1, Cz a C2, vyšší negativitou nízkoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu

Na elektrodách TP7, TP8 jednotlivých primingových podmínek obou cílových podnětů se v EPN projevují známky vyšší pozitivní aktivace u nízkoarousalového primingu cílového podnětu. Graf ERP křivek primingových podmínek nízko a vysoko arousalových cílových podnětů pro elektrodu F8 poukazuje na patrné rozdíly EPN, kdy nejvyšší pozitivita v porovnání s ostatními variacemi dosahuje nízkoarousalový primingový podnět nízkoarousalového cílového podnětu a nejvyšší negativita dosahuje nízkoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu.

Výsledky experimentální studie ukazují, že existuje signifikantní rozdíl v procesu aktivace EPN raných komponent při experimentální manipulaci arousalovou charakteristikou. Tato hypotéza byla přijata.

H2: Při experimentální manipulaci vysokoarousalový a nízkoarousalový primingových podmínek se projevuje rozdíl v aktivitě LPP komponent vizuální percepce cílových podnětů.

Na elektrodách FC1, FC2, Cz, C1, FCz, C2 jednotlivých primingových podmínek obou cílových podnětů se v LPP projevují známky vyšší pozitivní aktivace u vysokoarousalového primového podnětu. Konkrétněji nejvyšší aktivace positivity dosahuje vysokoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu a nejnižší aktivaci prokazuje nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. Topografie amplitudy pozdní latence LPP v čase 400–700ms vykazuje signifikantní rozdíl pouze na FC1 elektrodě a na elektrodě CP1, což se projevuje vyšší negativní amplitudou vysokoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu ve fronto-centrální oblasti a vyšší pozitivitou vysokoarousalového primingu vysokoarousalového cílového podnětu v centro-parietální oblasti.

Na elektrodách F8, T8, TP7, TP8 jednotlivých primingových podmínek obou cílových podnětů projevují známky vyšší pozitivní aktivace u nízkoarousalového primingu cílového podnětu, konkrétněji nejvyšší aktivace positivity dosahuje nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu a nejnižší aktivaci prokazuje vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. Topografie pozdní latence v čase 400–700ms pro jednotlivé podmínky vykazuje signifikantní rozdíly pouze pravostranně na tempo-parietální elektrodě TP8 a na parietální elektrodě P8. Kongruentní nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu se projevuje signifikantně vyšší amplitudou ve srovnání s inkongruentním vysokoarousalovým primingem nízkoarousalové cílové podmínky, na těchto zmíněných elektrodách. Topografie amplitudy pozdní latence LPP v 700–1000ms vykazuje signifikantní rozdíly frontálně, fronto-centrálně (na elektrodách AFz F3, F1, Fz, F2, FC1, FC2), parietálně a tempo-parietálně (na elektrodách P8, P4, TP8, TP7). Rozdíly reflektují jak vyšší pozitivitu, tak vyšší negativitu při podmínce nízkoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu.

Výsledky experimentální studie ukazují, že existuje signifikantní a prokazatelný rozdíl v procesu aktivace LPP pozdních komponent při experimentální manipulaci arousalovou charakteristikou. Tato hypotéza byla přijata.

H3: Při efektu hudebního afektivním primingu arousalem prokazují kongruentní podmínky rozdílnou aktivaci nežli podmínky inkongruentní.

Na záznamu elektrody Cz v LPP dosahuje nejvyšší pozitivita kongruentní vysokoarousalový primingový podnět vysokoarousalového cílového podnětu, nejnižší aktivitu vykazuje kongruentní nízkoarousalový prime nízkoarousalového cílového podnětu. Inkongruentní amplitudy se pohybují ve středu mezi kongruentními variacemi. Na grafech elektrod F8, T8, TP7 dosahuje nejvyšší aktivity kongruentní nízkoarousalový priming nízkoarousalového primového podnětu. Temporální ERP graf nízkoarousalového a vysokoarousalového primingu nízko a vysoko arousalových cílových podnětů pro elektrody FC1, FC2, Cz, C1, FCz, C2 vykazuje v LPP nejvyšší pozitivitu pro kongruentní vysokoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu a nejnižší amplitudu pro kongruentní nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu, kdežto inkongruentní podmínky vysokého i nízkého arousalu vykazují střední aktivaci v LPP.

Topografický graf amplitudy latence 700–1000ms primingu jednotlivých variací vykazuje signifikantní rozdíly především mediálně v centrální a parietální oblasti (na elektrodách AF4, Fz, F1, FCz, FC1, FC2, Cz, C1, C2, TP7, CP1, CPz, CP2, CP4, Pz, P2, P4, P6). Vizualně nejvýraznější rozdíl vidíme u inkongruentního vysokoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu. Ve srovnání s ostatními podmínkami se prokazuje výrazně nižší pozitivitou v okcipitální oblasti jak mediálně, tak laterálně, také se projevuje nižší negativitou ve frontální a fronto-centrální oblasti, především laterálně.

Zajímavý jev se projevuje v rámci komponenty N400, která bývá často zkoumána v rámci výzkumu primingu na základě její citlivosti vůči kongruenci a inkongruenci, kde v případě afektivního primingu reflektuje kongruenci afektivních charakteristik.

Výsledky experimentální studie ukazují, že existuje signifikantní rozdíl v aktivaci při efektu kongruence a inkongruence v průběhu experimentální manipulace arousalovou charakteristikou. Tato hypotéza byla přijata.

8 Diskuse

Díky ERP analýze jsme schopni postihnout změny při kognitivních procesech primingového působení s poměrně dobrou časovou přesností. Ačkoli již existuje mnoho výzkumů efektu primingu, vzhledem k jejich zaměření pouze na behaviorální aspekty primingu postrádají integrující náhled a metodologickou sjednocenost. Tato práce za účelem vyloučení těchto problémových aspektů užívá dvě standardizované databáze.

Cílem práce bylo na základě ERP záznamů porovnat časový efekt vlivu a rozdíly arousalových charakteristik primingového působení hudbou na cílové vizuální podněty. Práce pomocí následných evokovaných reakcí (vizuální ERP) sleduje, jakým způsobem na jedince působí efekt primingu po ukončení přehrávání hudebního záznamu, a zda nás hudební působení ovlivňuje do tak velké míry, aby se podílelo na efektu afektivního primingu i 250ms po ukončení vystavení tohoto působení. S užitím dimenzionálních teorií se setkáváme především u neurologických výzkumů afektivních procesů, avšak výzkumy převážně vycházejí z dimenze valence. Tato experimentální studie se zaměřuje na druhou proměnnou dimenzionálních teorií emocí, kterou je arousal. Přesněji energetický arousal, který nejlépe vysvětluje procesy aktivace a nese afektivní charakteristiku, která popisuje míru psychické, ale i fyzické aktivace.

V rámci statisticky signifikantních výsledků na hladině významnosti 0,5 bez aplikování korekcí pro opakované měření dochází k vyšší aktivaci amplitudy odpovídající komponentě P2 (P2a subkomponenta). P2 je spojována s afektivními charakteristikami podnětů. V příslušné latenci odpovídá P170 a je často spojována právě s afektivními charakteristikami podnětů (Mrhálek, 2019) a s pozorností orientovanou na emoce (Kanske, Plitschka, & Kotz, 2011). Například Kanske a Kotz (2007) pozorovali větší aktivaci amplitudy P2 pro pozitivní emočně nabitá slova nežli pro neutrální. Studie Hillyarda a Anllo-Vento ukázala, že pozornost může být zaměřena na percepční prvky jako je prostorové umístění či barva (1998). Hajcak a kol. (2012) popisují P2 komponentu jako znak postpercepční selektivní pozornosti, která se zaměřuje na motivační afektivní podněty a souvisí s procesy sémantického zpracování a kódování.

Výsledky experimentu působení arousalových charakteristik primingových podnětů na cílové podněty poukázaly na zajímavé rozdíly mezi variacemi především v průběhu LPP, o čemž se ve svém výzkumu zmiňuje také Zhang, Kong & Jiang (2012). Hinojosa a kol.

(2009) efekt inkongruence zaznamenali u vysokoarousalových podnětů. Uvedený aspekt by mohl být podnětem dalšího výzkumu, jelikož potvrzení tohoto vzorce by mohlo poskytnout informace o evaluačních procesech podnětů dle jejich arousalové charakteristiky (Mrhálek, 2019). Otázka efektu kongruence a inkongruence LPP se ukázala jako významný výstup studie Hinojosa a kol. (2009), kteří zjistili vyšší amplitudu LPP v případě inkongruentních podnětů.

Další zvláštnost se jeví v rámci N400 komponenty, o které se zmiňují například Li & Lu (2014). Ve zmíněné studii se projevovaly rozdíly mezi arousalovou charakteristikou primingu a její amplitudou. Rozdíly v N400 komponentě se projeví zejména v rámci Fz a Cz elektrod. Neurální procesy v průběhu N400 se projevují především při variacích primingové inkongruence vysokoarousalových podnětů. Dochází tedy k vyšší kognitivní náročnosti pro inkongruentní variace (Mrhálek, 2019), v procesu vizuálního zpracování i při úvodním evaluačním procesu (Hajcak et al., 2012).

Obecně se studie zaměřují na centro-parietální oblasti. Tato studie však poukazuje na rozdíly i ve frontální oblasti, která se také stala centrem zájmu explorační analýzy a mohla by být předmětem budoucích studií. V průběhu studie byly zjištěny poměrně výrazné laterální rozdíly, které by ale mohly být způsobeny chybou při čištění dat. Výsledky ERP explorativní analýzy naznačují laterální rozdíly, což poukazuje na asymetričnost hemisfér. Asymetričnost je velice běžné téma, které se zkoumá v rámci afektivních výzkumů. Studie Seo, Gil a Lee (2008) se zaměřuje na popis účinku sluchových podnětů užitím analýzy ERP na frontálních elektrodách. Jejich výsledky ukazují, že ženský křik má za následek relativně větší pravou frontální aktivaci. Výsledky studie Aftanas a kol. (2002) poukazuje na to, že posteriorní oblast pravé hemisféry se podílí na modulaci související s arousalem a také poukazuje na aktivaci frontální oblasti levé hemisféry. Výsledky studie Zhang, Zhou, a Oei (2011) dokládají, že negativní vysokoarousalové podněty vyvolávají větší negativitu na pravých elektrodách N2 komponenty, negativní nízkoarousalové podněty vyvolávají levou hemisférickou dominanci na P3 komponentě a LPP pozdní pozitivní potenciály se projevují na frontálních elektrodách. S ohledem na zmíněné studie se role arousalu v hemisférické asymetrii ERP zdá být podnětná a mohla by být vztyčným bodem budoucího rozšířeného výzkumu.

Výsledky výzkumu interakce mezi afektivními parametry primingových a cílových podnětů poukazuje na signifikantní a mnohé zajímavé interakce, avšak je nutné brát zřetel na to, že

všechna data byla vyhodnocena bez korekcí. Výsledky naznačují, že arousal ovlivňuje procesy zpracování pozdních (LPP) ERP komponent vizuální percepce, které odpovídají procesům evaluace. Toto tvrzení koreluje i s dosavadními výzkumy orientujícími se na vliv arousalu v pozdních strategických procesech. V rámci experimentu s podněty arousalových charakteristik se projevuje i možný efekt arousalu v procesu pozornosti, což můžeme vidět u EPN komponent rané latence (Mrhálek, 2019).

Zvolená délka mezistimulové pauzy 250ms vede k nutnosti zamyslet se nad tím, zda efekt primingového podnětu je v době počátku prezentace cílového podnětu nadále v procesu zpracovávání. Také působení podnětu je významnou variabilní složkou v rámci studií a zvolený čas prezentace auditivního podnětu v délce 7-5,5s jako experimentální priming, je výrazně vyšší ve srovnání s některými studiemi s tematikou hudebního působení. Například Schneider, Engel, Debener (2008) ve své studii použili auditivní podněty o délce pouze 400ms.

Využití audio-vizuální podoby multimodálního primingu se jeví jako perspektivní přístup obnášející mnoho výhod pro EEG ERP studii. Právě snaha užití primingu bez smyslové shodnosti mezi primem a targetem umožnila provést experiment bez vlivů interferencí a možnost popsání odlišností ve smyslových modalitách (Marin, Gingras, & Bhattacharya, 2012). Avšak užití hudby pro experimentální elicitaci emocí může být poněkud diskutabilní. Je však očividné, že hudba vyvolává široké spektrum emocionálních zážitků, je běžně používána pro regulaci nálady, emocí a má silný vliv na tělesné stavy. Vzhledem k tomu, že je obor hudební psychologie ve srovnání s jinými psychologickými oblastmi relativně mladý, není překvapivé, že je třeba vyřešit řadu nesrovnalostí. Některé z těchto problémů nastiňuje obsáhlá studie Marina a Bhattacharya (2012).

Experimentální studie afektivního primingu nám na základě neurovědeckých postupů otevírá široké pole působnosti a možností interpretace mnoha pozorovaných jevů. Musíme však brát v potaz metodologická úskalí experimentu, který se i přes veškerou snahu může potýkat s mnohými intervenujícími proměnnými a prozatím nedostatečnou teoretickou koncepcí. V budoucích studiích bude pro korektnější interpretaci nutné nalézt způsob velmi kvalitních postupů předzpracování dat, což kvůli COVID-19 nebylo možné. Pro další studii by bylo také vhodné rozšíření vzorku.

9 Závěr

Bakalářská práce s názvem „ERP koreláty v afektivním primingu“ vychází především z neurovědeckého postupu analýzy evokovaných potenciálů (ERP) a psychologického pohledu na dimenzionální teorii emocí s primárním zaměřením na dimenzi arousalu. Jednotlivé kapitoly teoretické části shrnují konceptuální základ primingu, emocí a aspekty neuropsychologického zakotvení. V empirické části je poté prezentována analýza a vyhodnocení získaných dat. Nejzajímavější a nejsignifikantnější data ze získaných záznamů ERP jsou zde podrobně popsána.

Cílem této práce bylo nalézt rozdíly ve zpracování vysokoarousalových a nízkoarousalových cílových podnětů na základě experimentální manipulace arousalem primingových variací a rozdíly zpracování při efektu kongruence a inkongruence mezi různými variacemi. V průběhu explorativní analýzy byly pozorovány zajímavé jevy v čase 400 ms, což poukazuje na možnou N400 komponentu. Studie též poukazuje na možnou hemisférickou asymetrii při variacích charakteristik arousalu, což by mohlo být zajímavým podnětem pro další studii.

Tento experiment rozhodně považuji za pozoruhodný a přínosný. I přes to, že statistické výsledky jsou signifikantní pouze na hladině významnosti 0,5 bez aplikování korekcí pro opakované měření. Výsledky potvrzují všechny tři zmíněné hypotézy, tato tvrzení je však nutné brát s rezervou a pouze jako podnět pro další studie s rozšířeným vzorkem.

10 Seznam literatury

- Aftanas, L. I., Varlamov, A. A., Pavlov, S. V., Makhnev, V. P., & Reva, N. V. (2002). Time-dependent cortical asymmetries induced by emotional arousal: EEG analysis of event-related synchronization and desynchronization in individually defined frequency bands. *International Journal of Psychophysiology*, 44(1), 67-82.
- Baldi, K. A. (1981). The generation of brain waves. *American Journal of EEG Technology*, 21(4), 187-190.
- Bornstein, R. F., Leone, D. R., & Galley, D. J. (1987). The generalizability of subliminal mere exposure effects: Influence of stimuli perceived without awareness on social behavior. *Journal of personality and social psychology*, 53(6), 1070.
- Cacioppo, J. T., Gardner, W. L., & Berntson, G. G. (1999). The affect system has parallel and integrative processing components: Form follows function. *Journal of personality and Social Psychology*, 76(5), 839.
- Cahill, L. (2006). Why sex matters for neuroscience. *Nature reviews neuroscience*, 7(6), 477-484.
- Calvo, R. A., & Mac Kim, S. (2013). Emotions in text: dimensional and categorical models. *Computational Intelligence*, 29(3), 527-543.
- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N., & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological psychology*, 52(2), 95-111.
- Čihák, R. (2016). *Anatomie 3: Třetí, upravené a doplněné vydání*. Praha: Grada.
- Elgendi, M., Kumar, P., Barbic, S., Howard, N., Abbott, D., & Cichocki, A. (2018). Subliminal priming—state of the art and future perspectives. *Behavioral Sciences*, 8(6), 54.
- Fazio, R. H. (2001). On the automatic activation of associated evaluations: An overview. *Cognition & Emotion*, 15(2), 115-141.
- Ferjenčík, J. (2008). *Úvod do metodologie psychologického výzkumu: jak zkoumat lidskou duši*. Praha: Portál.
- Ferrari, V., Mastria, S., & Bruno, N. (2014). Crossmodal Interactions During Affective Picture Processing. *PloS one*, 9(2), e89858.
- Fine, C. (2009). *Mozek: Průvodce po anatomii mozku a jeho funkcích*. Brno: Jota
- Gold, A. E., MacLeod, K. M., Frier, B. M., & Deary, I. J. (1995). Changes in mood during acute hypoglycemia in healthy participants. *Journal of personality and social psychology*, 68(3), 498.
- Gray, J. A., & Wedderburn, A. A. I. (1960). Shorter articles and notes grouping strategies with simultaneous stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12(3), 180-184.
- Hajcak, G., Weinberg, A., MacNamara, A., & Foti, D. (2012). ERPs and the Study of Emotion. In S. J. Luck & E. S. Kappenman. *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components* (s. 441-473). New York: Oxford University Press.
- Handy, T. C. (2005). *Event-related Potentials: A Methods Handbook*. United Kingdom, Bradford: A Bradford Book.
- Hillyard, S. A., & Anllo-Vento, L. (1998). Event-related brain potentials in the study of visual selective attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(3), 781-787.

- Hinojosa, J. A., Carretié, L., Méndez-Bértolo, C., Míguez, A., & Pozo, M. A. (2009). Arousal Contributions to Affective Priming: Electrophysiological Correlates. *Emotion, 9*(2), 164.
- Hrazdík, K. (2001). *Lékařská biofyzika a přístrojová technika*. Brno: Neptun.
- Irwin, K. R., Huber, D. E., & Winkielman, P. (2010). Automatic Affective Dynamics. In T. Nishida & C. Faucher (Eds.), *Modelling Machine Emotions for Realizing Intelligence: Foundations and Applications* (s. 17-34). New York: Springer.
- Izard, C. E., Ackerman, B. P., Schoff, K. M., & Fine, S. E. (2000). Self-organization of discrete emotions, emotion patterns, and emotion-cognition relations. In M. D. Lewis & I. Granic (Eds.), *Emotion, development, and self-organization: Dynamic systems approaches to emotional development*, (s. 15-36). New York: Cambridge University Press.
- Janiszewski, C., & Wyer Jr, R. S. (2014). Content and Process Priming: A Review. *Journal of Consumer Psychology, 24*(1), 96-118.
- Jiang, Y., Cho, A., & Adaval, R. (2009). The unique consequences of feeling lucky: Implications for consumer behavior. *Journal of Consumer Psychology, 19*(2), 171-184.
- Kanske, P., & Kotz, S. A. (2007). Concreteness in emotional words: ERP evidence from a hemifield study. *Brain research, 1148*, 138-148.
- Kanske, P., Plitschka, J., & Kotz, S. A. (2011). Attentional orienting towards emotion: P2 and N400 ERP effects. *Neuropsychologia, 49*(11), 3121-3129.
- Keil, A., Bradley, M. M., Junghöfer, M., Russmann, T., Lowenthal, W., & Lang, P. J. (2007). Cross-modal Attention Capture by Affective Stimuli: Evidence from Event-related Potentials. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 7*(1), 18-24.
- Koukolík, F. (2002). *Lidský mozek: funkční systémy, norma a poruchy*. Praha: Portál.
- Koukolík, F. (2003). *Já: O vztahu mozku, vědomí a sebeuvědomování*. Praha: Karolinum.
- Kulišťák, P. (2003). *Neuropsychologie*. Praha: Portál,
- Kuppens, P., Tuerlinckx, F., Yik, M., Koval, P., Coosemans, J., Zeng, K. J., & Russell, J. A. (2017). The relation between valence and arousal in subjective experience varies with personality and culture. *Journal of personality, 85*(4), 530-542.
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty Years and Counting: Finding Meaning in the N400 Component of the Event-related Brain Potential (ERP). *Annual Review of Psychology, 62*, 621-647.
- Larsen, R. J. (2000). Toward a science of mood regulation. *Psychological Inquiry, 11*(3), 129-141.
- Lewis, P. A., Critchley, H. D., Rotshtein, P., & Dolan, R. J. (2007). Neural correlates of processing valence and arousal in affective words. *Cerebral cortex, 17*(3), 742-748.
- Li, T., & Lu, Y. (2014). The subliminal affective priming effects of faces displaying various levels of arousal: An ERP study. *Neuroscience Letters, 583*, 148–153.
- Lucas, M. (2000). Semantic priming without association: A meta-analytic review. *Psychonomic Bulletin & Review, 7*(4), 618–630.
- Luck, S. J., Kappenman, L. E. (2012). *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components*. USA, New York: Oxford University Press.

- Marcel, A. J. (1983). Conscious and unconscious perception: Experiments on visual masking and word recognition. *Cognitive psychology*, 15(2), 197-237.
- Marchewka, A., Żurawski, L., Jednorög, K., & Grabowska, A. (2014). The Nencki Affective Picture System (NAPS): Introduction to a novel, standardized, wide-range, high-quality, realistic picture database. *Behavior Research Methods*, 46(2), 596-610.
- Marin, M. M., Gingras, B., & Bhattacharya, J. (2012). Crossmodal Transfer of Arousal, But Not Pleasantness, from the Musical to the Visual Domain. *Emotion*, 12(3), 618-631.
- Mrhálek, T. (2019). *Neurální koreláty multimodálního afektivního primingu [disertační práce]*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Murphy, S. T., & Zajonc, R. B. (1993). Affect, Cognition, and Awareness: Affective Priming With Optimal and Suboptimal Stimulus Exposures. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64(5), 723.
- Nakonečný, M. (1998). *Základy psychologie*. Praha: Academia.
- Nakonečný, M. (2000). *Lidské emoce*. Praha: Academia.
- Nevšimalová, S., Růžička, E., & Tichý, J. (2002). *Neurologie*. Praha: Karolinum.
- Niedenthal, P. M., Winkielman, P., Mondillon, L., & Vermeulen, N. (2009). Embodiment of emotion concepts. *Journal of personality and social psychology*, 96(6), 1120.
- Olofsson, J. K., & Polich, J. (2007). Affective visual event-related potentials: Arousal, repetition, and time-on-task. *Biological Psychology*, 75(1), 101-108.
- Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., & Polich, J. (2008). Affective Picture Processing: An Integrative Review of ERP Findings. *Biological Psychology*, 77(3), 247-265.
- Penhaker, M., & Augustýnek, M. (2005). *Zdravotnické elektronické přístroje I*. Ostrava: Ostravská Univerzita.
- Plháková, A. (2007). *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia.
- Plutchik, R. (1984). Emotions: A general psychoevolutionary theory. In K. R. Scherer & P. Ekman (Eds.), *Approaches to emotion* (197-219). London: Psychology Press.
- Poláčková - Šolcová, I. (2018). *Emoce: Regulace a vývoj v průběhu života*. Praha: Grada.
- Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical neurophysiology*, 118(10), 2128-2148.
- Polich, J. (2012). Neuropsychology of P300. In S. J. Luck & E. S. Kappenman (Eds.), *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components* (159-188). New York: Oxford University Press.
- Portas, C. M., Rees, G., Howseman, A. M., Josephs, O., Turner, R., & Frith, C. D. (1998). A specific role for the thalamus in mediating the interaction of attention and arousal in humans. *Journal of Neuroscience*, 18(21), 8979-8989.
- Pratt, H. (2012). Sensory ERP components. In S. J. Luck & E. S. Kappenman (Eds.), *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components* (s. 89-114). New York: Oxford University Press.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive brain research*, 3(2), 131-141.

- Russell, J. A., & Barrett, L. F. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. *Journal of personality and social psychology*, 76(5), 805.
- Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological review*, 110(1), 145.
- Sánchez-Navarro, J. P., Martínez-Selva, J. M., Torrente, G., & Román, F. (2008). Psychophysiological, behavioral, and cognitive indices of the emotional response: A factor-analytic study. *The Spanish journal of psychology*, 11(1), 16-25.
- Seo, S., Gil, Y., & Lee, J. (2008, September). The effect of an auditory stressor, with respect to affective style, on frontal EEG asymmetry and ERP analysis. In *2008 Fourth International Conference on Networked Computing and Advanced Information Management* (Vol. 1, pp. 662-667). IEEE.
- Schachter, S., & Singer, J. (1962). Cognitive, Social, and Physiological Determinants of Emotional State. *Psychological review*, 69(5), 379.
- Schimmack, U., & Rainer, R. (2002). Experiencing activation: Energetic arousal and tense arousal are not mixtures of valence and activation. *Emotion*, 2(4), 412.
- Schneider, T. R., Engel, A. K., & Debener, S. (2008). Multisensory identification of natural objects in a two-way crossmodal priming paradigm. *Experimental psychology*, 55(2), 121.
- Schupp, H. T., Flaisch, T., Stockburger, J., & Junghöfer, M. (2006). Emotion and attention: event-related brain potential studies. *Progress in Brain Research*, 156, 31-51
- Slaměnik, I. (2011). *Emoce a interpersonální vztahy*. Praha: Grada.
- Sollberge, B., Rebe, R., & Eckstein, D. (2003). Musical chords as affective priming context in a word-evaluation task. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 20(3), 263-282.
- Sternberg, R. J. (2009). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál
- Stuchlíková, I. (2007). *Základy psychologie emocí*. Praha: Portál.
- Thayer, R. E. (1967). Measurement of activation through self-report. *Psychological reports*, 20(2), 663-678.
- Thayer, R. E. (1990). *The biopsychology of mood and arousal*. Oxford University Press.
- Trojan, S. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada,
- Vágnerová, M. (2016). *Obecná psychologie*. Praha: Karolinum.
- Vuoskoski, J. K., & Eerola, T. (2011). The role of mood and personality in the perception of emotions represented by music. *Cortex*, 47(9), 1099–1106.
- Wegener, D. T., & Petty, R. E. (1994). Mood management across affective states: The hedonic contingency hypothesis. *Journal of personality and social psychology*, 66(6), 1034.
- Wheeler, S. C., DeMarree, K. G., & Petty, R. E. (2007). Understanding the role of the self in prime-to-behavior effects: The active-self account. *Personality and social psychology review*, 11(3), 234-261.
- Wyer Jr, R. S., Hung, I. W., & Jiang, Y. (2008). Visual and verbal processing strategies in comprehension and judgment. *Journal of Consumer Psychology*, 18(4), 244-257.
- Wylie, G., & Allport, A. (2000). Task Switching and the Measurement of “Switch Costs”. *Psychological research*, 63(3-4), 212-233.

- Yamasaki, H., LaBar, K. S., & McCarthy, G. (2002). Dissociable prefrontal brain systems for attention and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(17), 11447-11451.
- Yao, Z., & Wang, Z. (2014). Concreteness of positive word contributions to affective priming: An ERP study. *International Journal of Psychophysiology*, 93(3), 275-282.
- Yao, Z., Zhu, X., & Luo, W. (2019). Valence makes a stronger contribution than arousal to affective priming. *PeerJ*, 7, e7777.
- Yiend, J. (2010). The effects of emotion on attention: A review of attentional processing of emotional information. *Cognition and Emotion*, 24(1), 3-47.
- Yik, M., Russell, J. A., & Steiger, J. H. (2011). A 12-point circumplex structure of core affect. *Emotion*, 11(4), 705.
- Zajonc, R. B. (1980). Feeling and Thinking: Preferences Need no Inferences. *American psychologist*, 35(2), 151.
- Zhang, J., Zhou, R., & Oei, T. P. (2011). The effects of valence and arousal on hemispheric asymmetry of emotion. *Journal of Psychophysiology*, 25(2), 95-103.
- Zhang, Q., Kong, L., & Jiang, Y. (2012). The interaction of arousal and valence in affective priming: Behavioral and electrophysiological evidence. *Brain Research*, 1474, 60-72.
- Zvárová, J. & Lhotská, L. (2010). *Biomedicínská informatika IV: Data a znalosti v biomedicíně a zdravotnictví*. Praha: Karolinum.

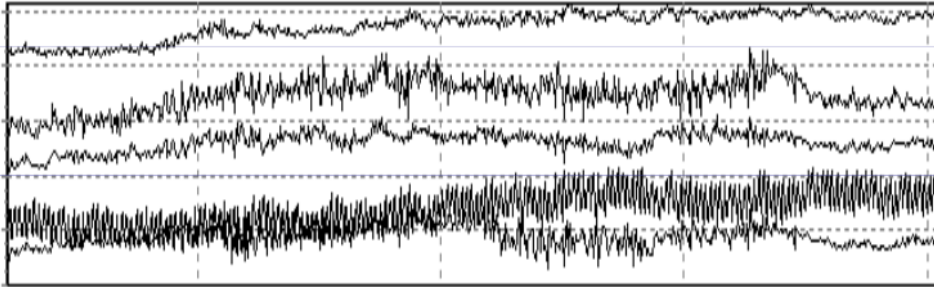
11 Seznam obrázků

Obrázek 1: Asociativní model obsahového primingu	11
Obrázek 2: Mozkové vlny	26
Obrázek 3: Systém rozložení elektrod 10-20	27
Obrázek 4: Schéma experimentu.....	38

12 Přílohy

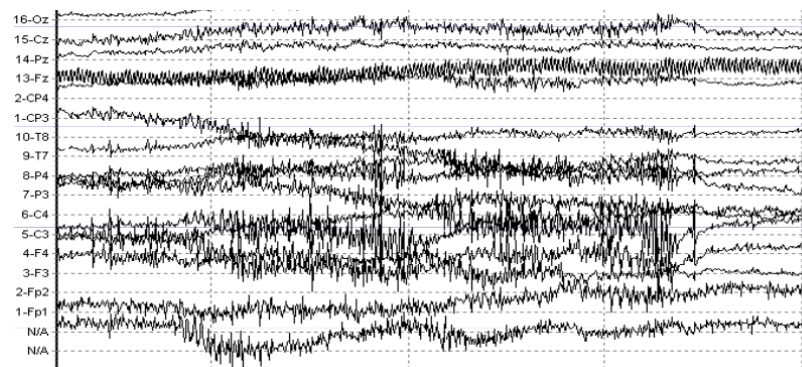
Příloha 1: Technické artefakty	7
Příloha 2: Svalové artefakty	7
Příloha 3: Artefakty mrknutí	7
Příloha 4: Oční pohyby.....	8
Příloha 5: Příklady negativních, neutrálních a pozitivních podnětů (zleva)	9
Příloha 6: Porovnání afektivních databází IAPS a NAPS	10

Příloha 1: Technické artefakty



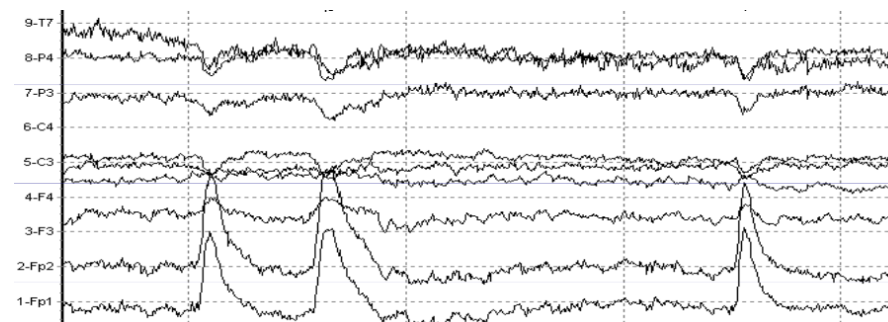
Zdroj: <https://www.bci2000.org>

Příloha 2: Svalové artefakty



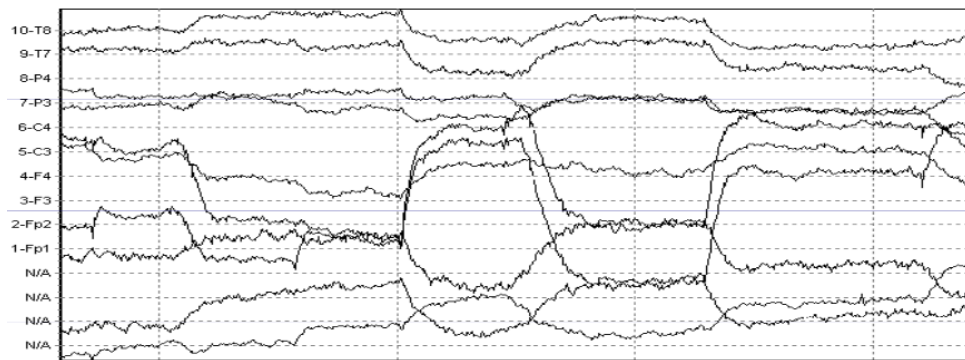
Zdroj: Zdroj: <https://www.bci2000.org>

Příloha 3: Artefakty mrknutí



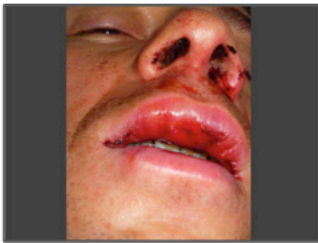
Zdroj: <https://www.bci2000.org>

Příloha 4: Oční pohyby



Zdroj: <https://www.bci2000.org>

Příloha 5: Příklady negativních, neutrálních a pozitivních podnětů (zleva)



Faces_362_v



Faces_192_h



Faces_116_h



People_125_h



People_150_h



People_172_v



Animals_073_h



Animals_148_h



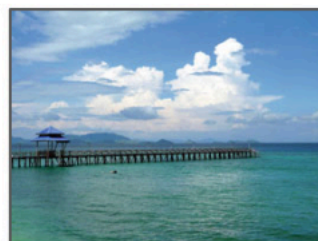
Animals_177_h



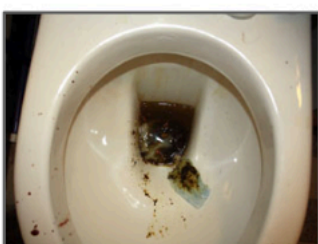
Landscapes_025_h



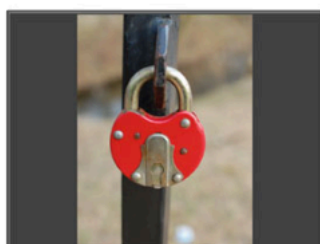
Landscape_084_v



Landscape_121_h



Objects_125_h



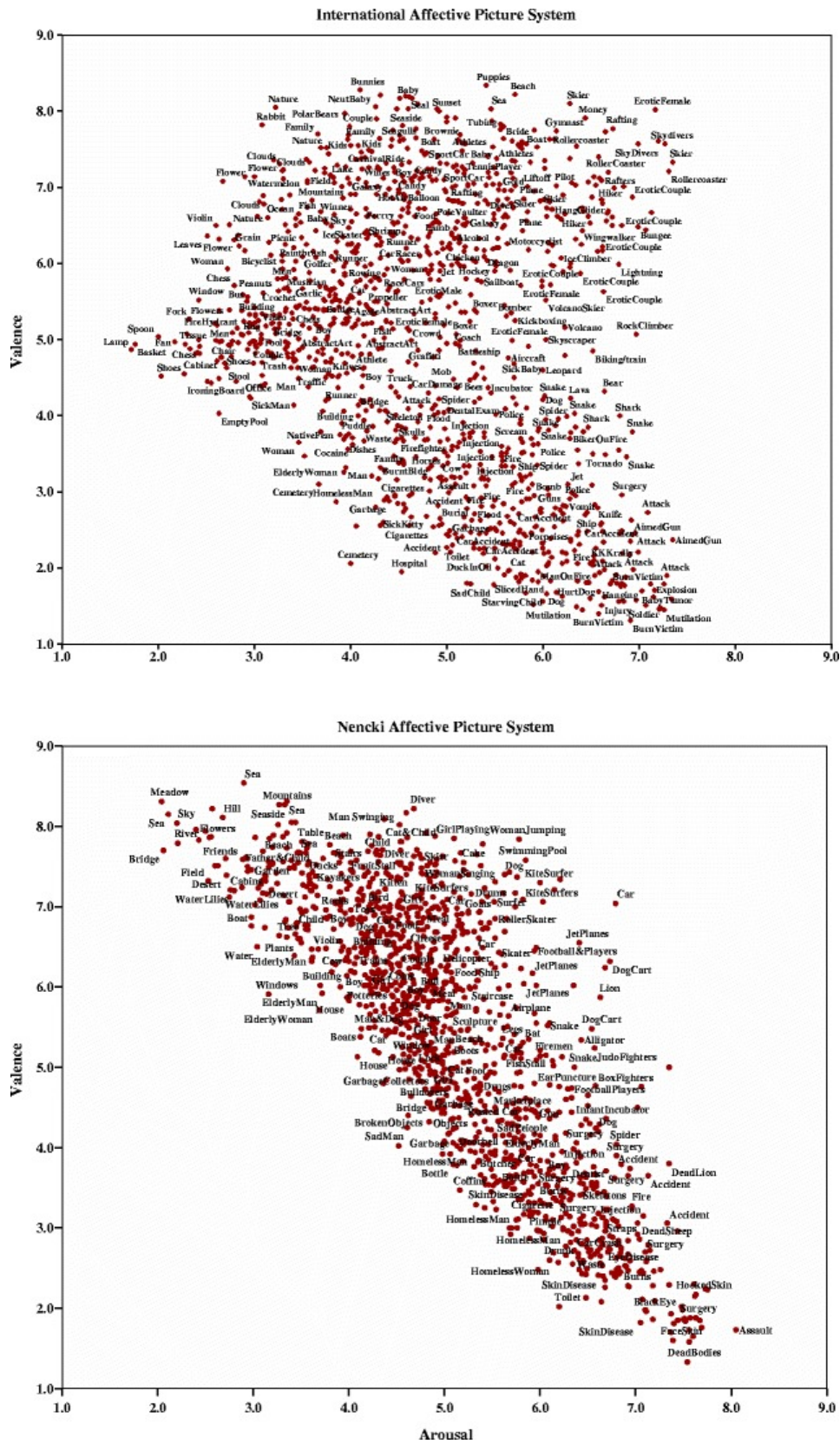
Objects_239_v



Objects_192_h

Zdroj: Marchewka, Zurawski, Jednorog & Grabowska (2014)

Příloha 6: Porovnání afektivních databází IAPS a NAPS



Zdroj: Marchewka, Zurawski, Jednorog & Grabowska (2014)