



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra pedagogiky a psychologie

Bakalářská práce

EEG aktivita během emoční stimulace

Vypracovala: Jana Horová
Vedoucí práce: Vavrečka Michal, Mgr. Ph.D.

České Budějovice 2015

Prohlášení

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

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě 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.

V Českých Budějovicích dne 24. 4 . 2015

.....

Jana Horová

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla velmi poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Mgr. Michalu Vavrečkovi, Ph.D., za odborné vedení a podnětné rady a mimo jiné také Bc. Michaelovi Tesařovi za cenou pomoc s vytvořením experimentu. Děkuji také všem účastníkům za jejich ochotu podílet se na experimentu.

Abstrakt práce

Název práce: EEG aktivita během emoční stimulace

Autor práce: Jana Horová

Vedoucí práce: Vavrečka Michal, Mgr. Ph.D .

Počet stran: 54

Počet zdrojů: 48

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá studiem emocí a vlivem emoční stimulace na signál EEG. Cílem práce je zjistit, zda lze v EEG signálu detekovat různé třídy emočně zabarvených slov a ověřit hypotézu, zda existuje signifikantní rozdíl v evokovaném potenciálu pro různě zabarvená emoční slova. Teoretická část je zaměřena na elektrickou aktivitu mozku, metodu elektroencefalografie, evokované potenciály (ERP), základní vhled do studia emocí včetně podnětových materiálů v rámci zkoumání emocí a ERP emoční odezvy. Dále jsou zde zmapovány faktory korelující se zkoumáním emocí. Praktická část se zabývá realizací výzkumného projektu, kde pomocí metody experimentu je zkoumána odezva ERP na různě zabarvená emoční a neutrální slova. Výzkumu se zúčastnilo jedenáct vysokoškolských studentů, jako metoda výběru vzorku byla tedy použita metoda sněhové koule. Data byla zpracována a analyzována v programu EEGlab a následně za pomoci statistické metody ANOVY a párového T-testu vyhodnocena.

Klíčová slova: Emoce, evokované potenciály, EEG, emočně zabarvená slova, elektroencefalografie

Abstract of thesis

Title: EEG activity during emotional stimulation

Author: Jana Horová

Supervisor: Vavrečka Michal, Mgr. Ph.D .

Number of pages: 54

Number of references: 48

Abstract: The presented thesis deals with study of emotion and impact of emotional stimulation on Electroencephalography (EEG) signal. The aim of this statement is to determine if it is possible to detect different classes of emotionally charged words and to verify hypothesis, that there is a significant difference in event-related potential of emotional word to emotional content. The theoretical part is focused on the electrical activity of the brain over a period of time, the method of electroencephalography, event-related potentials (ERP), fundamental study of emotions, including stimulus material in regarding to examining of emotions and ERP of emotional response. There are also mapped factors correlating with the investigation of emotions. The practical part deals with the implementation of a the project examined using Experimental method where investigated ERP response to variously emotionally tinged and neutral words is. Research was attended by eleven undergraduate students, as the sampling method was used the method of snowballs. Data were processed and analysed in EEGlab and then using of statistical analysis of variance method (ANOVA) and paired T-test evaluated.

Keywords: emotion, event-related potential, EEG, emotional words, electroencephalography

Obsah

| | |
|---|-----------|
| I. Úvod | 7 |
| 1 Elektrická aktivita mozku | 8 |
| 1.1 Historické aspekty zkoumání elektrické aktivity | 8 |
| 1.1.1 Prvotní detekce mozkových potenciálů..... | 8 |
| 1.1.2 Studie humánního EEG | 8 |
| 1.1.3 Vznik elektroencefalografie..... | 9 |
| 1.1.4 Rozmach elektroencefalografie..... | 10 |
| 1.2 Elektroencefalografie | 10 |
| 1.2.1 Základní aspekty elektroencefalografie | 10 |
| 1.2.2 Snímání signálu..... | 10 |
| 1.2.3 Základní rytmy EEG..... | 11 |
| 1.2.4 Elektrody EEG | 13 |
| 1.2.5 Artefakty EEG záznamu | 13 |
| 1.3 Evokované potenciály | 14 |
| 2 Teoretický podklad ke studiu emocí | 15 |
| 2.1 Neurofyziologický podklad emocí..... | 15 |
| 2.1.1 Limbický systém | 16 |
| 2.1.2 Amygdala | 16 |
| 2.1.3 Lateralizace hemisfér ve vztahu k emocím | 17 |
| 2.2 Teorie emocí..... | 17 |
| 2.2.1 Zpětnovazebné teorie emocí..... | 17 |
| 2.2.2 Centrální teorie emocí..... | 18 |
| 2.2.3 Fyziologicko-kognitivní teorie..... | 18 |
| 2.3 Dimenze emocí..... | 19 |
| 3 Podnětové materiály pro zkoumání emocí a ERP emoční odezvy | 20 |
| 3.1 Využití ERP ke studiu emocí..... | 20 |
| 3.2 Variabilita podnětů..... | 20 |
| 3.3 Obrázkové podněty | 21 |
| 3.4 Verbální podněty | 22 |
| 3.4.1 Neurofyziologický podklad zkoumání emočních slov | 24 |
| 3.5 Kombinace jednotlivých podnětů..... | 25 |

| | |
|--|-----------|
| 4 Faktory korelující se zkoumáním emočních stimulů | 27 |
| 4.1 Role paměti při zkoumání emocí | 27 |
| 4.1.1 Zapamatování emočních podnětů | 28 |
| 4.2 Role pozornosti při zkoumání emocí | 30 |
| 4.2.1 Zkoumání obličejových emocí a ovlivnění mechanismem pozornosti | 30 |
| 4.2.2 Pozornost při zkoumání emočních podnětů | 31 |
| Praktická část..... | 32 |
| II. Úvod do praktické části | 32 |
| 5 Výzkumný problém a hypotézy | 33 |
| 5.1 Výzkumný problém | 33 |
| 5.2 Cíl výzkumu | 33 |
| 5.3 Hypotézy | 33 |
| 6 Metodologická východiska | 34 |
| 7 Experimentální design | 35 |
| 7.1 Výzkumný vzorek..... | 35 |
| 7.2 Vytvoření experimentu..... | 35 |
| 7.2.1 SentiWordNet..... | 36 |
| 7.3 Průběh experimentu | 36 |
| 7.4 Popis měřicího přístroje..... | 36 |
| 8 Zpracování a analýza dat | 38 |
| 8.1 Odstranění artefaktů..... | 38 |
| 8.2 Vytvoření studie a designů..... | 39 |
| 9 Interpretace a vyhodnocení výsledků..... | 40 |
| 9.1 ANOVA | 40 |
| 9.2 Párový T-Test..... | 43 |
| 10 Diskuze..... | 46 |
| III. Závěr..... | 48 |
| IV. Souhrn..... | 49 |
| V. Reference | 51 |
| VI. Přílohy | 55 |

I. Úvod

Výzkum emocí je obvykle méně zastoupenou oblastí v neuropsychologii, ale zájem neurověd o studium emocí se v průběhu posledních dvou desetiletí dramaticky zvýšil. Výzkum má již mnohaletou historii počínající studováním emocí u zvířat.

Donedávna byly emoce považovány za jev, který je objektivními metodami možné zkoumat jen velmi obtížně. S nástupem funkčních zobrazovacích metod v této problematice nastal výrazný výzkumný obrat. Rychlý rozvoj zobrazovacích metod lidského mozku v posledním desetiletí vyvolal doslova renesanci ve studiu emocí. Využití EEG systému ke studiu a měření emocí je dnes poměrně rozšířeným trendem.

Relativně novým termínem v této oblasti jsou afektivní neurovědy, jež se zabývají vyšetřováním nervového podkladu emocí a nálad.

V současné době jsou emoce předmětem nespočtu výzkumů, a to nejen psychologických, ale i fyziologických, neurologických, etologických či behaviorálních.

Cílem bakalářské práce je tedy zjistit vliv emocí, konkrétně emočně zabarvených slov na mozkovou aktivitu a zmapovat rešerši již proběhlých výzkumů v této oblasti. Praktická část je tedy zaměřena na zkoumání emoční odezvy evokovaných potenciálů pomocí EEG systému typu Biosemi.

1 Elektrická aktivita mozku

V první části práce se věnuji základnímu historickému kontextu zkoumání elektrické aktivity mozku. Dále zde popisuji metodu elektroencefalografie, její základní aspekty, způsob snímání signálu, elektrody a základní frekvence, které jsou viditelné z elektroencefalogramu. Dále je zde podkapitola věnovaná artefaktům. V této části je také zahrnuta kapitola o evokovaných potenciálech, které tvoří jednu ze stěžejních oblastí mé praktické části.

1.1 Historické aspekty zkoumání elektrické aktivity

Historie zkoumání elektrické aktivity sahá zhruba do druhé poloviny devatenáctého století. V této kapitole se věnuji historickému průřezu počínaje prvotní detekcí mozkových potenciálů až po vývoj moderního novodobého elektroencefalografu.

1.1.1 Prvotní detekce mozkových potenciálů

Základy zkoumání elektrické aktivity mozku položil pravděpodobně Richard Caton, který detekoval mozkové potenciály u pokusných zvířat. Tento chirurg, žijící v Liverpoolu, se snažil zachytit elektrické projevy mozku u králíků a opic s použitím přístroje podobného galvanometru. Na základě svých zjištění došel k závěru, že jednotlivé vrstvy cortexu mají rozdílné elektrické potenciály a že elektrický proud vykazuje jisté negativní variace, které jsou spojené s některými činnostmi jedince. Caton zároveň jako vůbec první podal zprávu o vizuálně evokovaných proměnlivých potenciálech. Jeho odhalení pak později vedla k vynálezu a následnému vylepšení elektroencefalografu - nástroje pro vyšší stupeň poznání mozku (Čapek, 2000).

1.1.2 Studie humánního EEG

První studie humánního EEG sahají zhruba do první poloviny dvacátého století. První nahrávka elektrického pole lidského mozku byla vytvořena německým psychiatrem Hansem Bergerem v roce 1924 v Jeně. Tento záznam pojmenoval elektroencefalogram (Malmivuo & Plonsey, 1995). Hans Berger působil od roku 1900 jako asistent na psychiatrické klinice v Jeně pod vedením Otty Biswanger. Zde se se svými kolegy Oscarem Vogtema Korbinianem a Brodmannem společně zabývali tématem cerebrálních lokalizací. Jeho výzkumná činnost se

zpočátku zaměřovala na intrakraniální krevní cirkulaci.¹ Berger našel inspiraci v Catonových studiích elektrické aktivity mozku zvířat, což ho později vedlo k realizování vlastních výzkumů se psy (Čapek, 2000).

1.1.3 Vznik elektroencefalografie

Za rok vzniku elektroencefalografie je tedy možné považovat rok 1929, kdy Hans Berger publikoval článek, který pojednával o čtrnácti záznamech elektrické aktivity mozku (Brunovský, 2004). Berger tím zaznamenal vůbec první EEG křivku z neporušené hlavy u člověka. Rytmus, který zpozoroval, rozdělil na α (8 -13 Hz) a β (14-30 Hz), přičemž dále popsal útlum α -aktivity při otevřených očích. Ten je dnes nazýván Bergerovou reakcí, a to hlavně z důvodu úcty k jeho objeviteli. Podle mezinárodní terminologie je však tato reakce známa jako α -atenuační reakce. Uvedeného jevu se později snažilo využít mnoho jiných autorů k testování inteligence (Faber, 2005).

Bergerův electroencefalogram se snímal za pomoci kovových elektrod, které byly připevněné na povrchu hlavy. Elektroencefalogram později využíval modifikovaného dvoukruhového galvanometru, jenž kromě EEG byl schopen měřit a zaznamenávat i EKG. To znamenalo zásadní pokrok v jeho experimentech, protože tehdy jen velmi malá část jedinců věřila, že by Bergerovy záznamy opravdu měly původ v mozku. Vzhledem k tomu, že Bergerovy elektrody byly příliš velké pro provádění detailních topografických studií EEG, bylo nutné použít více elektrod, ale s menšími rozměry (Čapek, 2000).

Popsaný problém se snažil vyřešit Angličan W. Gray Walter tím, že testoval, zda při použití většího množství malých elektrod lze identifikovat anomálie mozkových aktivit. V roce 1957 sestrojil poměrně složitý přístroj, jenž nazval toposcope. Zařízení se skládalo z dvaadvaceti obrazovek, které byly připojeny na pár elektrod připevněných k pacientově hlavě. Walter během experimentu zadával pokusným osobám k řešení různé mentální úlohy, což se výrazně projevilo na změnách rytmů EEG. Walter byl také jedním z prvních, kteří potvrdili, že při plnění úkolu, jenž vyžaduje zvýšenou pozornost, tzv. alfa rytmus prakticky vymizí z celého mozku a je nahrazen beta rytmem s vyšší frekvencí (Čapek, 2000).

¹ Nitrolební krevní oběh

1.1.4 Rozmach elektroencefalografie

Rovněž na území Spojených států amerických probíhal ve třicátých letech minulého století velký rozmach elektroencefalografie. Jasper a Carmichael v roce 1935 ověřovali správnost Bergerova pozorování. Jasper později v neurologickém institutu v Montrealu založil elektrofyziologickou laboratoř. Posledním vylepšením v tzv. „předpočítačové“ etapě EEG na konci 40. let pak bylo zavedení otočných spínačů, které dovolovaly připojení vstupů diferenciálního zesilovače na libovolnou z jednadvaceti elektrod systému 10-20 (Čapek, 2000).

1.2 Elektroencefalografie

1.2.1 Základní aspekty elektroencefalografie

Elektroencefalografie je diagnostická metoda, která patří k elektrofyziologickým postupům a která zachycuje elektrické potenciály vznikající při činnosti mozku. *„Potenciálové vlny, snímané při EEG záznamech, jsou souhrnným projevem aktivity velkého množství dílčích neuronových obvodů, přičemž nejsou pouhou sumací jednotlivých aktivit, ale výslednicí složitého časoprostorového děje“* (Novák et al. in Kulišťák, 2003). Elektrické impulzy mozkové aktivity vznikají současným působením neuronů kůry a podkorových struktur. Velký význam má EEG zejména v akutní medicíně (Kulišťák, 2003).

Freemanova definice elektroencefalografie říká, že *„EEG je výsledkem prostorové a časové sumace potenciálů extracelulárních proudů, které jsou generovány kortikálními neurony. Závisí totiž na cytoarchitektuře neuronálních populací, jejich konektivitě (včetně zpětněvazebných okruhů) a na geometrii jejich extracelulárních polí“* (Freeman in Brunovský, 2004, 58).

1.2.2 Snímání signálu

Snímání signálu probíhá v elektroencefalografii nejčastěji pomocí povrchových elektrod. Oproti tomu věda, která funguje na principu snímání elektrické aktivity přímo z povrchu mozku během neurochirurgického zákroku, se nazývá elektrokortikografie. Počet snímaných elektrod je různý, přičemž vždy odpovídá množství záznamových kanálů elektroencefalografu a způsobů snímání. Lze využít dva typy snímání elektrické aktivity, a to unipolární a bipolární (Hrazdíra & Mornstein, 2001).

Záznam elektrické aktivity mozku je možné snímat poměrně dlouhou dobu, během které lze zkoumat změny mentálních stavů, například hluboký spánek nebo snění. Záznam EEG lze získat umístěním elektrod na povrch hlavy, přičemž přístroj zkoumá elektrickou aktivitu části mozku pod elektrodami (Sternberg, 2002).

Signály EEG vždy představují potenciální rozdíl mezi dvěma typy elektrod, a to mezi aktivními elektrodami a tzv. referenčními elektrodami. V souladu s tím je zřejmé, že kvalita signálů EEG závisí na tom, jak jsou elektrody v kontaktu s pokožkou hlavy. Bez ohledu na použitý materiál by EEG elektrody neměly tlumit signál mezi 0,5 a 70 Hz. Aby bylo možné porovnávat mezi sebou různé studie, je důležité dodržovat standardizované rozmístění elektrod (Cacioppo, Tassinari & Berntson, 2007).

1.2.3 Základní rytmy EEG

Mezi druhou polovinou dvacátého století a počátkem jednadvacátého století došlo k ustálení klasifikace stavů vědomí do čtyř hladin, a to beta, alfa, theta a delta (viz. obrázek č. 1). Frekvence těchto rytmů je vyjádřena v cyklech za sekundu – Hz (Valuch, 2006).

Tab. 1.: Základní frekvence EEG

| STAV | KMITOČET | AMPLITUDA | STAV MYSLI |
|--------------|-------------|------------------------|--------------------------------|
| Delta | 0,5 až 4 Hz | velká (až 200 μ V) | hluboký spánek |
| Theta | 4 až 8 Hz | Malá (5 až 20 μ V) | ospalost, první stádium spánku |
| Alfa | 8 až 14 Hz | Velká (až 200 μ V) | relaxovaný, ale bdělý |
| Beta | 14 až 30 Hz | Malá (<10 μ V) | velmi bdělý a soustředěný |

Beta vlny představují vlny o frekvenci zhruba mezi 15–20 Hz, přičemž jejich amplituda je v rozsahu 5-10 mikrovoltů. Beta vlny znázorňují rytmus zdravého člověka v bdělém stavu (Mornstein & Hrazdára, 2001). EEG aktivita s frekvencí vyšší než 13 Hz se vyskytuje u všech jedinců, ale často je přehlížena ve prospěch pomalejších frekvencí při bdění a spánku. Beta rytmus je obzvláště nápadný během normálního spánku u kojenců a dětí (Misulis & Head, 2003). Hladinu vědomí Beta tedy charakterizuje převážně vědomé smyslové soustředění na naše

okolí. Frekvence Beta je typická pro velkou část dne a také ve všech případech, kdy používáme motorický aparát. Vyšší hladiny lze docílit značným úsilím při soustředění se na náročný úkol, například ve vypjatých či stresových situacích psychické i fyzické povahy. Hladina beta je jediná hladina, ve které lze komplexně a aktivně pracovat se všemi smyslovými vjemy (Valuch, 2006). Změny frekvence a amplituda beta činnosti by měly být komentovány v popisu záznamu, avšak interpretovány by měly být se zvláštní opatrností (Misulis & Head, 2003).

Základní frekvence alfa rytmu se obvykle pohybují v rozmezí zhruba 8–13 Hz, nejčastěji 9,5-10 Hz, a v případě ospalosti přibližně 7-8 Hz (Hovorka et al. 2003). Alfa rytmy je obvykle možné pozorovat u uvolněných jedinců, kteří jsou v bdělém stavu a mají zavřené oči, tzv. ve stavu relaxace. Frekvence je okolo 10 Hz s maximálním napětím, které pochází z elektrod O1 a O2 lokalizovaných v týlním laloku. U dětí je rytmus pomalejší a nemusí dosáhnout minimální frekvence 8,5 Hz až do věku dvanácti let. Pomalejší frekvence ve věku dvanácti let by však byla vykládána již jako abnormální a s největší pravděpodobností by znamenala difúzní encefalopatii nebo strukturální lézi. Rozkmit rytmu alfa je u dospělých zhruba mezi 15-50 microvolty. U starších jedinců se často vyskytuje nižší amplituda, avšak frekvence zůstává stejná. Nízká amplituda by v případě, kdy je frekvence v normě, neměla být vykládána jako abnormální. Amplituda je obvykle vyšší z nedominantní hemisféry, ale rozdíl by neměl překročit 50 % (Misulis & Head, 2003).

EEG aktivita s frekvencí mezi 4 Hz-8 Hz, označovaná jako theta, je patrná ve stavu běžné ospalosti a během spánku u dospělých. Na druhou stranu malé děti mohou vykazovat theta aktivitu i v bdělém stavu, což ukazuje, že interpretace elektroencefalografie je skutečně mimořádně obtížná (Misulis & Head, 2003). Hladina theta je tedy, souhrnně řečeno, stavem výrazného útlumu všech funkcí. To se projevuje tak, že ani mysl, ani tělo nejsou samy o sobě schopné reagovat na žádné smyslové podněty (Valuch, 2006). Digitální frekvenční analýza odhaluje malé množství theta v bdělém EEG dospělých, avšak obsah je poměrně malý a amplituda relativně nízká. Detekce theta aktivity obvykle vyžaduje vysokou citlivost nahrávky nebo digitální frekvenční analýzu. Theta aktivita v temporální oblasti je u starších jedinců spojena nejčastěji s vaskulárním onemocněním (Misulis & Head, 2003).

Frekvence delta aktivity se pohybuje v rozmezí zhruba mezi 1-4 Hz, přičemž delta rytmus je charakterizován jako rytmus, který se za normálních okolností nejčastěji objevuje v hlubokém spánku. Lze tvrdit, že v případě, kdy se vlny delta objeví ve stavu bdělosti, jedná se většinou o stav patologický (Mornstein & Hrazdíra, 2001). Delta činnost není obvykle zaznamenána

u dospělých ve stavu bdělosti, ve spánku je však výrazně dominantní (Misulis & Head, 2003). Hladina delta je tedy stavem naprostého útlumu všech funkcí, ve spánku se objevuje především tehdy, pokud se jedná o spánek bezesný. Delta hladina je pro organismus velice důležitá, neboť během ní dochází k hluboké regeneraci všech životních funkcí, ale také k hromadění energetických rezerv (Valuch, 2006). Fokální polymorfní delta aktivita může být též zaznamenána v určitých oblastech, kde došlo k mozkovému poškození. Přerušovaná rytmická delta aktivita je zaznamenána v případě, že nastává dysfunkce mezi šedou hmotou a mozkovou kůrou (Misulis & Head, 2003).

Gama mozkové vlny, které mají frekvenci mezi 38-100 Hz, byly detekovány mnohem později než ostatní mozkové vlny; je tedy o nich známo podstatně méně. Gama mozkové vlny lze pozorovat ve stavech vrcholného výkonu (a to jak fyzického, tak psychického), dále ve stavu vysoké soustředěnosti a koncentrace a při mystických a transcendentálních zážitcích. Gama mozkové vlny není snadné rozpoznat, a to hlavně z důvodu jejich nízké amplitudy (Jacobi, 2014). Hladinu gamma lze také označit jako stav abnormálního bioelektrického výkonu (Valuch, 2006).

1.2.4 Elektrody EEG

Rozmístění elektrod je ve většině případů řešeno systémem 10-20 (viz. obrázek 2). Elektrody jsou pojmenovány dle jejich umístění v systému, respektive dle jednotlivých oblastí mozku. Písmena označují lateralizaci elektrod. F označuje frontální (čelní) oblast, Fp frontopolární, C centrální, P parietální, T temporální (spánkový), O okcipitální. Lichá čísla na jednotlivých elektrodách označují levou mozkovou hemisféru, oproti tomu sudá čísla označují hemisféru pravou. Středové elektrody jsou označeny pomocí indexu „Z“ jako např. elektrody Pz a Cz (Misulis & Head, 2003).

1.2.5 Artefakty EEG záznamu

Citlivost na artefakty je poměrně značnou nevýhodou elektroencefalografie. *„Artefakt je každý EEG obraz, který není záznamem elektrické aktivity mozku. V širším pojetí lze za artefakt považovat každé zkreslení EEG vzorců z extracerebrálních příčin“* (Vojtěch, Marečková & Procházka, 2005, p.22). Artefakty mají v EEG záznamu důležitý význam díky tomu, že mohou upozornit na některé skutečnosti, jež jsou z klinického hlediska velmi důležité. Mezi artefakty je možné zařadit oční artefakty (jako je například mrkání), svalové, pohybové, artefakty ze srdeční

činnosti, tepové, artefakty z pocení a také artefakty z pohybů jazyka a zubů. Artefakty mají ve většině případů velmi charakteristický tvar, který je odlišný od mozkové aktivity (Vojtěch, Marečková & Procházka, 2005).

1.3 Evokované potenciály

Evokované potenciály lze zjednodušeně charakterizovat jako odpovědi nervové soustavy na stimulaci receptorů. Společnou charakteristikou evokovaných odpovědí je změna elektrického napětí v tkáni. Je známo, že elektrická aktivita mozku zkoumajícím zprostředkovává informace o funkci lidského mozku. V případě, že je mozková aktivita vyvolána identifikovatelnými stimuly nebo událostmi, jedná se o tzv. kognitivní evokované potenciály, tedy potenciály, jež jsou vázány na událost (Event-Related Potentials – ERP). „K ERP řadíme *Contingent Negative Variation (CNV)*, vlnu *P300* a *Mismatch Negativity (MMN)*. Zmíněné fenomény pak tvoří soubor dlouholatenčních a pomalých kognitivních potenciálů, k nimž můžeme přiřadit i *Bereitschaftspotential (BP, přípravný motorický potenciál)*“ (Bareš, 2011, 508).

Chceme-li uvést elektrickou aktivitu mozku do vztahu k nějaké jednotlivé události nebo úloze (např. k pohledu na světelný záblesk nebo naslouchání větám), lze vytvořit průměr záznamu EEG z velkého počtu takových pokusů. Tím se získají ERP (event-related potentials). Tyto potenciály dobře informují o časovém průběhu aktivity mozku, která má vazbu k nějaké úloze (Sternberg, 2002, 62).

Nejběžnějšími a nejvíce užívanými typy evokovaných potenciálů jsou VEP (vizuální evokované potenciály) a AEP (sluchové evokované potenciály). Méně často se potom využívá SEP (somatosenzorických evokovaných potenciálů). Pro neuropsychologii mají rovněž velký význam již zmíněné kognitivní evokované potenciály, které měří tzv. pozdní negativní (N) nebo pozitivní (P) komponenty. Mezi ně lze zařadit vlny N250, P300, N400 aj. (Jech, 1999 in Kulišťák, 2003).

Nejčastější místo registrace evokovaných potenciálů je vertex (Cz); dále pak elektrody C3, C4, Fz, Pz, P3, P4 (Bareš, 2011).

2 Teoretický podklad ke studiu emocí

Tato kapitola se zabývá emocemi a emočním prožíváním a popisuje významné teorie emocí, neurofyziologický podklad emocí a základní dimenze emocí.

Po dlouhou dobu se většina filosofů a někteří psychologové snažili pochopit emoce z hlediska pocitů, které jsou pro ně charakteristické (Pugmire, 2006). Definice emocí je již po celou řadu let neustále známým problémem. Pokud nebudeme operacionalizovat přesně konkrétní jev, který chceme zkoumat, je velmi obtížné dosáhnout pokroku, a to jak v teorii, tak ve výzkumu. Jako příklad lze uvést Wiliama Jamese, který pokládal otázku „Co je emoce?“ Pokud měl opravdu na mysli pocity skrývající se za emocemi, tímto nesprávným pojmenováním zahájil diskuzi, která o více než sto let později stále ještě probíhá (Scherer, 2005).

K Jamesově otázce „Co je emoce?“, lze připojit i mnohé další. „*Co náleží do této kategorie psychických jevů? Jak vymezit pojem emoce? Kde jsou jeho hranice?*“ (Slaměník, Hurychová, 2006, 431). Tyto a mnohé další otázky se často stávají předmětem četných diskuzí a to i přesto, že v průřezu historie již proběhlo mnoho pokusů o jejich zodpovězení.

2.1 Neurofyziologický podklad emocí

Soudobá zjištění o neurofyziologických mechanismech emočních stavů vycházejí dle LeDoux (2000, in Světlák, Roman, Obereignerů & Damborská, 2014) především z mnohaletého výzkumu podmiňování obranné odpovědi. Obranná odpověď je emočním stavem organismu, který je vyvolán zejména v případě, kdy je detekováno nebezpečí. Z velkého množství humánních studií vyplývá, že jednu z nejdůležitějších rolí v obranné odpovědi hraje amygdala. Senzorické informace se do amygdaly mohou dostat dvěma způsoby, a to buď přímou cestou z thalamu nebo nepřímou cestou ze sensorických asociačních a kortikálních oblastí (Světlák et al., 2014).

Neuroendokrinními vlivy v kontextu emocí se jako první zabýval v sedmdesátých letech dvacátého století James P. Henry. Henry zkoumal, jak je v emočních procesech zastoupena role kortexu, limbického systému, endokrinního systému a mozkového kmene (Stuchlíková, 2007).

2.1.1 Limbický systém

Většina předních odborníků zastává názor, že limbický systém tvoří centrum lidského citového života. Limbický systém je tvořen množstvím poměrně složitých a funkčně propojených korových a podkorových struktur mozku (Plháková, 2003). V Nautově pojetí je limbický systém tvořen třemi oblastmi, které jsou na sobě vzájemně nezávislé, ale zároveň jsou funkčně spjaté.

1. *Korovou část tvoří dorzálně gyrus cinguli, ventrálně gyrus parahippocampalis. Oba závity společně tvoří „podkovu,“ která se jmenuje gyrus fornicatus, také velký limbický lalok Brocív (viz. obrázek č. 3). Součástí korové oblasti je i amygdala.*
2. *Septo-hypotalamo-mezencefalické kontinuum, neuronální „oblak,“ v němž se místy diferencují mikroskopicky patrná nakupení neuronů („jádra“), například hypotalamická. Kontinuum je tvořeno preoptickou a septální oblastí, navazuje na hypotalamus a limbické oblasti středního mozku.*
3. *Visceroendokrinní periferie jsou autonomní jádra mozkového kmene a jejich spojení s neuronálními sítěmi vnitřních orgánů. Do visceroendokrinní periferie je možné počítat šedou hmotu kolem mokovodu v oblasti mezencefala, která je automaticky i funkčně organizovaná (Koukolík, 2000, 212).*

2.1.2 Amygdala

Amygdalu (viz. obrázek č. 4) lze charakterizovat jako komplikovaný podkorový systém, jenž je tvořen několika neuronálními skupinami nacházejícími se v přední části obou spánkových laloků (Koukolík, 2000). „*Neuronální skupiny, které tvoří amygdalu, jsou součástí mozkové kůry. Vytvářejí informační uzly čtyř funkčních systémů: hlavního a akcesorního čichového, autonomního a korového frontotemporálního. Stavba, funkce i zapojení amygdaly jsou vývojově konzervativní*“ (Koukolík, 2000, 217-218).

Amygdala je tedy komplex jader, jež jsou rozděleny do tří skupin, a to na jádra bazolaterální, corticomedialní a centrální. Zajímavá je skutečnost, že informace ze všech smyslových vjemů vedou do amygdaly převážně skrze bazolaterální jádra (Bear, Connor & Paradiso, 2007).

2.1.3 Lateralizace hemisfér ve vztahu k emocím

Donedávna byla většina psychologů i neurologů přesvědčena o tom, že pravá hemisféra hraje rozhodující roli při zpracování emočních prožitků (Plháková, 2003). Výsledky proběhlých výzkumů však dokládají, že pravá hemisféra se významně podílí na rozpoznávání výrazu obličeje některých emocí a také na zapamatování některých emočních zkušeností (Koukolík, 2000).

Na základě závěrečných zjištění některých výzkumů se uvažuje o tom, zda se pravá hemisféra zaměřuje na zpracování negativních emocí. Levá hemisféra by tedy pravděpodobně mohla být centrem kladných citových prožitků (Plháková, 2003).

2.2 Teorie emocí

V devatenáctém století několik vysoce oceněných vědců, včetně Darwina a Freuda, považovalo za důležitou roli mozku ve vyjadřování emocí. Pečlivé pozorování vyjadřování emocí u zvířat a lidí a emočních zkušeností lidí vedlo k vývoji mnoha teorií emocí (Bear, Connor & Paradiso, 2007). Stručný přehled klasických teorií emocí podal Heilman v roce 1994 (in Kulišťák, 2003). Rozdělil je na zpětnovazebné a centrální.

2.2.1 Zpětnovazebné teorie emocí

Jedna z prvních teorií emocí byla navržena v roce 1884 proslulým americkým psychologem a filozofem Williamem Jamesem. Podobné myšlenky byly rovněž navrženy dánským psychologem Carlem Langem. Tato teorie, běžně známá jako Lange-Jamesova teorie emocí, udává, že prožíváme emoce v reakci na fyziologické změny v našem těle. Například jsme smutní, protože pláčeme, spíše než abychom plakali, protože jsme smutní. Naše sensorické systémy posílají informace do mozku o naší současné situaci a výsledkem je to, že mozek vysílá signály do našeho těla, mění se svalový tonus, srdeční frekvence a tak dále. Sensorické systémy pak reagují na změny vyvolané v mozku, a tak se utváří emoce. Podle Jamese a Langeho jsou fyziologické změny emocemi, a pokud jsou tyto změny odstraněny, jsou emoce odstraněny s nimi. Tento pohled se však dnes pro mnoho lidí jeví jako zaostalá myšlenka. Do doby, než byla navržena tato teorie, platilo, že emoce jsou vyvolávány situací a tělo se mění v závislosti na emocích. Lange-Jamesova teorie tvrdí přesný opak (Bear, Connor & Paradiso, 2007). Závěrem je možné shrnout Lange-Jamesovu teorii tak, že je správná jen zčásti: prožívání citů není primárně jen prožíváním neurovegetativních reakcí, které nejsou dostatečně rozlišené a jsou pomalé (Nakonečný, 2012).

2.2.2 Centrální teorie emocí

V roce 1927 americký fyziolog Walter Cannon zveřejnil dokument, který obsahuje několik přesvědčivých kritik Lange-Jamesovy teorie emocí, a poté navrhl novou teorii. Cannonova teorie byla upravena Philipem Bardem, do historie tedy vstoupila jako Cannon-Bardova teorie emocí. Philip Bard navrhl teorii, ve které se emocionální zážitky mohou stát nezávislé na emocionálním vyjádření. Jedním z Cannonových argumentů proti Lange-Jamesově teorii bylo tvrzení, že emoce můžeme prožívat i tehdy, když nevnímáme fyziologické změny. Na podporu tohoto tvrzení poskytl případy zvířat, které s kolegy studoval tak, že jim přetnul míchu. Taková operace eliminovala citlivost těla pod úrovní řezu, ale nebylo prokázáno, že by anulovala emoce. Zvířata i tak vykazovala známky emocí. Cannon navíc zaznamenal i lidské případy, v nichž přechřnutí míchy nezmírnilo emoce. Vyvrací tak Lange-Jamesovu teorii tvrdící, že eliminace pocitu na základě fyziologické změny v těle eliminuje také emoce (viz. obrázek č. 5) (Bear, Connor & Paradiso, 2007).

2.2.3 Fyziologicko-kognitivní teorie

Dvoufaktorová teorie emocí vypracovaná Schachterem a Singerem (1962) vysvětluje emoční prožívání tak, že člověk interpretuje situaci vyvolané vnitřní vzrušení způsobem, který je soudržný s vnějšími kognitivními klíči. Teorie vychází převážně z výsledků experimentu, jenž autoři provedli v roce 1962. V experimentu bylo manipulováno se třemi faktory, které hrály v průběhu experimentu důležitou roli: s fyziologickým vzrušením, s potřebou vysvětlit vzrušení a s emocionální interpretací. Experimentální skupině bylo fyziologické vzrušení navozeno podáním injekce adrenalinu, oproti tomu kontrolní skupině byla podána injekce s roztokem kuchyňské soli. Účinky injekce adrenalinu se projevují zvýšenou tepovou frekvencí, rozpálením obličeje, třesem rukou a jinými podobnými symptomy. Jedna skupina pokusných osob byla o projevech a účincích adrenalinu informována částečně, druhá skupina byla informována nesprávně a třetí skupina nebyla informována vůbec. Examinátor poté skupině představil svého pomocníka jako jinou pokusnou osobu. Pokusná osoba poté čekala zhruba dvacet minut až nastanou účinky adrenalinu. Úkolem pomocníka examinátora bylo mezitím chovat se tak, aby u pokusné osoby navodil euforický nebo hněvivý stav. Výsledkem bylo, že u pokusných osob, které dostaly placebo, byla zaznamenána vyšší hodnota hněvu, ale nižší úroveň hněvivého chování (Nakonečný, 2012).

2.3 Dimenze emocí

Podle zakladatele vědecké psychologie Wilhelma Wundta mezi tři základní dimenze emocí patří příjemnost-nepříjemnost (libost-nelibost), napětí-uvolnění a vzrušení-uklidnění (Plháková, 2003). Mehrabian a Russel (1974) zastávali názor, že mezi druhou a třetí Wundtovou dimenzí není prakticky žádný rozdíl. Jako další ze základních dimenzí považují spíše strach-zlost a s nimi spojenou tendenci k submisivnímu nebo dominantnímu chování (in Plháková, 2003).

3 Podnětové materiály pro zkoumání emocí a ERP emoční odezvy

Pro výzkum emocí se dnes využívá široká škála podnětových materiálů jako jsou emočně zabarvená slova, obrázkové podněty, ale i fotografie lidí a lidských tváří. Emocionální podněty snadno přitahují pozornost v každodenním životě. Jako příklady lze uvést usmívající se tváře, smutné titulky novin apod. Ve skutečnosti přitom existuje mnoho důkazů o preferenci emocionálních informací v souvislosti s různými podněty (Bayer & Schacht, 2014).

3.1 Využití ERP ke studiu emocí

Cílem ERP studií zkoumajících emoční odezvu na evokované potenciály není pouze zjistit, kdy se emocionální podněty liší od neutrálních, ale snaží se též zjistit, které jednotlivé komponenty evokovaných potenciálů se podílejí na zpracování emocí (Luck & Kappenman, 2012).

Vědci používají ERP k zodpovězení otázky, co je nejstarším důvodem pro zpracování informací, které jsou citlivé na emocionální podněty. Mnoho komponent ERP je citlivých pozitivně i negativně na emocionální podněty v porovnání s neutrálními (Cacoppo et al., 1994; Cuthbert et al., 2000; Foti et al., 2009; Keil et al., 2002 & Schupp et al., 2004, 2006, in Luck & Kappenman, 2012).

3.2 Variabilita podnětů

Nejčastěji používaným typem podnětového materiálu pro zkoumání emocí jsou vizuální podnětové materiály. Nejvíce se využívá obrázků nebo filmů, v menší míře pak akustických a chuťových podnětů (Czékoová & Urbánek, 2010).

Vzhledem k tomu, že emoce hrají důležitou roli v každodenním životě člověka, je důležité automatické rozpoznávání emocí, které roste se zvyšující se rolí počítače v životě člověka. Rozpoznávání emocí probíhá jednak z textu, ale i z řeči, výrazu obličeje a gest (Sourina et al., 2011).

Nejnámějším a nejčastěji používaným souborem vizuálních podnětů je International Affective Picture System (IAPS). Jde o soubor fotografií, v němž se vyskytuje velmi mnoho různých sémantických kategorií jako jsou zvířata, květiny, přírodní scenérie, předměty denní potřeby, lidé, abstraktní obrazce, ale i některé negativní podněty jako jsou nehody, katastrofy,

úrazy, oběti nehod, násilné scény a dále například erotické fotografie. IAPS se začínal vytvářet počátkem osmdesátých let minulého století. Autoři Lang, Bradley a Cuthbert (2005) se snažili, aby soubor obsahoval celý afektivní prostor, což se jim ale dosud nepodařilo, a tak se nabízí otázka, zda je to vůbec reálné (in Czékóová & Urbánek, 2010).

3.3 Obrázkové podněty

Zajímavé studie, které proběhly na území ČR, zkoumají vztahy mezi emoční vyspělostí, posturální stabilitou a výkonem sportovců. První pilotní studie se zúčastnilo celkem třicet jedna studentů Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (čtyři ženy a dvacet sedm mužů). Účastníci byli ve věku od osmnácti do pětadvaceti let, přičemž průměrný věk činil dvacet jedna a půl roku. Inspirací pro tuto studii byla Langova standardizace metodiky indukce pomocí souboru devíti set čtyřiceti pěti barevných fotografií. Úkolem účastníků bylo hodnotit fotografie, přičemž jim před zahájením hodnocení byl vysvětlen princip hodnocení systémem SAM (Self Assessment Manikin). Fotografie měly jednak pozitivní a negativní tematiku, ale i neutrální. Fotografie s pozitivní tematikou obsahovaly například různé druhy pohybových aktivit, sporty, portréty a přírodu; fotografie s negativní tematikou obsahovaly poranění lidského těla, zvířata v útoku, napadení a fotografie s neutrální tematikou obsahovaly převážně předměty běžného života jako nábytek, domácí potřeby apod. Z každé kategorie bylo prezentováno deset fotografií, celkem tedy účastníci viděli třicet fotografií. Snímky si účastníci prohlíželi vždy po dobu šesti sekund, dále následovaly černé snímky po dobu patnácti sekund, kdy účastníci měli zhodnotit své emoce na hodnotících kartách. Celkově tedy hodnocení všech třiceti fotografií trvalo třináct minut (Šmídová, 2008).

Výsledky ukázaly, že v dimenzi „Příjemnost“ není emoční ladění sportovců příliš rozdílné ve srovnání s běžnou populací. Co se týče dimenze „Nabuzení“, zde byly patrné výraznější rozdíly. Jak se očekávalo, intenzivnější emoce v účastnících vyvolávaly fotografie se sportovní tematikou. Stejně tak fotografie s negativní tematikou vzbuzovaly intenzivnější emoce (Šmídová, 2008).

Solomon se svými kolegy zkoumal u dětí (ve věku pěti až sedmi let) odezvu evokovaných potenciálů na emoční a neutrální obrázky vybrané z mezinárodní databáze IAPS. Výzkumu se zúčastnilo celkem padesát devět dětí. Stejně jako u dospělých se prokázala vyšší odezva na příjemné a nepříjemné podněty než na neutrální. (Solomon, DeCicco & Dennis, 2012).

3.4 Verbální podněty

V uplynulých letech se vztah mezi emocemi a jazykem stal středem pozornosti v jazykových studiích. Zheng-Honga a Zhao zjistili, že výrazy označující konkrétní věci byly zpracovány rychleji a přesněji než abstraktní výrazy. Zároveň citově zabarvené výrazy měly při zpracování obdobnou výhodu ve srovnání s výrazy citově neutrálními, což bylo označeno jako efekt konkrétnosti a citové zabarvenosti. Navíc jsou oba efekty spojeny s N400 a LPC.² Zatímco N400 je efekt reprezentující sémantickou aktivaci, LPC by mohlo vyplývat z aktivace mentální. Výsledky ukázaly, že konkrétní slova byla zpracována rychleji a přesněji než slova abstraktní. Tyto výsledky naznačují, že emocionalita a konkrétnost slov by mohly mít vliv na sémantické zpracování, přičemž emocionalita byla implicitně zpracována. To znamená, že emocionalita slov by mohla poskytnout dostatečný kontext, a tak usnadnit sémantickou aktivaci v zpracovávání slov (Zhen-Hong & Zhao, 2012).

Studie Kanskeho a Kotze zkoumala efekt konkrétnosti u emocionálních slov. Ve dvou pokusech byly zaznamenány evokované potenciály (ERP), které zkoumaly efekt konkrétnosti a emotionality ve zpracování vizuálních slov. Kromě konkrétních a abstraktních slov, a to negativní, neutrální, ale i pozitivní valence, byla prezentována i „pseudoslova“. Účastníci měli za úkol stisknout nebo nestisknout tlačítko v momentě, kdy jim bylo prezentováno „pseudoslovo.“ Emocionalita a konkrétnost zde modulovala nezávisle, ale vzájemně se ovlivňovala s LPC. Pouze konkrétní emocionální slova se lišila v reakci na LPC, což naznačuje, že konkrétní negativní slova jako je "zranění" nebo "bomba" se lišila od neutrálních a pozitivních slov v souvislosti s mentálními představami (Kanske & Kotz, 2007).

Studie Fritscheho a Kuchinkeho zkoumala, jak konstruktivistické učení ovlivňuje neurální zpracování slov jako možné klíčové faktory pro získání emocionální konotace slov. Dvacet jedna účastníků studovalo v pěti po sobě jdoucích dnech asociace mezi nesmyslnými „pseudoslovy“ a nepříjemnými nebo neutrálními obrázky s využitím hodnotícího vzoru. Následně byly zaznamenány evokované potenciály, zatímco účastníci implicitně zpracovávali naučené emocionální relevance. Emocionální a neutrální slova byla prezentována spolu s „pseudoslovy.“ Výsledky studie ukazují ERP odezvu při rozpoznávání emočních slov a ukazují, že konstruktivistické učení je vhodné k tomu, aby vytvářelo emocionální slovní asociace a vysvětlilo odezvu ERP (Fritsch & Kuchinke, 2013).

² LPC – late positive component, pozdní pozitivní komponenty evokovaných potenciálů, obvykle doprovázejí nějaký psychický ekvivalent (Hovorka, 2003)

Wang se svými kolegy se při zkoumání ERP odezvy na emočně zbarvená slova zaměřil kromě běžných podstatných jmen také na jména vlastní. Na rozdíl od běžných podstatných jmen, jména osob se vztahují k jedinečné bytosti a mají obecně funkci odkazování. Autoři využili evokovaných potenciálů, aby prozkoumali časový průběh zjišťování emocionálního významu podstatných jmen a názvů. Emocionální valence jmen a podstatných jmen byla zpracována odděleně. Výsledky ukazují efekty N1 v reakci na emocionální valenci pouze pro podstatná jména. To by mohlo odrážet automatickou pozornost zaměřenou na emocionální podněty. Absence takového účinku na názvy podporuje představu, že emocionální význam provedený jmény je přístupný až po rozpoznávání slov a identifikaci osob. Kromě toho obě jména s negativní valencí a emočně zbarvená podstatná jména vyvolala ke konci pozitivní účinky, které byly spojeny se zhodnocením emocionálního významu. Tento pozitivní efekt začal dříve u podstatných jmen než u názvů, ale s podobnou dobou trvání. Výsledky studie naznačují, že ve vyhledávání emočního významu názvů a podstatných jmen emocionálního významu jsou zapojeny odlišné neurální systémy (Wang, Zhu, Bastiaansen, Hagoort & Yang, 2013).

Studie Zhanga a jeho kolegů zkoumala reakce na emočně zbarvená slova. Rychlé reakce na emocionální slova hrají dle Zhanga klíčovou roli v sociální komunikaci. Studie využila evokovaných potenciálů, aby zkoumala časový průběh neurálních dynamik podílejících se na zpracování emočních slov. Účastníci se zhostili úkolu, ve kterém se jim rychle prezentovala pozitivní, negativní a neutrální přídavná jména. Výsledky ukazují, že, podobně jako u třístupňového modelu zpracování obličejových emocí, neutrální zpracování emočně zbarvených slov může být také rozděleno do tří etap. Tato zjištění vedla autory k názoru, že povaha emoce může být analyzována v mozku nezávisle na typu stimulu a že třístupňový systém může být běžným modelem pro emocionální zpracování informací. (Zhang et al., 2014).

Schapkin a jeho kolegové svým účastníkům prezentovali emoční slova unilaterálně. Tato studie měla za úkol objasnit funkční role odlišných komponent evokovaných potenciálů jako ukazatele zpracování emocí. Studie též prozkoumala účinek emocionální konotace slov na lateralizaci hemisfér. Účastníci výzkumu byli ve věku od dvaceti čtyř do třiceti čtyř let. Vizualní evokované potenciály byly evidovány, aby jednostranně prezentovaly pozitivní, negativní a neutrální slova, která by měla být roztržena podle jejich emocionální konotace (Schapkin, Gusev & Kuhl 2000).

Nasrallah se svými kolegy na univerzitě v Londýně zrealizovali několik experimentů, ve kterých zkoumali zvýšenou citlivost na negativní slova. Prvního experimentu se zúčastnilo dvacet sedm respondentů ve věku osmnácti až čtyřiceti čtyř let, přičemž průměrný věk byl

dvacet šest let, a z tohoto vzorku bylo dvacet žen. Rodným jazykem všech účastníků ve všech třech experimentech byla angličtina. K experimentu bylo použito osmdesát osm negativních, osmdesát osm pozitivních a sto sedmdesát šest neutrálních slov vybraných z Handbook of Semantic Word Norms. Slova byla zvolena tak, že stupnice jedna znamenala nejvíce negativní a stupnice sedm znamenala nejvíce pozitivní. Délka slov se pohybovala mezi třemi a osmi písmeny. Experiment se konal v tlumeně osvětlené místnosti. Ke spuštění experimentu výzkumníci použili psychologický software E-Prime 1. Slova byla na obrazovce počítače promítána jen na zlomek sekundy. Druhého experimentu se zúčastnilo dvacet tři respondentů (ve věku osmnácti až dvaceti sedmi let, průměrný věk dvacet jedna let, z toho sedmnáct žen). Podněty a postup ve druhém experimentu byly podobné prvnímu experimentu. Také zde bylo shromážděno individuální hodnocení valence a použit stejný postup, aby vyrovnal extrémnost valence. To mělo za následek odstranění deseti negativních a sedmi pozitivních slov v průměru na jednoho účastníka. Výsledky studie jasně prokázaly zvýšenou citlivost na negativní slova oproti slovům pozitivním, a tak byla jasně potvrzena hypotéza, že při percepčním zpracování je vyšší efektivita negativních stimulů oproti stimulům pozitivním (Nasrallah, Carmel & Lavie, 2009).

3.4.1 Neurofyziologický podklad zkoumání emočních slov

Zajímavá studie R. Jończyka se zabývá hemisférickými asymetriemi v případě zpracovávání emočně zabarvených slov. Jończyk zkoumá hemisférickou specializaci u emocionálních slov mezi nerodilými anglickými mluvčími prostřednictvím paradigmatu rozděleného zorného pole. Výzkumu se zúčastnilo šedesát osm žen, přičemž všechny byly velmi zdatné v angličtině. Podněty zahrnovaly dvanáct pozitivních podstatných jmen, dvanáct negativních, dvanáct neutrálně zabarvených slov a třicet šest „pseudoslov.“ Ke zkoumání lateralizace emocí byly podněty prezentovány unilaterálně náhodným způsobem. Percepční data ukázala výhodu pravé hemisféry při zpracování negativních slov a komplementární roli obou hemisfér v rozpoznávací přesnosti experimentálních stimulů. Data indikují, že vnímání emocionálních slov v jiném jazyce, než je náš rodný, může vyžadovat větší interhemisférickou komunikaci, ale zároveň demonstruje specifickou úlohu pravé hemisféry při zpracovávání negativních slov (Jończyk, 2014).

V. Rochas a jeho kolegové na univerzitě v Londýně zkoumali zpracování slov ve spojení spánkového a týlního laloku pomocí EEG a TMS. Výzkumníci zkoumali přínos obou hemisfér při zpracovávání emočně zabarvených a neutrálních slov. Analýza EEG odhalila účast spojení týlního a spánkového laloku při detekci slov v obou hemisférách (Rochas, Rihs, Rosenberg, Landis & Michel, 2014).

3.5 Kombinace jednotlivých podnětů

Emocionální efekt v evokovaných potenciálech byl zaznamenán již pro celou řadu vizuálních podnětů včetně emocionálních slov, obrázků a obličejových výrazů. Stále je však známo jen velmi málo o aktuální porovnatelnosti emočních účinků v souvislosti s použitím odlišných podnětů (Bayer & Schacht, 2014).

Studie skupiny výzkumníků z Číny se zaměřila ve svém výzkumu na porovnání emočně zabarvených slov s obrázkovými podněty. Cílem studie bylo ověřit efekt emoční facilitace za pomoci slovně-obrázkových úkolů s využitím evokovaných potenciálů. Dvacet jedna jedinců bylo požádáno, aby roztrídili obrázky čínských slov (centrálně nebo laterálně umístěných) dle emoční valence. Autoři mimo jiné zkoumali i reakční časy jednotlivých účastníků. Při prezentaci centrálně i laterálně umístěných slov byly reakční časy rychlejší ve srovnání s prezentací obrázků. Výsledky ukázali, že nebyl prokázán signifikantní rozdíl v různých emočních třídách v případě emočně zabarvených slov (Liu, Xin, Jin, Hu & Li, 2010).

Studie Bayera a Schachta se zaměřila na porovnání různých stimulů, přičemž se ukázaly jasné rozdíly, a to zejména v souvislosti s valencí. Tato studie zaplnila mezeru ve zkoumání emocionálních efektů v reakci na slova, obrázky a výrazy obličeje s použitím interindividuálního vzoru. V souvislosti s použitím emočních slov byly odezvy převážně na pozitivní podněty, u obrázků a výrazů obličeje převládaly odezvy na negativní podněty. Cílem studie bylo porovnat emocionální efekty v souvislosti s evokovanými potenciály mezi třemi podnětovými oblastmi nejčastěji se vyskytujícími v rámci vizuální modality. A to obrázky emocionálních scén nebo věcí, obličejovými emočními výrazy a psanými slovy. Tato studie měla dva hlavní cíle. Za prvé chtěla prozkoumat možné rozdíly v emocionálních efektech v evokovaných potenciálech mezi třemi podnětovými oblastmi. Přesněji řečeno se studie snažila odpovědět na otázky, zda by důsledky citového obsahu snížily absenci odpovědí na slova ve srovnání s obrázky nebo výrazy obličeje a zda by tam mohla být pozitivní zaujatost pro slova a zaujatost negativní pro obrázky a výrazy obličeje. Druhým cílem studie bylo poskytnout empirické důkazy pro tento teoretický předpoklad shromážděním jak valence, tak vzrušení,

a ohodnotit všechny experimentální podněty pomocí nezávislého vzorku účastníků. Data byla získána od pětadvaceti německých rodilých mluvčích, přičemž jeden soubor dat byl z analýzy vyloučen kvůli leváctví účastníka. Výzkumu se zúčastnilo dvacet čtyři osob (průměrný věk 25,4 let, SD 4,9). Podnětových materiálů bylo sedmdesát dva v každé kategorii (jak tváří, tak obrázků a slov). Slova byla vybrána z berlínského Affective Word List Reloaded, přičemž byla použita pouze podstatná jména. Co se týče dimenze vzrušení, pozitivní a negativní slova byla hodnocena jako výrazně více vzrušující než neutrální slova. Obrázkové podněty byly vybrány z databáze IAPS. Potvrdilo se, že negativní a pozitivní obrázky vykazovaly podstatně vyšší hodnotu vzrušení, než vzbuzovaly neutrální obrázky. Obličejové podněty se skládaly z portrétů různých osob se šťastným, neutrálním nebo našťvaným výrazem obličeje. Bylo potvrzeno, že našťvané tváře byly vnímány jako mnohem více nepříjemné než tváře šťastné a neutrální a že šťastné tváře byly hodnoceny jako mnohem příjemnější než neutrální a našťvané tváře. Bylo zjištěno, že mezi podnětovými oblastmi (slova, obrázky a tváře), nebyly žádné významné rozdíly (Bayer & Schacht, 2014).

Trojice výzkumníků, Liu, Sourina a Nguyen, se zabývá rozpoznáváním emocí s pomocí EEG v reálném čase, kde jako podněty pro svůj výzkum použili kombinaci zvukových a hudebních podnětů. Zaměřují se zde na rozpoznávání skrytých emocí ze signálu elektroencefalogramu. Navrhují model fraktálních dimenzí na základě kvantifikace algoritmu za použití klasického modelu Valence - Vzrušení. Byly navrženy a realizovány dva emoční experimenty, první s hudebními podněty a druhý s podněty zvukovými s využitím databáze IADS (International Affective Digitized Sounds). Algoritmus reakčního času byl navržen, proveden a testován tak, aby se rozpoznávalo šest emocí jako je cítit strach, být frustrovaný, smutný, šťastný, cítit se příjemně a být spokojený. Výzkum byl realizován ve 3D virtuálním prostředí. Pacientům se mimo jiné přehrávala i hudba, aby jim pomohla řešit jejich problémy jako jsou bolesti a deprese. Byl navržen a realizován webový hudební přehrávač, založený na EEG, který dokáže přehrát hudbu podle aktuálního emočního stavu uživatele (Sourina et al., 2011).

4 Faktory korelující se zkoumáním emočních stimulů

Ve této části práce jsou zmapovány výzkumy spojené se zkoumáním emočních stimulů, převážně tedy emočních slov. Mimo zajímavých výzkumů z různých oblastí se tato kapitola zaměřuje převážně na roli paměti a dále na roli pozornosti při zkoumání emočních podnětů.

Molnár s kolegy zkoumal vliv působení věku v souvislosti s reakcí na emočně zbarvená slova. Výzkumu se zúčastnila skupina mladých lidí (průměrný věk 21,26 let) a lidí pokročilejšího věku (průměrný věk 65,73 let). Úkolem bylo reagovat na slovo s valencí (neutrální, negativní, pozitivní) a nevnímat si ostatních s odlišnou valencí. Slova byla vybrána z databáze Affective Norms for English Words (ANEW). Pro slova s negativní valencí byl výkon lepší v případě nezacílených podnětů u skupiny mladých lidí. Výsledky naznačují, že inhibice vyvolaná nepříjemnými událostmi je zaznamenána rovněž pro slovní podněty a je nejúčinnější u mladých lidí (Molnár et al., 2013).

Zajímavý výzkum provedl Kashdan se svými kolegy ve Spojených státech, kde jako faktor korelující se zkoumáním emočních slov použil uvažování o své vlastní smrti. Čtyři experimenty, tři z nich průřezové a jeden longitudinální, testovaly hypotézu, zda uvažování o své vlastní smrti vytváří posun směrem k používání pozitivně zbarvených slov. Účastníci, kteří psali o své vlastní smrti, v porovnání s těmi, kteří psali o bolesti zubů, použili ve svém vyprávění více pozitivně zbarvených slov (experimenty 1a a 1b). Druhý experiment zjistil, že uvažování o vlastní smrti (více než šest dnů) zvyšuje používání pozitivně zbarvených slov. Třetí experiment ukázal, že čím více pozitivně zbarvených slov účastníci použili, když uvažovali o své smrti, tím se ukázala větší obrana světonázoru. Tyto výsledky naznačují, že to, jaká používáme slova, nám nabízí pohled na to, jak mysl reaguje na tematiku úmrtnosti (Kashdan et al., 2014).

4.1 Role paměti při zkoumání emocí

Prohloubení zapamatování emočně podbarvených jevů (uložené v tzv. deklarativní paměti), je velmi pozoruhodnou skutečností, která se promítá do každodenního života. Toto tvrzení potvrzuje i rozsáhlý výzkum na zvířatech, který poukazuje na to, že klíčovou roli by v tomto procesu mohly dle Cahilla a McGaughy (1998, in Kulišťák, 2003) hrát funkčně stresové hormony a anatomicky komplex amygdaly. Amygdala tedy není místem ukládání dlouhodobých

explicitních nebo deklarativních vzpomínek, pouze ovlivňuje jejich ukládání v mozkových strukturách – hippocampu, striatu³ a neokortexu (Kulišťák, 2003).

Prohloubení zapamatování emočně podbarvených jevů (uložené v tzv. deklarativní paměti) je velmi pozoruhodnou skutečností, která se promítá do každodenního života. Toto tvrzení potvrzuje i rozsáhlý výzkum na zvířatech, jenž poukazuje na fakt, že klíčovou roli by v tomto procesu mohly dle Cahilla a McGaugha (1998, in Kulišťák, 2003) hrát funkčně stresové hormony a anatomicky komplex amygdaly. Amygdala tedy není místem ukládání dlouhodobých explicitních nebo deklarativních vzpomínek, pouze ovlivňuje jejich ukládání v mozkových strukturách – hippocampu, striatu⁴ a neokortexu (Kulišťák, 2003).

Zajímavý výzkum provedl Cahill, který prokázal roli amygdaly jak při ukládání, tak i při vybavování emočně významných, ale i neutrálních informací. Jedincům bylo v průběhu tří až sedmi dnů promítnuto dvanáct emočně významných filmových sekvencí a stejný počet neutrálních. Po každé části byla měřena úroveň emoční reakce. Po třech týdnech byli účastníci výzkumu požádáni, aby si pokusili vybavit jednotlivé filmové úseky. Byla tak potvrzena domněnka, která se očekávala; jedinci si tedy vybavili mnohem větší počet emočně významných frekvencí v porovnání s neutrálními (Cahill, 1996 in Kulišťák, 2003).

4.1.1 Zapamatování emočních podnětů

Výzkum Hammanna (2001) ukázal, že je mnohem více pravděpodobné, že si zapamatujeme emočně zbarvený materiál než neutrální. Současná studie Brandta využila přímého zapomínání, aby vyzkoušela, zda platí, že negativně zbarvená slova jsou nejen snadněji zapamatovatelná, ale také mnohem obtížněji zapomenutelná. Experimentu se zúčastnilo sedmnáct účastníků z univerzity v Roehamptonu (šestnáct žen a jeden muž). Účastníci se pohybovali ve věkovém rozmezí mezi osmnácti a třiceti šesti lety (průměrný věk 23,5 let). ERP byly změřeny tak, aby bylo možné zkoumat průběh selektivního opakování a aktivní inhibice v přímém zapomínání. Výsledky prokázaly vliv přímého zapomínání jak v případě neutrálních, tak i v případě negativních slov. V případě negativních slov byl účinek silnější (Brandt, Nielsen & Holmes, 2013).

³striatum corpus striatum – část bazálních ganglií

Jiná studie používá behaviorální a elektrofyziologické měření, aby zkoumala procesy zprostředkující dlouhodobé rozpoznávání vzpomínek v případě emočních a neutrálních obrázků. Výsledky ukazují zdokonalení vzpomínek na emocionálně vzrušující snímky ve srovnání s neutrálními obrázky, které vykazovaly nižší míru vzrušení. V souladu s behaviorálním chováním byly pozorovány efekty v ERP pro emoční obrázky. Výzkumu se zúčastnilo třicet studentů (dvacet dva žen). Věk účastníků se pohyboval mezi devatenácti a dvaceti devíti lety (průměrný věk 21,9 let). Jako stimulační materiály bylo použito celkově dvě stě dvacet dva snímků, které byly vybrány ze standardizovaného souboru fotografií, rozdělené na příjemné (zahrnující milostné dvojice, šťastné rodiny, dobrodružství a sport), nepříjemné (zahrnující mrzačení, hrozby a útoky) a neutrální obrázky (přírodní scény, budovy a neutrální osoby) (Weymar, Löw, Melzig & Hamm, 2009).

Studie Baileyho a Chapmana zkoumala zapomínání s možností výběru. Prvního experimentu tohoto výzkumu se zúčastnilo třicet dva účastníků (dvacet jedna žen, přičemž průměrný věk činil 24,5 let). Rodným jazykem všech účastníků byla angličtina. Na začátku účastníci dostali instrukce, že jim budou zobrazeny řady slov, z nichž některé budou uvedeny v modrém textu a další v červené barvě. Polovina účastníků byla požádána, aby si zapamatovala pouze modrá slova a aby se pokusili zapomenout na slova napsaná v červené barvě. Pro druhou polovinu účastníků byly instrukce obráceny. Druhého experimentu se zúčastnila skupina dvaceti čtyř účastníků, (z toho šestnáct žen, přičemž průměrný věk činil 26,9 let). Předtím, než fáze kódování začala, účastníci byli požádáni, aby se snažili zabránit mrknutí oka a pohybům těla během snímání elektroencefalografem. Autoři došli k závěru, že i když jsou jednotlivé položky prezentovány současně s paměťovými instrukcemi, emoce ani paměťové instrukce by neměly zabránit odlišnému zpracování emocí nebo řízenému zapamatování instrukcí během kódování (Bailey & Chapman, 2012).

Dalším zajímavým výzkumem s využitím paměti byl výzkumu Maratose a jeho kolegů z Londýnské univerzity. Ti využili evokovaných potenciálů k tomu, aby zkoumali nervovou aktivitu vyvolanou negativně a neutrálně zabarvenými slovy během úkolů na posuzování paměti. Hlavní rozdíl mezi těmito dvěma třídami slov spočíval v tom, že počet falešných poplachů na negativní položky byl přibližně dvojnásobný než v případě neutrálních slov (Maratos, Allan & Rugg, 2000).

4.2 Role pozornosti při zkoumání emocí

4.2.1 Zkoumání obličejových emocí a ovlivnění mechanismem pozornosti

Zpracování tvářových informací je do jisté míry značně ovlivněno mechanismem pozornosti.

Wuilletier (2001, in Koukolík, 2006) se svými kolegy zkoumal vliv pozornosti spolu s vlivem rozdílu emočního výrazu u dvanácti zdravých jedinců za pomoci fMR. Jako podnětové materiály byly použity dva obrázky budov a dva obrázky lidských tváří, přičemž se střídala četnost neutrálních a ustrašených výrazů. Tváře i budovy byly účastníkům prezentovány jak horizontálně, tak i vertikálně. Účastníci měli za úkol věnovat pozornost buď vertikálním nebo horizontálním podnětům a rozlišovat, zda se jednotlivé podněty od sebe nějakým způsobem liší; tedy, zda jsou stejné, nebo jiné. Jak výzkumníci očekávali, došlo k aktivaci tvářových podnětů příslušné okcipitotemporální neuronální sítě. Dále předpokládali, že ustrašený výraz v tváři vyvolá aktivaci amygdali, gyru cignuli a dalších prefrontálních oblastí, což výzkum potvrdil. Výsledky lze tedy shrnout následně: „*Mechanismus orientované pozornosti neovlivňuje odpověď amygdaly na pozorování ustrašené tváře, zatímco výrazně moduluje aktivitu fusiformní kůry,*“ (Koukolík, 2006, 63).

V jiném experimentu se Wulmier a Schwartz (2001, in Koukolík, 2006) snažili zjistit, jak mohou emoční podněty ovlivnit orientovanou zrakovou pozornost. Experiment provedli na třech účastnících, kteří měli levostranný syndrom opomíjení a extinkci, což u nich bylo následkem cévní mozkové příhody parietálního typu. I zde bylo jako podnětových materiálů použito obrázků tváří, v tomto případě však kreslených. Použity byly tři typy výrazu, a to výrazy šťastné, neutrální a hněvivé. Kromě obrázků tváří byly prezentovány kontrolní podněty v podobě tvarů, které připomínaly tvar obličeje. Jednalo se o takzvané dvojité soustředné elipsy, na kterých byly vyznačené určité znaky připomínající oči a nos. Podněty byly účastníkům prezentovány jednostranně nebo oboustranně. V případě, kdy byly podněty prezentovány jednostranně, nebyl zjištěn výrazný rozdíl. Ovšem v případě, kdy se podněty prezentovaly oboustranně, se projevila v levé části výrazná extinkce, která však postihovala tvary podstatně více než tváře.

4.2.2 Pozornost při zkoumání emočních podnětů

Zajímavý výzkum Kisslera a jeho kolegů zkoumal roli pozornosti při zpracování emočních slov. Emocionální slova jsou dle autorů přednostně zpracovávána během tichého čtení. Výzkumníci zkoumají, do jaké míry jednotlivé komponenty vizuálních evokovaných potenciálů, a to P1⁵ a N1⁶, reagují rozdílně na emocionální slova, a zda tato reakce závisí na pozornosti. Výzkumu se zúčastnilo dvacet dobrovolníků z řad studentů (deset žen, deset mužů). Jejich průměrný věk byl 23,9 let (věkové rozmezí bylo zhruba dvacet až třicet jedna let). Jako podnětové stimuly bylo použito sto devadesát osm německých slov, z toho devadesát devět přídavných jmen a devadesát devět podstatných jmen. U obou slovních druhů byl odlišný emocionální obsah jednotlivých slov. Třicet tři slov bylo velmi nepříjemných, třicet tři slov neutrálních a třicet tři slov velmi příjemných. Subjekty si prohlédly náhodné sledy jak příjemných, tak i neutrálních a nepříjemných přídavných a podstatných jmen. Nejprve byly subjekty instruovány, aby jednoduše četly slova a pak počítaly buď jednotná přídavná jména nebo jednotná podstatná jména.

Neobjevily se žádné konzistentní účinky ani na jedné z komponent P1 nebo N1. Nicméně jak při čtení, tak i při počítání, EPN⁷ byla posílena pro emocionálně vzrušující slova (příjemná a nepříjemná) bez ohledu na to, zda slovo patřilo do cílové nebo necílové kategorie. Úkolem efektu na EPN bylo omezení na adjektiva, ale efekt nebyl v interakci s emocionálním obsahem. Později LPC (450-650 ms) ukázala velké vylepšení pro třídy slov. Malý a topograficky odlišný LPC efekt byl nalezen právě v reakci na příjemná slova, a to jak při tichém čtení, tak při aktivním úkolu. Emocionální obsah slov je tedy zpracován bez námahy a automaticky (Kissler, Herbert, Winkler & Junghofer, 2009).

⁵ Komponenta ERP, charakteristická pozitivním vychýlením, které má svůj vrchol přibližně okolo 120 ms na elektrodě Oz a je obohacena o pocit strachu ve srovnání s neutrálními obličejí (Luck & Kappenman, 2012).

⁶ Komponenta ERP, citlivá na emocionální obsah vizuálních podnětů, je větší pro příjemné a nepříjemné ve srovnání s neutrálními obrazy a byla interpretována jako odraz vizuálního emočního obsahu (Luck & Kappenman, 2012).

⁷ Komponenta ERP je obecně pozorována jako relativní negativita pro emocionální obsah mezi 200 a 300 ms na okcipitálních místech. EPN je citlivá na vnímání aspektů na podněty selektivní pozornosti a je spojena s vizuálním zpracováním emocí.

Praktická část

II. Úvod do praktické části

Praktická část bakalářské práce se zaměřuje na realizaci výzkumného projektu, tedy laboratorního experimentu, který byl sestaven pro zkoumání ERP emoční odezvy na různé třídy emočních a neutrálních slov.

Experiment byl realizován v Neuropsychologické laboratoři Jihočeské univerzity, přičemž výzkumu se zúčastnilo jedenáct dobrovolníků z řad vysokoškolských studentů. Evokované potenciály byly měřeny pomocí EEG systému typu Biosemi, přičemž data byla zpracovávána v programu EEGlab.

Předpokládá se, že bude prokázán signifikantní rozdíl mezi různými emočními třídami, přičemž bude použita jedna alternativní hypotéza a s ní spojené subhypotézy, které se již budou vztahovat ke konkrétním emočním třídám. Domnívám se, že na respondenty zapůsobí nejen dané slovo a jeho význam, ale též intonace mluveného hlasu.

Dále bude hrát pravděpodobně velkou roli míra subjektivity emocí. Různá slova mohou v účastnících výzkumu vyvolat různé emoce. Velkou roli ve vnímání slov budou pravděpodobně hrát minulé prožitky účastníků. Řada výzkumů mimo jiné také potvrzuje, že negativní podněty jsou schopné vyvolávat silnější emocionální reakci než pozitivní.

5 Výzkumný problém a hypotézy

5.1 Výzkumný problém

V rámci stanovení výzkumného problému je tedy zkoumána odezva evokovaných potenciálů na různě zabarvená emoční slova. Lze si tedy položit následující otázku:

Lze v EEG signálu detekovat různé třídy emočně nabitých slov?

5.2 Cíl výzkumu

Cílem mého výzkumu bude zjistit vliv emocí, konkrétně emočně zabarvených slov, na mozkovou aktivitu. Stěžejní pro můj výzkum je tedy zkoumání ERP emoční odezvy. Dále je cílem zjistit, zda lze v EEG signálu detekovat různé třídy emočně zabarvených slov, a to jak pozitivní a negativní slova, tak i slova neutrální. Výsledky většiny studií prokazují výraznější odezvy v případě pozitivních a negativních slov v porovnání s neutrálními. Dále bylo cílem zjistit, zda se rozdíl v jednotlivých emočních třídách prokáže jako statisticky signifikantní.

5.3 Hypotézy

Pro výzkumné účely mé bakalářské práce byla stanovena jedna hlavní hypotéza a několik subhypotéz. Dále byla stanovena i nulová hypotéza.

H1: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaném potenciálu pro různě zabarvená emoční slova

H1a: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaném potenciálu mezi pozitivní a negativní třídou slov

H1b: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaném potenciálu mezi pozitivní a neutrální třídou slov

H1c: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaném potenciálu mezi neutrální a negativní třídou slov.

H₀: Neexistuje signifikantní rozdíl v evokovaném potenciálu pro různě zabarvená emoční slova

6 Metodologická východiska

Pro výzkum byl zvolen kvantitativní přístup získávání dat, přičemž byla použita metoda experimentu. Experiment je, jak již bylo několikrát zmíněno v mnoha publikacích, především prostředek ke zjišťování kauzálních vztahů mezi dvěma nebo i několika proměnnými. Cílem experimentu je tedy verifikovat nebo falzifikovat hypotézu (Ferjenčík, 2000).

V experimentu bylo tedy manipulováno s nezávislou proměnnou, která nabývala tří hodnot a to hodnoty pozitivní, negativní a neutrální.

Jako metoda výběru vzorku byla použita metoda sněhové koule neboli lavinový výběr. Jedná se o typ nepravděpodobnostního výběru, kdy všechny osoby nemají stejnou šanci, že budou vybrány do výběrového souboru.

7 Experimentální design

7.1 Výzkumný vzorek

Výzkumný vzorek obsahuje $n = 11$ subjektů. Věk účastníků se pohyboval mezi dvaceti dvěma a třiceti lety, přičemž průměrný věk subjektů činil 24,6 let. Vzorek sestával z vysokoškolských studentů různého studijního zaměření z Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Zúčastnili se ho dva studenti z Přírodovědecké fakulty, jedna studentka z Fakulty zemědělské, jedna studentka z Fakulty ekonomické a dále čtyři studentky a tři studenti studující pedagogické obory. Celkové genderové rozdělení tedy bylo $n_{\text{muži}}=5$, $n_{\text{ženy}}=6$. Všichni účastníci s výzkumem dobrovolně souhlasili.

7.2 Vytvoření experimentu

Pro účely mého experimentu, který spočíval v měření elektrické aktivity během emoční stimulace bylo jako podnětů využito emočních slov. Sestavila jsem databázi emočně zabarvených a neutrálních slov. Databáze byla vytvořena za pomoci obrázkové databáze IAPS, přičemž stěžejním materiálem pro můj výzkum byla zahraniční databáze SentiWordNet.

Celkem bylo použito tři sta stimulů, které reprezentovaly tři odlišné třídy slov. Sto stimulů reprezentovalo pozitivní třídu a sto stimulů reprezentovalo negativní třídu emočně zabarvených slov. Dále byla použita neutrální slova, kde bylo také použito sto stimulů. Při sestavování databáze bylo důležité, aby byla slova přibližně stejně dlouhá, abychom předešli zkreslení výsledků. Použitá slova byla pětipísmenná a šestipísmenná. Proběhlé výzkumy v této oblasti se zaměřují na různé slovní druhy (přídavná jména aj.), případně vlastní jména, názvy apod. Pro účely mého experimentu bylo využito pouze podstatných jmen.

Slova byla nahrána za pomoci programu Český hlas v Mac os X. Dalším krokem bylo rozdělení zvukových stop na jednotlivé zvuky. K převedení byl použit program Audacity, který umožňuje oddělení jednotlivých zvuků ze zvukové stopy včetně odstranění přebytečných pauz. Následně byly jednotlivé zvuky převedeny do Windows Commander. Následně byl vytvořen audio-experiment, který měl celkové trvání dvanáct minut a obsahoval tři sta stimulů. Mezi jednotlivými stimuly byla nastavena mezera, jež se pohybovala v rozmezí 1500 – 1800 milisekund a byla měněna z toho důvodu, abychom zabránili vlivu stereotypie. Před vytvořením experimentu byla slova náhodně rozdělena, střídala se tedy četnost pozitivních, negativních a neutrálních slov.

7.2.1 SentiWordNet

SentiWordNet je databáze, která umožňuje základní emoční evaluaci slov. Rozlišuje tedy slova do tří kategorií na základě positivity, negativity a objektivit. Tato databáze využívá ke klasifikaci pozitivních a negativních slov hodnotu dimenze Valence-Arousal. Současná oficiální verze SentiWordNet 3.0 je napojena na WordNet 3.0. SentiWordNet je distribuována pod licencí Unported (CC BY-SA 3.0) Attribution-ShareAlike 3.0. Tato licence mimo jiné umožňuje použití SentiWordNet i v komerčních aplikacích, a to za předpokladu, že aplikace zmiňuje použití SentiWordNet a je přičítána jejím autorům. K vytvoření databáze byl mimo jiné inspirací i Asociační experiment.

7.3 Průběh experimentu

Experiment proběhl v Neuropsychologické laboratoři Jihočeské univerzity. Experiment se konal v tlumeně osvětlené místnosti. Účastníci měli po celou dobu experimentu otevřené oči. Dále byl proband informován o průběhu výzkumu. Následně byl zapojen elektroencefalograf. Účastníci výzkumu poté dostali instrukce, aby se pohodlně usadili v místnosti, přičemž jim bylo řečeno, že veškeré instrukce budou promítnuty na obrazovce počítače. Experiment byl spouštěn pomocí softwaru Presentation. Po spuštění experimentu se tedy účastníkům na monitoru počítače objevila následující instrukce na černém pozadí: *„Za chvíli uslyšíte sérii slov. Usadte se pohodlně, experiment za chvíli začne.“* Po dokončení experimentu se probandovi opět objevila instrukce, že je experiment u konce. Samotná experimentální část tedy proběhla tak, že subjekt během dvanácti minut vyslechl celou sadu slov. Bezprostředně po experimentu byl s účastníky proveden krátký rozhovor zaměřený na jejich subjektivní pocity. Úkolem účastníků také bylo pokusit se vzpomenout a vybavit si slova, která na ně působila obzvláště příjemně či nepříjemně, případně slova, se kterými si spojovali pro ně důležité asociace.

7.4 Popis měřicího přístroje

Pro měření elektrické aktivity jsem použila EEG systém typu Biosemi (viz obrázek č. 6). Jedná se o neinvazivní typ EEG přístroje, kdy je signál měřen na 32 elektrodách. Tento přístroj je jedním z nejmodernějších v rámci dostupné technologie a je schopen poskytnout maximální flexibilitu a konfiguraci. Slouží výhradně pro vědecké účely a výzkumné použití, nikoliv pro využití lékařské; proto není v praxi použitelný na diagnostiku ani na léčbu nemocí.

System Biosemi pracuje s programem Latest ActiView, jenž používáme pro nahrávání EEG záznamu, případně pro jeho následné prohlížení. Program je tedy využíván během celého měření, jež zahrnuje mimo jiné i instalaci a zapojení elektrod. K zapojení elektrod je pro zlepšení kvality signálu využíváno vysoce vodivého gelu, který je nanášen při zapojování všech jednotlivých elektrod.

8 Zpracování a analýza dat

Data jsem zpracovávala v programu EEGlab používaném v matematickém softwaru Matlab. V této části práce jsou popsány dílčí kroky zpracování dat. Data byla nejdříve importována do programu EEGlab v BDF formátu. Jednotlivé subjekty byly v programu nejdříve filtrovány na 0.1 Hz. Dále byla data re-referencována a byla nastavena vzorkovací frekvence z původních 2048 Hz na 1000 Hz. Dalším krokem byla kontrola lokalizace elektrod. Měření proběhlo na třiceti dvou elektrodách, kdy z jednoho záznamu (subjekt 9) byla vyřazena elektroda PO4 z důvodu velkého šumu v její oblasti. Bylo tedy nutné zkontrolovat převážně polohu referenčních elektrod.

8.1 Odstranění artefaktů

Z EEG signálu jsem odstranila artefakty ze všech jedenácti záznamů. Odstraněné artefakty byly nejčastěji reprezentovány očními pohyby, častým mrkáním apod. Při odstraňování artefaktů byl signál nastaven na 50 microvoltů. Pro snadnější detekci artefaktů bylo nastavení času zpřesněno na 30 sekund. Ze záznamu byly také odstraněny části, ve kterých se nenacházely žádné stimuly, tedy časový úsek od začátku experimentu po zaznamenání prvního stimulu a časový úsek po zaznamenání posledního stimulu do konce experimentu.

Dalším krokem bylo vytvoření epoch pro jednotlivé subjekty. Pro každý subjekt bylo vytvořeno šest epoch. Tři sady epoch byly vytvořeny pro začátek stimulu, tedy epocha pro pozitivní, neutrální a negativní slova. Jednalo se o začátek jednotlivých stimulů; tedy o moment, kdy byl zaznamenán počátek slova. Subjekt tak zatím neměl tušení, o jaké slovo se bude jednat. Zbylé tři sady obsahovaly epochy na konci stimulu; tedy část pro můj výzkum stěžejní. Pro začátky slov byla použita baseline⁸ v intervalu -1000 0, pro konce slova baseline, použita nebyla z toho důvodu, aby bylo možné sledovat čas i před událostí. Epochy tedy byly nastavené na -1 a 2, aby bylo možné sledovat časovou událost vteřinu před začátkem stimulu, průběh stimulu a následně i dobu po ukončení stimulu do doby začátku jiného.

⁸ Časový interval, označující časové období dané epochy, který v případě, kdy jsou jednotlivé epochy různé, používáme odlišný.

8.2 Vytvoření studie a designů

Z epoch byla následně vytvořena studie, jejíž součástí bylo celkem šest tisíc šest set událostí zahrnujících všech jedenáct subjektů, tedy šedesát šest bloků dat. Studie obsahovala celkem jedenáct subjektů, kdy každý subjekt disponoval šest seti událostmi (sto událostí na jedno emoční slovo, zahrnující i pauzy mezi slovy). Vzhledem k tomu, že se nejednalo o experiment, kde by byla použita kontrolní a experimentální skupina, byla data následně vyhodnocována v kontextu jedné skupiny jako celku. Součástí studie byl i subjekt, u kterého byla ze záznamu odstraněna elektroda Po4, přičemž elektroda v tomto případě byla dopočítána a byla tedy provedena interpolace elektrod.

Po vytvoření studie jsem vytvořila potřebné designy, které již reprezentovaly konkrétní zastoupení dané proměnné, jež byly předmětem mého výzkumu. Vytvořila jsem pět designů, s nimiž jsem pak dále pracovala. První z designů byl vytvořen pro začátky slov. Zahrnoval tedy tři podmínky, a to začátky pozitivních, negativních a neutrálních slov. Druhý design obsahoval konce pozitivních, negativních a neutrálních slov. Zbývající tři designy (design pro neutrální a negativní slova, design pro pozitivní a neutrální slova a design pro pozitivní a negativní slova) se již týkaly vzájemného vztahu všech tří proměnných, tudíž obsahovaly pouze dvě podmínky.

9 Interpretace a vyhodnocení výsledků

Po vytvoření studie byla data zprůměrována a za pomoci párové statistiky vyhodnocena. K vyhodnocení byla použita metoda ANOVY, přičemž k porovnání jednotlivých nezávislých proměnných byl použit párový T-test.

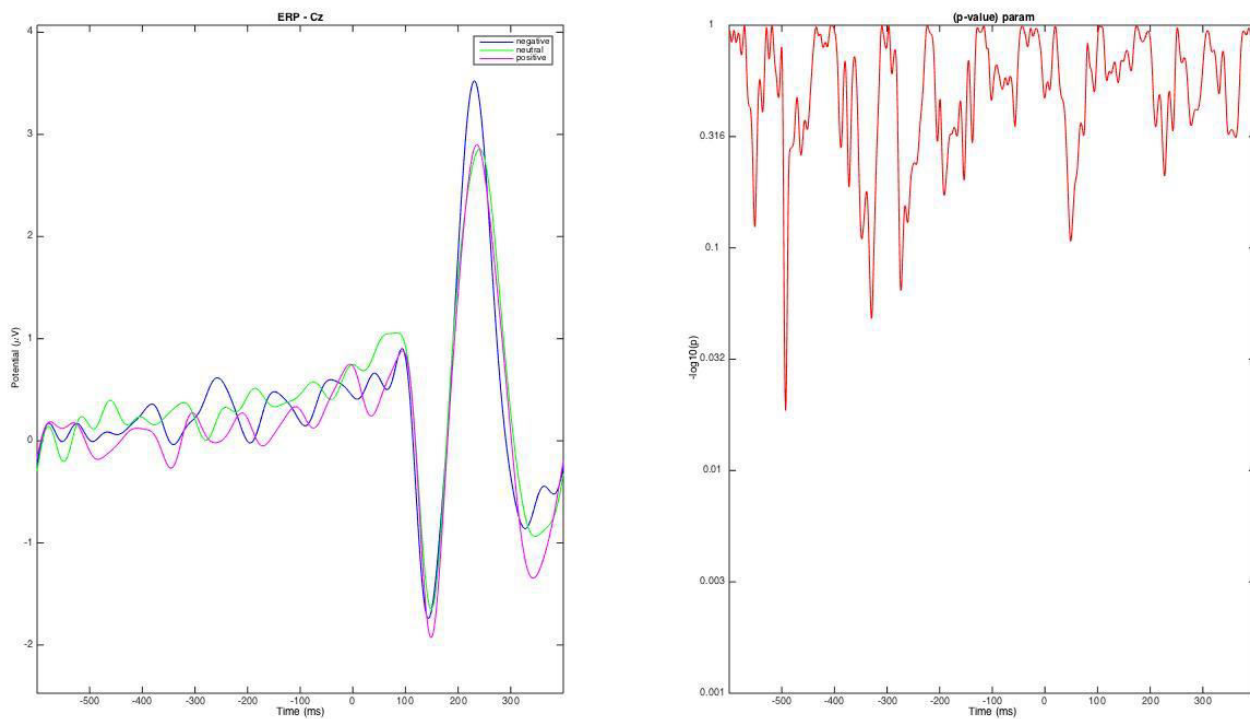
9.1 ANOVA

Metoda ANOVY (analysis of variance) neboli analýza rozptylu byla použita k statistickému vyhodnocení výsledku. Ty byly nejdříve zprůměrovány a dále pak za pomoci ANOVY vyhodnocen design začátků slov. Parametr pro časové omezení byl nastaven na -600 400 milisekund. Vzhledem k faktu, že evokované potenciály je nejlépe možné detekovat na elektrodách umístěných ve středu skalpu, nejsilnější odezva evokovaných potenciálu byla v experimentu lokalizována na elektrodě Cz. Výsledky na elektrodě Cz jasně ukazují, že byl detekován auditivní evokovaný potenciál (viz. obrázek č. 7).

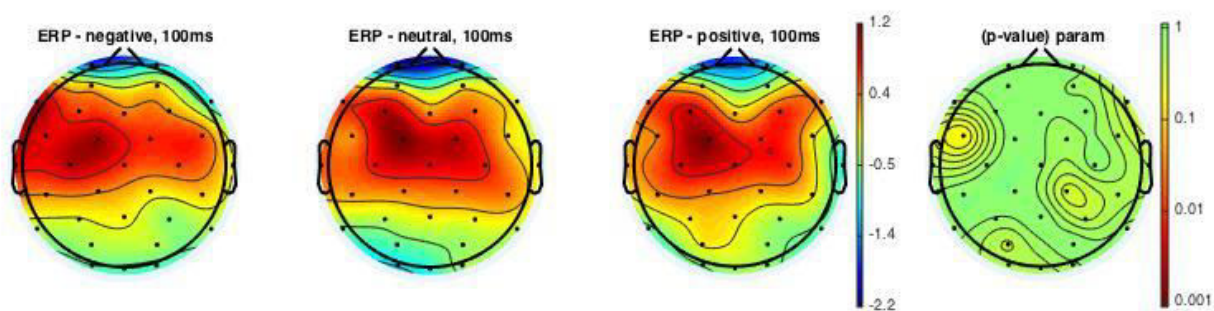
Rozdíl pro jednotlivé emoční třídy ale nebyl za pomoci statistiky zaznamenán jako signifikantní. V tomto časovém úseku se ovšem nepředpokládalo, že by se rozdíl prokázal jako signifikantní vzhledem k tomu, že se jednalo o časovou událost, v níž prozatím nebyla známa emotivita podnětu. To je dáno tím, že emoce není rychlejší než sémantika. Je tedy důležité, aby účastník nejprve pochopil a porozuměl sémantickému zpracování slova, tedy jeho významu, aby mohl definovat emotivitu podnětu.

Při statistickém vyhodnocení lokalizace jednotlivých emočních tříd na začátku slova na skalpu bylo použito všech elektrod. Opět bylo zjištěno, že nebyl prokázán signifikantní rozdíl v kontextu jednotlivých emočních tříd (viz obrázek č. 8).

Obr. 7: Porovnání všech tří emočních tříd na začátku slov

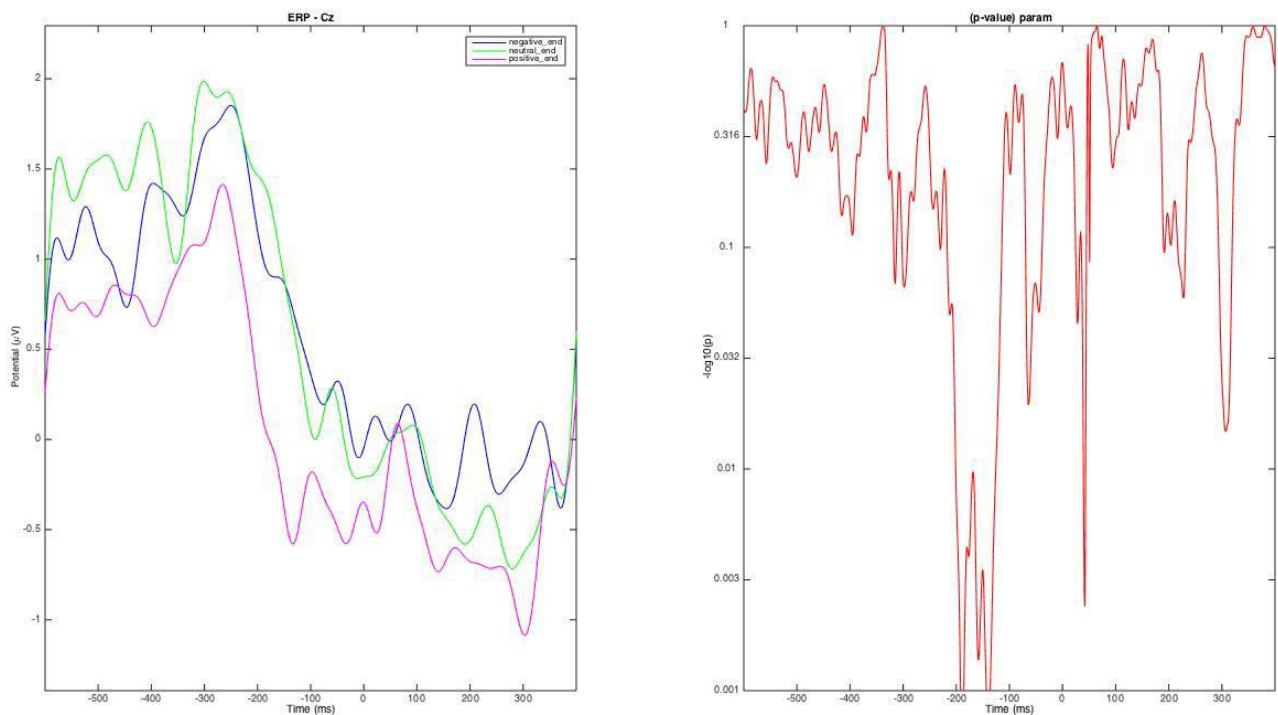


Obr. 8: Porovnání všech tří emočních tříd na začátku slova na scalpě

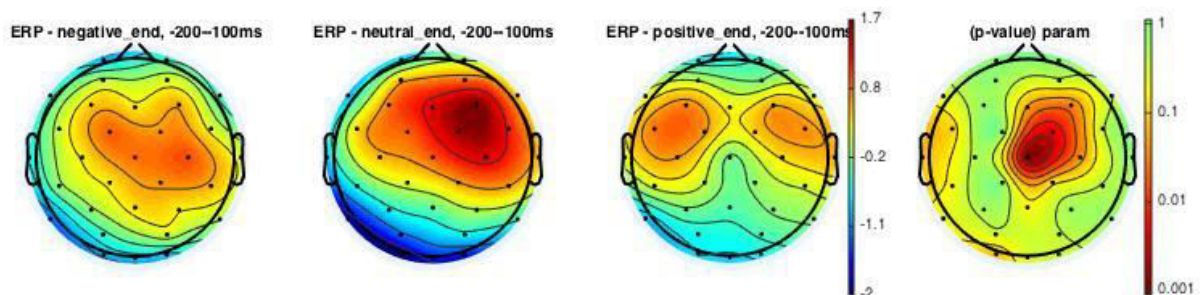


Opět pomocí ANOVY byl následně vyhodnocen druhý design, tedy design pro konce slov všech emočních tříd. Opět byla pro interpretaci použita elektroda Cz, kde byl stejně jako v prvním případě lokalizována nejsilnější ERP odezva. Zde se prokázal jasně viditelný signifikantní rozdíl v evokovaném potenciálu pro různé třídy emočních slov (viz. obrázek 9). Signifikantní rozdíl byl zaznamenán i na povrchu skalpu (viz. obrázek 10), a to v čase -200 -100, tedy v závěrečné fázi vyřčení slova. Lokalizován pak byl v centrální oblasti plynule přecházející do oblasti temporální a frontální.

Obr.9: Porovnání všech tří emočních tříd na konci slova



Obr.10: Porovnání všech tří emočních tříd na konci slova na skalpu

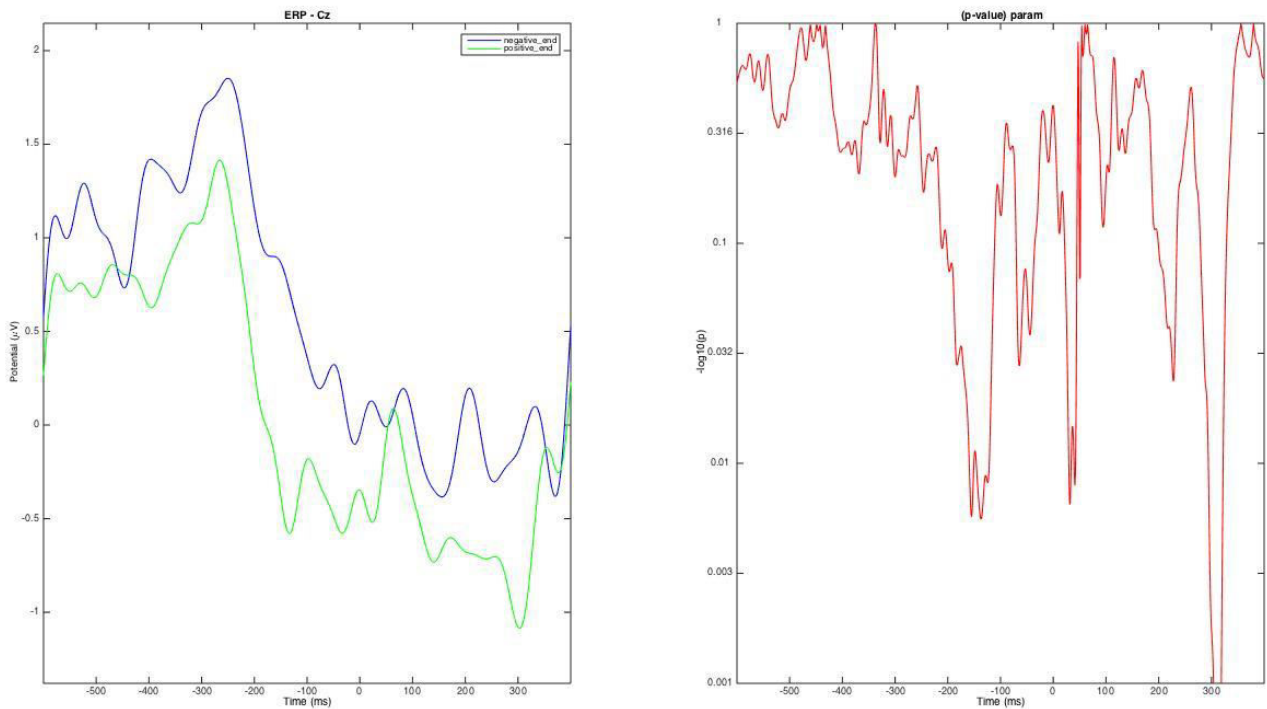


9.2 Párový T-Test

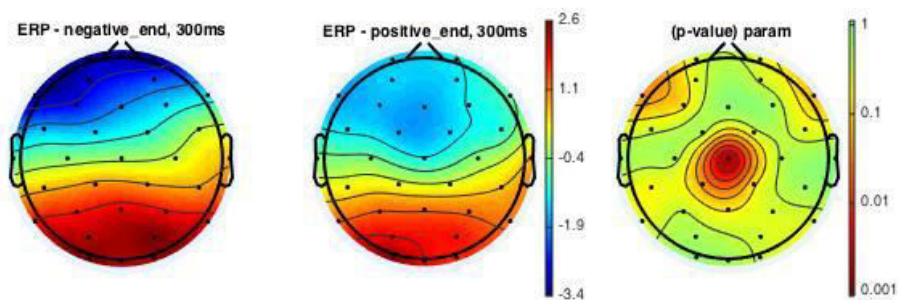
Pomocí párového T-testu byly vyhodnoceny zbývající tři designy, které obsahovaly pouze dva druhy epoch.

Při vyhodnocování designu, jenž obsahoval epochy pro konce pozitivních a negativních slov, byl prokázán signifikantní rozdíl v čase 300 milisekund, tedy po plném vyřčení slova (viz. obrázek č. 11). Stejně tak na povrchu scalpu (viz. obrázek č. 12) je možné vidět signifikantní rozdíl mezi pozitivními a negativními slovy v centrální a parietální oblasti.

Obr.11: Porovnání negativní a pozitivní třídy slov

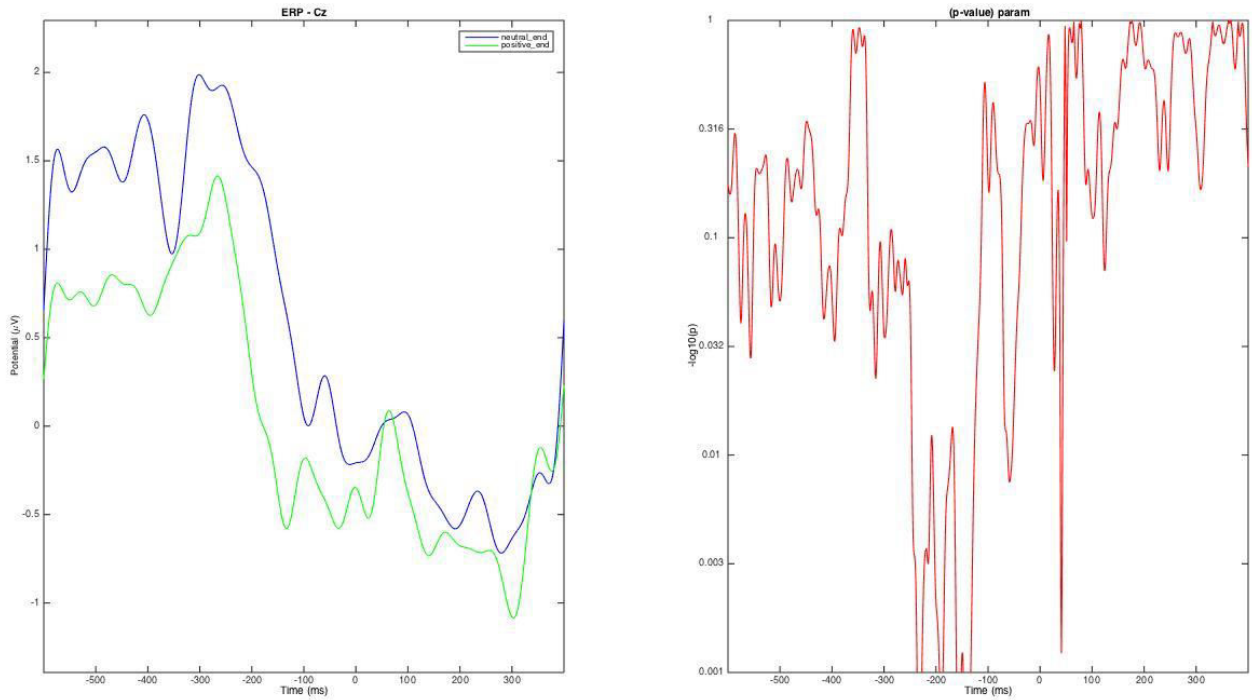


Obr.12: Porovnání negativní a pozitivní třídy slov na povrchu scalpu

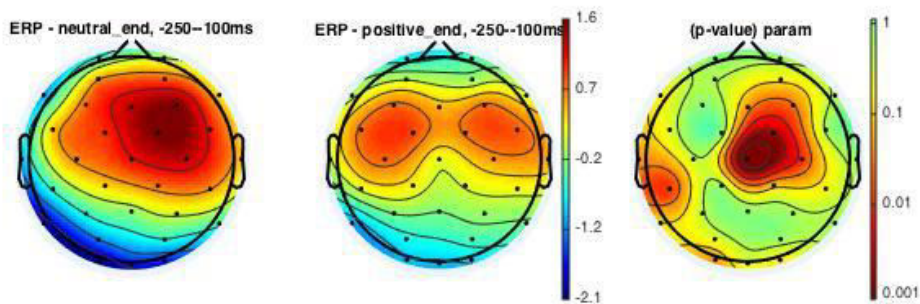


Při vyhodnocování designu, který obsahoval epochy pro konce pozitivních a neutrálních slov, byl prokázán signifikantní rozdíl -250 -100; opět tedy v závěrečné fázi vyčtení slova (viz obrázek č. 13). Statisticky signifikantní rozdíl byl zaznamenán opět i na povrchu scalpů, a to nejvýrazněji v centrální oblasti. (viz. obrázek č. 14)

Obr.13: Porovnání neutrální a pozitivní třídy slov

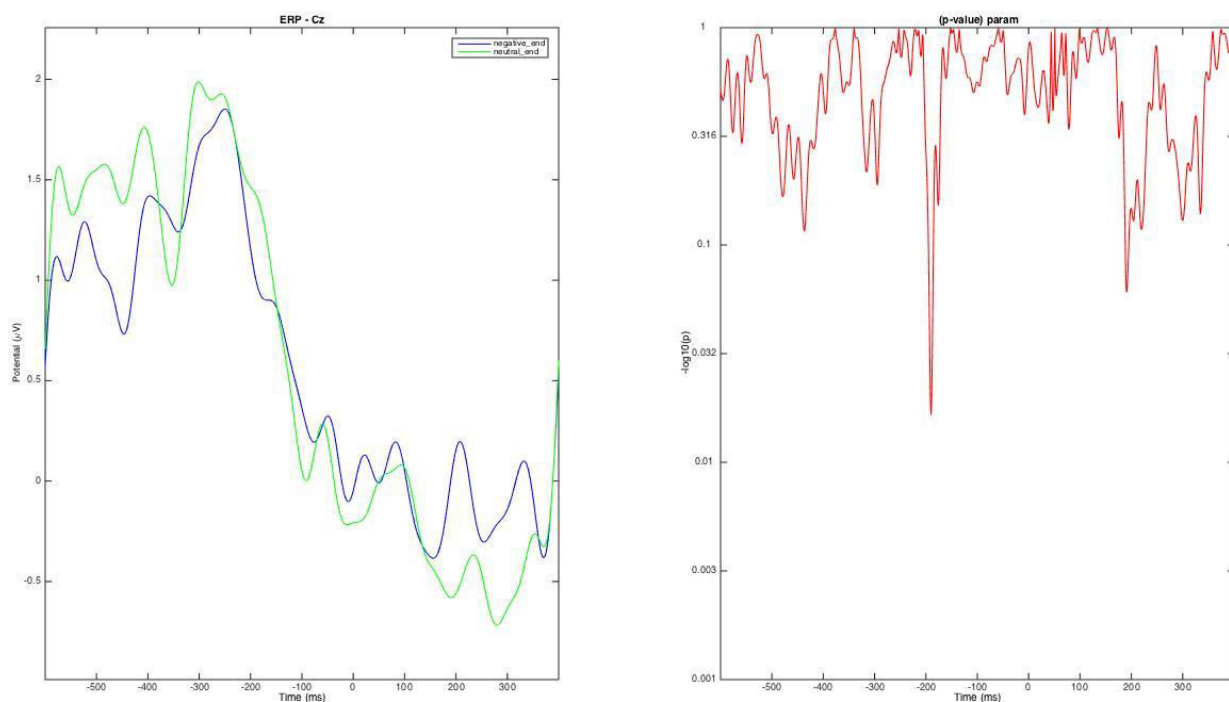


Obr.14: Porovnání neutrální a pozitivní třídy slov na povrchu scalpů

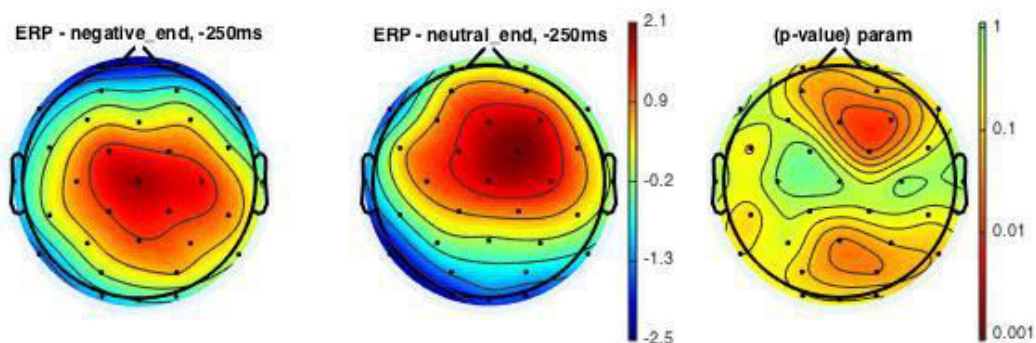


Při vyhodnocování designu, jenž obsahoval epochy pro konce negativních a neutrálních slov, nebyl prokázán statisticky signifikantní rozdíl (viz. obrázek č. 15). V čase -250 milisekund by rozdíl mohl být interpretován pod hranicí signifikance, statisticky signifikantní rozdíl mezi negativním a neutrálními slovy ale prokázat nelze (viz. obrázek č. 16).

Obr.15: Porovnání neutrální a negativní třídy slov



Obr.16: Porovnání neutrální a negativní třídy slov na povrchu scalpů



10 Diskuze

Ve výzkumu byla testována hlavní hypotéza, z níž následně vycházely tři doplňující hypotézy. Alternativní hypotéza H1 byla přijata, lze tedy zamítnout nulovou hypotézu H_0 . Hypotézy týkající se korelací jednotlivých emočních tříd byly vyhodnoceny následně:

H1: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaném potenciálu pro různě zbarvená emoční slova. Za pomoci statistické metody ANOVY byl zjištěn signifikantní rozdíl v jednotlivých emočních třídách. Ten byl zaznamenán v závěrečné fázi nebo již po vyřčení slova. V případě, kdy se manipulovalo se začátky slov, byl detekován auditivní evokovaný potenciál. Signifikantní rozdíl ale prokázán nebyl. Důvodem bylo to, že subjekt sice již zaznamenal počáteční fázi vyřčení slova, ale emotivita podnětu doposud nebyla známa.

H1a: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaném potenciálu mezi pozitivní a negativní třídou slov. Tato subhypotéza byla kompletně přijata na základě párového T-testu. Signifikantní rozdíl mezi pozitivní a negativní třídou byl potvrzen v čase 300 milisekund, tedy po plném vyřčení slova.

H1b: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaném potenciálu mezi pozitivní a neutrální třídou slov. Tato subhypotéza byla kompletně přijata na základě párového T-testu. Signifikantní rozdíl mezi pozitivní a neutrální třídou byl potvrzen v čase -250 -100 milisekund, tedy v závěrečné fázi vyřčení slova. To poukazuje na to, že subjekt již v závěrečné fázi dokázal interpretovat emotivitu slova.

H1c: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaném potenciálu mezi neutrální a negativní třídou slov. Tato subhypotéza potvrzena nebyla. Rozdíl mezi neutrální a negativní třídou slov byl v tomto případě na hranici signifikance.

Pravděpodobně v tomto případě hrála velkou roli subjektivita emocí, která zčásti ovlivnila výsledky. Z rozhovoru s účastníky po absolvování experimentu vyplynulo, že některá negativní slova na ně nepůsobila výrazně negativně, případně, že i některá neutrální slova měli účastníci spojení s nepříjemnými vzpomínkami či asociacemi.

Výrazně negativně na účastníky působila slova „megeera,“ „incest,“ „výbuch“ a „válka.“ Oproti tomu příjemná slova si většina účastníků nebyla schopná vybavit. Některá slova z neutrální sady slov působila na některé účastníky výrazněji či dokonce negativně. Takovým slovem bylo například slovo „štika.“ Naopak slovo „krysa“ působilo na jednoho z účastníků pozitivně.

Dalším zajímavým aspektem, který byl na základě rozhovoru zjištěn, bylo, že některá slova působila na účastníky výrazněji než jiná díky důrazné intonaci namluveného hlasu. Vzhledem k tomu, že se ale jednalo o počítačový hlas, který má konstantní intonaci, nemělo by to experiment zásadním způsobem ovlivnit.

Zamyslím-li se zpětně nad sestavováním databáze v kontextu rozhovorů a poznámek respondentů, zčásti mohla experiment ovlivnit i slova mnohoznačná jako například slova „koruna“, „ořech“ nebo „narcis.“

Zaměřím-li se na porovnání mého výzkumu s jinými v této oblasti, výsledky výzkumu častěji potvrzují signifikantní rozdíl mezi emočními a neutrálními slovy. Mírně odlišné výsledky prokázal výzkum Wanga a jeho kolegů na univerzitě v Číně, který je stejně tak zaměřen pouze na podstatná jména s tím rozdílem, že zapojili i jména vlastní. Výsledky tohoto výzkumu neprokázaly signifikantní rozdíl v porovnání pozitivních a negativních slov, byl zde však zaznamenán rozdíl mezi vlastními jmény a názvy, kdy odezva na názvy a vlastní jména byla ve většině případů výraznější. V kontextu všech podnětů, které výzkumníci využili, byl prokázán signifikantní rozdíl mezi neutrálními a negativními slovy. Mezi pozitivními a negativními slovy signifikantní rozdíl prokázán nebyl (Wang et al., 2013).

Liu a jeho kolegové zrealizovali experiment ve kterém zkoumali efekt emoční facilitace. K vyhodnocení použili taktéž statistické metody ANOVY, přičemž bylo zjištěno, že neexistuje signifikantní rozdíl mezi jednotlivými emočními třídami slov. Bylo to z toho důvodu, že výzkumníci se ve svém výzkumu zaměřili pouze na začátky slov. Jak již bylo mnohokrát zmíněno, pro detekci evokovaných potenciálů a zjištění signifikantního rozdílů mezi různými emočními třídami je potřeba se soustředit spíše na konce slov, začátek slov tedy není příliš podstatný (Liu et al., 2010).

III. Závěr

Realizace experimentu potvrdila fakt, že lze v EEG signálu detekovat různé třídy emočně zabarvených, ale i neutrálních slov. Byla tedy potvrzena hypotéza, která udává, že existuje signifikantní rozdíl mezi různými emočními třídami. Rovněž byl potvrzen signifikantní rozdíl mezi pozitivními a negativními slovy a taktéž mezi neutrálními a pozitivními slovy.

Práce zároveň podává ucelený souhrn a řeší již proběhlých výzkumů v této oblasti, které se mimo emočních slov zaměřují i na jiné podnětové materiály jako jsou emoční obrázky, případně lidské tváře apod.

IV. Souhrn

Bakalářská práce vznikla z důvodu hlubšího zájmu o neurovědy a studium emocí. Teoretická část práce je členěna do několika hlavních kapitol. V úvodní kapitole je popsána elektrická aktivita mozku, zahrnující historické aspekty zkoumání elektrické aktivity, metodu elektroencefalografie a podkapitolu o evokovaných potenciálech. V další kapitole je zmapován teoretický podklad ke studiu emocí, kde jsou popsány základní teorie a dimenze emocí, přičemž je kladen důraz na neurofyziologický podklad emocí. Kapitola Podnětové materiály v rámci zkoumání emocí a ERP emoční odezvy spolu s kapitolou Faktory korelující se zkoumáním emočních stimulů jsou zaměřeny převážně na proběhlé výzkumy, které byly inspirací, pro tuto bakalářskou práci.

Práce vznikla tedy v návaznosti na proběhlé výzkumy v této oblasti, a to převážně v návaznosti na výzkum Schapkina a jeho kolegů, jejichž studie byla určena k tomu, aby objasnila funkční role odlišných komponent evokovaných potenciálů, jako ukazatele zpracování emocí (Schapkin, Gusev & Kuhl 2000).

V praktické části bakalářské práce je metodou laboratorního experimentu a s využitím EEG systému typu Biosemi zkoumána odezva evokovaných potenciálů na různě zabarvená emoční a neutrální slova. Byla vytvořena databáze emočně zabarvených a neutrálních slov, která obsahovala tři sady slov a to pozitivní, negativní a neutrální třídu. Každou třídu reprezentuje sto slov. Z databáze byl následně vytvořen audio-experiment, který obsahoval tři sta stimulů.

Cílem praktické části bakalářské práce je zjistit, zda lze v EEG signálu detekovat různé třídy emočně zabarvených slov a to i slova neutrální.

Experiment byl zrealizován v Neuropsychologické laboratoři Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Data byla získána od jedenácti účastníků, z řad vysokoškolských studentů, kteří se na výzkumu dobrovolně podíleli.

Data byla následně zpracovávána a interpretována v programech EEGlab a Matlab. Pro vyhodnocení výsledků bylo využito statistické metody ANOVY a párového T-testu.

Výsledky potvrdili, že v EEG signálu je možné detekovat různé třídy emočně zbarvených a neutrálních slov. Byla tedy potvrzena hypotéza, která udává: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaném potenciálu pro různě zbarvená emoční slova. Hypotéza obsahovala subhypotézy, které se týkaly korelací jednotlivých emočních tříd. Byl prokázán statisticky signifikantní rozdíl mezi pozitivními a neutrálními slovy a mezi pozitivními a negativními slovy. Mezi negativními a neutrálními slovy byl rozdíl pod hranicí signifikance.

V. Reference

- Bailey, K., & Chapman, P. (2012). When can we choose to forget? An ERP study into item-method directed forgetting of emotional words. *Brain and cognition*, 78(2), 133-147. Získáno 18. ledna 2015 z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278262611002351>
- Bayer, M., & Schacht, A. (2014). Event-related brain responses to emotional words, pictures, and faces—a cross-domain comparison. *Frontiers in psychology*, 5. Získáno 16. ledna z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4186271/>
- Bear, M. F., Connor, W. B., & Paradiso, M. A. (2007). *Neuroscience Exploring the brain*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Brandt, K. R., Nielsen, M. K., & Holmes, A. (2013). Forgetting emotional and neutral words: An ERP study. *Brain research*, 1501, 21-31. Získáno 18. prosince 2015 z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006899313000723>
- Brunovský, M. (2004). Kvantitativní elektroencefalografie v psychiatrii. *Psychiatrie*, 8, 3, 57-63.
- Cacioppo, J., Tassinary, L. G., & Berntson, G. G. (2007). *The Handbook of psychophysiology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Czekóová, K., & Urbánek, T. (2010). Mezinárodní systém fotografií pro výzkum emocí: jeden ze současných přístupů ke zkoumání emočních stavů. *Československá psychologie*, 54, 3, 277-289.
- Čapek, M. (2000). Jak se zrodil elektroencefalograf. *Sanquis*, 60-62.
- Faber, J. (2005). *QEEG : korelace EEG analýzy s psychologickými testy = correlation of EEG analysis with psychological tests*. Praha: Galén.
- Ferjenčík, J. (2000). *Úvod do metodologie psychologického výzkumu*. Praha: Portál.
- Fritsch, N., & Kuchinke, L. (2013). Acquired affective associations induce emotion effects in word recognition: An ERP study. *Brain and language*, 124(1), 75–83. Získáno 9. prosince 2014 z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093934X12002167>
- Hovorka, J. (2003). *Klinická elektroencefalografie*. Praha: Maxdorf

- Hrazdíra, I., & Mornstein, V. (2001). *Lékařská biofyzika a přístrojová technika*. Brno: Neptun.
- Jacobi, M. (2014). *Brainwaves and consciousness*. Načteno z Brainwaves - and what they represent : <http://www.hirnwellen-und-bewusstsein.de/home.html>
- Jończyk, R. (2014). Hemispheric asymmetry of emotion words in a non-native mind: A divided visual field study. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, (ahead-of-print), 1–22. Získáno 16. února z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25300323>
- Kanske, P., & Kotz, S. A. (2007). Concreteness in emotional words: ERP evidence from a hemifield study. *Brain research*, *1148*, 138–148. Získáno 10. ledna z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006899307004064>
- Kashdan, T. B., DeWall, C. N., Schurtz, D. R., Deckman, T., Lykins, E. L., Evans, D. R., ... Brown, K. W. (2014). More than words: Contemplating death enhances positive emotional word use. *Personality and Individual Differences*, *71*, 171–175. Získáno 6. ledna z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191886914004310>
- Kissler, J., Herbert, C., Winkler, I., & Junghofer, M. (2009). Emotion and attention in visual word processing-An ERP study. *Biological psychology*, *80*(1), 75–83. Získáno 10. ledna z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301051108000653>
- Koukolík, F. (2000). *Lidský mozek*. Praha: Portál
- Koukolík, F. (2006). *Sociální mozek*. Praha: Karolinum
- Kulišťák, P. (2003). *Neuropsychologie*. Praha: Portál.
- Liu, B., Xin, S., Jin, Z., Hu, Y., & Li, Y. (2010). Emotional facilitation effect in the picture–word interference task: an ERP study. *Brain and cognition*, *72*(2), 289–299. Získáno 12. prosince 2014 z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278262609001845>
- Malmivuo, J., & Plonsey, R. (1995). *Bioelectromagnetism: Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields*. Oxford: Oxford University Press.
- Maratos, E. J., Allan, K., & Rugg, M. D. (2000). Recognition memory for emotionally negative and neutral words: An ERP study. *Neuropsychologia*, *38*(11), 1452–1465. Získáno 18. listopadu z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0028393200000610>

Misulis, E. K., & Head, T. C. *Essentials of clinical neurophysiology*. Burlington, 2003: Butterworth-Heinemann.

Molnár, M., Tóth, B., Boha, R., Gaál, Z. A., Kardos, Z., File, B., & Stam, C. J. (2013). Aging effects on ERP correlates of emotional word discrimination. *Clinical Neurophysiology*, 124(10), 1986–1994. Získáno 13. února 2015 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23719386>

Nakonečný, M. (2000). *Lidské emoce*. Praha: Academia.

Nakonečný, M. (2012). *Emoce*. Praha: Triton.

Nasrallah, M., Carmel, D., & Lavie, N. (2009). Murder, she wrote: enhanced sensitivity to negative word valence. *Emotion*, 9(5), 609. Získáno 12. Února 2015 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2759814/>

Plháková, A. (2003). *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia.

Pugmire, D. (2006). Emotion and emotion science. *European Journal of Analytic Philosophy*, 2(1), 7-27.

Rochas, V., Rihs, T. A., Rosenberg, N., Landis, T., & Michel, C. M. (2014). Very early processing of emotional words revealed in temporoparietal junctions of both hemispheres by EEG and TMS. *Experimental brain research*, 232(4), 1267–1281. Získáno 15. března z <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00221-014-3843-y>

SentiWordNet (2010) Dostupné z <http://sentiwordnet.isti.cnr.it/download.php>

Schapkin, S. A., Gusev, A. N., & Kuhl, J. (2000). Categorization of unilaterally presented emotional words: an ERP analysis. *Acta neurobiologiae experimentalis*, 60(1), 17–28. Získáno 15. ledna 2015 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10769926>

Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured?. *Social science information*, 44(4), 695-729. Získáno 3. února 2015 z http://lep.unige.ch/system/files/biblio/2005_Scherer_SSI.pdf

Slaměnik, I. & Hurychová, Z. (2006). Prototypický přístup k emocím: česká populace. *Československá psychologie*, 50, 5, 431-441.

- Solomon, B., DeCicco, J. M., & Dennis, T. A. (2012). Emotional picture processing in children: An ERP study. *Developmental cognitive neuroscience*, 2(1), 110-119.
- Sourina, O., Liu, Y., & Nguyen, M. K. (2012). Real-time EEG-based emotion recognition for music therapy. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 5(1-2), 27–35. Získáno 12. prosince z <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12193-011-0080-6#page-1>
- Stuchlíková, I. (2007). *Základy psychologie emocí*. Praha: Portál.
- Sternberg, R. J. (2002). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál
- Světlák, M., Roman, R., Obereignerů, R., & Damborská, A. (2014). Jak se cítíte "teď a tady"? Neuronální pozadí emočního uvědomění. *Psychoterapie*, 133-141.
- Šmídová, J., (2008). Emoce a posturální stabilita: vliv emočně zabarvených podnětů na stabilitu ve vzpřímeném postoji. Získáno 12. ledna z <http://www.cuni.cz/IFORUM-5366.html>
- Valuch, J. M. (2006). *Neurotechnologie, mozek a souvislosti*. Praha: Galaxy.
- Vojtěch, Z., Marečková, I., & Procházka, T. (2005). *Atlas elektroencefalografie dospělých*. Praha: Triton.
- Wang, L., Zhu, Z., Bastiaansen, M., Hagoort, P., & Yang, Y. (2013). Recognizing the emotional valence of names: An ERP study. *Brain and language*, 125(1), 118–127. Získáno 27. února 2015 z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093934X13000229>
- Weymar, M., Löw, A., Melzig, C. A., & Hamm, A. O. (2009). Enhanced long-term recollection for emotional pictures: Evidence from high-density ERPs. *Psychophysiology*, 46(6), 1200–1207. Získáno 12. února 2015 z <http://www.pubfacts.com/detail/19674397/Enhanced-long-term-recollection-for-emotional-pictures:-evidence-from-high-density-ERPs>.
- Zhang, D., He, W., Wang, T., Luo, W., Zhu, X., Gu, R., ... & Luo, Y. J. (2014). Three stages of emotional word processing: an ERP study with rapid serial visual presentation. *Social cognitive and affective neuroscience*, nst188. Získáno 12. února 2015 z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24526185>
- Zhen-Hong, W., & Zhao, Y. A. O. (2012). Concreteness Effects of Emotional Noun Words: Evidences from ERP. *Acta Psychologica Sinica*, 2, 003. Získáno 12. ledna 2015 z http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-XLXB201202003.htm

VI. Přílohy

Příloha č.1 Databáze slov sestavená pro účely experimentu.

| Pozitivní slova | Negativní slova | Neutrální slova |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| láska | pavouk | potok |
| motýl | trest | rameno |
| úsvit | výbuch | věštba |
| ochrana | požár | system |
| patron | puška | ořech |
| diplom | nemoc | brambor |
| rodina | troska | tepna |
| výhoda | vězení | mýdlo |
| svatba | bolest | řepka |
| prsten | kašel | roznos |
| píseň | tumor | stonek |
| šance | zubař | závěr |
| koupel | kostra | úmysl |
| přínos | jizva | paseka |
| hračka | urážka | houba |
| přítel | skunk | úvaha |
| rekord | ebola | hrnek |
| dortík | tchoř | záhon |

| | | |
|--------|---------|---------|
| paráda | tajfun | ventil |
| rozkoš | tyran | listí |
| talent | porucha | měsíc |
| oddych | zloba | cihla |
| lilie | vražda | kabát |
| dárek | sopka | ulita |
| párty | zbraň | rozhlas |
| omluva | válka | kánoe |
| slunce | horor | rybník |
| úsměv | drama | brada |
| mejdan | útlak | pojem |
| obdiv | rakev | vědma |
| štěstí | úvěr | křoví |
| advent | kudla | debata |
| pauza | soupeř | branka |
| třpyt | smrtka | ryska |
| vločka | lovec | kořen |
| vítěz | ropucha | koráb |
| úžas | droga | máslo |
| dobrák | kletba | mléko |
| výhra | abst'ák | dopis |
| stužka | léčka | jedle |

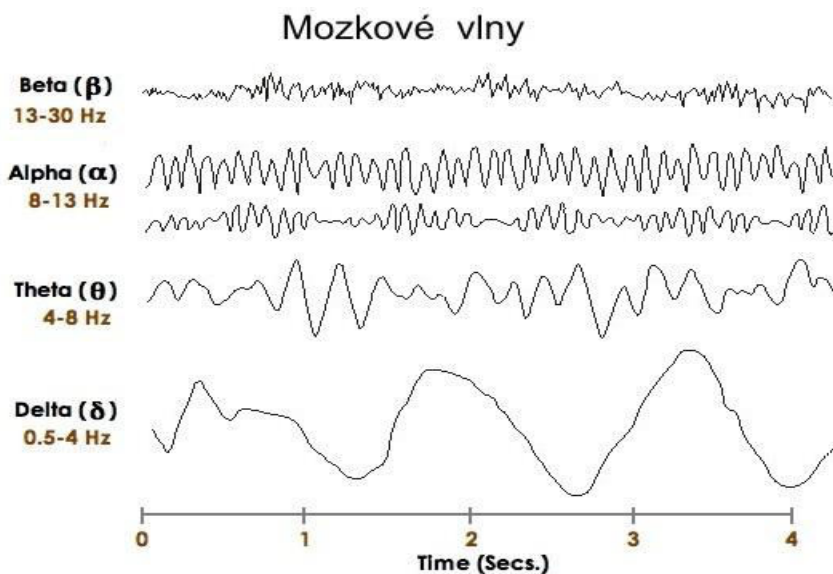
| | | |
|--------|---------|--------|
| oceán | pohřeb | rovník |
| skvost | peklo | stánek |
| postel | nevěra | řádek |
| nebesa | agrese | jabloň |
| bombón | aférka | ovoce |
| vánoce | hlaveň | dužina |
| hudba | chátra | dotaz |
| milost | kobka | učivo |
| zámek | kolabs | mouka |
| louka | hrobka | koruna |
| spánek | pětka | rozbor |
| radost | hrubka | kostel |
| hvězda | chudoba | konev |
| volno | incest | lopuch |
| vánek | jehla | přílet |
| ambice | kanál | rákos |
| vášeň | loupež | případ |
| přízeň | zloděj | rozdíl |
| nadání | jekot | obklad |
| obnos | křeče | brýle |
| delfín | trable | lemur |
| domov | maniak | oliva |

| | | |
|---------|---------|--------|
| charita | prohra | člověk |
| chvála | lhářka | život |
| fialka | morous | tábor |
| jahoda | lenoch | lod'ka |
| triumf | obtíž | krtek |
| klenot | odpor | trouba |
| touha | podvod | obálka |
| nadace | vzdor | návod |
| partie | zrada | církev |
| odměna | pahýl | papír |
| perleť | exém | laptop |
| křtiny | popel | taška |
| vloha | past'ák | deník |
| narcis | rámus | písek |
| kouzlo | špína | hormon |
| idol | rvačka | banán |
| jachta | zločin | hotel |
| krása | oštěp | jogurt |
| balzám | nevděk | kajak |
| anděl | nevole | štika |
| bohyně | ostuda | tečka |
| zázrak | otrok | kalibr |

| | | |
|--------|---------|--------|
| masáž | násilí | kampaň |
| dezert | krádež | kotel |
| šperk | kuřák | lampa |
| oslava | rozchod | kresba |
| svátek | bomba | nezvyk |
| teplo | limit | lahev |
| rodič | malér | válec |
| palác | megera | moped |
| očista | mikrob | domek |
| výlet | močál | kopec |
| pejsek | požár | nudle |
| sláva | patvar | vizáž |
| ozdoba | obrna | tenis |
| šampus | útisk | šuplík |
| štěně | chmura | obraz |
| srdce | pomsta | robot |

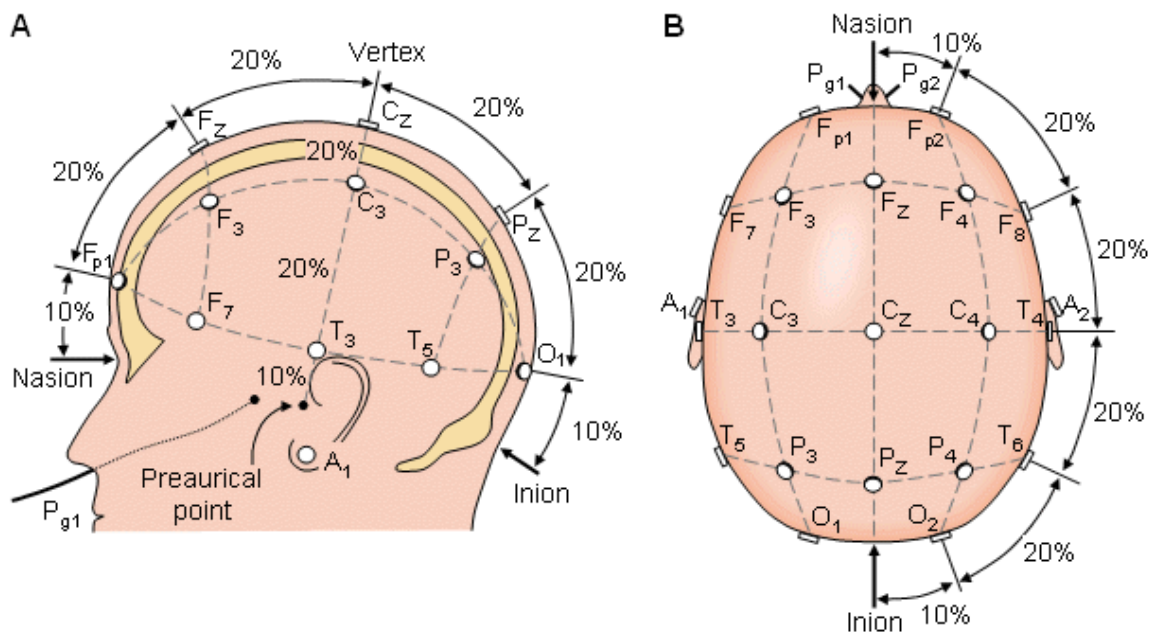
Obrázek č. 1: Ukázka mozkových vln EEG záznamu.

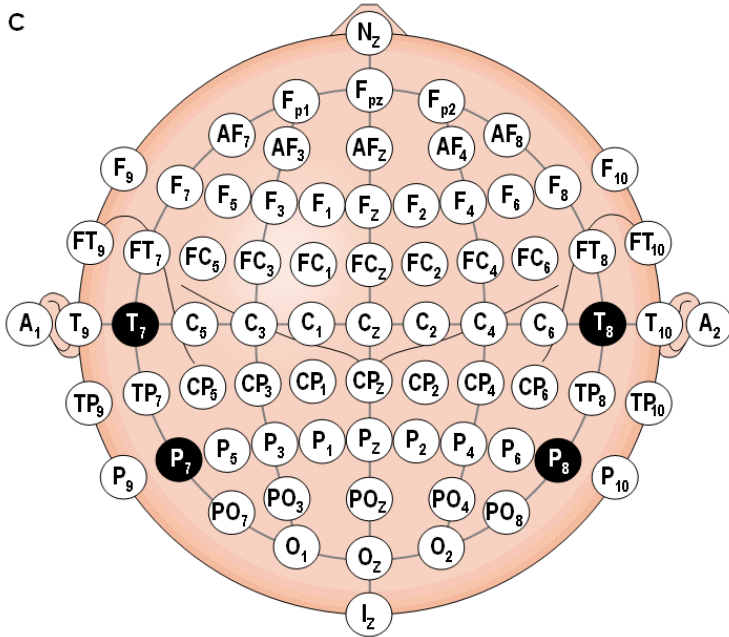
Převzato z <http://silent-voice.webnode.cz/rezonance-frekvence/mozkove-vlny/>



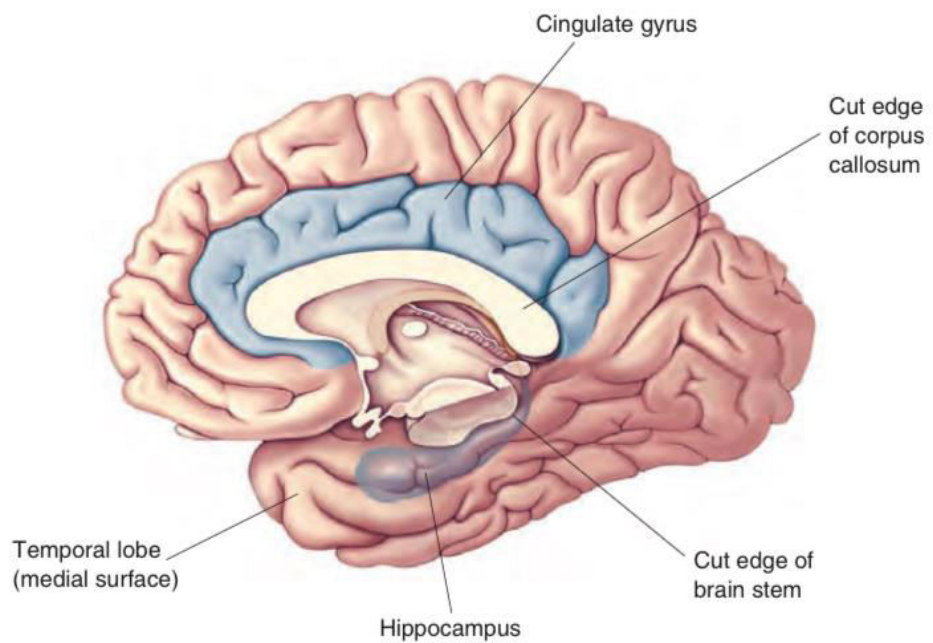
Obrázek č.2: Mezinárodní systém rozmístění elektrod 10-20.

Převzato z <http://www.bem.fi/book/13/13x/1302cx.htm>



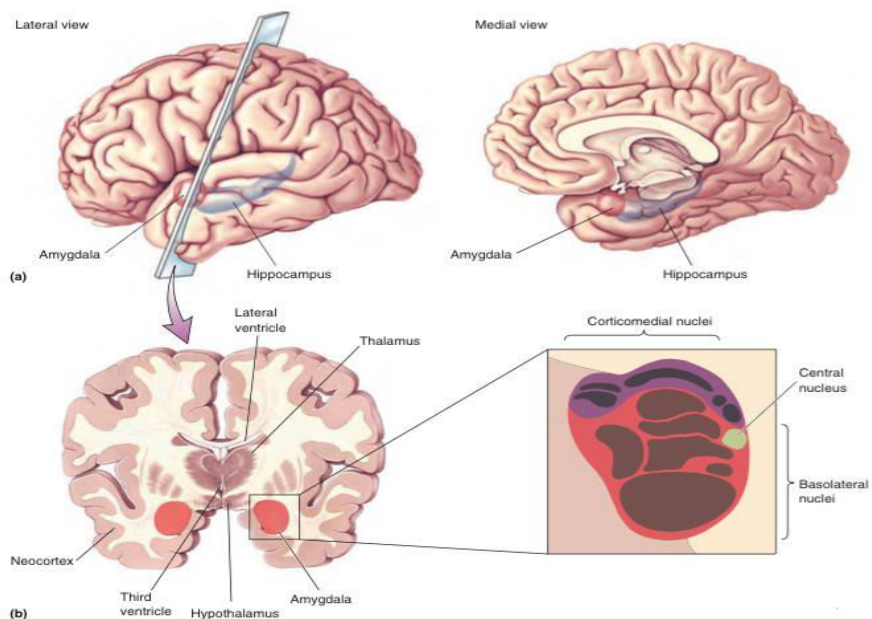


Obrázek č.3: Velký limbický lalok Brocův.
 Převzato z Bear, M. F., Connor, W. B., & Paradiso, 2007



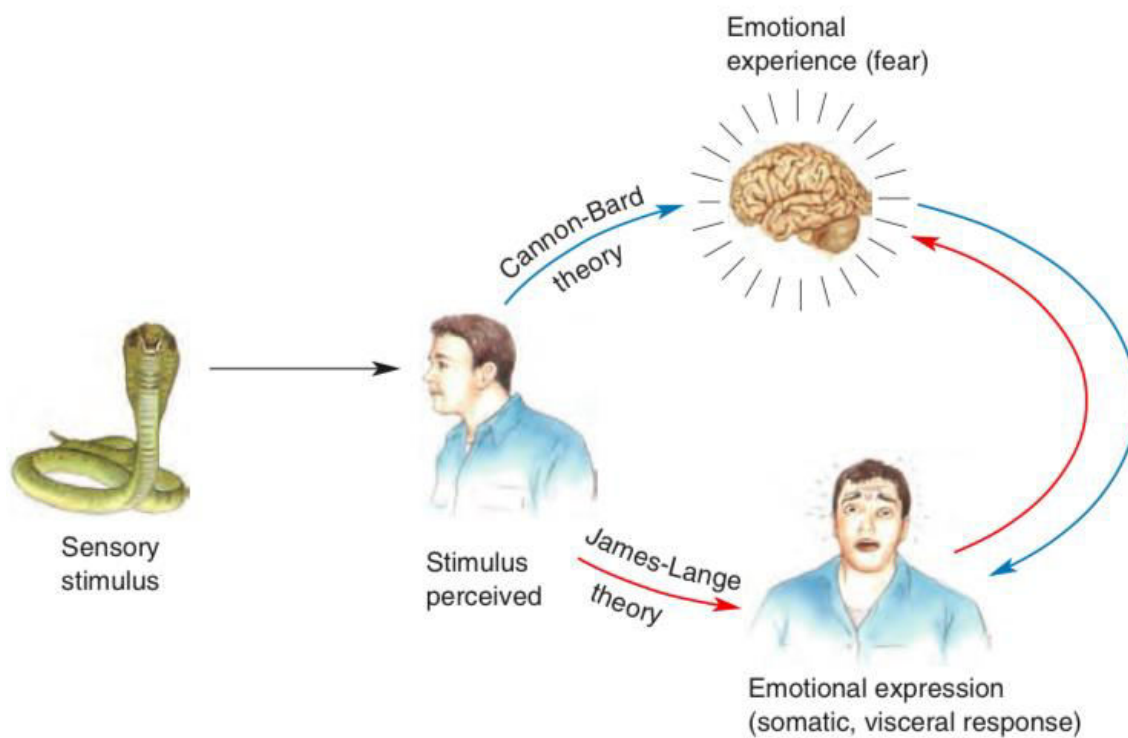
Obrázek č. 4: Průřez amygdalou.

Převzato z Bear, M. F., Connor, W. B., & Paradiso, 2007



Obrázek č. 5: James-Langeho a Cannon-Bardova teorie emocí.

Převzato z Bear, M. F., Connor, W. B., & Paradiso, 2007



Obrázek č.6: Zapojení elektrod systému EEG typu BIOSEMI.
Převzato z http://www.biosemi.com/pics/apply_cap3_large.jpg

