



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

# Neurální koreláty percepce emočních výrazů

Vypracoval: Lukáš Slabý  
Vedoucí práce: Mgr. Bc. Tomáš Mrhálek

České Budějovice 2017

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

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

Datum

Podpis studenta

## **Poděkování**

Zde bych velice rád poděkoval svému vedoucímu práce, Mgr. Bc. Tomášovi Mrhálkovi, za podnětné vedení a odborné rady a dále mimo jiné také Bc. Michaelovi Tesařovi za velkou pomoc při vytváření experimentu a analýze dat. V neposlední řadě bych také velice rád poděkoval všem účastníkům experimentu za jejich ochotu a čas.

## **Abstrakt práce**

**Název práce:** Neurální koreláty percepce emočních výrazů

**Autor práce:** Lukáš Slabý

**Vedoucí práce:** Mgr. Bc. Tomáš Mrhálek

**Počet stran:** 81

### **Abstrakt:**

Tato bakalářská práce se zabývá rozdíly percepce jednotlivých emočních výrazů na neurální úrovni. V teoretické části jsou souhrnně vypracovány informace, které se týkají emocí jako takových, jejich základních teorií a šesti základních emočních výrazů. Dále je v teoretické části věnován značný prostor elektroencefalografii, metodě zaznamenávání elektrické aktivity mozku a evokovaným potenciálům (ERP). V praktické části je popsán experiment, který měl za úkol zjistit a popsat rozdíly v evokovaných potenciálech percepce emočních výrazů a neutrálního výrazu, porovnat evokované potenciály percepce pozitivních a negativních emocí a také porovnat evokované potenciály dvou databází fotografií emočních výrazů (WSEFEP; KDEF), které byly v této bakalářské práci použity. Experimentu se zúčastnilo celkově 13 subjektů. Subjektům byla prezentována série fotografií lidí vyjadřujících určité emoční výrazy a zároveň byl prováděn záznam EEG. Tento záznam byl dále filtrován a analyzován v programu Matlab, primárně v jeho toolboxu EEGLab. Ke statistickému zpracování dat bylo využito párového T-testu a ANOVY. Pro tento výzkum byly stanoveny čtyři hypotézy. První hypotéza, která tvrdila, že percepce emočních výrazů se v evokovaných potenciálech budou mezi sebou lišit, byla přijata. Druhá hypotéza, která tvrdila, že existují rozdíly v evokovaných potenciálech emočních výrazů a neutrálního výrazu, nemohla být pro nedostatek důkazů přijata. Třetí hypotéza tvrdila, že jsou rozdíly v evokovaných potenciálech percepce pozitivních a negativních emočních výrazů, a byla přijata. Čtvrtá hypotéza, která tvrdila, že existuje rozdíl v evokovaných potenciálech mezi percepcí emočních výrazů z databáze WSEFEP a KDEF, byla pro dostatek důkazů přijata.

**Klíčová slova:** Emoce, EEG, evokované potenciály, emoční výraz

## **Abstract of thesis**

**Title:** Neural correlates of emotional facial expressions perception

**Author:** Lukáš Slabý

**Supervisor:** Mgr. Bc. Tomáš Mrhálek

**Number of pages:** 81

### **Abstract:**

This thesis deals with differences of perception of facial emotional expressions at the neural level. The theoretical part contains information about emotions, their basic theories and six basic emotional expressions. Furthermore, the theoretical part clarifies electroencephalography - the method of recording electrical activity of the brain and event-related potentials (ERP). The practical part is focused on the experiment, whose aim is to describe the differences in the event-related potentials of perception of facial emotional expressions and neutral expression, to compare the event-related potentials of perception of positive and negative emotions and to compare event-related potentials of two databases of facial emotional expressions (WSEFEP, KDEF) which were used in this experiment. 13 subject participates in this experiment. The subjects were exposed to visual stimuli (facial emotional expressions) and the EEG signal were simultaneously recorded. This signal was further filtered and analyzed in Matlab and its EEGLab toolbox. A paired T-test and ANOVA were used for statistical data processing. Four hypotheses for this research were formed. The first hypothesis, which contended that the perception of facial emotional expressions would differ among each other in event-related potentials, was accepted. The second hypothesis, which claimed that there are differences in the event-related potentials of facial emotional expressions and neutral expressions, could not be accepted for lack of evidence. The third hypothesis, which asserted that there are differences in the event-related potentials of perception of positive and negative facial emotional expressions, was accepted. The fourth hypothesis, which asserted that there is a difference in the event-related potentials between the perception of facial emotional expressions from the WSEFEP database and the KDEF database, was accepted for sufficient evidence.

**Key words:** Emotions, EEG, event-related potentials, facial emotional expression

## OBSAH

I. Úvod.....	9
1. Obecná charakteristika emocí.....	10
2. Složky emocí.....	11
2.1 Subjektivní prožívání emocí.....	11
2.2 Fyziologické/tělesné změny .....	12
2.2.1 Neurofyziologie emocí.....	13
2.3 Vnější exprese emocí.....	15
3. Vybrané teorie emocí.....	17
3.1 Fyziologické teorie emocí .....	17
3.1.1 James-Langeova teorie emocí.....	17
3.1.2 Cannon-Bardova teorie emocí.....	18
3.1.3 Schachter-Singerova teorie emocí .....	19
3.2 Kognitivní teorie emocí.....	19
3.2.1 Teorie kognitivního zhodnocení .....	19
3.3 Evoluční teorie emocí.....	20
4. Emoční výrazy .....	22
4.1 Primární emoce.....	22
4.2 Radost.....	23
4.3 Smutek.....	24
4.4 Hněv .....	25
4.5 Strach.....	26
4.6 Překvapení .....	26
4.7 Znechucení .....	27
5. Elektrická aktivita mozku .....	28
5.1 Elektroencefalografie .....	28
5.2 Historie EEG .....	28

5.2.1	Základní principy EEG .....	29
5.2.2	Snímání signálu EEG .....	30
5.2.3	Základní rytmy EEG .....	30
5.2.4	Artefakty EEG.....	32
5.3	Evokované potenciály .....	32
5.3.1	Historie ERP .....	33
5.3.2	Vybrané komponenty ERP.....	34
5.3.3	ERP zpracování tváří.....	35
5.3.4	ERP zpracování emočních tváří.....	36
II.	Úvod do praktické části.....	38
6.	Výzkumný problém a hypotézy.....	39
6.1	Výzkumný problém .....	39
6.1.1	Výzkumné otázky.....	39
6.2	Hypotézy .....	40
7.	Experimentální design .....	41
7.1	Výzkumný vzorek .....	41
7.2	Vytvoření experimentu.....	41
7.3	Průběh experimentu.....	42
7.4	Popis měřicího přístroje.....	43
8.	Zpracování a analýza dat .....	45
8.1	Odstranění artefaktů .....	45
8.2	Analýza nezávislých komponent (ICA) .....	46
8.3	Vytvoření epoch .....	47
8.4	Vytvoření studie a designů .....	47
9.	Analýza a interpretace dat.....	48
9.1	Porovnání jednotlivých emočních výrazů a neutrálního výrazu .....	48
9.1.1	Porovnání emočních výrazů a neutrálního výrazu .....	59

9.2	Porovnání skupin emocí .....	64
9.3	Porovnání dvou samostatných databází .....	64
9.4	Souhrn výsledků a testování hypotéz .....	65
10.	Diskuze.....	70
11.	Závěr .....	75
12.	Seznam literatury .....	78
13.	Seznam obrázků .....	81



# I. Úvod

Lidstvo jako takové již od svého samotného počátku prahne po vědění prakticky ve všech oblastech tohoto světa. Zpočátku tyto oblasti zahrnovaly hlavně způsob přežití a obživy, které se dále s novým poznáním rozšiřovaly na další a další aspekty lidského života. Zajímání se o emoční stavy, stavy prožívání různých pocitů, které jsou právě ovlivněné momentální situací a rozpoložením zajímají lidstvo již tisíce let, stejně tak jako mozek a jeho fungování, které bylo dlouho utajeno a největší pokrok zaznamenalo až od 19. století, kdy se začaly rozvíjet různé zobrazovací metody, které umožnily na mozek pohlížet z různých aspektů a dokázaly zachytit mozek v jeho funkčním stavu a ne jen z anatomického hlediska, jak tomu bylo dříve. S rozvojem zkoumání mozku a jeho aktivity se otevřely dveře také do dalšího a hlubšího zkoumání emocí na neurální úrovni. Přestože elektroencefalografie byla jednou z prvních metod, kterou se dala zobrazovat mozková aktivita, tak je její využívání velmi rozšířené dodnes. Jednou z charakteristických vlastností lidského druhu je společenský život, který se však neobejde bez vzájemného kontaktu členů onoho společenství. Komunikaci mezi lidmi tvoří z velké části její verbální složka, tedy řeč. Další nedílnou součástí komunikace mezi lidmi je její neverbální složka, která zahrnuje několik dalších dílčích způsobů komunikace – haptiku, gestiku, proxemiku, nebo například mimiku, tedy komunikaci pomocí pohybů a výrazů lidské tváře.

V posledních několika letech je psychologický výzkum emocí a jejich neurálních korelátů velmi rozšířen a přináší výsledky ve smyslu porozumění některým emočním stavům, jejich neurálním základům, důvodům, proč a jak lidé prožívají určité emoce, nalézání odpovědí na otázky kolem behaviorální složky emocí, systematické práce s emocemi, atd.

Cílem této bakalářské práce je v praktické části nalezení a popsání rozdílů v neurálních korelátech percepce emočních výrazů a v teoretické části je cílem zmapovat již zjištěná fakta o emocích, elektroencefalografii, emočních výrazech a neurálních korelátech jejich percepce.

## 1. Obecná charakteristika emocí

Pojem „emoce“ pochází z latinského slova *emovere* a z francouzského *emotion*, která v překladu znamenají vzrušovat. (Machač, et al, 1985)

Slovo *emoce* v českém jazyce figuruje již dlouho a v příslušné literatuře mu bývá přiřazován totožný význam jako jeho původcům, tedy vzrušení, vzrušovat. (Slovník spisovné češtiny, 2010)

Najít jednotnou definici emocí je takřka nemožné. Každý autor uvádí trochu rozdílné vysvětlení toho, co to *emoce* vlastně jsou. Pokud hledáme heslo *emoce* v psychologických slovnících, zjistíme například, že Hartl & Hartlová (2010) pod tímto pojmem rozumí širokou škálu citových prožitků a doprovodných fyziologických změn, které jsou biologicky určenou adaptací. Jsou evolučně starší a proto silnější a hůře ovlivnitelné než rozumové procesy. *Emoce* jsou spojovány s činností limbického systému. Prakticky jsou to hodnotící, kladné či záporné reakce na nějaký podnět. Pojem zastřešuje subjektivní zážitky libosti a nelibosti provázené fyziologickými změnami, motorickými projevy, stavy pohotovosti a zaměřenosti. U emocí lze zjišťovat směr, intenzitu a čas trvání.

Definovat s konečnou platností tento pojem v psychologii je poměrně obtížné, avšak můžeme se setkat s určitými druhy vymezení definic obecně – dle Izarda (1981) je několik komponent, které musí definice *emoce* zahrnovat. Těmito komponenty jsou prožívání nebo vědomé pocíťování; procesy, které se odehrávají v CNS; pozorovatelné vnější projevy, zvláště pak mimika. (In Nakonečný, 2000)

Stuchlíková (2002) popisuje *emoce* jako velmi komplexní jevy, které jsou charakteristické svou velkou citlivostí a proměnlivostí. Tyto vlastnosti se projevují v možném proměňování *emoce* při přetrvávajících objektivních okolnostech. To znamená, že ve dvou prakticky totožných situacích nemusí nutně být vzbuzena tatáž *emoce*, protože záleží také na dalších proměnných.

Pojem *emoce* bývá často porovnáván, spojován a někdy i zaměňován s pojmem *cit*. V tomto ohledu Říčan (2002) *emoce* vnímá jako širší pojem než pojem *cit*. *Cit* chápe čistě jako prožitkovou, psychickou a subjektivní stránku *emoce*. V *emoci* jako takové je podle něj však zahrnuto kromě *citu* ještě chování, výraz (hlavně mimický) a také příslušné fyziologické změny.

## 2. Složky emocí

Většina psychologů se shoduje, že emoce jako takové se skládají ze tří vzájemně se propojujících složek, kterými jsou subjektivní prožívání, fyziologické/tělesné změny a vnější expresivní chování. (Plháková, 2003)

### 2.1 Subjektivní prožívání emocí

Každý člověk prožívá různé emoce různě. Záleží na mnoha proměnných a také na subjektivním prožitku té oné emoce. Někdy to může být vlivem zhodnocení situace, když máme například dostatek informací o dění okolo nás, a proto určitou emoci prožíváme jako intenzivnější nebo naopak. Pokud prožíváme nějakou událost, můžeme ji interpretovat v ohledu na naše osobní cíle, zkušenosti a pohodu, např. „Vyhrál jsem zápas a jsem šťastný“. Tuto interpretaci nazýváme kognitivním hodnocením, které nám může pomoci určit druh prožívané emoce a také její intenzitu. Kognitivní zhodnocení je tedy jedna možnost interpretace emocí, která vztahuje pocity k našemu cílům a v závislosti na našem celkovém blahu. (Atkinson, et al, 2003)

Jak uvádí Plháková (2003), prožitkovou/citovou složku lze velmi špatně zkoumat, protože snad jedinou možnou metodou je introspekce, na kterou se vlivem behavioristických škol dodnes pohlíží docela nevědecky. Je také jasné, že pocity a city jsou svým způsobem, vzhledem ke své prchavosti a proměnlivosti, velmi obtížně zachytitelné. Dále uvádí tři základní projevy lidského citového života, kterými jsou nálady, city a citové vztahy. Nálady pak definuje jako poměrně výraznou a stabilní citovou komponentu, která bývá docela výrazná. Dalším projevem jsou city, což jsou zřetelné emoční prožitky zachovávající si určitou kvalitu a které můžeme označovat například slovy radost, hněv, smutek, atd. City vznikají na základě odezvy na určitou prožívanou situaci a její kognitivní zhodnocení. Dalším typem lidského citového projevu jsou citové vztahy, které jsou poměrně hodně komplexní a jejich typickými příklady jsou například důvěra, soucit, závist nebo přátelství. Tyto citové vztahy se rozvíjejí vůči jiným osobám, nebo také k sobě samým. V určitých případech, jako je třeba přátelství nebo láska, se mohou rozvíjet také velmi komplikované vztahy obrovských rozměrů.

Všechny citové projevy se objevují v určitých dimenzích, ve kterých se určité emoce mohou pohybovat z jednoho pólu na druhý a tak proměňovat svou kvalitu. Balcar (1985)

uvádí, že nejdůležitější dimenzí citění je zřejmě libost – nelibost, označována též jako hédonická kvalita. (In Plháková, 2003)

V této dimenzi se objevují takřka všechny základní city a emoce a můžeme je na tuto škálu vždy poměrně dobře umístit. Chápání emocí v této dimenzi nám umožňuje je kognitivně hodnotit a podřizovat jim naše behaviorální výstupy. V kontextu této dimenze je potřeba také zmínit, že některé emoce se nachází v neutrálním poli a tak je nelze přímo do této dimenze zasazovat. Těmito emocemi jsou například touha a soucit. Z celé podstaty této věci, se dá odvozovat, že hodnocení a vnímání emoce jako příjemné – nepříjemné umožňuje lidem předem se vyvarovat nepříjemným pocitům a naopak přijímat ty příjemné. Pokud chápeme tento motivační princip jako obecně platný, je nutné rozlišit v rovině duchovní a smyslové příjemnosti a nepříjemnosti. K těm smyslovým řadíme sensoricky určené zážitky, kterými jsou například nasycení, příjemné teplo a sexuální vzrušení. K duchovních zážitkům řadíme city spojené s prosazováním hodnot a internalizací, například uspokojení z konání dobra, pobouření při vnímané nespravedlnosti a nepravdu nebo radost z vyřešení nějakého problému. Dále některé z těchto duchovních hodnot mohou být hodnoceny jako smíšené, například estetické citění tzv. „smyslového krásna“ může být zapříčiněno vnímáním příjemných forem a tvarů. (Nakonečný, 2000)

## **2.2 Fyziologické/tělesné změny**

Každá emoční reakce je doprovázena nějakou tělesnou odezvou, které si v určitých situacích lze poměrně jednoduše všimnout a třeba se ji pokusit ovlivnit. Někdy jsou ovšem tyto fyziologické reakce tak zanedbatelné, že je potřeba je zkoumat jinak než pouhou sebereflexí.

Plháková (2003) stručně popisuje změny, které probíhají na fyziologické rovině lidského těla při různých zátěžových situacích – za poplachovou reakci je zodpovědný hypothalamus společně s některými částmi limbického systému. Z těchto míst v mozku pak odchází impulzy do sympatické části autonomního nervového systému a také do dalších orgánů, které aktivují a připravují naše tělo na potřebnou reakci. Pokud naše tělo očekává velkou námahu, budeme potřebovat, aby naše svaly byly připravené, dobře okysličené a zásobené cukrem. Z tohoto důvodu se aktivuje slezina, která uvolňuje připravené červené krvinky, aby krev mohla přenášet vyšší množství potřebného kyslíku,

než je běžně potřeba. V souvislosti s tím začíná srdce bít rychleji a tak přispívá k rychlejšímu krevnímu oběhu. Dále pak se prohlubuje naše dýchání a tím umožňujeme plicím přijímat a zpracovávat větší množství kyslíku. V tomto stylu se následně mění i fungování dalších částí viscerálních orgánů, jako je tomu například u trávicí soustavy, která urychluje metabolismus cukrů a tak dává tělu k dispozici velké množství energie potřebné k dalšímu fungování. Činností, která naproti tomu zpomaluje, je trávení tuků a bílkovin a jejich následné štěpení, protože tělo očekává možné tkáňové poškození. S tím souvisí i vyšší orgánová produkce krevních destiček a následné zvýšení srážlivosti krve. Mozek současně vypouští hormon endorfin, který hraje roli při okamžitém blokování pocíťování bolesti. Aby se tělo při zvýšené námaze nepřehřívalo, je zajištěna větší míra pocení, která má za úkol ochlazovat tělo. Další projevy jsou například zvýšená ostražitost, rozšíření zornic, snížení percepčních prahů, ... Celková aktivace organismu vždy vede k různým reakcím v závislosti na míře nabuzení, tzv. arousal. Dále tuto aktivitu pomáhá udržovat a ovlivňovat činnost endokrinního systému – například dřeň nadledvinek uvolňuje hormony adrenalin a noradrenalin. Adrenalin podporuje aktivitu svalů na vysoké úrovni nabuzení a pomáhá je zásobovat krví, dále tento hormon ovlivňuje tvorbu hormonů, které jsou zapotřebí k trávicí činnosti. V parasympatickém oddílu autonomního nervového systému se vzrušení neprojevuje tak velkými změnami. Často jsou jejich změny spíše protikladné ke změnám sympatickým oddílem ANS a možná proto se jim mnoho badatelů příliš nevěnuje. Obecně funguje parasympatikus jako část, která obnovuje tělesné zdroje. Pokud klesá činnost sympatiku, pak nejspíš automaticky stoupá míra činnosti parasympatiku.

### **2.2.1 Neurofyziologie emocí**

Zkoumání neurofyziologie emocí se v současné době hojně rozvíjí. Většina získaných dat však rozvíjí a vysvětluje určité faktory jen částečně. Existuje velké množství různých typů neurofyziologických teorií, mezi které můžeme řadit například James-Langeovu teorii nebo například novější teorii A. R. Damasia – teorii somatických markerů. Jeden z poměrně významných objevů učinil v roce 1937 J. W. Papez, když zaměřil své zkoumání neurofyziologie emocí na výzkum v oblasti limbického systému, který je dodnes považován za základní mozkovou strukturu v neurofyziologii emocí. (Nakonenčný, 2003)

Další významná a systematická teorie, která se zabývá neurofyziologickou stránkou emocí, vznikla v sedmdesátých letech 20. století a vypracoval ji J. P. Henry. Tento autor zkoumal, jakou roli zaujímají struktury limbického systému, kortexu, endokrinního systému a mozkového kmene v průběhu emocí. (Stuchlíková, 2002)

#### 2.2.1.1 Limbický systém

Limbický systém je tvořen třemi důležitými strukturami, které jsou na sobě nezávislé, ale jsou zároveň funkčně spjaté. Tento okruh je také jinak pojmenován po J. W. Papezovi jako Papezův okruh. (Kulišťák, 2011)

1. *Korovou část tvoří dorzálně g. cinguli, ventrálně g. parahippocampalis. Oba závitě společně tvoří „podkivu“, která se jmenuje g. fornicatus, také velký limbický lalok Brocův. K této korové oblasti se připojuje amygdala, složitý podkorový systém tvořený mnoha neuronálními skupinami („jádry“) v přední části spánkových laloků. Amygdala je arbitrární označené systému, jenž není jednotný.*
2. *Septo-hypotalamo-mezencefalické kontinuum, neuronální „oblak“, v němž se místy diferencují mikroskopicky patrná nakupení neuronů („jádra“), například hypotalamická. V rostrokaudálním pořadí je kontinuum tvořeno preoptickou a septální oblastí, navazuje 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 anatomicky i funkčně organizovaná. (Koukolík, 2002, s. 292)*

#### 2.2.1.2 Amygdala

Amygdalu můžeme vnímat jako poměrně velké a složité seskupení velkého počtu neuronálních skupin tvořících systém umístěný ve spodních pólech spánkových laloků. (Koukolík, 2002)

*Neuronální skupiny, které tvoří amygdalu, jsou součástí mozková kůry, claustra i striara. Vytvářejí informační uzly čtyř funkčních systémů: hlavního a akcesorního čichového,*

*autonomního a korového frontotemporálního. Stavba, funkce i zapojené amygdaly jsou vývojově konzervativní. (Koukolík, 2002, s. 300)*

Propojení mezi amygdalou a asociačními oblastmi senzorických systémů v kortexu nám umožňují dívat se na amygdalu jako na strukturu s polymodální projekcí. Některé studie dávají důkazy o tom, že neuronální skupiny reagují na některé příjemné vlastnosti podnětů a dále pak se neurony amygdaly zapojují při vnímání některých sociálních podnětů. Některé další studie pak popisují ještě jednu cestu přenosu informací do amygdaly – tento přenos probíhá z talamu přímo do amygdaly bez mezipřipojení informace do neokortexu. Tento přenos je typickým příkladem evolučně primitivního systému, který umožňuje velmi rychlou reakci na možná ohrožení. (Stuchlíková, 2002)

### 2.2.1.3 Hemisférické asymetrie

Dřívější studie zaměřené na emoce a lidský mozek zkoumaly afektivní poruchy, kterým předcházely různé úrazy hlavy. Tyto studie přinesly jednotné výsledky, z kterých vyplývá, že osoby s lézí na levé hemisféře byly spojovány negativními emocemi, častějším pláčem, nízkým sebevědomím a celkovou depresivitou. Naopak u osob s lézí na pravé hemisféře se zvýšila četnost pocitů radosti a euforie. (Martin, 1998)

Podle proběhlých výzkumů na toto téma se formulují výsledky, které říkají, že pravá hemisféra je více specializována na negativní emoce, díky kterým můžeme reagovat například únikem. Naopak tedy levá hemisféra by nejspíše mohla být základnou pro kladné citové prožívání. (Plháková, 2003)

## 2.3 Vnější exprese emocí

Behaviorální složka emocí, tedy jejich vnější, viditelná exprese je zkoumána mnoha odborníky, kteří se často shodují v tom, že emoce měly velký podíl na evoluci lidského druhu. Někteří výzkumníci vyzdvihují funkci emočního chování a výrazů, které měly vliv na fungování lidí ve skupinách a na jejich vzájemnou interakci.

Základy evolučních přístupů k emocím byly položeny Ch. Darwinem, který se pokusil o výčet emocí a odvození jejich výrazu z činnosti nervového systému. Od jeho dob antropologové nashromáždili značné množství poznatků o tom, že určité aspekty emocí

jsou biologicky založené. (Stuchlíková, 2002) Toto dílo Ch. Darwina (1872) se v originálním znění jmenuje *The Expression of the Emotions in Man and Animals* a tematicky a vědecky na něj později navazuje například Paul Ekman. Více se budeme věnovat emočním výrazům ve zvláštní kapitole.



### **3. Vybrané teorie emocí**

Ke studiu emocí se přistupovalo a přistupuje různě a v minulosti vzniklo hned několik různých teoretických modelů toho, jak emoce fungují, jak vznikají a jaká je jejich funkce. Některé z těchto teorií jsou dodnes uznávané a ověřované a některé jsou naopak již vyvrácené. Při komplexním zkoumání a popisu emocí většinou dnes vycházíme hned z několika teorií najednou. Tyto teorie můžeme rozdělit do tří skupin podle toho, na jaké úrovni je fungování emocí chápáno a jak jsou si tyto teorie blízké – fyziologické teorie emocí, kognitivní teorie emocí a evoluční teorie emocí.

#### **3.1 Fyziologické teorie emocí**

V této části bude uvedeno několik fyziologických teorií emocí, konkrétně James-Langeova teorie, Cannon-Bardova teorie a Schachter-Singerova teorie emocí.

##### **3.1.1 James-Langeova teorie emocí**

V roce 1884 vytvořil významný americký psycholog William James novodobou teorii emocí, která měla znamenat poměrně velký převrat ve smýšlení o emocích. Jen málo let po něm, v roce 1887, vytvořil nezávisle na Jamesovi velmi podobnou až totožnou teorii dánský fyziolog Carl Lange. James tuto teorii formuloval známým příkladem: máme strach, protože utíkáme a jsme smutní, protože pláčeme. To bylo ve velkém rozporu se zaběhlým chápáním emocí té doby, tedy: utíkáme, protože máme strach a pláčeme, protože jsme smutní. James-Langeova teorie vycházela z toho, že city jsou doprovázeny tělesnými změnami, ale ty zde nebyly vnímány jako důsledek, nýbrž jako příčina těchto emocí. Pokud z emocí odstraníme fyziologii, nezbyde z nich nic, napsal James, který soudil, že emoce jsou prožíváním fyziologických změn. (Nakonečný, 2012)

Tato teorie bylo částečně potlačena po kritice, kterou vznesl Walter Cannon v roce 1927 a která obsahovala několik pádných argumentů. Později Walter Cannon se svým studentem Philipem Bardem vytvořili novou teorii tzv. Cannon-Bardovu teorii emocí, neboli talamickou teorii.

James-Langeova teorie byla v druhé polovině 20. století opět některými psychology částečně rehabilitována a Hunt (2010) uvádí několik příkladů toho, jak k tomu tito

výzkumníci dospěli – například Paul Ekman provedl více než deset experimentů, které dokazovaly, že pokud dobrovolníci záměrně zaujmuli výraz tváře, který odpovídal určité emoci, byly následně vyvolány malé a nepatrné, avšak měřitelné změny v tepové frekvenci, kožní vodivosti a stejně malé, avšak zjistitelné změny, v pocitech. Ačkoliv tyto důkazy nejsou nijak závratné, může díky nim tato teorie pořád přežívat a můžeme se o ní bavit jako o částečně a omezeně platné teorii.

S touto teorií částečně souvisí i tzv. hypotéza zpětné obličejové vazby, kterou navrhl v roce 1962 Silvan Tomkins. Podle této hypotézy je prožitek konkrétních pocitů výsledkem smyslových vjemů, které obličejové svalstvo odesílá do mozkové kůry. Základním pilířem této teorie je tedy svalstvo obličeje. Můžeme tedy říci, že pokud výraz v naší tváři bude vyjadřovat například smích, vznikne v důsledku odeslání informace a vyhodnocení mozkovou kůrou pocit štěstí a radosti. Tuto hypotézu následně zkoumalo několik psychologů, například James Laird nebo Paul Ekman, kteří se však potýkali s poměrně náročnou metodologií a možnými odchylkami, které u experimentů tohoto výzkumu mohou vzniknout. (Plháková, 2003)

### **3.1.2 Cannon-Bardova teorie emocí**

Jednou z prvních teorií emocí, do které byly zahrnuty i některé části mozku a nervové soustavy, byla Cannon-Bardova teorie. Walter Cannon a jeho student a spolupracovník Philip Bard tvrdili, že periferní nebo viscerální okolnosti nejsou příčinou emocí, nýbrž průvodními jevy dalších příčin. Když Cannon při hledání důkazů o nefunkčnosti James-Langeovy teorie odstranil některým zvířatům mozkovou kůru, zjistil, že na vyvolání agresivní reakce u nich stačil jen velmi nepatrný podnět. To vedlo Cannona a Barda k domněnce, že negativní emoční reakce vznikají v primitivních strukturách mozku – v talamu, které získávají informace ze sensorických orgánů a dále je předávají do kůry a ANS. Talamus tedy posílá informace dvěma směry jednou cestou do nervového systému, který následně vyvolává viscerální reakci a určité chování, a druhou cestou do mozkové kůry, kde vzniká již onen pocit emoce. Tudíž můžeme říci, že prožitek emoce a prožitek jejích symptomů jsou dva paralelní na sobě nezávislé účinky informace pocházející z talamu. (Hunt, 2010)

### **3.1.3 Schachter-Singerova teorie emocí**

Tuto teorii, jinak nazývána také dvoufaktorová teorie emocí, vypracovali v roce 1962 Schachter a Singer. Někdy je také označována jako teorie fyziologicko-kognitivní, protože zahrnuje dva faktory emoce – fyziologický a kognitivní. (Nakonečný, 2012)

Plháková (2003) stručně vysvětluje tuto teorii tak, že Schachter a Singer uvažují o pouhých dvou faktorech, které jsou nezbytně potřeba ke vzniku emoce. Jedním je fyziologická excitace (arousal), která může mít různé příčiny, například užití drog, tanec, hudba nebo nějaká událost. Dále pak konkrétní emoce, kterou prožíváme, záleží na druhém faktoru a tím je kognitivní označení (label) fyziologické excitace. Schachter a Singer tvrdí, že některé počítky vyvolané fyziologickým vzrušením jsou často difúzní a u rozlišných emocí prakticky totožné. Teprve následné informace o vnější situaci, které přijímá mozková kůra, způsobují vyhodnocení excitace a následné prožívání určité emoce. Nepřesná a nespecifická fyziologická reakce tedy ovlivňuje hlavně intenzitu dané emoce, avšak prostředí a okolnosti udávají její druh.

## **3.2 Kognitivní teorie emocí**

Kognitivní teorie emocí se snaží odpovědět na otázku, zda myšlení a řeč může nějakým způsobem ovlivnit prožívání emocí. Například zda změna způsobu přemýšlení může zapříčinit změnu v míře úzkostnosti nebo depresivity. Představitelé kognitivních teorií emocí většinou předpokládají, že city a jejich fyziologický základ vznikají z myšlenkového posouzení a interpretace významu okolních podnětů. (Plháková, 2003)

Mezi kognitivní teorie emocí můžeme řadit například teorii kognitivního zhodnocení, kterou vytvořil významný psycholog Richard Lazarus. Dále někteří autoři do této kategorie řadí například Schachter-Singerovu teorii, která se pohybuje na pomezí fyziologických a kognitivních teorií, a zde je zařazena do kapitoly fyziologických teorií emocí.

### **3.2.1 Teorie kognitivního zhodnocení**

Podle Richarda Lazaruse provádějí lidé trojí zhodnocení. V prvním zhodnocení, tzv. primary appraisal, se hodnotí celkové důsledky události pro následný stav. V následujícím kroku tedy sekundárním zhodnocení, tzv. secondary appraisal,

hodnotíme, co bychom měli dělat a jak na onu situaci reagovat. Na tyto dva postupné kroky hodnocení následně odpovídá prostředí a lidé musejí tedy své hodnocení znovu zhodnotit, tzv. reappraisal. (Stuchlíková, 2002)

Přemysl Mohapl (1988) uvádí shrnutí Lazarusových myšlenek a prvních dvou typů hodnocení.

1. V průběhu rychlého primárního hodnocení se jedinec ptá: „Je vše v pořádku?“ nebo „Jsem v nebezpečí?“ Výsledné hodnocení pak nabývá tří možností – neutrální, pozitivní, negativní. Negativní emoce pak vznikají za okolností, které ohrožují jedincovo osobní blaho – primárně situace poškození, ztráty, hrozby nebo výzvy.

Na primární zhodnocení často ihned navazují různé copingové strategie, nejvíce tedy strategie zaměřené na emoce.

2. Při sekundárním zhodnocení se jedinec ptá, jaké má možné konkrétní postupy, aby situaci zvládl a připravil se na následky a na pravděpodobný další vývoj situace. Dále také probíhá vyrovnávání zaměřené na problém, které je směřováno k objevení řešení, kterým je zejména navození změny vztahu mezi sebou a okolnostmi.

Z Lazarusovy teorie vyplývá, že můžeme regulovat úroveň emoční aktivity na základě věnování pozornosti určitým aspektům situace a způsobem, jakým o ní uvažujeme. (In Plháková, 2003)

### **3.3 Evoluční teorie emocí**

Vypořádávání se jedinců s životními situacemi, které jsou pro ně významné, jako je například vyhýbání se a reakce na nebezpečí, mělo za důsledek selekci jedinců schopných se s takovými situacemi vypořádat a tak umožnilo předávání jejich genetické výbavy dalším generacím potomků. Do této výbavy patří také emoce, které fungují jako způsob rychlého vyhodnocení situace a zároveň jako pohnutka k adekvátní reakci. Jako příklad můžeme uvést téměř okamžité vyhodnocení nebezpečné situace a následný únik z ní. (Nakonečný, 2012)

Evolucionistické pojetí emocí můžeme objevit již u Charlese Darwina, který ve své knize z roku 1872, pojednává o znacích evoluce u výrazu emocí u člověka a zvířat. (Nakonečný, 2012)

Asi nejznámější a základní evoluční teorii emocí přinesl Robert Plutchik v roce 1980. Plutchik upozorňoval na důležitou informaci, že lidé, i přes svůj vyspělý mozek, často musí řešit několik základních problémů, které přímo souvisí s přežitím. Lidé se, stejně jako dříve, potřebují rozmnožovat, jíst, být součástí společenství, atd. Plutchik uvozuje osm základních emocí, jež jsou vrozené a fungují jako automatické reakce na typické životní situace. Tyto emoce jsou důsledkem evoluce, v jejíž průběhu pomáhaly lidskému druhu přizpůsobovat prostředí a umožňovaly přežití. Každá tato emoce má několik částí, které na sebe postupně navazují – kognitivní zhodnocení, prožitek emoce, chování a výsledný efekt. Například emoce hněvu: podnětovou situací je nějaká překážka, kterou hodnotíme jako nepřítele, prožíváme hněv a následně tedy útočíme a výsledným efektem je destrukce této překážky. (Plháková, 2003)

## 4. Emoční výrazy

Pokud se v psychologii pojednává o výrazu, mluvíme především o mimice, tj. výraz obličejového svalstva, např. typický výraz smutku nebo radosti v obličejí. Psychologie emočních výrazů je dnes takřka samostatným vědním oborem a bylo rozvíjena již ve středověku, avšak nejzákladnější myšlenky lze najít již u Aristotela. (Nakonečný, 2002)

Další autor, který ve velkém přispěl ke studiu emočních výrazů, byl Charles Darwin ve své knize „Výraz emocí u člověka a zvířat“ z roku 1872, ve které se domníval, že lidský emoční výraz je reziduem původních biologicky účelných reakcí. (Nakonečný 2002)

### 4.1 Primární emoce

Rozdělování emocí na primární a sekundární emoce je mezi teoretiky již poměrně dlouhou dobu a má velké zastoupení, avšak dodnes se někdy objevují myšlenky, že tyto dvě skupiny emocí nám při hloubkovém zkoumání emocí nebudou příliš nápomocné. (Stuchlíková, 2002)

Přibližně sedmdesát let po vydání v této oblasti velmi významné Darwinova knihy se k tomuto tématu vrátil americký psycholog Silvan Tomkins, který různými způsoby pozorování došel k výsledku, že mezi emocemi se vyskytuje devět vrozených tzv. primárních emocí, které jsou doprovázeny charakteristickými výrazovými projevy. Tomkins jako primární emoce chápal zájem, radost, překvapení, trýzeň, strach, hněv, hnus, pokoření, a odpor. (Plháková, 2003)

V 60. letech 20. století provedli američtí psychologové Paul Ekman a Wallace Friesen několik studií, ve kterých se snažili dokázat univerzálnost několika základních emocí napříč kulturami. Jeden ze zásadních výzkumů provedli v oblasti ostrova Nová Guinea, kde se našli izolovaný kmen od moderní civilizace, tedy kmen nedotknutý a tím pádem neovlivněný západní kulturou, která by mohla sehrát v tomto experimentu negativní roli. Domorodci tohoto kmene nikdy neviděli film, fotografii, nemluvili anglicky a prakticky nikdy neopustili svou kulturu. Ekman a Friesen těmto lidem vyprávěli příběh, který byl kvůli překladu velmi jednoduchý, a následně tito lidé měli vybrat jednu ze tří fotografií člověka, který prožívá určitý příběh/emoci. Na těchto fotografiích byli lidé ze západní kultury, tedy lidé, se kterými se nemohli nikdy setkat, a také lidé, kteří by, pokud by se

nepotvrdila teze o univerzálnosti emocí, měli vyjadřovat pro domorodce naprosto nesrozumitelné emoční výrazy. Jeden z příběhů, které byli vyprávěny zněl například takto: „Člověk sedí sám ve svém domě, nikdo jiný ve vesnici není. V domě není žádný nůž, sekyra nebo luk a šípy. Ve vchodu domu se objeví divoké prase a ten člověk se dívá přímo na prase a velmi se ho bojí. Prase stojí ve dveřích několik minut, nechce odejít, člověk se na něj dívá a bojí se, že ho prase napadne a pokouše.“ Tohoto výzkumu se účastnilo přes tři sta lidí a výsledky byly prakticky jednoznačné – domorodci přesně rozpoznávali emoce ve tvářích lidí ze západní naprosto odlišné kultury. Pro potvrzení výsledků a dokonalosti výzkumu provedli Ekman a Friesen ještě jeden typ výzkumu a to, že jiné domorodce z tohoto kmene poprosili, aby onen příběh zahráli, zatvářili se tak, jak by se tvářili v onom příběhu. Při předvádění emoce výzkumníci jejich chování zaznamenávali a následně z něj udělali několik fotografií reprezentujících emoční výrazy u tohoto kmene. S těmito fotografie následně provedli prakticky to samé, avšak tentokrát emoce měli rozpoznávat američtí vysokoškolští studenti. Výsledky byli opět jednoznačné a studenti interpretovali emoce ve tvářích naprosto správně. Ve stínu těchto experimentů tedy Ekman a Friesen uvádí, že emoční exprese radosti, smutku, strachu, překvapení, hněvu a odporu jsou univerzální a tedy že základní emoce jsou stejné napříč kulturami. (Ekman, 2015)

Ekman (1992) uvádí, že existuje několik tzv. emotion families, které reprezentují právě základní emoce, se kterými jsou další typy emocí příbuzné a od nich odvozené. Každý člen „rodiny“ sdílí určité znaky, které jsou charakteristické právě pro onu jednu skupinu vycházející z jedné základní emoce. Jsou to určité znaky a prvky, které právě oddělují jednu skupinu emocí od druhé. Tyto emoční skupiny ukazuje na příkladu popisu emoční skupiny hněvu, kterou již dříve Ekman a Friesman (1975, 1978) uvedli. Popisují více než 60 různých typů exprese hněvu, které spolu sdílí určité znaky, které tuto skupinu oddělují například od skupiny strachu, např. obočí je staženo k sobě a směrem dolů, atd.

## **4.2 Radost**

Celkově je radost vnímána jako velice pozitivní pocit, který se spojuje se vzrušením celého těla, a je vnímáno jako příjemná emoce. Někdy se u radosti můžeme setkat také s motorickou aktivitou, například s poskakováním nebo mnutím rukou. Radost je přímou reakcí na nějaký zisk nebo úspěch. (Nakonečný, 2000)

Paul Ekman (2015) píše ve své knize o několika různých typech pozitivních pocitů, které se od sebe v mnohém liší, ale uvádí ji jako skupinu emocí, které prožíváme rádi. V této skupině emocí existuje několika různých termínů, pro co nejbližší vystižení pocitů, které má člověk prožívající například potěšení nebo radost.

Jen při krátkém pohledu do tváře člověka, který právě prožívá některý typ pozitivní emoce, je evidentní, že mají jednotný obličejový výraz a tím je úsměv. Mezi různými úsměvy mohou být rozdíly – v intenzitě, v trvání nebo v rychlosti nástupu. Během 19. století studoval francouzský neurolog Duchenne de Boulogne, jakým způsobem mohou změny svalových pohybů v obličejí změnit celkový výraz. Muži, který necítil bolest, zkoušel elektricky stimulovat různé svaly ve tváři a následně jeho tvář fotografoval. Stejně tak následně vyzkoušel vykouzlit úsměv na tváři tohoto muže vyprávěním vtipu a následně opět jeho reakci zaznamenal na fotografii. Výsledný rozdíl byl evidentní – k tomu aby muž opravdu vypadal šťastně, bylo potřeba zapojit k pohybu velkého lícního svalu ještě svaly kolem očí. Z toho vyplývá, že opravdový úsměv se pozná tak, že jsou zapojeny všechny svaly, tedy velké lícní svaly a kruhové oční svaly, které přímo nepodléhají vůli a jsou tedy zapojeny pouze v okamžiku, kdy člověk opravdu cítí pozitivní emoce. (Ekman, 2015)

### 4.3 Smutek

*Pro popis smutných pocitů se používá řada výrazů – člověk je sklíčený, zkroušený, zklamáný, skleslý, deprimovaný, zoufalý, utrápený, bezmocný, nešťastný nebo zarmoucený.* (Ekman, 2015, str. 109)

Když zažíváme pocity smutku, přijdou nám okolnosti našeho stavu beznadějně a připadá nám, že je musíme jen vytrpět a vystavit se jim. V těchto chvílích má poměrně velkou převahu aktivace parasymptiku a to vede například k reakcím pláčem, klesá krevní tlak a pulz, snižuje se svalové napětí a zvyšuje se pasivita a neschopnost činnosti. (Stuchlíková, 2002)

Mírnějším typem smutku je zarmoucení, které může být vyvoláno ztrátou předmětu nebo malým neúspěchem. O něco silnějším typem je žal, který bývá vyvolán prožitkem velkého neštěstí, jako například ztrátou velmi blízké osoby. Tím nejsilnějším typem



smutku je hoře – tento typ se vyznačuje celkovými projevy motorickými a verbálními. (Nakonečný, 2000)

Jedním z nejvýznamnějších obličejových signálů smutku je typické posunutí vnitřní strany obočí směrem nahoru. Tento znak je hodně spolehlivý, protože jen málo lidí tento pohyb dokáže učinit vlastní vůlí. Často právě tato pozice obočí je znakem, který prozrazuje skrývaný smutek. Při tomto pohybu se také často vytváří mezi obočím vráska, kterou však někteří lidé mají viditelnou neustále. Tento projev může být někdy jediným projevem smutku. Ve spodní části tváře se smutek často projevuje vodorovně roztáženými ústy a poměrně výrazným vytažením lící směrem vzhůru. Dále se také někdy objevuje svraštělá kůže na bradovém výběžku. (Ekman, 2015)

#### **4.4 Hněv**

Emoce hněvu je reakcí na jednoznačný nežádoucí podnět, který chápeme obecně jako nějaký útok. Tento útok vnímáme jako velmi nespravedlivý typ chování a jako chování, které nás nějakým způsobem ponižuje, zhoršuje naše postavení. Jde často o konkrétní posouzení chování druhých – pokud budeme toto chování vnímat jako oprávněné, nezáměrné nebo nekontrolovatelné, nebudeme pravděpodobně reagovat hněvem s takovou intenzitou, než kdyby tomu bylo naopak. Hněv bývá zařazován k primárním emocím a je na něj pohlíženo jako na emoci jednodimenzionální, tedy že jednotlivé pocity hněvu můžeme odlišovat prakticky jen dle intenzity. (Stuchlíková, 2002)

Ekman (2015) uvádí opět několik znaků, které jsou při obličejové expresi hněvu viditelné. Jedním z hlavních znaků je zúžení rtů a ztenčení jejich červené linie. Tento znak je velmi těžké ovlivnit vůlí a proto je častým prozračením zatajovaného hněvu. Dalším znakem hněvu může být kombinace svraštělého obočí staženého směrem dolů a tzv. „zlostného pohledu“, který jasně vyzařuje z očí, kolem kterých se ještě navíc mohou napínat a mhouřit horní a spodní víčka. Dalšími znaky, kterým lze poznat hněv, může být například zdvižení horního a snížení dolního rtu při zachování zúžení rtů, kdy ústa zaujímají hranatý tvar.

*Ve většině případů se dělají velmi nepatrné vrásky na čele, neboť to vyplývá z pocitu něčeho nepříjemného nebo nesnadného spolu se soustředěním myslí. Ale někdy zůstává obočí hladké, místo aby se svraštilo a snížilo, při čemž se široce rozevřené oči oslnivě*

*lesknou ... Někdy jsou podlity krví a jak se říká, vylézají z důlků – následek to beze vší pochyby toho, že hlava je překrvena, jak ukazují rozšířené žíly.* (Darwin, 1964, s. 181 – 182)

## **4.5 Strach**

Strach se vyvinul jako reakce na přítomné nebo hrozící nebezpečí a je ve svém základě emoci, která je odezvou na hrozící zranění až ztrátu života. Že jde o vrozenou emoci, je evidentní již ze samotné velké mobilizace energie, která při ní vzniká a také z častého únikového chování. Strach je emoci s velkou hybnou silou a jeho intenzivní forma je často spojována nejen s útekem, ale právě naopak s absolutním útlumem chování a s behaviorální ztuhlostí. Intenzivní forma strachu dokáže v extrémních případech i zabít. Emoce strachu je velmi nakažlivá a dokáže se velmi rychle rozšířit mezi ostatní lidi, například jako zpráva o hrozícím nebezpečí, která spouští lavinu reakcí, na které reagují další lidé. (Nakonečný, 2012)

Ekman (2015) dává strach a překvapení vždy vedle sebe, protože to jsou emoce, které jsou si ve výrazové složce velmi podobné a často se liší jen intenzitou a hlavně délkou trvání. Jednu z klíčových rolí zde hrají oči – při pocitu strachu a překvapení se vytahují oční víčka. Pokud by výraz byl omezen jen na oči, museli bychom rozeznat konkrétní emoci časem probíhajícího výrazu (překvapení by trvalo jen pár sekund). Dalším znakem strachu jsou napjatá spodní víčka, která prakticky vždy doprovázejí pocity strachu. Napětí spodních víček a zvyšující se intenzita napětí horních víček nám dále uvádějí zvyšující se intenzitu strachu. Dalším znakem, který někdy, ale ne pravidelně, doprovází pocity strachu, je stažení obočí k sobě. Pokud však bude obočí jen povytažené a nebude stažené k sobě, můžeme uvažovat spíše o emoci překvapení. Ve spodní části obličeje můžeme strach a překvapení poznat hlavně podle pohybu rtů a spodní čelisti. Strach nám mohou také signalizovat rty, které jsou napnuté a roztažené do šířky. Při překvapení naopak můžeme vidět poklesnutí spodní čelisti.

## **4.6 Překvapení**

Překvapení trvá vždy nejvýše pár vteřin a je tím pádem ze všech emocí nejkratší. V prvních vteřinách zjistíme, co se kolem nás odehrává a překvapení se mění ve strach,

úlevu, pobavení, znechucení, zlost a tak dále - záleží na konkrétní situaci a podnětu překvapení. V některých situacích nemusí však následovat žádná emoce, protože pro nás překvapivá situace neměla žádný emoční náboj. (Ekman, 2015)

Skupina odborníků, kteří zkoumají emoce, se snaží překvapení do této skupiny primárních emocí nezařazovat. Je to hlavně z důvodu, že vnímají překvapení jako stav bez příjemného nebo nepříjemného náboje a že emoce se vždy musejí pohybovat na této bipolární škále, tedy splňovat kritéria libosti či nelibosti. Ekman (2015) s tímto pohledem nesouhlasí a uvádí, že se domnívá, že překvapení jako určitou emoci můžeme cítit. V okamžiku před rozpoznání situace a přiřazení jiné emoce, můžeme překvapení cítit jako libé či nelibé. Dále uvádí, že pokud by měly existovat určité pochybnosti o zařazení překvapení mezi emoce, bude tomu tak spíše kvůli časovému omezení překvapení. Překvapení jako jediná emoce netrvá nikdy déle než pár vteřin.

#### **4.7 Znechucení**

*Je pozoruhodné, jak snadno se vyvolá nucení k dávení nebo skutečné zvracení u některých osob jen pouhou představou, že pojedli nějakou neobvyklou potravu, na příklad maso zvířete, jež se obyčejně nejí, ačkoli v takové potravě není nic, co by dráždilo žaludek k tomu, aby ji vyvrhl. (Darwin, 1964, str. 194)*

Nakonečný (2000) uvádí pocit znechucení jako jev původně vyvinutý jako účelnou reakci na nějaký potravní podnět, který byl nestravitelný, zkažený, nechutný. Tato reakce je spojena s dávením a zvracením. Základní a bazální funkce této emoce byla tedy ochrana organismu před okolními jevy. Vlivem sociálních podmínek při vývoji lidského druhu se však tato reakce rozšířila z potravin prakticky na všechno, co je nějakým způsobem „zkažené“ a „nestravitelné“.

Ve výrazu tváře se projevují dva nejmarkantnější znaky, které téměř vždy doprovází zážitek odporu – silné nakrčení nosu a zdvižení horního rtu. Tyto dva znaky se nezřídka objevují současně a jsou to jednoznačné znaky pro odpor, které se ale často mohou objevovat s dalšími znaky, které by však sami o sobě mohly navádět k rozpoznání jiné emoce, například stažené obočí, které by mohlo bez průvodních znaků odporu signalizovat emoci hněvu. (Ekman, 2015)

## 5. Elektrická aktivita mozku

V následující kapitole bude popsána metoda zaznamenávání elektrické aktivity mozku zvaná elektroencefalografie (EEG), způsoby jejího používání, různé typy rytmů EEG, artefakty EEG záznamu a metoda evokovaných potenciálů.

### 5.1 Elektroencefalografie

EEG je metoda, která se dnes hojně využívá v klinické praxi a umožňuje nám dobrý diagnostický náhled na mozkovou aktivitu a zároveň je ve velkém využívána ve vědě a výzkumu. Tato metoda je ve svém základu metodou neinvazivní, tedy žádným způsobem nezasahuje do organismu člověka, protože elektrická aktivita mozku je při použití EEG snímána elektrodami, které jsou umístěny na povrchu hlavy - skalpu. (Martin, 1998)

### 5.2 Historie EEG

Jedním z prvních lidí, kteří se zajímali o elektrickou aktivitu mozku, byl patrně Richard Caton, který pomocí zrcadlového galvanometru zaznamenával mozkovou aktivitu králíků a opic již od roku 1875. Velmi slabý signál, který se mu povedl zaznamenávat, zaznamenával a opticky zesiloval na škálu umístěnou na zdi. Caton si povšiml určitých rozdílů mezi jednotlivými vrstvami kortexu a objevil různé variace mezi jednotlivými stavy zvířat, například spánek, bdělost nebo smrt. Dále také zjišťoval mozkové odpovědi na určité podněty – prezentace jídla, pachů a také si povšiml určitých změn v signálu při stimulaci kůže nebo pohybech zvířete. (Collura, 1993)

První studii humánního EEG provedl v roce 1929 německý psychiatr Hanz Berger. Berger provedl snímání signálu EEG pomocí elektrod umístěných na hlavě svého syna a to pouze v okcipitální oblasti mozku. Jednou z nejpodstatnějších částí Bergerova objevu byl nový a silný zesilovač, který dokázal zesílit malé potenciály ze skalpu a převést je do čitelných a rozpoznatelných křivek, které byly zapisovány perem na pohybující se papír. Berger úkoloval svého syna, aby otevíral a zavíral oči a následně objevil, že pokud má jeho syn zavřené oči, objevuje se na záznamu malá sinusoida. Tuto vlnu Berger pojmenoval jako alfa vlnu. (Baars & Gage, 2010)

Ve 30. letech 20. století došlo po objevu Hanze Bergera ke značnému rozšíření EEG a začaly být známé některé základní patologie elektrické aktivity mozku a elektroencefalografie jako taková se začala rychle zlepšovat a rozvíjet. Během následujících let se k této metodě přidávaly další zobrazovací metody mozku, jako například magnetická rezonance (MR), magnetoencefalografie (MEG) nebo například počítačová tomografie (CT). Tyto metody se postupem zlepšovaly v závislosti na rozvoji výpočetní techniky a rozvoji konstrukce různých komponent těchto přístrojů. Dodnes však všechny tyto přístroje sledují prakticky stejnou základní mozkovou aktivitu jako na svém začátku. (Rozman, 2006)

### **5.2.1 Základní principy EEG**

Základní bioelektrické potenciály, jako jsou akční potenciál a postsynaptický potenciál, můžeme měřit zdánlivě jednoduše přímo z buněčné membrány pomocí aplikovaných mikroelektrod. Když však měříme toto už tak velmi malé napětí neinvazivně – tedy na relativně velkou vzdálenost skrz několik různých typů tkání, mozkomíšní tekutinu, lebku a krev, můžeme tyto hodnoty zaznamenávat díky procesu tzv. „volume conduction“. Elektrické pole a elektrický dipól jsou dva velmi důležité pojmy, díky kterým můžeme porozumět, jak je možné zaznamenávat napětí vytvářené neuronální aktivitou na větší vzdálenost, tedy na skalpu. Elektrické pole je prostředí okolo jednoho iontu, které působí určitou silou na další ionty. Síla náboje tohoto elektrického pole se s narůstající vzdáleností od jeho iontu zmenšuje, avšak napětí vytvářené skupinou iontů se rovná součtu těchto hodnot a tudíž velmi vysoký počet iontů se stejným nábojem vytváří již nezanedbatelné napětí měřitelné na větší vzdálenosti. Elektrický dipól je pojem, který vyjadřuje prakticky dvě elektrická pole, která jsou opačného náboje tedy pozitivního a negativního – to znamená, že dipól má na jednom konci náboj negativní a na druhém náboj pozitivní. Stejně jako elektrické pole i elektrický potenciál dipólu je nepatrný, avšak větší počet těchto potenciálů se opět sčítá a ve vysokém počtu se stává na skalpu měřitelným. (Dickter & Kieffaber, 2013)

Pojem „volume conduction“ naznačuje měřitelnost elektrických potenciálů skrz různé biologické vrstvy. Prakticky jde o šíření elektrického pole skrz biologické tkáně, které umožňuje sčítat sousední elektrické potenciály dohromady. Někdy je bohužel velký problém s vodivostí určitých vrstev a tkání, například lebky, které v závislosti na svých

vlastnostech brání různým rozsahem v šíření elektrických polí skrz tyto tkáně. Tento faktor s průchodností elektrického pole některými tkáněmi zakládá hlavní problém s měřením a lokalizací signálů EEG. (Dickter & Kieffaber, 2013)

### **5.2.2 Snímání signálu EEG**

K záznamu elektrické aktivity mozku se používají nejčastěji pouze povrchové elektrody. Pokud se získává záznam této aktivity přímo z povrchu mozku během chirurgického zákroku, nazýváme tuto metodu elektrokortikografie. Počet elektrod připojených na skalp při elektroencefalografii vždy odpovídá počtu kanálů našeho elektroencefalografu. Můžeme užívat dva typy záznamů – unipolární a bipolární. Běžné elektroencefalografy využívají nejméně 16 kanálů. (Hrazdira & Mornstein, 2001)

Pro rozmístění elektrod na skalpu se užívá schéma zvané „10-20“, které je odvozeno od určitých výčnělků na lebce a následném rozdělení všech vzdáleností po 10% a 20%. Další systém, který umožňuje rozmístění většího počtu elektrod, je systém „10-10“. Maximální počet, který je omezen prostorovým omezením skalpu, je 128 elektrod. Fixace na lebku může být prováděna elastickou čepicí, jež má několik velikostí dle různých obvodů hlavy a má již předem připravená místa pro připevnění elektrod podle schématu „10-20“. Dalším možným způsobem připevnění elektrod na lebku je přilepení pomocí kolodia nebo EEG pasty – tento způsob bývá používán pro dlouhodobé záznamy. Pod elektrody se ještě dále aplikuje injekční stříkačkou EEG gel. (Rozman, 2006)

Elektrody jsou při EEG prvním nástrojem, který spojuje elektrickou aktivitu vytvářející centra mozku a náš záznamový EEG přístroj. Hodně zjednodušeně řečeno jsou EEG elektrody malé kovové části, které jsou připevněny na skalp, mezi něž se aplikuje vodivý gel, a jsou připojeny kabely k našemu zesilovači EEG. (Tyner & Knott, 1983)

### **5.2.3 Základní rytmy EEG**

Signál EEG tvoří vlny sinusoidního tvaru, které jsou pojmenovány podle písmen řecké abecedy. Rozdělují se podle jejich minimální a maximální frekvence – alfa (8–13 Hz), beta (13 Hz a víc), théta (4–8 Hz) a delta (do 4 Hz). (Rozman, 2006)

Rytmus alfa bývá nejčastěji snímán u zdravých, zrelaxovaných jedinců, kteří jsou vzhůru a mají zavřené oči. Frekvence bývá průměrně 10 Hz s maximálním napětím pocházejícím z elektrod umístěných v okcipitální oblasti skalpu. Rytmus je u dětí o něco pomalejší a někdy nedosáhne minima 8,5 Hz až do 12 let. U dětí starých 12 let bychom na rytmus o frekvenci 8 Hz již pohlíželi jako na patologii a uvažovali dále například o dizufní encefalopatii nebo o strukturální lézi. Amplituda u rytmu alfa se pohybuje mezi 15 a 50 mikrovoltů u mladších dospělých lidí. Starší jedinci mívají často, při zachování stejné frekvence, nižší amplitudu. Pokud amplituda nabývá nižších hodnot, ale frekvence zůstává konstantně zachována, neměli bychom na tuto amplitudu pohlížet jako na nenormální - různé asymetrie amplitudy se objevují docela běžně. Někdy můžeme zaznamenat rytmus alfa u lidí v komatu – tento rytmus bývá často velmi monotónní bez jakýchkoliv změn a jeho výskyt často značí špatnou prognózu ve vztahu k zotavení mozku. (Misulis & Head, 2003)

Vlny beta uvozují Hrazdíra a Mornstein (2001), jako vlny o frekvenci 15 - 20 Hz s amplitudou mezi 5 a 10 mikrovoltů – tyto vlny budou snímány u zdravého dospělého člověka v bdělém stavu. Aktivita s frekvencí vyšší než 13 Hz se objevuje prakticky u každého jedince, jen je často opomíjena kvůli své nízké amplitudě ve prospěch rytmů s nižší frekvencí – spánku a bdělosti. Rytmus beta je často pozorovatelný u kojenců a malých dětí během normálního spánku. (Misulis & Head, 2003)

Další rytmus, který můžeme v záznamu EEG pozorovat je rytmus théta. Tento rytmus má frekvenci od 4 Hz do 8 Hz a objevuje se často u lidí, kteří se cítí ospale a při spánku dospělých lidí. V některých případech pak následně můžeme vlny théta detekovat při bdělém stavu u malých dětí. Ve výjimečných případech můžeme tento rytmus pozorovat také při bdělém stavu dospělých lidí, avšak s velmi nízkou amplitudou – k detekci théty je zapotřebí velmi citlivé záznamové zařízení. Pokud je detekována théta v temporální oblasti starších jedinců, může poukazovat na vaskulární onemocnění. (Misulis & Head, 2003) Vlny théta mají amplitudu nad 50 mikrovoltů a jejich výskyt u dospělých lidí bývá patologický – u dětí je fyziologický. (Hrazdira & Mornstein, 2001) Rytmus théta můžeme zaznamenávat, podle Baars & Gage (2010), nejen při některých fázích spánku, ale také u klidového fokusování nebo stavech meditace. Stejně tak můžeme théta vlny detekovat u lidí provádějících úkoly na krátkodobou paměť a při vyvolávání informací z paměti.

Základním rytmem EEG, který má nejnižší frekvenci, tedy 1-4 Hz, je rytmus delta. Vlny delta bývají nejčastěji s amplitudou 100 mikrovoltů a za normálních okolností se objevují ve stavu hlubokého spánku – detekce tohoto rytmu v bdělém stavu je patologie. (Hrazdira & Mornstein, 2001) Delta je pomalý rytmus, který je charakteristický pro velmi hluboký až „bezvědomí“ spánek. Stejně EEG frekvence se ukazují být přítomny při epileptických záchvatech, ztrátách vědomí a různých komatózních stavech. Rytmus delta se objevuje s nejvyšší amplitudou a s nejpomalejší frekvencí. (Baars & Gage, 2010)

#### **5.2.4 Artefakty EEG**

V ideálním případě by signál EEG reprezentoval právě jen elektrickou aktivitu mozku, avšak reálně se nám v signálu objevuje také jiná elektrická aktivita, která nepochází přímo z mozku. Vzhledem k tomu, že nám jde primárně jen o aktivitu mozku, tak každá další aktivita objevující se v signálu je pro nás problémem a signál samotný činní méně kvalitním. Těmto nechtěným aktivitám říkáme šum nebo artefakty. Původ těchto artefaktů může být různorodý – artefakty můžeme dělit na fyziologické a nefyziologické. Fyziologické artefakty jsou elektrické signály, které mají nějakým způsobem původ u člověka měřeného EEG, avšak pocházejí z jiných oblastí než z mozku. Do této kategorie spadají primárně signály svalové aktivity, elektrické signály ze srdce, artefakty způsobené očním svalstvem a jeho pohyby, signály způsobené obličejovým svalstvem – pohyby ústy a jazykem, mluvení a ještě například potenciály způsobené vodivostí kůže. Druhá velká skupina artefaktů, které však nemají fyziologický původ, většinou pochází z okolního prostředí. Nejčastěji objevující se nefyziologické artefakty jsou například artefakty přímo z elektrod EEG, z EEG přístroje a z vnějšího prostředí jsou to pak například signály způsobené elektrickými zařízeními a spotřebiči, které fungují v experimentální místnosti, záření z blízkého osvětlení, napájecí kabely nebo také například rádiové a televizní vlny. (Tyner & Knott, 1983)

#### **5.3 Evokované potenciály**

Pokud chceme elektrickou aktivitu mozku dát do souvislosti s nějakou jednotlivou událostí nebo úlohou (např. světelný záblesk), můžeme vytvořit průměrný záznam EEG z velkého počtu stejných pokusů, například 100 pokusů. Tím získáváme tzv. evokované potenciály – ERP (event-related potentials). ERP nám dobře ukazují, jaký je časový



průběh mozkové aktivity během stimulace určitou úlohou nebo podnětem. Výsledek nám ukazuje záznam s typickými hroty pro určité podněty a časový průběh elektrické aktivity mozku. (Sternberg, 2009)

Nejčastěji se používají podněty zrakové (VEP), sluchové (BAEP, AEP) a somatosenzorické (SEP). V neuropsychologii mají také velký význam kognitivní evokované potenciály, které měří tzv. pozdní negativní (N) nebo pozdní pozitivní (P) komponenty - vlny N250, P300, N400 nebo ještě delší odpovědi, které vyjadřují složitější kognitivní procesy, např. očekávání, nejistotu, případně jiné další kognitivní funkce. (Jech, 1999 in Kulišťák, 2011)

### **5.3.1 Historie ERP**

Když v roce 1929 Berger uvedl svůj objev, tak chvíli trvalo, než si jeho zjištění získalo plnou důvěru všech vědců, avšak o několik let později jeho výsledky potvrdilo několik velmi uznávaných vědců a tak se o měření elektrické aktivity mozku začalo zajímat poměrně široké spektrum vědců a EEG začalo být uznávaným fenoménem. Obecně bylo EEG velmi využíváno ve vědě a hlavně v klinické praxi, avšak pro měření vysoce specifikovaných neurálních odpovědí nemohl být používán surový záznam EEG, protože byl příliš nejednoznačný na to, aby se daly zaznamenat a rozpoznat jemné rozdíly v určitých jevech. Neurální odezvy jsou však spojené s určitými senzorickými, pohybovými a kognitivními procesy a tak je možné tyto procesy extrahovat ze záznamu pomocí jednoduché průměrovací techniky – tyto specifické odezvy jsou nazývány evokované potenciály (ERP) a znamená to, že jsou to elektrické potenciály, které jsou evokovány specifickými podněty. Jedny z prvních evokovaných potenciálů vůbec zaznamenali Pauline a Hallowell Davis ještě dávno předtím než bylo možné k záznamu a analýze ERP využít počítačů – v letech 1935 – 1936. (Luck, 2014)

První kognitivní komponenta ERP byla objevena roku 1964 Greyem Walterem a jeho kolegy a byla nazvána „contingent negative variation“ neboli CNV. CNV bylo zjištěno při experimentu, který prezentoval lidem dva stimuly – první zvuk upozorňoval na následující stimulus, kterým byla série záblesků. Při analýze bylo objeveno, že v čase mezi varovným signálem a druhým stimulem vykazuje signál velké negativní napětí ve frontálních oblastech, které bylo nazváno CNV. Tato komponenta neukazovala pouze senzorickou stimulaci, ale hlavně také připravení se probanda na následný příchozí

podnět. Tento objev následně spustil vlnu výzkumů, které se snažily zmapovat další kognitivní komponenty ERP. Dodnes se výzkumy tohoto typu provádí ve velkém počtu a také díky novým metodám analýzy dat je možné se zabývat ještě více specifikovanými komponentami než dříve. (Lack, 2014)

### **5.3.2 Vybrané komponenty ERP**

Lidské evokované potenciály můžeme obecně dělit do dvou kategorií. První kategorií jsou vlny nebo komponenty, které se objevují velmi brzo po stimulaci – zhruba prvních 100ms. Tyto komponenty bývají označovány jako sensorické nebo exogenní a poměrně ve velké míře se odvíjejí od fyzikálních vlastností samotného stimulu. Druhá kategorie, tedy komponenty objevující se v pozdějším čase po stimulaci, většinou reflektuje to, jak subjekt hodnotí stimulus, situaci a zpracovává získané informace. Tyto komponenty nazýváme kognitivní nebo endogenní. (Sur & Sinha, 2009)

Komponenta N100 neboli N1 má často vrchol kolem 100 ms, respektive mezi 90 ms a 200ms, po prezentaci stimulu a můžeme ji pozorovat, pokud je subjektu prezentován neočekávaný stimulus, tedy značí nám proces orientování se a srovnávání například s předchozím stimulem. Komponenta N1 nabývá největší amplitudy nejčastěji na elektrodě Cz. Další komponenta, která často navazuje na komponentu N1 je komponenta P200 (P2) ukazující pozitivní amplitudu 100 - 250 ms po prezentaci stimulu. Současné výzkumy ukazují, že komponenta N1/P2 může reflektovat probandovo chování typu „sensation-seeking“. (Sur & Sinha, 2009)

Dalším poměrně hojně zkoumanou ERP komponentou je vlna P300. Tato latence se běžně interpretuje jako čas potřebný k rozeznání a odlišení jednoho stimulu od druhého. Latence se objevuje v čase 250 - 400 ms, kde rychlejší zpracování může značit lepší duševní výkonnost v porovnání se zpracováním delším. K elicítaci komponenty P3 se nejvíce využívá „oddball“ paradigma, ve kterém je prezentována série stimulů a nepravidelně k nim je prezentován rozdílný stimul, který právě elicituje komponentu P300. (Sur & Sinha, 2009) Nižší amplituda u P300 může značit neurobiologické oslabení, které může stát v pozadí některých poruch, například některých druhů závislostí a poruch chování. (Patrick at al., 2006 in Sur & Sinha, 2009)

Zajímavou komponentou je kupříkladu také komponenta P600, která se objevuje v jazykovém zpracování - pokud subjekt zaznamená například porušenou syntaxi nebo věta obsahuje neobvyklou strukturu. (Osterhout and Holcomb, 1992 in Sur & Sinha, 2009)

### **5.3.3 ERP zpracování tváří**

Výzkum zpracování lidských tváří na neurální a kognitivní úrovni je dnes ve vědeckých kruzích poměrně hojně rozšířený. Asi nejrozšířenějším ERP indikátorem percepce tváří je již od 90. let 20. století ERP komponenta N170. Ačkoliv tato komponenta obecně stále vzbuzuje spoustu pochybností, které se snaží dodnes mnozí výzkumníci potvrdit či vyvrátit, a je toho stále mnoho, co je potřeba v tomto směru objasnit, tak je obecný konsensus, že je komponenta N170 vnímána jako indikátor neurálního zpracování obličejů. (Eimer, 2011)

Jednu z pochybností kolem komponenty N170 uvedli Thierry a kol. (2007), kteří se domnívali, že N170 je pouze metodologický artefakt. Hlavní důvod proč v předešlých studiích vždy vycházely podobné výsledky - rozdíl v čase 170 ms u vizuálních podnětů s obličejí a bez nich byl takový, že podněty s obličejí si jsou fyzicky mezi sebou podobné mnohem více než podněty neobličejové. Tato tvrzení však byla vyvrácena v již velkém počtu jiných studií a bylo prokázáno, že komponenta N170 nemůže být jednoduše jen metodologickou chybou. (In Eimer, 2011)

Další velké zpochybnění validity komponenty N170 provedla skupina vědců v čele s Benjaminem Deringem, kteří zkoumali, jaký vliv má ořezávání obrázků s obličejí, které jsou užívány v experimentech. V takovýchto podnětových obrázcích jsou eliminovány okolní vlivy fotografie, jako například jas okolí, a je vyříznuta pouze tvář ve svém syrovém vzhledu. Podle nich má oříznutí fotografie takový vliv, že je následně viditelné na komponentě N170 a může být někdy falešně interpretováno jako rozpoznávání lidské tváře. Dering a kolegové ve své studii použili tedy podnětové obrázky, které nebyly oříznuté a naopak je ještě částečně míchaly s obrázkem, na kterých obličejí nebyly (auta, motýli) a naopak. Výsledky z jejich experimentu ukázaly, že pokud byly prezentovány ořezané obrázky obličejů a jiných neobličejových podnětů, komponenta N170 mezi těmito stimuly nevykazovala přílišný rozdíl. (Dering at al. 2011)

Tyto výsledky nebyly příliš překvapivé, protože je obecně známo, že N170 spadá do skupiny N1 komponent, které jsou evokované exogenními vizuálními podněty a jsou tedy velmi citlivé na jemné rozdíly ve vizuálních podnětech. Současně ale víme, že N170 je opravdu komponentou, která je citlivá na zpracování lidských tváří, protože stále vždy vykazuje jasně vyšší odezvu a jinou amplitudu na obličejové podněty a navíc je spojena s předpokládanou typickou aktivací tváře zpracujících oblastí mozku viditelnou na topografickém zobrazení skalpu. (Eimer, 2011)

Další zajímavou studii prezentovali v roce 2011 Bruno Rossion a Stéphanie Caharel, kteří porovnávali odezvu na vizuální podněty v prvních 200 ms. Probandům prezentovali dvě sady obrázků s lidskými tvářemi a auty – v první sadě byly obrázky nerozpoznatelně pozměněné a v druhé nedotčené. Výsledky této studie ukázaly funkční rozdíly mezi komponenty P1 a N1 (N170). P1 (čas 80-100 ms) je senzitivní primárně na nízkourovňová vizuální vodítka, ale N170 reflektuje přímé rozpoznání lidské tváře. Můžeme také říci, že touto studií částečně dokázali, že komponentě N1 (N170) přímo nepředchází žádná dřívější komponenta zpracování lidských tváří. (Rossion & Caharel, 2011)

#### **5.3.4 ERP zpracování emočních tváří**

O rozdílech a určitých rozpoznávacích znacích v evokovaných potenciálech zpracovávání emočních tváří napsali řadu studií Eimer a Holmes. Jedním z jejich dřívějších experimentů zjišťovali mimo jiné rozdíly v ERP při zpracovávání neutrálních tváří a tváří vyjadřujících strach. Hlavní rozdíl, který se objevil v evokovaných potenciálech, byla zvýšená pozitivita při percepci emočního výrazu strachu oproti neutrálnímu výrazu, která začala někdy v čase 110-200 ms po začátku stimulu a pokračovala prakticky až do konce analyzovaného intervalu, tedy 1000 ms. Nejvíce se tento efekt však projevoval až od 250 ms. (Eimer & Holmes, 2002)

Eimer a kol. (2003) provedli další experiment, ve kterém již srovnávali všech šest základních emocí podle Ekmana – strach, vztek, znechucení, radost, smutek, překvapení a neutrální výraz. V tomto experimentu se ukázalo, že pozitivita byla oproti neutrálnímu výrazu zvýšená u všech šesti emočních výrazů – v tomto experimentu přibližně od 180 ms až do konce analyzovaného intervalu 1000ms. Vzhledem k tomu, že všechny emoční výrazy se od neutrálního začaly odlišovat kolem času 200 ms, dá se uvažovat o tom, že

emoční informace získaná z lidské tváře se začíná na korové úrovni zpracovávat ještě během kratšího času. (In Eimer & Holmes, 2007)

Při výzkumu časného zpracování evokovaných potenciálů percepce šesti základních emočních výrazů se ukázalo, že obecný vliv mají emoce již od 90 ms (P1), ačkoliv amplituda a latence byla pozorována od 140 ms, tj. komponenty N170. Amplituda komponenty N170 byla u percepce emočního výrazu strachu znatelně vyšší než u percepce neutrálního výrazu a výrazu překvapení. Další výsledky ukázaly rozdíl mezi pozitivními a negativními emocemi – pozitivní emoce evokovaly komponentu N170 signifikantně rychleji. (Batty & Tylor, 2003)

## **II. Úvod do praktické části**

Praktická část této bakalářské práce je zaměřena na uskutečnění laboratorního experimentu, který je zaměřen na zkoumání neurálních korelátů percepce emočních výrazů.

Nejdříve je uveden a představen výzkumný problém a z něj vycházející výzkumné otázky. Tento krok byl následován zformulováním hypotéz, které byly vytvořeny ve smyslu nalezení rozdílů v evokovaných potenciálech percepce šesti emočních výrazů (strach, vztek, znechucení, radost, smutek a překvapení) a neutrálního výrazu, které byly ještě zařazeny do skupin pozitivních a negativních emocí, které se následně také porovnávaly. V následujících kapitolách je popsán experimentální design a průběh experimentu. Experiment byl prováděn v Neuropsychologické laboratoři Jihočeské univerzity, kde byla původně 13 probandům prezentována série několika fotografií emočních výrazů (tato série byla vytvořena ze dvou databází – databáze WSEFEP a KDEF) a současně byl zaznamenáván EEG signál systémem Biosemi. Tento záznam byl následně filtrován a zpracováván v počítačovém programu EEGlab, jenž je toolboxem softwaru Matlab. Z vytvořeného experimentálního designu byla vytvořena ještě jedna výzkumná otázka, která zjišťuje rozdíly v evokovaných potenciálech při percepci emočních výrazů z databáze WSEFEP a KDEF, tedy jaký vliv mají jisté kvalitativní rozdíly ve fotografiích na výsledné evokované potenciály.

## 6. Výzkumný problém a hypotézy

### 6.1 Výzkumný problém

Výzkumným problémem této bakalářské práce je z obecného hlediska zpracovávání emočních výrazů a jejich vliv na EEG signál, konkrétně evokované potenciály. Cílem výzkumu tedy je zjistit, jaké jsou rozdíly v evokovaných potenciálech při vnímání emočních výrazů šesti základních emocí – strachu, vzteku, znechucení, radosti, smutku, překvapení a neutrálního výrazu. Dále je cílem toho výzkumu porovnat mezi sebou evokované potenciály z percepce emočních výrazů dvou skupin – pozitivní a negativní emoce. Vzhledem k designu výzkumu nám vyvstává ještě další problém a cíl – porovnat jaký vliv mají dvě určité databáze emočních tváří na výsledné evokované potenciály.

#### 6.1.1 Výzkumné otázky

Ze znění výzkumného problému můžeme nyní formulovat následující tři výzkumné otázky.

**I. Jaké jsou rozdíly v ERP během percepce jednotlivých základních emočních výrazů a neutrálního výrazu?**

Tato výzkumná otázka nám pomůže orientovat se ve výsledných evokovaných potenciálech, které budeme porovnávat mezi sebou.

**II. Jaký je rozdíl v ERP během percepce pozitivních a negativních emočních výrazů?**

Porovnání v rámci dvou skupin nám umožní dívat se na percepci emočních výrazů poněkud z jiného hlediska a to na základě pouhé positivity a negativity emocí.

**III. Jaký je rozdíl v ERP během stimulace dvou nezávislých databází emočních výrazů?**

Vzhledem k rozdílnosti dvou databází emočních tváří porovnáme jejich možný vliv na výsledky v experimentu.

## **6.2 Hypotézy**

Vzhledem k výzkumnému problému byli pro tuto bakalářskou práci vytvořeny čtyři hlavní hypotézy.

**H1: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaných potenciálech při percepci jednotlivých emočních výrazů.**

**H2: Existuje signifikantní rozdíl v kognitivních komponentách evokovaných potenciálů percepcie neutrálního výrazu a emočních výrazů.**

**H3: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaných potenciálech percepcie pozitivních a negativních emočních výrazů.**

**H4: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaných potenciálech percepcie emočních výrazů z databáze KDEF a z databáze WSEFEP.**



## 7. Experimentální design

### 7.1 Výzkumný vzorek

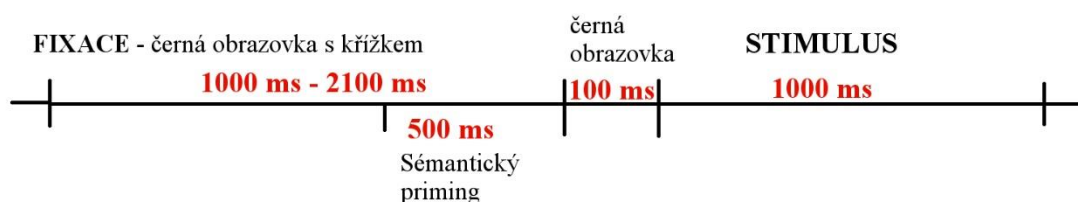
Výzkumný vzorek byl vybrán metodou samovýběru, tzn. účastníci se zapojili dobrovolně z vlastního zájmu po tom, co byli osloveni. Oslovenými probandy byli vysokoškolští studenti 3. ročníku bakalářského oboru psychologie na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Výzkumný vzorek obsahoval  $n=13$  subjektů a jejich věk se pohyboval od 22 do 26 let, průměrný věk celého souboru byl 22,9 let. Poměr genderového zastoupení byl  $n_{\text{ženy}}=11$  a  $n_{\text{muži}}=2$ . Při analýze dat byl jeden subjekt (žena) vyřazen, protože signál byl nekvalitní a ve výsledcích nejsou tedy jeho získaná data zohledněna. Všichni účastníci výzkumu byly praváci a jejich vizuální percepce byla v normálu – u některých byla tolerována korekce zraku dioptrickými brýlemi. Všichni účastníci dobrovolně souhlasili s účastí ve výzkumu a se zpracováním výsledků.

### 7.2 Vytvoření experimentu

Pro provedení experimentu, který spočíval v prezentaci emočních tváří subjektu a současného zaznamenávání elektrické aktivity mozku, bylo zapotřebí připravit prezentovaný experiment a vybrat standardizovanou databázi obsahující základní emoční výrazy podle Ekmanova schématu. Pro experiment jsme hledali podnětovou databázi, která bude co nejnovější, respektive která bude obsahovat co nejkvalitnější fotografie emočních tváří. S tímto vodítkem jsme se rozhodli použít, s dovolením autorů, databázi Warsaw Set of Emotional Facial Expression Pictures (WSEFEP), která pochází z roku 2015. Tato databáze obsahuje 210 fotografií 30 lidí (6 základních emočních výrazů + neutrální výraz). (Olszanowski, Pochwatko, Kukliński, Ścibor-Rylski, Lewinski, & Ohme, 2015) Pro potřeby našeho experimentu (relevantní počet podnětů pro vytvoření ERP) však tento počet podnětů nebyl dostačující a tak jsme se rozhodli v experimentu použít ještě jednu databázi, která je sice již starší, ale je velmi obsáhlá. Databázi Karolinska Directed Emotional Faces (KDEF), která obsahuje dohromady 4900 fotografií. (Lundqvist, Flykt, & Öhman, 1998) Z této databáze jsme vybrali jen určité relevantní fotografie, aby počet fotografií z obou databází byl použitelný pro vytvoření

ERP. Dohromady jsme tak pro experiment měli 1008 podnětů, tedy 144 podnětů od každého zkoumaného výrazu.

Prezentace podnětů byla připravena v programu OpenSesame, do kterého byl nahrány fotografie a naprogramován způsob, jakým byly podněty prezentovány. Na začátku experimentu byla na obrazovce informace o následujícím experimentu a stiskem klávesy ho subjekt sám spustil. Po té se začaly objevovat fotografie tváří lidí vyjadřující jednotlivé emoce. Časové rozložení prezentace – viz obrázek 1. Pořadí prezentovaných fotografií bylo náhodné. Pro případné rozšíření experimentu (sémantický priming) se přidal k některým prezentovaným emocím ještě sémantický popis následující emoce, který se objevoval 500ms. Při každém zobrazení stimulu se v záznamu zapsala značka, která přesně označovala každý druh stimulu. Tyto značky následně rozdělily jednotlivé epochy ERP. Celkový čistý čas průběhu experimentu byl vždy u jednoho subjektu asi 51 min.

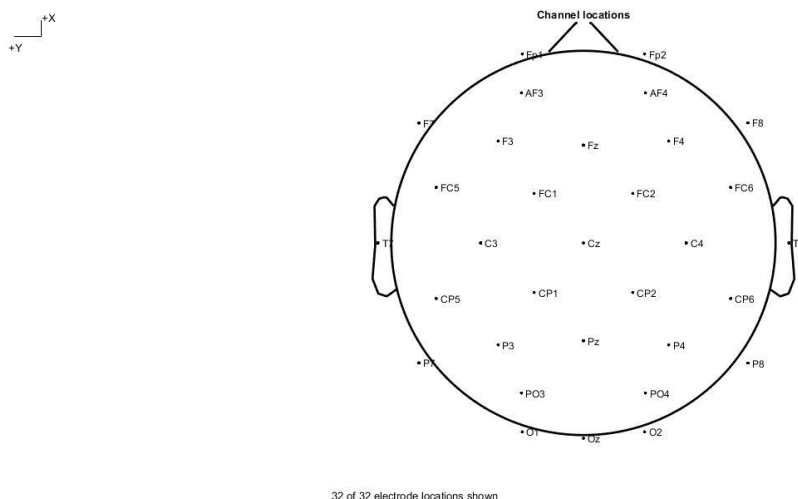


Obrázek 1 - Schéma prezentace stimulů

### 7.3 Průběh experimentu

Experiment probíhal v Neuropsychologické laboratoři JČU. Po příchodu do laboratoře byl proband seznámen s chodem laboratoře, byl mu předložen k podpisu informovaný souhlas, byl požádán o sundání kovových šperků a vypnutí/odložení mobilního telefonu a zvolena velikost EEG čepice. Následně byl proband posazen do kukaně, ve které probíhal experiment, a byl připojován na EEG pomocí 32 kanálových elektrod umístěvaných podle schématu na čepici. Mezi skalp a elektrody byl ještě aplikován vodivý EEG gel. Během připojování byl proband seznámen s EEG přístrojem a byly mu sděleny potřebné informace o experimentu, jako například doba trvání experimentu a možnost kdykoliv bez udání důvodu experiment ukončit, stejně tak byl požádán o co

nejmenší počet pohybů, mrkání a mluvení během experimentu. Po instrukci, aby se pohodlně usadil, byl proband ponechán v kabině a byl spuštěn experiment. Na začátku experimentu se objevila obrazovka, která informovala probanda ještě jednou o sníženém počtu mrkání, a po stisknutí libovolné klávesy mohl proband sám pokračovat v experimentu. Během následujících 51 minut bylo probandovi náhodně prezentováno všech 1008 podnětných fotografií a zároveň byl zaznamenán EEG signál. Na konci experimentu se opět probandovi na obrazovce objevila informace, že experiment je u konce. Po odpojení EEG elektrod pro probanda experiment úplně skončil, byla mu nabídnuta možnost na místě si umýt vlasy od EEG gelu a mohl již laboratoř opustit.



Obrázek 2 - Rozmístění elektrod na skalpu

## 7.4 Popis měřicího přístroje

K záznamu EEG signálu během experimentu bylo použito EEG systému Biosemi, který je neinvazivním typem EEG přístroje a umožňuje zapojení vysokého počtu elektrod – náš experiment byl však měřen na 32 kanálech. Tento přístroj používá pro připojení čepici, do které se upevňují elektrody podle schématu a pro zkvalitnění signálu se mezi skalp a elektrody aplikuje elektrolytový gel na bázi vody. Tento typ EEG přístroje je jedním z nejmodernějších přístrojů, které se používají výhradně pro vědecké účely a nemůžeme ho tedy používat pro účely diagnostické a léčebné. Tento přístroj spolupracuje s programem Latest ActiView, který provádí záznam a umožňuje nám pozorovat EEG signál po celou dobu měření. Dále nám tento program umožňuje náhled při zapojování

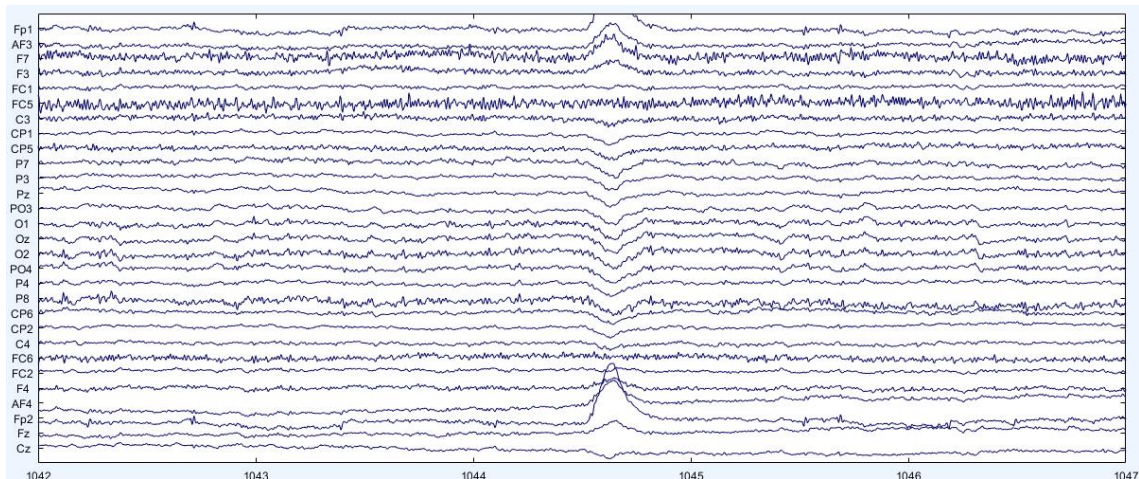
elektrod a tím pádem se můžeme vidět kvalitu signálu každé zapojované elektrody. Tento program zaznamenává signál do formátu BDF, který se následně analyzuje.

## 8. Zpracování a analýza dat

Záznamy signálu jako takového byly nahrávány do počítače systémem Biosemi a programem Latest ActiView do formátu BDF. Tato zaznamenaná data byla následně importována do programu EEGlab, který je toolboxem matematického softwaru Matlab. Z takto nahraného záznamu jsme získali od každého probanda jeden souvislý signál, který však v syrovém stavu nelze podrobně analyzovat a musí být podroben tzv. pre-processingu, kterým se data vyčistí a je s nimi následně možné dále pracovat. V záznamu se objevují frekvence, které nemají základ v mozkové aktivitě, a proto jedním z prvních kroků bylo tyto frekvence odfiltrovat. Všechna data jsme filtrovali na frekvenci od 0.1 Hz do 80 Hz. Dále byla u všech získaných záznamů snížena vzorkovací frekvence na 250 Hz a následně byla data rereferencována.

### 8.1 Odstranění artefaktů

Data, která prošla pre-processingem, byla náhodně v určitých částech rušena artefakty nebo šumem na některých elektrodách, které by nám následně mohly zkreslovat výsledky. Museli jsme tedy záznamy nyní celé prohlédnout a rozhodnout, zda některé elektrody nevyloučíme a následně je vymazat ze záznamu. Při ruční kontrole záznamů byly většinou pro zpřesnění našich rozhodnutí nastaveny hodnoty 50 mikrovoltů a zobrazený čas 10 sec. Při mazání elektrod a artefaktů jsme se řídili pravidlem, abychom vždy ze záznamu vymazali maximálně 15%. Při odstraňování artefaktů, které se objevovaly náhodně během záznamu a rušily ho, byly nejčastějšími artefakty mrkání, pohyb očních svalů, žvýkacích svalů, větší svalová aktivita, atp.

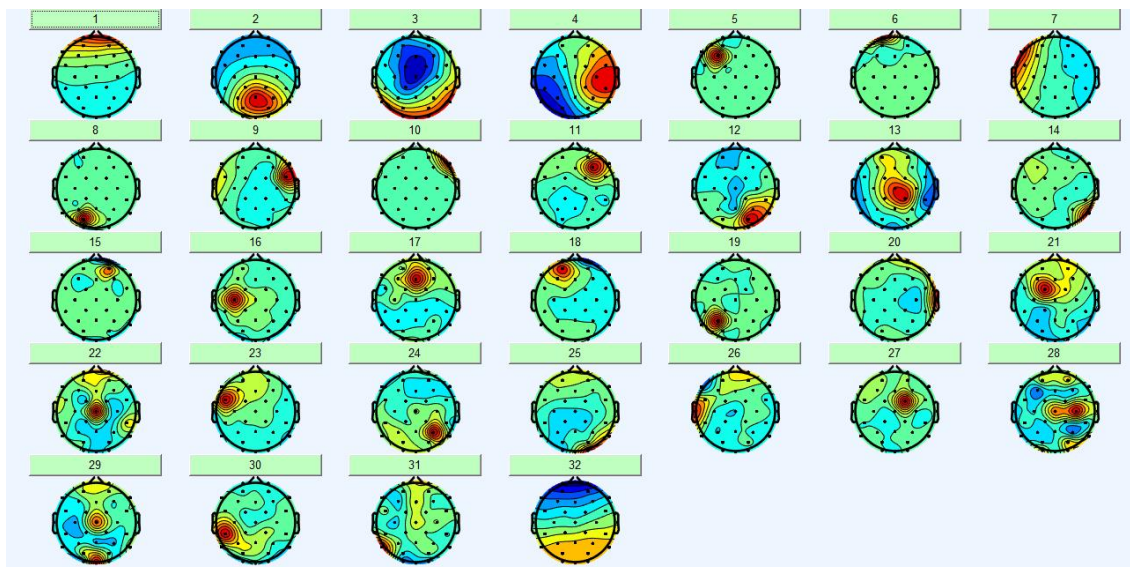


Obrázek 3 - Příklad vymazaného artefaktu mrknutí

V tomto kroku byl jeden záznam vyřazen, protože jeho signál byl velmi nekvalitní – zřejmě z důvodu špatného zapojení referenčních elektrod.

## 8.2 Analýza nezávislých komponent (ICA)

Jako další krok byla na všechna data zbavená artefaktů a špatných elektrod použita funkce programu EEGLab ICA, která se používá k automatickému vyčištění dat EEG záznamů. Analýza nezávislých komponent je ve svém principu metodou, která rozloží data do komponent nezávislých na zdroji – u EEG je to čas. Tyto získané komponenty jsme následně prohlédli a vymazali ty, které zachytily některé artefakty, například zbylé pohyby očí nebo mrkání. Při zobrazení těchto komponent v programu EEGLab se zobrazuje lokalizace komponent dle rozmístění elektrod a také ERP určitých komponent a podle těchto vodítek se rozhoduje, zda se jedná o komponentu mozkové aktivity nebo artefakt, který jsme následně vymazali.



Obrázek 4 - Zobrazení ICA komponent. Komponenta č. 1 je očním artefaktem.

### 8.3 Vytvoření epoch

Následujícím krokem bylo vytvoření epoch ze všech jednotlivých signálů. Epochy byly vytvořeny podle značek, které byly vytvořené během nahrávání experimentu – tedy v každém signálu se objevovalo 21 typů epoch – 7 typů z databáze KDEF, 7 typů z databáze WSEFEP a 7 typů podnětů, kterým předcházelo jejich sémantické označení (z databáze KDEF). U vytváření epoch byla použita baseline, tedy zaznamenané časové období před začátkem stimulace, na -100 ms a konec epochy byl v čase 1000 ms po začátku stimulace – trvání každé epochy bylo tedy -100 ms až 1000 ms.

### 8.4 Vytvoření studie a designů

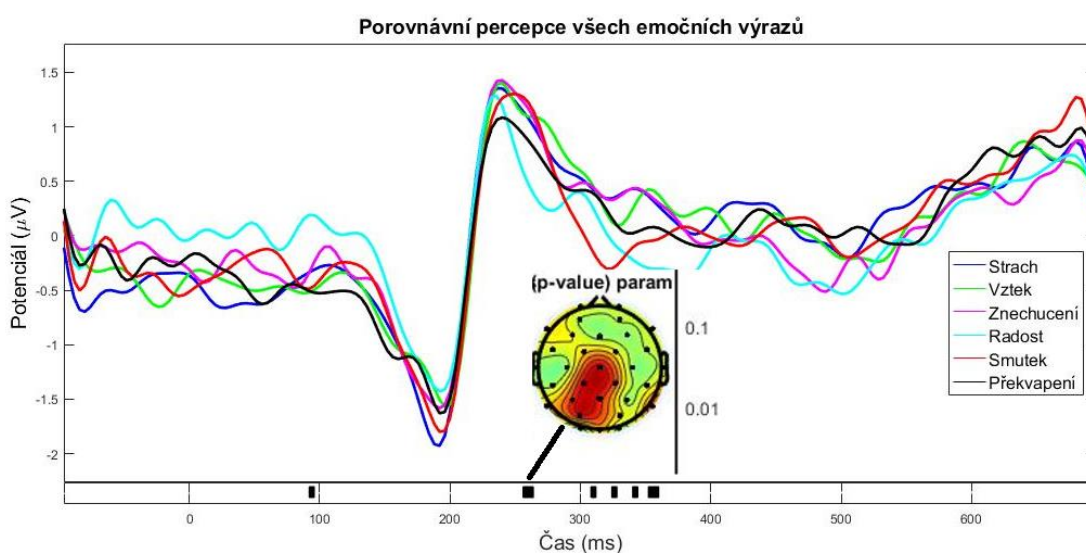
Z dat, která jsme nyní měli připravená k další analýze, jsme vytvořili v programu EEGlab studii. Během vyhodnocování jsme používali dvě statistické metody – ANOVA a párový T-test.

## 9. Analýza a interpretace dat

Pro statistickou analýzu dat a její znázornění pomocí ERP jsme použili párový T-test a analýzu rozptylu (ANOVA). Všechny evokované potenciály zobrazujeme v čase -100 ms až 700 ms. U všech provedených analýz jsme zvolili hladinu významnosti 0.01 ( $P < 0.01$ ) bez korekce mnohačetného porovnání. U každého grafického znázornění analýzy evokovaných potenciálů je vždy uvedena zvolená hladina významnosti a korekce mnohačetného porovnání, ve spodní části je silně znázorněn signifikantní rozdíl a lokalizace této signifikance na topografickém znázornění skalpu. U všech evokovaných potenciálů jsme zobrazovali elektrodu Cz, protože vykazovala největší rozdíly.

### 9.1 Porovnání jednotlivých emočních výrazů a neutrálního výrazu

Evokované potenciály percepce emočních výrazů jsme nejdříve porovnali pomocí statistické analýzy ANOVA, která nám umožnila porovnat všechny percepce emočních výrazů mezi sebou. Dále jsme všechny evokované potenciály porovnávali ve dvojicích mezi sebou, takže jsme vytvořili 15 grafů evokovaných potenciálů, na kterých je vždy jedna emoce srovnávána s druhou. V této analýze jsme používali vždy evokované potenciály pro určitou emoci z obou použitých databází.



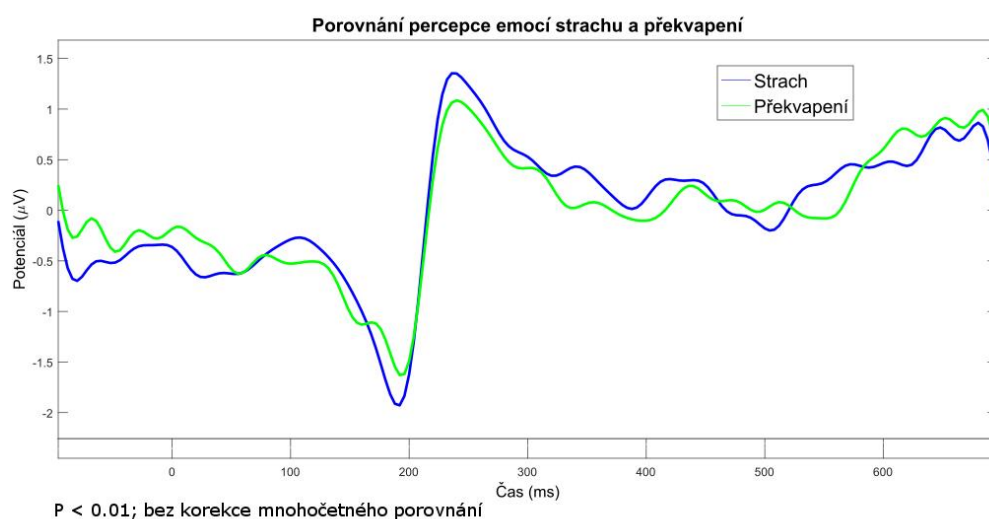
Obrázek 5 - Porovnání percepce všech emočních výrazů

Na obrázku č. 5 vidíme porovnání evokovaných potenciálů percepce všech emočních výrazů. Signifikantní rozdíly se objevují na dvou místech – v raných komponentách a středních komponentách. Rozdíl v raných komponentách kolem času 100ms bývá



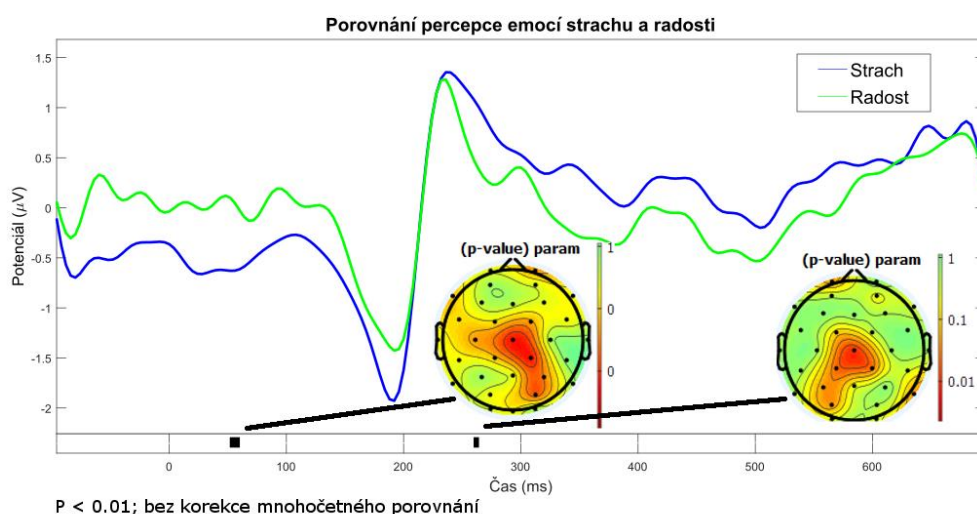
spojován se sensorickým a nízkoúrovňovým zpracováním podnětů. (Sur & Sinha, 2009) Další viditelné rozdíly se objevují v časech zhruba mezi 250 ms a 350 ms, kde se může projevit vliv komponenty P300. V tomto čase se jedná o kognitivní zpracování stimulu, tedy primárně o probandovo hodnocení a odlišování jednoho stimulu od druhého. Tento rozdíl, primárně v čase kolem 260 ms, je lokalizován v cenro-parietální až levé okcipitální oblasti skalpu. Dále můžeme také vidět rozdílnost amplitud prakticky ve všech komponentách a časech.

Na následujících obrázcích jsou zobrazeny dvojice percepce emočních výrazů a jsou porovnávány vzájemně mezi sebou.



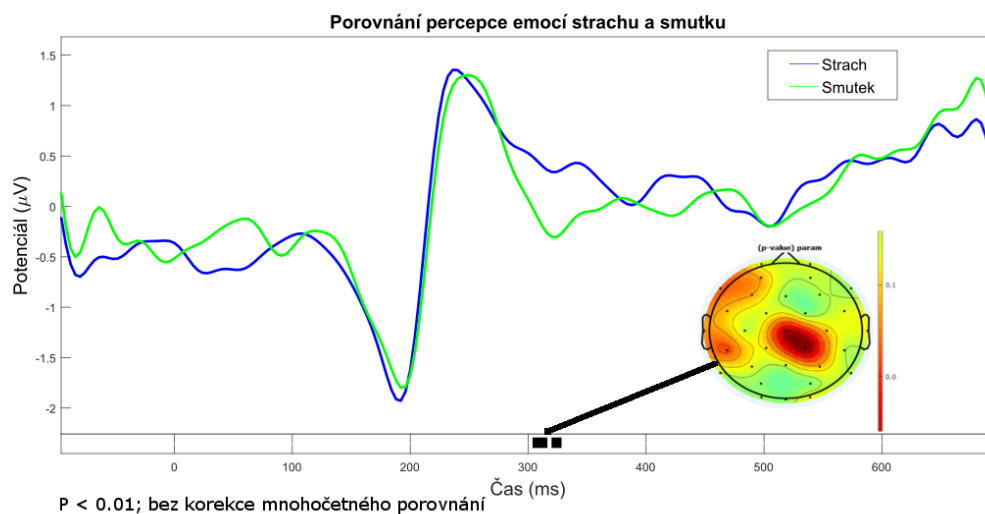
*Obrázek 6 - ERP porovnání percepce emoce strachu a překvapení*

Srovnání ERP percepce emočního výrazu strachu a překvapení neukazuje žádný signifikantní rozdíl. Tato nerozdílnost může být spojena, s celkovou podobností těchto dvou emočních výrazů, které se často dají zaměňovat. Z tohoto důvodu je například Ekman (2015) často vykládá dohromady. Při pohledu na amplitudy si však můžeme povšimnout, že při percepci strachu jsou potenciály v pozitivních i negativních pólech větší.



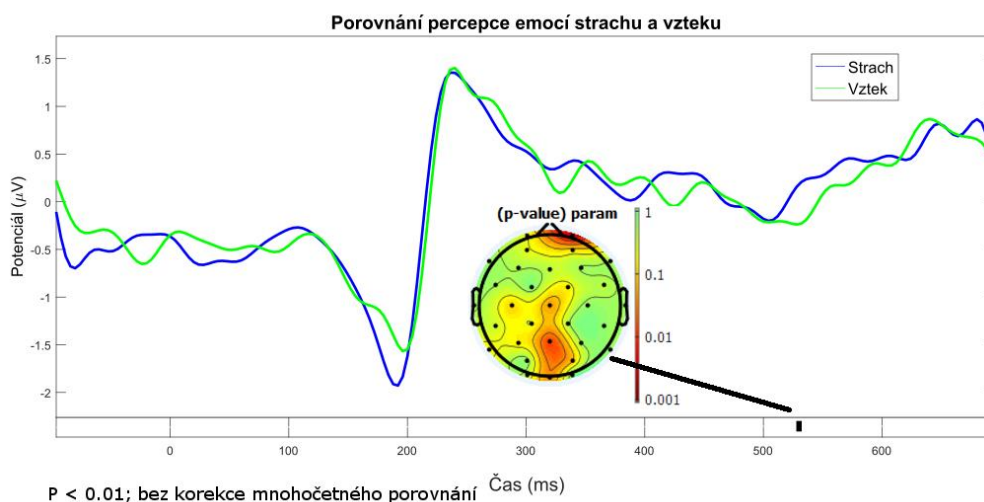
Obrázek 7 - ERP porovnání percepce emoce strachu a radosti

Pokud se podíváme na obrázek srovnávající ERP percepce emočního výrazu strachu a radosti vidíme signifikantní rozdíl v časných komponentách, které jsou často spojovány se základním vizuálním zpracováním stimulů jako takových. Další signifikantní rozdíl je v komponentě P2, která by mohla ukazovat na rozdíl mezi těmito emocemi. Někdy je tato komponenta spojována s vizuálním zpracováním, s pozornostními procesy a hledáním důležitých a výrazných znaků stimulu. (Sur & Sinha, 2009) Tento popis by mohl odpovídat zvýšení pozornosti při percepci emočního výrazu strachu oproti percepci emočního výrazu radosti. Lokalizace obou signifikantních komponent je v parietálních a okcipitálních oblastech skalpu. Nesignifikantní avšak viditelný rozdíl je také v komponentě N170, která je obecně spojována s vizuálním zpracováním lidských obličejů. Další viditelné rozdíly jsou také v pozdních kognitivních komponentách, kde můžeme vidět zvýšenou pozitivitu u emočního výrazu strachu oproti radosti.



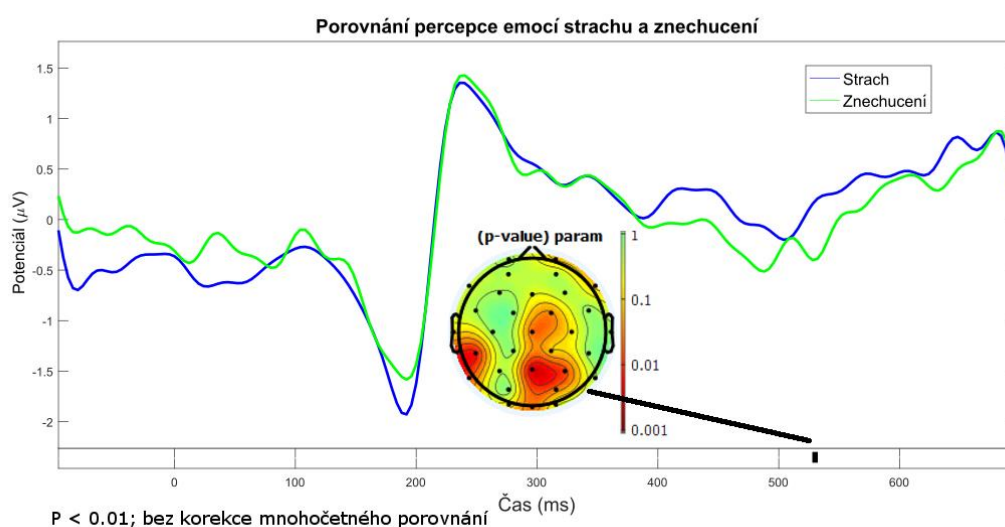
Obrázek 8 - ERP porovnání percepce emoce strachu a smutku

Z porovnání ERP percepce strachu a smutku je evidentní, že signifikantní rozdíl je na komponentě P300, která je vnímána jako komponenta endogenního původu, tedy komponenta, která odpovídá kognitivnímu zpracování stimulu, jeho zařazení a rozlišení. (Sur & Sinha, 2009) Tato signifikance je lokalizována v centro-parietální oblasti a v levé temporální, kde plynule přechází v levou frontální oblast. Podíváme-li se na tyto dva evokované potenciály, uvidíme, že jsou si v amplitudách velice podobné (primárně v N170 a P2). Tyto dvě emoce řadíme do skupiny negativních emocí a to může znamenat mimo jiné, že vycházejí z podobného základu a proto k rozlišení těchto dvou emočních výrazů dochází až v pozdních komponentách při kognitivním zpracování.



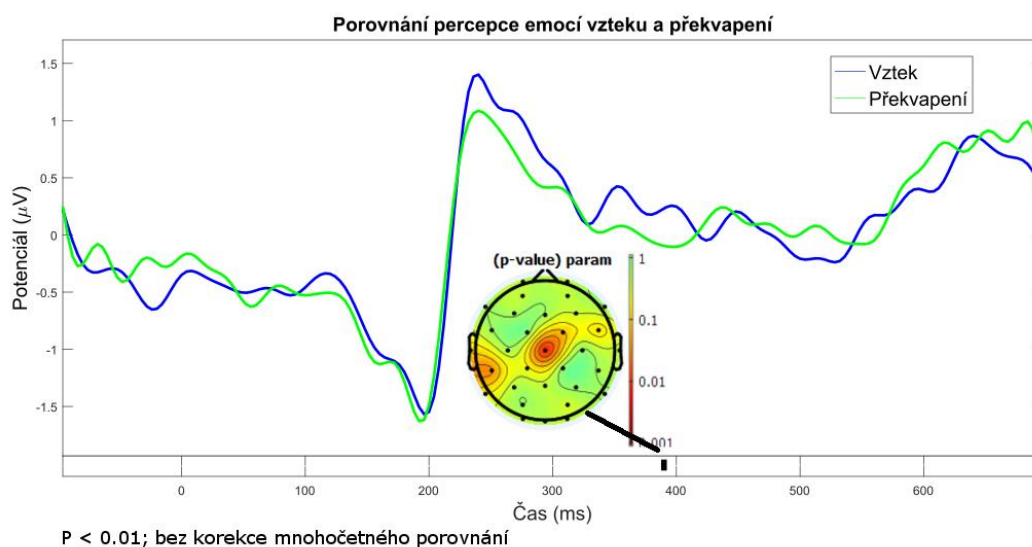
Obrázek 9 - ERP porovnání percepce emoce strachu a vzteku

Srovnání evokovaných potenciálů percepce emočních výrazů strachu a vzteku nám opět ukazuje podobné výsledky, jako předchozí obrázek. Tyto dva evokované potenciály se významně liší až v pozdějších časech. Zde jsou to konkrétně pozdní komponenty v čase 530 ms, které jsou opět přiřazovány kognitivnímu zpracování informace, které je již složitější, například nalézání smyslu stimulu, chápání slov. (Sur & Sinha, 2009) Tento významný rozdíl je lokalizován v okcipitální a pravé frontální oblasti skalpu. Interpretovat tento výsledek můžeme opět jako hlubší rozlišování mezi dvěma negativními emocemi.



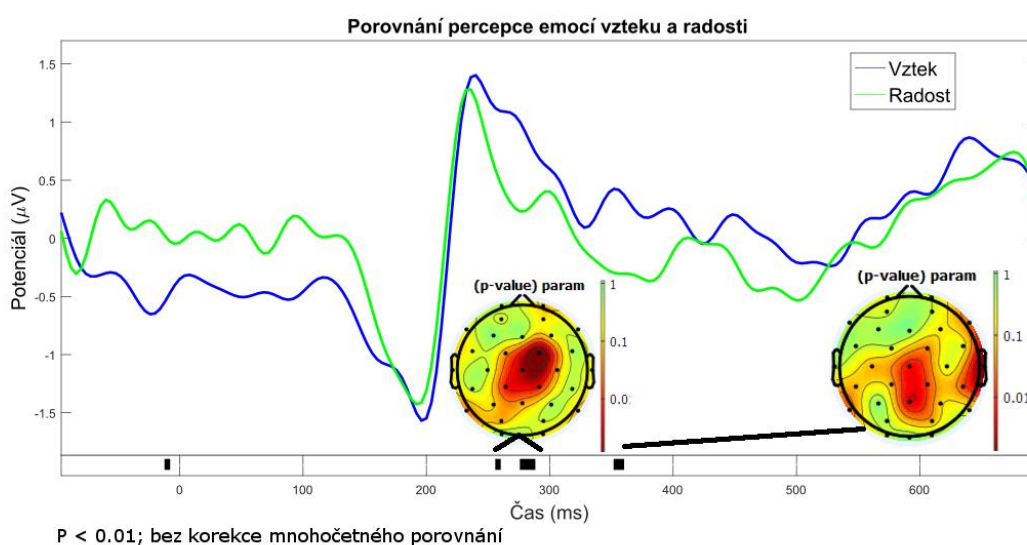
Obrázek 10 - ERP porovnání percepce emoce strachu a znechucení

Evokované potenciály percepce emočních výrazů strachu a znechucení se od sebe liší opět podobně, jako předchozí emoční výrazy – tedy v pozdních kognitivních komponentách, které mohou znamenat detailnější a smysluplné odlišování negativních emočních výrazů. Lokalizace této significance ukazuje na levou temporální oblast a centro-parietální a okcipitální část skalpu, tedy mohla by odpovídat kognitivnímu zpracování na vizuální úrovni. Celkově se od sebe tyto dva ERP liší, ačkoliv ne významně, až v pozdějších komponentách.



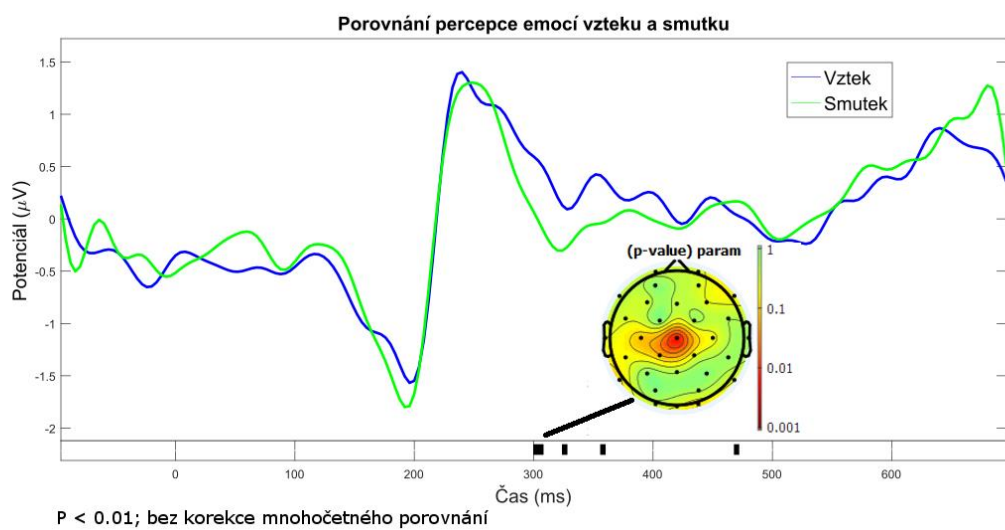
Obrázek 11 - ERP porovnání percepce emoce vzteku a překvapení

Porovnání ERP percepce emočního výrazu vzteku a překvapení ukazuje signifikantní rozdíl v pozdějších kognitivních komponentách, konkrétně emoce vzteku má vyšší pozitivitu v čase mezi 330 ms – 420 ms a v tomto období je signifikantní rozdíl v čase 390 ms s lokalizací v centrální oblasti. Vyšší pozitivitu má také percepce emoce vzteku na komponentě P2 a to na jejím vrcholu, ale také i chvíli po něm. Dalo by se uvažovat o nutnosti vyšší pozornosti při vnímání vzteku ve tváři než při vnímání výrazu překvapení.



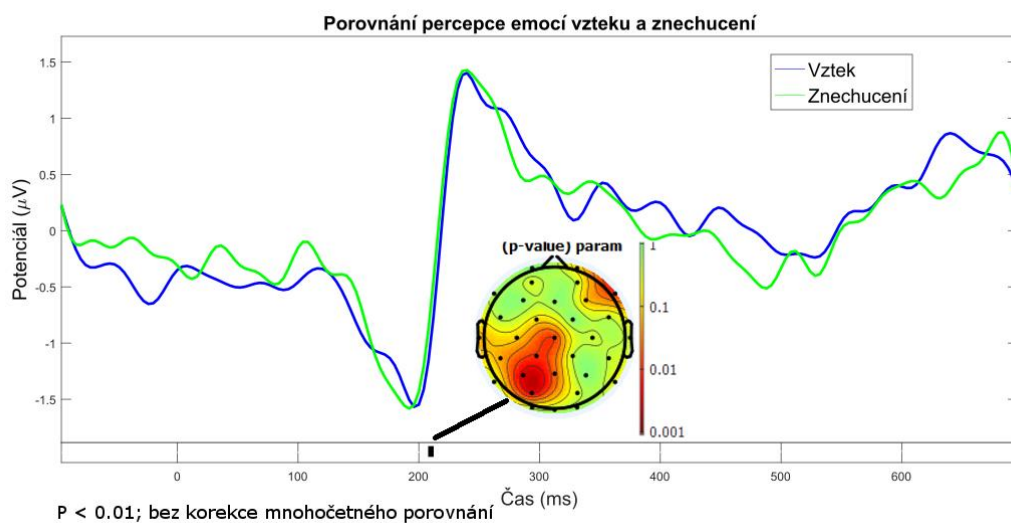
Obrázek 12 - ERP porovnání percepce emoce vzteku a radosti

Na obrázku srovnání percepce emoce vzteku a radosti je signifikance rozdílu ve středních komponentách, tedy komponentě P2, která značí kognitivní rozlišování určitých vlastností vizuálního podnětu a také se spojuje s určitou pozornostní aktivací a arousalem. To by mohlo odpovídat velkému rozdílu mezi emocí vzteku a radosti, tedy možné potřebné aktivaci – vztek má v této komponentě vyšší pozitivitu. Tato signifikance je lokalizována do centrální oblasti. Tento trend pokračuje prakticky až do konce epochy a přímo signifikantní se ukazuje v čase 360 ms. Tento rozdíl se projevuje v centro-parietální a pravé temporální oblasti skalpu.



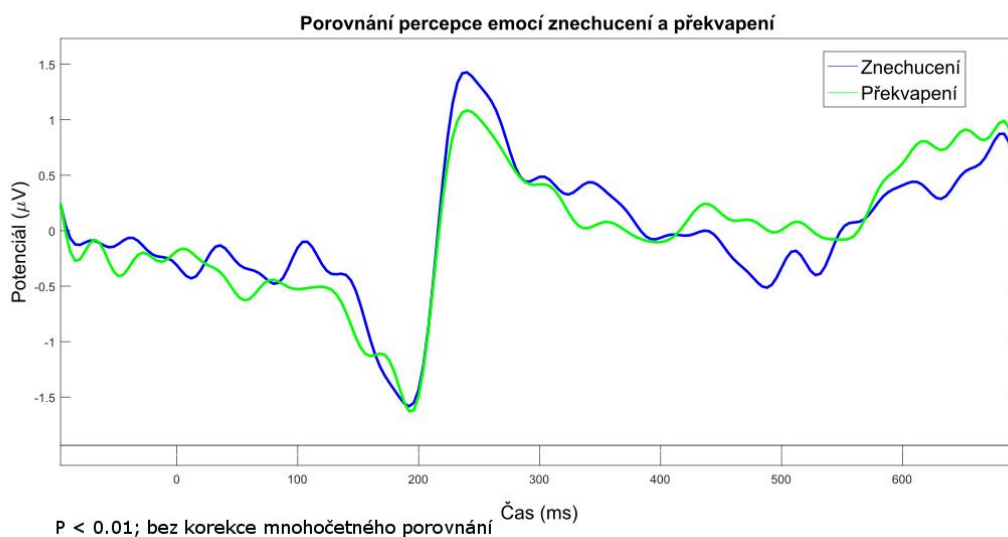
Obrázek 13 - ERP porovnání percepce emoce vzteku a smutku

Porovnání percepce emočního výrazu vzteku a smutku nám ukazuje signifikanci ve středních až pozdních komponentách (primárně P300), které mohou poukazovat na rozdíly v kognitivním hodnocení jednotlivých emocí – vztek má opět vyšší pozitivitu. Rozdíl je lokalizován v centrálním regionu skalpu. Viditelný je ještě rozdíl na komponentě P2, kde percepci výrazu smutku reprezentuje spíše tupý vrchol, oproti poměrně ostrému vrcholu emoce vzteku.



Obrázek 14 - ERP porovnání percepce emoce vzteku a znechucení

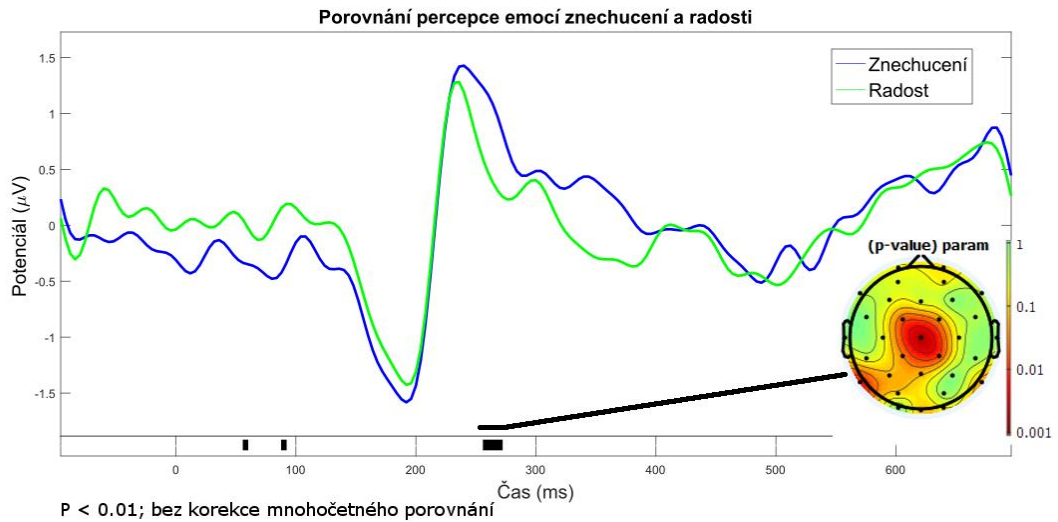
Signifikantní rozdíl mezi percepcí emoční tváře vzteku a znechucení je v čase asi 210 ms a těsně před ním vrcholí komponenta N170, komponenta přiřazovaná ke zpracovávání lidských tváří. Lokalizace tohoto signifikantního momentu je primárně v levé parietální a okcipitální části skalpu. Při pohledu na frekvence obou evokovaných potenciálů můžeme vidět velkou podobnost, ačkoliv v pozdějším čase vykazuje vztek vyšší pozitivitu.



Obrázek 15 - ERP porovnání percepce emoce znechucení a překvapení

V porovnání evokovaných potenciálů percepce emočního výrazu znechucení a překvapení není žádný signifikantní rozdíl, avšak můžeme vidět některé jemnější rozdíly

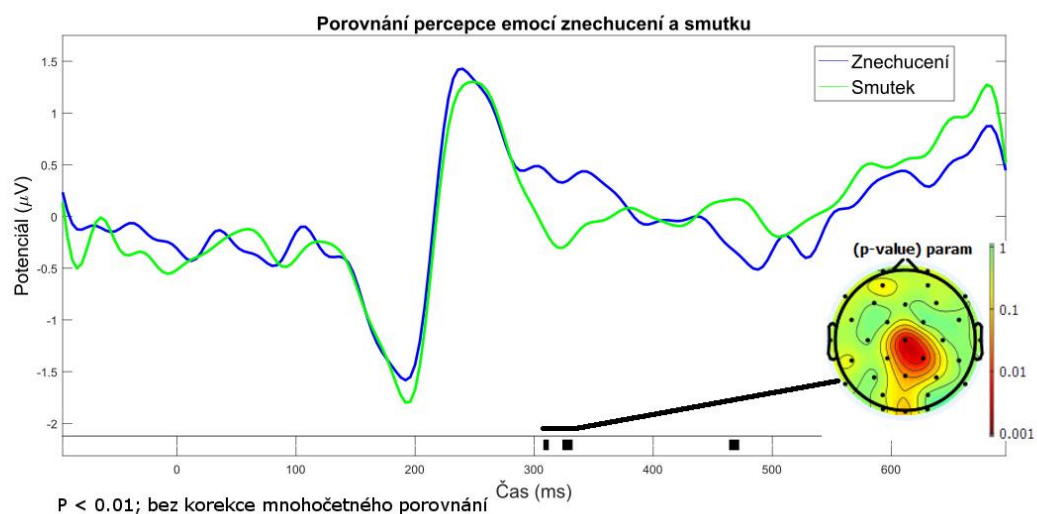
v amplitudách jednotlivých ERP. Vidíme, že emoce znechucení má vyšší pozitivitu spíše v časných a středních komponentách a naopak emoce překvapení nabývá vyšší pozitivitu v komponentách pozdních.



Obrázek 16 - ERP porovnání percepcie emoce znechucení a radosti

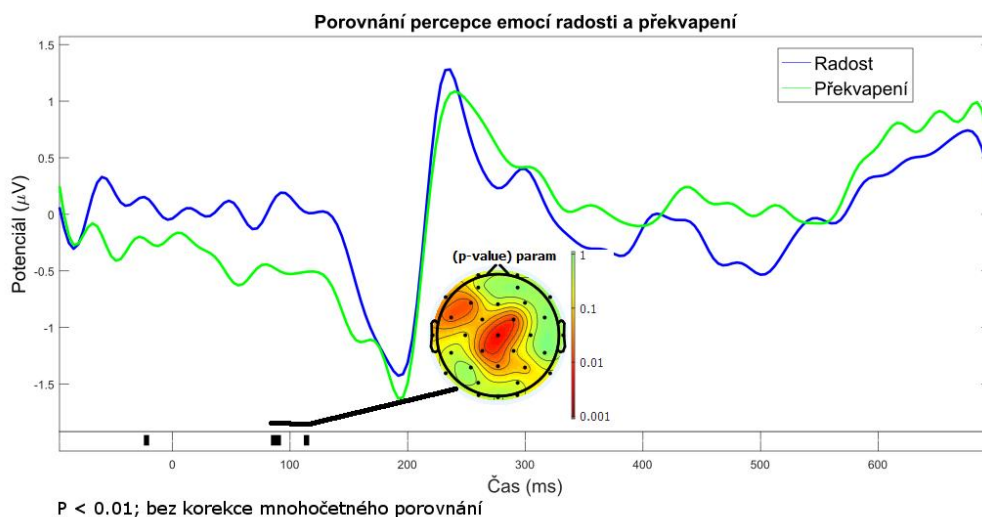
Pokud porovnáme evokované potenciály percepcie emočních výrazů znechucení a radosti, můžeme zaznamenat signifikantní rozdíl na dvou komponentách – komponenta P1 a komponenta P2. V časných komponentách může jít o základní vizuální rozdílnost těchto dvou emočních výrazů a ve středních komponentách P2 je vidět rozdíl, který se dá interpretovat jako rozdílné kognitivní hodnocení a pozornost při něm. Tento rozdíl je lokalizován na centrální oblasti skalpu. Dále můžeme vidět lehce vyšší pozitivitu percepcie znechucení v pozdních komponentách.





Obrázek 17 - ERP porovnání percepce emoce znechucení a strachu

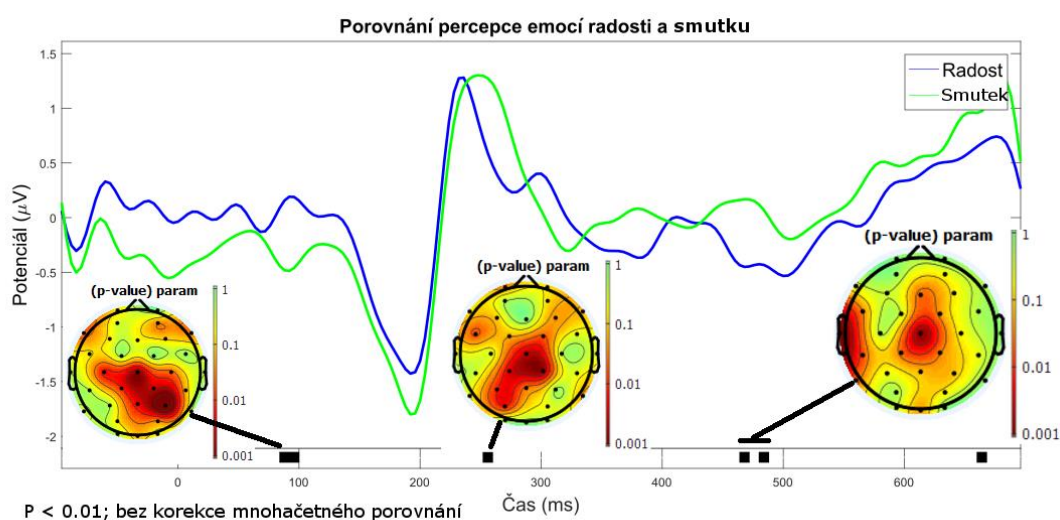
Evokované potenciály percepce emočního výrazu znechucení a strachu se v raných komponentách od sebe prakticky neliší a jejich rozdíl začíná být patrný až ve středních komponentách, kde signifikantní rozdíl je na komponentě P300, která ukazuje na rozdíl v kognitivním zpracování podnětů, které byly zezáátku vnímány podobně. Tento rozdíl je lokalizován v centro-parietální oblasti mozku. Dalším rozdíl je v pozdních komponentách, kde percepce smutku dosahuje vyšších pozitivních hodnot se signifikancí v čase 475 ms.



Obrázek 18 - ERP porovnání percepce emoce radosti a překvapení

Zajímavé je porovnání percepce emočního výrazu radosti s emočním výrazem překvapení. Při pohledu na frekvence obou evokovaných potenciálů je vidět spousta

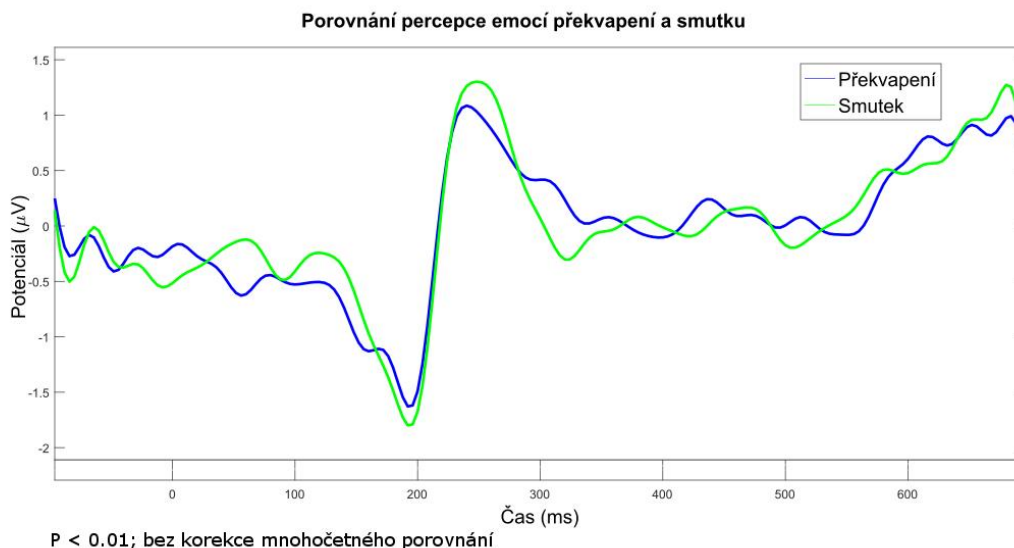
rozdílů, ale signifikantní rozdíl je v čase kolem 100 ms po prezentaci stimulu, tedy v čase komponenty P1. V raných komponentech radost nabývá pozitivních hodnot, ale naproti tomu výraz překvapení nabývá hodnot negativních. Může to být důsledek základního vizuálního zpracování, při kterém může být jednoznačná emoce radosti snadněji rozpoznatelná než emoce překvapení, která často bývá nějakou chvílí nepředvídatelná. Tento signifikantní ukazatel je lokalizován v centrální oblasti a také zasahuje do levé frontální oblasti skalpu. Ve středních a pozdních komponentách naopak dosahuje vyšších pozitivních hodnot percepce emoce překvapení. Může to být ukazatel pozdního rozpoznávání této emoce, které je založeno na složitější kognici oproti již rozpoznané emoci radosti.



Obrázek 19 - ERP porovnání emoce radosti a smutku

Obrázek srovnávající evokované potenciály percepce emočních tváří radosti a smutku ukazuje poměrně velké rozdíly ve všech třech skupinách komponent – časné, střední a pozdní. Komponenta P1 ukazuje signifikantní rozdíl, ve kterém emoce radost nabývá pozitivních hodnot oproti negativním hodnotám emoce smutku. Lokalizace v centro-parietální až pravé okcipitální oblasti. Další signifikantní rozdíl je na komponentě P200, kdy emoce smutku má vrchol s delší latencí než emoce radosti. Může to být důsledek kognitivního hodnocení a pozornostních procesů, při kterých je možná náročnější rozkódovat emoční výraz smutku. Lokalizace rozdílu je v centro-parietální a levé okcipitální oblasti skalpu. V pozdních komponentách vidíme signifikantní rozdíl v čase asi 460 ms – 490 ms, ve kterém emoce radosti nabývá vyšších negativních hodnot a tento

trend pokračuje až do konce zobrazené epochy. Rozdíl se objevuje v centrální a levé temporální oblasti.



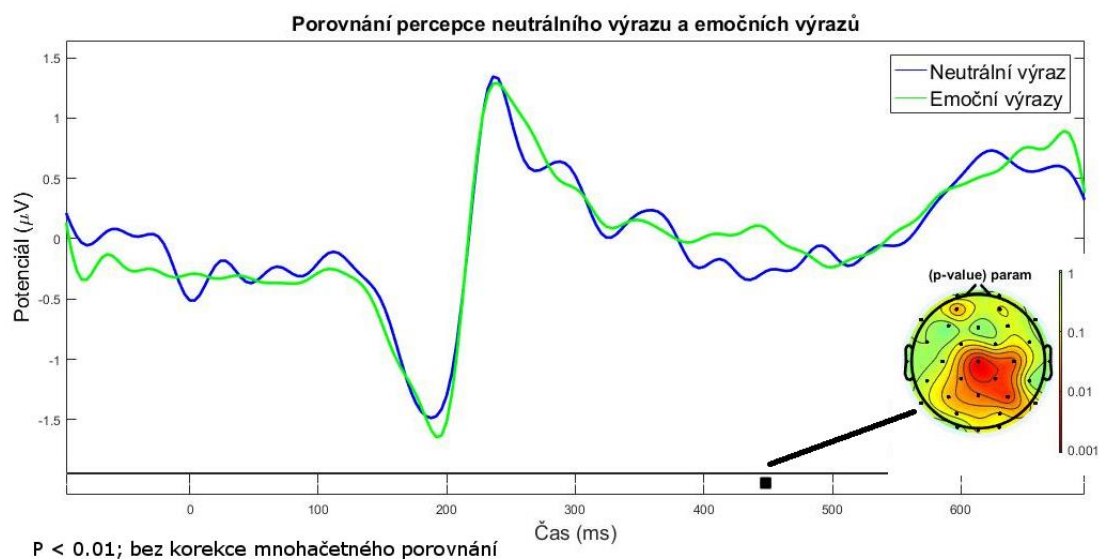
Obrázek 20 - ERP porovnání percepce emoce překvapení a strachu

Obrázek zobrazující rozdíly v ERP percepce emočních výrazů překvapení a smutku neukazuje žádné signifikantní rozdíly, avšak můžeme vidět, že emoce smutku má trochu jiné amplitudy v komponentách N170 a P2.

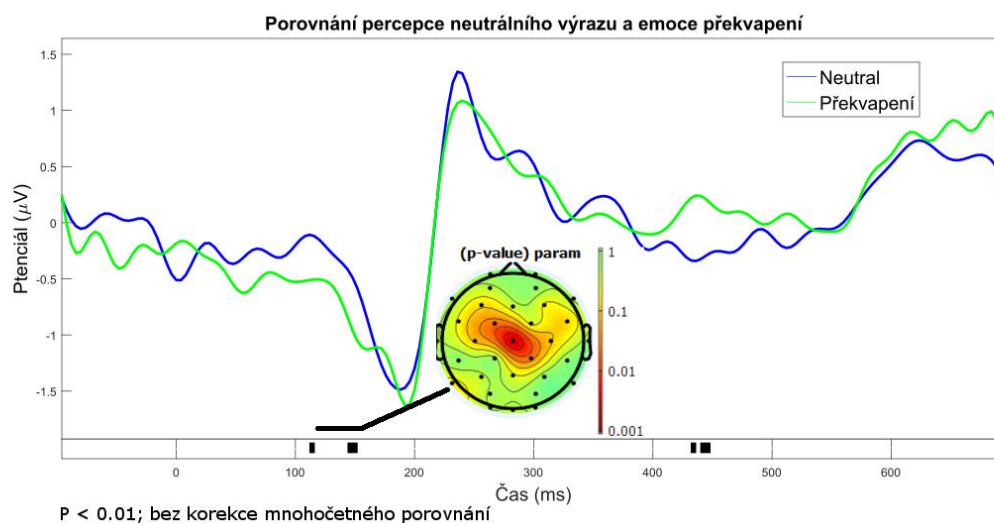
### 9.1.1 Porovnání emočních výrazů a neutrálního výrazu

V této podkapitole jsou uvedeny grafy porovnání jednotlivých emočních výrazů a neutrálního výrazu.

Na následujícím obrázku jsou všechny emoce prezentovány jako jedna skupina. Na tomto obrázku můžeme vidět, že signifikantní rozdíl mezi emočními výrazy a výrazem neutrálním je v čase kolem 450 ms. Lokalizace tohoto signifikantního rozdílu je v centrální oblasti a volně přechází do pravé okcipitální oblasti mozku.



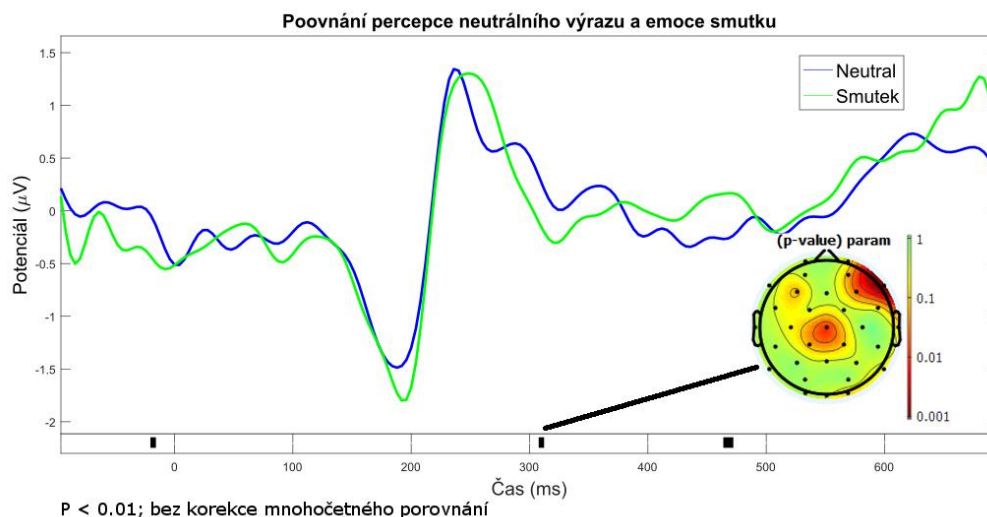
Obrázek 21 - Porovnání percepcce emočních výrazů a neutrálního výrazu



Obrázek 22 - ERP porovnání percepcce neutrálního výrazu a emoce překvapení

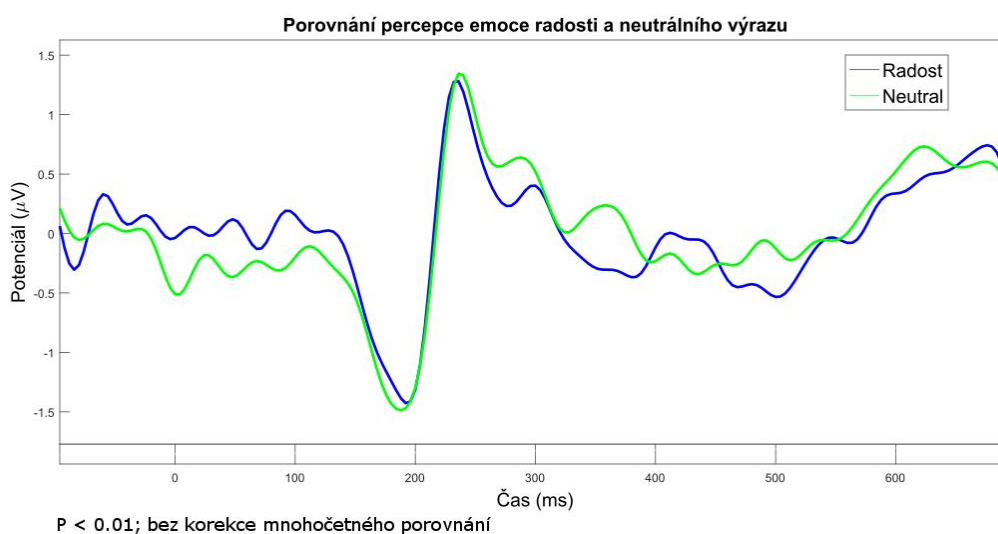
Mezi evokovanými potenciály percepcce emočního výrazu překvapení a neutrálního výrazu jsou dva signifikantní rozdíly. První signifikantní rozdíl je v časných komponentech, které jsou závislé na základním vizuálním zpracování podnětu. Tento rozdíl se ukazuje hlavně v centrální oblasti skalpu. Další signifikantní rozdíl je v pozdních komponentech v čase 425 ms – 450 ms. V tomto signifikantním rozdílu nabývá percepcce emoce překvapení vyšších pozitivních hodnot. Celkově můžeme říci, že v pozdních

komponentách dosahuje emoční výraz překvapení vyšší pozitivity. Můžeme také vidět rozdílné amplitudy u dvou největších vrcholů těchto evokovaných potenciálů.



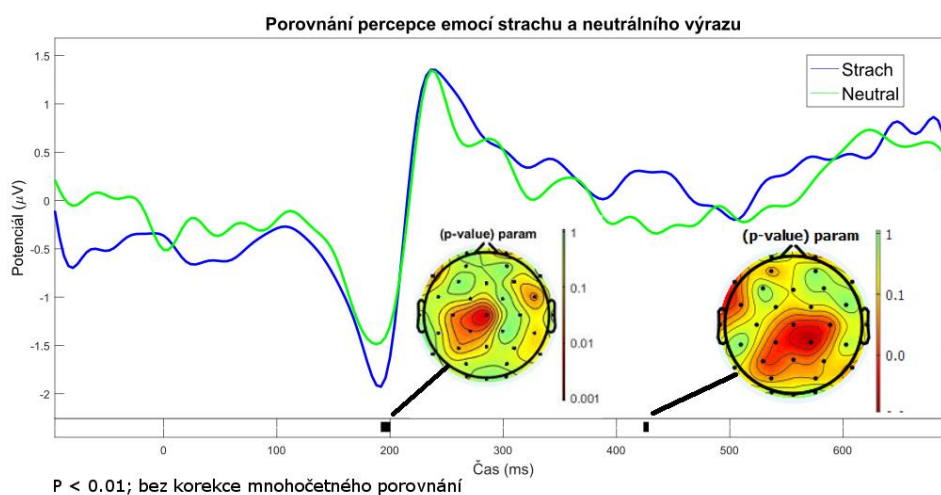
Obrázek 23 - ERP porovnání percepce neutrálního výrazu a emoce smutku

Porovnání percepce emočního výrazu smutku a neutrálního výrazu ukazuje na signifikantní rozdíly ve středních a pozdních komponentách, tedy v části zpracování podnětu, které je závislé na kognici. Ve středních komponentách dosahuje kolem času 300 ms neutrální výraz vyšších pozitivních hodnot. Tento rozdíl je signifikantní v centrální a pravé frontální oblasti skalpu. Od času asi 380 ms až do konce epochy dosahuje vyšších pozitivních hodnot emoční výraz smutku, tento rozdíl je signifikantní v čase 470 ms.



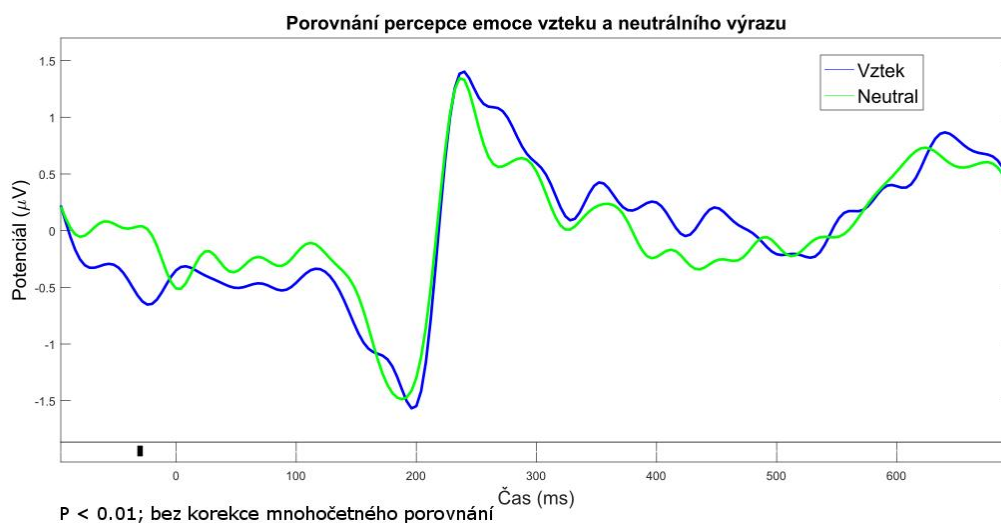
Obrázek 24 - ERP porovnání percepce neutrálního výrazu a emoce radosti

Evokované potenciály percepcie emočního výrazu radosti a neutrálního výrazu jsou si velmi podobné a neobjevuje se mezi nimi žádný signifikantní rozdíl. Vidět ale můžeme, že frekvence obou evokovaných potenciálů mají některé rozdílné momenty, například v časných komponentách. Ve středních komponentách (N170 a P1) jsou si oba evokované potenciály velmi podobné.



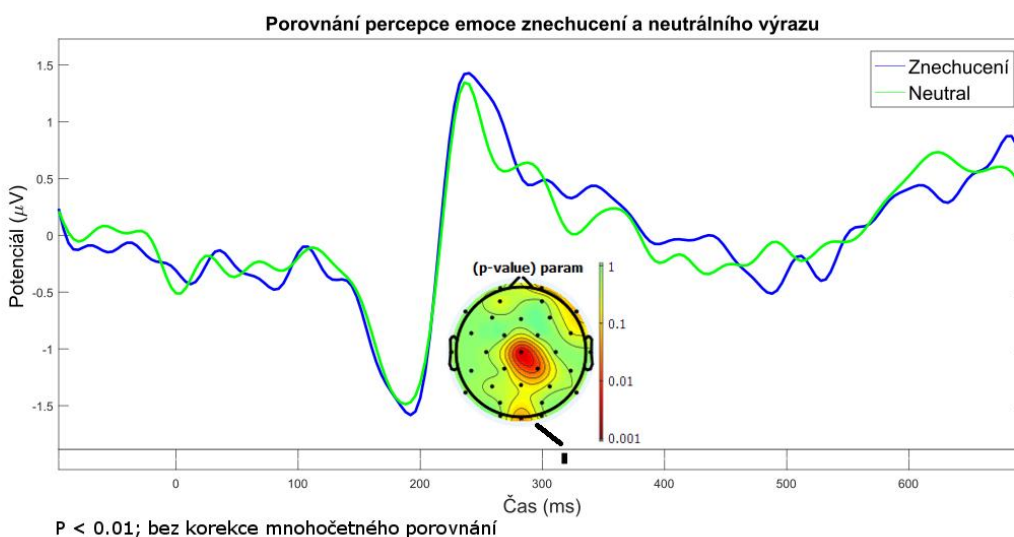
Obrázek 25 - ERP porovnání percepcie neutrálního výrazu a emoce strachu

Percepcie emočního výrazu a výrazu neutrálního je signifikantní v komponentě N170 a v pozdních komponentách v čase 420 ms. První signifikantní rozdíl ukazuje nižší negativní hodnoty neutrálního výrazu a je lokalizován v centrální oblasti. Druhý signifikantní rozdíl ukazuje vyšší pozitivitu emočního výrazu strachu, která se projevuje ještě dříve a pokračuje prakticky do konce zobrazené epochy. Tato signifikance přechází z centrální části skalpu do okcipitální a také je tento rozdíl signifikantní v levé temporální oblasti se zásahem do frontální oblasti.



Obrázek 26 - ERP porovnání percepce neutrálního výrazu a emoce vzteku

Porovnání percepce emočního výrazu vzteku a neutrálního výrazu neukazuje na žádný signifikantní rozdíl, ačkoliv můžeme vidět určité rozdíly v amplitudách některých komponent. Opět můžeme vidět, že emoční výraz vzteku nabývá ve středních až pozdních komponentách vyšší pozitivitu než neutrální výraz.

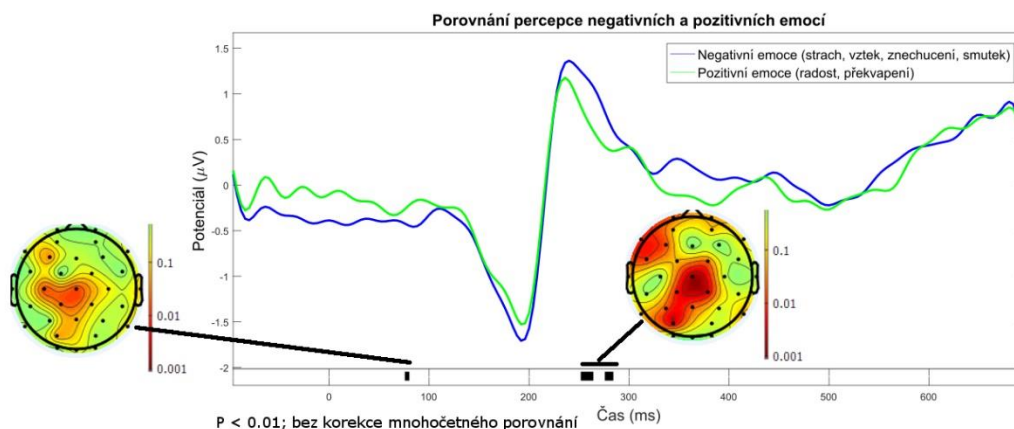


Obrázek 27 - ERP porovnání percepce neutrálního výrazu a emoce znechucení

Signifikantní rozdíl mezi percepcí emočního výrazu znechucení a neutrálního výrazu je pouze v komponentě P300, který je lokalizovaný v centrální části skalpu. Tyto dva evokované potenciály jsou si poměrně hodně podobné.

## 9.2 Porovnání skupin emocí

V následujícím grafu jsou znázorněny dvě skupiny emocí, které jsou do nich rozděleny podle emočního nabití, tedy pozitivní a negativní. Neutrální výraz v tomto porovnávání nebyl zahrnut.



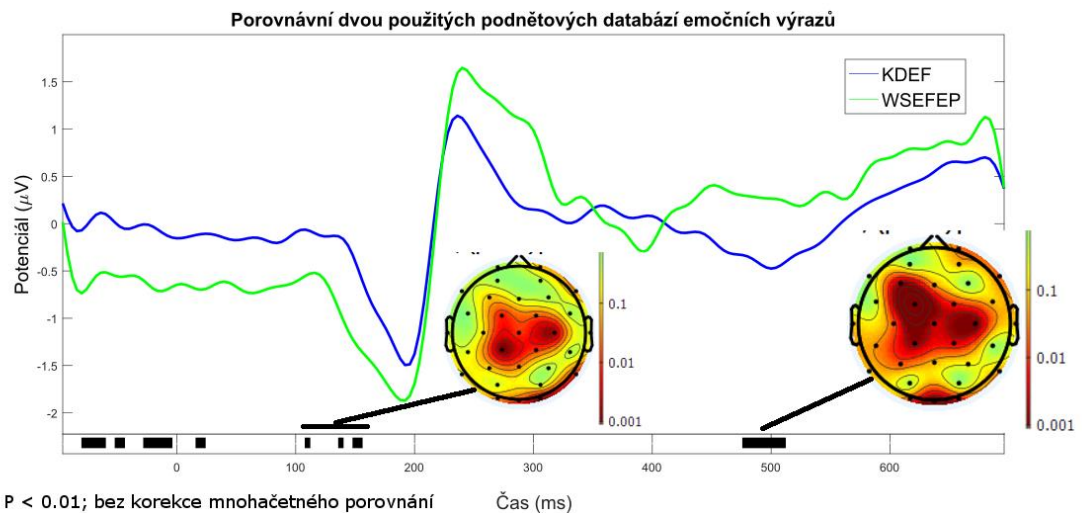
Obrázek 28 - Porovnání percepce negativních a pozitivních emocí

Na tomto obrázku můžeme vidět signifikantní rozdíl v časných vizuálních komponentách (P1) a také v komponentě P200, která je již svým časem řazena mezi kognitivní a endogenní a bývá spojována s pozornostními procesy. Ve středních a pozdních komponentách je vidět lehce zvýšená pozitivita u negativních emocí. Zvýšená pozitivita negativních emocí může být z důvodu potřeby přesnějších a detailnějších kognitivních procesů, než je tomu u bezpečných pozitivních emocí. U komponenty P200 vidíme lokalizaci v levé části frontální oblasti, která přechází přes centrální a parietální oblast do levé části okcipitálních oblastí skalpu. Vidíme signifikantní rozdíl, který na skalpu zaujímá poměrně velkou rozlohu a může to být také z důvodu toho, že v tomto čase se zpracovávají jak složky vizuální, tak složky kognitivní.

## 9.3 Porovnání dvou samostatných databází

Pro získání lepšího náhledu na celý experiment jsme se rozhodli porovnat ještě podněty z obou databází mezi sebou, tedy porovnat vzájemně obě použité databáze.





Obrázek 29 - Porovnání obou použitých databází

Na tomto obrázku vidíme velkou signifikanci v časných komponentách (P1), které jsou často přiřazovány základní vizuální percepci a zde by mohly ukazovat na rozdíl mezi obrázky databáze (rozlišení, jas, barva pozadí). Signifikantní rozdíly jsou také v pozdních komponentách, které jsou přiřazovány kognitivnímu hodnocení a vnějšímu zpracování podnětů. Tato signifikance opět může poukazovat na rozdílnost databází a jejich kognitivní hodnocení a rozlišování subjekty. Lokalizace prvního rozdílu je především v centrální oblasti skalpu se zásahem do okolních oblastí. Lokalizace druhého rozdílu je v opět primárně v centrální oblasti se zásahem do frontálních, temporálních, parietálních a okcipitálních oblastí. Na grafu je vidět celkově velká rozdílnost obou databází a celkově zvýšená aktivita u databáze WSEFEP. Může to být další ukazatel faktu, že databáze jsou rozdílné a že databáze WSEFEP působí na pouhý pohled o mnoho jasněji a výrazněji, než databáze KDEF, která působí v porovnání s druhou databází spíše tlumeně a tmavě.

#### 9.4 Souhrn výsledků a testování hypotéz

Všechny grafy byly vytvořeny v programu EEGlab za pomoci ANOVY a párového T-testu, kdy analyzovanou elektrodou byla vždy elektroda Cz. Ke každé formulované hypotéze bylo vytvořeno několik obrázků, na kterých byly zobrazeny porovnávané evokované potenciály a vyznačen signifikantní rozdíl, který byl uváděn na hladině významnosti 0,01. Signifikantní rozdíl v našich grafech značí již nezanedbatelný rozdíl ve zpracování dvou porovnávaných stimulů, tedy například jiná rychlost zpracování,

zapojení odlišných mozkových center, nebo rozdílná vzbuzená aktivace určitým stimulem.

Hypotéza H1 zněla: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaných potenciálech při percepci jednotlivých emočních výrazů. Pro tuto hypotézu jsme pomocí analýzy rozptylu vytvořili graf, který zobrazuje porovnání ERP percepce všech emočních výrazů najednou, a zjistili jsme, že při tomto srovnávání existují mezi všemi emočními výrazy signifikantní rozdíly v raných a středních komponentách. V raných komponentách jde o čas kolem 100 ms, který u některých emocí ovlivňuje komponenta P1. Ve středních komponentách se následně tyto signifikantní rozdíly objevují od času 250 ms do času 350 ms. Pro upřesnění výsledků jsme následně, pomocí párového T-testu, vytvořili několik porovnání dvojic evokovaných potenciálů percepce emočních výrazů mezi sebou a zjistili jsme, že signifikantní rozdíl se objevuje jen mezi některými emočními výrazy. Tento signifikantní rozdíl byl prokázán u dvojic: strach a radost - rané komponenty v čase 60 ms a střední komponenty v čase 270 ms; strach a smutek – komponenta P300; strach a vztek – pozdní komponenty v čase 520 ms; strach a znechucení v čase 520 ms; vztek a překvapení – pozdější komponenta P300; vztek a radost – doznívání komponenty P200 (rozdílná amplituda) v čase 260 ms až 290 ms a komponenta P300 v čase 360 ms, která je u vzteku na rozdíl do radosti patrná; vztek a smutek – ve středních komponentách v čase 300 ms až 360 ms a v čase 480 ms; vztek a znechucení – v čase 210 ms, krátce po komponentě N170; znechucení a radost – rané komponenty v čase pod 100 ms a v amplitudě komponenty P200; znechucení a smutek – v čase 300 ms až 330 ms a v pozdních komponentách v čase 470 ms; radost a překvapení – rané komponenty v čase kolem 100 ms; radost a smutek – rané komponenty v čase kolem 100 ms, rozdílné amplitudy komponenty P200 a pozdní komponenty v čase kolem 470 ms a 660 ms. Znamená to tedy, že v našem experimentu se ukázalo, že rozdílné zpracování emočních výrazů je jen u těchto výše zmíněných dvojic. Tyto rozdíly byly ve všech případech lokalizovány v centrálních oblastech skalpu s častými zásahy do parietálního a okcipitálního regionu. Signifikantní rozdíl se neobjevil u dvojic: strach – překvapení; znechucení – překvapení; překvapení – smutek. Můžeme tedy říci, že u těchto dvojic emočních výrazů není zpracování na úrovni evokovaných potenciálů rozdílné. Dále byly prakticky u všech dvojic viditelné rozdíly v amplitudách jednotlivých komponent. Tyto rozdíly v amplitudách jsou dobře viditelné na obrázku, který porovnává všechny emoční výrazy mezi sebou. Ačkoliv jednotlivé porovnávání percepcí emočních výrazů ve dvojicích mezi

sebou ukázalo signifikantní rozdíl jen ve 12 z 15 dvojic emocí, tak hlavní a nejpodstatnější srovnání všech emočních výrazů mezi sebou pomocí ANOVY ukázalo, že mezi nimi existuje signifikantní rozdíl, konkrétně na komponentách P1 a P3. Protože jsme získali tyto důkazy, **můžeme hypotézu H1 přijmout.**

Hypotéza H2 zněla: Existuje signifikantní rozdíl v kognitivních komponentách evokovaných potenciálů percepce neutrálního výrazu a emočních výrazů. Jako kognitivní komponenty se dají označovat komponenty, které se objevují v čase pozdějším než 100 ms (později než P1). (Sur & Sinha, 2009) Pro tuto hypotézu jsme vytvořili, pomocí párového T-testu, graf porovnávající percepce všech emočních výrazů a neutrálního výrazu, na kterém je signifikantní rozdíl v čase 450 ms. Tento rozdíl byl na topografickém zobrazení lokalizován v centrální oblasti a volně přecházel do pravé okcipitální oblasti mozku. Pro upřesnění a podrobnější výsledky jsme vytvořili 6 dvojic (určitý emoční výraz a neutrální výraz) evokovaných potenciálů, které jsme porovnávali. Signifikantní rozdíl v kognitivních komponentách jsme zjistili mezi dvojicemi: překvapení a neutrální – střední komponenty v čase 110 ms až 150 ms a pozdní komponenty v čase 440 ms – 450 ms; smutek a neutrální – střední komponenty v čase kolem 310 ms a pozdní v čase zhruba 470 ms; strach a neutrální – komponenta N170, velmi rozdílná amplituda, a čas 420 ms; znechucení a neutrální – v čase 315 ms. Tyto rozdíly se nám na topografickém zobrazení skalpu projevovaly hlavně v centrální oblasti s lehkými přesahy do okolních oblastí. Naopak signifikantní rozdíly v kognitivních komponentách se neobjevily u dvojic: neutrální – radost; neutrální – vztek. Zajímavé bylo obecné zvýšení pozitivivity emočních výrazů ve středních a pozdních komponentách oproti neutrálnímu výrazu. Ačkoliv srovnání všech emočních výrazů s neutrálním výrazem ukázalo signifikantní rozdíl, tak při porovnání jednotlivých emočních výrazů s neutrálním výrazem se ukázal signifikantní rozdíl jen u výrazu překvapení, smutek, strach a znechucení. Pro nedostatek důkazů tedy **nemůžeme hypotézu H2 přijmout.**

Testování těchto dvou hypotéz nám tedy dalo odpověď na první výzkumnou otázku, která zněla: Jaké jsou rozdíly v ERP během percepce jednotlivých základních emočních výrazů a neutrálního výrazu? Zjistili jsme, že rozdíly nejsou mezi všemi emocemi a neutrálním výrazem a že rozdíly, které existují, nejsou ve stejných komponentách, ale prakticky u každé srovnávané dvojice se tento rozdíl objevuje v trochu jiném čase evokovaných potenciálů. Nejčastějším obdobím, ve kterém se objevují rozdíly, jsou však komponenty střední a pozdní, které bývají spojovány s kognitivním zpracováním stimulu, kdy již

nehrají velkou roli základní smyslové počítky, ale složitější procesy. Tento výsledek odpovídá rozdílnosti jednotlivých stimulů – rozdíl je hlavně ve smyslu vyjadřované emoce, ačkoliv základní aspekty fotografií jsou si podobné (obličej vyfotografovaný ze stejné vzdálenosti, který vyjadřuje nějakou emoci).

Hypotéza H3 zněla: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaných potenciálech percepce pozitivních a negativních emočních výrazů. Pro tuto hypotézu jsme vytvořili, pomocí párového T-testu, graf porovnávající evokované potenciály percepce pozitivních (radost, překvapení) a negativních (strach, vztek, znechucení, smutek) emočních výrazů. Tento graf nám ukázal signifikantní rozdíly ve dvou komponentách podstatných pro vizuální a kognitivní zpracování. První signifikantní rozdíl byl v časné komponentě, kolem času 80 ms a na topografickém modelu byl umístěn v centrální oblasti skalpu. Tyto komponenty značí základní vizuální zpracování, které hodnotí spíše výrazné znaky podnětu. Další signifikantní rozdíl se ukázal na komponentě P200, respektive chvíli po jejím vyvrcholení. Tento rozdíl byl umístěn v levé části frontální oblasti a přecházel přes centrální a parietální oblast do levé části okcipitálních oblastí skalpu. Komponenta P200 bývá spojována s vizuálním a se základním kognitivním a pozornostním zpracováním. (Sur & Sinha, 2009) Při celkovém pohledu na tyto dva evokované potenciály si můžeme všimnout, že amplitudy negativních emocí byly vždy vyšší než amplitudy pozitivních emocí. Protože jsme získali dostatek důkazů, **můžeme přijmout hypotézu H3.**

Hypotéza H3 nám tedy dává odpověď na naši druhou výzkumnou otázku, která zněla: Jaký je rozdíl v ERP během percepce pozitivních a negativních emočních výrazů? Zjistili jsme, že evokované potenciály percepce pozitivních a negativních emocí se od sebe liší hned ve dvou komponentách, které spolu nemají mnoho společného. První rozdíl v časných komponentách ukazuje na rozdílné časné zpracování negativních a pozitivních emočních výrazů, tedy že mozek rozpoznává tyto dvě skupiny již na základní sensorické úrovni. Další rozdíl ve středních kognitivních komponentách ukazuje na rozdílnost významovou mezi těmito skupinami, tedy že mozek zpracovává informaci o významovém rozdílu negativních a pozitivních emočních výrazů již v čase mezi 200 ms a 300 ms po prezentaci stimulu. Zvýšení amplitud u negativních emočních výrazů nám ukazuje, že mozek je aktivnější, pokud vnímá negativní emoční výrazy oproti vnímání pozitivních emočních výrazů.

Třetí výzkumná otázka zněla: Jaký je rozdíl v ERP během stimulace dvou nezávislých databází emočních výrazů? Na tuto otázku nám odpovídá testování hypotézy H4, která byla přijata.

Hypotéza H4 zněla: Existuje signifikantní rozdíl v evokovaných potenciálech percepce emočních výrazů z databáze KDEF a z databáze WSEFEP. Pro tuto hypotézu jsme vytvořili, pomocí párového T-testu, obrázek, který zobrazoval evokované potenciály percepce všech emočních výrazů z databáze KDEF a z databáze WSEFEP. Signifikantní rozdíl se objevil v čase kolem 110 ms (lokalizace v centrální oblasti s velkým zásahem do okolí) a na pozdních komponentách kolem času 500 ms (lokalizace v primárně v centrální oblasti se zásahem do frontálních, temporálních, parietálních a okcipitálních oblastí). Časné komponenty jsou spojovány se smyslovou percepcí, zde primárně s vizuální percepcí jako takovou. (Sur & Sinha, 2009) V tomto případě tento signifikantní rozdíl může ukazovat na kvalitativní rozdíly fotografií – rozlišení, jas, barvy, velikost fotografie, poměr stran, atd. V pozdních komponentách, které bývají spojovány se složitějším kognitivním zpracováním, hodnocením a zpracováním detailů by tento signifikantní rozdíl mohl ukazovat na různé hodnocení, které přikládali probandi jednotlivým fotografiím (databázím). Na grafu také můžeme vidět poměrně velký rozdíl v celkové aktivaci při percepci jednotlivých databází, přesněji aktivace při percepci databáze WSEFEP je vždy vyšší – toto by mohl být další ukazatel předchozích faktů – fotografie z databáze WSEFEP byly o mnoho světlejší a jasnější a fotografie z databáze KDEF proti nim působily velmi tlumeně. Tento fakt často sdělovali po skončení experimentu i samotní probandi. Protože jsme získali tyto důkazy, **můžeme přijmout hypotézu H4.**

## 10. Diskuze

Experiment byl prováděn v Neuropsychologické laboratoři Jihočeské univerzity, kde byla původně 13 probandům prezentována série několika fotografií emočních výrazů (tato série byla vytvořena ze dvou databází – databáze WSEFEP a KDEF) a současně byl zaznamenáván EEG signál systémem Biosemi. Tento záznam byl následně filtrován a zpracováván v počítačovém programu EEGlab, jenž je toolboxem softwaru Matlab. Z vytvořeného experimentálního designu byla vytvořena ještě jedna výzkumná otázka, která zjišťovala rozdíly v evokovaných potenciálech při percepci emočních výrazů z databáze WSEFEP a KDEF, tedy jaký vliv mají jisté kvalitativní rozdíly ve fotografiích na výsledné evokované potenciály. Z upravených a vyčištěných dat jsme následně v programu EEGlab vytvořili, za pomoci párového T-testu a testu ANOVA, několik grafů evokovaných potenciálů, které nám již mohly dát odpovědi na naše výzkumné otázky. Tyto evokované potenciály byly ve všech případech z elektrody Cz.

Ve výzkumu byly testovány čtyři hypotézy. Pro hypotézy H1, H3 a H4 byly zjištěny důkazy a můžeme je tedy přijmout. Hypotézu H2 nemůžeme pro nedostatek důkazů přijmout.

V první části experimentu jsme porovnávali evokované potenciály jednotlivých emočních expresí mezi sebou. Vytvořili jsme graf, který zobrazoval percepci všech emočních výrazů a ten ukázal signifikanci v raných komponentách (100ms) a kognitivních komponentách (250 ms až 350 ms). Dále jsme, pro upřesnění, vytvořili celkem 15 dvojic evokovaných potenciálů (každá emoce byla porovnána s každou) a z toho jsme signifikantní rozdíl našli u 12 z nich. Rozdíl v evokovaných potenciálech jsme zjistili u dvojic emočních výrazů: strach – radost; strach – smutek; strach – vztek; strach – znechucení; vztek – překvapení; vztek – radost; vztek – smutek; vztek – znechucení; znechucení – radost; znechucení – smutek; radost – překvapení; radost – smutek. Naproti tomu jsme tento signifikantní rozdíl nenalezli u dvojic: strach – překvapení; znechucení – překvapení; překvapení – smutek. Nejčastěji se rozdíly objevovaly ve středních a pozdních komponentách, které odpovídají vizuálním zpracování na kognitivní úrovni, tedy složitější zpracování přijaté informace než pouze na úrovni senzorké. (Sur & Sinha, 2009) Tyto rozdíly ukazují za rozpoznávání vyjadřovaných emocí a jejich významový rozdíl pro člověka přijímající tuto informaci. Dále byly prakticky u všech dvojic viditelné rozdíly v amplitudách jednotlivých

komponent. Tyto rozdíly v amplitudách jsou dobře viditelné na obrázku, který porovnává všechny emoční výrazy mezi sebou.

V druhé části jsme porovnávali evokované potenciály percepce emočního výrazu a neutrálního výrazu a zaměřovali jsme se primárně na střední a pozdní komponenty, tedy kognitivní zpracování. Jako kognitivní komponenty se dají označovat komponenty, které se objevují v čase pozdějším než 100 ms (později než P1). (Sur & Sinha, 2009) Rozdíl byl nalezen v porovnání emočních výrazů překvapení, smutku, strachu a znechucení s neutrálním výrazem. Naopak u porovnání percepce radosti a vzteku s neutrálním výrazem nebyl prokázán rozdíl. Rozdíly mezi neutrálním a emočním výrazem se objevují v kognitivní komponentách, protože mozek vyhodnocuje určitý stimul nejdříve jako obličej a následně zpracovává jeho výraz, který následně rozpoznává jako určitou emoci.

Ve výzkumu, který provedli Eimer, Holmes, & McGlone (2003), se ukázaly velké rozdíly v percepci emočních tváří a neutrálního výrazu a to ve prospěch vyšší pozitivivity ve středních a pozdních komponentách percepce emočních výrazů. Zvýšená pozitivita percepce všech emočních výrazů začala kolem času 180 ms a pokračovala až do konce epochy. Tyto hodnoty byly naměřeny na elektrodě Fz. (In Eimer & Holmes, 2007) S výsledky tohoto výzkumu sice naše výsledky přímo nesouhlasí, avšak si můžeme povšimnout, že zvýšená pozitivita, ačkoliv není signifikantní, se objevuje prakticky u všech srovnání emočních a neutrálních výrazů. Graf, který dává dohromady všechny emoční výrazy a srovnává je s neutrálním výrazem, ukazuje signifikantní rozdíl jen v čase 450 ms a je lokalizován do pravé části parietální a okcipitální oblasti mozku. Tato vyšší pozitivita v pozdějších komponentách ukazuje vyšší aktivaci emočním stimulem, kterým jsou zde emoční výrazy, než aktivaci neutrálním výrazem. Vidíme tedy, že mozek zpracovává jiným způsobem emočně nabitě výrazy a jinak výrazy neutrální.

V další části výzkumu jsme porovnávali rozdíl evokovaných potenciálů percepce pozitivních a negativních emočních výrazů. Základních šest emočních výrazů jsme rozřadili do dvou skupin. Do skupiny pozitivních výrazů byly zařazeny emoční výrazy radosti a překvapení a do skupiny negativních emocí byly zařazeny výrazy strachu, vzteku, znechucení a smutku. Porovnání těchto evokovaných potenciálů nám ukázalo dva signifikantní rozdíly, které se objevily v raných a středních komponentách. První rozdíl byl v čase kolem 80 ms a jeho význam bývá spojován s raným vizuálním (senzorickým)

zpracováním podnětu, které zahrnuje spíše nízkourovňové znaky, které nevyžadují kognitivní procesy.

Ve svém výzkumu Rossion & Caharel (2011) prokázali, že komponenty v čase kolem 100 ms (primárně komponenta P1) jsou velmi citlivé na nízkourovňové znaky vizuálních stimulů. Můžeme tedy tento výsledek interpretovat podle tohoto výzkumu - rozdíl mezi negativními a pozitivními výrazy mozek rozpoznával již v tomto čase a tedy mezi nimi zaznamenává určité nejednoznačné a výrazné rozdíly ještě před začátkem kognitivního hodnocení.

Další rozdíl se objevil na komponentě P200, která měla u negativních emocí o trochu delší latenci. Komponenta bývá spojována s vizuálním zpracováním a se základním kognitivním zpracováním. (Sur & Sinha, 2009) A tento rozdíl tedy ukazuje na rozdílné kognitivní procesování negativních a pozitivních emočních výrazů. Zvýšená latence a tvar amplitudy mohou být způsobeny vyšší potřebnou aktivací k rozpoznání a zpracování negativního výrazu. Zajímavé je, že tento rozdíl zaujímá poměrně velkou rozlohu na skalpu, konkrétně se projevuje v levé části frontální oblasti, která přechází přes parietální oblast do levé části okcipitálních oblastí skalpu.

Percepci negativních a pozitivních emočních výrazů zkoumali, mimo jiné, také Batty & Taylor (2003), kteří došli k závěrům, že pozitivní emoční výrazy elicitovaly komponentu N170 podstatně rychleji než negativní emoce. Tyto výsledky se neshodují s provedeným výzkumem, kde tento rozdíl nebyl prokázán, avšak může to být i z důvodu trochu rozdílné přípravy emočních skupin, například do pozitivní skupiny byly v uvedeném výzkumu vybrány jen emoční výrazy „dobrého“ překvapení, naopak v naší pozitivní skupině byly zahrnuty všechny emoční výrazy překvapení. I přes nenalezení rozdílu je na vypracovaných grafech patrné, že u komponenty N170 mají pozitivní emoční výrazy lehce odlišnou amplitudu od negativních emočních výrazů.

V poslední části výzkumu jsme porovnávali evokované potenciály percepce emočních výrazů ze dvou různých použitých databází (WSEFEP a KDEP). V grafu těchto dvou evokovaných potenciálů jsme objevili dva hlavní rozdíly. První rozdíl byl v časných komponentách kolem času 110 ms – 150 ms. Zhruba v tomto čase se projevují vlastnosti určitého stimulu jako takové a mohou být spojeny s různou úrovní vyvolané pozornosti. (Sur & Sinha, 2009) Toto tvrzení naše výsledky podporují, protože databáze byly odlišné v některých kvalitativních aspektech, jako jsou například jas, barvy, rozlišení a velikost.



Dalším rozdílem v těchto evokovaných potenciálech byl v pozdních komponentách v čase kolem 500 ms. Pozdní komponenty bývají spojovány se složitějšími kognitivními zpracováními, hodnocením a zpracováním detailů. Tento rozdíl by opět mohl ukazovat na jisté rozdíly v databázi jakožto různě vybrané obličeje na fotografiích a jejich hodnocení probandy. Těmto tvrzením také přispívají některé informace, které sdělovali někteří účastníci experimentu po jeho ukončení. Jedna z nejčastějších informací byla, že fotografie z jedné databáze (WSEFEP) byly o hodně jasnější a na začátku stimulace je vždy trochu ozářily. Tato informace se ukazuje na rozdíl v raných komponentách. Druhou informací často bylo, že účastníci mluvili o velké rozdílnosti obličejů mezi oběma databázemi. Toto ukazuje na signifikantní rozdíl v pozdějších komponentách, které podléhají složitějším kognitivním procesům.

Vzhledem k tomu, že jsme všechny evokované potenciály zobrazovali na elektrodě Cz, mohli bychom případně získat v určitých ohledech částečně odlišné výsledky, kdybychom pro zobrazování ERP zvolili elektrodu jinou. Jelikož jsme elektrodu Cz zvolili z důvodu, že v obecném průměrném hledisku ukazovala nejvíce rozdílů, není pravděpodobné, že bychom získali výsledky zcela rozdílné.

Protože zvolená hladina významnosti u statistického zpracování výsledků byla zvolena hladina 0.01, můžeme předpokládat, že pokud bychom použili hladinu mírnější, tedy 0.05, možná by to naše výsledky lehce pozměnilo. Musíme však přihlídnout k tomu, že hladina významnosti byla přísněji zvolena i z důvodu zpracování výsledků bez korekcí mnohačetného výběru.

Ačkoliv jsme hypotézu H2 nepřijaly, nemůžeme přesto dát jednoznačnou odpověď na výzkumnou otázku, protože tato hypotéza se dá rozdělit na několik dalších potvrzení, ze kterých by se dala již určitá část přijmout.

Dále si můžeme u výsledků povšimnout, že rozdíly v evokovaných potenciálech se objevovaly prakticky mezi všemi porovnávanými dvojicemi, avšak nebyly signifikantní.

Z důvodu zjištěných rozdílů mezi databázemi by další postupem mohla být analýza získaných dat pouze v rámci jednotlivých databází. Například porovnávání jednotlivých ERP percepce emočních výrazů jen z databáze WSEFEP nebo KDEP. Možnost je také zkoumat dále a hlouběji určité vlastnosti fotografií (a celkově vizuálních podnětů), které způsobují rozdíly v ERP a pokusit se je nějakým způsobem eliminovat.

Dalším doporučením by mohla být změna výběru subjektů do výzkumu, zvětšit vzorek a probandy vybírat některým z náhodných způsobů výběrů vzorku. Další možností by mohlo být spojit tento výzkum s konceptem empatie a probandy dopředu otestovat některým dostupným psychologickým testem na zjištění této kvality a následně podle ní vytvořit skupiny a porovnávat je mezi sebou.

## 11. Závěr

Tato bakalářská práce uvádí ucelený a souhrnný pohled na psychologii emocí, na zkoumání lidských emočních výrazů a jejich percepce. Na percepce emočních výrazů následně pohlíží v rovině neurofyzilogické a zabývá se evokovanými potenciály percepce emočních výrazů a rozdíly mezi nimi.

Uskutečněný experiment ukázal přítomnost rozdílů v porovnání percepce všech emočních výrazů v raných komponentách v čase kolem 100 ms, který u některých emocí ovlivňuje komponenta P1, a ve středních komponentách v čase od 250 ms do 350 ms. Při zjišťování vzájemných rozdílů mezi jednotlivými emočními výrazy jsme rozdíly našli jen v určitých dvojicích. Nalezené rozdíly v evokovaných potenciálech percepce emočních výrazů v raných komponentách (čas kolem 100 ms) byly mezi emočními výrazy strachu a radosti, znechucení a radosti, radosti a překvapení, radosti a smutku. Další nalezené rozdíly byly v čase 200 ms – 300 ms, kde se často projevovala komponenta P200 nebo doznívala komponenta N170, a to mezi dvojicemi strach a radost, vztek a radost, vztek a znechucení, znechucení a radost, radost a smutek. Rozdíly v časech 300 ms – 400 ms byly ve dvojicích strach a smutek, vztek a překvapení, vztek a radost, vztek a smutek, znechucení a smutek. V pozdějších komponentách, tedy v časech kolem 500 ms, se objevovaly rozdíly ve dvojicích strach a vztek, strach a znechucení, vztek a smutek, znechucení a smutek, radost a smutek. U dvojice radost a smutek se navíc objevil rozdíl čase 660 ms. Tyto rozdíly byly většinou na topografickém modelu mozku lokalizovány v centrálních oblastech skalpu s častými zásahy do parietálního a okcipitálního regionu. Většina rozdílů se objevila ve středních komponentách evokovaných potenciálů, tedy v časech mezi 100 ms až 500 ms, které zaznamenávají základní kognitivní procesy a mohou souviset také s vyvolanou pozorností. Tyto rozdíly nám ukazují, za jak dlouho po prezentaci stimulu již lidský mozek dokáže rozdílně zpracovávat odlišné emoční výrazy a rozlišit je od sebe, případně je rozpoznat. Ve zbylých dvojicích emocí se rozdíl neobjevoval - strach a překvapení; znechucení a překvapení; překvapení a smutek. Ačkoliv jednotlivé porovnávání percepce emočních výrazů ve dvojicích mezi sebou neukázalo rozdíl ve všech dvojicích, tak hlavní srovnání všech emočních výrazů mezi sebou pomocí ANOVY ukázalo, že mezi nimi existuje signifikantní rozdíl, konkrétně na komponentách P1 a P3. Z těchto důvodů můžeme přijmout naši hypotézu, která udává, že rozdíl je v percepce všech emočních výrazů.

Dále experiment zkoumal rozdíl na kognitivních komponentách evokovaných potenciálů při percepci emočních výrazů a neutrálního výrazu. Jako kognitivní komponenty bývají označovány události v časech od 100 ms od prezentace stimulu a bývají spojovány s kognitivním zpracováním stimulu na různých úrovních (pozornost, hodnocení, ...) Testování dvojic emočních výrazů a neutrálního výrazu ukázalo na existenci rozdílů jen mezi některými emocemi a neutrálním výrazem. Konkrétně se rozdíl v evokovaných potenciálech ukázal v časech 100 ms až 200 ms ve dvojicích neutrálního výrazu a výrazu překvapení a strachu. Další rozdíly se objevily v čase kolem 300 ms ve dvojicích porovnávaných neutrální výraz se smutkem a znechucením. Další objevené rozdíly byly v komponentách v časech mezi 400 ms a 500 ms a byly přítomny v porovnání neutrálního výrazu a výrazu překvapení, smutku a strachu. Lokalizace těchto rozdílů byla především v centrální oblasti skalpu s lehkými přesahy do okolních oblastí. Další dvojice mezi sebou rozdíl neukazovaly: radost a neutrální; vztek a neutrální. Při srovnání všech emočních výrazů najednou s neutrálním výrazem se ukázal rozdíl v čase 450 ms. Konkrétní rozdíl jsme tedy našli jen u 4 emočních výrazů - překvapení, smutek, strach a znechucení. S ohledem na tyto výsledky jsme hypotézu, která tvrdila, že rozdíl bude mezi všemi emočními výrazy a neutrálním výrazem, nepřijali.

Další část experimentu zjišťovala rozdíl při percepci negativních a pozitivních emočních výrazů. Tento rozdíl se prokázal a objevil se na tzv. raných komponentách v čase 80 ms (centrální oblasti skalpu) a středních komponentách - P200; 250 ms až 280 ms (levá část frontální oblasti, centrální a parietální oblast a levá část okcipitální oblast skalpu). Jako rané komponenty označujeme procesy, které se odehrávají zhruba prvních 100 ms od prezentace stimulu a bývají obecně spojovány se základním smyslovým zpracováním a tento rozdíl značí rozdílné zpracování již na základě nejvýraznějších vlastností takových výrazů. To tedy znamená, že rozdílné zpracování těchto dvou skupin probíhá již na úrovni sensorické, ještě před zapojení kognitivních procesů. Střední komponenty již řadíme do skupiny kognitivních komponent, tedy komponenty, které již ukazují na procesy spíše jednodušší kognitivní, pozornostní. Tento rozdíl ukazuje, že při rozpoznávání a kognitivním zpracování pozitivních a negativních emocí je mozkiem vyvíjena odlišná aktivita a že negativní emoce mohou vzbuzovat vyšší pozornost a kognitivní procesy. Protože jsme zjistili tyto dva rozdíly mezi percepcí negativních a pozitivních emočních výrazů, přijali jsme naši hypotézu, která vyjadřovala přítomnost rozdílu.

Poslední část experimentu vycházela z jeho samotného designu – tedy porovnání dvou použitých databází fotografií emočních tváří. Ukázalo se, že odpovědi v evokovaných potenciálech na každou databázi se velmi lišily. Tyto rozdíly byly jak na časných komponentách (100 ms až 150 ms), tak na komponentách pozdějších (kolem času 500 ms). Rozdíl v časných komponentách byl viditelný na topografickém zobrazení hlavy v centrální oblasti s velkým zásahem do okolí a rozdíly kolem času 500 ms byly lokalizovány primárně v centrální oblasti se zásahem do frontálních, temporálních, parietálních a okcipitálních oblastí. Celkově se ukázalo, že kvalitativní aspekty fotografií, jako například jas, barva, velikost a rozlišení, hrají velkou roli ve výsledných evokovaných potenciálech. Rozdíly v časných komponentách ukázaly rozdíly v samotném vizuálním zpracování jednotlivých databází a pozdější rozdíly ukázaly na rozdílné kognitivní procesy, které při hodnocení fotografií z jednotlivých databází probíhaly.

## 12. Seznam literatury

- Atkinson, R. L., et al. (2003). *Psychologie*. Praha: Portál.
- Baars, J. B., & Gage, N. M. (2010). *Cognition, brain and consciousness: Introduction to neuroscience*. Cambridge: Academic Press.
- Batty, M., & Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17(3), 613-620.
- Collura, F. T. (1993). History and evolution of electroencephalographic instruments and techniques. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 10(4), 476–504. New York: Raven Press.
- Darwin, Ch. (1964). *Výraz emocí u člověka a u zvířat*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd.
- Dering, B., Martin, C. D., Moro, S., Pegna, A. J., & Thierry, G. (2011). Face-sensitive processes one hundred milliseconds after picture onset. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5(93).
- Dickter, Ch. L., & Kieffaber, P. D. (2013). *EEG methods for the psychological sciences*. Thousand Oaks: Sage.
- Eimer, M. (2011). The Face-Sensitivity of the N170 Component. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5(119).
- Eimer, M., & Holmes, A. (2002). An ERP study on the time course of emotional face processing. *Neuroreport*, 13(4), 427–431.
- Eimer, M., & Holmes, A. (2007). Event-related brain potential correlates of emotional face processing. *Neuropsychologia*, 45(1), 15–31.
- Ekman, P. (1992). An Argument for Basic Emotions. *Cognition and Emotion*, 6(3/4), 169-200.
- Ekman, P. (2015). *Odhalené emoce: Naučte se rozpoznávat výrazy tváře a pocity druhých*. Brno: Jan Melvil Publishing.
- Hartl, P., & Hartlová, H. (2010). *Velký psychologický slovník*. Praha: Portál.

- Hrazdira, I., & Mornstein, V. (2001). *Lékařská biofyzika a přístrojová technika*. Brno: Neptun.
- Hunt, M. (2010). *Dějiny psychologie*. Praha: Portál.
- Koukolík, F. (2002). *Lidský mozek*. Praha: Portál.
- Kulišťák, P. (2011). *Neuropsychologie*. Praha: Portál.
- Luck, S. J. (2014). *An Introduction to the Event-Related Potencial Technique*. Cambridge: The MIT Press.
- Lundqvist, D., Flykt, A., & Öhman, A. (1998). The Karolinska directed emotional faces - KDEF, CD ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet.
- Machač, et al. (1985). *Emoce a výkonnost*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Martin, G. N. (1998). *Human neuropsychology*. Prentice Hall Europe.
- Misulis, K. E., & Head, T. C. (2003). *Essentials of Clinical Neurophysiology*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Nakonečný, M. (2002). *Emoce*. Praha: Triton.
- Nakonečný, M. (2000). *Lidské emoce*. Praha: Academia.
- Olszanowski, M., Pochwatko, G., Kukliński, K., Ścibor-Rylski, M., Lewinski, P., & Ohme, R. (2015). Warsaw set of emotional facial expression pictures: a validation study of facial display photographs. *Frontiers in Psychology*, 5(1516).
- Plháková, A. (2003). *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia.
- Rossion B., & Caharel, S. (2011). ERP evidence for the speed of face categorization in the human brain: disentangling the contribution of low-level visual cues from face perception. *Vision Research*, 51(12), 1297-1311.
- Rozman, J., et al. (2006). *Elektronické přístroje v lékařství*. Praha: Academia.
- Říčan, P. (2002). *Psychologie náboženství*. Praha: Portál.
- Slovní spisovné češtiny*. (2010). Praha: Academia.
- Sternberg, R. J. (2009). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál

Stuchlíková, I. (2002). *Základy psychologie emocí*. Praha: Portál.

Sur, S., & Sinha, V. K. (2009). Event-related potential: An overview. *Industrial Psychiatry Journal*, 18(1), 70–73.

Tyner, F. S., & Knott, J. R. (1983). *Fundamentals of EEG Technology: Basic concepts and methods*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.



### 13. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Schéma prezentace stimulů .....	42
Obrázek 2 - Rozmístění elektrod na skalpu .....	43
Obrázek 3 - Příklad vymazaného artefaktu mrknutí .....	46
Obrázek 4 - Zobrazení ICA komponent. Komponenta č. 1 je očním artefaktem. ....	47
Obrázek 5 - Porovnání percepce všech emočních výrazů.....	48
Obrázek 6 - ERP porovnání percepce emoce strachu a překvapení.....	49
Obrázek 7 - ERP porovnání percepce emoce strachu a radosti .....	50
Obrázek 8 - ERP porovnání percepce emoce strachu a smutku.....	51
Obrázek 9 - ERP porovnání percepce emoce strachu a vzteku.....	51
Obrázek 10 - ERP porovnání percepce emoce strachu a znechucení .....	52
Obrázek 11 - ERP porovnání percepce emoce vzteku a překvapení .....	53
Obrázek 12 - ERP porovnání percepce emoce vzteku a radosti .....	53
Obrázek 13 - ERP porovnání percepce emoce vzteku a smutku .....	54
Obrázek 14 - ERP porovnání percepce emoce vzteku a znechucení .....	55
Obrázek 15 - ERP porovnání percepce emoce znechucení a překvapení .....	55
Obrázek 16 - ERP porovnání percepce emoce znechucení a radosti.....	56
Obrázek 17 - ERP porovnání percepce emoce znechucení a strachu .....	57
Obrázek 18 - ERP porovnání percepce emoce radosti a překvapení .....	57
Obrázek 19 - ERP porovnání emoce radosti a smutku .....	58
Obrázek 20 - ERP porovnání percepce emoce překvapení a strachu.....	59
Obrázek 21 - Porovnání percepce emočních výrazů a neutrálního výrazu.....	60
Obrázek 22 - ERP porovnání percepce neutrálního výrazu a emoce překvapení .....	60
Obrázek 23 - ERP porovnání percepce neutrálního výrazu a emoce smutku .....	61
Obrázek 24 - ERP porovnání percepce neutrálního výrazu a emoce radosti.....	61
Obrázek 25 - ERP porovnání percepce neutrálního výrazu a emoce strachu .....	62
Obrázek 26 - ERP porovnání percepce neutrálního výrazu a emoce vzteku .....	63
Obrázek 27 - ERP porovnání percepce neutrálního výrazu a emoce znechucení.....	63
Obrázek 28 - Porovnání percepce negativních a pozitivních emocí .....	64
Obrázek 29 - Porovnání obou použitých databází .....	65