



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

Disertační práce

Neurální koreláty multimodálního afektivního primingu

Vypracoval: Mgr. Bc. Tomáš Mrhálek
Vedoucí práce: Mgr. Michal Vavrečka, Ph.D.

České Budějovice 2019

Prohlašuji, že svoji disertační práci jsem vypracoval 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 fakultou 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.

Datum 30. července 2019

Podpis

Rád bych touto cestou poděkoval dr. Michalovi Vavrečkovi za vedení práce a cenné rady pro práci s použitou neurovizuální technikou a analytickým softwarem. Všem probandům bych tímto chtěl poděkovat za ochotu účastnit se experimentu. Tuto práci bych chtěl věnovat své rodině a přítelkyni, kterým děkuji za podporu a oporu.

NÁZEV: Neurální koreláty multimodálního afektivního primingu
AUTOR: Mgr. Bc. Tomáš Mrhálek
KATEDRA: Katedra pedagogiky a psychologie
Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
ŠKOLITEL: Mgr. Michal Vavrečka, Ph.D.
ABSTRAKT:

Disertační práce je věnována tématu neurálních korelátů vizuálních evokovaných potenciálů v průběhu experimentálního procesu sériového pasivního afektivního primingu. Cílem disertační práce je identifikovat dílčí procesy afektivní percepce, které jsou ovlivněny předchozí primingovou afektivní stimulací. Neurální procesy během afektivního primingu jsou ovlivněny vztahem mezi afektivními charakteristikami podnětů, na rozdíl od sémantického primingu, který se zaměřuje na vztah mezi mentálními reprezentacemi a jejich vzdáleností v rámci paměťových sítí.

Výzkumným designem je laboratorní EEG experiment využívající techniky afektivního primingu, konkrétně jeho sekvenční pasivní multimodální (auditivně-vizuálního) variace. Ve výzkumu je experimentálně manipulováno emočními charakteristikami podnětů, které jsou založeny na dimenzionální teorii emocí. Jako stěžejní dimenze byl zvolen arousal, který je interpretován jako psychická aktivace spojená s reakcemi na podněty. Studie byla realizována v neurolaboroři PF JČU za využití 64 kanálového EEG Bisemi Active II. Experimentu se zúčastnilo celkem 61 probandů z řad studujících JČU, kterým byla snímána elektrická aktivita mozku při jejich expozici afektivním stimulům z mezinárodních emočně elicitacních databází. Neurální koreláty primingového efektu byly analyzovány pomocí EEG evokovaných potenciálů (ERP). Vzhledem k technickým vlivům na kvalitu signálu bylo k analýzám využito záznamů 29 osob. Nezávislou proměnnou v tomto případě byla variace primingu a arousalových charakteristik primingového podnětu z databáze afektivních melodií (Eerola a Vuoskoski, 2010) a zároveň arousalových charakteristik vizuálních obrazových podnětů (Marchewka, Zurawski, Jednorog & Grabowska, 2014). Jelikož vizuální percepce je nejprozkoumanějším procesem za využití ERP, rozdíly mezi výsledky disertační studie a komparativních studií mohou být základem pro interpretace mechanismu kontextuálního afektivního přenosu. Časový průběh reakcí a aktivace jsou experimentálně ovlivňovány jednotlivými experimentálními podmínkami, nezávislou proměnnou jsou rozdíly v latenci a amplitudě jednotlivých komponent evokovaných potenciálů, reprezentujících dílčí psychické

procesy. Experiment navazuje na aktuální výzkumy afektivního primingu, jež doplňují o využití hudebních podnětů, které oproti vizuálním omezují intencionalitu, a mohou tak sloužit pro výzkum direktivního působení primingu nezávislého na sémantických vztazích mezi podněty. Využití odlišné modalitě tak spolu s vysokým mezistimulovým intervalem omezuje konflikt mezi percepčními procesy v selektivní pozornosti.

Rozdíly ve vizuální percepci na základě arousalových afektivních charakteristik podnětů vykazují parietální zvýšení rané posteriorní negativity (EPN) a pozdního pozitivního potenciálu (LPP) u vysokoarousalových podnětů oproti podnětům nízkoarousalovým. Příslušné zvýšení LPP v závislosti na arousalu je známé a může být interpretováno jako vliv kontextuální afektivní podmínky na rané zpracování automatizovanými mechanismy percepce. Rozdíly v EPN naznačují prioritizaci rané pozornosti vůči těmto motivačně aktivizujícím podnětům.

Efekt primingu se projevil v raných P1 a N1 komponentách okcipitoparietálně a v N2 komponentě centroparietálně, což naznačuje vyšší negativitu EPN jako důsledek předchozího primingu. Rozdíl v LPP v závislosti na primingové podmínce byl nalezen pouze pro vysokoarousalové cílové podněty. Důvod vyšší aktivace komponent P1 a N1 není známý, jedná se o příliš nízkou latenci pro její vysvětlení pomocí mechanismu zhodnocení. Výsledky ukazují na vliv konfliktu mezi procesy pozornosti nebo na alternativní interpretaci afektivního primingu, založené na kontextuálním působení arousalu na evaluativní procesy, který je součástí teorie složených vodiček (McKoon & Ratcliff, 1992) nebo teorie mapování odezvy (Scherer & Lambert, 2009). Primingový efekt pozdní komponenty LPP ukazuje na nižší parietální aktivaci primingových podnětů ve spojitosti s předchozím zvýšením aktivace komponent rané a střední latence.

Výsledky mohou být interpretovány jako explorativní analýza působení arousalu elicitovaného pomocí afektivního primingu jako kontextu pro následnou percepci vizuálních stimulů. Výzkum se snaží objasnit vztahy mezi afektivními a kognitivními procesy v pracovní pozornosti, a to s ohledem na využití smyslové odlišnosti mezi primem a targetem.

KLÍČOVÁ SLOVA:

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

TITLE: Neural correlates of multimodal affective priming

AUTHOR: Mgr. Bc. Tomáš Mrhálék

DEPARTMENT: Department of Pedagogy and Psychology

Faculty of Education, University of South Bohemia in Ceske Budejovice

SUPERVISOR: Mgr. Michal Vavrečka, Ph.D.

ABSTRACT:

This dissertation aims to investigate the correlations of visual evoked potentials during the experimental process of serial passive affective priming. The aim of this dissertation is to identify partial processes of affective perception, which are influenced by relations to previous affective priming stimulation. Neural processes during affective priming are influenced by the relation between affective characteristics, in contrast to the semantic priming which focuses on cognitive processes connected to mental representations of stimuli and their distance within memory networks.

The research is designed as a laboratory EEG experiment, which uses affective priming techniques, particularly its sequential passive multimodal (auditory-visual) variation. The research experimentally manipulates emotional characteristics of stimuli that are constructed on the basis of the dimensional theory. As a starting dimension, arousal was chosen that is equivalent to psychic activation connected to reactions to stimuli. The study was carried out in the PF JČU neurological laboratory using a 64 channel EEG Biosemi Active II. Experiment was attended by a total of 61 probands, selected from the JČU students, whose brain electrical activity was measured during an exposure to affective stimuli from international emotional elicitation databases. Research uses the mapping technique of time progress of visual perception that is experimentally influenced by priming of affective melodies. Neural correlates of the priming effect are analysed via the EEG using ERP. Due to technical influences on the signal quality, records from 29 people were used. The independent variable used was the variation of priming and arousal characteristics of the priming stimulus from the affective melodies database (Eerola & Vuoskoski, 2010) and the arousal characteristics of a visual stimuli (Marchewka et al., 2014). Visual perception is the most explored ERP process, therefore the differences between the results of this dissertation study and comparative studies can be the basis for interpreting the mechanism of contextual affective transmission. Time progress and activation reactions are modulated based on experimental conditions and the dependent variables are the differences of latency and amplitude of individual components of evoked potentials, which

represent partial psychological processes. The experiment builds on current research of affective priming; however, it adds the use of musical stimuli for limiting intentionality and modal congruence, which makes it ideal for the research of the directive influence of priming not dependant on semantic relations between stimuli. The use of sound as priming stimulus together with a high interstimulus interval decreases the conflict between perceptual processes in selective attention.

The differences in processes of visual perception according to affective arousal characteristics of stimuli suggest a parietally increased early posterior negativity (EPN) and late positive potentials (LPP) of high-arousal stimuli in comparison to low-arousal stimuli. The increase of LPP components in dependence on arousal is known and LLP can be interpreted as the effect of contextual affective conditions on early automatic processing mechanisms of affective perception. Signs of EPN manifest as indicators for prioritization of attention in comparison with actively motivating stimuli.

The priming effect manifested in P1 and N1 components occipitoparietally and in N2 centroparietally, which suggest stronger negativity of EPN in the case of previous priming. LPP increase for the priming condition was there only for high-arousal stimuli. The cause for higher activation for priming conditions in P1 and N1 is unknown, it is a case of premature latency for possible explanation using the evaluation mechanism. The results showcase the influence of conflict between processes of attention or the alternative interpretations of affective priming based on the influence of context on the formation of evaluative conclusions, which is a part of the compound cue theory (McKoon & Ratcliff, 1992) or the theory of response mapping (Scherer & Lambert, 2009). The priming effects in LPP show a lower later parietal activation of primed stimuli which can be connected to their previous increased activation as a part of early and medium latency component.

The analysis of the relation between prime arousal and the target showed a difference within the LPP components among the partial difference analyses which indicates the effect of priming (musical stimulation) on the conscious cognitive processes of evaluation of visual stimuli. Despite the data suggesting differences between low-arousal targets in early and medium components, these differences do not reach significant levels after the application of the Bonferonni correction for repeated measurements.

The results can be interpreted as exploratory analysis of the effects of arousal elicited using affective priming, which lay foundation for subsequent perception of visual stimuli. The research tried to clarify the relation between affective and cognitive processes, especially with regard to multimodal differences between prime and target.

KEYWORDS:

EEG, ERP, EPN, LPP, arousal, affective priming, multimodal priming, passive priming, affective processing

Obsah

Úvod	11
1 Priming	14
1.1 Asociativní východiska primingu	15
1.2 Typy primingu	17
1.3 Afektivní priming	20
1.4 Teoretické podklady mechanismu primingu	22
1.4.1 Šířící se aktivace	22
1.4.2 Teorie složených vodítek	24
1.4.3 Mechanismus konfliktu mezi procesy	25
1.5 Faktory ovlivňující efekt primingu	27
2 Afektivní procesy	30
2.1 Funkce afektivních procesů	31
2.2 Afektivní působení primingu	32
2.3 Emocionální teorie	36
2.3.1 Teorie bazálních emocí	36
2.3.2 Konstrukcionistické teorie emocí	39
2.3.3 Kognitivní teorie emocí	40
2.3.4 Dimenzionální teorie emocí	43
2.4 Emocionální elicitace	48
2.4.1 Typy afektivní podnětů	49
2.4.2 Auditivní stimuly	50
2.5 Neurofyziologické podklady afektivních procesů	54
3 Elektroencefalografie	58
3.1 Neurofyziologické základy elektroencefalografie	59
3.2 Evokované potenciály (ERP)	61
3.3 ERP komponenty	63
3.3.1 Funkční typologie ERP komponent	64
3.4 ERP výzkum afektivního primingu	73
4 Cíl výzkumu a výzkumné hypotézy	79
4.1 Výzkumný problém	79
4.2 Výzkumné otázky	80
4.3 Hypotézy	81
5 Metodika	82

5.1 Experimentální design	82
5.2 Sběr dat a technické nástroje sběru dat.....	83
5.3 Výzkumný vzorek a výzkumná etika	84
5.4 Podnětový materiál	84
5.4.1 Vizualní podněty	85
5.4.2 Auditivní podněty	89
5.5 Preprocessing dat	92
5.6 Statistická analýza dat	94
6. Výsledky.....	96
6.1 Rozdíly dle afektivních charakteristik cílových podnětů	96
6.2 Rozdíly ve zpracování vizualních podnětů mezi primovanými a neprimovanými podněty.	102
6.3 Efekt vlivu arousalových charakteristik primingového působení na cílové podněty ...	119
6.4 Shrnutí výsledků a testování hypotéz	129
7 Diskuze.....	134
8 Závěr.....	141
9 Seznam literatury.....	142
9 Přílohy	153

Úvod

Disertační práce se zaměřuje na primární výzkum neurálních procesů vizuální percepce, které měří pomocí elektroencefalografu během experimentální úlohy afektivního primingu. Evaluace přichozích stimulů v sobě obsahuje jak automatické, tak strategické procesy hodnocení, kdy afektivní priming se na rozdíl od sémantického snaží variovat emocionálním významem předložených podnětů a tím postihnout zejména změny v neurálních korelátech spojených s afektivně relevantními reakcemi a procesy. Práce vychází z dimenzionální teorie emocí, kde se primárně zaměřuje na dimenzi arousalu (vybuzení či vzrušení plynoucí z podnětu) a pomocí jehož modulace se snaží objevit procesy zpracování příslušného podnětu. Výzkum primingu má velký význam pro psychologii a jeho zjištění jsou odvozována v široké oblasti aplikovaných psychologických disciplín. V současnosti je však vidět kritika výzkumů vycházejících z behaviorálních efektů primingu, na což reaguje tato práce, která využívá neurovědeckých postupů pro výzkum daného tématu. Motivem práce byla i snaha integrovat dva základní přístupy, přičemž první vychází z výzkumu emocionálního vlivu hudby na jedince, což lze doložit vlivem prezentace hudby na rozhodování či hodnocení. Druhým přístupem je vlastní experimentální výzkum afektivního primingu, který umožňuje sloučit (metodologicky velmi problematický) výzkum hudby s propracovaným exoperimentálním postupem a využitím neurovědeckých postupů. Přestože afektivní priming je již několik desítek let v zájmu vědců, není využití multimodálního (vícesmyslového) primingu dostatečně prozkoumáno a jinak tematicky velmi zajímavý výzkum hudby tak má široký prostor pro realizaci výzkumných studií. Ve svém výzkumu využívám působení tohoto afektivně elicitálního efektu hudby na zpracování standardizovaných vizuálních podnětů, které jsou nejčastějším materiálem využívaným při primingu a o jejichž neurálních korelátech při zpracování existuje velké množství dokladů. Práce se zaměřuje na tři hlavní výzkumné otázky, kdy první zjišťuje rozdíly v rámci vizuálního zpracování na základě modulace afektivních (arousalových) charakteristik vizuálních podnětů. Druhá se pak věnuje prostému efektu primingu a jeho významu pro rané fáze zpracování, jež je ovlivňováno jak konfliktem procesů o zdroje pozornosti, tak procesuálními úlohami hodnocení kontextuálních překryvů mezi podněty. Třetí výzkumná otázka se věnuje interakcím afektivních charakteristik mezi primingovými a cílovými podněty a snaží se zodpovědět, zda je efekt kongruence a inkongruence přítomný i v případě multimodálního primingu.

Úvodní kapitola teoretické části nastiňuje fenomén primingu. Uvozuje základní výzkumná zjištění, která vychází primárně z východisek sémantických a evaluativních primingových experimentů. Právě tyto výzkumy ilustrují stěžejní experimentální přístupy k primingu a představují základní empiricky doložené teze o primingovém působení, které se týkají facilitačních a inhibičních efektů primingu na reakční časy a změny v hodnocení podnětů. Následně jsou předložena východiska jednotlivých typů výzkumů primingu a jejich experimentálních postupů, které byly diskutovány při tvorbě vlastního experimentu. Tématicky pak navazuje část věnovaná zásadním intervenujícím faktorům primingu, jakými je interstimulus interval (ITI) a stimulus onset asynchrony (SOA), které ovlivňují zapojení dílčích mentálních procesů v průběhu primingového působení a možnost jejich spolehlivého měření pomocí EEG. V závěrečné části této kapitoly jsou představeny výchozí teoretické mechanismy primingu, jimiž se fenomén primingu vysvětluje, a které hrají významnou roli při interpretaci výsledků výzkumu.

Druhá kapitola se věnuje podrobně afektivním procesům a popisuje jejich místo v základních duševních procesech. Seznamuje s východisky stěžejních emočních teorií, v nichž se zaměřuje zejména na vliv transferu emoční excitace a relevanci arousalu v základních tezích předložených teorií. Tato kapitola též předkládá stručné základy strukturálního lokalizace neurálních systémů zodpovědných za afektivní reakce, jejichž neurální elektrickou aktivitu práce analyzuje funkčně-časovým zobrazováním pomocí EEG.

Třetí kapitola slouží jako teoretický podklad pro porozumění zákonitostem výzkumu pomocí EEG a poté se věnuje analýzám evokovaných potenciálů (ERP) v psychologickém výzkumu. Seznamuje čtenáře s principem zobrazování ERP, jejich interpretací a věnuje se též popisu základních ERP komponent (na podnět vázaných změn v amplitudě signálu), které jsou relevantní pro výzkum afektivních procesů. V této kapitole je také věnován prostor rozboru experimentálních aspektů ERP výzkumu primingu, jejich omezením a metodologickým aspektům, které se odráží v komparaci neurálních korelátů s napříč oddělenými výzkumy.

V poslední teoretické části práce jsou představeny základní empirické doklady o neurálních korelátech elektrických potenciálů během afektivních procesů a empirickým zjištěním získaným během výzkumu primingu. Rozbor představených výzkumů poskytuje základ pro výzkumné otázky a zároveň přináší popis zjištění, která mohou stát jako komparativní výsledky vůči získaným ERP, jelikož vzhledem k syntetickému uchopení postupů experimentálního primingu neexistují studie využívající shodnou metodiku.

V empirické části práce je představen design výzkumu, využití metody, postupy a podobné údaje o podnětovém materiálu a výzkumném souboru. Z důvodu využití EEG ERP analýz je klasický výzkumný primingový experiment upraven v souladu s aktuálními metodickými doporučeními ERP výzkumů a požadavky vyplývajícími z charakteristiky podnětů. Koncepce disertační práce navazuje na soudobé trendy ve výzkumu afektivních procesů, kde existuje značný odklon od výzkumu valence a příklon ke studiu arousalu, který bývá často interpretován jako index automatizovaných afektivních reakcí. Tento obrat se však stále nedostatečně projevuje v rámci výzkumu primingu, který se zaměřuje primárně na valenci. Práce je inovativní též důrazem na hudebních stimuly, které jsou využité jako primingové podněty. Přestože je hudba považována za validní nástroj elicitace emocí, její zapojení do primingových experimentů je minimální, a to i přesto, že její využití umožňuje postihnout některé významné faktory primingu a zároveň přesahuje některé omezující postupy primingových experimentů, díky čemuž se práce vymezuje od některých teorií o mechanismu primingu, které zvýrazňují percepční efekty na úkor efektů koncepčních. Aby výzkumná studie splnila toto náročné zadání, využívá pro sběr dat experiment s vysokým počtem opakování stimulů v kategorii a využívá velmi nadprůměrný výzkumný vzorek oproti typickému ERP experimentu.

Vzhledem k směřování práce do oblasti neurověd je cílem popsání elektrofyziologických neurálních korelátů (EEG ERP) v procesu primované vizuální percepce, rozbor jednotlivých ERP komponent a jejich psychologická interpretace v souladu s dalšími výzkumy. Výsledky jsou rozděleny na kapitoly věnující se posouzení ERP rozdílů dle afektivních parametrů, dále jsou představeny analýzy věnující se srovnání primingových a nepřimingových podnětů. Poslední část výsledků se věnuje interakcím afektivních charakteristik v procesu afektivního primingu, a to jak v rámci základního efektu kongruence a inkongruence, tak i při srovnání parciálních rozdílů afektivní primingové charakteristiky pro oba typy cílových podnětů.

1 Priming

V experimentální psychologii lze definovat priming jako do jisté míry automatizovaný vliv úlohově irelevantních podnětů na proces zpracování úlohově relevantních podnětů (Harding & Voyer, 2016). Primingový stimul (prime) zde slouží jako experimentální nezávislá proměnná, která variuje s cílovým podnětem (target) (Voyer & Myles, 2017). Priming bývá volen na základě potenciálního překryvu mezi percepčních a koncepčních charakteristik mezi primingovým a cílovým stimulem (Irwin, Huber & Winkielman, 2010). Tuto konceptualizaci primingu tak lze spatřovat ve velkém počtu základních psychologických experimentů. Priming je součástí mnoha významných psychologických experimentů, jakými jsou například lexikální rozhodování, pojmenovávání a sémantická kategorizace (Bermeitinger, 2014). Bývá využíván jako nástroj výzkumu percepce, kognice a vztahu mezi reprezentacemi.

Jako cílovou odpověď (target) lze využít evaluaci či klasifikaci cíle, hodnocení, výkonnostní škály či mnohé další experimentální variace (Bermeitinger, 2014), tudíž se priming zkoumá v rámci celé škály různých psychologických výzkumů dílčích psychologických funkcí. Priming může být založen na působení širokého spektra primingových podnětů (primů), například: 1. působením výslovných pokynů nebo informací poskytnutých výzkumným pracovníkem nebo pomocí automatické prezentace počítačem, vedoucí ke změně reakcí účastníka nebo aktivující příslušné myšlenkových vzorce či koncepty, 2. verbální nebo neverbální interakce mezi experimentátorem a probandem, 3. přítomnosti/nepřítomnosti osob, zvířat nebo věcí, 4. prezentací různých obrázků nebo skutečnou přítomností specifických objektů, 5. pachy nebo potravinami, 6. zvuky nebo hudbou, 7. videoklipy, zprávami, počítačovými hrami nebo působením jiných médií, 8. globální variací situace (např. změnami prostředí, změnou místnosti, 9. specifických úkolů zadaných účastníkům, 10. stimulů použitých dříve v experimentu nebo v předchozím experimentu, 11. někdy i podáváním léků, drog nebo hormonů (Zhang, 2014).

Obecně nejznámější je behaviorální priming, tedy působení určitých vhodně volených podnětů na reakce jedince (ať už přímo na chování nebo rozhodování). Nejlepším příkladem takového přístupu je jedno z kognitivních zkreslení, založené na premise, že náhodné číslo hodnocené jako vztahově významné může sloužit jako informační primingový podnět a může razantně ovlivnit rozhodování, například odhad ceny produktů (Ariely, Loewenstein & Prelec, 2006). Význam této integrace primingu do psychologického výzkumu uvažování

a rozhodování dokládá ocenění tvůrců Daniela Kahnemana a Amose Tverskyho Nobelovou cenou za ekonomii v roce 2002. V současné době však behaviorální priming podléhá takzvané replikační krizi, protože se behaviorální efekty primingu v řadě replikací zásadních experimentů nepotvrdily. Na tento stav zareagoval v roce 2012 i sám Kahneman, který se ve svém otevřeném dopise vyjádřil pro nutnost zajištění robustnosti primingových efektů v rámci výzkumů využívajících odlišné metodiky. Jeho podněty směřují k většímu zaměření na rozkrytí asociativních vztahů a ke zvýšení počtu jedinců v experimentálních studiích. Kahneman současně konstatuje nadměrné využívání nových experimentálních situací dle volby autorů. Právě toto bylo jedním z motivů, proč se předložený výzkum vymezuje vůči různorodosti odpověďových úloh, ale využívá základní design primingu hudbou vůči pasivní vizuální percepci, která oproti různorodým primingovým úlohám představuje relativně běžnou emoční stimulaci.

1.1 Asociativní východiska primingu

Přístup neuropsychologického výzkumu primingu se věnuje primárně vlivu na preaktivaci neurálních procesů pomocí sekvenční prezentace příbuzných konceptů (Heyman, Hutchisin & Storms, 2016). Tento přístup je do velké míry výchozí pro tzv. sémantický priming, který zkoumá sémantické či vztahové charakteristiky mezi primem a targetem, a jehož standardním empirickým dokladem je facilitace či inhibice experimentální úlohy (Bermeitinger, 2014). Sémantický priming lze považovat za nejlépe teoreticky i empiricky zpracovaný model procesů spojených s primingovým působením (Heyman, Hutchisin & Storms, 2016). Jedná se o výzkumnou oblast, která je aktivně zkoumána po desítky let a jako fenomén odolává pokusům o falzifikaci v rámci mnoha replikačních studií (Meyer, 2014). Vztahy mezi primingovým a cílovým podnětem jsou založeny na příslušnosti podnětů do určité kategorie, která se může zakládat na příbuznosti či vztahu. Sémantický priming zkoumá reakce na podněty (nody, jakožto jednotlivé mentální reprezentace) organizované na základě mentálních informačních sítí. Sémantické sítě jsou založeny na souvislostech mezi sémantickými významy nodů (mentálních reprezentací) a kategoriemi, které jsou organizovány strukturami mentálního lexikonu (Lucas, 2000). V rámci výběru podnětů je však nutno brát v úvahu nejen sémantickou rovinu podnětů, ale i vztahové asociace (McNamara, 2005). Dílčí přístup, nazývaný asociativní priming, se nezabývá sémantikou, ale je založen na vzájemných asociacích (Bermeitinger, 2014).

Specifické souvislosti mezi primingem a cílovým podnětem reflektuje tzv. mediovaný priming. Mediovaný priming využívá primingové a cílové podněty, které nejsou přímo ani přeneseně asociativně nebo sémanticky příbuzné, nicméně mají vzájemný překryv v jakémsi sémantickém odkazu, který je probandovi znám. Mediovaný priming tak může sémanticky vycházet z vícestupňové aktivace třístupňového a vícestupňového primingu, kdy primingový podnět nese koncepční informaci, která není přímo spojena s cílovým podnětem, ale její sémantický obsah odkazuje na reprezentaci, která je mediátorem vytvářejícím společný vztah mezi oběma podněty (McNamara, 2005).

V rámci akademické oblasti proto můžeme najít zájem o obsahový priming, což je proces reakce vůči obsahu informace, který vede ke změně zpřístupnění dalšího vnímání. Tato reakce poté ovlivní průběh schématu následné cílové reakce v návaznosti na předchozí situaci (Janiszewski & Wyer, 2014). Priming ovlivňuje výkon v dané percepční nebo kognitivní úloze (targetu), ve vztahu k relevantnímu kontextu proměnných založených na expozici předchozí informaci (primu). Tento efekt se projevuje i na úrovni aktivačních reakce jedince (jak lexikální nebo fonologické v případě slovní odpovědi, tak motorické pro zaznamenání reakčního času stisknutím patřičného tlačítka), které se odlišují podle vybraného parametru asociativního vztahu mezi primingovým a cílovým podnětem (Mcnamara, 2005).

Sémantické teorie přičítají primingu facilitující účinek na zpracování následného podnětu nebo provedení následné reakce (obvykle za pomoci měření reakčního času). Facilitace vede k rychlejší a přesnější reakci po prezentaci příbuzného primu v porovnání s nerelevantní nebo nepřimingovou podmínkou. Pokud primingová podmínka pomáhá vyvolat urychlení a usnadnění reakce, mluví se o tomto efektu jako o facilitujícím primingu. Potenciální vysvětlení tohoto primingového efektu do velké míry spočívá ve funkcích paměti, která skladuje velké množství informací, a priming slouží jako mechanismus přípravy na určité očekávané typy podnětů, s jehož pomocí následně paměť rychleji vyhledává předložené informace a přistupuje k nim (Murphy & Zajonc, 1993). Priming však může obsahovat nesouvisející informace, které jsou však také zpracovány automatickými reakcemi, které je nutno v tomto případě pro vhodné zpracování cílového podnětu inhibovat. V případě inkongruence mezi primem a cílovým podnětem tak dochází ke konfliktu, který může ovlivňovat proces cílové identifikace cílového podnětu (Irwin, Huber & Winkielman, 2010), což se projeví na zhoršení reakčního času zadané úlohy. V případě, že je přítomen rozdíl ve významech a kontextech mezi podněty, je cílový podnět zpracováván pomaleji a lze mluvit

o negativním primingu. Negativní efekt primingu je přítomný zejména pokud se výrazně variuje časem prezentace obou podnětů (obvykle se jedná o verzi prezentace obou podnětů velmi krátce po sobě) či dalšími specifickými požadavky na experimentální úlohy, kde slouží prime spíše jako distraktor (Bermeitinger, 2014). Negativní priming se tedy využívá zejména jako aktivní inhibice při výzkumu selektivní pozornosti. Využití takového distraktoru zbrzdí následnou reakci na cílový podnět v souvislosti s reziduální inhibicí. Vysvětlení tohoto fenoménu spočívá v modelu neurální dynamiky selektivní pozornosti, kdy lze za využití vodítka facilitovat zaměřenost pozornosti vůči příbuzným konceptům v přepozornostních procesech vnímání, čímž jsou nekoherentní koncepty inhibované již v rámci procesu výběru (Mayr & Buchner, 2007).

1.2 Typy primingu

Na základě relevance vztahů mezi primingovými a cílovými stimuly a různorodých využití experimentálních úloh se vymezují jednotlivé přístupy k primingu. Dominantní postavení si udržuje výzkum sémantického primingu, který vychází ze studií ze 70. let a jehož empirické doklady jsou nejčastěji využívány v rámci jednotlivých teorií vysvětlující efekt primingu. Zároveň však tato kapitola představuje i základy evaluativního primingového výzkumu, který slouží jako jedno z východisek pro ustanovení samostatné teorie afektivního primingu.

Sémantický priming Teoreticky tento princip vychází z konceptu sémantických sítí, které mají být spojeny vzájemně provázanými asociačními vztahy. Aktivace jedné významové jednotky (nodu) vytváří preaktivaci sousedících podnětů, jejichž následné vybavení je usnadněno podle toho, jaká byla vzdálenost mezi těmito významovými jednotkami v komplexu vzájemných asociačních operací a kategorií konceptů. Mentální automatismy se naopak vyznačují mimovědomým zpracováním a absencí záměrné pozornosti. Z tohoto důvodu lze vyvrátit principiální základ sémantického primingu na mentálních automatismech (Lucas, 2000). Sémantický priming se v případě afektivního obsahu může projevit v sémantické kategorizaci vůči valenční reprezentaci podnětu. V případě, že se valenční reprezentace primu a targetu shoduje, dojde k aktivaci stejného nadřazeného nodu, zatímco v případě inkongruence mezi těmito podněty se musí aktivovat odlišné nadřazené kategorie. To je konfliktní proces, který vyžaduje více času (Irwin, Huber & Winkielman, 2010). Kongruence usnadňuje a zrychluje reakce na shodný cílový podnět a má potenciál ovlivnit podobu reakce na neutrální podněty (Mcnamara, 2005).

Evaluativní priming je označován jako primingový postup, kde dochází v případě cílové úlohy k hodnocení podnětů. Prvotní doklady o využití evaluativního primingu k výzkumu afektických podnětů lze spatřovat ve studii Murphyho a Zajonce (1993), kde bylo využito hodnocení valence a byla zjišťována rychlost procesu zpracování.

Multimodální priming je jedním z méně typických experimentálních procedur, který však má mnoho výhod pro EEG ERP výzkum. Přestože samotný priming je často koncipován jako interferenční úloha, není to nezbytný předpoklad, tudíž lze využít též priming bez smyslové shodnosti mezi primem a targetem (Schupp, Flaisch, Stockburger & Junghofer, 2006; Marin, Gingras & Bhattacharya, 2012). Právě snaha oprostit experiment od vlivů interferencí byl jeden z hlavních záměrů předložené disertační práce. Z toho důvodu se často uvádí jako přínos využití multimodálního primingu (v anglické literatuře uváděné jako cross-modal priming), který popisuje odlišnost ve smyslové doméně mezi primingovým a cílovým podnětem. Multimodální primingový výzkum využívá primingový a cílový podnět odlišné smyslové modalit, přičemž se jedná o relativně nový a významný pokrok ve výzkumu efektu primingu (Sherer & Larsen, 2011). Navzdory existenci důkazů, že vizuální a sluchové emoce zapojují obdobné struktury v mozku, je výzkumů emočních zvukových informací a multimodálních podnětů relativně málo. Typičtěji výzkumy dokládají efekt souběžně prezentovaného multimodálního materiálu, ale lze se setkat i s multimodálním primingem. Až donedávna byla tato oblast výzkumu zaměřena hlavně na multimodální sociální komunikaci, přirozeně využívající více smyslů (Gerdes, Wieser & Alpers, 2014).

Přestože délka trvání cílového podnětu není v rámci primingových výzkumů příliš významná, délka primingového působení hraje podstatnou roli v rámci samotného primingového efektu, což potvrzuje řada studií. K tomuto účelu bývá využíván jak nadlimitní sémantický priming, ve kterém jsou probandi prezentace primingového podnětu vědomi, tak prezentace podprahová (McNamara, 2005). V kontextu délky primingu lze využívat jak extrémně krátké (**subliminární**/podprahové) trvání podnětu, tak pro jedince vědomou úroveň (**supraliminární**/optimální) **expoze primingu** (Murphy & Zajonc, 1993). Subliminární priming, tedy experimentální prezentace primingu v čase neumožňující jeho vědomé zpracování, je i v současné době velmi běžný typ experimentu, zejména s ohledem na to, že pomocí subliminárního primingu mohou být sníženy, nebo dokonce eliminovány strategické efekty percepce (Bermeitinger, 2014). V případě subliminárního primingu kladou Murphy a

Zajonc (1993) důraz na jeho vliv na afektivní procesy v souladu s verifikací teorie afektivní primárnosti, podle níž jsou afektivní reakce mnohem bezprostřednější a méně pod vědomou kontrolou, proto mohou být v tomto výzkumném designu afektivní procesy nadřazeny procesům kognitivním. Všechny výstupy primingových výzkumů tak mohou být ovlivněny prací s časem primingového působení, a to jak modulací délky primingu, tak i délkou pauzy mezi primingem a cílovým podnětem (čemuž se však budu podrobněji věnovat až v závěru této kapitoly). Studie subliminárního primingu potvrdily, že je efekt primingu stále platný, i když se prime prezentuje v řádu několika desítek milisekund až po několik milisekund (Li & Lu, 2014). Právě subliminární priming ukázal svůj význam při popularizaci zájmu o efekt primingu. První vlnu spekulací o fenoménu, později označeném jako primingový, lze najít v oblasti podprahové reklamy. Zmínka, která se navěky zapsala do historie, pochází z roku 1957 a je spojována s vložením subliminárních podnětů do filmu, v němž podprahové texty nabádaly diváky v kině, aby „pili Coca-Colu“ a „jedli popcorn“, což mělo razantně zvýšit prodeje. Přestože se v uvedeném výzkumu jednalo o hoax vytvořený marketingovým expertem Jamesem Vicarym, a ke kterému nebyla doložena žádná empirická data, idea subliminárních vlivů se rozšířila do veřejného povědomí (Karremans, Stroebe & Claus, 2006). Zároveň se však subliminární priming podílel i na moderním vědeckém ustanovení efektu afektivního primingu, v rámci často odkazované studie Murphyho a Zajonce (1993), kteří se zaměřili na testování vlivu subliminárního a supraliminárního primingu pomocí afektivních faciálních expresí. V rámci afektivního působení podněty pod prahem a nad prahem vnímání identifikovaly signifikantní dominanci vlivu suboptimálního (podlimitního) primingu na hodnocení změny afektivní percepce cílového podnětu. Dlouhá prezentace (1000 ms) primu se vyznačuje nižším účinkem než velmi krátká (10 ms), a to s ohledem na to, že vědomé procesy zpracování primu interferují s automatickou evaluací targetu (Sollberge, Rebe & Eckstein, 2013). Pokud se však v rámci afektivního primingu využívá jako závislou proměnnou kognitivní proces (jako je třeba verbální odpověď), výsledky se přibližují experimentálním výsledkům sémantického primingu, kde je významnější vliv optimálního primingu oproti slabšímu působení subliminárních primingových podnětů (Bermeitinger, 2014).

Na subliminární expozici často navazuje uplatnění tzv. **maskovaného primingu**. Samotní probandi mohou mít o přítomnosti subliminárního primingového působení pouze malé (či vůbec žádné) povědomí, maskovaný priming však zaručuje, že primingový podnět nebude vědomě zpracován v žádném případě (Davis, Kim & Forster, 2007). Maskovaný priming využívá tzv. forward mask, tedy jakýsi bezvýznamový podnět, který se prezentuje před

primingovým působením nebo v intervalu mezi primingem a cílovým podnětem a která umožňuje, aby primingové působení zůstalo lépe skryto (Kinoshita & Lupker, 2004). Jedná se o oblíbenou metodu využívanou v psycholingvistice, jelikož efekt se prokázal zejména v rámci verbálních cílových podnětů. U neverbálního materiálu nebyl prokázán tak silný efekt maskovaného primingu na reakce probandů (Davis, Kim & Forster, 2007). Zatímco u dlouhodobého primingu jsou zapojeny vědomé (částečně automatické) procesy, u nichž je stěžejní význam paměti a záměrných strategií, maskovaný se využívá právě v případě studií, kde je záměr, aby proband nezapojil vědomé procesy zpracování primingu.

1.3 Afektivní priming

Afektivní priming je v zájmu vědeckého bádání již déle než třicet let, přesto však stále není jasně vysvětlen mechanismus jeho efektu (Goerlich et al., 2012). Afektivní priming je velmi podnětným přístupem k výzkumu emocionálních procesů, přesto bývá teoreticky často řazen pod kategorii sémantického primingu. Rozdíl mezi sémantickým a afektivním primingem často spočívá jen v doplnění experimentální procedury o afektivně relevantní materiál, případně v doplnění odpověďové úlohy o relevantní hodnocení afektivní charakteristiky cílových podnětů. Základ výzkumu afektivního primingu tak lze spatřovat ve výzkumu Fazia, Sanbonmatsua, Powella a Kardese (1986), kteří se zabývali adaptací sémantického primingu na afektivní stimuly. Nejčastěji je v rámci výzkumů afektivního primingu využita úloha evaluace podnětů nebo rozpoznání cílového targetu vůči standardním podnětovým distraktorům, zatímco priming je většinou prezentován pasivně. Často využívané postupy zahrnují sekvenční afektivní priming, kde jsou prezentovány dva podněty v rychlém pořadí za sebou, případně evaluativní afektivní priming, kde mají probandi za úkol hodnotit cílový podnět, ale ignorovat prime. Nové výzkumy však ukázaly, že efekt afektivních charakteristik primingu v úloze pojmenování cílových podnětů je silný pouze v případě, že byla věnována pozornost významu primingových podnětů (dle Eder, Leuthold, Rothermund & Schweinberger, 2011). Přestože se afektivní priming stále dominantně zkoumá zejména za pomoci behaviorálních výzkumů zaměřených na reakční čas (Hinojosa et al., 2009), tak v poslední době je zvýšený zájem o jeho neuropsychologické souvislosti – zejména o časovou složku procesů, proto se z dostupných analytických technik využívá zejména zkoumání evokovaných potenciálů.

Specifikum afektivního primingu se zakládá na hypotéze afektivní primárnosti, která předpokládá, že lidé jsou obdařeni schopností evaluačních mechanismů umožňujících automaticky hodnotit informace obsažené v afektivním stimulu (podle Goerliche et al., 2012).

Význam automatických afektivních reakcí dokládá též stěžejní studie Murphyho a Zajonce (1993), kteří jako výzkumné podněty využívali bezvýznamové ideografy (čínské symboly), které probandi hodnotili v rámci dimenzí libost–nelibost (konkrétně: good/pleasant – bad/unpleasant). V případě pozitivního subliminárního primingového působení (šťastné tváře) hodnotili probandi ideografy významně pozitivněji než v rámci negativního primingového působení (hněvivé tváře) ($m = 3,28$, resp. $m = 2,61$). Tento efekt se neprokázal u optimální expozice primingového podnětu (průměrné hodnoty pozitivního primingu $m = 2,84$ vs. $m = 2,77$ u negativního primingu). Replikaci výzkumu provedli Wong & Root (2003), kteří variovali délkou primingu, doplnili experiment o maskovací podněty a další experimentální podmínky. Objevili, že subliminární priming vykazoval silný vliv na hodnocení materiálu, ale při opakování stejného podnětu se tento efekt rychle snižoval v rámci habituace na předložený materiál. Naopak supraliminární priming vykazoval slabší vlivy, které ale byly stabilní v čase i při vícečetných opakováních. Kontroverzní zjištění přinesl fakt, že subliminárně prezentované pozitivní podněty byly významnějším činitelem než negativní podněty, což neodpovídá motivačně afektivním tezím o významnosti defenzivních reakcí, ale podtrhuje význam vlivu pozornosti v procesu primingu.

Vzhledem k tomu, že sémantický priming zkoumá reakční časy, využívá experimentální úlohy vyžadující zaměření jedince na cílový podnět. Oproti tomu u afektivního primingu lze využít instruktivní relevanci podnětů, ve které se pozornost spontánně orientuje na motivačně relevantní podněty způsobem zdola nahoru (bottom-top). Zatímco sémantický priming tak má tendenci být spíše strategickým kognitivním procesem, afektivní priming má mnohem širší vztah s mentálními automatismy (Hermans, Houwer & Eelen, 2001). Existují proto tendence k odmítnutí principů sémantického primingu v rámci afektivního primingu. Jedním ze zásadních důvodů je velký počet pozitivně a negativně valenčních konceptů v paměti, který překračuje rozsah možné aktivace v případě, že by měla aktivovat všechny koncepty spojené s příslušnou valencí. Takovéto přesycení vodítky zabraňuje úvahám, že by šířící se aktivace byla jediným vysvětlujícím principem. Přesto však určité modely distributivní paměti pracují s předpokladem, že aktivace příslušného afektivního (valenčního) podnětu je založena na spolupráci distribučních sémantických jednotek, které jsou citlivé na příslušnou charakteristiku vstupu a sami slouží jako senzor vstupu (Spruyt, Hermans, Houwer & Eelen, 2002). Doklady o vhodnosti modelu sémantických sítí naopak předkládají studie, kde je cílem pojmenování cílového podnětu nebo lexikální rozhodování – v těchto studiích je kongruence mezi podněty irelevantní nebo ztrácí na významu (Eder, Leuthold, Rothermund & Schweinberger, 2011).

Úlohově relevantní primingové působení je silně závislé na pozornosti probanda k primingovému podnětu, oproti tomu má afektivní priming mnohem širší doklady o jeho vztahu s automatismy, což se manifestuje v primárně nepodmíněných procesech, které mohou relativně účinně působit na cílový podnět bez povědomí o hodnoticím záměru primingového materiálu (Hermans, Houwer & Eelen, 2001). V kontextu afektivních podnětů však není pro cílový podnět vždy nutné využívat experimentální úlohu, jelikož se jedná o podněty, které typicky pozornost zaujímají sami o sobě (Solberge, Rebe & Eckstein, 2013).

1.4 Teoretické podklady mechanismu primingu

V současné době existuje několik různých teorií snažících se objasnit mechanismus primingu. Dominantní teorií je teorie šířící se aktivace, která však z hlediska jejích východisek v rámci procesů spjatých s paměťovými procesy nedokáže saturovat všechna empirická zjištění o vlivu afektivního primingu. Z tohoto důvodu v následující kapitole představuji nástin těch nejrelevantnějších teorií, které postihují nejen zapojené mechanismy paměti, ale i vliv pozornosti.

1.4.1 Šířící se aktivace

Sémantický priming je dominantně vysvětlován principem šířící se aktivace (spreading activation), která je kánonem po několik desítek let (McNamara, 2005), a která předpokládá, že vlivem primingu se preaktivují koncepty nodů (mentálních reprezentací) vzájemně asociativně vázaných s cílovým podnětem. Prezentace primového slova tedy aktivuje nejen vlastní sémantický význam, ale i částečnou preaktivaci sémanticky příbuzných konceptů, což jako výsledek urychlí sémantické dekódování následného slova. Tímto se vysvětlují empirická zjištění, že reakční čas zpracování cílového slova je výrazně ovlivněn sémantickou příbuzností slov v rámci primingu a že příslušné procesy jsou více facilitovány slovem sémanticky příbuzným než slovem sémanticky nepříbuzným (Spruyt, Houwer & Hermans, 2009). Model šířící se aktivace (Collins & Loftus, 1975) se řadí mezi síťové modely paměti a ve svých teoretických premisách zakládá na syntaktické a obsahové spojitosti mezi paměťovými stopami, které v případě vybavení si paměťové stopy (jedné položky) vytváří související aktivaci její interní mentální reprezentace, která se dále šíří od aktivované položky na další příbuzné koncepty a zbytková aktivace akumulovaná v konceptu příbuzných slov facilituje

přístup k vybavení. Model šířící se aktivace je založen na paradigmatech procesů paměti (Collins & Loftus, 1975), mezi něž patří například premisa, že: 1. simultánně je zpracováván vždy jeden koncept, ale jeho aktivace se šíří na velké množství asociací, 2. v případě, že čím je více aktivovaných asociativních konceptů, jejich síla aktivace aritmeticky oslabuje, 3. šířící se aktivace oslabuje svou sílu v souvislosti se vzdáleností mezi koncepty, 4. síla aktivace roste v případě delší podnětové aktivace (prezentace podnětového stimulu), a 5. síla aktivace klesá s prodlužující se dobou od prezentace podnětu.

Model šířící se aktivace počítá s premisou, že intenzita aktivace nodů spojených s preaktivovaným primem je závislá na vzdálenosti podnětů na sémantické síti, díky čemuž slouží jako mimovědomé zaměření se na vzdálené podněty související s preaktivovanými informacemi (McKoon & Ratcliff, 1992). Složku intenzity v rámci šířící se aktivace dále rozvádí Andersonův model ACT v premise, že i vzdálené sémantické vztahy jsou aktivovány, aritmeticky ztrácí míru své aktivace (Anderson, 1983). Aktivace je extrémně rychlá, McNamara (2005) ve svém modelu odhaduje celkový čas aktivace sítě na méně než 50 ms a délku preaktivace nodu bez jeho zapojení do vědomé pozornosti na 400–500 ms (po vymizení podnětového zdroje aktivace). Alternativní teorie primingu se často také zakládají na specifických mechanismech pozornosti (a jejích funkcích), význam pozornosti je však stěžejní i pro teorie zakládající se na paměťových vztazích mezi reprezentacemi. Jako základní přístup k afektivnímu primingu lze vymezit tzv. variantu evaluativního afektivního primingu, kde je úlohovým zadáním hodnocení cílového podnětu (Sollberg, Rebe & Eckstein, 2013). Právě v rámci evaluativního primingu byl demonstrován význam kongruence valence mezi primingovým a cílovým podnětem na reakční čas (Scherer & Larsen, 2011). Stimul je během evaluativního primingu hodnocen v rámci jeho afektivní klasifikace (buď ve formě škál či kategorií emocí). Analýzy obvykle vycházejí z kombinace charakteristik stimulů nebo se vyhodnocují jako kongruentní či inkongruentní, podle toho, zda mají prime i target shodnou polaritu. Kongruentní afektivní primingový podnět činí afektivní stavy cílového podnětu snáze dostupné, čímž ovlivňuje proces zpracování i u sémanticky nevztahových podnětů (Janiszewski & Wyer, 2014).

Odlisný postoj zastává odpověďový přístup k primingu, kde vysvětlení spočívá v působení primingu na automatickou aktivaci odpovídající odpovědi, která je v případě kongruentního targetu správně připravena, a naopak nesprávně připravena v případě inkongruence mezi podněty. Konceptualizace evaluačního primingu je založena na tezi o předaktivaci evaluativně

(in)kongruentní cílové reakce v distributivní paměti založené na sémantických sítích nebo sémantickém vzorci (Eder, Leuthold, Rothermund & Schweinberger, 2011). Empirické výsledky ukázaly na snížení reakčního času potřebného pro ohodnocení cílového podnětu, pokud mu předcházela afektivně souhlasný primingový podnět, což ukázalo potenciální vliv afektivního primingu na rané automatické procesy (dle Goerlich et al., 2012), což je významným poznatkem pro perspektivu emocí a jejich závislosti na procesech vědomé pozornosti.

1.4.2 Teorie složených vodítek

Vhodnou teoretickou bází kognitivní složky primingu poskytuje též teorie složených vodítek (compound cues), vytvořená Ratcliffem a McKoonem v roce 1988. Tato teorie předpokládá souvislost primu a targetu pomocí aktivace tzv. složeného vodítka v krátkodobé paměti, které preaktivuje patřičné informace související s targetem v dlouhodobé paměti. Čím je spojení mezi slovy pro jedince běžnější, tím je target snáze vybavován z dlouhodobé paměti (Lucas, 2000). Model složených vodítek tedy oproti šířící se aktivaci nepočítá s principem primingu v rámci procesů dlouhodobé paměti, ale je chápán jako proces, který je součástí procesů krátkodobé paměti. Složené vodítko je tvořeno simultánním obsahem primu a targetu v krátkodobé paměti, který se manifestuje jako facilitátor procesu vybavení targetu z paměti dlouhodobé. Vztah vodítka s targetovým konceptem v dlouhodobé paměti je závislý na míře familiarity, což je pojem reprezentující sílu asociace mezi těmito dvěma koncepty (McKoon & Ratcliff, 1992).

Složená vodítka se stala konceptem, který je zahrnut do mnoha současných modelů paměti, kde slouží jako jeden z klíčových prvků vztahu mezi krátkodobou a dlouhodobou pamětí. Kritika této teorie vychází zejména z absence vysvětlovacího principu pro mediovaný priming, jelikož neobsahuje nastínění vztahu mezi sémanticky vzdálenými podněty s mnoha přepojeními mezi koncepty. Naopak oproti teorii šířící se aktivace má schopnost vysvětlit priming sémanticky nezávislého materiálu, jelikož priming chápe jako proces, v němž působí oba stimuly, prime i target jako součást vodítka v krátkodobé paměti, díky čemuž dochází k projevům primingových efektů i bez nutnosti vztahu (familiarity) mezi podněty. Toto je velmi důležitý podnět pro afektivní priming, který často nepracuje se sémantickou příbuzností. Podle autorů teorie složených vodítek však oba dva základní modely, tedy teorie šířící se aktivace i teorie

složených vodítek, mají potenciál vysvětlit principy automatických a strategických procesů v rámci primingu (McKoon & Ratcliff, 1992).

1.4.3 Mechanismus konfliktu mezi procesy

Pro objasnění principů afektivního primingu a jeho teoretických podkladů v teorii šířící se aktivace provedli Goerlich et al. (2012) sérii experimentů, které přinesly informace o možné spoluúčasti jiných procesů. Zejména modulace odpověďových podmínek ukázala, že další možné vysvětlení afektivního primingu spočívá v koncepci soupeření mezi odpověďmi (response competition), jež se podobá principu Stroopova experimentu, kde dochází k nesouladu mezi vnímaným afektivním nábojem stimulu a požadavkem úkolu na evaluativní kategorizaci, což ovlivňuje efekt afektivního primingu. Model konfliktu mezi stimuly předpokládá, že reakce odrážejí nesoulad prezentovaných podnětů v obsahu krátkodobého úložiště paměti (Schupp, Fläsch, Stockburger & Junghofer, 2006).

Model konkurence podnětů o zdroje ve vizuální kůře se testoval z hlediska využití prezentace afektivních primů a neafektivního podnětového materiálu. Nedávné studie založili interakci emocí a pozornosti z pohledu konkurence tím, že současně prezentovaly afektivní podněty a neafektivní úlohy. Goerlich et al. (2012) využili modulaci úlohy hodnocení cílového podnětu tak, aby ovlivňovala případné vysvětlení na základě šířící se aktivace či konfliktu mezi stimuly. Zmiňované experimenty využívaly primové podněty ve formě hudby a vizuálně prezentovaná emoční slova a zkoumal se efekt na zpracování slov s pozitivní nebo negativní pozodí (všechny podněty se kategorizovaly na základě úrovně valence). Zatímco první experiment využíval standardní afektivní evaluaci valence, aby jeho principy bylo možné přičíst jak působení šířící se aktivace, tak konfliktu mezi stimuly, druhý experiment vyžadoval hodnocení cílových podnětů v neafektivních charakteristikách, což omezovalo vliv vysvětlení pomocí konfliktu mezi procesy. Tato data se interpretovala z hlediska experimentální soutěže vizuální pozornosti o zdroje, a to za předpokladu, že emoční a kognitivně evaluační procesy soutěží o zpracování zdrojů ve zrakové kůře. Z pohledu motivované pozornosti má emocionální vodítko (prime) potenciál ovlivňovat zdroje a automaticky vyvolávat pozornost. Z tohoto pohledu by měly primy čerpat z limitovaného potenciálu zdrojů aktivace, což ovlivňuje proces následného zpracování targetu (Schupp, Fleisch, Stockburger & Junghofer, 2006). Tento závěr potvrdilo také několik dalších studií, které předložily závěry, že afektivně kongruentní primingové

a cílové podněty se projevují v evaluaci afektivních charakteristik, ale nikoliv v dalších sémantických úlohách. Toto odporuje principu sémantických explanací primingu, kde má docházet k primingovému efektu bez ohledu na úlohovou relevanci a podporuje spíše relevanci principu konfliktu mezi podněty. Předpokládá se tedy, že jak paměťové asociační procesy reprezentované dominantní teorií šířící se aktivace, tak konflikt v rámci pozornosti se spolupodílí na efektu afektivního primingu (Edea, Leuthold, Rothermund & Schweinberger, 2011), kdy je zastoupení jednotlivých explanací možné ovlivňovat experimentálními variacemi.

V experimentu Goerlich et al. (2012) prokázal vliv inkongruence valence na ERP komponenty, k čemuž nedošlo v případě, že místo afektivní kategorizace probíhala identifikace cílového podnětu na základě sémantické kategorie. Vzhledem ke konkurenci mentálních obsahů určených ke zpracování kontrolou pozornosti tak lze uvažovat, že jsou vzájemně nezávislé a mohou soutěžit o zdroje pozornosti (Schupp, Fläsch, Stockburger & Junghofer, 2006). Naopak Bermeitinger (2014) se přiklání k tezi, že evaluační procesy mohou být aktivovány i když účastníci nemají výslovný cíl vyhodnotit podněty ve svém prostředí, a že tedy nelze oddělit paměťové procesy a postavit vysvětlení primingu čistě na konfliktu podnětů o zdroje pozornosti. V současnosti se však výzkumníci stále více přiklánějí k vysvětlení afektivního primingu pomocí konfliktu v odpověďové fázi spíše než jejich ve spojitosti se sémantickými koncepty. V souvislosti s touto teorií se afektivní priming chápe jako automatický spouštěč příklonu k odpovědi korespondující k jeho valenčnímu náboji (tzn. nekonfliktní podmínce), což se projevuje ve facilitaci cílových podnětů o kongruentní valenci s primem, a naopak o inhibici v případě nekongruence ve valenci (Goerlich et al., 2012).

1.5 Faktory ovlivňující efekt primingu

V případě primingu hraje významnou roli nejen délka jednotlivých podnětů, ale též celková délka úseku mezi počátkem prezentace prvního a druhého podnětu, kdy se tato hodnota nazývá asynchronie začátků stimulů (**SOA**, Stimulus onset asynchrony) – v případě primingového ERP paradigmatu tedy interval od počátku primingového působení až po moment zobrazení cílového podnětu, což je moment, který je začátkem analyzovaného evokovaného potenciálu (Wylie & Allport, 2000). Význam v časové složce hraje také mezistimulový interval (**ISI**; Interstimulus interval), tedy doba mezery mezi koncem primu a začátkem targetu který ovlivňuje reakční časy a velikosti efektu. V rámci výzkumů sémantického primingu se manipulace s ISI využívá relativně často jako metodologické proměnné variující náklady pozornosti a přístupnosti vědomí.

Existují doklady o prioritě krátkodobého působení efektu primingu afektivním materiálem, který se pohybuje v ideální podobě na úrovni mezistimulového intervalu (ITI) 100 ms a celkového SOA 300 ms (Hinojosa et al., 2009). Výzkum za využití delší SOA vytvořili Kazanas a Altarriba (2016), kde v rámci sémantického primingu za využití vztahových slov v rámci jejich rozdělení, dle vysoké a nízké valence užili SOA 1000 ms a srovnávali se svým předchozím výzkumem se SOA 250 ms. Dle délky SOA nezjistili rozdílné vlivy prostého efektu primingu valencí na reakční čas sémantických úloh (mimo zkrácení primingového vlivu na negativně zabarvená cílová slova), což generalizují jako relativní nezávislost efektu primingu emočního materiálu na délce SOA. V rámci dlouhého SOA byly efekty primingu signifikantní ve všech vnitrosubjektových valenčních podmínkách, kdy byl zjištěn rozdíl v reakčním čase zejména v rámci pozitivních afektivních charakteristik primingového podnětu (+71 ms) oproti negativním afektivním charakteristikám primingu (+45 ms). V opozici k tomuto zjištění však v případě dominantního sémantického faktoru může déletrvající prezentace vést k určitému rozředění úvodního podnětového působení (Murphy & Zajonc, 1993). Jiang et al. (2016) dokládají, že již SOA o rozsahu 500 ms nedosahuje signifikantního vlivu valenčního primingu na cílové vizuálně prezentované slovní podněty oproti průkaznému vlivu SOA 50 ms. Vysoká délka prezentace primového podnětu (v kontextu vysokého SOA) může zajistit dostatek času na vědomé zpracování primu, a tak zajistit nezávislost cílového podnětu, který je možno strategicky hodnotit bez intervenujícího vlivu. Autoři tak shrnují podněty k redukci délky SOA, přičemž konstatují, že vliv afektivního primingu při dlouhém SOA může být zachován pouze při vědomé orientaci na afektivní charakteristiku primového podnětu. V rámci opakované

sériové prezentace podnětových slov po 500ms se v případě kongruence primingu zrychlila reakční doba proti inkongruence, což vedlo k tzv. asimilačnímu efektu. V případě, že došlo k prodloužení primingového podnětu z na interval 2000 ms, usnadnění reakčního času se obrátilo ve prospěch neidentického primingového a cílového slova, tedy tzv. kontrastního efektu (Irwin, Huber & Winkielman, 2010).

Ve své metaanalýze dospěl Altmann (2004) k sumarizaci vlivu délky stimulus onset asynchrony, kdy manipulace se SOA dokazuje, že sériová prezentace podnětů může být zdrojem inhibice kognitivních procesů zpracovávajících druhý podnět, a to jako další kognitivní obsah, vyžadující volné úsilí pro přepínání pozornosti mezi jednotlivými stimuly. Přináší tak zjištění, že může naopak tento proces facilitovat jakožto přípravu a vodítka k řešení úloze, což se projevuje zejména v případě SOA okolo 500 ms. Altmann (2004) zde shrnuje závěry potvrzující negativní korelaci mezi dobou SOA a náklady pozornosti na přepnutí mezi podněty. To definuje jako míru vlivu vodítka na facilitaci neurálních procesů potřebných pro řešení úlohy za přispění repetitivního primingového působení předchozích úkolů. Tento efekt ovšem může v případě velmi dlouhého SOA zcela vymizet. Na základě toho metastudie Hermans, Houwer a Eelen (2001) představuje na jedné straně jak závěry poukazující na primingový efekt patrný v době kratší jak 300 ms (150 ms), tak na zjištění ideálního rozsahu SOA působícího v době mezi 300–1000 ms, nicméně s vědomím, že se již nejedná o automatické mimovolné procesy, ale již o vědomě kontrolované procesy zpracování vztahů mezi primingem a podnětem. Zejména SOA v délce 300 ms je standardní expozicí, a to především v kontextu, kdy se jedná o konec aktivační křivky sensorického zpracování a počátek evaluace podnětu. V této délce SOA je již dostatečně aktivováno asociační hodnocení, které se podílí na facilitaci kongruentních a inhibici inkongruentních procesů. Naopak prezentace se SOA 1000 ms a více, je považována za příliš pozdní na primingové ovlivnění facilitace reakcí. Krátký interval SOA 150 ms je taktéž významný, ale využitelný primárně v rámci subliminárního primingu a zároveň v kontextu výzkumu pozornostních nákladů na přepínání (switch cost), založených na přesouvání pozornosti mezi dvěma a více konkurujícími si podněty. Stěžejními výzkumnými tématy analýzy SOA je tedy také vztah percepčního a paměťového kódování, které je však obvykle zahrnuto pod celkovými náklady na přepínání. Současně snížení nákladů na přepnutí může být pouze sekundární efekt na pozadí proaktivní interference mezi jednotlivými obsahy, přestože se neprojevuje jeho souvislost s experimentální manipulací s délkou SOA (Wylie & Allport, 2000).

Hajcak a Olvet (2008) zkoumali přesah pozdních procesů zpracování vizuálních podnětů do aktivity po skončení prezentace podnětu. Ve svém experimentu využívají podněty variované dle valence, mezi kterými nacházejí rozdíly v pozdní aktivaci od latence 400 ms až po dokončení prezentace v 2 000 ms. Po ukončení prezentace podnětu se však nacházely signifikantní rozdíly mezi podmínkami ještě 1 000 ms, konkrétně 800 ms v rámci rozdílu mezi pozitivním stimulem a neutrálním materiálem, a 1 000 ms mezi negativním a neutrálním stimulem. Efekt setrvání pozdní aktivace byl nalezen také v případě rychlé sériové prezentace podnětů (120–333 ms), kde byl efekt patrný ještě 300 ms po skončení (nicméně v případě takové rychlé prezentace nelze efekt setrvání oddělit od samotného rozvoje procesů pozdní pozitivní křivky evokovaných potenciálů).

2 Afektivní procesy

Afektivní procesy je označení pro jednu ze základních psychických funkcí, která slouží pro hodnocení podnětů dle jejich afektivní povahy (Spruyt, Houwer & Hermans, 2009). Jedná se o evoluční mechanismus poskytující adaptivní motivační reakce na příležitosti a hrozby prostředí (LeDoux, 2000). Komplexní definici afektivních procesů popsal Barrett (2011, s. 564, vlastní překlad) jako „integraci sensorických informací z externího prostředí spolu s homeostatickými a interoceptivními informacemi z vnitřního prostředí pro tvorbu mentálních stavů, které jsou využívány k zabezpečení orientace v prostředí, předvídání odměn a hrozeb, přátel a nepřátel“. Afektivní procesy jsou tedy komplexní systém reakcí, které se skládají z jednotlivých subprocesů, jež zahrnují 1. přijetí podnětu, 2. rozpoznání jeho významu, 3. porozumění, 4. generalizaci a 5. expresi (Tao & Tan, 2008). Pojem afektivní procesy se v českém prostředí využívá zejména jako nadřazená kategorie jevů, jež zahrnuje emoce, nálady, afektivní rysy, dispoziční stavy či emoční epizody (Stuchlíková, 2007), v tomto případě je cílovým afektivním procesem vizuální percepce normativních emocionálních podnětů.

V současnosti lze nalézt mnohé empirické doklady kladoucí afektivní procesy na privilegované místo percepčního procesu, jelikož afektivní stimuly významně působí nezávisle na relevantní vůči aktuálnímu záměru jedince a afektivní informace interferuje s neafektivním úkolem mnohem více, než neafektivní informace interferuje s afektivní úlohou (Reeck & Egner, 2011). Na význam afektivních procesů lze již dlouhou dobu nahlížet ze dvou pozic. Jednak že afektivní reakce se projevuje jako prvotní nezávislý proces následující vstup podnětu do sensorické recepce, což obhajoval již zakladatel psychologie Wilhelm Wundt (1907, cit. dle Zajonc, 1980), který prosazoval tezi, že afekty vždy předcházejí kognici. Další teorie zdůrazňují kognitivní činnost jako nedílnou součást všech fází afektivních procesů a zdůrazňují význam afektivních informačních procesů, které ovlivňují jedincovi reakce a tím se podílejí na kontextuální modelaci chování (Tao & Tan, 2008). Afektivní primárnost zdůrazňuje Zajonc (1980), který vytvořil fázový model, v němž se počitek vždy nejprve zpracovává evolučně staršími afektivními procesy, které jsou automatickými mechanismy. Až poté dochází ke zpracování evolučně novějšími a flexibilnějšími kognitivními procesy, jež omezují autonomii afektivních procesů kontrolou odpověďových reakcí. Porozumění podnětu ovlivňuje do velké míry zhodnocení významnosti stimulu a následné reakce modulující chování. Afektivní aktivace se mohou vyskytovat nezávisle na přítomnosti hodnotícího záměru a nezávisle na povědomí o podněcovacím podnětu (dle Spruyt, Hermans & Houwer,

2002). Výjimečné místo mezi kognitivními procesy v procesu percepce zaujímá pozornost, která primárně slouží k řešení distribuce pozornosti mezi více zdroji podnětů (Luck & Kappeman, 2012). Ta také poskytuje informace o tom, zda některé objekty obsahují relevantní znaky a vytváří energetický potenciál (pracovní pozornost) pro zaměření se na cílový objekt. Určité aspekty selektivní pozornosti mohou být ovlivněny afektivní signifikancí percepčních vstupů a podílet se na ovlivňování příslušných procesů.

2.1 Afektivní působení primingu

Principem afektivního primingu je schopnost přenosu jednotlivých afektivních charakteristik mezi objekty, na něž jedinec reaguje. Realizované experimenty však nejčastěji zkoumají účinek primingu na zadanou úlohu, což je primárně kognitivní proces založený na souběhu mnoha dílčích psychických procesů, které na sebe navazují a vzájemně se překrývají. Jako zkoumaná proměnná jim obvykle slouží kognitivní úloha vyjádřená v reakčním čase a fyziologických či evaluativních změnách. Na rozdíl od jiných výzkumů zde však není závislou proměnou kognitivní úloha, ale jedná se primingový výzkum pasivní vizuální percepce s možností afektivně reagovat na cílový podnět a tím prožít mediálně elicitovanou emoci, která je zaznamenávána skrz její projev v neurální aktivitě přímo na úrovni změn v percepčním zpracování. Protože EEG ERP výzkum mluví o jednotlivých komponentech projevujících se v jejich spojitosti se základními kognitivními procesy selektivní pozornosti a pracovní paměti, jejich aktivace při působení elicitacních podnětů je důležitá pro porozumění podstatě afektivních procesů. Vuilleumier (2005) zdůrazňuje význam mechanismů selekce, které simultánně spolupracují během percepčního procesu a spolupracují s reprezentacemi vyššího stupně a mechanismy exekutivních funkcí. Analýza vizuálních evokovaných potenciálů (ERP) přináší možnost prozkoumat chronometrii afektivních procesů reagujících na vizuální stimulaci pomocí emočně elicitacního materiálu ve vztahu k působení arousalu. Afektivní priming je sice technika přinášející velmi významné informace o chronometrii procesů afektivní percepce, jeho význam pro vědeckou obec však snižuje jeho transfer do emočních teorií. Afektivní primingový výzkum trpí problémem, že se díky názvosloví nedokáže metodologicky sjednotit a podat přesný popis zkoumaných procesů. Afektivní priming tak není jednoznačný v objektu vlastního zkoumání oproti behaviorálním výzkumům, kde běžně mluví o výzkumu emocí. Proces afektivního primingu lze totiž rozdělit do základních procesů – jedním je základní reakce na primingové a cílové podněty,

což odpovídá definici emocí jako konkrétní reakce na stimul. O emoční elicitaci se navíc mluví v behaviorálních výzkumech relativně často, a přestože afektivní priming často využívá shodné podněty, slovu emoce se vyhýbá. Vzhledem k tomu, že se pojmosloví překrývá, budu nadále referovat o emocích v kontextu automatických procesů, které se psychologové snaží nějakým způsobem konceptualizovat, aby objevili jejich místo (a funkci) v rámci duševního života člověka. V ERP výzkumu se s pojmem emoce můžeme setkat zejména ve výzkumu percepce obličejových výrazů, kdy obličejové výrazy byly klíčovými primingovými materiálem už u Murphyho a Zajonce (1993). Tito autoři ve své stěžejní práci užívají pozitivní a negativní primingové působení (šťastné a hněvivé tváře), přesto zdůrazňují že afektivní procesy v sobě zahrnují participaci kognice a prakticky všechny kognitivní procesy v sobě zahrnují určité afektivní kvality. Tudíž v rámci jejich výzkumů afektivních procesy operacionalizují jako mechanismy transformace sensorického vstupu pomocí funkcí rozpoznání, identifikace, kategorizace a rozhodnutí k psychofyzické reakci. Vlastní afektivní procesy jsou výrazem preference jednotlivých reakčních úsudků, avšak oddělení afektivních procesů od kognice je laboratorně nemožné až do dnes a lze se převážně setkat pouze s operacionalizací afektivního primingu na základě jeho efektů, nikoliv definicí v kontextu emočně-afektivních teorií.

Priming není souběžným vlivem, ale přeneseným vlivem mezi podněty. Pokud bychom souběžně prezentovali dva podněty (což je často zkoumáno jako multimodální interakce), má zde zásadní význam proces konfliktu, a to jak pozornosti, tak emočních reakcí. V případě primingu se nejedná o dvě souběžné reakce, ale o návaznost. Avšak lze naznačovat i možnou existenci kontinuálního procesu lidské afektivity, kdy tento „afektivní proud“ funguje jako základní složka afektivních procesů a do vědomí proniká jako interpretované figury reprezentující synchronizaci jednotlivých komponent emocí a nálad (Šolcová-Poláčková, 2018). Přínosná je též Damasiova (2003) konceptualizace emocí na pozadí, které chápe jako důsledek interakce základních regulačních funkcí a které je neustálým proměnlivým výsledkem kombinace mnoha procesů interocepce, potřeb i hodnocení. Právě emoce na pozadí vytvářejí podklad, který můžeme hodnotit v případě, že chceme vyjádřit náš emocionální stav bytí. Efekt primingu však ve své podstatě spočívá ve schopnosti přenosu vlivu prvního podnětu do podnětu druhého. V souladu s tímto přesvědčením tak lze mluvit o afektu v širším smyslu primingové modulace, která ovlivňuje určitý afektivní stav jedince, jež slouží jako přirozené pozadí a na němž se reakce na afektivní materiál manifestuje.

Ve výzkumu afektivního primingu se lze setkat s extenzivním užíváním pojmu afekty, které jsou považovány za emoční komponentu (Russel, 2009) nebo jsou chápány jako nadřazená kategorie, která zahrnuje jakýkoliv valenčně ovlivněný stav (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). Jeho využití v českém jazyce je však poněkud sporné, protože v souladu s českou tradicí tento pojem označuje afektivní stav vysoké intenzity a krátkého chování, který je obvykle spojen s behaviorální inhibicí. Přestože dnes existuje snaha sloučit české názvosloví s obecným územ, stále je i mezi psychology vžitý tento význam. Vhodné vymezení lze nalézt v práci Šolcové-Poláčkové (2018), která se zabývá překryvem afektu a emocí a která o afekt zmiňuje jako evaluační proces, který je přítomný neustále a nemusí nutně reagovat na konkrétní „něco“. Emoce jsou totiž označení pro širší kategorii jevů, které mimo afektu obsahují také obsahují fyziologické reakce a behaviorální tendence, které jsou součástí mnoha výzkumů využívajících shodný afektivní materiál. Právě pojem emoce sloužící pro popis pozitivitu/negativitu vnitřního světa aktéra je „tím, co o nich lidé říkají, že jsou“ (Frijda et al., 1995, cit. dle Scherer, 2005) a mohou nejnáze charakterizovat experimentální úlohu pasivní percepce podnětového materiálu.

Rozbor základních českých definic pojem emoce označuje jako „procesy hodnocení podnětů a situací z hlediska jejich převážně subjektivního významu“ (Nakonečný, 2003, s.178), jako „velmi komplexní jevy, jejichž charakteristickým rysem je jejich velká citlivost a proměnlivost“ (Stuchlíková, 2007, s.11) a jako specifickou „jednotu tělesných změn a cítění“ (Vysekalová, 2014, s.14). Emoce jsou neoddělitelně spojeny s procesem myšlení a vycházejí z průběhu percepce a příslušného zhodnocení změn ve vnějším prostředí, které jsou vůči jedinci relevantní (Ellsworth, 2013). Významné místo má v afektivních teoriích tzv. afektivní stav, který se řadí v afektivních procesech na místo mezi afektivní rekognici a afektivní porozumění a jenž je charakterizován jako psychický obsah (pocit) tohoto do velké míry zautomatizovaného procesu (Tao & Tan, 2008). Emoční reprezentace je jev, do něž vstupují projevy mnoha podkladových neurálních komponent (Moors, Ellswort, Scherer & Frijda, 2013). Emoční teorie mají jako konkurenční pojem pocity, jejichž odlišení od emocí prosazují některé přístupy. Zatímco emoce jsou dle Arnoldové (1960, cit. dle Reisenzeina, 2006) reakcemi na objekty či situace, pocity jsou reakcemi na subjektivní zkušenosti. Podle Damasia (2001) jsou pocity mentální reprezentací fyziologických změn charakterizujících emoce. Zatímco emoce jsou automatické reakce, pocity poskytují mentální upozornění. Oproti emocím jsou mnohem subjektivnější, čímž jsou také méně přístupné vědeckému bádání, avšak mají potenciál ovlivňovat reakci vzhledem k předchozím zkušenostem či očekávání.

Význam složky arousalu zdůrazňuje Slaměník (2011, s. 9), který emoce vymezuje jako „integrální součást psychických jevů, který většinou sestává ze čtyř komponent“, kterými jsou „1. podnětová situace, která vyvolává emoční reakci; 2. vědomý prožitek v zásadě pozitivního nebo negativního ladění; 3. tělesný stav fyziologické arousalu (aktivace), navozeného autonomním nervovým systémem a žlázami s vnitřní sekrecí a 4. chování, které je emocí vyvoláno“. Právě arousal a jeho význam v teoriích emocí je základem psychologické stránky práce. Arousal je přítomen vždy když má afektivní podnět zaujmout pozornost, ať už je příčinou základní emoce, aktivační složkou afektů nebo ať se jedná o emergenci pocitu elicitovanou podnětem. Arousal je možné chápat jako motivační význam percepce, který je evolučně zdůrazňován pro únikové (avoidance) chování. Vlastní výzkum zkoumá vztahy mezi arousalem primingového i cílového podnětu a projevy rozdílů v ERP komponentách. Pro práci je důležité představit jednotlivé různorodé přístupy afektivních teorií zobrazující strukturu těchto procesů, protože chronometrie afektivních procesů je založena na experimentálních rozdílech v aktivaci, které je nutno vymezit nejen na základě monitorování pozornosti, ale i v kontextu psychologických teorií. Pojem emoce je využit jako základní označení fenoménu reakcí v procesu podnětové elicitace. Nastínění základních teorií emocí je pro práci významné z hlediska načrtnutí teoretických vztahů mezi jednotlivými složkami emocí, jejichž působení může ovlivňovat konkrétní fáze evokovaných potenciálů.

Za základ afektivně podmíněných procesů považována bimotovační struktura reakcí, konceptualizovaná v systému apetitivního a defenzivního chování, jejichž vybuzení je závislé na intenzitě reakce vůči spouštěči (Ellsworth, 2013). Oba systémy se zakládají na specifických neurálních okruzích ve formě struktur a drah mediujících specifické somatické a autonomní reakce na emocionální vodítka a vzorce a mají psycho-fyziologický podklad v rámci pozornosti, která slouží pro orientaci v prostředí a a behaviorálních reakcí kardiovaskulárních, posturických, myogenních a kortikálních reakcí jako odpovědí na možné pobídky a ohrožení. Defenzivní systém je založen na reakci přerušování činnosti, útěku nebo útočné reakci, zatímco apetitivní systém zabezpečuje zajištění potravy, reprodukce a péči o blízké (Bradley, Codispoti, Cuthbert & Lang, 2001). V kontextu motivace slouží diverzita základních emocí evolučně vytvořené taktice reakce na příslušný kontext stimulace. Funkce emocí zmiňuje Scherer (2005) jako součinnost minimálně pěti subsystémů organismu, které

jsou reakcemi organismu na hodnocení vnějšího nebo vnitřního stimulu v souladu s jeho relevancí vůči organismu a které se na 1. funkci evaluace objektů, kterou nazývá kognitivní komponentou (appraisal), 2. funkci regulace organismu s podkladem v neurofyziologických odezvách neuroendokrinního systému, tzv. neurofyziologickou komponentou, 3. funkci akční a direktivní jakožto motivační komponentou, 4. motoricky expresivní komponentu zajišťující behaviorální změny a konečně i 5. emocionální komponentu, kterou charakterizuje jako monitorování vnitřního stavu a interakci s vnějším prostředím. Ve výzkumu emocí však stále existuje mnoho nezodpovězených otázek, jejichž výčet předkládá Russel (2003), který polemizuje nad tím, zda je emoce vhodné konceptualizovat spíše jako specifické nastavení mozku, akční tendence, reflexivní prostředky, postojové podklady, kognitivní struktury, motivy nebo jako pocity? Táže se, zda jsou to afektivní procesy biologicky fixně nastavené nebo zda to jsou naučené strategické mechanismy? Zda je emoce vhodné charakterizovat jako oddělené emoční kategorie nebo bipolární dimenze a zda jsou afektivní procesy svou podstatou kognitivní, prekognitivní nebo postkognitivní? Afektivní priming může přinést významná empirická zjištění, které poslouží pro možná vytvoření ucelenější podobě základních afektivních mechanismů. Tento výzkum vychází z výzkumu afektivní vizuální percepce, kdy se práce zabývá chronometrií afektivních procesů, které byly reakcemi na experimentální podmínky variované na základě afektivní charakteristiky arousalu. Koncept arousalu je uznávaný napříč přístupy, ať již figuruje jako složka intenzity vytvářející odvozené emoce pro teorie základních emocí, nebo se jedná podle konstruktivistických teorií o základní dimenzi vybuzení, která umožňuje spolu s další(mi) afektivními dimenzemi vytvářet cílový stav. Tato afektivní charakteristika však je ve své dimenzionální interakci s valencí v současných podnětových databázích často reprezentována nevhodným zastoupením podnětů a díky tomu bylo využito polární kategorizace - na jedné straně vysokoarousalově negativní a na druhé nízkoarousalově pozitivní. Význam arousalu se zde projevuje jako přirozená defenzivní tendenci organismu k pohybu (e/motion) vyvolaném percepcí převážně negativních, tedy ohrožujících, podnětů. Arousal je méně frekventovaná oblast proti valenci, ale jeho výzkum v posledních letech vzrůstá vzhledem k jeho významu jako základní složky afektivních procesů napříč jednotlivými teoriemi. Vybuzení podněcuje intenzitu reakce, která v případě afektivního primingu předchází zpracování cílové vizuální percepce, moduluje podobu neurálních korelátů evokovaných potenciálů a jejich psychických interpretací.

2.3 Emocionální teorie

2.3.1 Teorie bazálních emocí

Za základní pohled na emoční zkušenost člověka bývají považovány tzv. bazální emoce. Jedná se o přístup uznávající emoce jako separátní a vzájemně nezávislé, přičemž jeho tradice se datuje až k významným vědcům 19. století, kterými byli například Herbert Spencer, Charles Darwin a William McDougal (dle Barrett, 2007). Tyto prototypické teorie označují emoci jako specifický duševní stav a zabývají se právě vymezením těchto stavů, jejich popsáním a typologizací (Slaměník, 2011). Podle Damasia (1994) jsou primární emoce základní afektivní jevy, které jsou vrozené a do určité míry instinktivní. Pro jejich vybuzení není nutné kategorizovat objekt, který pro jedince znamená evolučně podmíněnou hrozbu nebo příležitost, ale stačí rozpoznání klíčového znaku.

Přístup založený na základních emocích vychází z premisy, že každá emoce je oddělená podle své evoluční adaptativní funkce. Každá jednotlivá emoce vede k určitému cíli, mají motivační tendence a způsob utvoření, průběh a modifikaci jedincova stavu k objektu emoce. Koncept separátních emocí pracuje s myšlenkou, že se jedná o automatizované reakce na zásadní životní úlohy a že emoce nás připravují, abychom se vypořádali s danou situací bez nutnosti přemýšlet o tom, co máme dělat. Emoce jsou tedy automatické hodnotící mechanismy, které neustále monitorují svět okolo nás a zjišťují, zda se neděje něco důležitého pro naše blaho nebo přežití (Ekman, 2015). Každá základní emoce tak umožňuje stanovit si směr spojený s našimi cíli, což se reprezentuje zejména v kontextu teorie diskrétních emocí, kterou předkládá Izard, Ackerman, Schoff a Fine (2000) jako tezi o tom, že každá základní/diskrétní emoce je evolučně biologicky strukturovaný sebeorganizační systém, který participuje na koherentním souboru vzorců emočních interakcí. Emoce jsou zde chápány jako nekognitivní procesy, které ale poskytují vodítka, jež mohou ovlivňovat percepční i kognitivní procesy stejně jako akční tendence. Souvislost základních emocí a fyziologických změn shrnuje Ekman a Cordano (2011) v rámci zvýšení krevního tlaku horní části těla v případě hněvu jakožto přípravy k boji a zvýšené prokrvení dolních končetin v rámci strachu pro zlepšení útekové reakce. Pozitivní emoce štěstí vede k vyplavování hormonů, které mají tlumící účinek negativních emocí. Překvapení vede k prudkému nadechnutí jakožto přípravě na jakoukoliv možnou reakci a znechucení je spouštěčem dávicího reflexu a vede k zamezení přísunu vzduchu k našim čichovým buňkám.

Univerzálnost základních emocí je dokládána zejména v souladu s interkulturní homogenitou jejich faciální exprese, na což poukázal již Darwin (1872) v díle *The Expression of Emotions in Man and Animals*. Výzkum základních emocí často vychází právě ze zaznamenávání faciálních či fyziologických reakcí na podněty elicitující jednotlivé emoce (Ekman & Cordano, 2011). Dodnes je koncepce základních emocí jedním ze stěžejních východisek pro afektivní výzkum, který se zaměřuje na identifikaci rozdílů při percepci faciálních expresí a odvozené rekognici emocí z obličejových pohybů. Ekman (2015) dokládá závěry výzkumu, kdy provedl na souboru videozáznamů nativních kmenů z Papuy Nové Guineje identifikaci základních emocí, které nebyly ovlivněny kulturní odlišností. V dalším výzkumu nechal identifikovat samotné nativní kmeny situaci příslušnou předkládaným fotografiím faciálních expresí základních emocí, přičemž ti ji identifikovali adekvátně i v případě, že samotný kmen neměl pro příslušnou emoci lingvistický výraz.

Teorie diskrétních emocí obecně uznává i možnost komplexnějších emočních stavů, které vycházejí právě z konceptu základních emocí. Podoba a princip sekundární emoce je námětem mnoha emočních teorií, soudí se o jejich původu v kombinaci primárních emočních procesů, kdy lze například tvrdit, že láska je směsí akceptance a radosti, nicméně tato teorie již neposkytuje jasný mechanismus a je spíše určitou metaforou obhajující extenzi diskrétních emocí na specifické situace (Ellsworth, 2013). Protože mechanismus primárních emocí nedokáže pokrýt celé spektrum emočního chování, Damasio (1994) prezentuje také koncept sekundárních emocí, které jsou dle něj specifické zejména v ohledu, že sekundární emoce jako procesy vznikají na vědomé úrovni, na základě mentálních obrazů, jež reflektují současnou situaci a její důsledky v procesech kategorizace a hodnocení, které je podmíněno sociálně a subjektivně.

Teorii emocí, která stojí za zmínku v souvislosti s jejím významem vůči aktivaci, vytvořil Tomkins. V jeho modelu je stěžejní komponentou takzvaná hustota stimulace, kterou označuje jako míru neurální aktivity (arousal), která vytváří v rámci svého kontinua jednotlivé poměrně odlišné afektivní stavy (Tomkins, 1981). Teorie primárních emocí má, dle Ellswortha (2013) potenciál být relevantní pro běžnou lidskou zkušenost, nicméně pak je vhodné přijmout její rozšíření o parametr intenzity. Tento krok provedl Plutchik ve své Psychoevoluční teorii emocí (Plutchik, 1997), kde základní emoce řadí do tzv. cirkumplexu, kdy předkládá základních osm bipolárních emocí: radost–smutek, hněv–strach, přijetí–odpor a překvapení–očekávání, které se na základě stupně jejich intenzity proměňuje od emocionálního minima po emocionální

maximum na úrovni, které lze označit na kontinuu (např. obava → strach → panika). Pro svou teorii vytvořil deset základních postulátů, z nichž nejvýznamnější jsou teze, že primární emoce jsou hypotetické konstrukty či idealizované stavy, které mohou být konceptualizovány v systému polárních opozit, a sekundární emoce jsou smíšené stavy, tedy kombinace nebo sloučenina základních emocí, jež je variována na základě jejich intenzity, respektive úrovně arousalu. Plutchik ve své teorii (dle Nakonečného, 2000) přikládá emocím mimovědomou intenci, kdy kognitivní zhodnocení vede k fyziologické reakci a citovému stavu, který je identifikován a vede k patřičné reakci. Avšak jeho teorie vychází z postulátu, že lidé mají málo vzhledu do svých fyziologických stavů vzrušení, a tudíž kognitivní zhodnocení u primárních emocí probíhá automaticky.

Teoreticky vycházejí přístupy uznávající základní emoce z tendencí lokalizovat tyto diskrétní emoce do specifických separátních mozkových center, která vykazují konzistenci v čase, a každá základní emoce má svůj vlastní specifický neurální vzorec (Wyczesany & Ligeza, 2014). Tento přístup předpokládá existenci diskrétních stavů emocí, které jsou tvořeny specifickými a separátními mozkovými centry. Neuropsychologický pohled na platnost teorie základních emocí vyžaduje doklady, že mohou být afektivní stavy smysluplně seskupeny do diskrétních psychologických kategorií a že je možné charakterizovat jejich neurální podpis (Lang & Bradley, 2007). Vychází z premisy konzistence, kdy jsou patřičné mozkové regiony zahrnuty při každém projevu dané emoce a premisy specificity, kde má každá základní emoce unikátní neurální vzorec (Wyczesany & Ligeza, 2014). Studie využívající ERP sice objevily některé pravidelnosti spjaté s neurálními koreláty základních emocí, zejména pro studium strachu, ale naopak často dokládají významný vliv subjektivních procesů spjatých s evaluačními strategiemi a přehodnocováním získaných informací. Toto je významný argument pro kritiku teorie základních emocí je jejich neprůkaznost konzistence aktivace patřičných mozkových struktur (Barrett, 2011) Výzkumy podporující diskrétní popis emocí vyšly z neuropsychologických studií u pacientů s fokálním poškozením mozku, a to zejména amygdaly či orbitofrontálního kortexu. Výsledky neurovědních výzkumů využívajících fMRI a PET však poskytují jen dílčí výsledky podporující existenci diskrétních a nepřekrývajících se neurálních korelací pro základní emoce (Rozenkratz, Olofsson & Polich, 2008). Obecně se vědecká obec spíše přiklání k falzifikaci teze, že diskrétní kategorie emocí mohou být konzistentně a specificky lokalizovány v různých oblastech mozku.

2.3.2 Konstrukcionistické teorie emocí

Konstruktivistický přístup se ve spojitosti s emocemi zakládá na dvou základních premisách, předkládajících, že emoce nejsou separátní a nezávislé procesy, ale že se jedná o vysoce variabilní stavy. Alternativní explanaci v souladu s tímto odmítáním základních emocí předkládají Barrettová a Russell, kteří prosazují uznání konstruktivistického pohledu na emoce, zaštiťujícího přístupy, kde jsou emoce konstruktem vytvořeným nelineární a paralelní souhrou dílčích procesů (Barrett, 2011). V současné době je však stále významným teoretickým paradigmatem, které odmítá primární emoce jako základní kameny afektivních procesů se svými specifickými mechanismy. Konstrukcionistický přístup ke studiu emocí je možné datovat již k Williamu Jamesovi a Wilhemu Wundtovi, kteří kritizovali tehdejší snahu o nalezení základních mentálních prvků. Tito teoretici nepředpokládali, že základní emoce existují jako samostatné tělesné a mentální stavy, ale že se jedná o označení stavů, které jsou koreláty emočních výrazů v přirozeném jazyce v souvislosti se sociálně a subjektivně interpretovanými situacemi. Toto předkládá závěry, že emoce nejsou základní složkou lidské afektivity, ale že jsou konstruovány z mnohem základnějších dílčích procesů (Barrett, 2011).

Konstrukcionistický přístup tak vytváří emoční typologii pomocí mnohem širších a méně specifických emočních dimenzí (Wyczesany & Ligeza, 2014). Základní stavební jednotku v konstruktivistických teoriích lze nalézt v tzv. psychologických primitivech, které však nejsou specificky funkční jen pro emoce, ale hrají roli v rámci celkového duševního života (Barrett, Mesquita & Gendron, 2011). Mezi základní psychologická primitiva se řadí jádrový afektivní systém vytvářející neurobiologické stavy popsatelné na základě hodnocení aktivace či intenzity reakce. Percepce afektivní kvality je druhým základním primitivem emocí, která existuje v rámci informační hodnoty stimulu (Russell, 2003). Jádrové afekty (tzv. core affect) jsou základem všech emočně laděných událostí a nálad, jsou však též základem prakticky všech psychologických událostí. Zajonc (2000, cit. dle Russela, 2003) vymezuje jádrové afekty jako mentální stavy, které nejsou kognitivní nebo reflektivní. Kognitivní procesy, jakými jsou například přesvědčení, sice obsahují afektivní složku, ale jejich cílem je vždy nějaký objekt – oproti tomu jádrové afekty nemají objekt. Winkelman, Berridge a Wilvarger (2000, cit. dle Russela, 2003) předkládají tezi, že jádrové afekty indukované v rámci subliminární stimulace se mohou za určitých okolností do vědomí projevit jako nálady.

Jádrové afekty jsou tedy jednoduché vědomé neurofyzilogické stavy, syrově charakterizující jakési pocity, které jsou patrné v rámci emocí a nálad, nicméně zahrnují větší počet stavů, než

pokrývá definice emocí (Russel, 2003). Nutnost takovéto diferenciacie mezi subjektivními emocionálními stavy a podkladovými procesy vedoucími k emocionální zkušenosti zdůrazňují Fellous, Armony a LeDoux (2002) v rámci svého neurovýpočetního přístupu k emocím.

Jádrové afekty jsou způsobeny vnitřními nebo vnějšími příčinami, nicméně jedinec nemá introspektivní přístup k zjištění příčiny. Tato teorie vychází ze dvou fází tvorby emocí, první je identifikace dimenzí arousalu a valence a druhá sociální konstrukce emoce jakožto kognitivního hodnocení, která spočívá v: 1. percepci kvality jádrového afektu, 2. atribuci k objektu, 3. pokračujícím hodnocení objektu a 4. akcích směřovaných vůči objektu. Na základě tohoto přístupu jádrové afekty zabezpečují zážitek emoční epizody v rámci kulturního prototypu vyjadřování vzteku, strachu a dalších emocí (Oatley & Johnson-Laird, 2014). Mohou tak sloužit jako stavební kameny pro své využití jakožto podkladů afektivních stavů, jak primárních, tak i sekundárních emocí, což Russel (2003) ilustruje na příkladu sekundární emoce, kterou je pýcha (vymezovaná jako „dobrý pocit ohledně sebe“), a již lze charakterizovat jako jádrový afekt konceptualizovaný jako „dobrý pocit“ a doplňkovou kognitivní komponentu zaměřenou na směr hodnocení „ohledně sebe“.

2.3.3 Kognitivní teorie emocí

V rámci moderních teorií hrají významnou roli kognitivní teorie emocí, které se primárně zaměřují na výzkum podkladových procesů emocí. Přístup základních emocí chápe emoce jako komplexní reflexy, které jsou automaticky spouštěny objekty a situacemi, zatímco přístup emočního zhodnocení emoce považuje za automatismy spuštěné významem, který se vytvořil v rané fázi interpretace situace (Barrett, Mesquita & Gendron, 2011). Stěžejní pro konceptualizaci těchto teorií je odmítnutí emocí jako nezávislých procesů. Naopak o nich zastánci tohoto přístupu referují jako o fenoménech spojených s kognitivními procesy, jimiž jsou podle Russela (2003) primárně atribuční procesy, misatribuce či zhodnocení.

Zhodnocení situace je tedy považováno za kognitivní proces, nicméně ne vždy musí být vědomý. Jeho funkcí je nastavení těla a psychiky do módů, které jsou evolučně a kulturně připraveny na provedení vhodné akce (Oatley & Johnson-Laird, 2014). Zhodnocení je dle Moors, Ellsworth, Scherer & Frijda (2013) jedním z mimovědomých komponent, které jsou součástí procesu vedoucího k vytvoření vědomého pocitu. Jedná se o kognitivní proces, který je situován mezi procesem sensorické percepce a emocionální reakce a korelace mezi vzorci zhodnocování a označením příslušné emoce je poměrně silné. Charakterizují zhodnocení jako

proces, který uchopuje stimul jako vstup a produkuje jedno nebo více zhodnocení jako výstup. Základní premisou teorií zhodnocení je, že emoce jsou adaptivní reakce, které reflektují ohodnocení znaků, jež jsou v rámci okolního prostředí významné pro zachování well-beingu organismu. V mnoha emočních teoriích je právě zhodnocení (appraisal) procesem podílejícím se na mentální reprezentaci kvality subjektivního emocionálního stavu. Zhodnocení je chápáno jako proces, který v tomto přístupu slouží pro detenci a hodnocení těchto podnětů.

Původní přístup vymezený Arnoldovou v roce 1960 počítá se zhodnocením jako kognitivním mechanismem, který je spouštěčem určitého „syndromu“ chování a Frijdova teorie pohotovosti k aktivitě předkládá emoce jako připravenost k určitému typu akce. Teorie vycházející z koncepce appraisalu jsou komponentní teorie, které v emocích spatřují změny ve velkém množství tělesných a mentálních subsystémů či komponent. Komponenty zahrnují zhodnocení prostředí a jeho vztahu k jedinci, motivační komponentu s tendencemi a akční připravenosti a somatické komponenty, přičemž změna v jedné komponentě má zpětnovazební vliv na ostatní komponenty (Moors, Ellsworth, Scherer & Frijda, 2013). Jádrem teorie kognitivního zhodnocení je ve faktu, že procesy zajišťující hodnocení jsou mimovědomé (Frijda, 1993). Emoce není stav, ale proces a je ovlivňován kognitivními aspekty v rámci jejich průběhu. Jednoduchý postup zhodnocení probíhá mimo vědomí a vymezuje mentální stavy jako pozitivní nebo negativní. Vytvořená hodnocení jsou základem akčních tendencí k apetitivnímu nebo defenzivnímu chování a vytvořené emoce mohou sloužit jako připravenost pro mnohé druhy akce, jak individuální, tak sociální (Oatley, & Johnson-Laird, 2014). LeDouxův příspěvek k afektivnímu zhodnocení chápe Robinson (2005) jako mechanismus, kdy afektivní zhodnocení zajišťuje pozornost k něčemu ve vnějším prostředí, co je pro jedince významné a vede jej k připravenosti pro patřičnou akci.

Dle Moore et al. (2013) lze mezi dílčími teoriemi zhodnocení najít základní rozpor ve faktu, že jedni autoři vnímají zhodnocení jako příčinu emocí, zatímco jiní jen jako jednu z komponent (ingredienci). Teorie zhodnocení obecně předkládají, že emoce jsou výsledky kognitivního zhodnocení, čemuž oponuje Frijda (1993), který argumentuje, že kontext zhodnocení emoční zkušenosti a kognitivních původců emocí nemusí být vždy shodný. V původním modelu Arnoldové slouží zhodnocení pro poskytnutí síly k rozboru objektů či situací jako relevantních pro jedince a jsou spojeny s prázákladními emocemi, které jsou stavebním modelem lidské mysli a základem pro budoucí chování. Model Arnoldové sice vychází z premis teorie kognitivního zhodnocení, ale má stále mnoho společného s přístupem založeným na primárních

emocích, jelikož předkládá, že pro každou emoci je vytvořený odlišný vzorec, který zůstává víceméně konstantní a je chápán jako charakteristický pro jednotlivé emoce a jenž v případě bazálních emocí, jako je strach, je v jádru shodný u každého jedince, a dokonce i mezi člověkem a zvířaty (dle Barrett, Mesquita & Gendron, 2011). Toto je typické pro tento původní přístup a lze odvodit i z Lazarusovy teze, že výsledky zhodnocení jsou integrovány do vzorců, které determinují konkrétní emoce (Moors, Ellsworth, Scherer & Frijda, 2013), a z Lazarusova přirovnání, v němž je stimulus označen jako vzdálená příčina emocí a zhodnocení jako příčina blízká. Přístup základních emocí spojený s výše popsáním modelem „zhodnocení jako příčiny“ je často nazýván modálním modelem emocí (Barrett, Mesquita & Gendron, 2011).

Kognitivní zhodnocení je obecně uznáváno za významnou komponentou emocí, ale teorie zhodnocení ji udělaly ústředním pojmem a naznačují, že zhodnocení spouští a diferencuje jednotlivé emoční epizody. Zároveň určuje intenzitu a propozice akčních tendencí, fyziologických reakcí, chování a pocitů. Proměnné zahrnuté do procesu zhodnocení mohou být cílová relevance, cílová kongruence, specifická, copingový potenciál a příčinnost. Existuje však rozpor v pojetí proměnných, kdy jejich propozice někteří autoři hodnotí jako kategorické (například Lazarus, jenž předkládá, že cílová kongruence může být buď kongruentní, nebo inkongruentní), zatímco Ellsworth či Scherer je chápou jako dimenzionální. Frijda navíc některým z těchto proměnných přidává propozici intenzity, což ilustruje na příkladu hierarchie osobních cílů (Moors, Ellsworth, Scherer & Frijda, 2013).

Vůči teorii kognitivního hodnocení vystupuje zejména Zajonc, který předkládá alternativní teorii hypotézy afektivní primárnosti (Zajonc, 1980). Oproti teorii kognitivního hodnocení vychází z premisy, že afektivní reakce může být elicitována i při minimálním podnětovém vstupu, tedy že afekty mohou být elicitovány bez zapojení jedincova vědomí. Toto potvrzuje právě dokladem vlivu sublimárního afektivního primingu, v němž jsou jako primingové stimuly využity podprahové podněty (Murphy & Zajonc, 1993). Emoční signály a jejich pobídkový kontext (založený na zhodnocení) je tedy možno chápat jako oddělenou informaci (dle Oatley & Johnson-Laird, 2014).

2.3.4 Dimenzionální teorie emocí

Přestože existuje velká variace v rámci emočních výrazů, tělesných změn a subjektivních pocitů, mnoho teoretiků přistupuje k této různorodosti z pozice mnohem jednoduššího uspořádání dvou odlišných motivačních subsystémů. Prvním je sebezáchovný apetitivní systém zajišťující vyhledávání potravy, rozmnožování a péči o potomstvo, který je spojen s pozitivními emocemi. Druhým je protektivní defenzivní systém zajišťující stažení se a obranu proti nociceptivním podnětům, který je spojen s negativními emocemi. Emocionální stavy založené na podkladu motivačního působení emocí (approach-avoidance paradigma) se dají popsat v dimenzionálním systému valence a arousalu (Bradley & Lang, 2000).

Snahu charakterizovat emoce na základě jednotlivých dílčích složek afektivních procesů můžeme vysledovat už v osobě Wilhema Wundta, který vypracoval třidimenzionální systém emocí vycházející z dimenzí libost–nelibost, vzrušení–inhibice a napětí–uvolnění. Podklad současného pojetí dimenzionality emocí lze nalézt ve dvoufaktorové teorii, jejíž základní teze vytvořil Schachter a Singer v roce 1962. Emoce vycházejí ze dvou procesů, které se podílejí na vzniku emoce. Prvním je fyziologický arousal, jenž vytváří aktivaci, která navazuje na sensorické zpracování patřičného podnětu. Druhou následnou fází jsou mentální procesy, které hodnotí fyziologickou aktivaci spolu se situačním kontextem a na základě toho determinují, jaká emoce bude vyvolána (Reisenzein, 1983). Pro vyvolání emocionálního stavu jsou potřebné obě tyto komponenty, kdy arousal určí, k jaké intenzitě emocionálního stavu dojde, a kognitivní procesy přiřadí této aktivaci určitou sociálně konstruovanou nálepku. V těchto propozicích tak lze spatřovat určitou obnovu periferního přístupu k emocím (Moors, Ellsworth, Scherer & Frijda, 2013). Souvislost dimenzionální teorie a funkcí pozornosti shrnuje Olofsson, Nordin, Sequeira a Polich (2008) tak, že valence stimulu aktivuje selektivní pozornost, zatímco arousal je vyvoláván motivační kvalitou podnětu, která zabezpečuje zdroje kódování podnětu a jeho uložení v paměti. Arousal je součástí základní složky emoce, značí však více tělesnou komponentu afektivního stavu. Doklad o spojení arousalu v rámci fyzické i afektivní komponenty přednesli již Schachter & Singer (1962) při svém výzkumu missatribution přenosu arousalu. V této teorii experimentálně ovlivňovali biologický arousal probandů a zkoumali vliv na emoční prožívání.

Přestože tento přístup zdůrazňuje roli valence, oba motivační subsystémy je nutné do patričních procesů zapojit, k čemuž slouží vzrušivost (arousal) (Fontaine, Scherer, Roesch, & Ellsworth, 2007). Koncept arousalu hraje významnou roli, kdy určuje míru intenzity zapojení (obou) těchto subsystémů (Marin, Gingras & Bhattacharya, 2012). Emoce podle této teorie totiž nejsou základní psychologické danosti, ale jsou vytvářeny jako výsledek mnohem základnějších psychologických procesů. Schlachter-Singerova teorie vychází z kognitivního přístupu k emocím, v němž samotný prožitek emoce pramení z procesu označování vzniklých reakcí. Základ pro emoce sice spočívá v diferenciovaném fyziologickém základu v podobě arousalu, ale kognitivní zhodnocení významu hraje stěžejní roli v následném zapojení kognitivních procesů pro vyhodnocení emoční události, ve smyslu vědomé identifikace příčin arousalu, která vede k prožívání dané emoční události (Slaměník, 2011). Právě tyto dva základní procesy jsou dostatečným explanativním podkladem pro všechny emoční zkušenosti, je tedy předpoklad, že mohou být opodstatněním pro dvoudimenzionální teorii afektivního prostoru definovanou pomocí dimenzí libosti a arousalu (Bradley & Lang, 2000).

Vztah afektivních výzkumníků k dimenzionální teorii často popisuje valenci jako mentální proces a arousal jako fyziologický proces, který se projevuje v aktivitě autonomního nervového systému, případně existují teoretické spekulace o 1. arousalu jako fyziologické komponentě určující emoční intenzitu a následné kognitivní zpracování, které vytváří valenční polaritu – pozitivní nebo negativní směr emoce, nebo synkretickém modelu předkládajícím, že 2. jak libost – nelibost, tak aktivace – deaktivace jsou stavy centrálního nervového systému, které mají fyziologické koreláty a jsou subjektivně vnímány jako duševní události (Russel, 2003). Slaměník (2011) tuto teorii představil v konceptu emoční reakce spočívající v prvotní aktivaci (arousalu) spolu s uvědomovaným pozitivním nebo negativním zabarvením (valencí), v závislosti na ohodnocení emoce. Konkrétní popis funkcí arousalu a valence v rámci jednotlivých mentálních procesů reprezentovaných EEG ERP je součástí kapitoly věnované EEG, kde tento výčet následuje obecný popis ERP komponent a jejich funkcí v kontextu pozornosti vůči podnětům. Přestože se neurovědeckému výzkumu arousalu nevěnuje zdaleka taková pozornost jako afektivní valenci, jedná se o neméně relevantní afektivní dimenzi, která se podílí na afektivních procesech (Hinojosa et al., 2009). Bradley a Lang (2000) uvádějí, že obrázková prezentace podnětů s vysokým arousalem je silnějším způsobem vyvolávání emocionálních odpovědí, zejména v případě kombinace s nízkou valencí. Arousal se silně projevuje v rámci elektrodermální aktivity, kde dochází ke zvýšení vodivosti v rámci prezentace arousalově polárních (jak pozitivních, tak negativních) podnětů oproti podnětům neutrálním

(Bradley, Codispoti, Cuthbert & Lang, 2001). Bradley & Lang (2000) dále prezentují vztah mezi kožní vodivostí a arousalem, který vykazoval u mužské populace významnější vztah při vizuální percepci materiálu než při auditivní elicitaci (48 % vs. 18 %), zatímco u žen nebyl nalezen rozdíl na základě smyslové modalit. V rámci arousalu je patrné specifikum erotických podnětů, kdy erotické podněty vykazují vyšší aktivaci pozdních ERP komponent než jiné typy vizuální stimulace (Briggs & Martin, 2009), a to zejména v kontextu vyšší biologické relevance (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012).

Dimenzionální přístup je široký koncept dílčích teorií, které jsou charakterizované různým přístupem k počtu dimenzí. Přestože mnoho současných výzkumů se zaměřuje výhradně na dvoudimenzionální model emocí, existují tendence hledat vhodnější model, který též předloží relativně malý počet výchozích dimenzí (Fontaine, Scherer, Roesch, & Ellsworth, 2007). Toto vede k prosazení vícedimenzionálních teorií, které mají větší rozlišovací účinnost mezi emocemi, než poskytuje jejich zobrazení v dvojdimenzionálním prostoru. Jednou z těchto třetích dimenzí zastává koncept dominance, která reprezentuje kontrolu nad emočním stavem a přirozenou dominanci tohoto stavu (Wyczesany & Ligeza, 2014). Alternativní přístup také tvoří třídimenzionální teorie využívající jako dimenze valenci, tenzní arousal a energetický arousal. Tuto teorii dvojího typu arousalu navrhl Thayer (1989), který se snažil postihnout specifika lidské aktivace, v níž má prostor jak energetický arousal pohybující se v pólech ospalosti - nabuzení, tak tenzní arousal, který zahrnuje dimenzi klid – nezvořita. Mezi jednotlivými typy arousalu je rozdíl vycházející z propozice energetického arousalu jako aktivace řízené cirkadiálním rytmem. Zároveň změny v arousalu za pomoci uměle vyvolané hypoglykemie vykazují rozdíly, kde v případě energetického arousalu dochází k poklesu, zatímco tento stav vede k mobilizaci zdrojů projevujících se zvýšením tenzního arousalu. Současně se arousalové subtypy projevují odlišnými výsledky, kdy energetický arousal je lepším prediktorem kognitivního výkonu než tenzní arousal (Schimmack & Reisenzein, 2002). V současné době je trojdimenzionální model často užíván v rámci širokého spektra studií na základě jeho výhody komplexnější reprezentace aktivace, a to zejména ve výzkumných projektech zaměřujících na hudebně elicitované emoce, kde dochází k mnohem větší specifitě energetického arousalu na hudební zvukové charakteristiky (Vempala, Russo & Wiggins, 2018). Lze se však setkat i s jednodimenzionální teorií, kterou vytvořil Lindsey (1951, cit. dle Tomkinse, 1981). Tato předkládá, že autonomní reakce jsou ve své podstatě homogenní a liší se pouze mírou aktivace (arousalu), jež sice byla brzy falzifikována, ale byla dalším podkladem pro konceptualizaci dimenzionální teorie.

Gerdes, Wieser a Alpers (2014) potvrdili nezávislost výsledků dimenzionální teorie na smyslové modalitě. Obě tyto dimenze jsou reliabilně zastoupeny v rámci výzkumů odkrývajících jejich působení na autonomní, somatické, ale též odpověďové výstupy, přesto stěžejní doklady poskytují výsledky studií zaměřujících se na percepční a evaluativní reakce na emocionální vodítka. Příprava a spouštění příslušného chování předpokládá rychlou extrakci zásadních informací z prostředí, k čemuž slouží zaměření pozornostních zdrojů. Motivovaná pozornost je tak do velké míry výsledkem evolučního rozvoje schopnosti identifikovat podněty spojené s hrozbami (Fontaine, Scherer, Roesch, & Ellsworth, 2007).

Schachter a Singer však pravděpodobně nadhodnocují subjektivní interpretace dané emoce, jelikož je pro ně valence čistě individuální konotace a nadceňují roli arousalu, jelikož bez jeho vlivu nemůže dospět k projevu emoce (Reisenzein, 1983). Význam arousalu v souladu s dvoudimenzionální teorií též zdůrazňuje Zillmanova (1971) teorie transferu excitace. V rámci ní dochází k nastínění možného přenosu arousalu mezi podněty. Přestože primárně je směřována k vysvětlení příčin agresivního chování, její základ je silně percepční. Zillman přijal Schachterovy teze o tom, že je arousal silně nespecifický, a nastínil možnou reziduální excitaci arousalu po prezentaci prvního stimulu jako významný vliv na zpracování druhého stimulu a to i v případě, kdy se oba stimuly liší v rámci valence (Bryant & Miron, 2003).

Zároveň je sporné zařazení afektů před samotné kognitivní zhodnocení, což odpovídá překonané tezi James-Langovy teorie emocí (Reisenzein, 1983). Význam pro afektivní priming lze naopak nalézt v tezi, že pokud se podaří umocnit vnímání stimulu uměle vyvolaným předchozím arousalem (což testují za pomoci stimulace adrenalinem, isoprenalalinem, efedrinem a amfetaminem), vytvoří se potenciální emoční vodítka, což umocňuje vnímání arousalu. Ovšem s ohledem na komplexní efekt stimulačních drog nelze tímto validizovat výchozí teorii. Další přínos teorii primingu lze spatřovat v tezi o vlivu neutralizujícího podnětu na snížené vybuzení arousalu, které počítá s ovlivněním jedince chybnou atribucí fyziologického vzrušení (podávání placebo, o němž je řečeno, že člověka nabuzuje, nebo prezentace hudby, které je přičítán nabuzující efekt), což ovšem má opětovně sporný efekt na validizaci dvoufaktorové teorie, nicméně může sloužit jako podklad pro komplexnější náhled na afektivní procesy (Reisenzein, 1983).

Patrné rozdíly v aktivitě sexuálních podnětů oproti jiným vysokoarousalovým podnětům naznačuje možné konceptuální problémy dvoudimenzionální teorie, jelikož nereflektuje charakter těchto specifických apetitivních stimulů (Briggs & Martin, 2009) – naznačují

konceptualizaci na základě motivačních propozic apetitivního a defenzivního chování. Jednotlivé konceptualizace arousalu zapojují dimenzionální rozložení na základě obecné aktivace, která má evoluční význam jako nositel energetického potenciálu chování. Takzvaný tenzní arousal však ukazuje na biologicky významné automatické adaptační reakce, jelikož jeho indentifikačním markerem je ohrožující význam percipovaného podnětu. Tato tenzní identifikace vymezuje negativně valenční vysokoarousalový podněty jako základ pro averzivní reakce a odkazuje se na biologickou dualitu apetitivního a averzivního chování, které jsou obě syceny vysokým arousalem, ale odlišnou polaritou valence.

Jedním z kritických příspěvků vůči dimenzionální teorii je fakt, že nedokáže adekvátně rozlišit diskrétní emoce, kdy například vztek, strach, žárlivost, znechucení, pohrdání, rozpaky, vina, stres, akutní smutek a závist jsou nelibé, vysoce aktivující stavy, které jsou v dimenzionální teorii řazeny velmi blízko sebe a liší se pouze drobnými odchylkami v míře jednotlivých dimenzionálních komponent, což nereflektuje široký záběr těchto emocí. Další kritiku lze založit na metodologických aspektech hodnocení psychického stavu v rámci dimenzionální teorie, kde při výzkumu afektivních stavů probíhá evaluace podnětu na základě subjektivních výpovědí hodnotících, spočívajících na fenomenologické rovině (subjektivních přesvědčení) o směru své afektivní percepce, která je v rámci neurální roviny hodnotitelům nepřístupná. Toto je jistě významný podnět, který však současné výzkumy překonávají za pomoci standardizovaných podnětů, hodnocených na širokém vzorku respondentů (Russel, 2003). Určitým metodologickým problémem je, že hlavně první dimenze této teorie se rozchází v pojmosloví jednotlivých autorů, a od názvu hodnocení, oblība, pozitivita–negativita, approach–avoidance, valence, utilita nebo hedonické zabarvení, které se rozcházejí v jejich chápání jako subjektivních, objektivních, sociálních či fyziologických, zážitkových či behaviorálních dimenzích (Russel, 2003). V rámci valence se často popisují vysokovalenční podněty jako šťastné, pozitivní nebo příjemné, a naopak nízkovalenční jako smutné, nepříjemné nebo negativní, což je obzvlášť problematické v rámci primingového výzkumu, kde jsou často používány podněty různých modalit (Marin, Gingras & Bhattacharya, 2012). Další metodologický problém se týká skutečnosti, že primární a cílené podněty starších studií multimodálního primingu byly často hodnoceny na neekvivalentních termínech (šťastné, pozitivní a příjemné pro pozitivní valence; smutný, negativní, nepříjemný pro negativní valenci; Marin, Gingras & Bhattacharya, 2012). Například Scherer a Larsen (2011) používali priming „příjemných a nepříjemných“ zvuků prostředí a jako priming vizuální slovní materiál hodnocený jako „pozitivní a negativní“. Přesto denotativní význam těchto termínů (příjemné

vs. pozitivní) je odlišný, na rozdíl od základních emocí, které jsou univerzální. Bohužel se tento rozpor dostal též do empirické praxe, takže mnoho výzkumů je obtížné srovnat právě na základě rozdílu v pojmosloví, které užíli pro hodnocení podnětů respondenty. Nielen et al. (2009) dokládá možnou diskontinuitu v rámci dimenzí valence a arousalu, kde předkládá doklady o možném alternativním konceptualizování škály nikoliv jako kategorií (v případě valence jako nízká valence a vysoká valence), ale spíše v rámci jejich dimenzionálního prostoru (nízká valence – neutrální valence a neutrální valence – vysoká valence).

2.4 Emocionální elicitace

Emocionální elicitace většinou pro své účely využívá afektivní sebehodnocení probandů, případně jiné experimentální postupy, které jsou ale spíše zaměřeny na kognitivní procesy. Afektivní podněty však mohou vystupovat i v rámci pasivního percepčního paradigmatu a významové relevance pro jedince. Emočně nabitě stimuly jsou jednou z charakteristik, na něž se zaměřuje již přímo selekce pozornosti v rámci samotného počátku percepčního procesu (Schupp, Flaisch, Stockburger & Junhofer, 2006). Tato charakteristika tedy umožňuje pasivní sériovou stimulaci, která je pro EEG experiment nejvhodnější.

Experimentální psychologie se již dlouhodobě zabývá tvorbou vhodných technik elicitace emocí. Jejich vhodnost pro neuropsychologický výzkum je však rozdílná a experimentální procedury vyžadují robustní nástroje o vysokém počtu podnětů, které jsou validizovány podle teoretické perspektivy oblasti výzkumu. V rámci afektivního výzkumu tak vystupují do popředí zejména afektivní databáze podnětů, které jsou vytvořeny podle určitého modelu. V rámci vlastních rešerší afektivních výzkumů mohou zhodnotit, že velká část výzkumných studií z období konce tisíciletí se zaměřuje na základní emoce (radost, strach), případně na jednoduché charakteristiky, jako je pozitivita–negativita. Neurovědecký výzkum se však stále více přiklání k využívání dimenzionální typologie afektivních jevů. Přestože však existuje silná prioritizace výzkumného zaměření na dimenzi validity a dimenze arousalu je nepoměrně opomíjena, empirické závěry mnohých ERP naopak vliv arousalu zdůrazňují a výzkumy této afektivní dimenze se začínají stále více prosazovat.

Možná nejdůležitějším procesem spjatým s interakcí mezi emocemi a pozorností je selekce. Selekce se podílí na vyčlenění určitých položek v ohromném množství přicházejících

informací, kdy jsou některé položky vyčleněny jako vhodné pro dodatečné zpracování, zatímco ostatní jsou odmítnuty jako nepodstatné. Klíčové otázky pro afektivní výzkum se ptají, jakým způsobem tento výběr nastane a jaké charakteristiky emocionálních podnětů toto mohou ovlivnit (Yiend, 2010). V rámci výzkumů afektivních stavů je důležité rozlišovat mezi studiem emocí a nálad, přičemž výzkumné paradigma indukce nálad nemusí být pro studium emoční percepce dostatečně validní (Marin, Gingras & Bhattacharya, 2012). Přesto se některé podněty mohou svým charakterem náladám podobat – jedná se o hudbu, která je také bezintenční. Využití materiálu, který je afektivní i bez svého konkrétního obsahu, umožňuje využívat afektivní elicitaci, jež je odlišná od přístupů užívajících pro vysvětlení primingu sémantické sítě.

2.4.1 Typy afektivní podnětů

Typů afektivních podnětů je velké spektrum, často se lze setkat s využitím vlastních podnětů, které jsou standardizovány na malém vzorku a zároveň neumožňují replikace experimentů. Zejména výzkum sémantického primingu je postaven na specifických podnětech organizovaných na základě sémantických a lexikálních spojitostí. Vztahy a kategorická spojitost mezi podněty sice pomohla odkrýt mnoho mechanismů spojených zejména s organizací paměťových prvků, pro afektivní priming však nejsou (navzdory jejich relativně častému využívání) nejvhodnější. V rámci výzkumu afektivního primingu je tedy nutno využít specifický elicitací materiál, který je však díky dlouhému zájmu výzkumníků o tuto oblast relativně dostupný.

V současném výzkumu afektivního primingu převládá příklon k využití elicitace pomocí statických objektů, nejčastěji obrázků, které je možné čerpat z mezinárodních databází standardizovaných emočních fotografií, zatímco dynamické elicitací stimuly, jako jsou například videoklipy, nejsou ani zdaleka tolik rozšířené. Filmová díla a zvukové klipy vytvářejí určitou předeheru vůči vnímání a stále jsou poměrně marginálním způsobem elicitace afektivních stavů v neurovědách, jelikož dynamika může potenciálně ztěžovat detekci a rozklíčování afektivního procesu (Bradley & Lang, 2000). Přesto však v případě dynamického obsahu, konkrétně za využití videa, bylo zjištěno vyšší subjektivní hodnocení arousalu než v případě statického obsahu, avšak ve fyziologických projevech se naopak prokázalo snížení srdečního tepu (Simons, Detenber, Roedema & Reiss, 1998; cit. dle Bradleyho & Langa, 2000).

Také mezi emocionálními obrazovými scénami a zobrazením obrázků tváří je patrný rozdíl ve fyziologických odezvách v rámci materiálu hodnoceného na základě valence a arousalu. V rámci obrazové scény valenčně specifická modulace úlekového reflexu (evolučně primitivní obranná reakce na intenzivní sensorický vstup – zde měřeného v rámci očních pohybů), poklesu srdečního tepu a arousalového hodnocení ovlivňuje elektrodermální reakci, v rámci faciálních expresí dochází k ovlivnění elektrodermální aktivity na základě valence a poklesu úlekového reflexu a srdečního tepu na základě arousalu, což vede k závěru, že existují různé mechanismy pro kódování různých typů emočních materiálů (Alpers, Adolph & Pauli, 2011).

Afektivní stimuly jsou v rámci ERP nejčastěji hodnoceny v souladu s dimenzionální teorií, která ovšem vykazuje přirozenou korelaci mezi arousalem a valencí (viz obrázek v příloze 1). Většina studií, které využívají pozitivní a negativní hodnocení podnětů, tak nepřímo proti sobě zkoumá pozitivní a negativní podněty s vysokým arousalem a srovnává je s neutrálními podněty (neutrální valence nízkého arousalu) (Zhang, Kong & Jiang, 2012). Pro úspěšné elicitování afektivních procesů na základě selektivní pozornosti vůči afektivním podnětům je nutné v co největší míře využít efektu novosti. Na efekt opakování v rámci emočního zpracování vizuálních podnětů se zaměřovali Schupp, Flaisch, Stockburger a Junhofer (2006), kteří provedli opakované zadávání a objevili relativně rychlou habituaci raných komponent jakožto snížení relevance podnětů pro rané fáze zpracování.

2.4.2 Auditivní stimuly

V rámci své metastudie uvádí Gerdes, Wieser & Alpers (2014) poměrně jasný příklon k výzkumnému využívání obrazových podnětů oproti podnětům auditivním, a to zejména z důvodů náročnosti užití v experimentálních designech. Zásadní změny v elicitaci emocí mezi obrazovým a zvukovým podnětem jsou patrné na výše zmíněné dynamice hudebního stimulu oproti stimulu obrázkovému (Marin, Gingras & Bhattacharya, 2012). Tento fakt, že zvuky se dynamicky mění během prezentovaného intervalu oproti afektivním fotografiím, přináší velký metodologický problém, a to znásobně při výzkumu ERP. Další výzkumníci prosazující využití obrazového materiálu zmiňují, že obrázky (na rozdíl od jejich slovní reprezentace) mají privilegovaný přístup k sémantickému systému. Četné studie ukázaly, že porozumění obrázkům je velmi rychlé a že sémantické zpracování obrazů je daleko účinnější než sémantické zpracování slov. Pro toto lze dle Spruyta, Hermanse a Houwera (2002) identifikovat dva důvody, proč je pravděpodobnější, že se při namátkové práci s obrazovým materiálem vyskytuje silnější primingový efekt ve srovnání se standardním úkolem vyslovování slov. Za

prvé, obrazy jsou efektivnější jako cíle, protože obrazy nejprve musejí aktivovat své koncepční uzly v sémantickém systému předtím, než mohou být pojmenovány. Za druhé, obrazy jsou mnohem efektivnější jako primy, protože mají privilegovaný přístup k sémantickému systému, a v důsledku toho k uloženým afektivním informacím. Obrazy tedy, jako evolučně starší informační materiál, mají přímější cestu k afektivním procesům, což je důležité při výzkumu časové složky reakcí pomocí ERP.

Je obecně uznáváno, že hudba je efektivní činitel emočního přenosu a má kapacitu elicitovat emoce pomocí specifických mechanismů. Přestože nejsou ještě známe přesné neurální mechanismy hudebně elicitovaných emocí, aktivace emocionálních struktur je dostatečně průkazná. Koelsch et al. (2010) předložili závěry, že hudba umožňuje evokovat emoce a ovlivňovat náladu jedince, což ilustruje na hudebním evokování aktivity limbických a paralimbických struktur. Díky tomu hudba má potenciál vytvářet prakticky běžné denní emoce, projevující se při neuvovědeckém (fMRI) mapování aktivitou amygdaly, ventral striatum, hippocampu, parahippocampu a temporálního lobu, tedy oblastí spojovaných s emocionálními procesy. Hudební podněty se využívají jako validní elicitální nástroj v celé řadě studií. Jejich vhodnost pro afektivní priming je nepochybná, přestože jejich užití jako cílového podnětu je metodologicky sporné z hlediska jejich marginálního využití v rámci primingových výzkumů (a tedy nedostatečných výzkumných závěrů pro srovnání) a také z hlediska problému s jejich kontinuitou, což znesnadňuje interpretaci ERP analýz. Naopak využití jako primingového podnětu je velmi vhodné, jelikož se jedná o odlišnou modalitu, což může přinášet výhody v rámci vyloučení efektu konfliktu mezi podněty a také omezovat další dílčí efekty ovlivňování mezi podněty.

Marin, Gingras a Bhattacharya (2012) prezentovali metastudii, jíž potvrdili efektivitu mezimodálního primingu využívajícího hudební emoce. Ve svých výsledcích mimo jiné předkládají i vliv arousalu primingového podnětu na hodnocení arousalu targetu. Na výzkumech využívajících hudbu jako emocionální primedoložili závěry, v nichž se prokázalo, že vizuálně prezentované cílové podněty byly zpracovány rychleji, pokud jim předcházel kongruentní prime. Marin, Gingras a Bhattacharya (2012) v tomto závěru odkazují na studie, jež využívaly jako prime 800 ms hudby a jako target emocionální slova, případně 15ti sekundovou primingovou stimulaci, po níž se hodnotily odpovídající tváře. Vliv výšky tónu na souběžnou percepci vizuálního podnětu zkoumali pomocí reakčních časů Ferrari, Mastria & Bruno (2013), kteří zjistili, že variace výšky tónu (1 000 Hz vs. 1 500 Hz) má signifikantní vliv

v úlohách rychlé vizuální klasifikace při porovnání emočně nabitých podnětů (jak pozitivních, tak negativních) vůči neutrálním, objevili tedy relativní vliv arousalu podnětů, ale nezjistili vliv valence. Sollberg, Rebe & Eckstein (2013) využili priming za pomoci hudebních podnětů, které přímo předcházely evaluaci vizuálně prezentovaných emocionálních slov, které byly evaluovány za měření reakčních časů. Výsledky hudebního primingu potvrzují efekt multimodálního primingové působení, přičemž reakční čas kongruentních podnětů je urychlován a inkongruentních zpomalován.

Další důležitou otázkou pro vysvětlení afektivního procesu vnímání hudby je dohad, zda existuje rozdíl v automatickém zpracování pro různé druhy vnímaného materiálu. Specifickým působením hudby jako nevizuálního vjemu lze dle některých teorií chápat hudební emoce jako základní zkušenosti bez objektu. V tomto se však pohled na hudební emoce rozchází, jelikož se lze setkat i s teoriemi, které považují hudebně evokované emoce za zkušenosti s objektem, jenž je však imaginativním a subjektivním pohledem posluchače (Oatley & Johnson-Laird, 2014). Hudba jakožto médium přenášející vjemy bývá řazena mezi umělecká díla, která jsou podle Collinwoodova stěžejního spisu *The Principles of Art* (1938, cit. dle Grahama, 2004) vůči lidské emocionalitě zcela imaginativní. Na základě jeho názoru umělecké dílo vzniká s přispěním citové zkušenosti a jeho vnímání vyvolává v publiku city, nicméně samotné city nejsou obsahem díla, teprve individuální zpracování expresivního obsahu ovlivňuje emoční stav jedince. Co však považuje za stěžejní, je, že samotné umělecké dílo působí jako nediferencované psychické vzrušení. Z pohledu ilustrovat teze relativní závislost valence na jedincově preferenci, ale určitou interindividuální nezávislost vybuzeného arousalu. Obecná shoda však panuje v pohledu na zpracování hudby, který vychází primárně z nevědomého zpracování vodítek a který vede k vytvoření emocionálního zážitku. Výsledky výzkumů navíc předkládají, že se tak děje bez nutnosti zapojení pracovní paměti a s minimální kognitivní náročností (Oatley & Johnson-Laird, 2014). Bradley & Lang (2000) zmiňují, že vysokoarousalové zvuky (nezávisle na valenci) byly zapamatovány mnohem častěji než zvuky s nízkým arousalem. Marin, Gingras a Bhattacharya (2012) dokládají, že hudbou vyvolané emoce smutku jsou často spojeny s příjemnými estetickými pocity, což naznačuje, že negativní valenční emoce mohou vyvolat potěšení. Nicméně idea, že emoce jsou pouze součástí estetických emočních zkušeností a postrádají motivační a cílesměrnou komponentu, je dle Koelsche (2010) naprosto mylná, jelikož mnoho studií dostatečně prokazatelně potvrdilo, že hudba má vliv na dopaminergní neurální aktivitu, kdy pozitivní hudebně evokované emoce zvyšovaly vázání dopaminu na ventrální striatum, které je typické pro motivační procesy a je

jedním z center spojených s emočními odměnami. Přestože tedy výzkumy hudby ukazují na fakt, že hudba v jedincích může vytvářet reálné emoce, není dostatečně vyřešena otázka, zda emoce vyvolané hudbou jsou stejné nebo odlišné od emocí elicitovaných jinými typy podnětů. Zatímco příběhy obsažené ve videozáznamech či scéně ve fotografiích evokují představu reálných situací, hudba je mnohem komplexnější podnět, protože evokuje emoce i bez referování na určitou situaci (Oatley & Johnson-Laird, 2014).

2.5 Neurofyziologické podklady afektivních procesů

Nezájem psychologů o téma emocí sice v první polovině dvacátého století omezil snahu o vysvětlení psychologických principů lidské afektivity, na straně fyziologie však v této době došlo k mnoha podstatným výzkumům, v nichž výzkumníci hledali funkční struktury mozku příslušné emocím. Prvotní výzkumy byly výrazně ovlivňovány klinickým přístupem a zkoumáním poškozených struktur mozku a první teorie vycházely ze spojitosti poškození podkorových struktur (zejména hipokampu a obecně limbických struktur) se změnou mnoha mentálních procesů, zejména zhoršením kognitivních funkcí, některých funkcí paměti a změnou emočních procesů (Nielen et al., 2009). Přestože neuroanatomické vyšetření identifikující poškození mozkových struktur lze považovat za velmi přesnou metodu, s rozvojem neurovizuálních metod se však teprve začalo s měřením funkčních center aktivně participujících v emocionálních procesech.

Nástin procesu zpracování senzoričného podnětu lze nalézt na obrázku v příloze 2. Emocionálně vzrušivý signál zpracují podkorové oblasti a ve formě motorických a fyziologických změn je distribuován do zpětnovazebních procesů autonomního nervového systému a přes sémantické dekodování (spojené s paměťovými funkcemi) je zapojen do kortikálních procesů (Gluck, Mercado & Myers, 2013). Lze tu tedy objevit stěžejní význam podkorových oblastí, zejména amygdaly, thalamických jader a hippokampálních oblastí. Dosud se projevuje obecná tendence považovat za centrum emocionálního mozku amygdalu (LeDoux, 2000). Její poškození se projevuje výraznou změnou emocionálních reakcí (jak pozitivních, tak negativních) a její aktivita je spojována se senzitivitou na odměny a tresty (Fellous, Armony & LeDoux, 2002). Neurovizuální metody zároveň amygdalu považují za centrum odpovědné za rychlé primární emocionální odpovědi (Nielen et al., 2009). Amygdala však nemá potenciál být odpovědná za všechny afektivní procesy. Přestože se ukazuje její stěžejní význam při zpracování afektivních informací, důležité je též její propojení s dalšími oblastmi mozku (zejména s kortikálními senzoričnými centry a thalamem; LeDoux, 2000). Vhodnější je za „emocionální mozek“ považovat procesy situované do celého limbického systému (zahrnujícího hippocampus, septum, cingulate cortex, thalamické formace, mamilární tělíska, amygdalu, hypofyza a určité části bazálních ganglií, přičemž se jako jeho část považuje též orbitofrontální kortex (dle Fellouse, Armony & LeDoux, 2002).

Amygdala se spolu s dorsolaterálním prefrontálním kortexem, anteriorním cingulárním a orbitálním kortexem podílí na pracovní paměti a je zapojena do nespécifického systému

regulace kortikálního arousalu a kontroly tělesných odpovědí, které mají zpětnovazební vztah s kortikálními procesy (LeDoux, 2000). Zároveň je patrná její zvýšená aktivita v sociálním kontextu podnětů, zejména pro vizuální zpracování tváří (Costafreda, Brammer, David & Fu, 2007). Basolaterální jádra amygdaly slouží k učení se hrozbám, osvojování a vyjadřování strachu spolu s jejich funkcí v prostorové paměti a jako modulační paměťové skladiště, které je citlivé na emocionálně nabitě stimuly. Zároveň amygdala slouží schopnosti detekovat hrozby předvědomě (Lynne, 2009) a jako signalizace při hledání významných vodiček nezávisle na jejich modalitě, a to v rámci cílových a necílových stimulech nezávisle na jejich emocionálním hodnocení (Santos, Mier & Kirsch, 2011).

Rozbor fMRI studií zabývajících se dimenzionální reprezentací emocí elicitovaných vizuálními stimulacemi (Nielen et al., 2009) ukázal na relativní nezávislost činnosti amygdaly na afektivní valenci, přestože existují doklady o jejím zastoupení v rámci diskretních emocí smutku a znechucení. Naopak aktivace amygdaly byla výrazně spojena s úrovní arousalu, a to i v případě, že se úroveň valence kontrolovala. Konkrétnější doklady předkládá Garavan, Pendergrass, Ross, Stein a Risinger (2001), kteří ve své fMRI studii sice identifikovali nezávislost amygdaly na valenci, kdy amygdala nereagovala na všechny negativní stimuly, ale jen na ty, které byly hodnoceny vysokoarousalově, přesto zjistili u negativních arousalových podnětů vyšší aktivaci amygdaly než u pozitivní vysokoarousalové stimulace. Scharpf, Wendt, Lotze a Hamm (2010) potvrdili senzitivitu amygdaly v rámci sociální složky emocí, kdy emočně nabyté podněty se sociálním kontextem vedly k vyšší aktivitě amygdaly než ostatní podněty (s environmentálním kontextem), a to jak v rámci vizuální, tak auditivní modalit. Z podkorových oblastí je dále zvlášť významný hippocampus, který se spolu s prefrontálními a temporálními oblastmi (příslušnými krátkodobé a dlouhodobé paměti) podílí na subjektivním vnímání emocionálního stavu (Fellous, Armony & LeDoux, 2002). O vlivu insuly informuje Nielen et al. (2009), který zmiňuje její souvislost s procesy negativní valence.

Kortikální aktivita příslušná emočnímu zpracování podnětů evaluativními procesy hodnocení valence je spojována s aktivací prefrontálního kortexu. Zároveň dílčí aktivace jeho částí diferencuje působení apetitivních a averzivních stimulů (Nielen et al., 2009). Spojitost arousalu a prefrontálních korových oblastí předkládají Dolcos, LaBar a Cabeza (2004), kteří objevili arousalovou senzitivitu levostranné prefrontální kůry, která však může být způsobena souvislostí arousalu s procesy pracovní paměti, jež jsou v této oblasti lokalizovány. Orbitofrontální kortex je aktivní v rámci procesů hodnocení vnitřního

emocionálního stavu, přičemž jeho poškození se projevuje zejména zhoršením výběru a redukce emocionálních informací v rámci tzv. „syndromu frontálního lóbu“, při němž dochází ke změnám v osobnosti, emocionálních reakcích a sociálním chování (Krudop & Pijnenburg, 2015). Souvislost s emocionálním arousalem lze nalézt též v okcipitálních oblastech (Nielen et al., 2009), které se účastní procesů souvisejících se zpracováním afektivního významu ve spojitosti se zvýšením percepční senzitivity vůči relevanci podnětů. Konkrétně stimuly s nejvyšším arousalem vyvolávaly vyšší kortikální okcipitální aktivaci než ostatní typy materiálu (Bradley, Sabatinelli, Lang, Fitzmmons, King & Desai, 2003). Existují však i další doklady o citlivosti vizuálního kortexu na emocionální vizuální podněty (oproti neutrálním), a který je dle studie Mourau-Miranda et al. (2003), citlivý jak pro dimenzi valence, tak pro dimenzi arousalu. Výzkumem vizuální percepce gest, jako sociálních emočních vodítek, se zabývali Flaisch, Schupp, Renner & Junghofer (2009), kteří pomocí fMRI poukázali okcipitálně na zvýšenou aktivitu regionů vizuálního kortexu a za pomoci EEG ji identifikovali ve 150 ms a mezi 200 a 300 ms po počátku podnětů.

Další významnou teorii o reprezentaci afektivních procesů v mozku předkládá Davidson (1995), který shrnuje postulát o vyšším zastoupení pravé hemisféry v rámci hodnocení valence, kde je dominantní zpracování nepříjemných podnětů oproti příjemným podnětům, které jsou situovány do levé hemisféry. Pravá hemisféra vykazovala výrazné odchylky v rámci alfa frekvence mezi podněty zaměřenými na elicitaci emoce radosti oproti elicitaci znechucení. Toto je empiricky doloženo jak v rámci poznatků z efektů mozkových lézí, kdy jsou pacienti s lézí v levé části prefrontální oblasti náchylní k negativním stavům, jako je deprese, zatímco v pravostranném poškození pacienti vykazují pozitivní směr emocionality, který se může projevit až euforickými stavy, tak v rámci neuroobrazovacích výzkumů, kdy Dolcos, LaBar a Cabeza (2004) za pomoci fMRI nacházejí levostranné centrum citlivé na pozitivní valenci v dorzolaterálním kortexu a pravostranné, negativně valenčně zaměřené centrum, ve ventrolaterálním kortexu.

Při výzkumu aktivace jednotlivých neuronálních oblastí je zájem směřován zejména na limbický systém a podkorové oblasti obecně, přičemž korové oblasti vzbuzují mezi neurovědci mnohem menší zájem (Dolcos, LaBar & Cabeza, 2004). V rámci EEG výzkumu však nejsou spojitosti emočního výzkumu a podkorových oblastí dostupné. EEG je charakterizováno svým špatným prostorovým rozlišením, což spolu s faktem, že zaznamenává primárně aktivitu korových oblastí a aktivace oblastí podkorových je v signálu zahrnuta nespecifikovaně,

neumožňuje blíže zkoumat centra emočních procesů, ale pouze jejich elektrofyziologické koreláty projevující se na skalpu. Přes rozvoj využití EEG pro hodnocení zdrojové aktivity a analýzy funkční konektivity stále zůstává neuroanatomický výzkum emocí doménou studií fMRI. Přístup disertační práce, využívající EEG ERP pro výzkum jednotlivých afektivních procesů, hodnotí primárně v rámci jejich časové složky a jejich prostorová doména je omezena na dílčí analýzy přítomnosti konkrétních komponent na vybraných elektrodách dle jejich standardizovaného topografického umístění na skalpu.

3 Elektroencefalografie

Tato kapitola si klade za cíl představit pro čtenáře z řad psychologů základní informace o EEG, a to zejména na úrovni jeho neurofyzilogických podkladů a jejich projevů v signále. Elektroencefalografické výzkumy v sobě zahrnují měření a analýzu oscilací elektrického potenciálu získaných elektrodami umístěnými na skalpu. EEG je řazeno mezi funkčně-zobrazovací metody, tedy takové, které umožňují zaznamenat nejen strukturu, ale i funkční stavy mozku (Mareček, Mikl, Rektor & Brázdil, 2012). Oproti dalším neurovědeckým metodám se vyznačuje schopností zaznamenat přímou mozkovou aktivitu, nikoliv jen projevy metabolických průvodních jevů, což jsou pouze nepřímé doklady aktivace konkrétních center (Tong & Vyomesh, 2009). Oproti těmto ostatním funkčně-zobrazovacím metodám (fMRI, PET) vykazuje EEG horší prostorové rozlišení, nicméně vyniká především svým výborným časovým rozlišením, které v řádech milisekund dovoluje detailně zkoumat aktivitu mozku a kauzální souvislosti mezi signály (Mareček, Mikl, Rektor & Brázdil, 2011).

Doklady o elektrické aktivitě mozku a doklady o jejím snímání se objevují již v 19. století (Niedermeyer & da Silva, 2005), nicméně jednalo se spíše o dílčí informace, které vycházely z výzkumů zvířat. Například průkopník neurověd Richard Caton již v roce 1875 přinesl informace o určitých variacích signálu na galvanometru v závislosti na stavu mozku (primárně se projevujících v rámci spánku) na základě elektrod umístěných na povrchu lebky opic a psů (Coenen & Zayachkivska, 2013). Za otce moderního měření EEG se považuje německý neuropsychiatr Hanz Berger. V roce 1929 publikoval článek vycházející z jeho výzkumů, v nichž dokázal změřit lidskou elektrickou aktivitu mozku po umístění elektrod na skalp, zesílení signálu a vykreslení změn napětí v čase (Luck, 2005). Bergera lze též považovat za tvůrce názvu elektroencefalografie, který prosadil na úkor dřívějšímu roztržitému názvosloví (Niedermeyer & da Silva, 2005). Zásadní význam Bergerovy studie spočívá v identifikaci typů vln, kdy ve svém záznamu odlišil dva typy vln, jedny větší a pomalejší a druhé menší a rychlejší, které nazval vlnami prvního a druhého řádu, což později v článku zaměnil za označení rytmu A s alfa vlnami a rytmu B s beta vlnami, což vyvolalo významnou odezvu odborné veřejnosti a zájem u další využití EEG. Analýza frekvenčních pásem zůstává dominantním přístupem v experimentální psychologii i lékařské praxi, přičemž jednotlivé vlnové frekvence se spojovaly s patřičnými kvantitativními stavy jedince (Sanei & Chambers, 2013).

Rozvoj klinické a experimentální EEG se vystupňoval v šedesátých letech 20. století, kdy vzrostl zájem o EEG ve spojitosti s automatizací měření a využitím počítačů pro analýzu dat. Počítače nahradily klasický papírový záznam, který se nahrával na navinutou papírovou pásku, což umožnilo nejen identifikovat vyšší frekvence, které byly na papírovém záznamu nezjistitelné, ale také bylo možno na tato digitalizovaná data aplikovat matematicko-statistické metody. Často se tedy v tomto kontextu moderní zpracování nazývá jako kvantitativní EEG (QEEG) (Sanei & Chambers, 2013). Přestože existuje množství různých postupů analýz vycházejících z potenciálu QEEG, tato práce si klade za úkol popsat pouze analýzu (kognitivních) evokovaných potenciálů (ERP), jelikož právě ty jsou vhodným nástrojem ke zkoumání afektivních procesů a jejich neurálních projevů v čase (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). Současné paradigma výzkumu afektivních procesů významně využívá kvalitativní časového rozlišení analýz evokovaných potenciálů (ERP) a v rámci výzkumu primingu se jedná o prakticky jediný standardizovaný postup.

3.1 Neurofyzilogické základy elektroencefalografie

Jednou ze základních vlastností mozkové tkáně je její schopnost generovat elektrickou rytmickou oscilační aktivitu o různých frekvencích, která vzniká synchronní činností neuronálních sítí (Bočková & Rektor, 2009). V mozku je průměrně 100 miliard neuronů, které mezi sebou komunikují prostřednictvím elektrických a chemických signálů (Nidal & Malik, 2014). Samotná elektrická aktivita neuronů má dva základní zdroje. Prvním je akční potenciál, který je výsledkem změn v membránové propustnosti vůči sodíkovým (Na^+) a draslíkovým (K^+) iontům (Baldi, 1991). Neurony mají klidový membránový potenciál okolo -70mV . Akční potenciál se vytváří na základě elektrických impulzů ze sousedících buněk, díky nimž se mění napětí membrán. Jakmile napětí dosáhne -55mV , otevřou se membránové kanály a mohou jimi procházet pozitivně nabitě sodíkové ionty. Tyto sodíkové ionty vytvoří momentální pozitivní akční potenciál a buněčné membrány se otevřou draslíkovým iontům, které opustí buňku a postupně se vytvoří opětovný klidový potenciál (Nidal & Malik, 2014). Druhým zdrojem elektrické aktivity jsou tzv. postsynaptické potenciály, které vznikají na synaptických spojích. Postsynaptické potenciály jsou výsledkem změn v elektrických potenciálech při otevření iontových kanálů či jejich zavření jakožto odpovědi na neurotransmitterové vazby (Baldi, 1991). Elektrická aktivita se generuje zejména přenosem pozitivně nabitých iontů (sodíku, vápníku a draslíku a negativního iontu chlóru) skrz neuronovou membránu ve směru řízeném membránovým potenciálem (Sanei & Chambers, 2013). K aktivizaci neuronů dochází pomocí

neurotransmiterů, které jsou vypuštěny do mezisynaptického prostoru, kde depolarizují buněčnou membránu, aby jí procházely impulzy (excitatorní postsynaptický potenciál), nebo membránu hyperpolarizují, čímž zabraňují přenosu (inhibitorní postsynaptický potenciál) (Baldi, 1991). Oproti akčním potenciálům, jež trvají v řádech jednotek milisekund, jsou postsynaptické potenciály mnohem delší, řádově desítky až stovky milisekund (Luck, 2005).

Přesnost měření elektrodami umístěnými na povrchu hlavy je však sporná, monitorovaná elektrická aktivita vzniká několik centimetrů pod elektrodami, prochází však mnoha odlišnými vrstvami včetně vlasové pokožky hlavy, lebky, mozku a dalších mnoha tenkých vrstev mezi nimi, které se vzájemně odlišují rozdílným odporem, což vede k deformaci signálu (Sanei & Chambers, 2013), a právě tento problém přispívá k nedostatečnému prostorovému rozlišení EEG (Burle, Spieser, Roger, Casini, Hasbroucq & Vidal, 2015). Zejména kvůli vysokému odporu lebky se EEG signál výrazně zeslabuje, proto pouze velké oblasti aktivních neuronů generují dostatečný potenciál, aby byl zaznamenaný pomocí elektrod na skalpu (Sanei & Chambers, 2013). Zároveň se v signálu projevuje nejen neurální aktivita, ale též externí zdroje, které se nazývají artefakty. Tyto zdroje se řadí do dvou kategorií podle toho, jestli pochází z biologických faktorů nebo zda se jedná o technické vlivy. Mezi biologické artefakty se řadí okulární artefakty, což jsou oční pohyby a mrkání. Tyto projevy jsou situovány do frontálních oblastí a mohou souviset s dalšími svalovými pohyby. Lze jim předcházet využitím konstantního zorného úhlu prezentace podnětů. Dalšími biologickými zdroji artefaktů jsou muskulární artefakty, které podle zapojených svalových skupin vykazují rozdílné projevy na záznamu. Jediný způsob, jak se jim vyhnout je instruovat probandy, aby došlo k co největšímu omezení volných pohybů. Kardiální artefakty pocházející z pravidelných projevů srdeční aktivity se projevují v rozdílné míře v každém záznamu a jediný plně efektivní způsob eliminace je založen na souběžném záznamu elektrokardiogramu a jeho využití pro následnou počítačovou rekonstrukci EEG záznamu. Dalšími biologickými artefakty mohou být též pohyby jazyka v procesu polykání či žvýkání (Nidal & Malik, 2014). Technické artefakty jsou způsobeny mnohými problémy na straně procesu nahrávání. Jedním z nejběžnějších faktorů artefaktů je náhlé zvýšení impedance elektrody, které je způsobeno pohyby hlavy nebo vyschnutím vodivého gelu nebo tzv. „solným mostem“, který vzniká nedostatečnou aplikací elektrovodivého gelu nebo narušením spojení způsobeného pocením, které způsobuje snížení impedance a projevuje se pomalými drifty záznamu (Greenfield, Geyer & Carney, 2012). Vnější vliv elektrických zařízení způsobuje tzv. „brum“, což je frekvenční působení na úrovni 50 Hz (v Evropě, v elektrických sítích v USA se jedná o 60 Hz).

3.2 Evokované potenciály (ERP)

Evokované potenciály (označované jako ERP z anglického názvu Event-Related Potentials) jsou projevy elektrické sumační aktivity, která se generuje rozlehlými oblastmi neuronů stejné orientace, jež se synchronizují vzhledem k časovému bodu stimulace (Hinijosa, Martin-Loeches & Rubia, 2001). Rozdíly v evokovaných potenciálech jsou způsobeny převážně souhrnem postsynaptických potenciálů z pyramidových buněk, které vytvářejí elektrické potenciály mezi tělem neuronu a apikálními dendrity (Sanei & Chambers, 2013). Negativita na apikálních dendritech a pozitivita v těle neuronu vytvářejí dipól (Luck, 2005). Pro zaznamenání elektrické aktivity v rámci klasického měření je nutná aktivace velkého množství pyramidových buněk, které jsou stejně orientované, tudíž je lze považovat za elektrický dipól s pozitivním nábojem na jednom konci a negativním na druhém. EEG tedy dokáže měřit pouze aktivitu, která se tvoří synchronizovanou společnou aktivací rozlehlých oblastí mozkové kůry (Kappenman & Luck, 2012).

Výzkum evokovaných potenciálů vyšel z pokroku v technických prostředcích měření, které umožnily extrakci elektrické aktivity příslušné určité časové značce (začátku podnětu) a poskytly možnost jejího průměrování (Kutas & Federmeier, 2011). ERP jsou tedy EEG úseky, které jsou přímým měřením elektrických odpovědí mozku na senzorké, afektivní nebo kognitivní úlohy. Tyto projevy v EEG signálu jsou způsobeny souhrnem změn v neuroelektrické aktivitě, která je časově vázaná na stimulaci. Protože jsou projevy evokovaných potenciálů poměrně malé (1–30 μ V), je nutno na jejich analýzu využít postupů zpřůměrování relativně velkého počtu opakování (Nidal & Malik, 2014).

První ERP experiment proběhl již v roce 1935, ale až v rámci jeho počítačového zpracování v šedesátých letech byl identifikován první ERP komponent a zájem o ERP se výrazně rozšířil (Nidal & Malik, 2014), což trvá až do současnosti. V polovině 50. let bylo dokázáno, že charakteristiky takového zpracovaného signálu se systematicky mění v závislosti na charakteristice stimulu (jasu, barvě, intenzitě působení) a následně bylo objeveno, že se nejedná pouze o reakci na fyzické znaky, ale že jsou spojeny s individuálními reakcemi a postoji vůči předkládaným podnětům (Kutas & Federmeier, 2011). Evokované potenciály jsou v současnosti silně se rozvíjející oblastí výzkumu, která se specializuje právě na průběh duševních procesů, a to zejména v kontextu zobrazování časové složky. Časové rozlišení je velmi cenné při testování teorií percepce a pozornosti. Jakmile se začalo v 60. letech využívat počítačové průměrování na úlohy navázané EEG aktivity, stal se výzkum ERP jedním

z primárních nástrojů kognitivní neurovědy, a i přes pokrok v novějších zobrazovacích metodách je jedním z nejčastěji užívaných nástrojů pro výzkum kognitivních procesů (Woodman, 2010). ERP jako technika neurozobrazování přináší nejen informace, zda se mezi sebou jednotlivé experimentální variace liší, ale umožňuje nahlédnout i do subprocesů v signálu, charakterizovaných projevem určité ERP komponenty, jež se dá analyzovat dle patřičné psychologické či psychofyzické charakteristiky podnětu (Murray, Brunet & Michel, 2008).

ERP se charakterizují ve třech dimenzích: své amplitudě, latenci a lokalizaci na skalpu (Sanei & Chambers, 2013). ERP je typicky zobrazováno jako časová série zobrazující křivku reflektující změny napětí na skalpu (v hodnotách mikrovolt a v rozlišovací úrovni milisekund), kde příslušné kolísání amplitudy zobrazuje jednotlivé změny v mozkových procesech (Handy, 2005). ERP analýza vychází ze zprůměrování signálu jednotlivých EEG epoch navázaných na časový průběh od počátku vzniku stimulu a následného zprůměrování záznamů všech probandů. V současné době poskytují ERP možnosti zobrazení napříč různými experimentálními podmínkami, jak v rámci temporální analýzy, kde se analyzuje signál z jednotlivých elektrod v čase a vzniká typická ERP křivka, tak jako prostorové zobrazení ERP. Využívá prostorové lokalizace napětí na všech dostupných elektrodách v rámci topografického pokrytí skalpu vysokým počtem elektrod, jejichž kvantifikací v určitém časovém bodě či časově vymezeném okně zprůměrovaných epoch umožní vytvořit topografickou mapu napětí (Handy, 2005). V programu EEGLab se jedná nativně o 2D model s automaticky vytvořenou škálou reflektující minimální a maximální napětí na skalpu.

Aktivita před stimulem je spatřována jako náhodná a nezávislá, proto se využívá jako výchozí hodnota pro zprůměrování rozdílů mezi aktivitou před a po stimulu (Michel, Koenig & Brandeis, 2009). Amplituda uváděná v rámci interpretace ERP poukazuje na rozdíl v mikrovoltech (μV) mezi průměrnou hodnotou baseline (nezávislé aktivity před stimulem) a mezi hodnotou vybraného vrcholu křivky (komponentě). Latence se charakterizuje časem od počátku stimulu do vybraného úseku (za který je považován obvykle peak komponenty – moment její maximální amplitudy), přičemž doba latence se v EEG výzkumech standardně uvádí v milisekundách (ms) (Polich, 2012).

Limity ERP spočívají v principu výpočtu analýz evokovaných potenciálů ze záznamu výsledku postsynaptických potenciálů velkých oblastí mozku. S přihlédnutím k tomu, že EEG nezaznamenává jednotlivé akční potenciály, ale pouze sumární aktivitu rozlehlých oblastí,

nejsou v analýzách patrné všechny probíhající dílčí mentální procesy, ale pouze dominantní aktivita (Kappenman & Luck, 2012). Toto je však obecný problém týkající se EEG měření. Zároveň v sobě ERP může potenciálně obsahovat nejen výchyly, které jsou elicitované stimulem, ale také další vlnovou aktivitu, a to zejména v případě, že jsou časové značky ERP epochy navázány na pravidelnou oscilaci mozku (Kappenman & Luck, 2012). To je o to závažnější, když samotné evokované potenciály jsou charakterizovány velmi nízkým napětím, které je zlomkem projevů v pravidelné oscilaci (Sanei & Chambers, 2013).

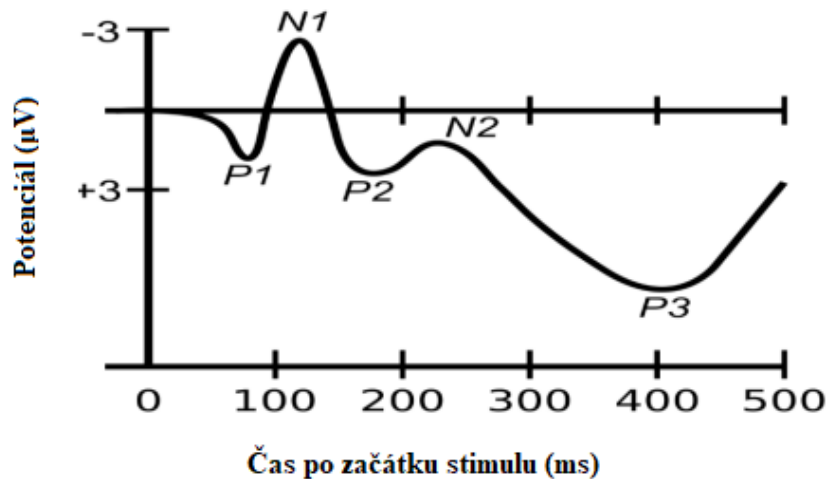
Další limity ERP výzkumu vycházejí z faktu, že ERP křivky jsou mezi jednotlivými probandy výrazně odlišné. Jak ilustruje Luck (2005) na obrázku v příloze 3 na opakovaném měření jedince porovnaném s měřeními dalších probandů. Možným vysvětlením jsou individuální vzorce v lokalizaci a orientaci kortikálních zdrojů ERP komponent. ERP je tedy typicky konzistentní v rámci vnitrosubjektové variability, ale velmi problematické v rámci mezisubjektové variability. Přestože je však přítomná odlišnost mezi jedinci, základní premisy ERP analýz (tedy rozdíl vázaný na určitý časový bod a základní orientace komponent) zůstávají u všech stejné (Luck, 2005).

3.3 ERP komponenty

V této podkapitole se zaměřím na představení základních součástí podoby evokovaného potenciálu, tzv. ERP komponenty. Komponenty jsou popisem pravidelných pozitivních a negativních výchylek na jedné určité vlně elicitovaných určitým typem stimulace. ERP analýza zkoumá rozdíly v amplitudě a latenci pozitivních a negativních výchylek oscilace napětí na skalpu, které jsou označeny jako ERP komponenty. Jednotlivé komponenty se projevují ve specifických časových oknech a místě lokalizace jejich projevů. Na základě neurovědeckého výzkumu se daří těmto ERP komponentám přiřadit souvislost s psychologickými procesy na základě experimentálních podmínek jejich vyvolání. ERP komponenty se popisují s přihlédnutím k jejich latenci a směru amplitudy, jejich přítomnost je však ovlivňována typem stimulu (Pratt, 2012). ERP komponenty jsou dle své amplitudy označovány v rámci své pozitivity písmenem P a negativity písmenem N, zatímco dle jejich latence se jim přiřazuje číselné označení vycházející z orientačního času jejich vrcholu. Název komponent vychází z hlediska jejich příslušné pozitivita/negativity amplitudy a časové složky, podle čehož se označují například N200 v případě negativní komponenty v čase 200 ms, nebo

P300 v případě pozitivní komponenty s vrcholem zhruba v době 300 ms po začátku podnětu. Alternativní název je založen na jejich pořadí, kdy se lze setkat s komponentou N1, což je první negativní komponenta, N2 jakožto druhá negativní komponenta atd. (viz obrázek 1). Nezávisle na přístupu k jejich označení jsou kognitivní evokované komponenty významným nástrojem pro výzkum časové složky neurálních procesů (Handy, 2005), přesto tato nejednotnost označení omezuje širší spojitost mezi jednotlivými výzkumnými zjištěními.

Obrázek 1: Ilustrativní identifikace jednotlivých raných komponent na ERP křivce



Zdroj: Wiki-common, poznámka: v souladu se zavedenou praxí je v této křivce zobrazena amplituda obráceně, pozitivní komponenty jsou tedy směřovány dolů

3.3.1 Funkční typologie ERP komponent

ERP je možné dělit na předúlohové (pre-event) potenciály spojené s požadavky experimentálních úloh, kterými je například raná negativní komponenta spojená s volní kontrolou pohybu nebo kognitivní a motorická komponenta přítomná v rámci očekávání stimulačního podnětu (Kovac, Speckmann & Gorji, 2018). Mezi potenciály přítomné bezprostředně po úloze (post-event) patří: vizuální evokované potenciály, somatosenzorické evokované potenciály s nízkou latencí, auditorní evokované potenciály mozkového kmene, motorické evokované potenciály a kognitivní evokované potenciály (Sur & Sinha, 2009; Orel, Procházka, Koranda, Sedláčková & Tučková, 2017). V následném popisu a dalších kapitolách disertační práce se budu v souladu s charakterem práce věnovat pouze kognitivním komponentám vizuální percepce. Většina ERP komponent má svůj účel spojen s pozornostní složkou, jež je podkladem pro všechny neurální procesy (Luck & Kappenman, 2012b) a díky tomu lze vymezit součinnost a provázanost jednotlivých procesů percepce. Při percepci komplexních vizuálních podnětů elicitujících emoce je nutné rozlišovat samotný vliv vizuálního materiálu, který je patrný v raných fázích zpracování (150-250ms), kdy se jedná o

hrubou diskriminaci mezi afektivním a neafektivním materiálem a vliv emočního kontextu, který je patrný v postpercepčních procesech (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). Toto vymezení tak poskytuje základní rozlišení, jaké fáze percepčního procesu (respektive jaké jeho dílčí procesy) jsou považovány za automatické a jaké za strategické.

V této kapitole si kladu za cíl představit nástin základních ERP komponent v kontextu výzkumu sensorické percepce a afektivních procesů. Přestože v rámci afektivního výzkumu platí určité zjednodušení, které vede k poněkud odlišnému vymezení zkoumaných komponent, kdy o komponentách se střední latencí je souhrnně referováno jako o “rané posteriorní negativitě” (EPN, early posterior negativity) a komponenty pozdní jsou označovány jako “pozdní pozitivní potenciál” (LPP, later positivity potential), bližší informace o všech relevantních komponentách mohou lépe ilustrovat komplexitu ERP výzkumu.

Rané komponenty

V rámci vizuální percepce jsou emocionální vodítka (zejména ty spojené s kontextem approach – avoidance) zpracovávána v raných sensorických procesech, proto zpracování afektivně elicitálních obrazových podnětů vykazuje modulace ERP již v rámci raných komponent v čase 100–200 ms. Emocionální obsah ovlivňuje jak míru pozornosti vůči stimulu, tak se projevuje ve fyziologických projevech vizuální percepce a také vyvolává zřetelné a intenzivní behaviorální projevy. Tyto rané reakce jsou zpracovány ve vizuálním kortexu, přičemž příslušné P1 a N1 komponenty jsou experimentálně citlivé vůči fyzickým propozicím podnětů a jsou do velké míry závislé na manipulaci se selektivní pozorností (Gerdes, Wieser & Alpers, 2014).

P50

Mezi první percepčně významné rané komponenty patří P50, což je relativně výzkumně opomíjená komponenta auditivní percepce, která je spojovaná s rozdílem v neurální odpovědi mezi identickými stimuly prezentovanými sekvenčně. Často je interpretována jako pozornostní komponenta, respektive jako inhibiční zeslabení za pomoci selektivní pozornosti vůči nevýznamnému podnětu (Sur & Sinha, 2009), které se podílí na předpozornostní orientaci na nové zvuky. Jedná se o komponentu s latencí zhruba 50 ms generovanou v primárním auditivním kortexu a hippocampu. Tato komponenta je proměnlivá na základě maturity jedince, přičemž její projevy jsou patrné již mezi třetím až čtvrtým rokem a odchylky souvisí

s případnou deprivací vývoje. Její význam v rámci afektivní percepce spočívá ve zjištění, že je specifická vůči úrovni auditivně elicitovaného arousalu (Pratt, 2012).

P1

Další významnou ranou komponentou je P1. Jedná se o komponentu běžně přítomnou v rámci percepčního procesu, nezáleží na relevanci podnětu či jeho souvislosti s řešeným úkolem. Komponenty P1 a N1 se podílí na počátečním zaměření se na podnět (v procesech top-down) a odpovídajících procesech senzorní aktivity vizuálních center. Amplituda P1 souvisí s pozorností vůči stimulu a je větší pro podněty vybudující vyšší úroveň pozornosti (Luck & Kappeman, 2012b). Vyšší P1 vůči emočně zabarveným vizuálním stimulům byla nalezena okcipitálně a frontálně, v případě pasivního pozorování však nebyly nalezeny rozdíly v rámci afektivních parametrů podnětů (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). P1 je přítomná zejména v rámci elicitace pomocí emočně zabarvených tváří, než obrázkových materiálů (Olofsson & Polich, 2007; Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). Vykazuje blízkou souvislost se sémantickými procesy a přes její přítomnost od počátku zpracování podnětu nesouvisí s vizuálními atributy (barva, tvar) podnětů (Pratt, 2012). Luck a Kappeman (2012b) nicméně poukazují na možnou přítomnost vizuálních vodiček, avšak pouze v rámci pozornosti vůči dispozicím zorného pole, kdy P1 vykazuje vyšší amplitudu, pokud jsou stimuly prezentovány v očekávaném prostoru a je nižší, pokud jsou prezentovány jinde, v tomto případě je zde však přítomna též vyšší vlna N1 (Luck & Kappeman, 2012b). Studie Carretie et al. (2006) poukazuje na zvýšenou pozitivitu rané komponenty P1 frontálně pro stimuly s nízkou valencí spolu s negativitou v okcipitálních oblastech (N1).

N1

Jedná se o negativní komponentu spojovanou s prezentací podnětů, které nejsou vzhledem k předchozím stimulům očekávané. Tato komponenta je součástí procesu percepce, tedy jako dílčí mechanismus zpracování senzorní informace bez ohledu na motivaci či záměr, přesto N1 je vyšší pro rozlišování podnětů než pro jejich prostou detekci. Standardní homogenní podněty jsou klasifikovány rychle a nemusí docházet k jejich další identifikaci, ovšem v případě přítomnosti relevantních vizuálních vodiček dochází ke zvyšování amplitudy N1 komponenty (Luck & Kappeman, 2012b), jedná se tedy o proces ovlivňovaný top-down percepčními procesy. Pozornost vůči podnětu tak může mít vliv na modulaci N1, nicméně efekt pozornosti

zasahuje větší časový rozsah, než tato raná komponenta (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). N1 je patrná zejména při výzkumu auditivní senzorycké elicitace, kde slouží jako komponenta pro detekci akustických změn vjemů, respektive odchylek různých zvukových atributů od charakteristiky předchozí stimulace (standardního podnětu). Nicméně i v případě vizuální stimulace má rozlišovací účinnost, kde reflektuje charakteristiky materiálu jako je jeho jas nebo prostorové charakteristiky (Pratt, 2012). V rámci vizuálního výzkumu je rozlišována raná komponenta N1 situovaná centrálně a pozdní N1 komponenta lokalizovaná parietálně (Key, Dove & Maguire, 2005). Coch & Guli (2012) vycházející primárně z výzkumu auditivních podnětů nalézají v N1 dvě subkomponenty, a to N100a, která má peak v 75ms a N100b, která má peak v 150ms a je spojena primárně s přechody mezi zvuky. Luck & Kappeman (2012b) popisují, že v rámci vizuální N1 nedochází k rozlišování mezi standardním podnětem a distraktorem (oproti auditivní elicitaci), jelikož se jedná o komponentu pozornosti předcházející procesu identifikace, (která ovšem může rozlišovat podněty na základě základních vizuálních charakteristik, nikoliv však na základě jejich kategorizace na distraktor a cíl). Holmes, Vuilleumier a Eimer (2003) zaznamenali snížený vrchol N1 nad frontálními oblastmi při reakci na výraz strachu ve srovnání s neutrálními tvářemi. Zjistili však též její souvislost se selektivní pozorností, kdy výše zmíněné rozdíly v N1 komponentně nebyly nepřítomné, pokud byly podněty prezentovány mimo oblast aktuálního zaměření vizuálního vnímání. N1 je přisuzována senzitivita vůči emocionálnímu kontextu, kdy je vyšší pro valenčně polární podněty než pro neutrální a je rezistentní vůči habituaci arousalu (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012).

Velká pozornost je věnována také dílčí komponentě, nazvané N170, což je posteriorní komponenta, která je dlouho považována za specifický percepční mechanismus zaměřený na vizuální zpracování lidských tváří, jelikož amplituda N170 je výrazně vyšší pro prezentaci tváří než pro odlišné stimuly (Pratt, 2012). Její význam se však projevuje i v afektivním výzkumu, jelikož její amplituda vykazuje rozdíly mezi percepcí afektivních faciálních expresí oproti neutrálním výrazům tváře (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). Damasio potenciální vysvětlení face specificity N170 zakládá na vyšší homogenitě tváří jako podnětového materiálu oproti jiným, nicméně i při využití homogenních podnětů jiných kategorií je stále poukazováno na „face specificity“ N170 (dle Rossion & Jacques, 2012). Přesto se v současnosti uvádí její vybuzení při procesu expertní kontroly objektů, v rámci kaskádovitého procesu identifikace vizuálních objektů, kde N170 reprezentuje základní vymezení objektu, jež pokračuje v rámci latence 250 ms jeho identifikací a kategorizací (na základě příbuznosti) (Pratt, 2012).

Komponenty střední latence

Komponenty střední latence Olofsson, Nordin a Sequeira (2008) vymezují v čase 200-300 ms po expozici podnětu. Reflektují rané podnětové rozlišení podnětu a stávají se podkladem pro reakční odpověď. V rámci této latence jsou však v kontextu standardních výzkumů identifikovány základní komponenty P2, N2 (někdy včetně raných P3 efektů), ale v interpretacích afektivních ERP výzkumů je o této latenci častěji souhrnně referováno jako o “early posterior negativitě” (EPN). EPN spočívá v klesající amplitudě frontocentrálně a stoupající amplitudě temporo-okcipitálně a jedná se o úvodní zhodnocení podnětu, které směřuje významné obsahy k jejich dalšímu zpracování (Olofsson, Nordin, Sequirac & Polich, 2008). EPN je specifická vůči selektivní pozornosti zaměřené na percepční aspekty a emocionální charakteristiky stimulů, a je vyšší v rámci příjemných stimulů vůči nepříjemným a neutrálním (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012).

P2

P2 reprezentuje selektivní pozornost jakožto součást vizuálního vyhledávání (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). O komponentě P2 bývá často referováno jako o P2 efektu, přičemž tímto pojmem jsou nazývány změny mezi 150-250 ms anteriorně (Luck, 2012). P2 komponenta je vyšší pro targety (úlohově relevantní podněty), než pro netargety či homogenní stimuly, avšak pouze v případě, že jsou cílové a necílové podněty rozpoznatelné na základě základních specifických znaků, které mohou být detekovány bez nutnosti vyhledávat dílčí rozlišovací prvky (Luck, 2012). P2 komponenta není pro ERP výzkum příliš podstatná, byly však nalezeny její přesahy do afektivních výzkumů, kde P2 je signifikantně vyšší v rámci emočně zabarvených vizuálních podnětů (Olofsson & Polich, 2007), což může být spojováno s její identifikační funkcí hodnocení relevance.

N2

N2 komponentou se nazývá negativní vlna, která se objevuje v latenci 200-350ms po stimulu (Folstein, Petten, 2008). Bývá zaznamenána při různých experimentálních podmínkách, kde se liší čas jejího vrcholu, a proto se užívá dílčí členění na N2a, N2b, N2c a N2pc. N2a je frontocentrální negativita situovaná mezi 150 až 250 ms a je typicky spojovaná s peakem v čase okolo 200ms a je nazývána též jako mismatch negativita. Tato komponenta byla objevena a popsána Näätänenem v roce 1979 jako auditivní ERP reagující na různé druhy změn v zvukové stimulaci, jako je intenzita, trvání, zvuková barva. Näätänen & Kreegipuu (2012) dále zjistili, že se jedná o komponentu příslušnou kognitivnímu mechanismu rozlišovací přesnosti a auditivní senzorycké paměti, která vykazuje odlišení deviantních podmínek, tedy je elicitována pouze změnou v auditivním stimulu, nikoliv auditivním stimulem samo o sobě (Luck & Kappeman, 2012b). Podílí se na automatických procesech rozpoznávání změny a odlišnosti podnětů (Sur & Sinha, 2009) a identifikuje nesoulad mezi deviantním stimulem a paměťovou stopou standardního podnětu. Vysvětlení N2a spočívá ve specifické orientaci pouze na základní rozlišovací prvky deviantního stimulu, které probíhají v rané fázi zpracování a jsou nevědomé, a během kterého je pozornost vůči dalším složkám standardního stimulu potlačena (Luck & Kappeman, 2012b). Další součástí je N2b subkomponenta, která je spojována s nefrektovanými změnami v parametrech podnětu a je díky tomu senzitivní vůči emočně významným podnětům. N2c je pozdní subkomponenta, jež je přítomna v případě úloh založených na klasifikaci stimulů (Sur & Sinha, 2009). Existuje ještě dělení na N2pc (posterior centra-lateral) subkomponentu, reflektující zaměření pozornosti na cíl vizuálního prozkoumávání objektu, která je nezávislá na pravděpodobnosti targetu, ale reflektuje význam motivace vůči úlohově zaměřenému vyhledávání. Vyšší amplituda N2pc je lokalizována centralaterálně a reflektuje pozornost vůči potenciálnímu targetu a filtruje vlivy distraktorů, nejedná se o ranou fázi, kde se pozornost koncentruje, ale o začátek pozornosti spojované s aktivací ventrálního streamu asociovaného s rekognicí a reprezentací objektu. N2pc je přítomná zejména v experimentech sériového vyhledávání, kde reflektuje čas věnovaný vyhledávání v případě, že je nutno procházet všechny zobrazené podněty. Neprojevuje se však v paralelní vyhledávací úloze, kde je target určen specifickým znakem patrným při zběžné kontrole (Luck, 2012), jelikož zde identifikace proběhla již v raných fázích zpracování.

Pozdní komponenty

Pro označení pozdních komponent se v rámci výzkumu afektivních procesů využívá označení “late positivity potential” (LPP). LPP má vztah s pamětí a doba percepce podnětu či modulace v jeho čase ovlivňuje pozdější LPP. LPP spolupracuje jak na zpracování vizuálních charakteristik stimulu, tak je spojována i s emočním hodnocením stimulu. Je rozdílná pro pozitivní a negativní stimuly vůči neutrálním stimulům (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). Toto označení časově pokrývá pozdní fázi zpracování zahrnující komponenty P3, N400 a P600. Pro afektivní výzkum se toto dílčí členění obvykle nepoužívá, neboť v kontextu výzkumu primingu bývá N400 považována za součást sémantického primingu, zatímco LPP jsou již hodnoceny jako evaluativní priming (Aguado et al., 2013).

P3

P3 je postpercepční komponenta, která odpovídá senzoričkému informačnímu mechanismu spojovanému s pozorností a paměťovým mechanismem (Polich, 2012). Změny amplitudy se projevují frontálně až parietálně, atence P3 je nižší frontálně a delší parietálně (Polich, 2012). P3 je vázána na kontext podnětu (Kappenman & Luck, 2012) a význam komponenty P3 je v biologické potřebě zesílení reakcí vůči novým a neznámým podnětům a zeslabení reakcí vůči již známému. Vychází z potřeby inhibice nepotřebných reakcí a zvýšení pozornosti vůči relevantním obsahům v rámci pracovní paměti (Polich, 2012). Reaguje na afektivní charakteristiku podnětu, jelikož ta se váže k motivačním charakteristikám, které jsou P300 reflektovány (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). Latence podnětu je často interpretována jako rychlost klasifikace stimulu za pomoci diskriminace jednoho stimulu vůči druhému (Sur & Sinha, 2009). Kratší latence je také spojována s lepšími kognitivními schopnostmi jedince, zejména se schopností alokovat své pozornostní kapacity (Polich, 2012). Vyšší amplituda P3 reflektuje vyšší neurální aktivitu, tedy pozornostní ohodnocení reprezentace podnětu vůči vzoru v pracovní paměti, založenou na souhře pracovní paměti a vědomé pozornosti (Polich, 2012)

V komponentě P300 jsou patrné dvě základní subkomponenty, P3a je frontocentrální, zatímco P3b je centroparietální. P3a je subkomponenta, která je součástí down-top mechanismu pozornosti a je zejména citlivá na distraktory, které jsou náhodně vloženy mezi cílové podněty (Polich, 2007). P3b komponenta v latenci peaku 250–280 ms vykazuje projevy v rámci celého povrchu s maximem centroparietálně (Luck, 2012). Reflektuje procesy, které jsou spojeny s klasifikací podnětu a je přítomná pouze pro deviantní podněty, a nikoliv pro homogenní

standardní stimuly (Luck & Kappeman, 2012b). Je součástí inhibičních mechanismů zapojených v procesu facilitace paměťových procesů (Polich, 2007). Pozdní P3 subkomponenta je ovlivněna alfa event-related desynchronizací (ERD), která se může objevit po ukončení sensorické stimulace, vyžadující pozornost a paměť, přičemž čím je nižší interval mezi dvěma stimuly, tím je nižší latence. V případě krátkého mezistimulového intervalu se projevuje nízká P300 amplituda, a zároveň je P300 velmi citlivá na habituační a dishabituační efekt. P3 reflektuje sílu paměťového spojení vytvořeného při kódování a skladování, jelikož vykazuje vyšší amplitudu v případě kratšího intervalu mezi rekognicí již prezentovaného stimulu. I v případě pasivní sériové prezentace se může P3 projevit v rámci tzv. novelty P300, která je též spojována s odpověďovou inhibicí, přičemž se projevuje zejména v ranější fázi v rámci subkomponenty P3a (Polich, 2012).

N400

N400 je primárně vizuální evokovaný potenciál, který se projevuje jako negativní pokles s počátkem ve 250ms a koncem v čase 400ms po expozici cílovému podnětu, nicméně s možností projevu kdykoliv v rámci 200 ms až 600ms (Kelly, 2014). Projev N400 v rámci vizuální modalitě vykazuje maximum v pravé centroparietální oblasti (Hinojosa, Martín-Loches & Rubia, 2001). N400 je popisována v kontextu sémantické kongruence a inkongruence (Luck & Kappeman, 2012b) a souvisí s dokončením či úplností podnětu (Sur & Sinha, 2009), její význam tedy spočívá v rozlišování kontextu (vlivem předchozích podmětů). V rámci ERP výzkumů afektivních procesů v rámci sémantického primingu se poukazuje na N400 komponentu, která bývá spojována s kongruencí mezi slovním vyjádřením a prozodií mluvího. Některé výzkumy však dokládají význam N400 komponenty i v rámci kongruence mezi afektivní valencí primu a targetu při specifických variacích podnětového materiálu (Hinojosa et al., 2009).

Pro N400 se tedy nesmí eliminovat působení primingového podnětu, kdy rozdíly reflektující vztah mezi prvním a druhým podnětem se nazývá N400 primingový efekt (Kappenman & Luck, 2012). Tento vyžaduje tři podmínky: 1. jedinec musí pochopit a udržet informace o primingovém podnětu, 2. musí plně identifikovat cílový podnět v rámci jeho sémantického a dalšího významu, 3. musí rozlišovat reakci na target na základě primingu. V rámci potenciálu N400 je ve spojení s primingovým působením ovlivňována jak latence, tak amplituda (Hinojosa, Martín-Loches, Rubia, 2001). Stupňování amplitudy je závislé na sémantickém spojení, kdy

nejvyšší amplituda je spojována s nesouvisejícím obsahem, nižší amplituda je nalezena u souvisejícího obsahu a nejnižší amplituda je přítomna v případě opakované prezentace stimulu (Schumacher, Bambini, Weiland, 2012). Existují jasné doklady, že vložení nesouvisejícího slova mezi počáteční a cílové objekty narušuje amplitudu a latenci prvků N400 (dle Hinijosa, Martín-Loches & Rubia, 2001).

N400 v případě sémantického primingu je možné interpretovat v kontextu šířící se aktivace jako integraci sémantických informací, či jako rychle působící proces aktivující sémanticky relevantní nody (Hinojosa et al., 2009). Jsou v něm však zahrnuty i mechanismy založené na konfliktu mezi podněty, jelikož se jedná o aktivitu velkého množství neurálních podkladů pozornostních a kontextuálních procesů, a tudíž se manifestuje ve specifických projevech podmíněných působením jednotlivých experimentálních podmínek (Goerlich et al., 2012). S N400 komponentou je spojována též komponenta N450, jež je mnohými výzkumníky (dle Goerlich et al., 2012) interpretována jako součást komponenty N400, vůči níž je ale specificky zaměřena na úlohy vyžadující výrazné soupeření mezi odpověďovými požadavky (jaké jsou přítomné například ve Stroopově úloze) a jejíž zdroj lze lokalizovat v anterior cingulate cortex, který se podílí na procesech monitorujících percepční konflikty a chyby.

3.4 ERP výzkum afektivního primingu

Některé studie naznačují, že kognitivní automatické zpracování se obvykle vyskytuje během 300 ms od nástupu podnětu. To klade důraz na výzkumné zaměření se na komponentu P300 (Jiang et al., 2015), respektive její percepční variaci v rámci LPP. Emoční podněty se reprezentují neurálními koreláty spojovanými s pozorností, jak v kontextu down-up informačního procesu založeném na externím vlivu stimulu, tak v rámci procesů top-down, tedy na základě jejich souvislosti s jedincovými cíli a záměry (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). Manipulace směrem k pozornosti v rámci prezentace emocionálních podnětů má potenciál zaměřovat pozornost od emocionální percepce, což se projevuje redukcí LPP (Paul, Kathmann & Riesel, 2016), přičemž právě LPP je spojováno s kontrolovanými top-down procesy (Hajcak, Dunning & Foti, 2009).

Afektivní reakce byly významným výzkumným tématem již v rámci raných ERP studií ze 60. let, ve kterých se však primárně věnovali hodnocení intristické motivační relevance předkládaných podnětů, přičemž jeden ze základních prvních ERP designů prokázal, že motivačně relevantní (jak pozitivní, tak negativní) podněty vykazují oproti neutrálním rozdíly v čase 350-450 ms (Lifshitz, 1966, cit. dle Olofsson, Nordin, Sequirac & Polich, 2008). V rámci arousalu je patrné specifikum erotických podnětů, kdy erotické podněty vykazují vyšší LPP než jiné typy vizuální stimulace (Briggs & Martin, 2009 in Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012), a to zejména v kontextu vyšší biologické relevance (Weinberg a Hajcak, 2010, in Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). Rozbor realizovaných ERP studií (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012) potvrzuje, že je rozdíl v ERP odezvách mezi apetitivními stimuly oproti stimulům averzivním, které vykazují vyšší hodnoty P1, P2 a P3a. Rané komponenty zkoumali také Zhang, Kong a Jiang (2012), kteří objevili vyšší N1 komponentu jako reakci na negativně zabarvená slova než na slova neutrální a popsali význam N3 a P3 komponent, jež reflektují pozdější evaluaci afektivní valence.

EPN a LPP amplitudy jsou rozdílné pro vysokoarousalové negativní podněty a pro vysokoarousalové pozitivní podněty, což je v souladu s tezí, že afektivní procesy jsou odděleny v rámci defenzivního a apetitivního systému. Relativně vyšší amplituda pro pozitivní podněty oproti negativním však naznačuje, že apetitivní systém vykazuje vyšší úroveň aktivace než defenzivní, což odporuje podkladové teorii. Nicméně empirická premisa, že neurální generátory pro LPP se v případě vysokoarousalových pozitivních a negativních podnětů také odlišují, může vysvětlit rozdílnou amplitudu bez nutnosti hodnocení zvýšené pozornosti pro

jeden z motivačních emočních systémů (Wiens & Syrjanen, 2013). S tezí, že se valence projevuje též modulací pozdního potenciálu LPP, souhlasí též Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbauer a Lang (2000), kteří zaznamenali jeho latenci 300–400 ms po začátku podnětu. Důraz při výzkumu afektivních stavů je tedy dále situován do podrobnějšího výzkumu LPP, kde je často uváděna vyšší amplituda LPP u negativních stimulů v porovnání s pozitivními (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). Zejména v rámci LPP bylo prokázáno podstatné zvýšení amplitudy v případě, že byly prezentovány vysokoarousalové a nízkoarousalové podněty, jak s nízkou, tak s vysokou valencí, oproti neutrálním obrazovým stimulům (Hinojosa & Carretie, 2009). Další podklady pro tento závěr lze spatřovat v rámci úloh, kde došlo k experimentální redukci LPP na základě představení emočních podnětů popisem, jenž výrazně moduloval (reinterpretace zhodnocení) jejich význam a afektivní intenzitu (Hajcak, Dunning & Foti, 2009). Zhang, Kong a Jiang (2012) objevili v rámci LPP vyšší pozitivitu pro pozitivní slova než pro negativní, což uvozuje jako nesoulad s obecnými zjištěními, ale též jako potenciální interakci s dimenzí arousalu.

Výzkum afektivního primingu se vždy věnoval dominantně výzkumu valence, přestože arousal je velmi podstatnou složkou afektivních reakcí a dokonce může být ještě podstatnější složkou v určitých intervalech afektivní reakce (Hinojosa et al., 2009). Obecně je velmi obtížné zkoumat valenci podnětů separátně na druhé dimenzi arousalu. Reliabilní efekt valence při zkonstantnění arousalu je publikován zřídka (Conroy & Polich, 2007). Většina studií reflektuje jejich dimenzionální překryv, což se týká i dat z prvního výzkumu studie afektivního primingu, který tvoří empirickou část této disertační práce.

Výsledky ERP experimentů využívajících databázi IAPS ukazují, že emočně nabyté podněty vybuzují více pozornosti než podněty neutrální, a to zejména v rámci raných a pozdních ERP komponent (Olofsson, Nordin, Sequeirac & Polich, 2008). Arousalové podněty vykazují oproti neutrálním odlišnou aktivitu v rané posterior aktivitě (EPN) a v pozdní aktivitě (LPP). Stejně tak výzkum ERP za využití zvukové úlekové sondy (acoustic startle probe) (50milisekundový zvuk o hlasitosti 95 dB) prokázal, že při užití obrazových stimulů jako afektivní modulace není rozdíl mezi pozitivními a negativními stimuly v P3 komponentě reakce na zvukovou úlekovou sondu, zatímco v arousalu byly změny signifikantní – vykazovaly nižší amplitudu pro vysokoarousalové podněty (Keil et al., 2007).

Výzkum afektivní percepce variované na základě jedné dimenzionální složky, přičemž druhá zůstává kontrolována, je velmi podstatný pro adekvátní popis neurálních procesů emocionální

elicitace. Silné zastoupení má využití tohoto přístupu v rámci oddball paradigmatu, jež bylo využito ve studiích Conroy a Polich (2007), Rozenkrantz a Polich (2008) a Briggs a Martin (2009). Tyto studie přinesly doklady o rozdílech na základě valence v P300 a na základě arousalu v komponentách N200, P300 a LPP. Zejména komponenta P300 příslušná vlivu vysokého arousalu je poměrně překvapivá a neodpovídá závěrům dalších studií Briggs a Martin (2009).

Prezentace afektivních podnětů v oddball paradigmatu vytváří stabilní ERP komponenty, které jsou konzistentní v rámci úlohových variací i délky prezentace. Afektivní vlivy jsou často uváděny již od 100ms od začátku podnětu a mohou být aktivovány po několik sekund, protože jejich vymizení je silně závislé na délce prezentace stimulu. Vysokoarousalové podněty vykazují zvýšenou pozitivitu od 200ms a ovlivňují pozdní komponenty (350-800ms) parietálně, prokazuje se tedy, že nejen valence, ale i arousalové charakteristiky stimulu mají vliv jak na rané, tak pozdní komponenty ERP (Olofsson & Polich, 2007). Hermans, Smeesters, Houter & Eelen (2002) shrnují, že v případě výzkumu afektivního primingu není v případě delšího SOA prokázán vliv afektivního primingu na rané zpracování, ale stále signifikantně působí asociativní parametry vztahu mezi podněty v pozdních potenciálech. Lze tedy poměrně dobře vymezit odlišnost a nezávislost těchto dvou psychických procesů podílejících se na efektu primingu. Gibbons (2009) ve své metaanalýze zhodnotil rozdíly mezi subliminárními valenčními studiemi v závislosti na SOA, jelikož studie, které přinesly potvrzení vlivu na ranou komponentu P1, prezentovaly cílové podněty okamžitě po primu (ISI = 0 ms).

Foti & Hajcak (2008) zkoumali vliv primingu za pomoci instruktované percepce vůči podnětům (respondentům byl řečen kontext prezentovaného obrázku, který byl interpretován tak, aby působil neutrálně či negativně). Ve svém výzkumu dokládají, že N1 komponenta (50 - 150ms) vykazuje rozdíly na základě procesu zhodnocení pro negativní podněty na základě toho, zda jim byla předložena předchozí negativní či neutrální instruktáž. Naopak v komponentě N1 nenalézají rozdíl mezi neutrálním targetem a negativním targetem s neutrální instrukcí. Komponenta P2 (150-250ms) se nelišila ani v negativním targetu, který byl primován neutrálním či negativním podnětem. P2 byla obecně vždy vyšší v rámci negativních podnětů oproti neutrálním podnětům, a to i v případě jejich neutrální i negativní instruktáže. LPP za pomoci manipulace primingovou instruktáží vykazuje rozdíly mezi negativními podněty instruovanými neutrálně a instruovanými negativně (Foti & Hajcak, 2008). Studie Hinojosa et al. (2009) se zaměřila na výzkum možné korelace mezi dimenzemi arousalu a valence. Hlavní

závěry dokládají, že zpracování vysokoarousalově kongruentního cílového podnětu se oproti inkongruentnímu projevuje snížením amplitudy LPC mezi 450 a 550ms, přičemž se neobjevily žádné signifikance v raných komponentech. Nebyly nalezeny rozdíly v ERP ani v reakčních časech mezi kongruentním a inkongruentním nízkoarousalovým cílovým podnětem. Sami autoři však předkládají zhodnocení svého výzkumu jako kontrastního oproti dalším studiím v tématu.

Flaisch, Stockburger & Schupp (2008) provedli experiment za využití obrázkových podnětů jako primu i targetu při sériové prezentaci bez ITI, kde zjistili význam afektivního primingu s ohledem na jeho vliv na rané procesy v kongruenci s emocionálním kontextem předcházejícího primu v rámci všech podmínek valence. V jejich experimentu byly patrné rozdíly reakcí na valenční target v závislosti na valenci primu jak v komponentě EPN (150 - 300ms), tak v LPP centro-pariatálně v čase 300-700 ms. Podnětný výzkum primingového působení hudbou elicitované valence na vizuální podněty provedl Chen, Yuan, Hunag, Chen & Li (2008). ERP komponenty mezi jednotlivými podmínkami vykazovaly změny zejména v rámci P2 a LPP komponenty dle kongruence primu a targetu. Amplituda komponenty P2 byla vyšší pro negativní priming než pozitivní, a protože latence komponenty P2 je 200ms, autoři tento priming interpretovali jako modulaci primárně mimovědomých procesů zpracování afektivních podnětů a předkládají možný efekt předpojatosti vůči zpracování negativní afektivních podnětů, která se v případě primingu projevuje modulací (dle slov autorů) „nálady“ při zpracování raných fází následných podnětů.

V rámci výzkumného zaměření na arousal se objevuje efekt, v němž vysokoarousalové podněty (jak nízkovalenční, tak vysokovalenční) vykazují signifikantně vyšší pozitivitu v latenci 300-900 ms oproti neutrálním podnětům. Za využití subsekvenčního paměťového efektu (separace položek, které byly zapamatovány nebo zapomenuty), který je považován za neurální index kódování paměti, zjišťovali Yick, Buratto a Schaefer (2015) rozdíly v ERP v rámci emočních komponent. V rámci vysokoarousalových položek byl objeven statistický rozdíl v rámci okna 200-1500ms a v rámci nízkoarousalových položek se projevil rozdíl v časovém okně 400-1000ms, což poukazuje na význam arousalu pro procesy spojené s rekogniční složkou paměti

Afektivní arousal tak vykazuje efekt již v rámci early posterior negativity (EPN) projevující se v rozdílech v čase 200-300ms mezi arousalovým a neutrálním podnětem a zároveň pozitivní korelaci v síle amplitudy spolu s mírou arousalu (Olofsson, Nordin, Sequeira & Polich, 2008). Dřívější zjištění ukázala, že EPN aktivita se snižuje v případě, že podnětu předchází dřívější

expoziční primingovému afektivnímu materiálu (Flaisch, Stockburger & Schupp, 2008). Výstupy ERP výzkumů naznačují rozdílné procesy zpracování emočního materiálu oproti sémantickému materiálu, a to z důvodu vyššího zapojení pozornosti vůči emocionálním podnětům, které mají v dlouhodobé paměti příslušné denotace významných životních situací. Aktivní pozornost tedy reflektuje nároky určitých vizuálních objektů, které vedou k dočasné aktivaci příslušných reprezentací v dlouhodobé paměti (Schupp, Flaisch, Stockburger & Junghofer, 2006).

Studie využívající stimuly s rozdílným arousalem v rámci oddball paradigmatu ukazují na vyšší amplitudu LPP v rámci arousalových primů (nezávisle na valenci). Modulace LPP referuje k funkční mobilizaci zdrojů pozornosti a motivačním okruhům vzhledem k emoční relevanci (Hinojosa et al., 2009). LPP je závislé také na protorových specifikách percepce, v rámci experimentální manipulace se zaměřenou pozorností na určité více či méně arousalově nabitě prvky obrázku se LPP komponenta zvyšovala či snižovala (Dunning & Hajcak, 2009).

Zejména v rámci LPP bylo prokázáno podstatné zvýšení amplitudy v případě, že byly prezentovány vysokoarousalové a nízkoarousalové podněty (jak s nízkou, tak s vysokou valencí), oproti neutrálním obrazovým stimulům (Hinojosa et al., 2009). Za využití podnětů s homogenní úrovní valence bylo zjištěno, že vysokoarousalové podněty mají tendenci vykazovat vyšší amplitudu v rámci LPP než nízkoarousalové podněty (Rozenkrantz & Polich, 2008). Toto lze vysvětlit v kontextu souvislosti afektivním kontextem LPP s potřebou mobilizovat motivační okruhy pro aktivaci organismu (Lang & Bradley, 2007; Schupp et al., 2007). Amplituda LPP reflektuje alokaci pozornostních zdrojů, hodnocení stimulů a počáteční procesy paměťového uskladňování, přičemž vyšší arousal podnětu může facilitovat paměťový proces díky vyšší interakci s amygdalou a hippocampem (Hinojosa et al., 2009).

Hinojosa et al. (2009) provedli ERP výzkum na vzorku 34 osob za užití slovního podnětového obrazového materiálu zobrazeného v případě primingu trvajících 200ms a 100ms ITI, založeném na arousalové charakteristice primů a targetů. Jejich výsledky neprokázaly signifikantní rozdíly v očekávané komponentě N400 (300-400ms) dle ne/kongruence, nicméně došlo k prokazatelnému efektu arousalové kongruence v LPP (450 - 550ms), která se lišila v rámci kongruence vysokoarousalového targetu ($p < 0,001$), ale nelišila se v rámci nízkoarousalových targetů. Také Li & Lu (2014) dospěli k výsledkům, že vysokoarousalový priming vytváří mnohem vyšší N400 komponentu než nízkoarousalový. Zhang, Kong & Jiang (2012) objevili, že také valenčně inkongruentní páry vykazovaly negativnější N400 (300–450

ms) a více pozitivní LPP (550–700 ms) než valenčně kongruentní páry. Efekt N400 však byl také silně ovlivněn arousalem cílového podnětu. Luis, Diegues, Méndez-Bértolo, Pozo & Hinojosa (2013) zkoumali vliv vizuálního primingu za pomoci expresivních tváří hodnocených na základě valence na cílové podněty valenčně hodnocených slov, kde zjistili efekt kongruence valence na zvýšení amplitudy komponenty N400, zatímco LPP nebyla závislá na afektivní kongruenci, ale vykazovala změny dle valence stimulu parieto-occipitálně, fronto-centrálně a levostranně temporálně. Rozbor studií arousalu, který provedl Hinojosa et al. (2009), ukazuje na konstantní výsledky arousalové charakteristiky podnětů a také význam kongruence afektivního primingu arousalem na N400 a LPP. Hinojosa et al. (2009) v rámci své studie naznačuje potenciální nedostatek schopnosti nízkoarousalových primů zaujmout pozornostní zdroje do té míry, aby ovlivňovaly následné procesy nízkoarousalových cílů. Předkládají výsledky své studie evaluačního primingu jak valence, tak arousalu, které poukazují na kongruenci v LPP (450-550ms) pouze pro vysokoarousalové cílové podněty. Pro vysokovalenční podněty se ukázal být rozdíl v kongruenci arousalu v LPP s latencí 500-600ms. Arousalově inkongruentní podněty vykazovaly vyšší amplitudu LPP než kongruentní. Nabízí se vysvětlení, ve kterém vysokoarousalové podněty vyžadují více pozornosti, což se pak může podílet na kognitivních procesech evaluace. Díky tomu vysoký arousal vede k vyšší senzitivě na kongruenci valence. Explanace je založena na pohledu na arousalovou stimulaci jako na alokaci emocionálních zdrojů a zvýšenou senzitivitu na informace, které jsou blízké emocionálnímu stavu vyvolanému příslušnými stimuly. To vede ke zdůraznění vlivu arousalu na evaluaci valence v podmínkách primingové kongruence a inkongruence (Hinojosa et al., 2009).

4 Cíl výzkumu a výzkumné hypotézy

4.1 Výzkumný problém

Využití primingu pomocí hudby je poměrně marginálním přístupem afektivní vědy, který ovšem je dostatečně teoreticky i empiricky podložen. Vzhledem k odlišnosti od cílových vizuálních podnětů je hudba ideálním primingovým podmětem pro vytvoření přístupu založeném na emoční indukci, a nikoliv na souhře dílčích mentálních procesů. Spolu s využitím vysokého rozsahu mezistimulového intervalu u primingového a cílového podnětu je tak možné vytvořit design, který nejlépe eliminuje potenciální vysvětlení primingu za využití přístupu založeného na vztahu mezi podněty v rámci sémantických sítí krátkodobé paměti, nebo tezí o konfliktu mezi stimuly v kapacitě selektivní pozornosti. Přestože existují doklady o pokračování změn v aktivitě až 900ms po skončení expozice podnětovému materiálu (Hajcak a Olvet, 2008), kombinace senzoričného rozdílu mezi stimuly a mezistimulového intervalu mezi primingem a cílovým podmětem (na úrovni 500ms), je vhodným prospektivním přístupem, jak odlišit afektivní přenos mezi podněty od ostatních potencionálních vysvětlení primingu. EEG ERP analýza je vzhledem ke své vysoké časové rozlišovací úrovni jako jediná schopna identifikovat možné změny v mentálních procesech spojených se změnami percepce po expozici primingovému materiálu, a nikoliv jen behaviorální výsledek daných procesů, kdy právě absence behaviorálních či evaluativních projevů signifikantních rozdílů je standardním výsledkem studií doložených v teoretické části, které využívajících vysoké SOA a ITI.

Výzkum afektivního primingu je studován zejména v kontextu valence, ale současný model afektivních procesů počítá i s významnou rolí arousalu (např. Hinojosa et al., 2009) Přestože se v současnosti výzkum afektivního primingu ubírá spíše směrem k separaci obou afektivních dimenzí, je v afektivních podnětech typický relační vztah mezi arousalem a valencí (Bradley & Lang, 2000). Vytvoření nové afektivní databáze NAPS (Marchewka, Zurawski, jednorog & Grabowska, 2014) tomuto základnímu metodologickému problému dvoudimenzionální teorie velmi nahrává, jelikož korelace mezi valencí a arousalem stimulů je na vysoké úrovni v rámci celé databáze $r=-0,79$, $p<0,01$. Proto je nutné interpretovat závěry o vlivu arousalu s přihlédnutím ke kontextu afektivní valence, a to jak v rámci této práce, tak i v kontextu výstupů existujících výzkumných šetření.

4.2 Výzkumné otázky

Cílem práce je zjistit rozdíl v neurálních korelátech afektivní vizuální percepce za využití hudebního primingu arousalem. Dílčím cílem je identifikace vlivu arousalu na podnětový materiál.

Výzkumné otázky:

VO1: Jaké jsou rozdíly ve vizuálním zpracování na základě arousalové charakteristiky podnětu?

VO2: Jaké jsou základní rozdíly ve zpracování vizuálních podnětů mezi primovanými a nepřimovanými podněty.

VO3: Jaký je efekt sekvenčního vlivu arousalových charakteristik primingového působení na cílové podněty?

Analýzy evokovaných potenciálů:

Studie EEG ERP nevyužívají klasické hypotézy predikující vztah mezi dvěma proměnnými, ale pro účely ERP analýz se užívají tzv. efektově specifické hypotézy (effect-specific hypothesis) či efektově nespecifické hypotézy (effect-unspecific hypothesis) (Handy, 2005). Efektově specifické hypotézy využívají predikce o tom, které ERP komponenty (v rámci změn jejich amplitudy a latence) budou ovlivněny experimentální manipulací, oproti tomu efektově nespecifické hypotézy predikují změny ve dvou a více ERP křivkách bez specifického určení příslušné komponenty. Vzhledem k prospektivnímu designu výzkumné studie jsou v disertační práci využívány oba typy hypotéz. Efektově specifické hypotézy se v souladu s konsenzem afektivních studií vztahují k základnímu členění ERP komponent dle jejich latence (ranné – střednědobé [EPN] – pozdní [LPP] komponenty). Limitem využití efektově nespecifických hypotéz je nižší validita výsledků v důsledku užití ad hoc hypotéz, přesto je možné uznat výsledky těchto hypotéz v případě, že zobrazují signifikantní rozdíly (Handy, 2005).

4.3 Hypotézy

V návaznosti na výše uvedené výzkumné otázky a na základě bližšího studia teoretických pramenů, které se zabývají tématem, jsou zkonstruovány následující hypotézy:

H1: Vysokoarousalový priming a nízkoarousalový priming vykazují rozdíly v aktivitě pozdních komponent vizuální percepce cílových podnětů.

H2: Vysokoarousalové a nízkoarousalové vizuální podněty vykazují rozdílnou aktivaci střednědobých komponent vizuální percepce cílových podnětů.

H3: Efekt hudebního afektivního primingu působí rozdíly aktivace v raných komponentech afektivní vizuální percepce cílového podnětu.

H4: Efekt hudebního afektivního primingu působí rozdíly aktivace v komponentách střední latence vizuální percepce cílového podnětu.

H5: Experimentální manipulace arousalovou charakteristikou primingu ovlivňuje komponenty pozdní latence vizuální percepce cílového podnětu.

5 Metodika

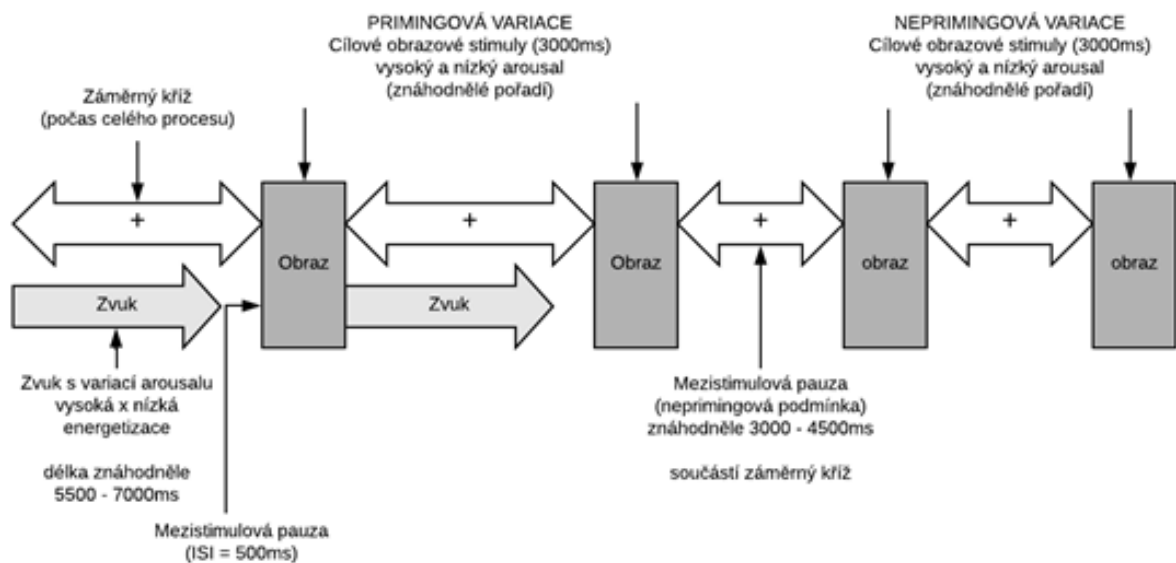
5.1 Experimentální design

Výzkumný design vychází z klasického přístupu EEG ERP experimentu za využití PC administrace experimentálního prezentačního skriptu. Schéma experimentálních podmínek, které postihovalo působení primingové variace a faktory afektivních charakteristik stimulů na základě podnětové úrovně arousalu,

Experiment se skládal z 400 cílových obrazových podnětů, kde bylo použito 200 vysokoarousalových podnětů ($m=6,68$, $sd=0,40$) a 200 nízkoarousalových podnětů ($3,66$, $sd=0,54$). Statistický rozdíl v arousalu mezi vysokoarousalovými a nízkoarousalovými podněty se pohybuje na signifikanci $<0,001$. Jako primingová proměnná bylo využito 100 primingových auditivních podnětů s vysokým arousalem ($m=6,27$, $sd=0,27$) a 100 s nízkým arousalem ($m=1,92$, $sd=0,31$, rozdíl $p<0,001$). V každé primingové variaci bylo využito 50 % vysokoarousalových a 50 % nízkoarousalových primů pro každou skupinu cílových podnětů.

Experiment využíval znáhodnělou délku primingového působení v rozsahu 5500-7000 ms, aby se vyhnul monotonii a očekávání. Interval mezi primingovým a cílovým stimulem (ISI) byl nastaven na 500ms, prezentace cílového podnětu trvala celkem 3000ms. Podněty byly prezentovány v blocích, kdy v každém byly čtyři cílové podněty, dva primované za pomoci stejného auditivního primu - v rámci čehož byly původní 15s hudební podněty rozděleny na dvě části. Dále byly v bloku prezentovány také dva zvuky bez primingu. Všechny kombinace obou cílových podnětů se skládaly z jednoho nízkoarousalového a jednoho vysokoarousalového podnětu jak v primové, tak neprimové podmínce, přičemž jejich pořadí bylo náhodné. Těchto bloků bylo využito celkem 100. V polovině experimentu (po padesátém bloku) byla vložena minutová pauza. Všechny intervaly mezi podněty byly opatřeny záměrným křížem. Schéma experimentálního bloku je zobrazeno na následujícím schématu (obrázek 2).

Obrázek 2: Schéma experimentu



5.2 Sběr dat a technické nástroje sběru dat

Experimentální výzkum probíhal v prostorách neurolaboratoře KPE JCU v průběhu března 2016 až února 2018. Experiment probíhal v uzavřené kabině (stavebně oddělené části místnosti) vybavené potřebnou audiovizuální technikou, která byla ovládána z místnosti laboratoře.

Pro měření byl využit EEG přístroj Biosemi ActiveTwo s celkem 64 kanály. Jednalo se o aktivní Ag–AgCl elektrody. Umístění elektrod vycházelo ze standardního 10/20 Besa schématu za využití odpovídající velikosti EEG čepice, která byla centrována na střed hlavy (k elektrodě Cz).

Pro prezentaci podnětů a jejich časovou synchronizaci byl využit software Presentation 18.3. Pro vlastní záznam EEG signálu s časovými značkami byl využit druhý počítač, připojený k EEG přístroji pomocí paralelního portu, na kterém probíhalo měření za pomoci softwaru BiosemiLabView. Samotný experiment trval cca. 55 minut (s odchylkami způsobenými náhodným časem délky primingu a délkou mezi neprimovanými stimuly). Vlastnímu měření předcházelo vyplnění informovaného souhlasu s účastí na studii a následné nasazení elektrod, které se pohybovalo zhruba na úrovni 30-40 minut, během něhož byly probandí

informování o průběhu EEG měření. Před vlastním započítím experimentu byla zkontrolována kvalita signálu a upraveny vadné elektrody.

5.3 Výzkumný vzorek a výzkumná etika

Výzkumným vzorkem jsou studující Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity. Celkový sebraný vzorek čítal 59 probandů, konkrétně 37 studentek a 24 studentů o průměrném věku 20,3 let. Všichni probandi byli pravorucí (na základě sebehodnocení), bez neredukovaných korekcí zraku. Účast na experimentu byla dobrovolná a účastníci si ji mohli zvolit jako alternativu seminární práce v předmětech vedených autorem práce.

Všem probandům byl předložen informovaný souhlas o účasti na studii, byl jim objasněn průběh experimentu a byli informováni o využívaném podnětovém materiálu, jeho charakteristice a bylo jim na základě nových informací umožněno odstoupit z účasti na studii. Z důvodu zachování reliability experimentu nebyli předem informováni o principu primingového působení, což je pro podstatu výzkumu stěžejní, protože v případě informací o působení primingu mají lidé tendenci korigovat jeho vliv (Janiszewski & Wyer, 2014). Instrukce tedy obsahovaly zejména informace o tom, jakým způsobem je signál nahráván a jaké šумы mohou způsobit přehnané pohyby či mrkání.

5.4 Podnětový materiál

Tento multimodální primingový experiment využíval vybrané podněty ze standardizovaných afektivních databází, které jsou v této podkapitole představeny. Výběr databází vycházel ze záměru využít volených kategorií proměnných, přičemž užitá auditivní databáze vykazuje velmi kvalitní konstrukci a vizuální databáze splňuje základní parametry užívaných databází a navíc oproti běžně užívaným databázím poskytuje vyšší vizuální kvalitu podnětů a reliabilnější obrazové motivy, jejichž kulturní závislost je omezující v rámci některých standardně užívaných databází. Vizuální podněty v podobě .jpg a audiozáznamy ve formátu.mp3 Afektivní parametry vytvořených kategorií afektivních podnětů jak v auditivní, tak vizuální doméně jsou prezentovány ve druhé části této podkapitoly.

Podněty z databáze NAPS (Marchewka, Zurawski, Jednorog & Grabowska, 2014), bylo vybráno celkem 400 vizuálních podnětů, v rámci dvou skupin po 200 podnětech, které se lišily úrovní arousalu. Popisné statistiky těchto dvou skupin podnětů jsou znázorněny v tabulce 1, kde jsou popsány v rámci jejich afektivního hodnocení v databázi – konkrétně arousalu, valence a avoidance/approach. Příklady podnětů z databáze jsou uvedeny jako příloha 5.

Na obě kategorie byly využity rozdílové statistiky afektivních parametrů (viz tabulka 2), které ukazují na rozdíly mezi kategoriemi podnětů v rámci hodnoty arousalu ($m_1=6,68$, $m_2=3,66$). Relativní vzdálenost vybraných podnětů od afektivních pólů arousalu (hodnocením na stupnici 1 – 9) je shora 2,12 stupně a zdola 2,6 stupně, což reprezentuje mírně vyšší zastoupení podnětů v horní dimenzi arousalu, než v jeho dolních absolutních hodnotách. Zároveň v kategorii avoidance/approach jsou mezi kategoriemi podnětů statisticky signifikantní rozdíly průměrných hodnot ($m_1=6,88$, $m_2=3,51$). Kategorie podnětů též vykazují statisticky signifikantní rozdíl v parametru valence ($m_1=3,22$, $m_2=7,01$).

Tabulka 1: Popisné statistiky afektivních parametrů vizuálních podnětů

Kategorie arousalu		Arousal	Valence	Avoidance/Approach
Vysoký arousal	Přůměrná hodnota	6,68	3,22	3,51
	Počet podnětů	200	200	200
	Směrodatná odchylka	0,40	1,04	1,08
	Minimum	6,14	1,33	1,43
	Maximum	8,05	7,34	7,35
	Medián	6,61	3,03	3,43
Nízký arousal	Přůměrná hodnota	3,66	7,01	6,88
	Počet podnětů	200	200	200
	Směrodatná odchylka	0,54	0,69	0,72
	Minimum	2,11	3,63	3,27
	Maximum	6,48	8,54	8,46
	Medián	3,73	7,11	6,95

Je tedy patrné, že podněty vykazují specifické afektivní dimenze, kde na jedné straně se jedná o vysokoarousalové a nízkovalenční podněty a na druhé straně o nízkoarousalové vysokovalenční podněty. Jak již bylo nastíněno v metodice, tato reprezentace podnětů odpovídá dimenzionálnímu překryvu podnětů v databázi NAPS, která je využívána ve většině ERP afektivních výzkumů - viz metaanalýza Oloffson, Nordin, Sequiera & Polich (2008).

Tabulka 2: Popisné a rozdílové statistiky afektivních dimenzí vizuálních elicitacních podnětů (v rámci kategorií experimentálních podnětů)

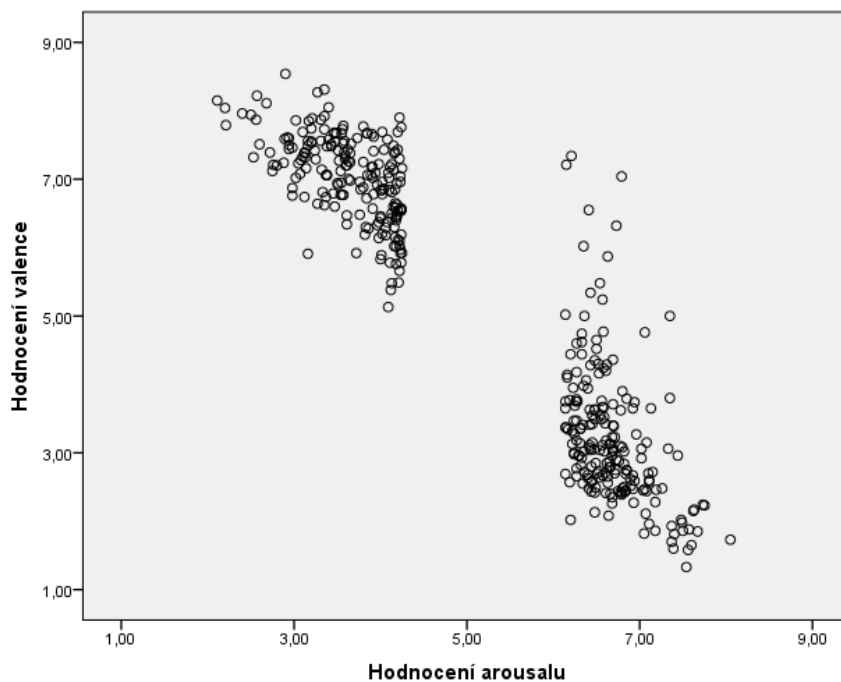
Průměrná hodnota	kategorie arousalu	N	Průměr	SD	t-hodnota	signifikance
Arousal	Vysoký arousal	200	6,68	0,40	63,51	<0,01
	Nízký arousal	200	3,66	0,54		
Avoidance /Approach	Vysoký arousal	200	3,51	1,08	-36,53	<0,01
	Nízký arousal	200	6,88	0,72		
Valence	Vysoký arousal	200	3,22	1,04	-43,16	<0,01
	Nízký arousal	200	7,01	0,69		

Vysokoarousalové podněty tedy vykazovaly výrazně vyšší negativitu a zároveň se ve výrazně vyšší míře jednalo o defenzivní motivační podněty. Dimenzionální překryv afektivních charakteristik vůči arousalu je zobrazen v grafu 1, kde je též reprezentace podnětů v rámci charakteristiky avoidance/approach, která vykazuje zastoupení approach + nízkoarousalových a avoidance + vysokoarousalových podnětů. Ukazuje se zde vysoká korelace mezi vyšší arousalu a avoidance dimenzí, a to negativní vztah $r = -0,86$. Mezi arousalem a valencí byl také objeven silný negativní vztah reprezentovaný hodnotou korelace $r = -0,86$ (viz tabulka 3).

Tabulka 3: Korelace mezi arousalem, valencí a motivačními afektivními dimenzemi v rámci vizuálních podnětů

		Avoidance/Approach	Valence
Arousal	Korelační koeficient	-,863**	-0,956
	Signifikance	<0,01	<0,01
	N	400	400

Graf 1: Dvojdímní reprezentace využitých podnětů databáze Soundtrack v korelační matici arousalu a valence



N=400

V neposlední řadě je s ohledem na rané komponenty vizuálních ERP vhodné analyzovat rozdíly mezi vizuálními parametry využitých podnětů (viz tabulka 4), jelikož se jedná o jeden z faktorů, který se podílí na ovlivňování raných ERP komponent. Mezi kategoriemi faktorů dochází sice k významnému rozdílu v hodnotě jas (m₁=113,27, m₂=120,46, p=0,01), nicméně v rámci kontrastu nebyly významné rozdíly nalezeny (m₁=64,60, m₂=65,17, p=0,62). Jas se tedy může dílčím způsobem podílet na rozdílu v raných komponentách, což je potenciální intervenující vliv, zaměření analýz na afektivní zpracování, které se reprezentuje spíše v komponentech střední a pozdní latence, však umožňuje přijmout i tento rozdíl mezi kategoriemi podnětů jako marginální vliv, který není nutné zahrnout do analýz.

Tabulka 4: Popisné a rozdílové statistiky vizuálních dimenzí elicitacních podnětů (v rámci kategorií experimentálních podnětů)

Průměrná hodnota	kategorie arousalu	N	Průměr	SD	t-hodnota	signifikance
Jas	Vysoký arousal	200	113,27	28,82	-2,54	0,01
	Nízký arousal	200	120,46	27,77		
Kontrast	Vysoký arousal	200	64,60	11,15	-0,49	0,62
	Nízký arousal	200	65,17	12,16		

5.4.2 Auditivní podněty

Jako auditivní databáze byla využita standardizovaná databáze Eerola a Vuoskoski (2010) vytvořená na katedře muzikologie finské univerzity v Jyväskylä. Tato databáze poskytuje 360 podnětů v délce zhruba 15 s. Autoři databázi nazývají “Soundtrack”, jelikož užití zvuky pochází ze soundtracků filmového materiálu, jedná se však čistě o hudbu bez rušivých intervencí textů, dialogů nebo situačních zvuků. Filmové zvuky byly autory vybrány z důvodů, že se i v rámci jejich zapojení do filmů jedná o záměrná emoční vodítka, která jsou vcelku neutrální z hlediska žánrové preference. Jejich možná reprezentace v epizodické paměti ve formě schematických vzpomínek na filmové zpracování je dílčím negativem, které však autoři shledávají jako drobné negativum vyvážené celkovou kvalitou tohoto výběru. Na výběru zvuků se podílelo 12 muzikologů z univerzity, kteří hodnotili databázi na základě diskrétních emocí a dimenzionální typologie. Tato databáze byla posléze standardizována na souboru 116 respondentů za pomoci sedmistupňového sémantického diferenciálu dimenzionálního hodnocení – a to konkrétně v rámci trojdimenzionální teorie (valence, energetický arousal a tenzní arousal). Hodnocení proběhlo za pomoci tří adjektiv pro každý pól dimenze, což pro valenci obnášeno příjemný–nepříjemný (pleasant–unpleasant), dobrý–špatný (good–bad) a pozitivní–negativní (positive–negative); pro energetický arousal se jednalo a probouzející–uspávající (awake–sleepy), nabuzující–unavující (wakefull–tired) a čilý–ospalý (alert–drowsy); a pro tenzní arousal se jednalo napjatý–uvolňující (tense–relaxed), svíraný–klidný (clutched up–calm) a nervózní–v klidu (jittery–at rest).

Z databáze Eerola a Vuoskoski (2010) bylo vybráno celkem 100 hudebních melodií, které tvořili celkem 200 primů (každá melodie primovala obě kategorie cílové proměnné). Z tohoto důvodu byl jako první prime využita první polovina (7s) standardizované hudební melodie a jako druhý prime sloužila druhá polovina podnětové melodie (7s – 14s). Těchto 100 primů bylo na základě své afektivní charakteristiky rozděleno na vysoce energeticky arousalové a níže energeticky arousalové podněty. Reprezentace obou kategorií podnětů v rámci všech hodnocených afektivních parametrů je shrnuta v tabulce 5. S ohledem na reprezentaci afektivních parametrů v elicitacích databázích jsou rozdíly v rámci hodnoty energetického arousalu ($m_1=6,27$, $m_2=1,92$), které jsou signifikantní na jednocentní hladině významnosti. Zároveň v kategorii tenzního arousalu jsou mezi kategoriemi podnětů statisticky signifikantní rozdíly průměrných hodnot ($m_1=5,06$, $m_2=2,61$). Podněty též vykazují statisticky signifikantní rozdíl v parametru valence ($m_1=3,69$, $m_2=5,01$).

Tabulka 5: Popisné a rozdílové statistiky afektivních dimenzí podnětů auditivní elicitační databáze (v rámci kategorií experimentálních podnětů)

Průměrná hodnota	kategorie arousalu	N	Průměr	SD	t-hodnota	signifikance
Valence	Vysoký arousal	50	3,69	1,43	-5,76	<0,01
	Nízký arousal	50	5,01	0,74		
Energie	Vysoký arousal	50	6,27	0,27	74,77	<0,01
	Nízký arousal	50	1,92	0,31		
Tenze	Vysoký arousal	50	5,06	1,29	11,02	<0,01
	Nízký arousal	50	2,61	0,90		

Mezi jednotlivými afektivními charakteristikami existuje silná korelace (viz tabulka 6), která v případě energetického arousalu a tenzního arousalu dosahuje hodnoty $r_s = 0,65$, $p < 0,01$. Mezi valencí a energetickým arousalem existuje statisticky významná negativní korelace ($r_s = -0,38$, $p < 0,01$), nicméně mezi valencí a tenzním arousalem existuje ještě významnější signifikantní korelace ($r_s = -0,82$, $p < 0,01$)

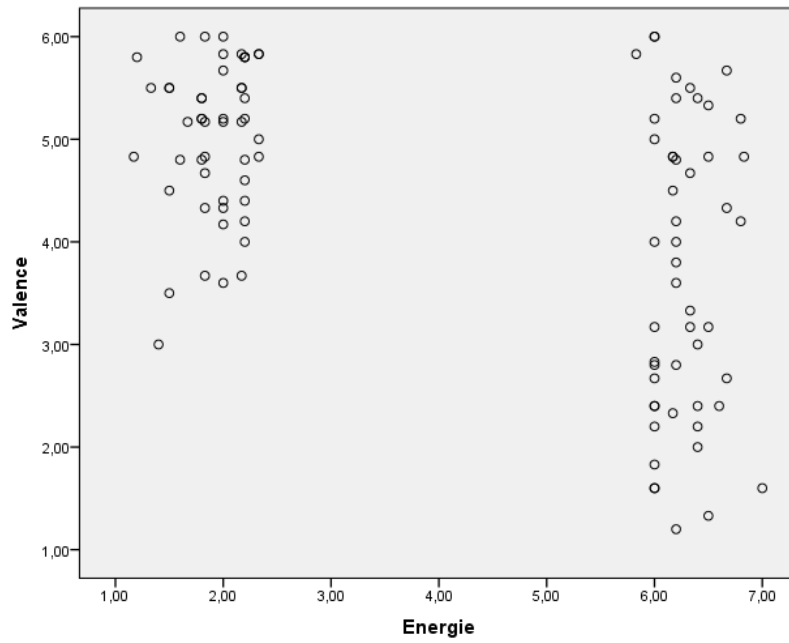
Tabulka 6: Korelační koeficient mezi energetickým arousalem a tenzním arousalem v rámci auditivních podnětů

		Valence	Tenze
Energie	Korelační koeficient	-0,38	0,65
	Signifikance	<0,01	<0,01
Tenze	Korelační koeficient	0,82	
	Signifikance	<0,01	

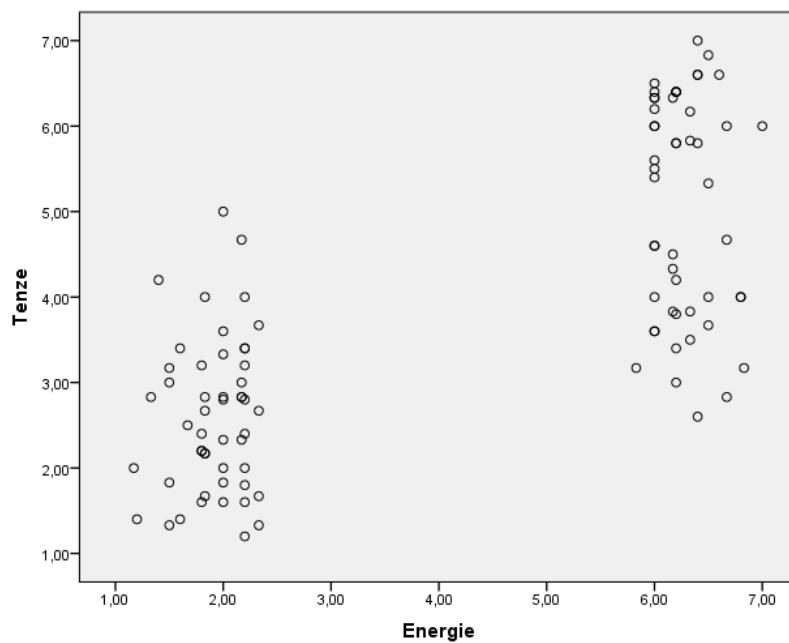
N=100

Ukazuje se tedy, že přestože výzkum je zaměřen na arousal, který tvoří pouze na jednu ze základních složek afektivity, je v souladu se záměrem práce užit jako výchozí energetický arousal, na jehož základě byly vytvořeny kategorie podnětů. V rámci experimentální studie však lze referovat o obecné modulaci arousalem z důvodu vysoké kovariace obou hodnocených dimenzí arousalu. Reprezentace kategorií podnětů v dle energetického arousalu vůči parametrům valence je zobrazena v grafu 2 a vůči tenznímu arousalu v grafu 3.

Graf 2: Dvojdímenzionální reprezentace využitých podnětů databáze Soundtrack v korelační matici afektivních dimenzí valence a alousalové energii



Graf 3: Dvojdímenzionální reprezentace využitých podnětů databáze Soundtrack v korelační matici afektivních alousalové energii a arousalové tenze



5.5 Preprocessing dat

Záznamový soubor byl do EEGlabu nahrán ve výchozím formátu bdf. Byly přiřazena lokalizace kanálů (channel location), které zaznamenaly polohu u všech 64 použitých elektrod v trojdimenzionálním karteziánském prostoru. Tyto pozice záznamových zdrojů na skalpu, které v našem případě vycházejí z klasického 10 – 20 rozložení, umožňují vytvoření 2D a 3D topografického zobrazování elektrické aktivity v mozku. Vzhledem k randomizaci experimentálního procesu bylo nutno jednotlivé značky označující počátek experimentálních podnětů transformovat z číselného označení do výchozích popisů pro analýzu dat (jejich označení v příslušné podkapitole). Tohoto bylo dosaženo pomocí automatizovaného skriptu, v němž byla do označení vizuálního cílového podnětu zahrnuta též charakteristika předchozího primingového působení. Takto zpracovaný záznam byl uložen v nativním formátu fdt.

EEG záznam je charakteristický vysokým stupněm znečištění procesy, které nejsou součástí neurální aktivity. Těmto intervenujícím vlivům se říká artefakty a existuje celé spektrum jejich zdrojů - ať se jedná o biologické či technické intervence. První fáze čištění se zaměřovala na výrazné artefakty a byla provedena za pomoci manuálního čištění, během kterého autor prošel všechny záznamy vizuálně. Počáteční vizuální inspekce sloužila k identifikaci vadných elektrod, které byly ze záznamu odstraněny (jejich hodnoty byly interpolovány až v rámci ERP analýz automatickým algoritmem sférické interpolace v procesu předpočítání komponent). Jako chybné elektrody byly označeny kanály, které vykazovaly abnormálně pravidelnou aktivitu o vysoké amplitudě a pak ty, které ve svém záznamu reprezentovaly EKG projevy (hroty), které byly zapříčiněny umístěním elektrod nad tepny (typicky elektrody na spánkových oblastech). Druhá fáze spočívala ve vizuální inspekci všech záznamu v rámci 15s intervalů, kde byly manuálně odstraňovány všechny vizuálně patrné artefakty. Technika manuálního čištění se zaměřila primárně na technické artefakty (ztráta či distorze signálu vlivem referenční elektrody) a specifické projevy biologických artefaktů (všechny viditelné projevy mimo artefaktů mrkání a očních sakád), které byly čištěny v druhé fázi preprocessingu

Na manuálně předčištěných datech proběhla filtrace pásem propustnosti. Data byla pro větší přesnost studie přepočítávána dvakrát, a to s úpravou variace dolní propustnosti. Pro zjišťování ERP se doporučuje nechat horní hladinu propustnosti co nejnižší. Přestože mandatorně se u vědců zabývajících se preprocessingem EEG dat často volí hladina 1Hz, vzhledem k charakteru studie byla zvolena hladina 0,1Hz, vhodná i pro mezisubjektové studie evokovaných potenciálů (Luck, 2005), která však u dětí a seniorů může dosahovat až 0,01Hz

(Makoto, 2016). Hajcak, Weinberg, MacNamara a Foti (2012) uvádí, že v případě filtrace na 1Hz dochází k odstranění LLP komponenty, která je zachována na maximální hranici propustnosti 0,5 Hz a doporučuje využívat jako standard filtr horní propustnosti 0,1 Hz.

Nastavení filtru dolní propustnosti bylo na základě doporučení školitele zvoleno 80 Hz jako výchozí hodnota vhodná pro širší spektrum analýz. Nakonec tedy proběhla filtrace bez odstraňování 50Hz artefaktů, nicméně pro další zpracování (v rámci zapojení této studie do mezisubjektových srovnání) je otázkou, zda pro data nevyužít filtr dolní propustnosti 45 Hz. Z důvodů vlivu širokopřechodového pásma, které se pohybuje u standardních 50Hz – 60 Hz artefaktů v rámci 10Hz (Makoto, 2016) se tedy eliminace fyzikálního rušení by se tedy u standardního českého napětí 50Hz měla horní hranice pohybovat maximálně do 45Hz.

Další postup preprocessingu spočíval v transformaci záznamu 2048 Hz na záznam o frekvenci 250Hz, který tím zkomprimoval svou velikost o více jak 70 %, což umožňuje snížit výpočetní náročnost dalších výpočetních postupů na základě nároků na pracovní paměť a výpočetní čas. K tomuto byla u souboru využita primární funkce integrovaná v EEGLabu EEG = pop_resample (EEG, 250).

Vzhledem k horší kvalitě dat byla využita i druhá fáze čištění, která spočívala ve využití automatického algoritmu ASR (Artifact Subspace Reconstruction) na předčištěná data. ASR je doporučovaná funkce (Makoto, 2016) pro předčištění kontinuálního záznamu předtím, než je na data aplikována ICA. Algoritmus ASR (Kothe, 2013; kde poskytuje matematické podklady výpočtu) odstraňuje nestacionární vysoké variance v EEG. V rámci přípravy dat byla na stále kontinuální záznam aplikována nezávislá komponentní analýza (ICA), která umožňuje odstranit kognitivně nezávislé artefakty a také připravit data pro další spacionální analýzy. ICA na epochovaném záznamu nebyla využita vzhledem k tomu, že u epochovaného záznamu „menšího než 3 sekundy“ velmi problematická a může vést ke zkreslení dat (Makoto, 2016). Poté byl využit MARA (Multiple Artifact Rejection) algoritmus, který automaticky ohodnotil nezávislé komponenty v rámci záznamu o umožnil jejich odstranění na základě pravděpodobnosti jejich zdrojů v rámci artefaktů (Winkler, Haufe & Tangermann, 2011).

Záznamy, které byly shledány závadnými, byly ze záznamu vyloučeny, což se týkalo velmi čtené části vzorku. Celkem v procesu čištění bylo nutno odstranit 31 závadných záznamů, ať z důvodů, že se v nich se projevovaly celkové problémy s kvalitou záznamů (zejména z důvodů technických problémů s referenční elektrodou, kdy se stávalo, že záznam ztratil referenci

v průběhu měření; případně se zhoršil záznam natolik, že byl přítomný jen brum). Vyloučení záznamu bylo zvoleno též v případě že počet vyloučených elektrod byl vyšší než 20 % všech elektrod a pokud zbylo při odstraňování méně než 70 % zbytkového kontinuálního záznamu. Celkový rozsah souboru po čištění dat čítal 28 osob, 23 studentek a 5 studentů. To je počet naprosto dostačující pro analýzu evokovaných potenciálů, jelikož v rámci jednovýběrových souborů je obvyklý počet probandů nižší než 20 jedinců.

Po finálním dočištění byla data epochována. Epochy jsou vytvářeny v rozsahu -0.1 až 1, tedy 100ms před cílovým stimulem a v průběhu 1000ms po počátku stimulu. Z vytvořených epoch byla sestavena EEGLAB studie obsahující jednotlivé podmínky, což umožnilo následné finální zpracování výsledků.

5.6 Statistická analýza dat

Celý záznam byl rozdělen na 6 skupin epoch evokovaných potenciálů jednotlivých afektivních podmínek primu a targetu, které byly získány ze záznamu každého probanda. Další pracovní označení těchto EEG dat pro následující vychází z jejich modality (S = sound) pro auditivní priming a (P = picture) pro vizuální cílový podnět, a toto rozdělení slouží pro všechny následné rozdílové analýzy. Označení variací proměnných v grafech využívá popisu:

Vysokoarousalový priming a vysoký arousal cílového podnětu:	SH_PH
Nízkoarousalový priming a vysoký arousal cílového podnětu:	SL_PH
Vysokoarousalový priming a nízký arousal cílového podnětu:	SH_PL
Nízkoarousalový priming a nízký arousal cílového podnětu:	SL_PL
Neprimovaný kontrolní vysoký arousal cílového podnětu:	SN_PH
Neprimovaný kontrolní nízký arousal cílového podnětu:	SN_PL

Zpracování výsledků proběhlo v programu EEGLAB 13.6.5b, což je software fungující v programu Matlab. Byly využity parametrické rozdílové statistiky založené na kategorizaci podnětů ve studii, konkrétně párový t-test pro srovnání dvou podmínek (analýza SN_PL a SN_PH; SL_PH a PH_PL; SL_PL a SH_PL; SN_SL a PRIMED_SL; SN_PH a PRIMED PH) a jednofaktorová ANOVA pro opakované měření při porovnávání rozptylů většího množství experimentálních podmínek (SN_PL, SL_PL a PH_PL; SN_PH, PL_PH a SH_PL a variace PL_SL, PL_SH, PH_PL a PL_SH).

Jako baseline byla použita hodnota -100 0 ms, tedy klasický 100ms baseline, který odpovídá typickým výzkumům primingovým výzkumům (dle metastudie Kutas & Federmeier, 2011). Pro zajištění vysoké validity výsledků využito statistické zpracování s Bonferroniho korekcemi pro opakovaná měření. Prezentované ERP grafy jsou statisticky zpracovány pomocí Bonfereoniho korekce pro opakovaná měření na hladině významnosti 5 %. Toto umožní poskytnout dostatečnou validitu výsledkům, přestože užitím korekcí pro opakovaná měření se projevuje tendencemi k chybám druhého řádu. V případě, že byly nalezeny vizuálně patrné odlišnosti mezi jednotlivými ERP křivkami, byla využita i doplňující analýza využívající FDR korekci, jež je využita při podrobnějším popisu výsledků. Samotné aplikování korekcí snižuje falešnou pozitivitu výsledků, a přestože nebývá v ERP výzkumech vždy standardně využíváno, z důvodu velkého počtu cílových proměnných a vysokého počtu probandů je uplatnění korekcí v této práci vhodné.

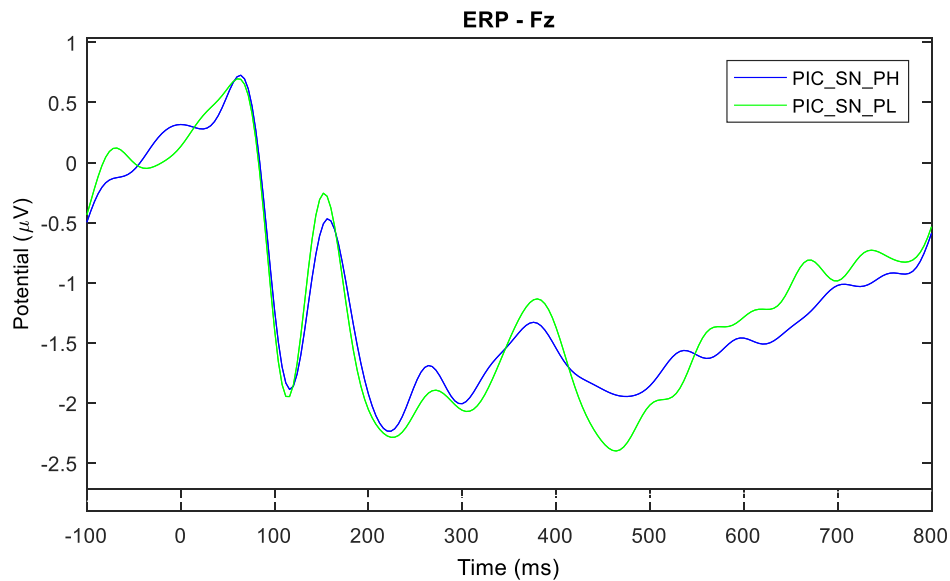
Zpracování základních charakteristik podnětového materiálu v rámci jejich afektivních parametrů bylo provedeno v programu SPSS 22, jehož výstupy prezentují základní popisné informace o využitých podnětech a jejich rozdílové statistiky čítající t-test pro nezávislé výběry, ANOVA a jejich neparametrické alternativy Mann-Whitneův U test a Kruskal-Wallisovu ANOVU. Pro identifikace vzájemné závislosti jednotlivých afektivních dimenzí bylo využito korelací (Pearsonův koeficient r a Spearmanův koeficient r_s). Normalita dat byla testována za pomoci Kolmogorov–Smirnovova testu. Statistická data byla doplněna grafy vytvořenými pomocí SPSS a upravena v jejím nativním editoru, tabulky byly editovány v programu MS Office 365 Excel.

6. Výsledky

6.1 Rozdíly dle afektivních charakteristik cílových podnětů

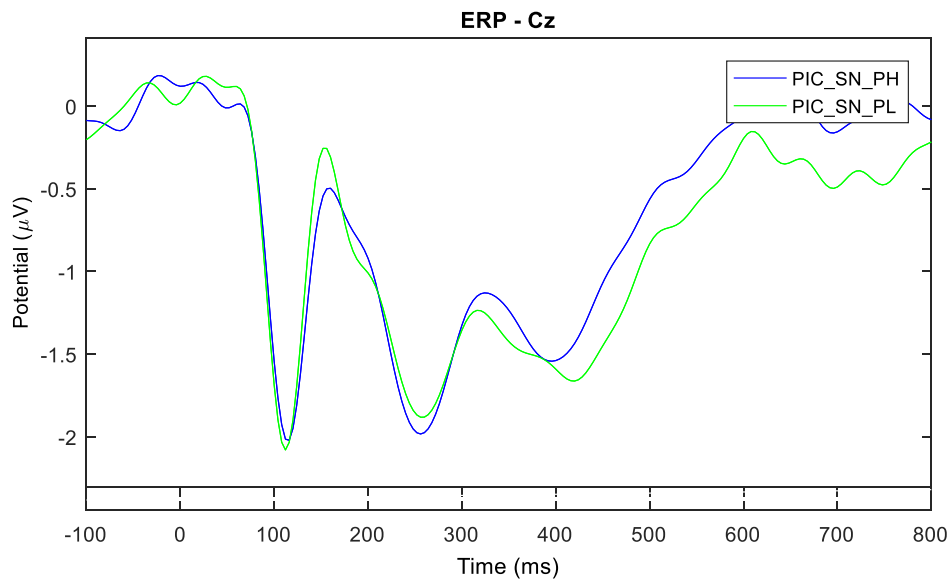
První kapitola se věnuje postihnutí afektivních charakteristik experimentálního materiálu, tedy rozdílům ve zpracování cílových podnětů, které se liší v rámci dimenzionálního afektivního prostoru. Jako základní afektivní parametr pro podnětovou kategorii slouží arousal, přesto je v jednotlivých podnětových kategoriích přítomna vysoká kovariance mezi oběma faktory dvoudimenzionální teorie emocí a motivační relevancí podnětů (blíže v metodice, podkapitola podnětový materiál). Jednotlivé kategorie jsou označeny zaprvé jako PIC_SN_PL, která obsahuje jak zaprvé nízkoarousalové podněty, jež však vykazují vysokou úroveň valence i zařazení do approach motivační funkce emocí, tak za druhé vysokoarousalovou kategorii, označenou jako PIC_SN_PH, jež je charakteristická též nízkou valencí a avoidance motivační funkcí. Cílem této popisné podkapitoly je identifikovat základní rozdíly mezi těmito kategoriemi pomocí rozdílů v ERP křivkách mezi vysokoarousalovými a nízkoarousalovými cílovými podněty bez primingového působení pro základní elektrody středové linie. Význam těchto výsledků je stěžejní pro primární výzkum afektivní vizuální percepce, jelikož se jedná o oblast s rozporupnými výzkumnými závěry, v nichž je efekt pasivního primingu pouze okrajovým tématem. Z tohoto důvodu zobrazení EEG neurálních korelátů procesu percepce afektivně standardizovaného vizuálního materiálu je nezanedbatelnou empirickou informací, obzvlášť když se jedná o výzkum využívající vysoký počet probandů a opakování jednotlivých typů podnětů. Neméně důležitý je však i potenciál, který může sloužit jako podklad pro potenciální identifikaci rozdílů založených na odlišnostech v arousalových charakteristikách užitých podnětů, které mohou být interpretovány s ohledem na význam podnětů pro jedincovo bezpečí. V části následující popis ERP křivek se věnují prostorovým analýzám rozdílů v aktivaci jednotlivých oblastí mozku, kdy jsou pro tyto účely vytvořeny topografické grafy statisticky významných latencí, zobrazujících rozdíly v rámci širší aktivity zjišťované na skalpu.

Graf 4: ERP křivky podnětů s vysokým arousalem podnětů pro elektrodu Fz



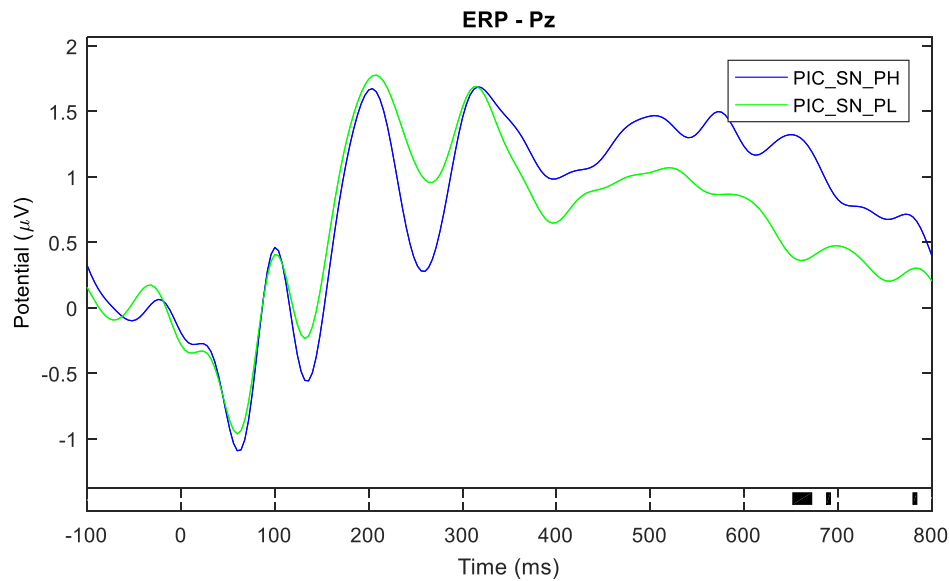
V prvním grafu příslušném elektrodě Fz (graf 4) jsou zobrazeny ERP křivky pro vysokoarousalový a nízkoarousalový cílový podnět bez primingu. Jisté odlišnosti lze spatřovat ve vrcholu pozitivní vlny, která je u vysokoarousalového podnětu lokalizována v čase 160ms, zatímco u nízkoarousalového podnětu je vrchol v latenci 150ms. Tato vlna odpovídá P2 komponentě, která je charakteristická anteriorní aktivitou v příslušném čase. Pozorovaný rozdíl mezi podmínkami však není po aplikování Bonferonniho korekce pro opakovaná měření signifikantní. Změna latence vrcholu je také patrná na dalším pozitivně směřované komponentě, která se projevuje zvýšenou pozitivitou pro vysokoarousalový podnět v čase vrcholu 255ms a nízkoarousalový podnět v čase vrcholu 265ms. Při zaměření se na čas 220-350ms lze spatřit zvýšenou negativitu pro nízkoarousalový podnět. Nejvýraznější projev rozdílů se projevuje v rámci zvýšené negativity pro nízkoarousalový cílový podnět, která vykazuje bez korekcí signifikantní rozdíl v 450-475ms, což latenci vrcholu P2 v čase 460ms. Oproti tomuto nízkoarousalovému podnětu se u vysokoarousalového projevuje výše zmíněná negativita pouze krajově, přesto tento efekt nedosahuje signifikantních hodnot po korekcích opakovaných měření. Stejně tak není statisticky významná ani pozdní latence, kde dochází k nárůstu amplitudy pro nízkoarousalový podnět.

Graf 5: ERP křivky podnětů s vysokým arousalem podnětů pro elektrodu Cz



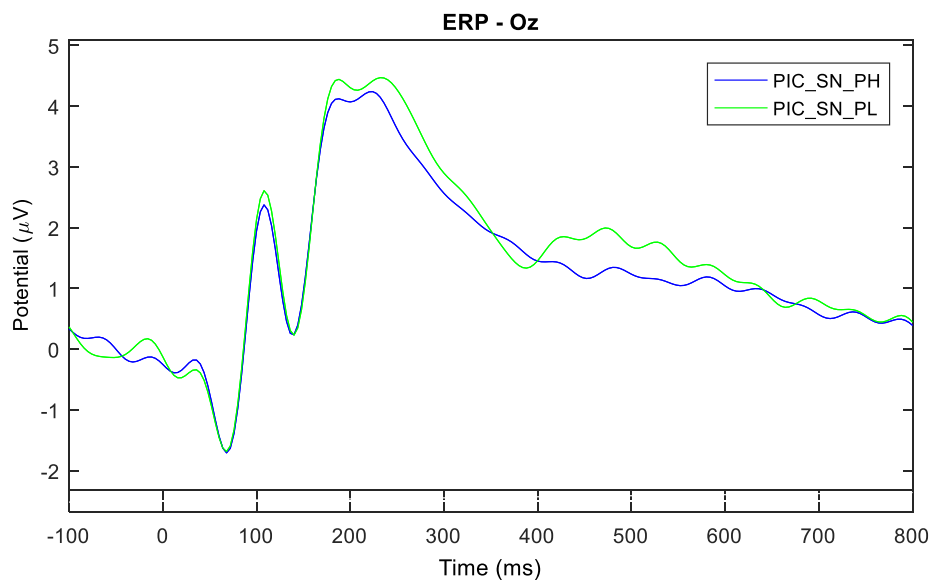
V rámci elektrody Cz (graf 5) je vizuálně patrná odlišnost hrotu P1 komponenty, kde nízkoarousalová křivka dosahuje vrcholu vlny v čase 155ms oproti vysokoarousalovému podnětu s vrcholem v čase 160 ms. Tato odlišnost amplitudy ovšem není statisticky významná, stejně jako v následující negativní komponentě N2 s vrcholem v 260ms. Výrazně nápadnou odchylku mezi oběma křivkami lze nalézt v čase 440-460ms, kde dochází k výrazným změnám latence vrcholu pro jednotlivé kategorie podnětů – konkrétně 395ms pro vysokoarousalový podnět a 420ms pro nízkoarousalový podnět, toto časové okno což je však po aplikování korekcí měření ztrácí signifikanci. Pozdní potenciály vykazují výraznou pozitivitu pro vysokoarousalový podnět, která se projevuje zejména pro latenci 645 – 770ms, která však také nevykazuje dostatečnou hladinu významnosti pro výsledky po korekcích opakovaných měření.

Graf 6: ERP křivky podnětů s vysokým arousalem podnětů pro elektrodu Pz



Na elektrodě Pz (graf 6) dochází k projevům odlišnosti v rámci prvních negativních ERP komponent. V případě statistická analýzy s FDR korekcemi lze pozorovat v rámci rané a střední latence signifikantní projevy rozdílů v komponentách N1 i N2 mezi vysokoarousalovými a nízkoarousalovými cílovými podněty. N1 komponenta s vrcholem v 135 ms vykazuje zvýšenou negativitu v rámci vysokoarousalových podnětů, tato komponenta zároveň vykazuje dílčí signifikantní rozdíl po FDR korekci v čase 135-140ms. Následující pozitivní komponenta, i přes dílčí posunutí latence vrcholu na 175ms pro nízkoarousalový a 185ms pro vysokoarousalový podnět, není signifikantní. Statistické signifikance dosahuje následná negativní komponenty s latencí vrcholu 260ms pro nízkoarousalový a 250ms pro vysokoarousalový podnět, kde je rozdíl nalezen v čase 232-272ms po FDR ($p < 0,05$). Významný rozdíl v pozdních latencích je patrný od vrcholu vlny v 315ms, po němž následuje zvýšená negativita pro nízkoarousalový podněty (signifikantní po FDR korekci v čase svého peaku v 380-390ms). Na tento vrchol přímo navazuje velmi patrný pozdní pozitivní potenciál (LPP), jež prokazuje statisticky výrazný rozdíl po Bonferroniho korekci v čase 650-690ms, po FDR korekci však lze nalézt rozdíl od 475ms projevující dílčí signifikance momenty v celém čase LPP komponenty.

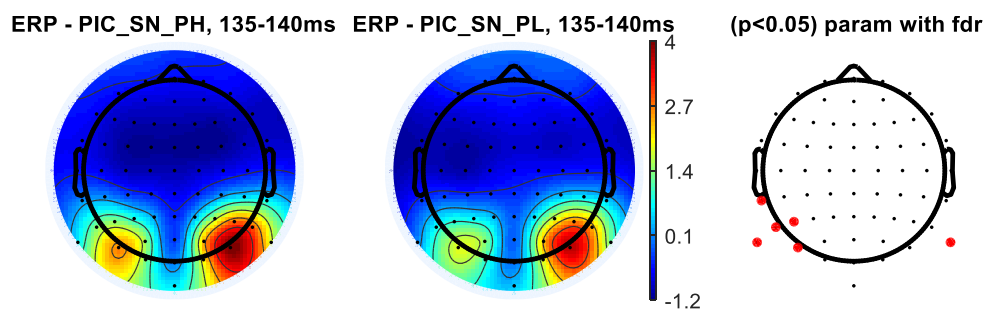
Graf 7: ERP křivky podnětů s vysokým arousalem podnětů pro elektrodu Oz



Na elektrodě Oz (graf 7) je patrná odchylka v komponentě P2 s latencí vlny mezi 200-300ms, kde dochází k vyšší negativitě pro vysokoarousalové podněty. Pro tuto komponentu je statisticky významný (na 1% hladině významnosti bez korekcí pro opakovaná měření) čas 250-260ms. V pozdním zpracování je patrná odlišnost mezi křivkami příslušející časovému oknu 400-600ms, která po uplatnění korekcí pro opakovaná měření ztrácí signifikanci rozdílu v latenci 450-550ms, kde vykazuje vyšší pozitivitu pro nízkoarousalový podnět.

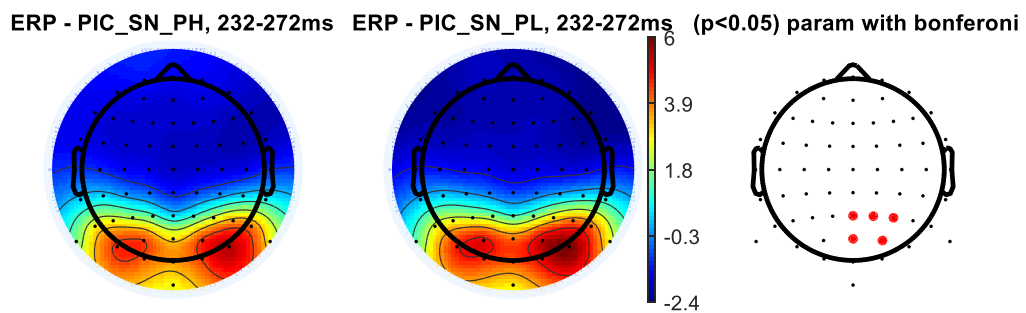
V následné části se věnuji topografickým analýzám odpovídajících statisticky významným rozdílům příslušným jednotlivým komponentám ERP analýzy.

Graf 8: Topografická analýza N1 komponenty dle kategorie cílového podnětu



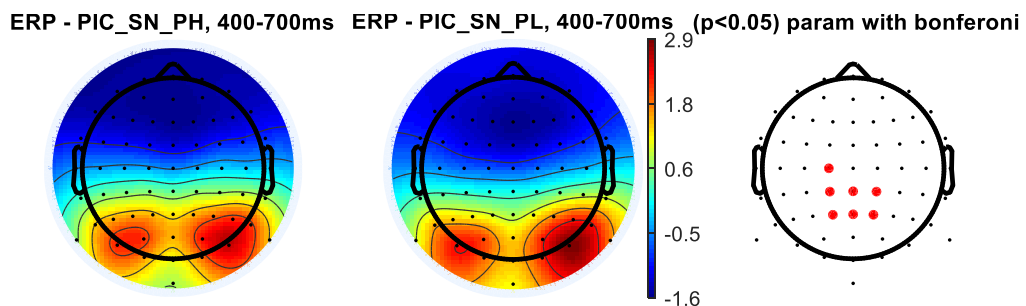
První znázorněná topografická mapa (graf 8) odpovídá latenci 135-140ms . V tomto časovém okně se ukazují rozdíly parieto-laterálně, nicméně pouze při FDR korekci se projevují signifikantní rozdíly pravostranně na elektrodě P10 a levostranně P9 P7 P5 a PO7 a TP7). Tento rozdíl reflektuje zvýšená pozitivitu laterální aktivity u vysokoarousalových podnětů.

Graf 9: Topografická analýza N2 komponenty dle kategorie cílového podnětu



V rámci prvotních analýz cílových podnětů jsou významné projevy na elektrodě Pz (graf 9) v rámci pozdní N2 komponenty, která vykazuje signifikantní rozdíly po FDR korekci v čase 232-272ms. Tento rozdíl je možno identifikovat ve spojitosti se zvýšením amplitudy parietálně a parietookcipitálně vpravo (které je signifikantní na elektrodách Pz P2 P4 POz PO4 i po Bonferroniho korekci). Tento rozdíl reflektuje vyšší pozitivitu pro nízkoarousalové podněty.

Graf 10: Topografie latence LPP s rozdílovou analýzou dle kategorie cílového podnětu



Pozdní pozitivita je testována v rámci LPP komponenty (graf 10), která je časově lokalizována v latenci 400-700ms. Toto časové okno zobrazuje signifikantní rozdíly centroparietálně a parietálně (signifikance na elektrodách P1 Pz P2 CP1 CPz CP2 a C1). Tento rozdíl reflektuje vyšší pozitivitu pro vysokoarousalové podněty, které jsou též vizuálně odlišné v rámci okcipitálních oblastí a které naopak vykazuje zvýšenou pozitivitu týlně pro nízkoarousalové podněty.

6.2 Rozdíly ve zpracování vizuálních podnětů mezi primovanými a nepřimovanými podněty

Tato výzkumná otázka je rozdělena do dvou analýz, jedna srovnává variace primingu pro nízkoarousalové cílové podněty a druhá pro vysokoarousalové cílové podněty. Jednotlivé analýzy jsou provedeny pro základní elektrody mediální linie a obsahují vždy tři podmínky. Pro nízkoarousalové cílové podněty se jedná o SH_PL, což je vysokoarousalový priming nízkoarousalových podnětů, SL_PL, kdy jsou cílové podněty primovány nízkoarousalově a SN_PL, což je kontrolní podmínka zobrazující nepřimované nízkoarousalové podněty. Druhá dílčí analýza představuje kategorii SL_PH, jakožto vysokoarousalový priming vysokoarousalových cílových podnětů, SH_PH zobrazující ERP křivku pro vysokoarousalový primované vysokoarousalové cílové podněty a kontrolní podmínku SN_PH, což jsou vysokoarousalové podněty bez primingu. Zobrazení všech tří podmínek primingu umožňuje identifikovat změny, které jsou příslušné prostému efektu primingu, a změny, které vycházejí z modulace afektivních parametrů arousalu. Jako doplňková analýza je využito srovnání nepřimingových a primovaných podnětů, jimiž jsou zprůměrované hodnoty ERP křivek jak pro vysokoarousalový, tak nízkoarousalový priming přírodních cílových podnětů. K tomu je využito srovnání vysokoarousalových podnětů (SN_PH) a obou primingových variací vysokoarousalových cílových podnětů (PRIMED_PH), přičemž jsou srovnány i podněty reprezentující nepřimingové nízkoarousalové cílové podněty (SN_PL) a primované nízkoarousalové cílové podněty (PRIMED_PL). Pro identifikaci širších rozdílů v aktivaci jsou vytvořeny topografické grafy významných identifikovaných rozdílů aktivace na skalpu. Všechny rozdíly patrné v grafech jsou zobrazeny po Bonferonniho korekci ($p < 0,05$).

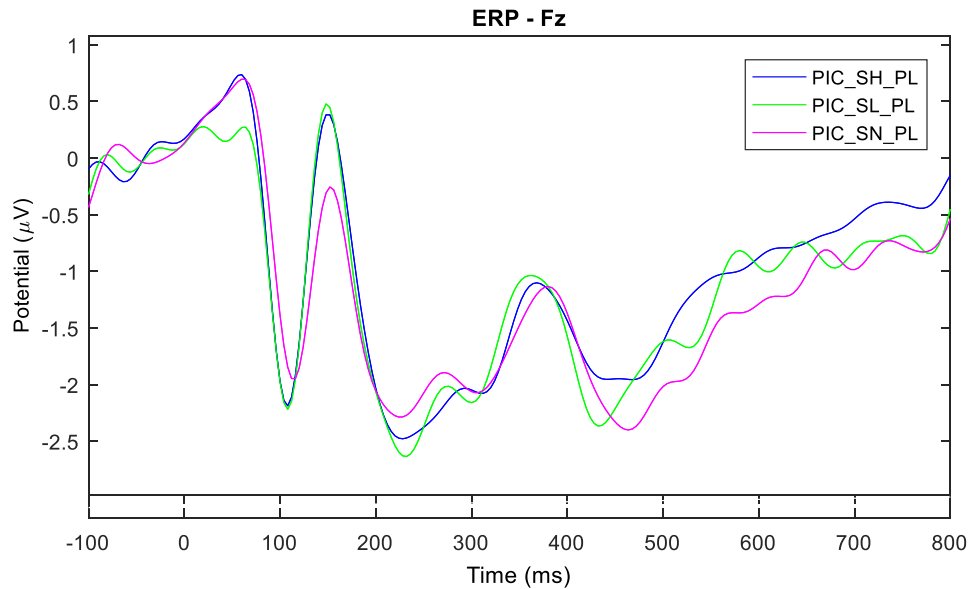
Výzkumnou otázku je tak možné konceptualizovat jako tři dílčí výzkumné otázky:

DVO 1: Jaké jsou rozdíly v komponentech ERP křivek pro jednotlivé primingové podmínky pro nízkoarousalové cílové podněty.

DVO 2: Jaké jsou rozdíly v komponentech ERP křivek pro jednotlivé primingové podmínky pro vysokoarousalové cílové podněty.

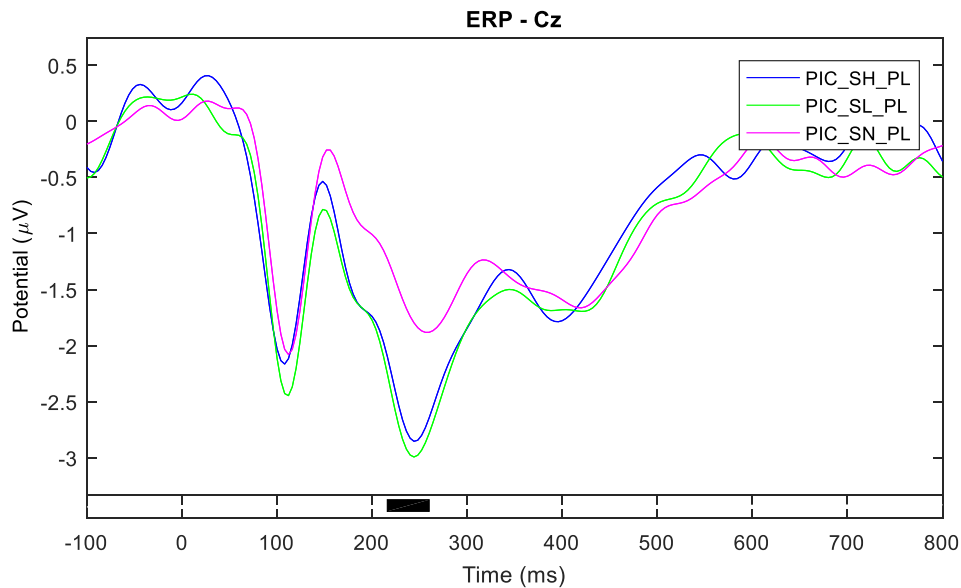
DVO 3: Jaké jsou rozdíly v ERP komponentách mezi primovanými a nepřimovanými cílovými podněty?

Graf 11: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek nízkoarousalových cílových podnětů pro elektrodu Fz



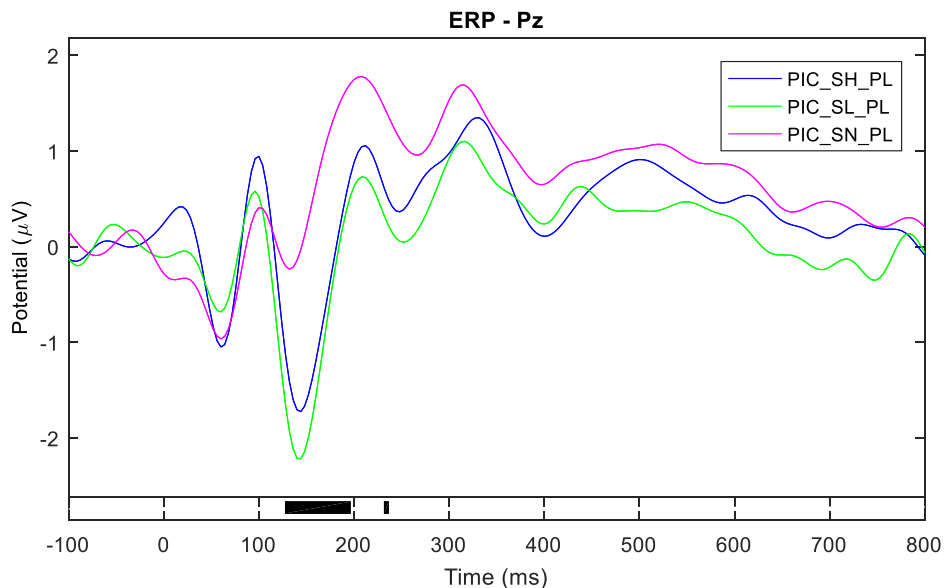
Na elektrodě Fz (graf 11) nedochází při variaci působení afektivního primingu na nízkoarousalový cílový podnět ke statisticky významným rozdílům. Při bližší vizuální inspekci se ukazuje trend vyšší aktivity u primovaných podmínek, a to jak pro pozitivní komponenty C1s vrcholem v 60ms a P2 s vrcholem v 150ms, tak i pro negativní komponenty N1 a N2. N1 komponenta zároveň vykazuje drobný rozdíl v latenci vrcholu, který je 100ms pro primované podmínky a 105ms pro podmínky nepřimované, také v N2 komponentě variuje čas vrcholu dle podmínek v latenci 230-240ms a primované podněty vykazují vyšší negativitu, a to zejména v rámci nízkoarousalového (kongruentního) primingu. P3 komponenta oproti tomu vykazuje přibližně stejnou úroveň amplitudy mezi všemi podmínkami, pouze je posunutá latence vrcholu, a to konkrétně čas 365ms pro nízkoarousalový priming, 375ms pro vysokoarousalový priming a 385ms pro nepřimované působení. Pozdní pozitivita navazuje na negativní vrchol v čase dle podmínky 430-460ms, a je v něm patrná zvýšená pozitivita pro vysokoarousalový priming, poněkud nižší pozitivita pro nízkoarousalový priming a nejnižší negativita pro nepřimingovou variaci. Tyto marginální odlišnosti v křivkách však nejsou po korekcích pro opakované měření signifikantní a bez korekcí se projevuje významně pouze P1 komponenta.

Graf 12: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek nízkoarousalových cílových podnětů pro elektrodu Cz



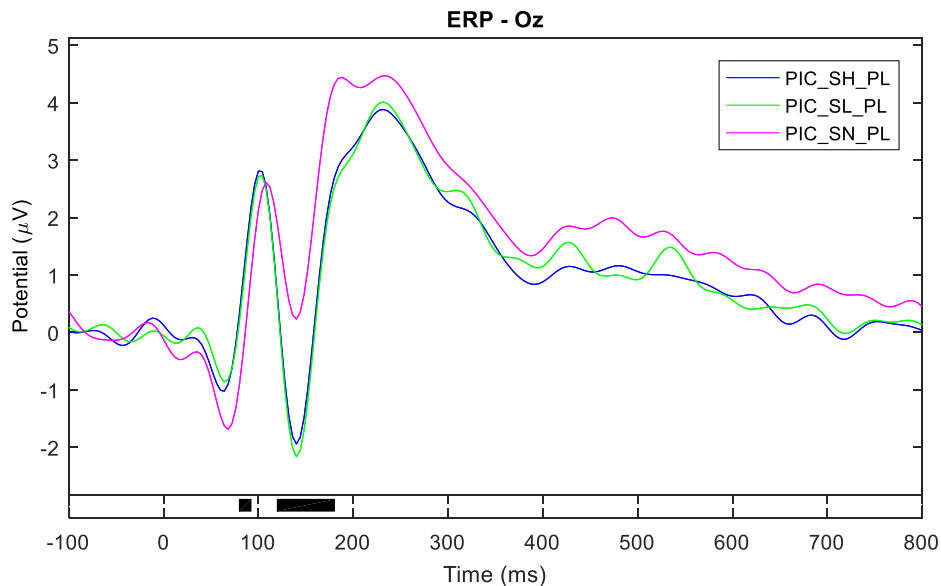
Na elektrodě Cz (graf 12) se projevuje nejvýraznější rozdíl v komponentě N2, signifikantní po Bonferonniho korekci v čase 220-260ms. Tato komponenta je citlivá na přítomnost primingu, kdy vysokoarousalový i nízkoarousalový priming vykazuje výrazně vyšší negativitu oproti bezprimingové podmínce. V případě FDR korekce se čas signifikance prodlužuje na 185- 275ms. Zároveň dochází ke změně latence vrcholu komponenty, 245ms pro primingovou variaci a v 260ms pro neprimingovou variaci. Obdobný posun je patrný i pro předcházející P2 komponentu, kde je vrchol v latenci 150ms pro primingové podmínky a 160ms pro neprimingovou podmínku, zároveň je výrazná zvýšená pozitivita v případě absence primingu, které sekunduje i mírnější zvýšení amplitudy u vysokoarousalové (inkongruentní) podmínky oproti nízkoarousalové podmínce. Z vizuální inspekce jsou patrné ještě další souvislosti, kde lze zmínit N1 komponentu s vyšším projevem negativity pro kongruentní priming a projev P3 komponenty s odlišnou latencí vrcholu pro neprimovanou podmínku v čase 310ms a primovaných podmínek posunutých do 330ms.

Graf 13: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek nízkoarousalových cílových podnětů pro elektrodu Pz



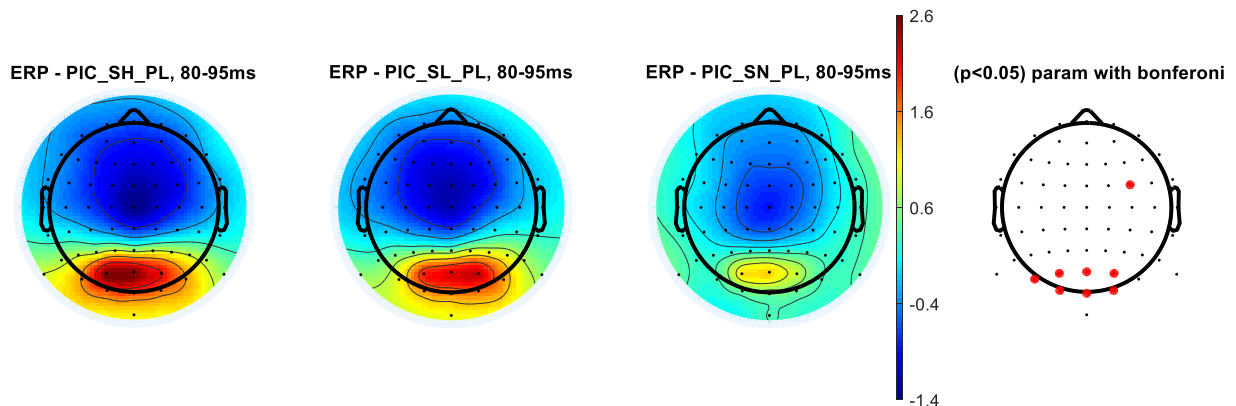
Na elektrodě Pz (graf 13) je patrná odlišnost raných komponent, která se projevuje již v první pozitivní komponentě P1, přičemž nepřimovaná podmínka vykazuje nejnižší aktivaci, nízkoarousalová podmínka střední hodnoty a nejvyšších dosahuje vysokoarousalová primingová podmínka. V následných vlnách (sekvenci N1-P2-N2) je patrná zvýšená negativita pro obě primované podmínky, a to zejména pro nízkoarousalový priming následovaný vysokoarousalovým primingem a nižší negativitou nepřimovaného podnětu. N1 komponenta vykazuje vrchol pro primované podmínky s latencí 150ms proti nepřimovanému s latencí 140ms. Následná pozitivní komponenta (P2) s latencí podmínek 205-210ms a navazuje na ni negativní komponenta s latencí primingových podmínek 250-255ms a nepřimové variaci 270ms. Po Benferonniho korekci pro opakovaná měření se signifikance projevuje v rozdílech v latenci 125-195ms a drobným projevem v čase 230-240ms. V případě FDR korekcí se jako signifikantní rozdíl jeví celé okno 120-260ms. Následná pozitivita s vrcholem v latenci 315ms pro nízkoarousalovou a bezprimovou podmínku a 350ms pro vysokoarousalovou podmínku rozdíly po korekci měření nevykazuje. Podoba ERP křivky ukazuje na určité distorze signálu, které zasahují do časového okna P3 – N400 komponenty, přičemž křivka odpovídající N400 je výrazně patrná zejména u inkongruentního vysokoarousalového primingu. LPP komponenta vykazuje vyšší amplitudu pro nepřimingovou podmínku, u primovaných podnětů má nízkoarousalový priming nižší amplitudu než vysokoarousalový priming.

Graf 14: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek nízkoarousalových cílových podnětů pro elektrodu Oz



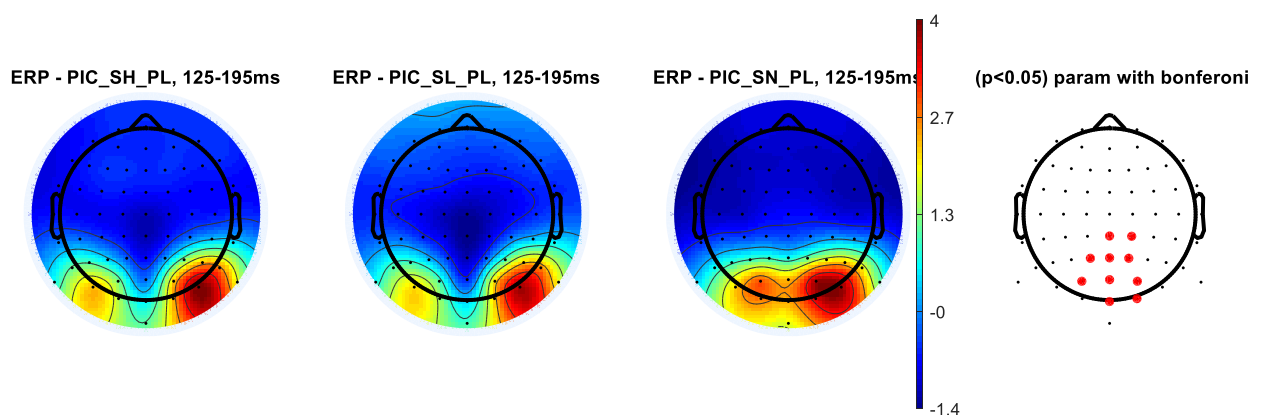
Na elektrodě Oz (graf 14) dochází k rozdílům již v rámci první negativní komponenty C1, kde je patrní odlišnost mezi primingovými podmínkami s časem vrcholu komponenty 60ms a neprimované podmínce s vrcholem v latenci 70ms, vykazující výrazně vyšší negativitu. První pozitivní komponenta P1 s latencí 100ms pro neprimovanou podmínku a 120ms pro obě varianty primingu vykazují téměř shodnou amplitudu s drobnou tendencí k zvýšené pozitivitě u primingových podmínek. Právě pozitivní růst křivky mezi ranou negativitou a P1 vychází signifikantní, po Bonferonniho korekcích v čase 80-95ms, zatímco FDR korekce počátek této signifikance spatřuje hned po vrcholu N1 komponenty, a určuje signifikanci v čase 70-97ms. Výrazný rozdíl je patrný v N1 komponentě s vrcholem v čase 140ms, kde v případě primovaných podmínek dochází k mnohem většímu projevu negativity, která pokračuje i v rámci následné pozitivní komponenty a LPP. Statisticky signifikantní rozdíl po Bonferonniho korekcích pro opakovaná měření vychází v čase 120-185ms. Následná pozitivita poukazuje na nesignifikantní, přesto patrnou vyšší amplitudu neprimované podmínky, která se projevuje též v LPP, kde jsou zaznamenány dílčí signifikance dle FDR korekce v čase od 455ms.

Graf 15: Topografický graf amplitudy latence 80-95ms nízkoarousalových cílových podnětů



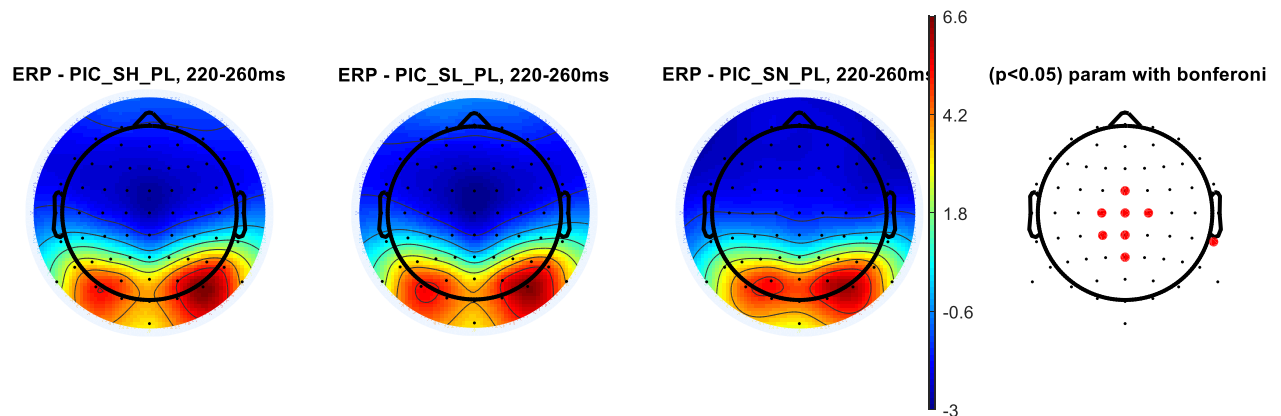
Topografie amplitudy komponenty N1 latence 80-95ms zobrazená v grafu 15 vykazuje signifikantní rozdíly okcipitálně (na elektrodách O1 Oz O2 PO7 PO3 POz a PO4), což reflektuje vyšší pozitivitu, která je nejpatrnější pro inkongruentní vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu, mírně nižší pozitivitu pro kongruentní priming a velmi nízké projevy positivity pro neprimingovou podmínku. Spolu s tímto okcipitálním projevem je patrný také rozdíl v negativitě frontocentrálně, který je výrazně nižší pro neprimingovou podmínku (avšak signifikantně pouze v rámci elektrody FC4).

Graf 16: Topografický graf amplitudy latence 125-195ms nízkoarousalových cílových podnětů



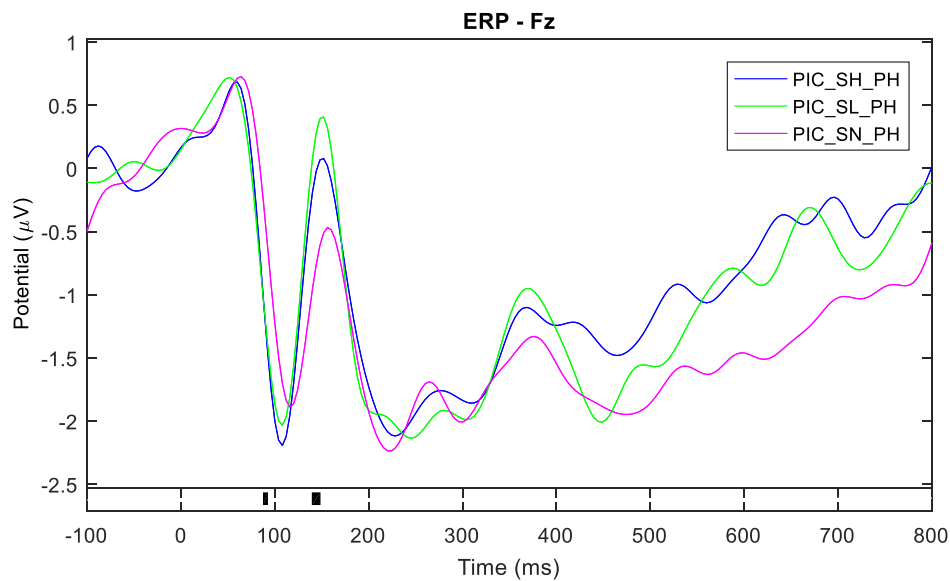
Topografie amplitudy ranné komponenty N2 latence 125-195ms zobrazená v grafu 16 vykazuje signifikantní rozdíly zejména parieto-okcipitálně, a to hlavně mediálně (na elektrodách CPz CP2 P1 Pz P2 PO3 POz PO4 O1 a Oz). Tento rozdíl reflektuje změny mezi primingovými podmínkami a neprimingovou podmínkou. Neprimingová podmínka vykazuje mnohem vyšší pozitivitu hlavně mediálně, zatímco v rámci neprimingových podmínek zasahuje negativita okcipito-mediálně.

Graf 17: Topografický graf amplitudy latence 220-260ms nízkoarousalových cílových podnětů



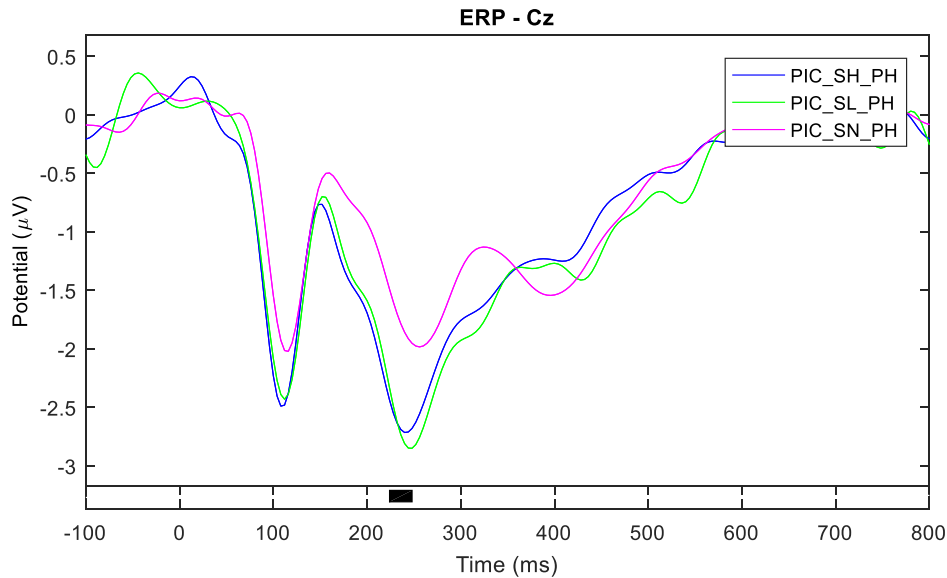
Topografie amplitudy pozdní komponenty N2 latence 220-260ms zobrazená v grafu 17 vykazuje rozdíly centrálně a centro-parietálně (na elektrodách FCz C1 Cz C2 CP1 CPz a Pz). Tento rozdíl reflektuje zvýšenou negativitu pro obě primingové podmínky, přičemž vizuálně je patrná také zvýšená okcipito-mediální pozitivita pro neprimingovou podmínku.

Graf 18: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek vysokoarousalových cílových podnětů pro elektrodu Fz



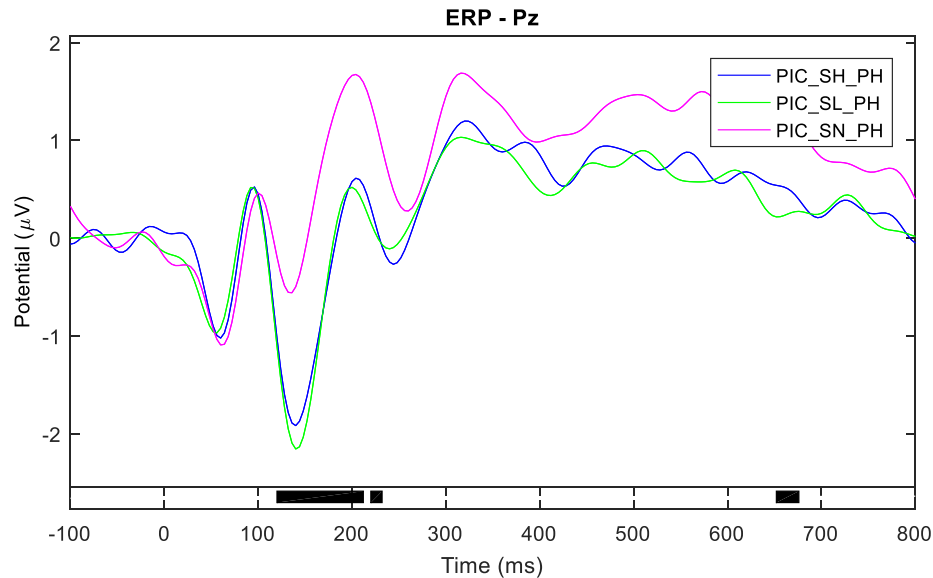
Na elektrodě Fz (graf 17) se v rámci primingových variací vysokoarousalových cílových podnětů projevuje rozdíl v první negativní komponentě N1, která dosahuje vrcholu v latenci 85ms pro primované podněty a v latenci 95ms pro podmínku bez primingu, která v této komponentě vykazuje vyšší negativitu. Rozdíl je patrný i v rámci komponenty P2 s vrcholem v čase 150ms pro primované podmínky a 155ms pro neprimovanou podmínku. V rámci komponenty P2 dochází k vyšší pozitivitě pro primingové podmínky, přičemž nízkoarousalový priming cílového vykazuje vyšší amplitudy oproti vysokoarousalové primingové podmínce. Signifikance rozdílů je po Bonferonniho korekcích v čase 85-90ms odpovídající negativní křivce komponenty N1 a v pozitivním peaku 140-150ms, příslušnému vrcholu P2 komponenty. V případě FDR korekce se projevují nejen výše zmíněné rozdíly, ovšem v prodloužených latencích 80-105ms a 130-160ms, ale též signifikantní rozdíl v LPP v čase 570-720ms. Pozdní komponenty celkově ukazují na nižší amplitudu u bezprimingové podmínky, s určitou distorzí v komponentě N400 v čase 445ms, kde dochází k výrazným projevům negativity pro nízkoarousalový (inkongruentní) priming vysokoarousalového cílového primingu oproti kongruentní variaci.

Graf 18: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek vysokoarousalových cílových podnětů pro elektrodu Cz



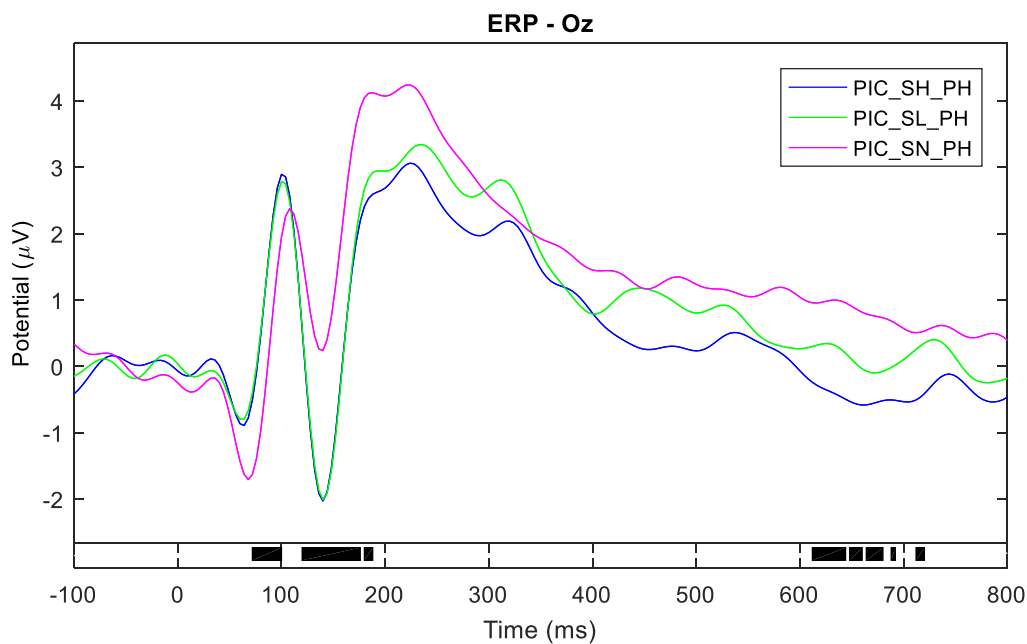
Na elektrodě Cz (graf 18) se projevuje nejvýraznější rozdíl v komponentě N2, signifikantní po Bonferonniho korekci v čase 220-250ms, FDR ukazuje na širší okno 190-260ms. V rámci N2 komponenty dochází k velmi patrnému rozdílu v amplitudě, kdy primingové podmínky vykazují vyšší negativitu oproti neprimingové podmínce, a to v rámci celé křivce příslušné komponentě N2, přičemž dochází k posunu i v latenci vrcholu komponenty, u neprimingové podmínky v čase 260ms, u vysokoarousalové podmínky v 245ms a u nízkoarousalové podmínky v čase 250ms. Při vizuální inspekci je patrný též rozdíl v první negativní komponentě N1, kde dochází k projevům zvýšené negativity primingových podmínek s vrcholem komponenty v 105ms oproti bezprimingové podmínce s vrcholem v latenci v 115ms. Po aplikaci korekcí pro opakovaná měření však tento rozdíl není signifikantní, stejně jako následující pozitivní komponenta P2 s latencí 160ms neprimingové podmínky oproti primingovým podmínkám s latencí 150ms. Pro neprimingovou podmínku je patrná též pozitivní vlna s vrcholem 320ms (FDR korekce zde ukazuje dílčí signifikanci v čase 315-320ms), na níž navazuje negativní vlna s vrcholem ve 400ms, které u primovaných podmínek absentují. Pozdní potenciály nejsou na elektrodě Cz pro jednotlivé podmínky rozdílné.

Graf 19: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek vysokoarousalových cílových podnětů pro elektrodu Pz



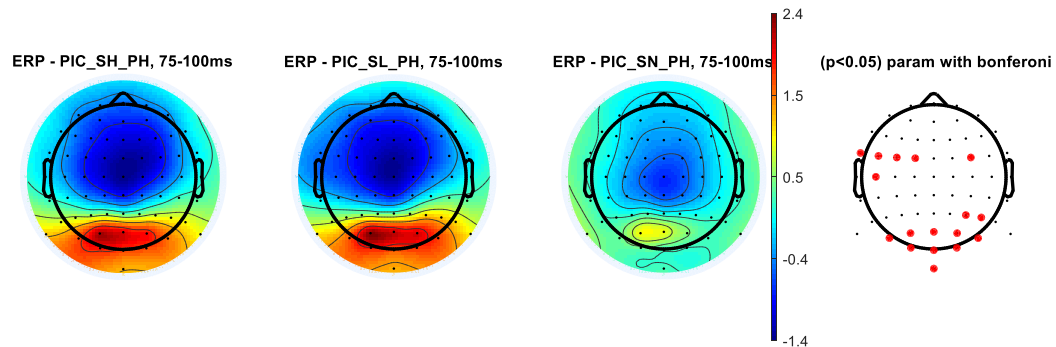
Na elektrodě Pz (graf 19) se projevují výrazné rozdíly v rámci negativní komponenty N1, která vykazuje výrazně zvýšenou negativitu pro primované podmínky v čase vrcholu 140ms oproti bezprimové variaci s vrcholem komponenty v čase 130ms. P2 komponenta je výrazně pozitivnější pro bezprimovou variaci (s latencí 205ms) než pro primované podněty, které mají obdobnou amplitudu a drobné změny v čase vrcholu – 200ms pro nízkoarousalový priming a 205ms pro vysokoarousalový priming. Projev negativity v čase okolo 250ms se projevuje zvýrazněním rozdílů v latenci, kde se nízkoarousalový priming projevuje v latenci 240ms, vysokoarousalový priming v latenci 250ms a bezprimová podmínka se projevuje vrcholem v čase 260ms. Statistická signifikance této rané až střednědobé aktivity se projevuje rozdíly v čase 120-230ms v rámci statistického testování s Bonferroniho korekcemi pro opakovaná měření. FDR korekce také ukazuje na širší rozdíly v LPP příslušné 530-695ms, které Bonferroniho korekce omezuje na dílčí okno v čase 650-675ms.

Graf 20: Temporální ERP graf jednotlivých primingových podmínek vysokoarousalových cílových podnětů pro elektrodu Oz



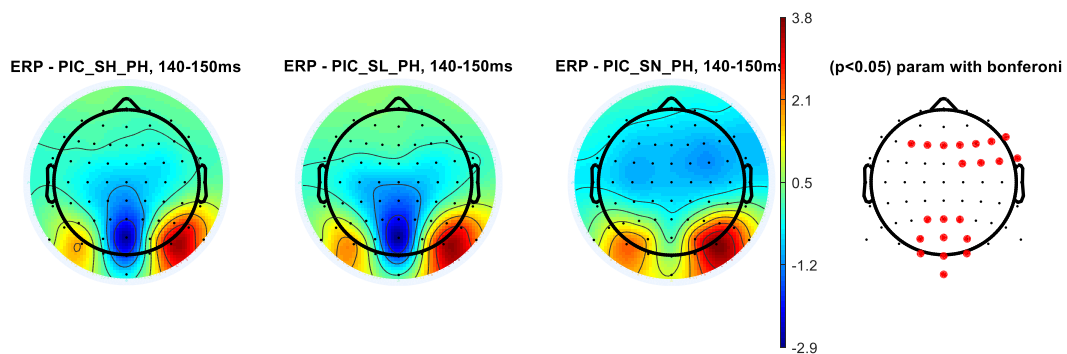
Na elektrodě Oz (graf 20) dochází k projevům již v rámci projevů ranné negativity C1 v čase vrcholu 65- 70ms dle podmínek, kde dochází k výraznému zvýšení amplitudy pro primingové podmínky oproti podmínky bez primingu. První pozitivní komponenta P1 v čase vrcholu 100- 105ms vykazuje vyšší amplitudu pro obě primované podmínky. Sekvence N1-P2 vychází signifikantně v čase 75-100ms po aplikaci Bonferroniho korekcí. Druhá negativní komponenta, projevující se vrcholem v 140ms, má zvýrazněnou negativitu pro primingové podmínky, přičemž tato negativita se projevuje též v druhé pozitivní komponentě (P2). Zde dochází nejen k vyšší amplitudě pro bezprimingovanou variaci, ale také ke zvýšení amplitudy pro nízkoarousalovou primingovou variaci. Signifikance s korekcemi poukazuje na rozdíly v sekvenci N2 a P2 komponenty. Rozdíl mezi podmínkami se projevuje též v pozdních komponentách, a to konkrétně v LPP komponentě, kde neprimovaná podmínka vykazuje nejvyšší amplitudu, ovšem odlišnost lze spatřovat též mezi jednotlivými primingovými podmínkami, kde nízkoarousalový priming vykazuje vyšší amplitudu proti vysokoarousalovému. Tento rozdíl je patrný již od 390ms (signifikance FDR korekce), Bonferroniho korekce tento rozdíl hodnotí jako signifikantní až v pozdních latencích mezi 600- 720ms.

Graf 21: Topografický graf amplitudy latence 85-90ms vysokoarousalových cílových podnětů



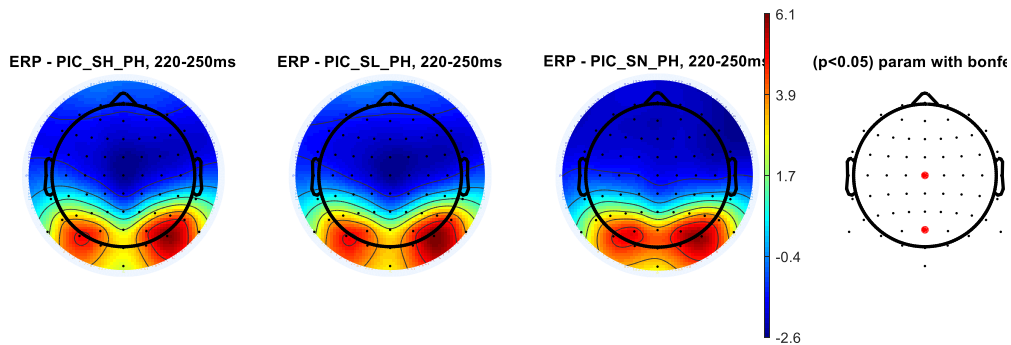
Topografie amplitudy latence 75-100ms zobrazená v grafu 21 vykazuje signifikantní rozdíly parieto-okcipitálně (na elektrodách P6 P4 PO8 PO4 Poz PO3 PO7 O2 Oz O1 a Iz) a frontocentrálně laterálně s převahou vlevo (na elektrodách FT7 FC5 FC3 FC1 FC4 a C5). Parieto-okcipitální rozdíly reflektují změny mezi primingovými podmínkami a neprimingovou podmínkou, kde v případě primingových podmínek dochází k výraznému projevu pozitivitu, který u neprimingové podmínky není přítomen. Frontocentrální rozdíly ukazují na výrazně vyšší negativitu pro primingové podmínky, která zasahuje celou frontální a centrální oblast.

Graf 22: Topografický graf amplitudy latence 140-150ms vysokoarousalových cílových podnětů



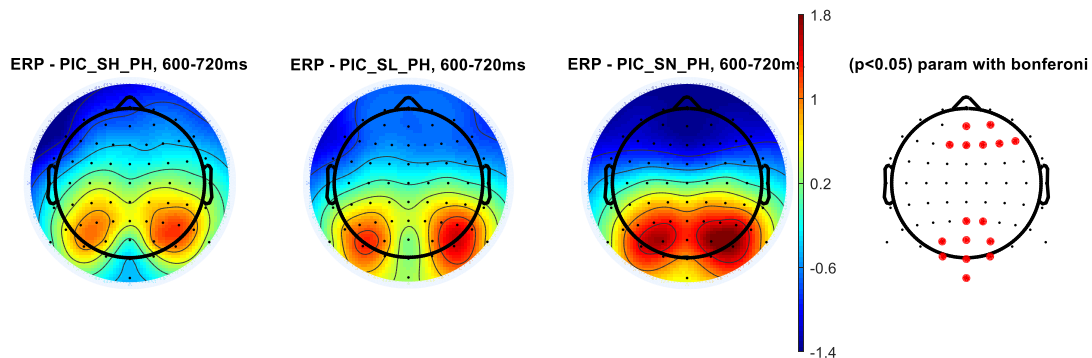
Topografie amplitudy vrcholu ranné komponenty N1 latence 140-150ms zobrazená v grafu 22 vykazuje signifikantní rozdíly parietookcipitálně, a to hlavně mediálně (na elektrodách CP1 CPz CP2 P1 Pz P2 PO3 POz PO4 O1 Oz O2 a Iz). Tento rozdíl reflektuje změny mezi primingovými podmínkami a neprimingovou podmínkou. Neprimingová podmínka vykazuje mnohem vyšší pozitivitu hlavně mediálně, zatímco v rámci neprimingových podmínek zasahuje negativita okcipitomediálně. Další průkazná změna zasahuje frontálně a frontocentrálně s převahou pravostranně (na elektrodách F3 F1 Fz F2 F4 F6 F8 FC2 FC4 FC6 a FC8). Tyto rozdíly ukazují na výrazně vyšší negativitu pro neprimingovou podmínku.

Graf 23: Topografický graf amplitudy latence 220-250ms vysokoarousalových cílových podnětů



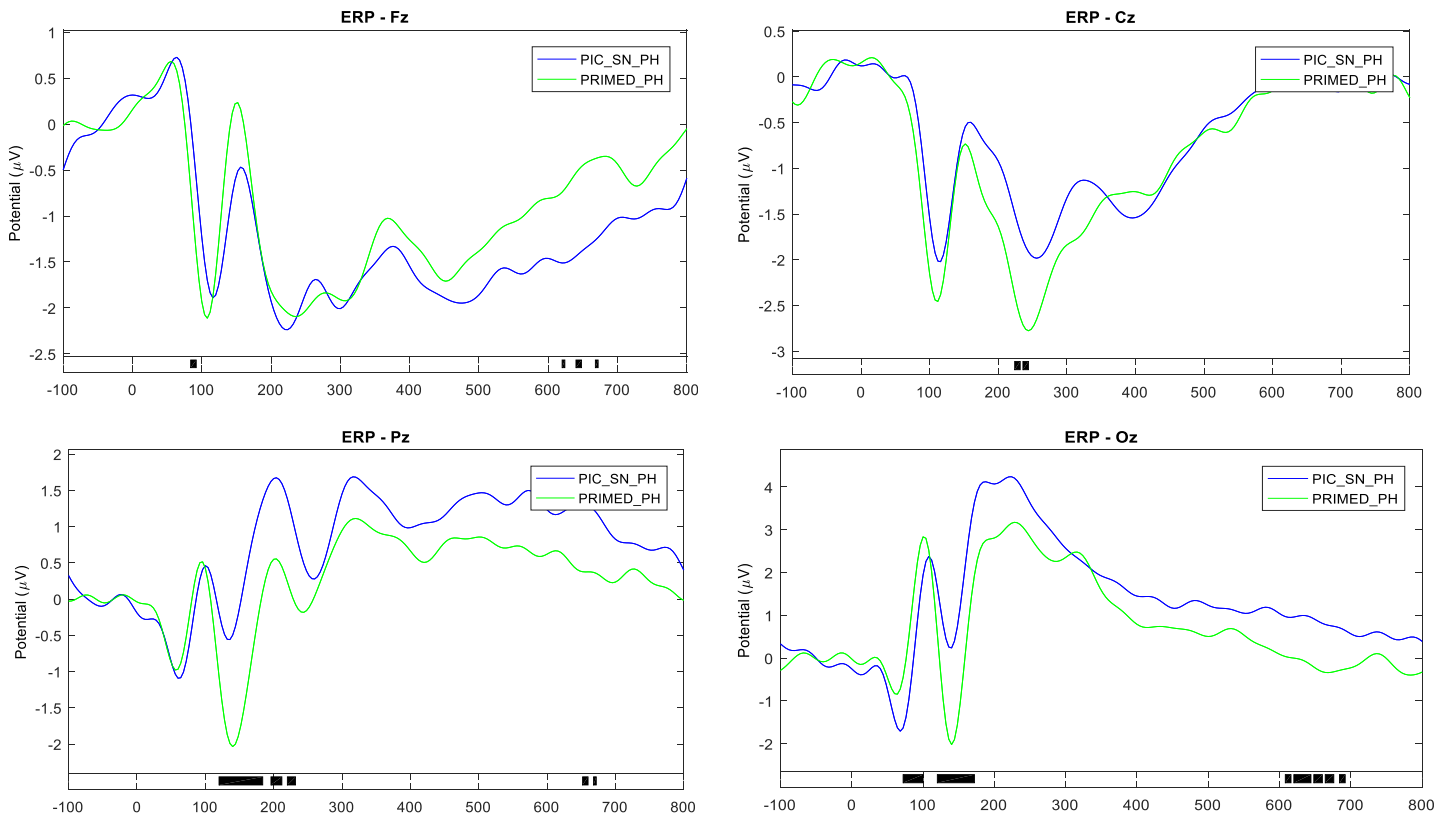
Topografie amplitudy 220-250ms zobrazená v grafu 23 vykazuje signifikanci pouze v dílčí rozdílech na mediálních elektrodách Cz a Pz. Centrální rozdíl reflektuje zvýšení negativity, která je nejvyšší pro kongruentní priming, mírně nižší pro inkongruentní priming a v případě nepřimingové podmínky dochází k nejnižšímu projevu centrální negativity. Naopak parietookcipitální rozdíl ukazuje na zvýraznění mediální positivity nepřimingové podmínky.

Graf 24: Topografický graf amplitudy latence 600-720ms vysokoarousalových cílových podnětů



Topografie amplitudy 600-720ms zobrazená v grafu 24 vykazuje signifikantní rozdíly frontálně s pravostrannou převahou (na elektrodách AFz AF4 F1 Fz F2 F4 a F6) a parietookcipitálně lokalizované mediálně (na elektrodách Pz P2 PO3 POz PO4 O1 Oz O2 a Iz).

Graf 25: ERP křivky primingové a nepřimingové podmínky na cílové vysokoarousalové podněty pro elektrody Fz, Cz, Pz a Oz



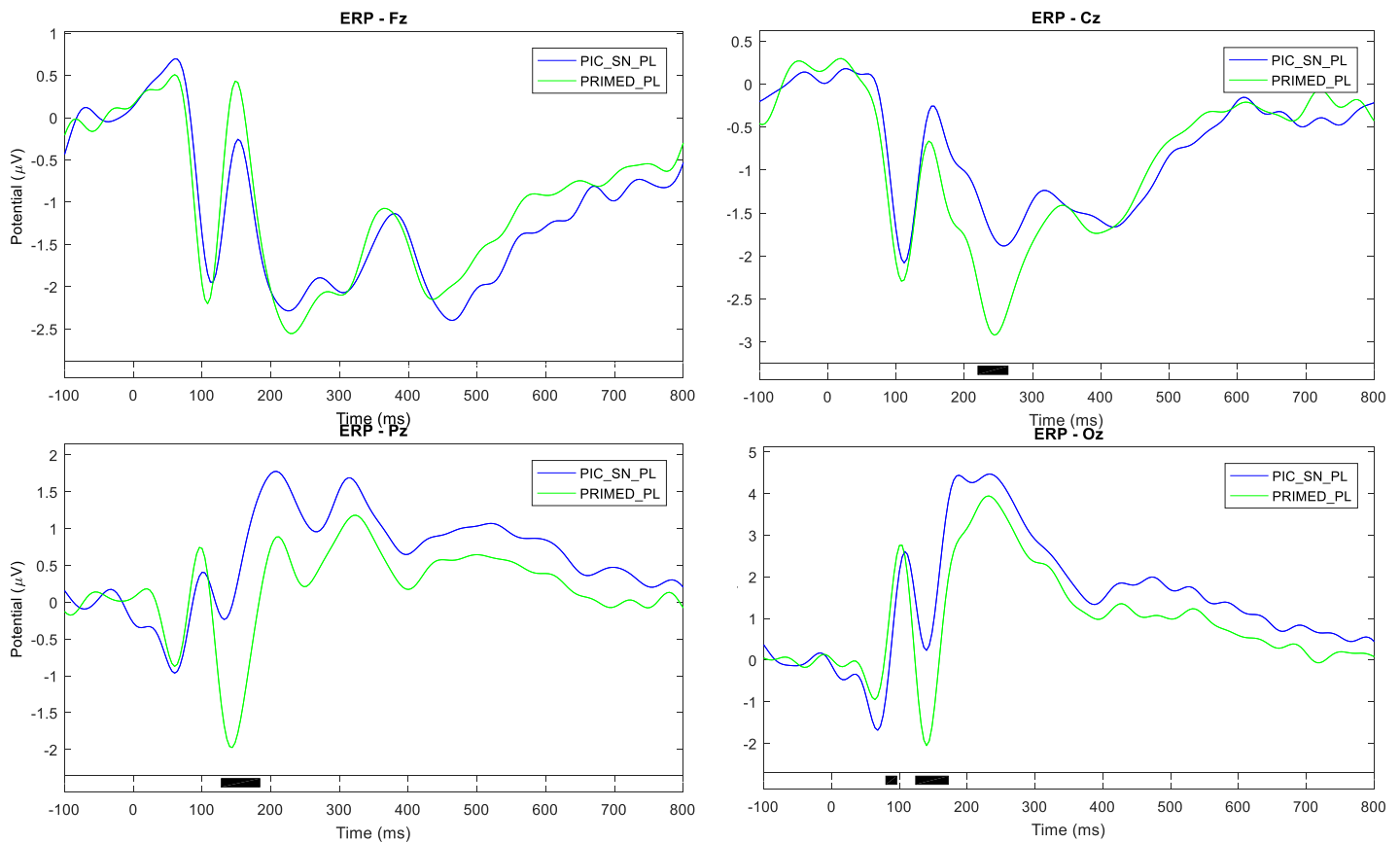
V rámci elektrod mediální linie zobrazených v grafu 25 je na frontální elektrodě Fz patrný rozdíl v rané negativitě okolo 100ms, kdy příslušná vlna vykazuje rozdíly jak v latenci vrcholu, který je pro primingové podmínky v čase 85ms a pro nepřimingovou podmínku v čase 95ms. Signifikance rozdílu v rámci analýz s Bonferroniho korekcemi pro opakované měření je nalezena právě v čase 85-95ms, v případě FDR korekce lze mluvit o časovém okně 80-110. Primované podněty zde vykazují vyšší projev negativity. Velmi výrazná odlišnost ERP křivek je patrná v čase následné komponenty P1 v čase vrcholu 150-155ms, která vykazuje vyšší pozitivitu pro primované podněty. Přestože Bonferroniho korekce upozorňuje na možnou falešnou pozitivitu a signifikance je pod stanovenou úrovní, v rámci FDR korekce je signifikantní časové okno 125-160ms, zahrnující i vrchol P1 komponenty u obou podmínek. Střední čas latence nevykazuje zjevné odlišnosti, avšak signifikantní rozdíl mezi podněty je nalezen v rámci LPP, kde dochází ke zvýšené pozitivitě pro primované podněty, a to zejména v rámci pozdního zpracování a s parciálními signifikancemi okolo 650ms. Pokud však nepoužijeme Bonferroniho korekce, ale FDR, signifikantní časové okno pro pozdní pozitivitu je patrné mezi 550-720ms.

V rámci elektrody Cz jsou patrné vizuální odlišnosti v rámci N1 komponenty, která vykazuje vyšší negativitu pro primované podněty s latencí 105ms oproti neprimovaným podnětům s latencí 115ms, tento rozdíl je však redukován korekcemi opakovaných měření a nedosahuje stanovené hladiny signifikance. Zásadní rozdíl je však patrný již od vrcholu P2 komponenty v latenci 160ms pro neprimované a 150ms u primované podmínky, kde se začíná projevovat zvýraznění negativity pro primovanou podmínku. Tato negativita se pak zásadně projevuje na N2 komponentě, kde je signifikantní rozdíl v čase 225-245ms po Bonferonniho korekci, FDR však signifikantní rozdíly spatřuje dříve, již od 185ms do 255ms.

Na elektrodě Pz dochází k výrazným rozdílům mezi podmínkami v rámci změn amplitudy v raných komponentách N1 a P1, kde je výrazně vyšší negativita pro primované podmínky. N1 komponenta se projevuje vrcholem v 140 ms a signifikantně vychází (s Bonferonniho korekcemi pro opakovaná měření) rozdíl v čase 120-185, navazující pozitivita vyháží signifikantní v okně 195-215ms přiléhajícímu vrcholu P2 s vrcholem ve 205ms. Následný rozdíl se váže k negativní komponentě N2 v časovém okně 220-325ms. FDR korekce zvýrazňuje rozdíly dle experimentální podmínky v celé sekvenci N1-P2-N2, kde vyznačuje signifikantní časové okno v rozsahu 115-245ms. Pozdní latence také vykazuje dílčí rozdíl, který je v případě FDR 505-710ms, zatímco Bonferonniho korekce jej omezuje na 650-670ms.

Na elektrodě Oz dochází k projevům signifikance již v rané negativitě s latencí vrcholu 70ms, kde je výrazně vyšší negativita pro neprimingovou podmínku oproti primingové podmínce s latencí 65ms. P1 komponenta vykazuje vyšší pozitivitu pro primované podněty. Po Bonferonniho korekci pro opakovaná měření vychází jako signifikantní okno ohraničené vrcholy těchto komponent, konkrétně se jedná o latenci 75-100ms. N1 komponenta vykazuje zvýšenou negativitu pro primované podněty a celá latence komponenty N1 v čase 120-175ms je signifikantní po Bonferonniho korekci (FDR tuto signifikanci spatřuje v 115-230ms). V rámci následných fází ERP křivky se projevuje obecný trend vyšší positivity pro neprimingové podněty, který je patrný též v pozdních fázích zpracování. Statisticky významný rozdíl po Bonferonniho korekcích je zaznamenán v latenci 600-700ms, zatímco FDR korekce ukazuje na průkazné rozdíly od 375ms do konce časového okna.

Obrázek 26: ERP křivky primingové a nepřimingové podmínky na cílové vysokoarousalové podněty pro elektrody Fz, Cz, Pz a Oz



V rámci elektrod mediální linie zobrazených v grafu 26 jsou na frontální elektrodě Fz patrné vizuální odlišnosti křivky mezi primovaným a nepřimovaným nízkoarousalovým podnětem. Konkrétně se jedná o P1 komponentu s vrcholem v 150ms vykazující výrazně vyšší pozitivitu pro primingovou podmínku následovanou N2 komponentou, kde též dochází k vyšší amplitudě (negativitě) pro primingovou podmínku. N400 komponenta oproti tomu zobrazuje vyšší negativitu pro nepřimovanou podmínku, přičemž na této komponentě dochází též ke změně latence vrcholu, konkrétně 430ms pro primingovou podmínku a 460ms pro nepřimingovou podmínku, přičemž tento trend amplitudy pokračuje i v LPP. Výše uvedené odlišnosti mezi podmínkami však po korekcích pro opakovaná měření nevykazují stanovenou hladinu signifikance.

Na elektrodě Cz je patrná dílčí odlišnost v amplitudě a latenci N1 komponenty. Výrazný rozdíl však počíná latencí vrcholu P1 komponenty, jež vykazuje zvýšenou pozitivitu pro nepřimingovou podmínku s latencí vrcholu 160ms oproti primingové podmínce, která má čas

vrcholu komponenty v 150ms. Rozdíl v křivkách však dosahuje signifikance až v rámci vrcholu N2 komponenty s latencí posunutou na 260ms u primované a 245ms u primované podmínky. Tento statistický rozdíl reflektuje vyšší negativitu pro primingovou podmínku a po Bonferonniho korekci je patrný v čase 220-265ms (FDR však rozdíl spatřuje prakticky hned po vrcholu P1 a určuje poměrně rozsáhlé signifikantní okno v čase 170-280ms).

Na elektrodě Pz se výrazně projevuje rozdíl zejména v N1 komponentě, který pro primované podněty vykazuje výrazně větší negativitu, což je statisticky signifikantní výsledek i po Bonferonniho korekci pro opakovaná měření, který vykazuje v čase 130-180ms. Výrazná odlišnost mezi primovanými a nepřimovanými podněty lze najít i ve středních a pozdních komponentách, kde stále dochází ke zvýrazněné negativitě pro primované podněty, přestože tento závěr nelze doložit statistickou signifikancí (ani bez korekcí pro opakovaná měření).

Elektroda Oz vykazuje rozdíly mezi podněty v rámci P1 komponenty, kde je patrná zvýšená negativita pro nepřimingovou variantu podnětů a na N1, kde je jednoznačně patrná vyšší negativita pro primované podněty, avšak po korekcích se tento rozdíl redukuje na čas 130- 170ms. EPN komponenta vykazuje patrnou negativitu pro primované variace podnětů, a tato tendence pokračuje i v rámci LPP komponenty. LPP vykazuje průkazný rozdíl mezi podněty (bez korekcí) v čase od 460ms.

6.3 Efekt vlivu arousalových charakteristik primingového působení na cílové podněty

Tato výzkumná oblast využítá tři základních analýz, které následně zobrazuje jako srovnání ERP křivek pro všechny interakce mezi kategoriemi primingových interakcí arousalových charakteristik. Tyto výsledky umožňují identifikovat základní efekty arousalového multimodálního primingu a srovnat jednotlivé ERP komponenty v jejich závislosti na míře afektivního arousalu. Jelikož se však jedná o analýzu, do níž vstupují obě skupiny cílových podnětů, nelze vytvářet ze zaznamenaných signifikancí jednoznačné závěry. Přestože je tato analýza velmi praktická pro identifikaci vlivu afektivní kongruence a inkongruence, vždy je nutno reflektovat vlastní vliv rozdílů v cílových proměnných, jimiž se zabývala první provedená analýza rozdílů mezi samotnými cílovými podněty. Aby však byly závěry jednoznačné, jsou následně provedeny další dvě dílčí analýzy rozdílů mezi afektivně homogenními cílovými podněty, tedy separátně pro vysokoarousalové a nízkoarousalové cílové podněty. Využité kategorie podnětů jsou tedy SH_PL, vysokoarousalově primované nízkoarousalové cílové podněty, SL_PL jako nízkoarousalově primované nízkoarousalové podněty a na druhé straně SH_PH jako vysokoarousalově primované vysokoarousalové cílové podněty a SL_PH jako nízkoarousalově primované vysokoarousalové cílové podněty

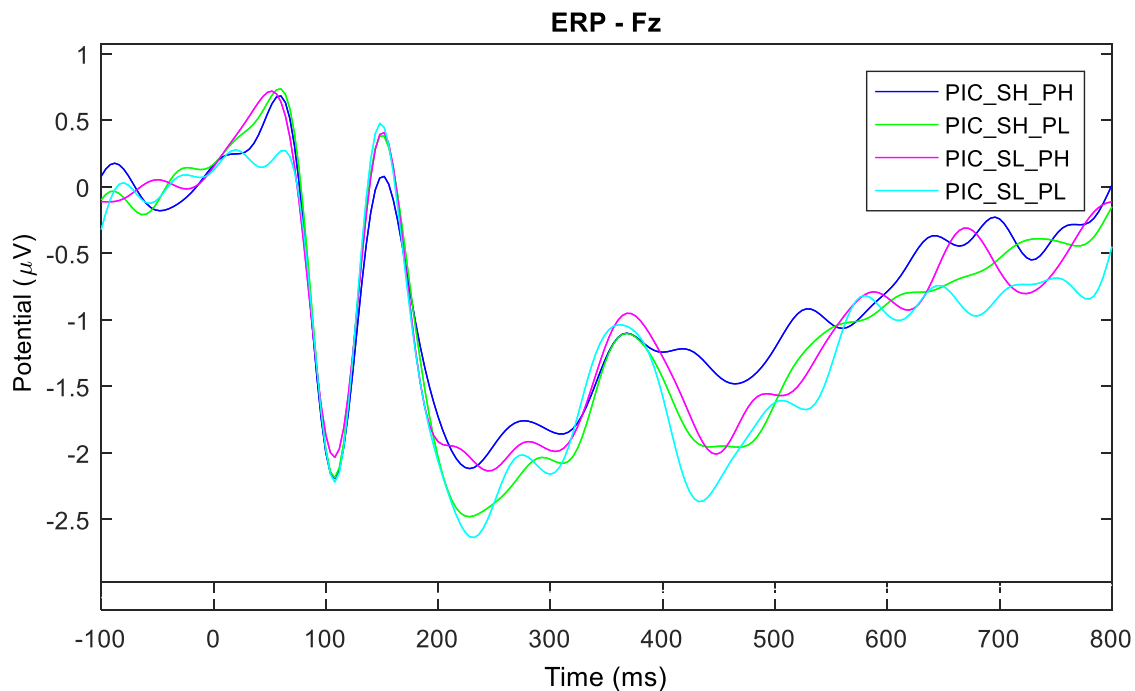
Vlastní výzkumná otázka se skládá ze tří dílčích výzkumných otázek:

DVO 4: Jaký je efekt kongruence a inkongruence v rámci kombinací arousalových charakteristik primingových a cílových podnětů?

DVO 5: Jaký je rozdíl ve zpracování cílových vysokoarousalových podnětů na základě manipulace arousalem primingového působení?

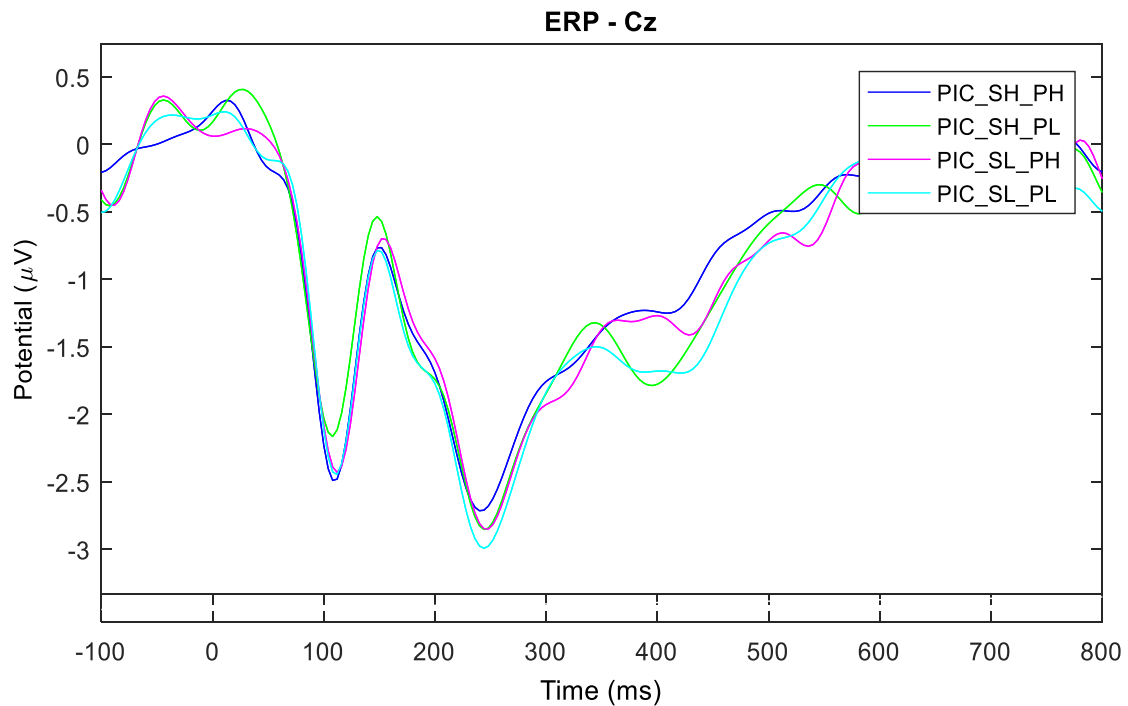
DVO 6: Jaký je rozdíl ve zpracování cílových nízkoarousalových podnětů na základě manipulace arousalem primingového působení?

Graf 27: Temporální ERP graf jednotlivých primingových variací pro elektrodu Fz



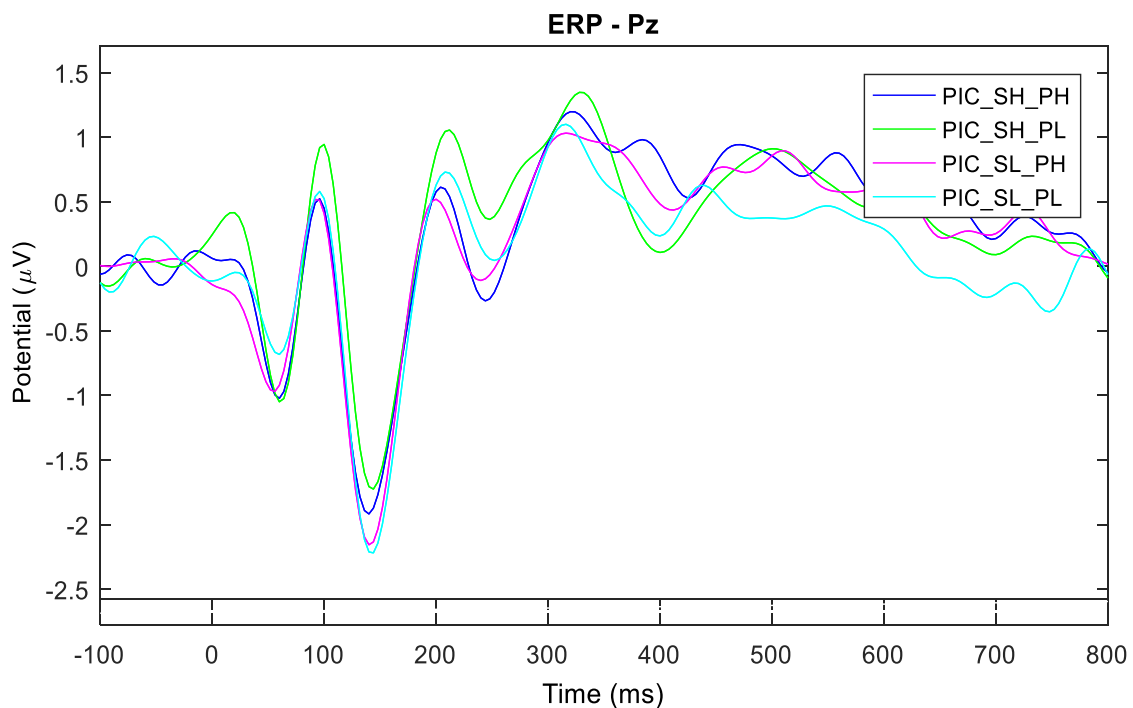
Na elektrodě Fz (graf 27) dochází v rámci kombinace primingových variací k rozdílům v rané komponentě N1, kde je patrný odlišnost pro nízkoarousalový priming vysokoarousalového cílového podnětu, který oproti dalším podmínkám vykazuje nižší negativitu. Pozitivní komponenta P1 ukazuje na změnu ve vysokoarousalovém primingu vysokoarousalových cílových podnětů, kde dochází k projevům nižší pozitivity. Negativita v latenci 200-300ms ukazuje na odlišnost nízkoarousalových cílových podnětů, které vykazují vyšší negativitu, zejména pak pro kongruentní podmínku. Zajímavá je též N400 komponenta, která nejvyšších rozdílů dosahuje pro kongruentní primingové variace. Nejvyšší negativitu vykazuje nízkoarousalový kongruentní podmínka, zatímco na vysokoarousalové kongruentní podmínce je tato komponenta patrná pouze okrajově. Obě inkongruentní primingové podmínky vykazují N400 komponentu patrnou, ovšem s velmi drobnými vzájemnými odlišnostmi.

Graf 28: Temporální ERP graf jednotlivých primingových variací pro elektrodu Cz



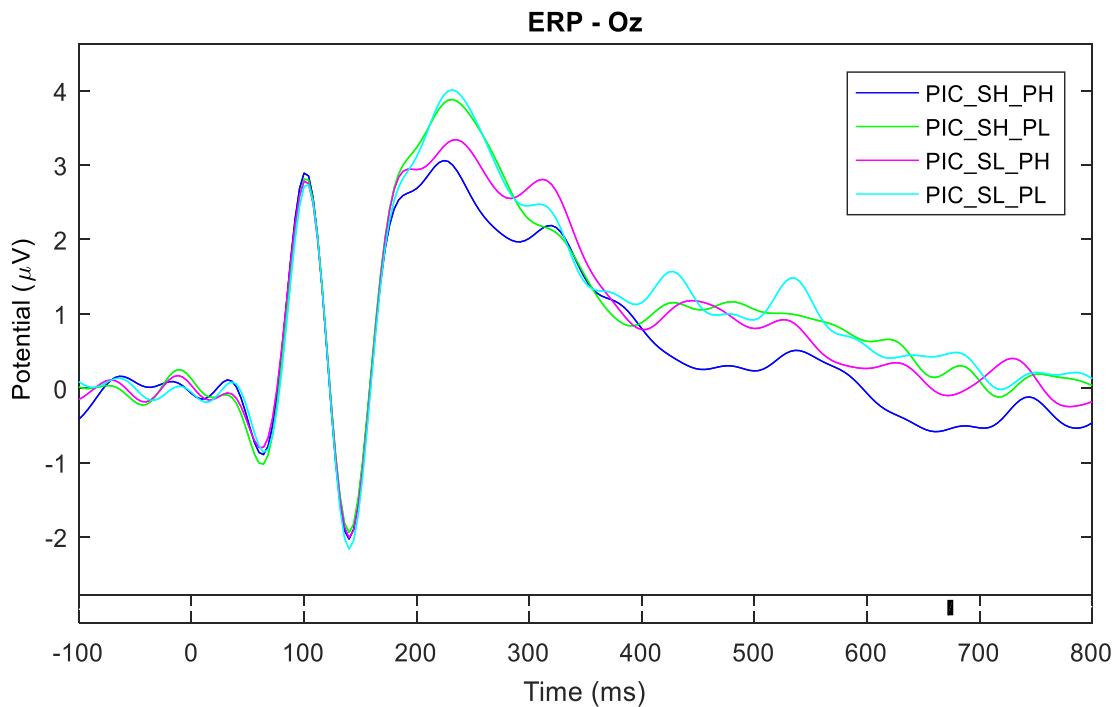
Na elektrodě Cz (graf 28) dochází k projevům odlišnosti v rámci rané latence v případě vysokoarousalového primingu nízkoarousalového cílového podnětu, který vykazuje zvýšenou pozitivitu napříč komponentami N1 a P1. Komponenta N2 ukazuje na rozdíly mezi kongruentními podmínkami, kde nejvyšší negativitu dosahuje nízkoarousalový kongruentní priming. Mezi jednotlivými inkongruentními podmínkami není patrná žádná odlišnost, obě však mají nižší negativitu než vysokoarousalový kongruentní priming. Projevy negativitu v čase 400ms jsou patrné pouze pro obě inkongruentní variace.

Graf 29: Temporální ERP graf jednotlivých primingových variací pro elektrodu Pz



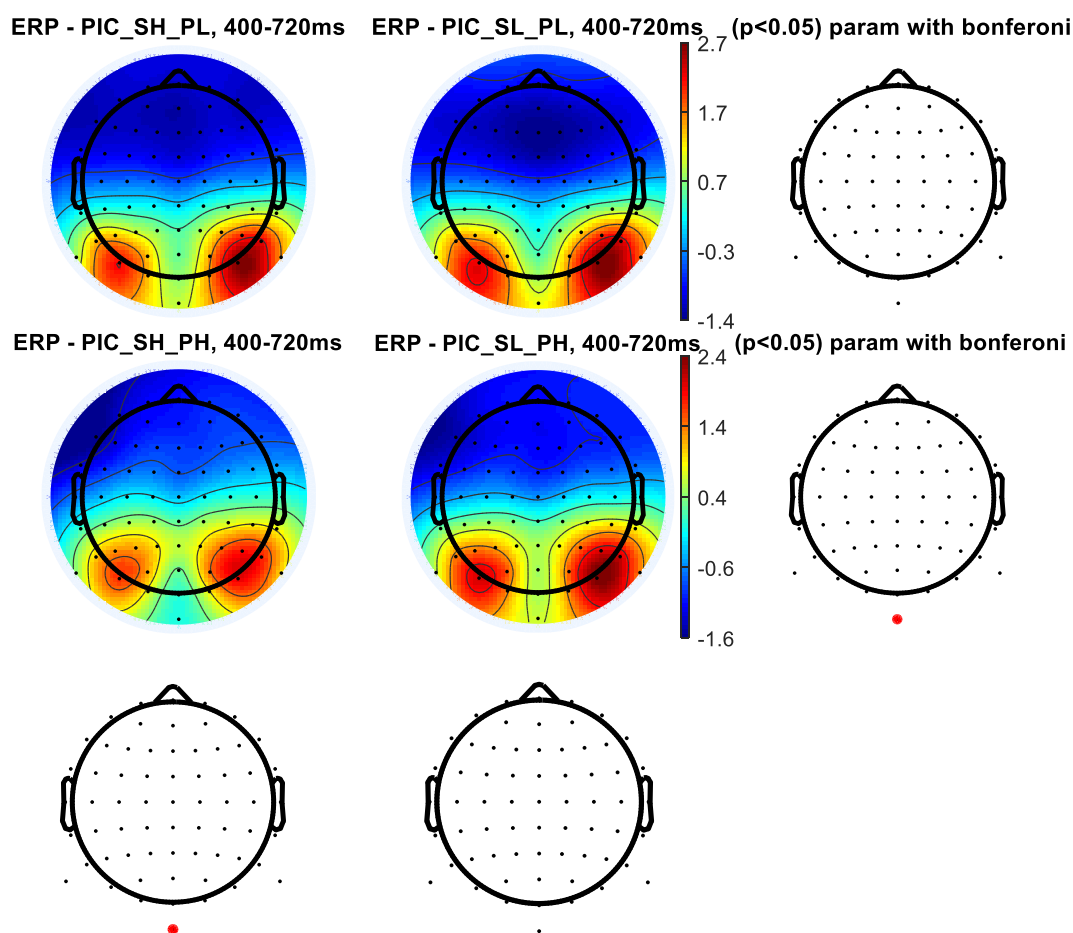
Na elektrodě Pz (graf 29) dochází k odlišnosti v rámci první negativní komponenty v čase 75ms, která pro nízkoarousalový inkongruentní priming vykazuje nižší projevy negativity. Komponenta P1 vykazuje oproti jiným podmínkám zvýšenou pozitivitu pro vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu, kdy tato pozitivita přetrvává i v rámci dalších raných a střednědobých latencí. Komponenta N1 ukazuje na zvýrazněnou negativitu nízkoarousalového primingu pro obě podmínky, zatímco v rámci vysokoarousalových cílových podnětů dochází k vyšší negativitě pro vysokoarousalový kongruentní priming oproti inkongruentnímu. Sekvence komponent P2-N2 vykazuje nejvyšší pozitivitu pro vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu, druhou nejvyšší amplitudu vykazuje nízkoarousalový kongruentní priming, zatímco vysokoarousalové cílové podněty vykazují vyšší negativitu, a to s převahou kongruentní podmínky. P3 komponenta vykazuje nejvyšší amplitudu pro vysokoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. Negativita v čase 400ms se projevuje zejména pro obě kongruentní podmínky. Pozdní latence se projevuje sníženou pozitivitou pro nízkoarousalovou kongruentní primingovou podmínku.

Graf 30: Temporální ERP graf jednotlivých primingových variací pro elektrodu Oz



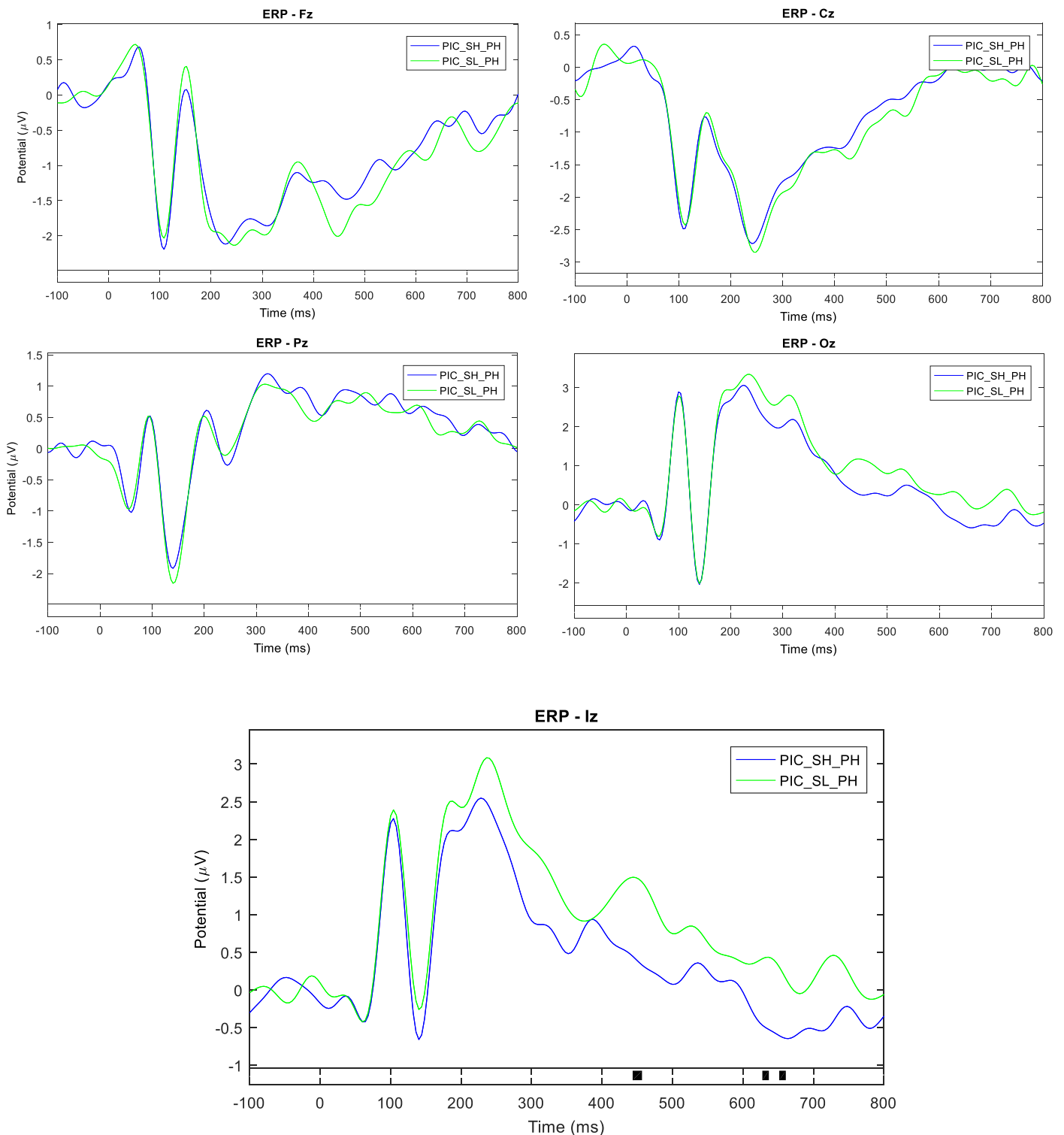
V rámci Oz elektrody (graf 30) dochází k odlišnostem až v rámci střednědobé latence, kdy v rámci pozitivní komponenty v čase 200-300ms, která vykazuje nejvyšší pozitivitu pro vysokoarousalový i nízkoarousalový priming nízkoarousalového cílového podnětu. V rámci vysokoarousalových cílových podnětů dochází k vyšší pozitivitě pro nízkoarousalový (inkongruentní) priming než pro vysokoarousalový (kongruentní) priming. V rámci pozdní latence se projevuje odlišnost patrná sníženou pozitivitou pro vysokoarousalový kongruentní priming.

Graf 31: Topografický graf amplitudy latence 400-720ms jednotlivých variací primingu



Následný graf 31 zobrazuje topografii amplitudy pro latenci 400-720ms pro jednotlivé primingové podmínky. Topografická analýza vysokoarousalových cílových podnětů ukazuje na signifikantní rozdíl pouze na týlní elektrodě Iz. Vizuální zobrazení amplitudy ukazuje však na patrnou vyšší pozitivitu okcipitálně, a to jak laterálně, tak mediálně. V případě topografie amplitudy nízkoarousalových podnětů nevykazuje analýza po Bonferonniho korekcích žádné významné rozdíly. Vizuálně jsou patrné výrazně nižší rozdíly než okcipito-mediálně než v případě nízkoarousalového cílového podnětu, a to v případě obou primingových podmínek. Dílčí analýza ukazuje na rozdíl na týlní elektrodě mezi vysokoarousalově primovanými nízkoarousalovými a vysokoarousalovými cílovými podněty.

Graf 32: ERP křivky vysokoarousalového a nízkoarousalového primingu na vysokoarousalové cílové podněty pro elektrody Fz, Cz, Pz, Oz a Iz



V rámci popisu rozdílů vysokoarousalově a nízkoarousalově primovaných cílových podnětů (viz graf 32) byly zobrazeny základní elektrody středové linie a přidružená týlní elektroda Iz.

Na elektrodě Fz dochází k projevu N1 ve 105ms, kde je amplituda prakticky totožná pro obě primingové variace vysokoarousalových cílových podnětů. P2 komponenta má latenci vrcholu ve 150ms a dochází k pozorovanému zvýšení pozitivitu pro nízkoarousalový priming (inkongruentní), tento jev však ztrácí signifikanci po aplikování korekcí. Následná negativita (N2) zachovává obdobné křivky s drobnou pozitivitou amplitudy pro vysokoarousalový priming (kongruentní). Pozorovaný rozdíl patrný na základě tvaru křivek v čase 450 ms se projevuje pouze v rámci negativní komponenty N400 patrné pouze pro inkongruentní priming, a to s latencí vrcholu v čase 455ms, který po aplikování korekcí ztrácí signifikanci.

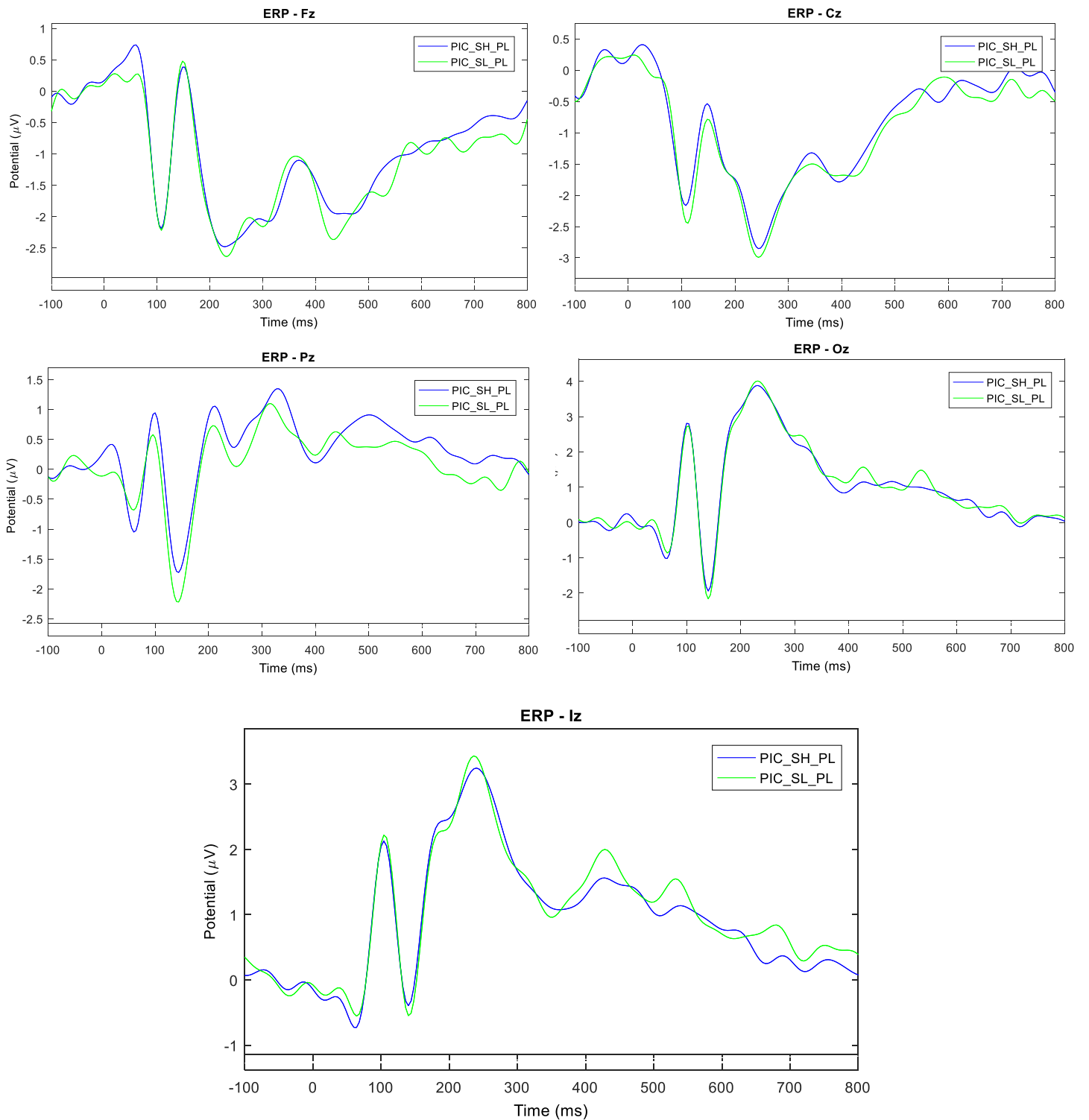
Elektroda Cz vykazuje shodu mezi oběma primingovými podmínkami v raných komponentách N1 a P1, také N2 s časem vrcholu 235-240ms nevykazuje výrazné odlišnosti. Frontálně pozorovaná nesignifikantní negativita se zde projevuje v čase 435ms s rozlišitelnou zvýšenou pozitivitou pro vysokoarousalovou (kongruentní) podmínku, která je patrná pro celou pozdní latenci.

Na elektrodě Pz nebyly nalezeny žádné signifikantní rozdíly, a to ani v rámci vizuálně patrných rozdílů na N1 komponentě (latence vrcholu 145ms), kde je patrná zvýšená negativita pro inkongruentní variaci, ani na komponentě N2, kde dochází k pozorovanému zvýšení negativitu pro kongruentní variaci (s latencí vrcholu 245ms) oproti inkongruentní variaci (latence 240ms). LPP vykazuje určité distorze, které ovšem nenaznačují žádný trend amplitudy pro některou z podmínek.

Pro elektrodu Oz dochází k diskontinuitě obou podmínek v rámci vrcholu P2 komponenty, kde je patrné zvýšení negativitu pro kongruentní variaci, které ovšem nedosahuje po korekcích signifikantních hodnot. Taktéž pozdní latence vykazuje daný trend, patrný zejména v čase 430-500ms a čase od 600ms, která ovšem korekcemi měření ztrácí signifikanci.

Vzhledem k absenci signifikantních rozdílů pro základní elektrody středové linie byly provedeny další prospektivní analýzy, které poukazují na význam elektrody Iz. Na této týlní elektrodě se projevují rozdíly pozdní latence spojené s pozdní pozitivní komponentou LPP, příslušnou inkongruentnímu primingu vysokoarousalové cílového podnětů, vykazující po Bonferonniho korekcích signifikantní rozdíly v čase 450 a dílčí rozdíly v časovém okně mezi 630-655ms. V případě FDR korekce se ukazují dílčí rozdíly orientované okolo latence 300ms, poté signifikantní okno 420-495ms a 620-720ms.

Obrázek 33: ERP křivky vysokoarousalového a nízkoarousalového primingu na nízkoarousalové cílové podněty pro elektrody Fz, Cz, Pz, Oz a Iz



V rámci analýzy zobrazené v grafu 33 bylo zjištěno, že na elektrodě Fz nejsou v raných komponentách rozdíly v amplitudě dle experimentálních podmínek primingu. Určitá distorze je patrná ve střední latenci, kde je patrný rozdíl ve vrcholu N2. Kongruentní primingová podmínka také vykazuje vizuálně patrný rozdíl v P3 komponentě, kde je posunuta latence vysokoarousalové primingové podmínky do latence 375ms oproti latenci 365ms v rámci nízkoarousalového primingu. Nízkoarousalový (kongruentní) prime též vykazuje zvýšenou negativitu příslušné N400 komponentě v čase 435ms. LPP vykazuje distorzi, ovšem s patrnou převahou pozitivitu pro vysokoarousalový priming, toto zjištění ovšem po korekcích měření nevykazuje signifikanci.

Na elektrodě Cz je vizuálně patrný rozdíl v raných komponentách, a to v rámci N1 komponentě s latencí vrcholu 105ms pro vysokoarousalový prime a 110ms pro nízkoarousalový prime, který vykazuje též vyšší negativitu. P2 komponenta s latencí 150ms vykazuje zvýšenou pozitivitu pro vysokoarousalovou podmínku oproti nízkoarousalové. Stejně tak EPN komponenta s latencí vrcholu 245ms vykazuje projevy zvýšené negativity pro nízkoarousalovou podmínku. Tato vyšší negativita nízkoarousalové variace se projevuje též v rámci P3 komponenty v čase vrcholu 340ms a dílčí změny v rámci LPP komponenty, po korekcích však nejsou tyto rozdíly signifikantní.

Na elektrodě Pz dochází k rozdílu v rámci první negativní komponenty s vrcholem v 60ms, kde je výraznější negativita pro (inkongruentní) vysokoarousalovou primingovou variaci, P1 komponenta s časem 95-100ms vykazuje vyšší pozitivitu pro vysokoarousalový prime. N1 komponenta v čase vrcholu 140ms vykazuje zvýšenou negativitu pro (kongruentní) nízkoarousalový prime. V latenci EPN komponenty je patrná vyšší negativita pro nízkoarousalový (kongruentní) priming, což se rovněž projevuje v posunu latence vrcholu, zejména v N2-P3. LPP vykazuje vyšší negativitu pro nízkoarousalovou primingovou variaci (kongruentní), a to mimo distorze odpovídající komponentě N400, kde dochází k vyšší negativitě vysokoarousalové (inkongruentní) variace.

Na elektrodě Oz v rámci analýz vlivu vysoko a nízkoarousalového primingu na cílový nízkoarousalový podnět není patrný žádný významný rozdíl, a to jak v rámci vizuální inspekce, tak ani při statistické analýze (a to ani při výpočtech bez korekcí pro opakovaná měření). Elektroda Iz v této analýze cílových nízkoarousalových podnětů nevyhází signifikantní ani nevykazuje patrné odlišnosti mezi podmínkami vysokoarousalového a nízkoarousalového

primingu, čímž se odlišuje od výše popsaného primingu vysokoarousalových cílových podnětů s projevy signifikance ve střední a pozdní latenci.

6.4 Shrnutí výsledků a testování hypotéz

H1: Vysokoarousalový priming a nízkoarousalový priming vykazují rozdíly v aktivitě pozdních komponent vizuální percepce cílových podnětů.

Významný vliv arousalu na potenciály pozdní latence se objevuje napříč výzkumy, což dokládá metastudie Oloffson, Nordin, Sequiera & Polich (2008), která shrnuje, že tyto pozdní procesy reflektují zvýšení procesů dedódování pro vysoce arousalu (jak pozitivní, tak negativní) podněty a zapojení paměti do těchto procesů. Výsledky výzkumu v souladu s tímto předpokladem poukázali na efekt LPP, který vychází z postpercepčních procesů a reflektuje proces zhodnocení. LPP aktivita parietálně ukazuje na rozdíl mezi vysokoarousalovými a nízkoarousalovými podněty. V rámci V pozdních procesech ukázala modulace arousalu pomocí primingu na rozdíly LPP posteriorně, kde se projevil signifikance v okcipitálních oblastech jak pro rozdíly dle působením primingem, tak pro drobný projev rozdílu mezi nízkoarousalovým a vysokoarousalovým primingem. ERP křivky ukazují zajímavý trend pozdní komponenty N400, která je shodná pro obě kategorie arousalově kongruentních podnětů, oproti tomu v rámci inkongruentních kategorií je patrné zvýšení negativity pro nízkoarousalový priming nízkoarousalových cílových podnětů. V rámci celkové latence 400-700ms, která bývá označována jako LPP se projevuje signifikantní rozdíl na mediálních parietálních a centroparietálních elektrodách, lze tedy přijmout hypotézu H1.

Výsledky práce dokládají, že **Arousalová charakteristika podnětů ovlivňuje procesy zpracování pozdních ERP komponent vizuální percepce, které reflektují evaluační procesy.**

H2: Vysokoarousalové a nízkoarousalové vizuální podněty vykazují rozdílnou aktivaci střednědobých komponent vizuální percepce cílových podnětů.

Wiens a Syrjanen (2013) objevili rozdíly v EPN pro vysokoarousalové negativní podněty a pro vysokoarousalové pozitivní podněty, tato práce na toto navazuje motivační relevancí podnětů, kdy nízkoarousalové podněty neobsahují podněty spouštějící defenzivní reakce. Je také reportováno zvýraznění EPN a LPP u vysokoarousalových podnětů oproti nízkoarousalovým (Flaisch, Stockburger & Schupp, 2008). Oloffson, Nordin, Sequiera & Polich (2008) uvádějí však, že amplituda EPN je silně závislá na podmínkách primingu a je odlišná v rámci jednotlivých úloh v rámci procesu experimentu.

V rámci analýz byl nalezen efekt na komponenty střední latence, konkrétně N2 parietálně, který vykazoval signifikanci v čase 230-270ms (FDR, $p < 0,05$). N2 je považována za emočně senzitivní komponentu (Sur & Sinha, 2009) a EPN je vysvětlována jako úvodní zhodnocení podnětu a selektivě pozornosti (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012). Oloffson, Nordin, Sequiera & Polich (2008) uvádějí, že studie afektivní percepce vykazují v případě N2 komponenty nekonzistentní výsledky a závislost N2 na arousalové charakteristice podnětu je stále nejasná. Z tohoto důvodu lze přijmout zjištění o vlivu podnětové kategorie na procesy úvodního kognitivního zpracování afektivních podnětů, který je označován jako EPN, nicméně vzhledem k závislosti komponent střední latence na valenci (negativní valence vykazuje vyšší negativitu) je výsledek sporný. Práce přinesla doklad o vlivu afektivních charakteristik podnětů na procesy vizuální percepce a lze tak (s přihlédnutím k intrakcím mezi dimenzemi emocí) přijmout hypotézu H2 založenou na arousalovém působení.

Výsledky práce dokládají, že **Afektivní charakteristika podnětů (založená na arousalové kategorizaci) ovlivňuje procesy zpracování střednědobých komponent, které reflektují motivační význam podnětů.**

H3: Efekt hudebního afektivního primingu moduluje rozdíly v raných komponentech afektivní vizuální percepce cílového podnětu.

Existující předpoklad projevů primingu v komponentách N1 reportuje Oloffson, Nordin, Sequiera a Polich (2008) na základě pasivního primingu arousalem a na základě habituace arousalu, a kterou nalézají frontálně s efektem zejména pro nízkoarousalové podněty, kdy vysokoarousalové podněty této habituaci tolik nepodléhají. Výsledky studie pro vysokoarousalové cílové podněty nalézají rozdílný vrchol komponenty N1 parietookcipitálně pro jednotlivé typy primingu, kdy nejvyšší amplitudy dosahuje kongruentní vysokoarousalový prime, nižších hodnot inkongruentní prime a komponenta nepřimových vysokoarousalových podnětů vykazuje nižších hodnot a drobného zpoždění latence vrcholu. Práce využívá vysoké ITI, přesto však může mít mechanismus konfliktu mezi procesy a efekt se může projevit v rané latenci a reportovaný efekt být součástí kognitivních procesů distribuce pozornosti podle toho, zda byl podnět primovaný. V případě porovnání efektu primingu dle polaritity arousalu nebyl efekt N1 patrný, nelze tedy výsledek signifikance N1 komponenty chápat jako změnu motivační relevance cíle podle afektivní relevance (arousalu) primu, ale jako efekt preaktivace (Holcomb, 2009). Výrazný rozdíl v efektu primingu na N1 komponentu tedy dokládá předpoklad o odlišnostech v raných procesech a z toho důvodu lze přijmout hypotézu H3.

Studie dokládá, že **Přítomnost afektivního multimodálního primingu (s vysokým ITI) výrazně ovlivňuje vyšší aktivaci raných procesů vizuální percepce, které jsou v případě primingu preaktivované.**

H4: Efekt hudebního afektivního primingu vykazuje rozdíly v komponentách střední latence vizuální percepce cílového podnětu.

Výrazný rozdíl byl také zaznamenán v N2 komponentě centromediálně, kde dochází k výrazným projevům zvýšené negativity pro primingové podmínky. Zhang, Kong & Jiang (2012) uvádějí význam N2 efektu primingu v kontextu konfliktu mezi procesy, který přes metodologické postupy omezující vliv tohoto konfliktu stále může být velmi výrazný. N2 je v afektivních výzkumech obvykle spojována s afektivní kongruencí mezi podněty (Aguado et al., 2013) a pozornostními procesy spojenými s experimentálními úlohami (Luck, 2012). N2 bývá spojována s procesy EPN (Oloffson, Nordin, Sequiera & Polich, 2008) reflektujícími úvodní zhodnocení podnětu. Latence signifikantního okna N2 komponenty v čase 230-260ms ukazuje nejen na centrální negativitu primingových podmínek, ale i drobné změny v rámci okcipitálních oblastí, kde je zvýšená aktivita v případě předchozího primingu. S ohledem na výsledky z N2 komponenty lze jednoznačně přijmout hypotézu H4, přesto se však nabízí otázka, zda je tento rozdíl způsoben primárně konfliktem mezi procesy nebo procesem reflektujícím úvodní zhodnocení podnětu v kontextu relevance vůči předchozí aktivaci (Luck & Kappeman, 2012b).

Výsledky studie dokládají, že **Efekt afektivního primingu se projevuje vyšší aktivací komponenty N2, která je spojena s procesy úvodního zhodnocení primingu a má spojitost se selektivní pozorností.**

H5: Experimentální manipulace arousalovou charakteristikou primingu ovlivňuje komponenty pozdní latence vizuální percepce cílového podnětu.

Vzhledem k tomu, že existují doklady o vlivu valence na střední komponenty a arousalu na pozdní komponenty (Olofsson, Nordin, Sequirac & Polich, 2008), je v případě interakce mezi arousalovými charakteristikami podnětů předpoklad odlišností v pozdním zpracování. Statistické analýzy vztahu mezi typem primingu u nízkoarousalových i vysokoarousalových podnětů ukazují pouze dílčí rozdíly patrné na týlně na elektrodě Iz, a to pouze pro vysokoprimingové cílové podněty. Vyšší amplitudy dosahovala podmínka nízkoarousalového primingu vysokoarousalových podnětů. Tento efekt je patrný pouze parciálně v rámci latence 650ms a 450ms. Další statisticky signifikantní rozdíly po korekcích měření nebyly identifikovány, přestože se projevuje určitá odlišnost v rámci komponenty N400 příslušející integraci afektivních parametrů stimulů. Tato komponenta bývá často zkoumána v rámci výzkumu primingu na základě její citlivosti vůči kongruenci a inkongruenci, kde v případě afektivního primingu reflektuje též kongruenci afektivních charakteristik (Zhang, Kong & Jiang, 2012). Přestože určité odlišnosti byly patrné, konkrétně centrální a parietální aktivace N400 pro obě inkongruentní podmínky, nejednalo se o signifikantní výsledky po aplikování korekcí pro opakovaní měření. Vzhledem k absenci signifikantních rozdílů v N400 komponentě a pouze velmi dílčímu rozdílu v komponentě LPP, je nutno odmítnout platnost hypotézy H5.

Výsledky studie ukazují, že **Neexistuje prokazatelný rozdíl v aktivaci pozdních komponent při experimentální manipulaci arousalovou charakteristikou.**

7 Diskuze

Moderní prostředí zahlcené podněty nás neustále vystavuje přepínání pozornosti mezi nimi. Neustále podněty hodnotíme a kognitivně zpracováváme. Výzkum primingu má potenciál postihnout mechanismus přepínání mezi podněty a identifikovat příslušné vztahy mezi sériovými expozicemi. Analýza ERP umožňuje k této experimentální stimulaci připojit informace o časovém průběhu příslušné neurální odpovědi. Práce se řadí mezi základní výzkum afektivního primingu a blíže se zaměřuje na základní emoční dimenzi, kterou je arousal. Výzkum „primingového aktivačního“ vztahu mezi následně probíhajícími procesy má však historii sahající dál do minulosti než na začátek výzkumu afektivních primingu. Tento mechanismus byl popsán a veřejnosti představen již v rámci Zillmannova (1972) teorie přenosu arousalu. Výzkum behaviorálního primingu však postrádá propojenost a metodologickou jednotnost. Přístup afektivní neurovědy naopak v poslední době vytváří poznatky na základě standardizovaného materiálu a buduje metodologicky jednotnou teorii. Základní paradigma primingu leží na úrovni dílčích psychických procesů, které jsou primingem ovlivněny, kdy mezi nejvíce zkoumané funkce patří paměť a mechanismus percepčního rozpoznávání. Proto leží v centru výzkumu primingu zejména jeho sémantická složka. Sémantický priming je zkoumán primárně za pomoci hodnocení behaviorálních reakcí, ať se jedná o reakční čas reakce, nebo o evaluaci předložených podnětů, výzkum afektivních procesů se tedy odlišuje.

Realizovaný výzkum se zaměřuje na několik výše uvedených dílčích analýz efektu primingu a vlivu mezidimenzionální interakce afektivních charakteristik podnětů. Cílem této práce bylo explorovat časové efekty arousalového primingu hudbou jako doplňujícího šetření afektivního primingového paradigmatu. Arousal je afektivní komponenta, která je složkou dimenzionálních teorií emocí, které jsou paradigmatickým převládajícím v neuroafektivním výzkumu. Arousal je proto chápán jako míra vybuzení, přičemž existují jasné doklady o vztahu mezi jeho psychologickou a fyziologickou aktivací. Přestože užití diskrétních emocí je také používáno (avšak výrazně se liší v metodice a nadřazené kategorizaci emocí), jsou dominantní databáze afektivních podnětů kategorizovány dimenzionálně. Většina výzkumů se zaměřuje na dimenzi valence, která je již v rámci afektivního ERP výzkumu široce popsána. Dimenzionální prostor značící emoční aktivaci reprezentuje škála arousalu, což vytváří tzv. dvoudimenzionální teorie. Často jsou však dvoudimenzionální teorie kritizovány za svojí nedostačující explanační kapacitu, a proto se konstruují další dimenzionální faktory, konkrétně v rámci auditivních podnětů, kde přidávají třetí dimenzi pomocí dílčí kategorizace arousalu na dimenzích tenze

a energie. Přestože většina studií nevyužívá toto dílčí třídění arousalu, odpovídá energetický arousal lépe konceptualizaci stavu aktivace, která je základní proměnou tohoto výzkumu.

Výzkumy věnující se vlivu hudby na jedince zrealizované v posledních letech blíže zkoumají neurální koreláty kontinuálního zpracování auditivních podnětů, tato práce si však kladla za úkol zjistit, jaké jsou efekty na jedinci až po skončení expozice hudbě a následných evokovaných reakcích (vizuální ERP) a zda tedy využitá hudební expozice ovlivňuje afektivní procesy do té míry, aby se spolupodílela na efektu afektivního primingu i 500ms po ukončení.

Práce si kladla za cíl prozkoumat efekt primingu na vizuální percepci cílových slov. Aby bylo možné zhodnotit tento efekt, je zásadní prozkoumat cílové podněty bez efektu primingu a identifikovat rozdíly mezi jejich afektivní charakteristikou bez primingového působení. Tyto podněty jsou charakterizovány jako vysokoarousalové a vysokoarousalové kategorie, která se však mimo arousalu liší i ve valenci (a to na sobě závisle s vzájemnou korelací obou afektivních dimenzí $-0,875$). V rámci statistických výsledků signifikantních na hladině významnosti 0,01 bez aplikování korekcí pro opakované měření dochází k projevům vyšší amplitudy v čase vrcholu 150-160ms frontálně a centrálně. Časově příslušná komponenta je P2 (respektive P2a subkomponenta), která je spojována s afektivními charakteristikami podnětů. Dílčí interpretaci komponenty P2 v příslušné latenci odpovídá P170, která je často spojována právě s afektivními charakteristikami podnětů. Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, (2012) přiřazují P2 komponentu jako index postpercepční selektivní pozornosti, která je obecně zaměřena na přirozeně motivačně relevantní afektivní podněty a která suvisí s procesy sémantického zpracování a kódování (Federmaier & Kutas, 2002). Junghofer et al. (2000) reportuje P2 (s latencí 176 – 224ms) jako indikátor arousalu, který vykazuje vyšší hodnoty pro podněty s vysokým arousalem.

Rozdíly založené na typu cílových podnětů ukazují na vliv afektivních parametrů na střední a pozdní latenci ERP křivky a vykazují rozdíly na elektrodě Pz, které jsou patrné i při využití Bonferroniho korekce. Mírnější matematický přepočítání FDR korekce přináší doklady o poměrně rozsáhlém působení afektivní dimenze v rámci celého času zpracování podnětu na základní, přičemž rané a střednědobé negativní komponenty N1 a N2 vykazují zvýšenou negativitu pro vysokoarousalový cílový podnět a pozdní latence vykazuje pro vysokoarousalové (avoidance) podněty vyšší LPP. Dílčí signifikance v peaku N400 komponenty však ukazuje na vyšší projev N400 pro nízkoarousalové podněty.

N1 komponenta (konkrétně její parietálně orientovaná pozdní subkomponenta), která je spojena s vyšší aktivací vizuálních center okcipito-temporálně pro vysokoarousalový podnět, dosahuje rozdílů podle typu cílových podnětů. Další významné rozdíly související s parietálními změnami se týkají negativní komponenty N1 (130ms) dokládají Hajcak, Weinberg, McNamara & Foti (2012), kteří reportují vyšší negativitu pro vysokoarousalové podněty v souladu s tezí o její senzitivě vůči emocionálnímu kontextu, a to jak pro pozitivní, tak negativní stimuly. Foti & Hajcak (2008) při výzkumu afektivního arousalu objevili v rámci N1 komponenty rozdíly a Gibbons, Bachmann a Stahl (2014) reportují relativní nezávislost na valenci. Střední a pozdní amplituda je spojena hlavně se změnami parietálně, a to konkrétně parieto-okcipitálně v rámci okna N2 komponenty a parieto-centrálně v rámci LPP. N2 komponenta, která byla signifikantně rozdílná v latenci 230-270ms, je v případě pasivní stimulace reportovaná jako N260 (Oloffson, Nordin, Sequiera a Polich, 2008) v rámci zvýšení latence pro vysokoarousalové podněty. Feng et al. (2012) objevil význam arousalu na zvýšení negativity N2 jak v případě vysokovalenčních, tak i nízkovalenčních podnětů. Rozdíl v pozdní latenci ERP příslušné LPP na základě arousalu je typické empirické zjištění, jež Oloffson, Nordin, Sequiera a Polich (2008) ve své metastudii nacházejí napříč výzkumy jak v případě pasivního, tak i v rámci úlohově relevantních ERP výzkumů. LPP dokládá svůj význam jako ukazatel vizuální pozornosti (Paul, Kathmann & Reisel, 2016) a její modulaci vysokoarousalovými podněty jako zvýšenou pozornost vůči emočnímu arousalu obsaženém ve vizuálně prezentovaném afektivním materiálu (Hajcak & Olvet, 2008).

Multimodální primingu nízkoarousalových cílových podnětů vykazoval rozdíly v komponentě P1 orientované okcipitálně, N1 orientované parietookcipitálně a komponentě N2, která je lokalizována centroparietálně. V případě vysokoarousalových podnětů byla též v rámci parieto-okcipitální oblasti byla nalezena signifikance označující pozitivní část křivky mezi vrcholy N1 a P2 komponenty, která ovšem vykazovala rozdíly i v rámci jejich raných projevů frontálně a centro-parietální komponentu N2. Oproti analýzám pro nízkoarousalové podněty jsou vysokoarousalové cílové podněty také ovlivněny v pozdní latenci LPP, přesto se jedná pouze o dílčí rozdíl na elektrodě Iz. P1 komponenta bývá často spojována s počáteční pozorností vůči podnětu nezávisle na jeho relevanci a je vyšší pro podněty vybudující vyšší úroveň pozornosti (Luck & Kappeman, 2012b). V rámci multimodálního afektivního primingu byla P1 reportována ve studii Gerdes, Weiser a Alpers (2014) poukazující na zvýšení senzitivity pozornosti vůči valenčně polárnímu auditivnímu materiálu oproti materiálu neutrálnímu. Na základě bližší analýzy lze nalézt sníženou amplitudu a drobné prodloužené času vrcholu P1

pro primingový podnět, což může souviset s procesy konfliktu mezi zdroji pozornosti. Toto odpovídá též následné negativní komponentě N1, která vykazuje pro nízkoarousalové podněty výrazně nižší negativitu. Právě N1 reflektuje percepční zpracování a proces základního zpracování a rozlišování (Luck & Kappeman, 2012b). N1 komponenta bývá považována za index orientace pozornosti, a to v kontextu spojnice mezi výběrem atributů a jejich kódováním v pracovní paměti (Finnigan et al., 2010). Schupp, Flaisch, Stockburger & Junghofer (2006) objevili právě tuto komponentu ve svém experimentu za využití neúlohové obrazové stimulace pro vysokoarousalové cílové podněty oproti podnětům nízkoarousalovým, přesto její efekt nelze oddělit od valence, jelikož i v případě jeho experimentu nebyla kontrolována valence a design podnětů odpovídal předložené studii. Také Hajcak, Weinberg, Macnamara a Foti (2013) reportují závislost komponenty N1 na emocionálním kontextu podnětů, kdy dochází ke zvýšení pro vysokovalenční i nízkovalenční podněty oproti podnětům neutrálním, což reflektuje jejich motivační relevanci. Studie afektivní percepce vykazují v případě N2 komponenty nekonzistentní výsledky, přesto se počítá mezi významné komponenty reflektující úvodní zhodnocení podnětů. Výsledky poukazují na možné vysvětlení vlivu primingu na ranné procesy na základě premis vycházejících z konfliktu mezi podněty, a to zejména v rámci P1 a N1 komponenty. N2 komponenta již může být vysvětlena efektem zhodnocení, kde dochází k nutnosti zpracování nového podnětu v kontextu informací z předchozí prezentace primu, což podněcuje fakt, že vzhledem k vysokému ITI je tato komponenta střední latence již za hranicí prolongované pozdní aktivity ukončeného podnětu, jehož délku a efekt spolupůsobení dokládají Hajcak & Olvet (2008).

Výsledky výzkumu interakce mezi afektivními parametry primingových a cílových podnětů neobjevili žádnou významnou interakci, a to ani na LPP komponenty, o čemž referuje ve své výzkumu Zhang, Kong & Jiang (2012). LPP se v předloženém výzkumu neprojevuje signifikantními rozdíly (po Bonferonniho korekcích) mezi jednotlivými arousalovými charakteristikami primingu. Vizuálně je však patrná převažující pozitivita parietálně pro vysokoarousalové primy v nízkoarousalových cílových podnětech - srov. Hinojosa a Carretie (2009), kteří efekt inkongruence zaznamenali v vysokoarousalových podnětů. Uvedený efekt by zasloužil bližší pozornost, jelikož potenciální potvrzení tohoto vzorce by mohlo poskytnout informace o evaluačních procesech podnětů dle jejich arousalové relevance, u nichž by mohlo primingové působení být ovlivňováno jinou měrou. Kongruence LPP se ukázala jako významný výstup studie Hinojosa, Carretie, Mendez-Bertolo, Miguez & Polo (2009), kteří zjistili vyšší amplitudu LPP v případě inkongruentních podnětů. V předkládané studii se tento

efekt rozdílů v LPP neobjevil. Vzhledem k tomu, že výše zmínění autoři vycházeli z unimodálního experimentu s krátkým SOA, nabízejí se vysvětlení vycházející z konfliktů mezi zdroji pozornosti a nutnosti alokace jejich zdrojů, což v případě ISI 500ms a multimodálního působení variace priming – target není relevantní. Vzhledem k tomu, že existují doklady o efektu ITI a SOA na efekt primingu, lze přijmout premisu, že potenciální vysvětlení absence rozdílů se zakládá na vysoké mezistimulové pauze, která zvyšuje čas mezi procesy a již nevykazuje signifikantní primingový efekt. Avšak i tento závěr vede k otázce, zda tato absence primingového přenosu afektivní charakteristiky arousalu ukazuje na rozdíl předloženého výzkumu vůči komparativním studiím. Nabízí se také otázka, zda se jedná o efekt vycházející z odlišné modality mezi podněty v tomto multimodálním primingovém experimentu, nebo zda se jedná o důsledek manipulace dobou ITI? Neprokázal se ani jinak jasně vizuálně patrný efekt rozdílu v N400 komponentě. V rámci N400 komponenty Li & Lu (2014) dospěli k rozdílům mezi arousalovou charakteristikou primingu a její amplitudou. Rozdíl v N400 komponentě byl vizuálně patrný zejména v rámci centrálních elektrod, přesto se ukázal jako statisticky signifikantní pouze bez korekcí pro opakovaná měření v rámci vysokoarousalového cílového podnětu (s peakem této komponenty v 435ms). Možný zdroj této odlišnosti může spočívat v rozdílné metodologii výzkumů. Vzhledem k tomu, že N400 je považován zejména za součást východiska konfliktu mezi procesy (Goerlich et al., 2012), lze zjištění interpretovat v souladu s tezí, že neurální procesy zahrnuté v N400 se manifestují zejména při primingové inkongruenci afektivně významných (vysokoarousalových) podnětů. Pro tyto relevantní podněty tedy dochází v N400 k vyšší kognitivní náročnosti pro inkongruentní páry podnětů, přičemž v souladu s interpretací N400 jak v procesu vizuálního zpracování, tak při úvodním evaluačním procesu (Hajcak, Weinberg, MacNamara & Foti, 2012)

Výsledky tohoto experimentu jsou součástí širšího výzkumu afektivního primingu na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity. Výzkum je pilotní studií a absence signifikantních rozdílů v primingových variacích může být způsobeno vysokou délkou SOA, kdy využitá 500ms pauza je hraniční hodnotou. Vysoká délka SOA vede k nutnosti přijmout tezi, že efekt prvního podnětu (primu) je v době počátku prezentace cílového podnětu (targetu) již zpracován. O prolongaci doby pozdní positivity referuje Hajcak a Olvet (2008), a záměrem experimentů bylo dosáhnout co nejnižší intervence konfliktu pozornosti mezi stimuly a naopak dosáhnout co nejvyššího zaměření na afektivní stav probanda. Délka působení podnětu je významným činitelem, který se v rámci studií často variuje, avšak zvolený čas prezentace

(>5,5s jako experimentální priming) je komparativní vůči dalším studiím v tématu hudebního působení. Standardní SOA (300ms, ITI 100ms) nebyl využit z důvodů multimodálnosti stimulů. Afektivní výzkum hudby sice uvádí premisu o evaluačním vlivu hudebního primingu na valenci po již 300ms, tento však není jednoznačně potvrzen v rámci evokovaných potenciálů. Výrazná délka prezentace stimulu byla zvolena záměrně s ohledem na vytvoření vysokého mezistimulového primingu. Přínosné pro práci by bylo, kdyby mohla ERP vytvářet nejen na základě baseline před targetem, ale též před primem, jak to využívá např. Fleisch, Stockburger & Schupp (2008), což ale není možné v rámci prvních experimentů z hlediska variabilního SOA.

Evaluace příchozích stimulů v sobě obsahuje jak automatické, tak strategické procesy jeho hodnocení (Eder et al., 2012). Afektivní priming se obecně zaměřuje na postihnutí jednotlivých dílčích subprocesů a na místo afektivních reakcí v nich. Přestože práce samozřejmě nemá tendence snažit se zodpovídat otázku o primaritě emocionálních procesů, výsledky odlišností v raných a středních komponentech ukazují na schopnost afektivního primingu modulovat i mimovědomé automatické procesy. Výzkum za pomoci ERP však primárně vychází z konstruktivistického pohledu na mentální procesy, které se skládají z mnoha dílčích subprocesů, které lze rozdělit na tzv. evokované komponenty. Tento primingový experiment do jisté míry překračuje několik úzů v rámci paradigmatu primingu. Tato práce se věnuje vlivu afektivní úlohy prosté percepce auditivního podnětu na afektivní úlohu prosté percepce vizuálního podnětu. Přestože se jedná o jednoduchý výzkumný záměr, jednotlivé experimentální podmínky umožňují reportovat informace o podrobném časovém průběhu vizuální percepce mezi různými variacemi a roli pozornosti v rámci zpracování. Využití multimodálního primingu limituje možnost vysvětlit efekt primingu na základě konfliktu vstupů, což bylo i jedním ze záměrů proč vybrat auditivní podněty. Primingová explanace pomocí šířící se aktivity bývá v rámci afektivního primingu často potlačována, teprve však multimodální expozice může omezit intencionalitu auditivního primu a tím omezit vztahy mezi jednotlivými podněty, které jsou často přítomné v rámci výzkumů afektivního primingu, a do nichž vstupují obě možná vysvětlení. Přes snahu o maximální eliminaci konfliktu mezi stimuly stejně dochází k významnému vlivu arousalového primingu na rané komponenty, což lze interpretovat jako mimovědomý vliv na procesy selekce pozornosti, který lze vysvětlit pomocí konfliktu pozornosti. Naopak pozdní komponenty vykazují rozdíly, které nejsou po korekcích opakovaných měření dostatečně průkazné, nicméně jejich tendence (zejména v rámci

komponenty N400) odpovídají výstupům dalších studií, zaměřující se na separátní a kombinovaný vliv arousalu.

Není jasné, zda se v případě zjištění o nesignifikantním vlivu arousalu primu na cílové zpracování vizuálních podnětů jedná o efekt vysokého ISI mezi stimuly, který slouží jako eliminace konfliktu mezi stimuly, nebo zda se jedná o efekt odlišných modalit. Výsledky responsivních přístupů primingu (zde je využit pasivní priming oproti běžnějšímu evaluačnímu primingu nebo testování RČ) ukazují na signifikantní efekt ISI, díky čemuž pravděpodobně dochází k explanaci vlivu primingu na pozdní komponenty. Lze však dále spekulovat, zda v případě vysoké mezistimulové mezery dochází k redukci konfliktu mezi omezenou kapacitou pozornosti, nebo zda pro jedince méně významné kognitivní zhodnocení kontextu primingového podnětu?

Doporučení studie vychází z vytvořených metodických postupů dlouhodobé hudební elicitace, která nutně omezuje využití responsivních úloh a je založena na pasivní percepci. Na základě výsledků však tato stimulace prokazatelně evokuje rozdílnou mentální aktivitu v určitých experimentálních podmínkách a výzkum arousalu ukazuje na několik signifikantních spojení mezi neurálními korelátory ERP a afektivními charakteristikami podnětů. Protože se jedná spíše o prospektivní studii za využití inovativních postupů, nelze výsledky dopodrobna srovnat s dalšími studiemi, což je však ve výzkumech afektivního primingu naprosto obvyklé. Využití této podoby multimodálního primingu se však ukazuje jako významný a perspektivní výzkumný postup, který je však nutno podrobněji prozkoumat pomocí většího počtu analýz, které se zaměřují na kombinovanou interakci mezi arousalem a valencí a také těch, které se zaměřují na metodické postupy manipulující SOA a ITI.

8 Závěr

Práce vychází primárně z neurovědeckých postupů, které se zaměřují na chromometrii psychických procesů, a to konkrétně z analýzy evokovaných potenciálů (ERP). Právě jednotlivé komponenty ERP umožňují psychologickou interpretaci jednotlivých změn v amplitudě ERP křivky.

Arousalová charakteristika podnětů ovlivňuje procesy zpracování pozdních ERP komponent vizuální percepce, které reflektují evaluační procesy. Toto zjištění potvrzuje dosavadní výzkumná zjištění orientující vliv arousalu do pozdních strategických procesů. Zvýšená aktivita byla zaznamenána pro vysokoarousalové podněty, a v případě FDR korekce pro opakovaná měření dosahovala signifikance prakticky v celém časovém okně 400-700ms. Afektivní charakteristika podnětů (založená na arousalové kategorizaci) ale také ovlivňuje procesy zpracování střednědobých komponent, které reflektují motivační význam podnětů, konkrétně N2 komponenty signifikantně se odlišující v okně 230-270ms parietálně. V rámci experimentu s podněty reprezentujícími negativní vysokoarousalové podněty a pozitivnější nízkoarousalové podněty, tak práce potvrzuje jak efekt valence na rané zpracování, tak však i možný efekt arousalu jako indikátoru funkcí pozornosti.

Přítomnost afektivního multimodálního primingu (s vysokým ITI) výrazně ovlivňuje vyšší aktivaci raných procesů vizuální percepce N1 parietookcipitálně a N2 centroparitálně, které jsou v případě primingu preaktivované. Zejména vyšší N2 pro primingové podmínky (signifikantní v okně 230-260, Bonferonni) je spojena s procesy úvodního zhodnocení primingu, má spojitost se selektivní pozorností a je zajímavým indikátorem vlivu primingu na mentální aktivitu, který však může být založen jak na procesu konfliktu mezi procesy, tak nutnosti kognitivního zhodnocení relevance vizuálního podnětu vůči předchozímu primu.

Práce neobjevila prokazatelný rozdíl ve vizuální percepci při experimentální manipulaci arousalovou charakteristikou. Přestože existují doklady o vlivu primingové kongruence arousalu na pozdní komponenty, tento výzkum ukázal, že v případě specifických experimentálních podmínek (odlišná modalita podnětů a vysoké ITI), nedochází k signifikantnímu transferu arousalu mezi podněty.

9 Seznam literatury

- Aguado, L., Dieguez-Risco, T., Méndez-Bértolo, C., Pozo, M. A., & Hinojosa, J. A. (2013). Priming effects on the N400 in the affective priming paradigm with facial expressions of emotion. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *13*(2), 284-296.
- Aguado, L., Dueguez-Risco, T., Méndez-Bértolo, C., Pozo, M. A., Hinojosa, J. A. (2013). Priming Effects on the N400 in the Affective Priming Paradigm with Facial Expressions of Emotion. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, *13*(2).
- Alpers, G. W., Adolph, D., & Pauli, P. (2011). Emotional Scenes and Facial Expressions Elicit Different Psychophysiological Responses. *International Journal of Psychophysiology*, *80*(3), 173-181.
- Altmann, E. M. (2004). The Preparation Effect in Task Switching: Carryover of SOA. *Memory & Cognition*, *32*(1), 153-163.
- Anderson, J. (1983). *The Architecture of Cognition*. Cambridge: Harvard University Press.
- Ariely, D., Loewenstein, G., & Prelec, D. (2006). Tom Sawyer and the Construction of Value. *Journal of Economic Behavior & Organization*, *60*(1), 1-10.
- Baldi, K. A. (1981). The Generation of Brain Waves. *American Journal of EEG Technology*, *21*(4), 187-190.
- Barrett, L.F. (2011). Constructing Emotion. *Psychological Topics* *20*(3), 359-380.
- Barrett, L.F., Mesquita, B., & Gendron, M. (2011). Context in Emotion Perception. *Current Directions in Psychological Science*, *20*(5), 286-290.
- Barrett, P. (2007). Structural equation modelling: Adjudging model fit. *Personality and Individual Differences*, *42*(5), 815-824.
- Bermeitinger, Ch. (2014). Priming. In J. Zheng (Ed.), *Exploring Implicit Cognition: Learning, Memory, and Social Cognitive Processes* (s.16-60). Hershey: IGI Global.
- Bočková, M., & Rektor, I. (2009). Desynchronizace a synchronizace EEG rytmů. *Neurologie pro praxi*, *10*(4), 242-245.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2000). Measuring Emotion: Behavior, Feeling, and Physiology. *Cognitive Neuroscience of Emotion*, *25*, 49-59.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (2001). Emotion and Motivation I: Defensive and Appetitive Reactions in Picture Processing. *Emotion*, *1*(3), 276.-298.
- Bradley, M. M., Sabatinelli, D., Lang, P. J., Fitzsimmons, J. R., King, W., & Desai, P. (2003). Activation of the Visual Cortex in Motivated Attention. *Behavioral neuroscience*, *117*(2), 369.
- Briggs, K. E., & Martin, F. H. (2009). Affective picture processing and motivational relevance: arousal and valence effects on ERPs in an oddball task. *International Journal of Psychophysiology*, *72*(3), 299-306.

- Bryant, J., & Miron, D. (2003). Excitation-transfer theory and three-factor theory of emotion. *Communication and emotion: Essays in honor of Dolf Zillmann*, 31-59.
- Burle, B., Spieser, L., Roger, C., Casini, L., Hasbroucq, T., & Vidal, F. (2015). Spatial and Temporal Resolutions of EEG: Is It Really Black and White? A Scalp Current Density View. *International Journal of Psychophysiology*, 97(3), 210-220.
- Carretié, L. (2006). Neural response to sustained affective visual stimulation using an indirect task. *Experimental Brain Research*, 174(4), 630-637.
- Coenen, A., & Zayachkivska, O. (2013). Adolf Beck: A Pioneer in Electroencephalography in Between Richard Caton and Hans Berger. *Advances in cognitive psychology*, 9(4), 216.-221.
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A Spreading-activation Theory of Semantic Processing. *Psychological review*, 82(6), 407-428.
- Conroy, M. A., & Polich, J. (2007). Affective valence and P300 when stimulus arousal level is controlled. *Cognition and Emotion*, 21(4), 891-901.
- Costa, T., Cauda, F., Crini, M., Tatu, M. K., Celeghin, A., de Gelder, B., & Tamietto, M. (2014). Temporal and spatial neural dynamics in the perception of basic emotions from complex scenes. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(11), 1690-1703.
- Costafreda, S. G., Brammer, M. J., David, A. S., & Fu, C. H. (2008). Predictors of Amygdala Activation During the Processing of Emotional Stimuli: A Meta-analysis of 385 PET and fMRI Studies. *Brain research reviews*, 58(1), 57-70.
- Damasio, A. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York: Putnam Publishing.
- Damasio, H., Grabowski, D., Tranel, D., Ponto, L. L. B., Hichwa, R. D., Damasio, A. R. (2001). Neural Correlates of Naming Actions and of Naming Spatial Relations. *NeuroImage*, 13(6), 1053-1064.
- Davidson, R. J. (1995). Cerebral Asymmetry, Emotion and Affective Style. In R. J. Davidson & K. Hugdahl, *Brain asymmetry* (s.361-387). Cambridge, MA: MIT Press.
- Davis, C., Kim, J., & Forster, K. I. (2007). Being forward not backward: Lexical limits to masked priming. *Cognition*, 107(2), 672-684.
- Dolcos, F., LaBar, K. S., & Cabeza, R. (2004). Interaction Between the Amygdala and the Medial Temporal Lobe Memory System Predicts Better Memory for Emotional Events. *Neuron*, 42(5), 855-863.
- Dunning, J. P., & Hajcak, G. (2009). See no evil: Directing visual attention within unpleasant images modulates the electrocortical response. *Psychophysiology*, 46(1), 28-33.
- Eder, A. B., Leuthold, H., Rothermund, K., & Schweinberger, S. R. (2011). Automatic response activation in sequential affective priming: An ERP study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(4), 436-445.
- Eder, A. B., Leuthold, H., Rothermund, K., & Schweinberger, S. R. (2011). Automatic response activation in sequential affective priming: an ERP study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(4), 436-445.

- Ekman, P. (2015). *Odhalené emoce: Naučte se rozpoznávat výrazy tváře a pocity druhých*. Brno: Jan Melvil Publishing.
- Ekman, P., & Cordaro, D. (2011). What is Meant by Calling Emotions Basic. *Emotion review*, 3(4), 364-370.
- Ellsworth, P. C. (2013). Appraisal theory: Old and new questions. *Emotion Review*, 5(2), 125-131.
- Fazio, R. H., Sanbonmatsu, D. M., Powell, M. C., & Kardes, F. R. (1986). On the Automatic Activation of Attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50(2), 229.
- Federmeier, K. D., & Kutas, M. (2001). Meaning and modality: Influences of context, semantic memory organization, and perceptual predictability on picture processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27(1), 202–224.
- Fellous, J. M., Armony, J. L., & LeDoux, J. E. (2002). Emotional Circuits and Computational Neuroscience. *The Handbook of Brain theory and Neural Networks*, 2, 30-31.
- Feng, C., Wang, L., Liu, C., Zhu, X., Dai, R., Mai, X., Luo, Y.J., 2012. The time course of the influence of valence and arousal on the implicit processing of affective pictures. *PLoS One* 7, e29668.
- Ferrari, V., Mastria, S., & Bruno, N. (2014). Crossmodal Interactions During Affective Picture Processing. *PloS one*, 9(2), e89858.
- Finnigan, S., O’Connell, R. G., Cummins, T. D. R., Broughton, M., & Robertson, I. H. (2010). ERP measures indicate both attention and working memory encoding decrements in aging. *Psychophysiology*, 48(5), 601–611.
- Flaisch, T., Schupp, H.T., Renner, B., & Junghöfer, M. (2009). Neural systems of visual attention responding to emotional gestures. *NeuroImage*, 45, 1339–1346.
- Flaisch, T., Stockburger, J., & Schupp, H. T. (2008). Affective Prime and Target Picture Processing: An ERP Analysis of Early and Late Interference Effects. *Brain Topography*, 20(4), 183-191.
- Fonaryova, A. P. K., Dove, G. O., Maguire, M. (2010). Linking Brainwaves to the Brain: An ERP Primer. *Developmental Neuropsychology*, 27(2), 183-215.
- Fontaine, J. R., Scherer, K. R., Roesch, E. B., & Ellsworth, P. C. (2007). The world of emotions is not two-dimensional. *Psychological Science*, 18(12), 1050-1057.
- Foti, D., & Hajcak, G. (2008). Deconstructing Reappraisal: Descriptions Preceding Arousing Pictures Modulate the Subsequent Neural Response. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(6), 977–988.
- Frijda, N. H. (1993). Moods, emotion episodes, and emotions. In M. Lewis & J. M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotions* (s. 381-403). New York, NY, US: Guilford Press.
- Garavan, H., Pendergrass, J. C., Ross, T. J., Stein, E. A., & Risinger, R. C. (2001). Amygdala Response to Both Positively and Negatively Valenced Stimuli. *Neuroreport*, 12(12), 2779-2783.

- Gerdes, A., Wieser, M. J., & Alpers, G. W. (2014). Emotional Pictures and Sounds: A Review of Multimodal Interactions of Emotion Cues in Multiple Domains. *Frontiers in Psychology*, 5, 1351.
- Geyer, J. S. (2009). *Reading EEGs: A Practical Approach*. United Kingdom, London: Wolters Kluwer Health.
- Gibbons, H. (2009). Evaluative priming from subliminal emotional words: Insights from event-related potentials and individual differences related to anxiety. *Consciousness and Cognition*, 18(2), 383–400.
- Gibbons, H., Bachmann, O., & Stahl, J. (2014). The more you ignore me the closer I get: An ERP study of evaluative priming. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 14(4), 1467–1484.
- Gluck, M., Mercado, E., & Myers, C. (2013). *Learning and Memory: From Brain to Behavior*. New York: Worth.
- Goerlich, K. S., Witteman, J., Schiller, N. O., Van Heuven, V. J., Aleman, A., & Martens, S. (2012). The nature of affective priming in music and speech. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(8), 1725-1741.
- Graham, G. (2004). *Filosofie umění*. Praha: Barrister & Principal.
- Hajcak, G., & Olvet, D. M. (2008). The persistence of attention to emotion: brain potentials during and after picture presentation. *Emotion*, 8(2), 250.
- Hajcak, G., Dunning, J. P., Foti, D. (2009). Motivated and controlled attention to emotion: Time-course of the late positive potential. *Clinical Neurophysiology*, 120(3), 505-510.
- 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). Basic Principles of ERP Quantification. In T. C. Handy (Ed.), *Event-Related Potentials: A Method Handbook*. Cambridge: The MIT Press.
- Handy, T. C. (2005). *Event-related Potentials: A Methods Handbook*. United Kingdom, Bradford: A Bradford Book.
- Harding, J., & Voyer, D. (2016). Laterality effects in cross-modal affective priming. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 21(4-6), 585-605.
- Hermans, D., De Houwer, J., & Eelen, P. (2001). A Time Course Analysis of the Affective Priming Effect. *Cognition & Emotion*, 15(2), 143-165.
- Hermans, D., Smeesters, D., De Houwer, J., & Eelen, P. (2002). Affective Priming for Associatively Unrelated Primes and Targets. *Psychologica Belgica*, 42(3).
- Heyman, T., Hutchison, K. A., & Storms, G. (2016). Is semantic priming (ir)rational? Insights from the speeded word fragment completion task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 42(10), 1657–1663.

- 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.
- Hinojosa, J. A., Martín-Loeches, M., & Rubia, F. J. (2001). Event-related Potentials and Semantics: An Overview and An Integrative Proposal. *Brain and Language*, 78(1), 128-139.
- Holmes, A., Vuilleumier, P., & Eimer, M. (2003). The processing of emotional facial expression is gated by spatial attention: evidence from event-related brain potentials. *Cognitive Brain Research*, 16, 174–184.
- Chen, J., Yuan, J., Huang, H., Chen, C., & Li, H. (2008). Music-induced mood modulates the strength of emotional negativity bias: An ERP study. *Neuroscience Letters*, 445(2), 135–139.
- 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, S., Qu, C., Wang, F., Liu, Y., Qiao, Z., Qiu, X., Yang, X., & Yang, Y. (2015). Using event-related potential P300 as an electrophysiological marker for differential diagnosis and to predict the progression of mild cognitive impairment: a meta-analysis. *Neurological Sciences*, 36(7), 1105–1112.
- Junghofer, M., Elbert, T., Tucker, D. M., & Rockstroh, B. (2000). Statistical control of artifacts in dense array EEG/MEG studies. *Psychophysiology*, 37(4), 523–532.
- Kappenman, E. S., & Luck, S. J. (2012). ERP Components: The Up and Downs of Brain Recordings. In S. J. Luck & E. S. Kappenman (Eds.), *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components* (s. 3-30). New York: Oxford University Press.
- Karremans, J. C., Stroebe, W., & Claus, J. (2006). Beyond Vicary's fantasies: The impact of subliminal priming and brand choice. *Journal of Experimental Social Psychology*, 42(6), 792-798.
- Kazanas, S. A., & Altarriba, J. (2016). Emotion Word Type and Affective Valence Priming at a Long Stimulus Onset Asynchrony. *Language and Speech*, 59(3), 339-352.
- 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.
- Kelly, D. (2014). *The N400 Event Related Potential: An Overview* (online). Dostupné (dne 6.7.2018) z: <https://hearinghealthmatters.org/pathways/2014/n400-event-related-potential-overview/>
- Kinoshita, S., & Lupker, S. J. (2004). *Masked priming: The state of the art*. Psychology Press.

- Koelsch, S. (2010). Towards a Neural Basis of Music-evoked Emotions. *Trends in cognitive sciences*, 14(3), 131-137.
- Kovac, S., Speckmann, E. J., & Gorji, A. (2018). Uncensored EEG: the role of DC potentials in neurobiology of the brain. *Progress in neurobiology* Kovac, S., Speckmann, E.-J., & Gorji, A. (2018). Uncensored EEG: The role of DC potentials in neurobiology of the brain. *Progress in Neurobiology*, 51–65, 165-167.
- Krudop, W. A., & Pijnenburg, Y. A. (2015). Historical Evolution of the Frontal Lobe Syndrome. *Psychopathology*, 48(4), 222-229.
- 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.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). Motivated attention: Affect, Activation, and Action. In P. J. Lang, R. F. Simons & M. T. Balaban (Eds.). *Attention and orienting: Sensory and Motivational Processes* (s. 97-135). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N. (1997). International Affective Picture System (IAPS): Technical Manual and Affective Ratings. *NIMH Center for the Study of Emotion and Attention, Gainesville*, 39-58.
- Lang, P., & Bradley, M. M. (2007). The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention. In J. A. Coan & J. J. B. Allen (Eds.), *Series in affective science. Handbook of emotion elicitation and assessment* (s. 29-46). New York: Oxford University Press.
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion Circuits in the Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23(1), 155-184.
- 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 E. S. (2012). ERP Components and Selective Attention. In S. J. Luck & E. S. Kappenman (Eds), *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components* (s. 295-328). New York: Oxford University Press.
- Luck S. J. & Kappenman E. S. (2012b). Electrophysiological Correlates of the Focusing of Attention within Complex Visual Scenes. In S. J. Luck & E. S. Kappenman (Eds), *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components* (s. 329-360). New York: Oxford University Press.
- Luck, S. J. (2012). EEG Corelates od the Focusing od Attention within Complex Visual Scenes: N2pc and Related ERP Components. In S. J. Luck & E. S. Kappenman (Eds), *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components* (s. 329-360). New York: Oxford University Press.
- Luck, S. J., Kappenman, L. E. (2012). *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components*. USA, New York: Oxford University Press.

- Lynne, A. I. (2009). *The Fruit, the Tree, and the Serpent*. Harvard: Harvard University Press.
- Mareček R, Mikl M, Rektor I, Brázdil M. (2012). Multimodální neurozobrazování pomocí simultánního EEG-fMRI. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie*, 75(1), 18-22.
- 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.
- Mayr, S., & Buchner, A. (2007). Negative Priming as a Memory Phenomenon. *Zeitschrift für Psychologie/ Journal of Psychology*, 215(1), 35-51.
- McKoon, G., & Ratcliff, R. (1992). Spreading activation versus compound cue accounts of priming: Mediated priming revisited. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18(6), 1155.
- McNamara, T. P. (2005). *Semantic Priming: Perspectives from Memory and Word Recognition*. New York: Psychology Press.
- Meyer, D. E. (2014). Semantic Priming Well Established. *Science*, 345(6196), 523-523.
- Michel, C. M., Koenig, T., & Brandeis, D. (2009). Electrical Neuroimaging in the time domain. In C. M. Michel, T. Koenig, D. Brandeis, L. R. Gianotti, & J. Wackermann (Eds.), *Electrical neuroimaging*. Cambridge University Press.
- Moors, A., Ellsworth, P. C., Scherer, K. R., & Frijda, N. H. (2013). Appraisal Theories of Emotion: State of the Art and Future Development. *Emotion Review*, 5(2), 119-124.
- Mourao-Miranda, J., Volchan, E., Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Oliveira, L., Bramati, I., & Pessoa, L. (2003). Contributions of Stimulus Valence and Arousal to Visual Activation During Emotional Perception. *Neuroimage*, 20(4), 1955-1963.
- 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.
- Murray, M. M., Brunet, D., & Michel, C. M. (2008). Topographic ERP Analyses: A step-by-step Tutorial Review. *Brain Topography*, 20(4), 249-264.
- Nakonečný, M. (2000). *Sociální psychologie*. Praha: Academia.
- Nidal, K., & Malik, A. S. (2014). *EEG/ERP Analysis: Methods and Applications*. Boca Raton: CRC Press.
- Niedermeyer, E., da Silva, F. H. (2005). *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Nielen, M. M. A., Heslenfeld, D. J., Heinen, K., Van Strien, J. W., Witter, M. P., Jonker, C., & Veltman, D. J. (2009). Distinct brain systems underlie the processing of valence and arousal of affective pictures. *Brain and Cognition*, 71(3), 387–396.

- Oatley, K., & Johnson-Laird, P. N. (2014). Cognitive Approaches to Emotions. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(3), 134-140.
- 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.
- Orel, M., Procházka, R., Koranda, P., Sedláčková, Z., & Tučková, L. (2017). *Výšetření a výzkum mozku*. Praha: Grada.
- Paul, S., Kathmann, N., & Riesel, A. (2016). The costs of distraction: The effect of distraction during repeated picture processing on the LPP. *Biological Psychology*, 117, 225-234.
- Plutchik, R. (1997). *The circumplex as a general model of the structure of emotions and personality*. Washington: American Psychological Association.
- 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* (s. 159-188). New York: Oxford University Press.
- 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.
- Reeck, C., & Egner, T. (2011). Affective Privilege: Asymmetric Interference by Emotional Distracters. *Frontiers in Psychology*, 2, 232.
- Reisenzein, R. (1983). The Schachter theory of emotion: Two decades later. *Psychological Bulletin*, 94(2), 239.
- Reisenzein, R. (2006). Arnold's theory of emotion in historical perspective. *Cognition & Emotion*, 20(7), 920–951.
- Righart, R., & De Gelder, B. (2008). Rapid Influence of Emotional Scenes on Encoding of Facial Expressions: An ERP Study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3(3), 270-278.
- Robinson, J. (2005). *Deeper than reason: Emotion and Its Role in Literature, Music, and Art*. Oxford: Clarendon Press.
- Rossion, B., & Jacques, C. (2011). The N170: Understanding the Time-course of Face Perception in the Human Brain. In S. J. Luck & E. S. Kappenman (Eds.), *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components* (s. 115-142). New York: Oxford University Press.
- Rozenkrants, B., & Polich, J. (2008). Affective ERP processing in a visual oddball task: arousal, valence, and gender. *Clinical Neurophysiology*, 119(10), 2260-2265.

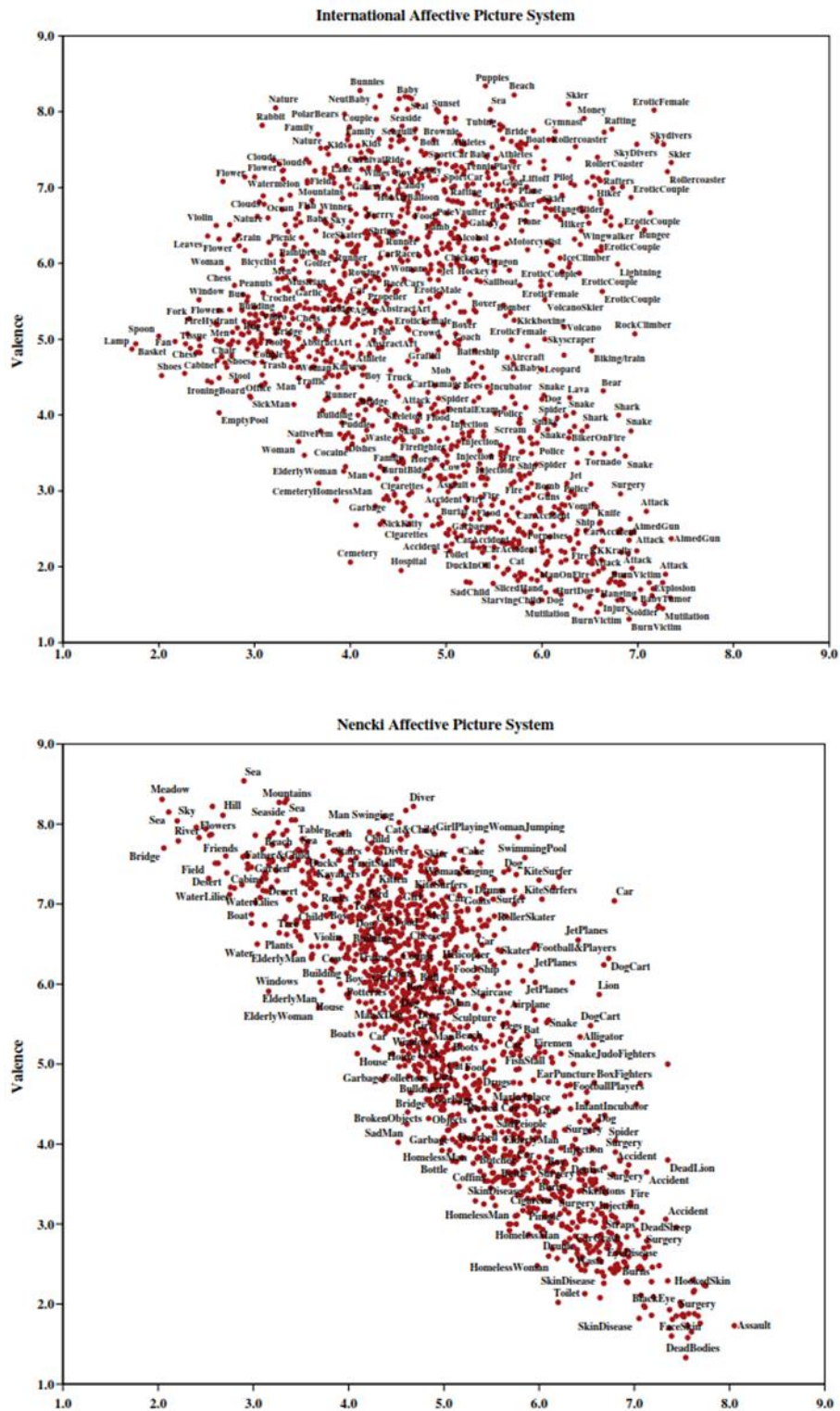
- Rozenkrants, B., Olofsson, J. K., & Polich, J. (2008). Affective visual event-related potentials: Arousal, valence, and repetition effects for normal and distorted pictures. *International Journal of Psychophysiology*, 67(2), 114-123.
- Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological review*, 110(1), 145.
- Russell, J. A. (2009). Emotion, Core Affect, and Psychological Construction. *Cognition and emotion*, 23(7), 1259-1283.
- Sanei, S., & Chambers, J. A. (2013). *EEG signal processing*. Hoboken: Willey.
- Santos, A., Mier, D., Kirsch, P., & Meyer-Lindenberg, A. (2011). Evidence for a General Face Salience Signal in Human Amygdala. *Neuroimage*, 54(4), 3111-3116.
- SCCN. (2019). *Makoto's preprocessing pipeline*. Dostupné z https://sccn.ucsd.edu/wiki/Makoto%27s_preprocessing_pipeline?fbclid=IwAR12kNGMy6TE_60uWTu8am6mIPLoADmuCf11-sPoweDGSEaJ5x2ncYgCgAs
- Schachter, S., & Singer, J. (1962). Cognitive, Social, and Physiological Determinants of Emotional State. *Psychological review*, 69(5), 379.
- Scharpf, K. R., Wendt, J., Lotze, M., & Hamm, A. O. (2010). The Brain's Relevance Detection Network Operates Independently of Stimulus Modality. *Behavioural Brain Research*, 210(1), 16-23.
- Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured?. *Social science information*, 44(4), 695-729.
- Scherer, L. D., & Larsen, R. J. (2011). Cross-modal Evaluative Priming: Emotional Sounds Influence the Processing of Emotion Words. *Emotion*, 11(1), 203.
- Schimmack, U., Böckenholt, U., Reisenzein, R. (2010). Response Styles in Affect Ratings: Making a Mountain Out of a Molehill. *Journal of Personality Assessment*, 78(3), 461-483.
- Schumacher, P., Bambini, V., & Weiland, H. (2012). Event-related brain potentials of masked repetition and semantic priming while listening to sentences. *Neuroscience Letters*, 530, 138–143.
- 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.
- Schupp, H. T., Stockburger, J., Codispoti, M., Junghöfer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2007). Selective visual attention to emotion. *Journal of neuroscience*, 27(5), 1082-1089.
- 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*, 20(3), 263–282.
- Spruyt, A., De Houwer, J., & Hermans, D. (2009). Modulation of Automatic Semantic Priming by Feature-specific Attention Allocation. *Journal of Memory and Language*, 61(1), 37-54.

- Spruyt, A., Hermans, D., Houwer, J. D., & Eelen, P. (2002). On The Nature of the Affective Priming Effect: Affective Priming of Naming Responses. *Social Cognition*, 20(3), 227–256.
- Stuchlíková, I. (2007). *Základy psychologie emocí*. Praha: Portál.
- Sur, S., & Sinha, V. K. (2009). Event-related Potential: An Overview. *Industrial Psychiatry Journal*, 18(1), 70-73.
- Tao, J. & Tan, T. (2008). *Affective Information Processing*. New York: Springer Science & Business Media
- Thayer, R. E. (1990). *The Biopsychology of Mood and Arousal*. United Kingdom, Oxford: Oxford University Press.
- Tomkins, S. S. (1981). The role of facial response in the experience of emotion: A reply to Tourangeau and Ellsworth. *Journal of Personality and Social Psychology*, 40(2), 355-357.
- Tong, S., & Vyomesh, N. (2009). *Quantitative EEG Analysis Methods and Clinical Applications*. Norwood: Artech house.
- Vempala, N. N. (2018). *Bridging Music Informatics with Music Cognition*. Switzerland, Lausanne: Frontiers Media SA.
- Voyer, D., & Myles, D. (2017). The effect of unimodal affective priming on dichotic emotion recognition. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 1-21.
- Vuilleumier, P. (2005). How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(12), 585-594.
- 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.
- Vysekalová, J. (2014). *Emoce v marketingu: jak oslovit srdce zákazníka*. Praha: Grada.
- Wiens, S., & Syrjänen, E. (2013). Directed attention reduces processing of emotional distracters irrespective of valence and arousal level. *Biological Psychology*, 94(1), 44-54.
- Winkler, I., Haufe, S., Tangermann, M. (2011). Automatic Classification of Artifactual ICA-Components for Artifact Removal in EEG Signals. *Behavioral and Brain Functions*, 30(7).
- Wong, P. S., & Root, J. C. (2003). Dynamic variations in affective priming. *Consciousness and Cognition*, 12(2), 147-168.
- Woodman, G. F. (2010). A Brief Introduction to the Use of Event-related Potentials in Studies of Perception and Attention. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(8), 2031-2046.
- Wyczesany, M., & Ligeza, T. S. (2015). Towards a constructionist approach to emotions: verification of the three-dimensional model of affect with EEG-independent component analysis. *Experimental brain research*, 233(3), 723-733.
- Wylie, G., & Allport, A. (2000). Task Switching and the Measurement of “Switch Costs”. *Psychological research*, 63(3-4), 212-233.

- Yick, Y. Y., Buratto, L. G., & Schaefer, A. (2015). The effects of negative emotion on encoding-related neural activity predicting item and source recognition. *Neuropsychologia*, *73*, 48-59.
- Yiend, J. (2010). The effects of emotion on attention: A review of attentional processing of emotional information. *Cognition and Emotion*, *24*(1), 3-47.
- Zajonc, R. B. (1980). Feeling and Thinking: Preferences Need no Inferences. *American psychologist*, *35*(2), 151.
- 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.
- Zillmann, D. (1971). Excitation transfer in communication-mediated aggressive behavior. *Journal of Experimental Social Psychology*, *7*(4), 419-434.

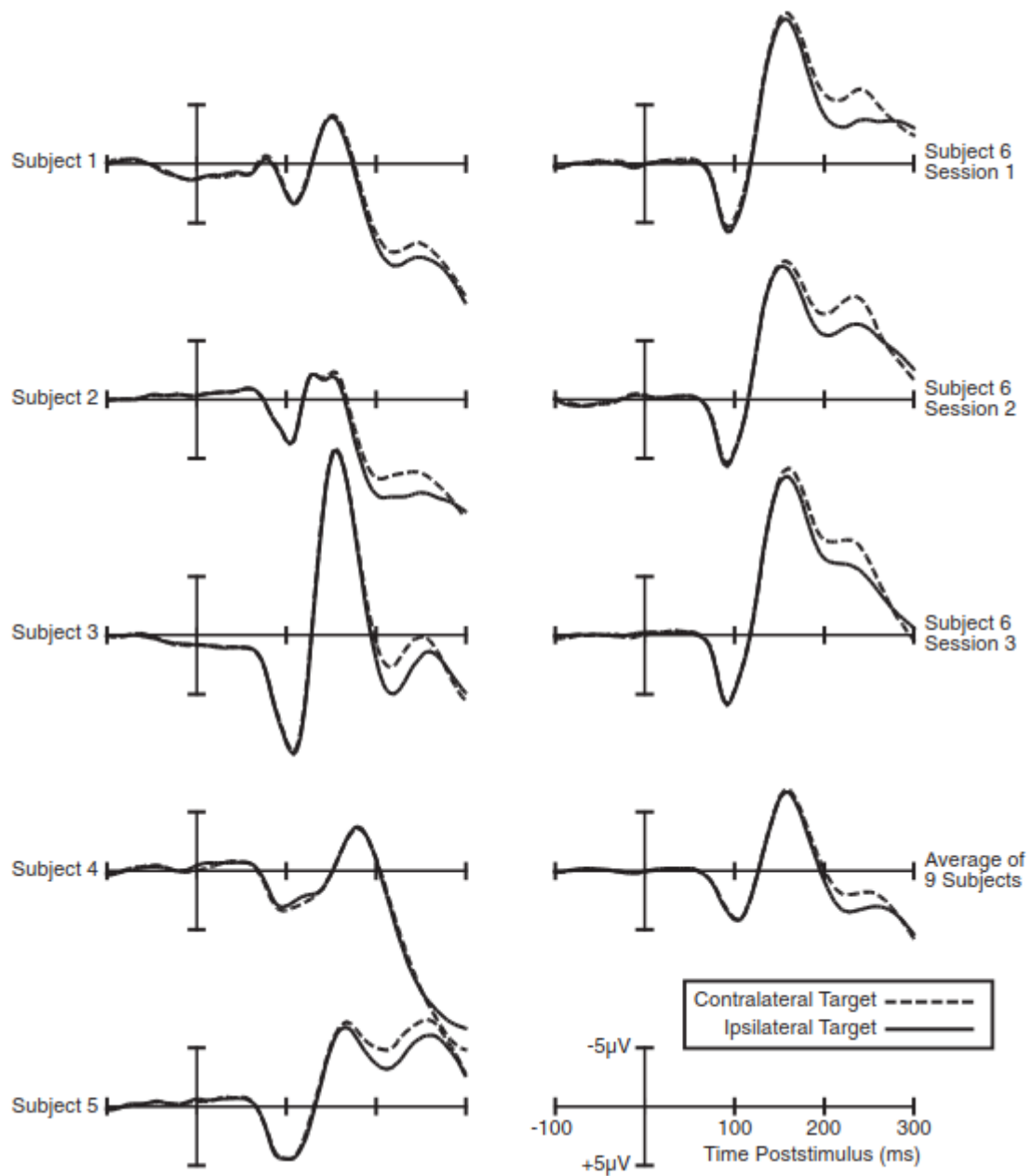
9 Přílohy

Příloha 1: Porovnání afektivní databáze IAPS a NAPS



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

Příloha 3: ERP křivky porovnání křivek různých jedinců a opakovaných měření jednoho jedince

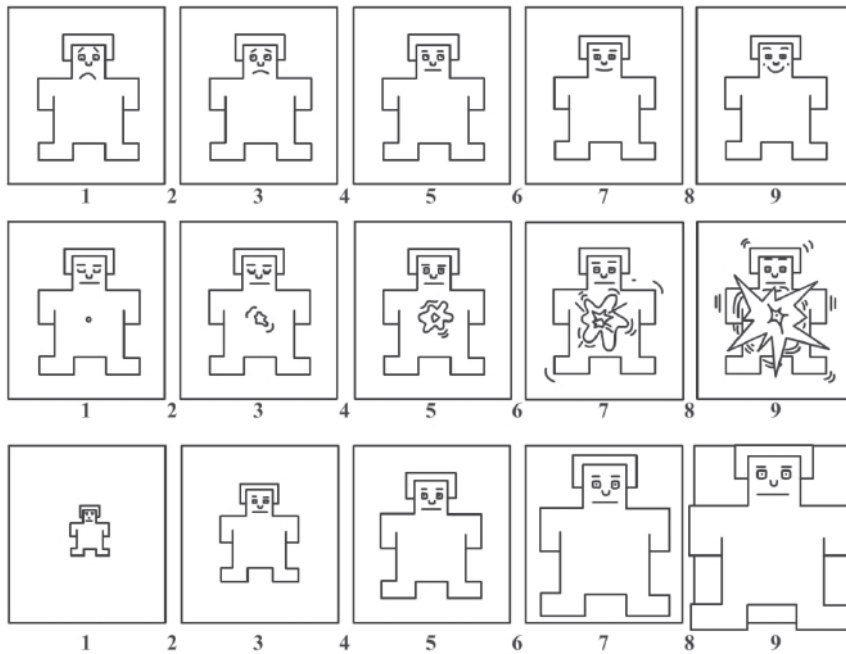


Zdroj: Luck (2005)

Porovnání ERP křivek pro rozdílné jedince (levý sloupec) a opakované měření jednoho jedince (pravý sloupec), poslední obrázek přináší vizualizaci zprůměrování signálu pro všechny předchozí záznamy

Příloha 4: Afektivní hodnocení valence, arousalu a dominance dle Self-Assessment

Manikin



Zdroj: Bradley & Lang (1997)

(hodnocení pro valenci, arousal a dominanci; zhora dolů)

Příloha 5: Příklady podnětů databáze NAPS



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)

Příklady negativních, neutrálních a pozitivních podnětů (zleva), pro příklad uvádím hodnocení prvního obrázku (valence=2,53, arousal=6,89, approach-avoidance=2,22)