

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA VÝPOČETNÍ A DIDAKTICKÉ TECHNIKY

VYUŽITÍ OVLÁDÁNÍ POČÍTAČE POMOCÍ TECHNOLOGIE

BIOFEEDBACK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Martin Ambros

Přírodovědná studia - Informatika se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: Mgr. Petr Simbartl

Plzeň, 2014

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň, 23. června 2014

.....
vlastnoruční podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Mgr. Petru Simbartlovi nejen za metodické pokyny při zpracování bakalářské práce, ale i za možnost zapůjčení zařízení OCZ NIA.

Dále děkuji PhDr. Janě Vaňkové za rady při tvorbě citací a Mgr. Bohuslavu Hornovi za umožnění návštěvy jeho ordinace.

OBSAH

ÚVOD	7
1 HISTORIE A TECHNOLOGIE BIOFEEDBACK.....	9
1.1 HISTORIE.....	10
1.2 ZPRACOVÁNÍ BIOLOGICKÝCH SIGNÁLŮ	12
1.3 EEG BIOFEEDBACK.....	13
1.3.1 RYTMY EEG	16
1.3.2 VYUŽITÍ EEG BIOFEEDBACK V LÉKAŘSTVÍ	17
1.4 EMG BIOFEEDBACK.....	19
1.5 TEMP BIOFEEDBACK.....	21
1.6 GSR BIOFEEDBACK.....	22
1.7 HRV BIOFEEDBACK.....	22
2 MOŽNOSTI VYUŽITÍ BIOFEEDBACK TECHNOLOGIE V OSOBNÍM ŽIVOTĚ A POHLED DO BUDOUCNOSTI	23
2.1 PSYCHOWALKMANY	23
2.2 PRSTOVÝ PULSNÍ OXYMETR.....	25
2.3 BIOFEEDBACK MĚŘÍCÍ ÚROVEŇ KOŽNÍHO ODPORU.....	26
2.4 MINDBALL	27
2.5 TRENDY DO BUDOUCNA.....	28
3 OSOBNÍ ZKUŠENOST S TECHNOLOGIÍ BIOFEEDBACK SLOUŽÍCÍ K OVLÁDÁNÍ POČÍTAČE.....	30
3.1 TECHNICKÁ SPECIFIKACE, SOUČÁSTI ZAŘÍZENÍ OCZ NIA.....	30
3.2 ZPŮSOB POUŽITÍ	32
3.3 POPIS PROGRAMU DODÁVANÉHO SPOLEČNOSTI OCZ.....	33
3.3.1 BRAINFINGERS.....	34
3.3.2 METALLICA.....	36
3.3.3 DISCOVERY	37
3.3.4 PONG.....	38
3.3.5 NIA PROFILY.....	40
3.3.6 FPS STŘÍLEČÍ HRA	42
3.4 SHRNUÍ.....	44
4 OSOBNÍ ZKUŠENOST S PROFESIONÁLNÍM VYUŽITÍM BIOFEEDBACK TECHNOLOGIE V LÉKAŘSTVÍ.....	45
4.1 SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ.....	45
4.2 PRINCIP LÉČBY	45
4.3 OSOBNÍ ZKUŠENOST	46
ZÁVĚR.....	51
SUMMARY	54
POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE	55
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	60
POUŽITÉ ZDROJE OBRÁZKŮ	61

ÚVOD

Tématem mé bakalářské práce je využití ovládní počítače pomocí technologie biofeedback. Již v minulosti jsem slyšel o možnostech ovládní počítače pomocí „myšlenek“. Protože mě toto téma velmi zaujalo, rozhodl jsem se, že zjistím, na jaké bázi technologie funguje a jaké má potenciální využití.

Cílem této práce je především zhodnotit a porovnat stávající ovládní počítače s ovládním, které přináší technologie biofeedback. Neméně důležitým úkolem je také rozhodnout, zda tato technologie může přinést do budoucna revoluci v ovládní počítače, zda je potenciálně využitelná a pro jakou část populace, nebo nemá absolutně žádné další využití. Prostředkem k dosažení cíle jsou obsahy jednotlivých podkapitol práce, ve kterých bude rozebrána celá technologie od její historie, až po konečné využití k ovládní počítače.

V úvodní části bude rozebrána samotná technologie biofeedback, kde se v první řadě zaměřím na samotný proces zpracování biologických signálů až do digitálního zpracování v počítači. V úvodu nemohu opomenout historii technologie biofeedback. Dále bude pojednáno o samotné podstatě biofeedbacku a jeho druzích, neboť druhů biofeedbacku je celá řada. Budou vybrány jen ty nejběžnější a nejpoužívanější. Přestože se o tom mezi lidmi příliš neví, je biofeedback hojně užíván v lékařství, proto tuto část v bakalářské práci nelze opomenout. Budou zde tedy nastíněny současné možnosti využití technologie v lékařské praxi.

Druhá část práce bude věnována možnostem využití biofeedback technologie v osobním životě, a následnému pohledu na její vývoj do budoucna. Budou zde popsány již existující přístroje, které lze používat v osobním životě a bude proveden rozbor, pro jaké účely je technologie využitelná.

Třetí, praktická část práce, pojedná o konkrétní technologii biofeedback, díky které lze již nyní určitým způsobem ovládat počítač. Bude proveden vlastní výzkum pro vyslovení závěru o této technologii v rámci osobní zkušenosti s již existujícím zařízením.

V poslední části práce bude popsána profesionální zkušenost s technologií biofeedback využívanou v lékařství. Díky této části nahlédnu na technologii

z opačného, lékařského, hlediska. Kvůli této části práce navštívím konkrétní lékařské zařízení, které pracuje s EEG Biofeedbackem.

1 HISTORIE A TECHNOLOGIE BIOFEEDBACK

Definice biofeedbacku zní: „*Biofeedback is a process that enables an individual to learn how to change physiological activity for the purposes of improving health and performance. Precise instruments measure physiological activity such as brainwaves, heart function, breathing, muscle activity, and skin temperature. These instruments rapidly and accurately "feed back" information to the user. The presentation of this information - often in conjunction with changes in thinking, emotions, and behavior - supports desired physiological changes. Over time, these changes can endure without continued use of an instrument*“.¹ Na této definici se shodly tři mezinárodní biofeedback instituce - Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback (AAPB), Biofeedback Certification Institute of America (BCIA) a International Society for Neurofeedback & Research (ISNR).

Biofeedback tak můžeme chápat jako určitou biologickou zpětnou vazbu, díky níž získáváme zpětně informace o našich nejrůznějších fyziologických funkcích, se kterými můžeme následně pracovat, a vědomě se je naučit ovládat. Toto ovládnutí nám může pomoci v případě nejrůznějších zdravotních obtíží.

Tuto zpětnou vazbu můžeme měřit. Pro měření biologické zpětné vazby se využívají nejrůznější přístroje. Přístroje v rámci biofeedbacku v dnešní společnosti hojně využíváme, aniž bychom si toho byli vědomi. Pokaždé, když si stoupneme na váhu, je to určitá zpětná informace o stavu daného člověka. Stejně tak v případě nemoci a následné potřebě změřit si teplotu.² V současnosti se biofeedback rozdělil do několika různých druhů v závislosti na tom, jakým způsobem získáváme onu biologickou zpětnou vazbu. Způsobů získávání zpětné vazby je celá řada. Jinak například pomocí mozkových vln, teploty kůže apod. Tyto způsoby se označují jako druhy biofeedbacku. Ty nejdůležitější typy budou rozebrány v další části práce. Nejzásadnější význam má ovšem biofeedback využívající informaci o sobě samém prostřednictvím mozkových vln zvaný EEG Biofeedback.

Cílem biofeedbacku je naučit se kontrole svých hlavních životních funkcí. Takto naučená kontrola by měla být trvalá i použití přístrojů. Při samotné biofeedback terapii je zapotřebí zkušeného terapeuta, který klienta provede procesem učení se kontrole

svých hlavních životních funkcí a dále mu je pomůže začlenit do jeho života. Terapeut spolu s klientem má za úkol zjistit, jaké příčiny způsobují stavy stresu a napětí. To pomůže klientovi pochopit interakci mezi duší a tělem. Poté, co klient pochopí své stresové reakce, a naučí se, jak se s nimi účinně vypořádat, vzroste sebekontrola, díky níž je efektivněji schopen ovládat své vlastní životní funkce. Ve finále díky tomuto může daný jedinec pozitivně ovlivňovat svůj stres, napětí apod., případně potlačit či úplně vyléčit nejrůznější mozkové dysfunkce.³

1.1 HISTORIE

Zatímco pojem biofeedback se pojí s rokem 1965, kdy na půdě kliniky Langley-Porter Neuropsychiatrics Institute of San Francisco v souvislosti s výzkumem jak na zvířatech, tak na lidech, dali vzniknout pojmu biofeedback⁴, samotná historie biofeedbacku je mnohem staršího data. Původ biofeedbacku se datuje zhruba kolem roku 5 000 př. n. l., kdy vznikaly nejrůznější jóga techniky a všemožné meditace.⁵ Jogíni a ostatní prapůvodní obyvatelé planety využívající meditace dokázali vědomě řídit vlastní tělesný systém již více než tisíc let. Dokázali např. zpomalovat srdeční rytmus, zvyšovat tělesnou teplotu či snižovat spotřebu kyslíku.⁶ Až do 50. let 20. století ovšem převládalo všeobecné dogma o tom, že tyto základní životní funkce nelze vědomě ovládat.⁷

Samotná novodobá historie biofeedbacku se pojí s výzkumem Edmunda Jacobsona, který v roce 1930 vyvinul pokrokové relaxační techniky, ale také se jménem Johanna Schulze, který vyvinul autogenní trénink. Obě tyto samoregulační techniky sloužily jako základ ve výzkumu a objevu biofeedbacku. Biofeedback je tak někdy přezdívaný jako „Jóga Západu“ nebo „Zen Technologie“.⁸

Na práci Jacobsona se Schulzem navázali zhruba kolem 60. let Neal Miller, John Basmanjian a Joe Kamiya. Všichni tři přispěli k rozvoji různých technik biofeedbacku.⁹

Neal Miller prováděl behaviorální výzkum se zvířaty a zjistil, že zvířata se mohou vědomě naučit ovládat svoje vlastní fyziologické procesy jako je např. krevní tlak či srdeční funkce. John Basmanjian začal studovat vůlí ovladatelnou kontrolu nad kosterním svalstvem. Zjistil, že se zpětnou vazbou je možno získat kontrolu nad vlastními svaly. Joe Kamiya zkoumal vnitřní vnímání a odhalil, že se každý jedinec může

skrze EEG naučit rozlišovat mezi jednotlivými stavy mozkových vln. Poté objevil, že se zpětnou vazbou může každý člověk produkovat určité mozkové vlny v závislosti na jeho dané potřebě.¹⁰

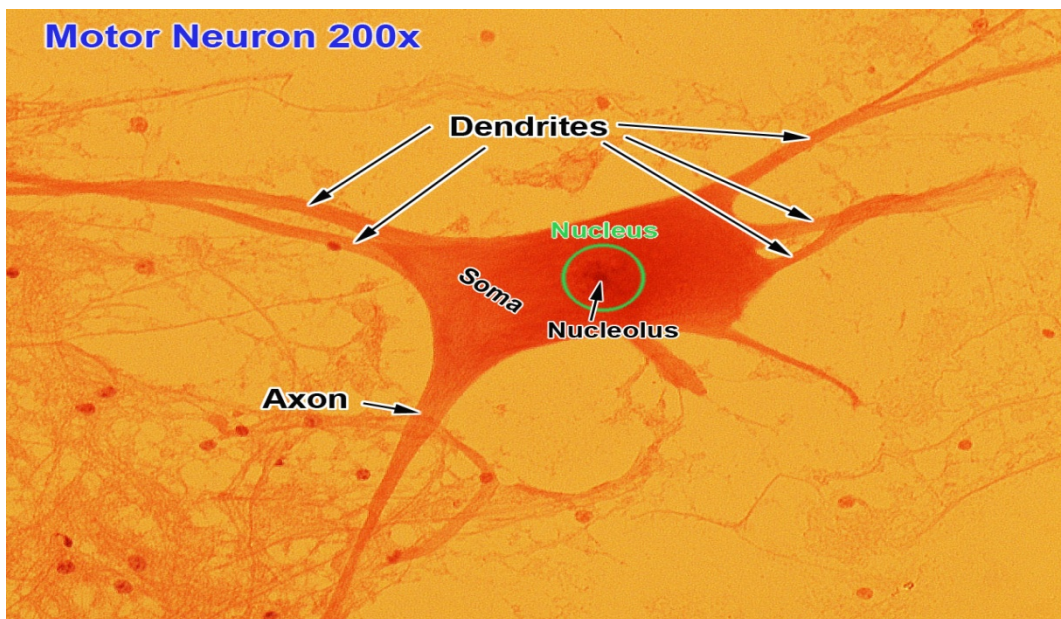
Při autogenním tréninku výzkumníci v Menningerově nadaci objevili nový druh biofeedbacku a to zpětnou vazbu pomocí teploty kůže, nazvanou Skin response Biofeedback. Při provádění tohoto tréninku se totiž jeden z účastníků sezení náhodou zbavil migrény tím, že si samovolně zahřál ruce v rámci zmíněného tréninku. Tento neočekávaný výsledek vedl k výzkumu a následné klinické praxi vlivu kožní teploty v rámci biofeedbacku na potlačení, či úplné zbavení se příznaků migrény a obdobných zdravotních obtíží.¹¹

Postupné další výzkumy na zvířatech i lidech jednoznačně potvrdily, že základní životně důležité funkce lze vědomě ovládat. Následně se biofeedback postupně propracovával z výzkumu až do klinické praxe. Dnes je biofeedback uznáván jako terapeutická metoda, která si ve zdravotnictví našla své velké opodstatnění.¹²

1.2 ZPRACOVÁNÍ BIOLOGICKÝCH SIGNÁLŮ

„Biologické signály, jako projev činnosti složitého organismu, jsou v elektrické podobě nejčastějším nositelem informace o stavu zkoumaného biologického systému. Jsou tedy východiskem moderních metod lékařské diagnostiky.“¹³

Základním stavebním prvkem nervové soustavy je neuron neboli nervová buňka. Tato buňka je uzpůsobena ke zpracování, uchování a přenosu informací. Neuron se skládá z dendritů, což jsou vstupy do buňky. Dále ze soma, což je základní tělo s buněčným jádrem a dále z axonu, který si můžeme představit jako výstup z buňky.¹⁴



Obrázek 1 - Nervová buňka¹

Přenos informace mezi neurony se uskutečňuje prostřednictvím synapse, kde pro vstup a výstup neuron využívá své dendrity, resp. axon.¹⁵ Látka, díky níž se přenáší nervový vzruch, se nazývá mediátor či neurotransmitter.¹⁶ Každá buňka je ohraničena membránou, která je velmi dobrým elektrickým izolátorem. Tato membrána je polopropustná, odděluje tekutiny uvnitř a vně buňky.¹⁷ Membrána obsahuje na zevním povrchu kladné náboje, na vnitřním povrchu náboje záporné. Vnější náboj představují ionty sodíkové, vnitřní náboj ionty draselné.¹⁸ Výsledkem činnosti tzv. sodíko-draslíkové pumpy je vznik membránového potenciálu, který má zásadní význam pro přenos informace. Sodíko-draslíková pumpa zajišťuje přenos iontů sodíku ven a iontů draslíku membránou dovnitř buňky. Na membráně tak vzniká potenciálový rozdíl, vnitřek buňky má vzhledem k okolí potenciál záporný. Pakliže se membránový potenciál buňky rychle

zvýší a zase sníží, jedná se o tzv. Akční potenciál. Tento potenciál může být vyvolán elektrickým, chemickým či mechanickým podnětem. Akční potenciál následně vyvolá reakci, která se projeví depolarizací membrány. Takto vyvolaný vzruch se dále šíří axonem konstantní rychlostí i amplitudou.¹⁹

Vzniklé elektrické potenciály můžeme následně snímat speciálními elektrodami umístěnými na povrchu hlavy a dále přenášet do počítače. Signály, které se přenesou přes lebku a měkké tkáně, jsou ovšem velmi slabé, řádově v mikrovoltech. Takto malé signály je třeba primárně zesílit a následně z nich odfiltrovat vzniklý šum.²⁰

1.3 EEG BIOFEEDBACK

Tento druh biologické zpětné vazby je v praxi nejvíce využíván, proto o něm bude pojednáno podrobněji, ostatní druhy biofeedbacku budou zmíněny jen pro představu. EEG Biofeedback jsem využil v části bakalářské práce věnující se využití biofeedbacku k ovládní PC.

EEG neboli „*Elektroencefalografie (EEG) je diagnostická metoda používána k záznamu elektrické aktivity mozku. EEG se řadí mezi neinvazivní metody. Změny v polarizaci neuronů jsou snímány povrchovými elektrodami.*“²¹ Někdy se metoda označuje též jako neurofeedback.

Elektroencefalografie má své kořeny již v roce 1875, kdy Richard Caton objevil rozdíl elektrických potenciálů mezi dvěma body na skalpu králíků a opic. První záznam bioelektrické aktivity mozku byl objeven roku 1924 psychiatrem Hansem Bergerem. Významné postavení ve výzkumu i klinické praxi však zaznamenal až začátek 40. let minulého století.²²

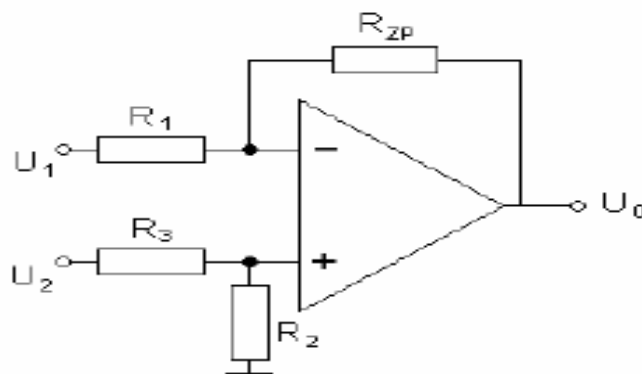
Při elektroencefalografii se snímá střední úroveň vzruchu skupiny neuronů ležících v určité oblasti mozkové kůry. Signál EEG tak přenáší informaci o řádově tisících neuronů v daném časovém okamžiku. Signál se buď zesiluje či zeslabuje v závislosti na tom, v jaké frekvenci mozkových vln se daný jedinec nachází. Pro věrné zobrazení mozkové aktivity je důležité snímat signál na velkém počtu míst prostřednictvím elektrod.²³

Elektrod je více typů, nejčastěji se používají povrchové elektrody kruhového tvaru o průměru 7 až 10 mm. Tyto elektrody jsou zhotoveny na bázi stříbra či různých

slitin s cínem. Povrch jednotlivých elektrod je chloridován speciálním roztokem. Elektrody se mohou rozmístit dvěma způsoby - buď se jednotlivě rozmístí po částech lebky, nebo se použije speciální EEG čepice.²⁴

Elektroda je do přístroje zpracovávajícího výsledný signál vedena kovovým vodičem, který má elektronovou vodivost, zatímco lidský organismus je vodič elektrolytický.²⁵ Při umístění kovové elektrody do vodivého prostředí se vytváří potenciální rozdíl mezi kovem a roztokem. Pro snazší snímání se využívá speciálního gelu, jímž se potře pokožka hlavy.²⁶

Elektrické potenciály snímané elektrodami se pohybují řádově v milivoltech. Pro další zpracování je třeba signály zesílit, čehož se docílí prostřednictvím zesilovače. Problémem při zpracování signálu s malou amplitudou je problém s rušením. Jedním ze způsobů, jak vyřešit tento problém, je použití rozdílového zesilovače.²⁷



Obrázek 2 - Rozdílový zesilovač²

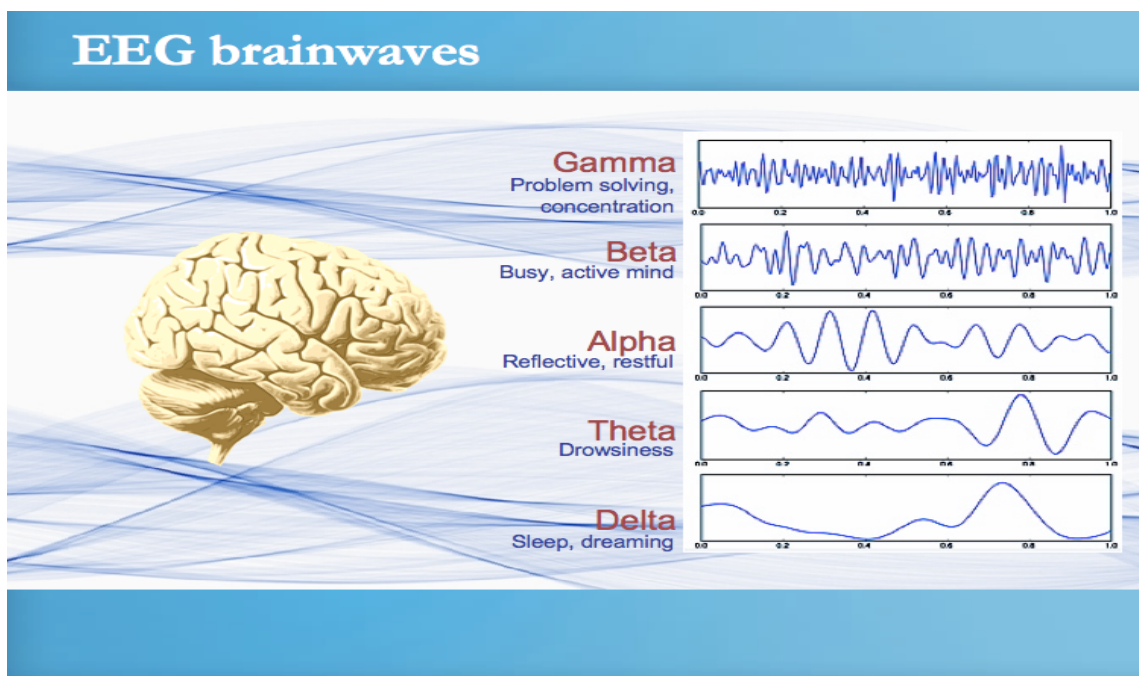
Zesilovač obsahuje dva vstupy – invertující a neinvertující. Zesilovač zesiluje napěťový rozdíl mezi oběma vstupy. Výstupem je tak rozdíl vstupních napětí. Výhoda pro problém s rušením je ta, že pokud se na invertující a neinvertující vstup přivede signál z elektrod, na obou vstupech bude stejné rušivé napětí, které se pak od sebe zájemně odečte a na výstupu rozdílového zesilovače se neprojeví.^{28 29}

Jelikož při využití EEG Biofeedbacku používáme více než dvě elektrody, je zapotřebí zapojení přizpůsobit i pro více elektrod. Toho se dá docílit buď bipolárním zapojením, nebo unipolárním. Výstupem je poté tzv. kanál, který propouští jen jeden biosignál. Signál může být následně upraven různými filtry, které např. propouštějí pouze určitou frekvenci. Dále mohou být využity výstupní zesilovače, které v případě

analogového měření dosáhnou dostatečného výkonu na pohyb záznamového zařízení. V případě digitálního zpracování přichází na řadu A/D převodník, který převede analogový výstupní signál na datové slovo.³⁰

1.3.1 RYTMY EEG

„Elektrická aktivita mozku vykazuje určitou rytmickou aktivitu o různé frekvenci.“³¹ Takto aktivita je označována malými řeckými písmeny. Podstatou EEG Biofeedbacku je snímat tyto mozkové vlny a následně je zaznamenat.



Obrázek 3 - Druhy mozkových vln³

Delta vlny: Frekvence 0,5–4 Hz. Nejpomalejší vlny, vyskytují se zejména v hlubokém spánku, transu, hypnóze či bezvědomí. Nejčastěji doprovázejí procesy obnovující tělesnou regeneraci.^{32 33}

Theta vlny: Frekvence 4–8 Hz. Řadí se mezi pomalé vlny, jsou pro ně typické stavy hluboké relaxace, uvolnění, meditace či nízké formy REM spánku. Při této vlnové délce dochází ke zlepšení dlouhodobé paměti.^{34 35} Spadají do sféry podvědomí a ovládají část mysli nacházející se na pomezí vědomí a nevědomí.³⁶

Alfa vlny: Frekvence 8–13 Hz. Charakteristické pro stavy uvolnění např. při chvilkovém zavření očí, při relaxaci a duševní pohodě. V této frekvenci vznikají kreativní nápady, představy, sny. Současně se ovšem jedná o bdělý stav.^{37 38}

Beta vlny: Frekvence 13–30 Hz. V této frekvenci stráví lidé většinu svého dne. Mozek je soustředěný pro vnější podněty, pro logicko-analytické myšlení, ale současně i pro pocity strachu či neklidu.^{39 40}

Někteří autoři uvádějí i daleko větší množství vln v závislosti na rozdělení do frekvenčních pásem. Vycházejí ovšem z těchto čtyř základních vln. Uvedené členění je základní.

1.3.2 VYUŽITÍ EEG BIOFEEDBACK V LÉKAŘSTVÍ

EEG Biofeedback má v současnosti velký význam v léčbě nejrůznějších zdravotních potíží. Velké opodstatnění nachází při léčbě lehkých mozkových dysfunkcí (LMD). Termín LMD zahrnuje potíže, které mají jeden společný základ. Tímto základem je oslabená funkce centrální nervové soustavy.⁴¹

Termín lehké mozkové dysfunkce zahrnuje poruchy pozornosti, které se vyznačují zbrklostí, rozlítaností, neuspořádaností a nespolehlivostí, dále poruchy chování jako je impulzivita či hyperaktivita. V souvislosti s poruchami pozornosti tak dochází k poruchám učení, neboť daný žák není schopen soustředit se po delší dobu na výklad dané látky. Další potíže jsou např. dyslexie, dysgrafie apod. Do poruch LMD spadají také vývojové vady řeči.⁴²

LMD vzniká z několika příčin. Mezi největší faktor vzniku LMD patří dědičnost (50 – 70 %), dále komplikace během porodu a těhotenství (20 – 30 %) a pozdější vlivy (zhruba 10 %).⁴³

Princip vzniku LMD spočívá v tom, že se v čelních oblastech mozku vyskytuje snížený objem neuronů, nervové spoje se odchyľují od běžné architektury apod. Tyto neurofyziologické příčiny mají za důsledek snížený průtok krve mozem, nedostatečné zásobování kyslíkem a ostatními látkami. U těchto jedinců se vyskytuje velmi nízká energetická hodnota v pásmu Beta aktivity, která by měla být rychlá. Je zde zapotřebí uvést, že uvedené problémy nejsou nijak vážného charakteru. Tito jedinci se vyznačují výše uvedenými problémy, jako je např. hyperaktivita, zbrklost apod.⁴⁴

Jelikož LMD se vyznačuje sníženou aktivitou v pásmu rychlých vln, můžeme poměrně snadno a spolehlivě zjistit pomocí EEG testů tuto aktivitu a následně ji zaznamenat. Díky EEG vyšetření tak odhalíme pomalé frekvence vln včetně jejich lokalizací. Po vyšetření můžeme přistoupit k tréninku pomocí EEG Biofeedbacku, jehož účelem je docílit zvýšení aktivity v určitém pásmu mozkových vln. Díky tomuto tréninku můžeme vytrénovat jednotlivé trasy neuronů a přispět tak k lepší funkci nervové

soustavy. Trénink není dočasný, nýbrž trvalý. Jestliže se jednou jednotlivé trasy neuronů „vytrénují“, nemohou se již dostat do předchozího stavu. Tímto procesem můžeme docílit úspěšné léčby daného problému. Biofeedback umožňuje jednu z cest potlačení, či vyléčení LMD. Existuje samozřejmě i farmakoterapie, jejímž cílem je taktéž zlepšení funkce jednotlivých nervových buněk a jejich spojů. Tato farmaka mohou mít ovšem i vedlejší účinky.⁴⁵

Průběh EEG terapie se provádí v několika krocích. V prvním kroku je třeba pojmenovat daný problém, udělat psychologické vyšetření a EEG záznam. V dalším kroku se provede zkušební EEG trénink, který má za cíl zjistit, zda je pro daný problém vhodná terapie pomocí EEG. V případě, že na daný problém lze aplikovat EEG, přejde se k léčbě.⁴⁶

Před samotnou terapií je třeba připevnit několik elektrod na hlavu pacienta. Elektrody snímají mozkové vlny, které se následně digitálně zpracují v počítači. Vytříděné vlny jsou pomocí programu rozčleněny do frekvenčních pásem, které sledujeme na monitoru počítače. Biofeedback, označovaný jako zpětná vazba, nám tak dává zpětnou vazbu o funkci našich mozkových vln v daném okamžiku.⁴⁷

Klient během terapie hraje video hru, která je vlastně „překladem“ jeho mozkových vln. Díky snížené aktivitě v určitém pásmu mozkové aktivity může např. auto jet doleva, v případě zvýšené aktivity se auto dostane do pravé části vozovky. Pokud vzroste aktivita mozku v potřebném pásmu mozkových vln, hráč dosáhne úspěšného výsledku ve hře, v opačném případě nastává neúspěch. Tato motivační vodítka v případě úspěchu jsou pro mozek velmi důležitá, neboť v mozku rozvíjí proces učení se vhodnějších frekvencí mozkových vln. V průběhu terapie si mozek osvojuje dané postupy a vzorce a následně je automaticky používá. Jedná se tak v podstatě o proces učení a cvičení. Tento trénink je bez vedlejších účinků, je bezbolestný a trvalý. Dá se říci, že proces je obdobný učení se jezdit např. na kole. Účinnost biofeedback terapie se uvádí zhruba v 60 – 90 %, v závislosti na velikosti daného problému.⁴⁸

Další zdravotní problémy, na které je vhodné aplikovat EEG Biofeedback terapii:

- Poruchy spánku
- Úzkost, stres
- Neurologické obtíže jako např. epilepsie, migréna, tiky
- Enuréza
- Deprese
- Seberozvoj – není porucha, ale lze využít EEG pro lepší odolnost vůči stresu, zvýšení podávaného výkonu apod., čehož využívají vrcholoví manažeři či špičkoví sportovci.⁴⁹

Délka jednotlivé terapie je vysoce individuální, závisí na daném problému a na konkrétním jedinci. V průměru se jedná o 40 až 60 sezení při délce zhruba jedné hodiny. V současnosti biofeedback není hrazen z veřejného zdravotního pojištění, je tedy třeba si sezení zaplatit. K provádění terapie je oprávněn psycholog či lékař, který absolvoval speciální školení v neurofyzilogii a psychoterapii včetně praktického výcviku. Lidé provozující EEG Biofeedback jsou velmi studovaní profesionálové, neboť musí být zběhlí hned v několika zdravotnických oborech.⁵⁰

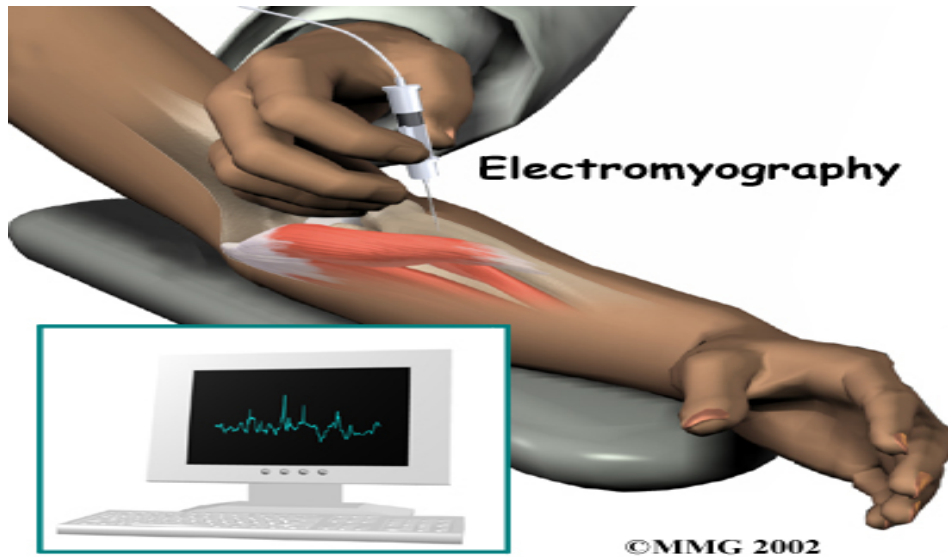
1.4 EMG BIOFEEDBACK

„Elektromyografie je elektrodiagnostická metoda, která slouží především k diagnostice poruch nervosvalového aparátu.“⁵¹ „EMG měří množství elektrických výbojů ve svalových vláknech a tímto kvantifikuje svalové stažení a uvolnění.“⁵²

V případě biofeedbacku se EMG využívá jako terapeutická metoda v řadě oblastí. V oblasti psychologie můžeme metodu uplatnit pro lidi trpící úzkostmi, depresemi či fobiemi. V neurologii může tato metoda pomoci redukovat bolesti hlavy, šíje a zad. Dále, tato metoda může najít uplatnění v regulaci vysokého krevního tlaku či pro lepší účinky hluboké relaxace. Spektrum využití tohoto druhu biofeedbacku je velmi široké.⁵³ Cílem je naučit se vědomě ovládat svalové napětí a díky tomu následně odstranit daný problém.⁵⁴

Výsledek měření výbojů ve svalových vláknech můžeme zachytit na několika místech lidského těla pomocí senzorů či speciální jehly. Nejvíce se využívá čelní sval, trapézový sval a předloktí. Díky těmto měřením můžeme dostat velmi dobrý obrázek o

napětí svalstva v těle. Výsledek můžeme sledovat nejčastěji vizuálně na monitoru počítače, kam se prostřednictvím technických prostředků zaznamenané napětí přenese.⁵⁵



Obrázek 4 - EMG Biofeedback⁴

1.5 TEMP BIOFEEDBACK

TEMP Biofeedback, vycházející z anglického pojmu temperature, se zabírá teplotou. V tomto případě teplotou povrchu lidské kůže.

„Za dané konstantní hodnoty, teploty těla a prostředí vazomotorické kontrolní mechanismy regulují teplotu povrchu pokožky. Tělo odpovídá na změny teploty prostředí termoregulativní reakcí tak, že stahuje nebo uvolňuje hladké svalstvo okolo periferních cév. Pokud teplota prostředí klesne, stažení periferních cév (s následným poklesem teploty pokožky) způsobí příliv krve do vnitřních orgánů, aby byla zachována jejich bazální teplota.“⁵⁶

Na povrchovou teplotu lidské pokožky působí mnoho biochemických faktorů. Můžeme mezi ně zařadit faktory, které lze vědomě ovlivnit jako např. alkohol či kouření, a faktory, které lze ovlivnit jen stěží, např. stres, úzkosti. Tyto faktory následně snižují povrchovou teplotu pokožky.⁵⁷

Měření teploty pokožky se provádí tzv. tepelnou sondou, která se u praváků umísťuje na bříško prostředníčku levé ruky. V tomto bodě lze poměrně dobře zobrazit změny teplot vyvolané výše zmíněnými faktory a zobrazit jejich křivku rozpětí.⁵⁸

Cílem je naučit se vědomě zvyšovat kožní teplotu, díky čemuž lze dosáhnout kontroly např. nad svým nastavením stresového systému.⁵⁹

Při použití TEMP terapie v rámci biofeedbacku se využívá velmi často autosugesce, kdy trénující osoba si například představuje noření studených nohou do horké vody, která na ni poté působí. Podobné prakticky jsou velmi blízké józe.⁶⁰

1.6 GSR BIOFEEDBACK

Galvanic skin response Biofeedback slouží k měření vodivosti pokožky z konečků prstů.⁶¹ Tento biofeedback „odráží změny v činnosti sympatického a periferního nervového systému prostřednictvím reakce potních žláz, která se měří rozdílem elektrické vodivosti pokožky mezi dvěma elektrodami, zpravidla umístěnými na koncích prstů jedné ruky.“⁶²

Vodivost pokožky se zvyšuje v souvislosti s nejrůznějšími emocemi. Při poklesu emocí se vodivost snižuje. Výsledná křivka tak dává obrázek o propojení duševních a tělesných procesů. Využití GSR má velký význam v nejrůznějších oblastech. Dá se díky němu určit psychosomatický typ osobnosti, zredukovat určitý emocionální náboj, který máme spojený s určitou nepříjemnou situací či léčit fobie a úzkostné stavy. GSR se využívá i jako nástroj hypnoterapie.⁶³ Na tomto principu je založen také detektor lži, kde se prostřednictvím vodivosti pokožky zjišťuje, zda daný jedinec lže či mluví pravdu. Při lži dochází k vyšším emocím, vzruchům, dochází tedy k tomu, že se vodivost pokožky zvyšuje. Při pravdě se vychází z toho, že vodivost pokožky klesne, neboť mluvení pravdy není spojeno s žádnými vysokými emocemi.⁶⁴

1.7 HRV BIOFEEDBACK

Tento druh biofeedbacku (Heart Rate Variability) měří variabilitu srdeční frekvence. Dává nám tak zpětnou vazbu o činnosti mezi mozkiem a srdcem.⁶⁵ Metoda se využívá pro to, aby se jedinec naučil ovládat svůj vlastní srdeční rytmus pomocí dýchání a sebe-regulačních postupů v určité variabilitě srdeční činnosti a tento stav po danou dobu udržel.⁶⁶ V případě nízké variability srdeční činnosti se může vyskytnout riziko kardiovaskulárních potíží. V případě zlepšení variability srdeční činnosti můžeme předejít nemocem srdečního tlaku, cukrovky, deprese apod. Tento biofeedback využívají mimo jiné i sportovci, manažeři či psychologové.⁶⁷ V současnosti se tento druh biofeedbacku hojně rozvíjí.

2 MOŽNOSTI VYUŽITÍ BIOFEEDBACK TECHNOLOGIE V OSOBNÍM ŽIVOTĚ A POHLED DO BUDOUCNOSTI

Možností využití biofeedback technologie v osobním životě je celá řada. V následující kapitole budou rozebrány nejrozšířenější zařízení.

2.1 PSYCHOWALKMANY

AVS přístroj, zvaný psychowalkman, je zařízení určené pro tři oblasti použití. Jednak pro relaxaci, podporu duševních výkonů a zdravotní účely.⁶⁸

Přístroj dokáže audiovizuální stimulací „dostat“ mozek do určitého pásma frekvence mozkových vln. Princip není nijak nový, tento poznatek se využíval již v dávnověku, kdy se lidé dostávali do „transu“ pomocí rytmického zvuku bubnů a sledováním ohňů. Tímto procesem se dostávali do jiných pásem mozkových vln. Psychowalkman se snaží dostat uživatele do určitého pásma frekvence mozkových vln v závislosti na navoleném programu. Přístroj tedy obsahuje program, ve kterém si můžeme např. navolit program učení, kdy se mozek navolí do správné frekvence, v níž je optimální proces učení. Samozřejmě do dané frekvence se můžeme dostat sami, většinou nevědomě (např. uvolněním). Psychowalkman ovšem slibuje lepší a snazší dosažení této úrovně. Přístroj se tak používá pro lidi trpící např. stresem, nespavostí, únavou či poruchami učení. Dále pak pro snazší uvolnění a relaxaci a k navození určité duševní pohody pro případy již zmíněného procesu učení.⁶⁹

Psychowalkman se skládá ze sluchátek, speciálních brýlí s diodami a ze samotného hlavního zařízení, kde se nachází speciální programy. Princip činnosti je takový, že do sluchátek a brýlí je pouštěna určitá frekvence. Daný jedinec si tak vezme přístroj, zvolí daný program z jednotky, nasadí si brýle do kterých je pouštěno blikající světlo v závislosti na nastavené frekvenci v programu a zhruba 15 minut nechá zařízení „pracovat“, jak je znázorněno v přiloženém obrázku.⁷⁰

Technologie tohoto zařízení byla vynalezena několika vědci, kteří se mohou pyšnit Nobelovou cenou, a také vědci z NASA. Toto zařízení využívá také speciální bojová jednotka URSA na různých zahraničních misích. Ovšem vyskytují se i kritické hlasy, které tvrdí, že zařízení na ně nemá žádný či malý vliv. Druhá skupina jsou ovšem lidé, kteří tvrdí, že jim tento přístroj velmi pomáhá. Záleží tak na daném jedinci, zda mu

zařízení pomůže, či nikoliv. Rizika spojená s tímto přístrojem jsou minimální, ovšem psychowalkman není pro každého jedince. Zařízení nesmí používat lidé s epilepsií, neboť z brýlí se vysílají světelné impulsy, které by mohly vyvolat záchvat. Dále je nutno poradit se s odborníkem v případě uživatele, který nosí kardiostimulátor. Osoby užívající drogy či alkohol také nesmí přístroj používat. Cena přístroje se pohybuje v rozmezí mezi 3 000 Kč až 20 000 Kč.⁷¹



Obrázek 5 - Psychowalkman⁵

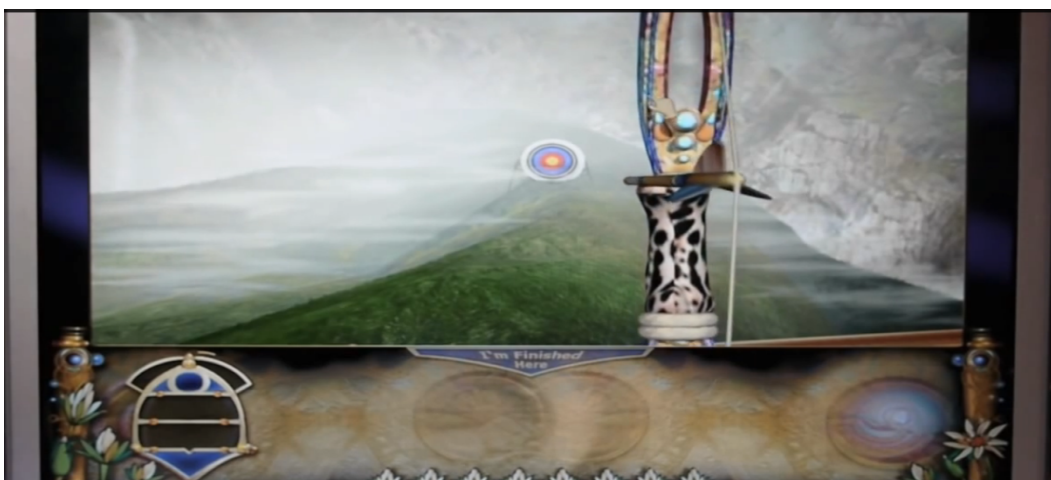
2.2 PRSTOVÝ PULSNÍ OXYMETR

Oxymetr měří kyslíkovou saturaci a hodnotu tepové frekvence na konečcích prstu. Tyto oxymetry jsou hojně využívány v lékařství pro kontrolu nejrůznějších veličin.⁷² Pro osobní použití je možnost využít prstový oxymetr využívající HRV Biofeedback.



Obrázek 6 - Oxymetr⁶

Tento oxymetr snímá variabilitu tepové frekvence. Připojení zařízení se provádí vložením prostředního prstu do zařízení, které je následně přes rozhraní USB přivedeno do PC. Součástí tohoto zařízení je programátorské rozhraní a technické specifikace. K nim je rovněž přidáno rozhraní API v Javě a ukázkové programy. Součástí zařízení jsou tedy nejrůznější technické specifikace tak, aby bylo možno vytvořit si vlastní software. Níže uvádím na obrázku ukázkou hry, která byla vytvořena pro obdobné zařízení. V této ukázkě můžeme díky zařízení ovládat jednoduchou minihru, zde konkrétně střelbu šípu z luku na terč.⁷³



Obrázek 7 - Hra na bázi HRV Biofeedback⁷

Druhů oxymetrů existuje celá řada, stejně tak možností jeho využití. Existuje také varianta, kdy je oxymetr možno propojit pomocí bluetooth rovnou s mobilním telefonem a díky aplikaci na android tyto výsledky mít ihned k dispozici v mobilním telefonu.⁷⁴

2.3 BIOFEEDBACK MĚŘÍCÍ ÚROVEŇ KOŽNÍHO ODPORU

Toto zařízení slouží k měření úrovně kožního odporu. Způsob použití ilustruje obrázek, kde vidíme dlaňový senzor, snímající odpor pokožky.⁷⁵



Obrázek 8 - Skin response Biofeedback⁸

Zařízení snímající úroveň kožního odporu výsledky měření přenáší pomocí měřiče přes USB do počítače. Součástí balení je software, který umožňuje sledovat průběh změn kožního odporu v grafu v daném časovém horizontu.⁷⁶

Cílem zařízení je měřit si úroveň kožního odporu a naučit se jej díky tomu ovládat. Zařízení je poměrně finančně dostupné, cena se pohybuje kolem 1 500 Kč.⁷⁷

2.4 MINDBALL

Toto zařízení funguje na bázi EEG Biofeedback. Každý hráč má nasazenou čelenku s několika senzory snímajícími aktivitu mozku. Tato čelenka je propojena s herním stolem. Hra je určena pro dva hráče, kteří mají za úkol „přetlačovat“ se o kuličku, která je vložena před nimi v daném prostoru stolu. Výsledek koncentrace lze sledovat na monitoru, na kterém lze spatřit současně i aktivitu koncentrace v grafu.⁷⁸ Tuto hru ilustruje obrázek.



Obrázek 9 - Mindball⁹

Hra je primárně vytvořena pro snahu o co největší soustředěnost. Vyhraje hráč, který přetlačí kuličku k protivníkovi. Cílem je být více soustředěn než protihráč. Důsledky používání Mindballu se uvádějí jako zlepšení kreativního myšlení, odstranění stresu, zlepšený proces učení a již zmíněná koncentrace. V dalším vývoji tohoto zařízení byl vynalezen i Mindball pro jednoho hráče, který se hraje primárně na počítači a také pro více hráčů, maximem je hráčů šest.⁷⁹

2.5 TRENDY DO BUDOUCNA

V současné době se hojně vyrábí nejrůznější malá zařízení určená pro měření různých fyziologických veličin souvisejících s typem daného biofeedbacku. Můžeme se tedy hojně setkat se zařízeními měřící úroveň stresu pomocí GSR Biofeedbacku, dále s měřením variability srdeční frekvence, čili HRV, apod. Tyto malé přístroje dávají poměrně přesné výsledky měření a jsou velmi užitečné lidem, kteří mají určitý zdravotní handicap. Tato zařízení jsou v relacích několika tisíc Kč, nejsou tak pro běžného člověka finančně nedostupné. Taktéž se hojně prodávají psychowalkmany, jejichž cena je ovšem o něco vyšší. Zde se ovšem vyskytují i názory, které výsledky psychowalkmanů zpochybňují.

Dále se vyskytují zařízení určená pro využití v oblasti PC, a to zejména přístroje na bázi EEG, díky kterým lze ovládat danou hru pomocí EEG Biofeedbacku. Tato zařízení však nejsou nijak masově vyráběna, lze v současnosti hovořit pouze o několika zařízeních, která postupně vznikají a zanikají. Jako výjimku lze uvést zařízení OCZ NIA, které je detailně popsáno níže. Ovšem ani toto zařízení se v současné době již neprodává.

Využívá se poměrně dost přístrojů na bázi určitého mentálního koučinku sportovců, manažerů, policistů apod., kam můžeme zařadit výše uvedené zařízení Mindball.

Co se týče využití do budoucna, lze se domnívat, že nastane další vylepšování zařízení používajících se k měření daných fyziologických veličin. Dále lze předpokládat stále dokonalejší vývoj přístrojů a technik používajících se ke zlepšování koncentrace, odolnosti vůči stresu apod., které budou vždy velmi žádané u sportovců, manažerů a v lékařské praxi.

Vývoj konkrétně EEG Biofeedbacku dochází do fáze, kdy se zkouší např. ovládat „pomocí myšlenek“ protetické náhrady místo amputovaných rukou či nohou, které musely být lidem odebrány ze zdravotních důvodů. Dalším směrem vývoje je také snaha o vytvoření určitého zařízení, které reaguje na dané povely člověka, a dokáže se tak dostat do míst, do nichž se člověk dostat nedokáže. Tyto dvě fáze vývoje lze demonstrovat na příkladu vědců z Minnesotské univerzity, kteří vynalezli zařízení

umožňující ovládat robota pomocí mozkových vln. Člověk, ovládající v tomto případě malé letadlo, má na hlavě helmu s 64 čidly, která snímají mozkovou aktivitu v jednotlivých částech mozku. Díky tomu pilot ovládá malé letadlo po prostoru.⁸⁰



Obrázek 10 - Ovládání letadélka skrze EEG¹⁰

Pilot ovládá své mozkové vlny konkrétně tím, že myslí na sevření levé pěsti, což aktivuje danou část mozku a vygeneruje určitý signál, na který potom letadélko reaguje. Pro stoupání pilot myslí na sevření obou pěstí.⁸¹ Dle vyjádření profesora Ona, "*Naším dalším cílem je ovládání robotické paže pomocí neinvazivních signálů mozkových vln, s cílem dalšího vývoje počítačové rozhraní pro mozek.*"⁸²

Dále se EEG Biofeedback zkouší vyvíjet také pro ovládání dálkově řízeného auta či pro snahu o detekci příliš vysokých negativních emocí řidiče automobilu souvisejících s jeho silným rozrušením. Jejím cílem je dané auto zastavit a přinutit řidiče ke zklidnění za účelem bezpečného provozu na pozemních komunikacích. Tyto pokusy ovšem nejsou v nijak pokročilém stadiu.^{83 84}

3 OSOBNÍ ZKUŠENOST S TECHNOLOGIÍ BIOFEEDBACK SLOUŽÍCÍ K OVLÁDÁNÍ POČÍTAČE

Pro tuto část práce jsem použil zařízení Neural Impulse Actuator od společnosti OCZ fungující na bázi EEG Biofeedbacku. Toto zařízení se prodávalo v České republice zhruba od roku 2008. Před několika lety byl prodej tohoto zařízení u nás i ve světě zastaven.

OCZ NIA bylo primárně vyvinuto pro účely snazšího hraní počítačových her. Výrobce slibuje zlepšení herních výkonů tím, že některé činnosti vykonávané klávesnicí nebo myší budou delegovány na zařízení NIA, díky němuž určitou činnost ve hře vykonáme rychleji svou „myšlenkou“ než např. klávesnicí. Zkrátí se tedy reakční doba. Technologie může být použita pro nejrůznější hry, například pro střílečky, závodní hry, RPS apod. Dodávaný software se skládá ze tří hlavních částí programu: Biometric Scan, Profile Selection a Tutorials.⁸⁵ Jednotlivé části budou rozepsány níže.

3.1 TECHNICKÁ SPECIFIKACE, SOUČÁSTI ZAŘÍZENÍ OCZ NIA

Zařízení OCZ NIA se skládá z hlavní hliníkové jednotky, která se propojuje s počítačem prostřednictvím dodávaného USB kabelu, dále z čelenky, obsahující tři hlavní senzory. Tato čelenka je připojena k hlavní jednotce prostřednictvím kabelu s 3 - pinovým konektorem. Součástí balení je uživatelská příručka a CD s dodávaným softwarem Neural impulse actuator 4.01.



Obrázek 11 - Součásti zařízení OCZ NIA¹¹

Zařízení NIA v sobě kombinuje tři technologie, které se používají v lékařství. Jedná se o Elektroencefalograf (EEG), Elektromyograf (EMG) a o Elektrookulogram (EOG), jež snímá oční pohyby.⁸⁶

Samotná hlavní část zařízení, sloužící pro zpracování signálů ze tří elektrod, je vyrobena z hliníku. Je osazena čtyřmi postranními gumami pro snížení možnosti poškození. Na spodní části jsou otvory pro cirkulaci vzduchu, ze kterých při připojení s počítačem září výrazné modré světlo. Vstup do zařízení je uskutečněn prostřednictvím 3 - pinového konektoru pro kabel vedoucí z čelenky. Výstup je realizován prostřednictvím USB kabelu vedoucího do počítače.



Obrázek 12 - Hlavní jednotka OCZ NIA¹²

3.2 ZPŮSOB POUŽITÍ

Čelenku se senzory je zapotřebí zapojit prostřednictvím konektoru do hlavní jednotky. Z hlavní jednotky je nutno vést kabel do USB portu počítače. Při úspěšném propojení s počítačem je nutné nasadit si na čelo čelenku se třemi senzory.

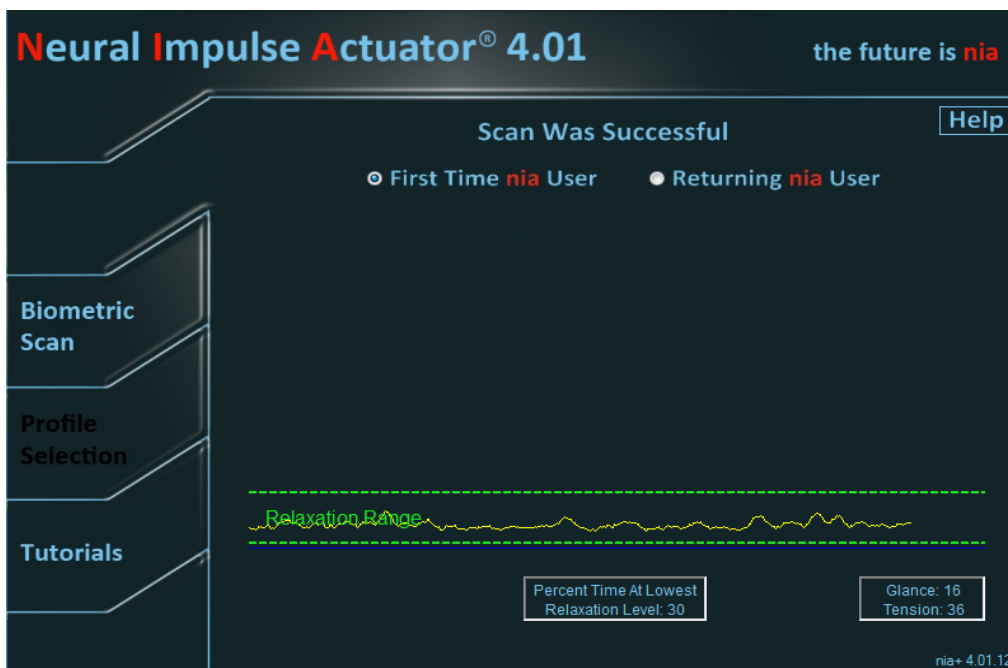


Obrázek 13 - Čelenka OCZ NIA¹³

Čelenku se senzory je ovšem velmi důležité nasadit správným způsobem. Jakýkoliv odklon od správného způsobu nasazení způsobí nepřesné přečtení napětí. Čelenka musí být umístěna stabilně zhruba uprostřed čela, důležité také je, aby nebyla připnutá moc těsně. Prostřední ze senzorů by měl být umístěn zhruba v úrovni nosní přepážky. Zapotřebí je odstranit z čela případné vlasy. Následně je potřeba vést kabel z čelenky kolem levého ucha. Díky tomuto provedení daný senzor správně rozpoznává směr očních pohybů.⁸⁷ Poté stačí spustit dodávaný program Neural Impulse Actuator 4.01 a úspěšně projít Relaxation modem.

3.3 POPIS PROGRAMU DODÁVANÉHO SPOLEČNOSTI OCZ

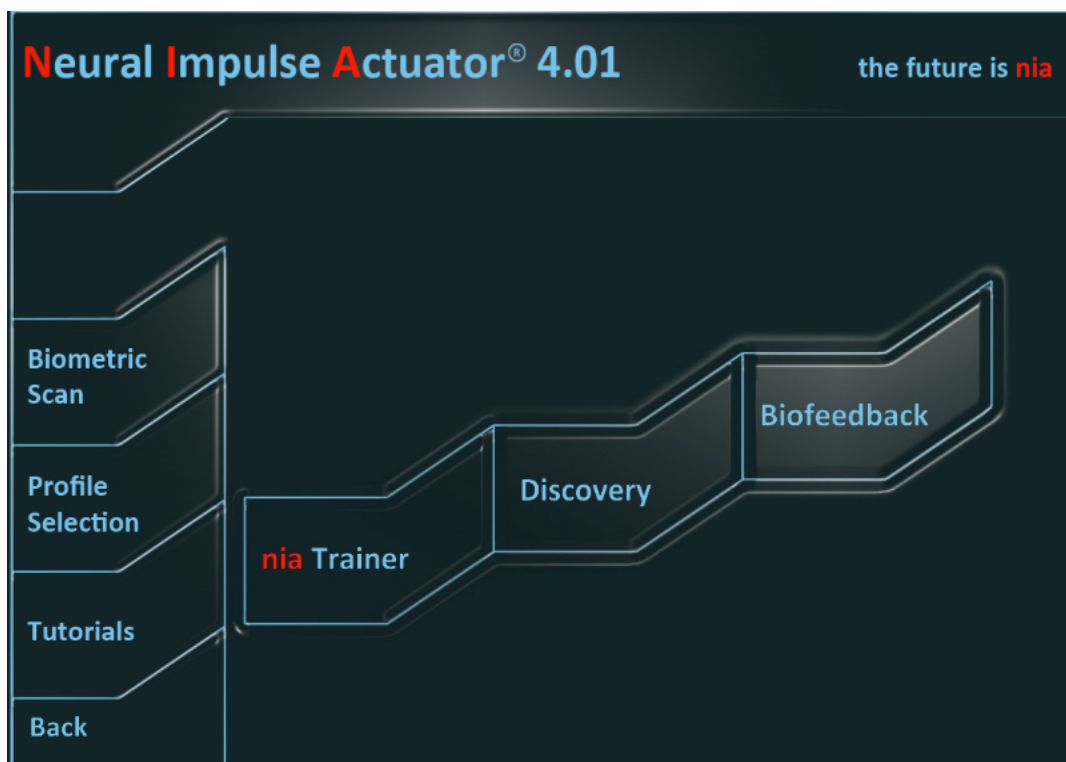
Po spuštění programu Neural Impulse Actuator 4.01 proběhne nejprve inicializace se zařízením NIA. V případě úspěchu je pro pokračování do programu třeba zvolit položku Biometric scan.



Obrázek 14 - Biometrický scan¹⁴

Tento „scan“ je zapotřebí pokaždé, když spustíme software od NIA. V tomto procesu se čte obličejové svalové napětí z čela a rozhoduje se, zda je napětí v relaxačním režimu či nikoliv. Pro pokračování, a tedy k přístoupení k dalším funkcím programu, je vyžadován relaxační stav. Jakákoliv výchylka z relaxačního stavu zobrazí informaci o tom, že nelze pokračovat dále, dokud nebude dosaženo relaxačního stavu. Pro úspěšné dosažení tohoto režimu je nutné být plně uvolněn, dívat se přímo do monitoru a nehýbat hlavou, ani žádným jiným svalem. Na průběh „scanu“ se můžeme dívat pomocí grafu, který snímá naměřené napětí a zobrazuje ho na obrázku. Pro lepší snímání je možnost okolí čela otřít vlhkým hadříkem, díky čemuž senzory budou lépe snímat potřebné napětí.

Po úspěšném dosažení úrovně relaxace lze pokračovat v programu. Pro nového uživatele je připraveno menu Tutorials, kterému se budeme podrobně věnovat později. Pro nově přichozího hráče je připravena nápověda. Pro uživatele se zkušeností se zařízením NIA, je připravena položka Profile selections, jejíž popis nalezneme taktéž níže. Menu Tutorials, určené pro začátečníky, obsahuje několik položek.



Obrázek 15 - Hlavní nabídka¹⁵

První položkou je NIA Trainer, ve které si lze vyzkoušet pomocí NIA ovládní konkrétní FPS střílečí hru. Druhá položka Discovery umožňuje naučit se prostřednictvím zobrazeného panáčka základním ovládacím principům zařízení, které se využije ve zmiňované FPS hře. Poslední položka Biofeedback umožní zahrát si jednoduchou hru NIA Pong a zobrazí jednotlivé nasnímané biosignály mozku a jejich lokalizaci.

3.3.1 BRAINFINGERS

Základem zařízení NIA je pojem označovaný jako Brainfingers. Tento pojem je ochranná známka společnosti OCZ. Je to vlastně souhrnný název pro signály vycházející z lidského těla. Tyto signály jsou dále přenášeny prostřednictvím čelenky se zabudovanými senzory do hliníkové řídicí jednotky NIA, která je poté pomocí zesilovače zesiluje a dále pomocí A/D převodníku převádí do digitalizované podoby. Tyto signály lidského těla jsou označovány jako Tension, Glance, Alpha a Beta.⁸⁸

Tension je označení pro signály, které jsou reprezentovány pomocí napětí obličejových svalů. Změnu stavu polohy obličejových svalů můžeme vyvolat například zvyšováním a snižováním obočí, šilháním, skřípáním zubů, posunutím jazyka na horní stranu úst či mrkáním.⁸⁹

Jako Glance jsou označovány signály, které jsou generované pomocí rychlých očních pohybů doleva, doprava a zpět do centra. Je důležité držet hlavu pořád ve stejné pozici.⁹⁰

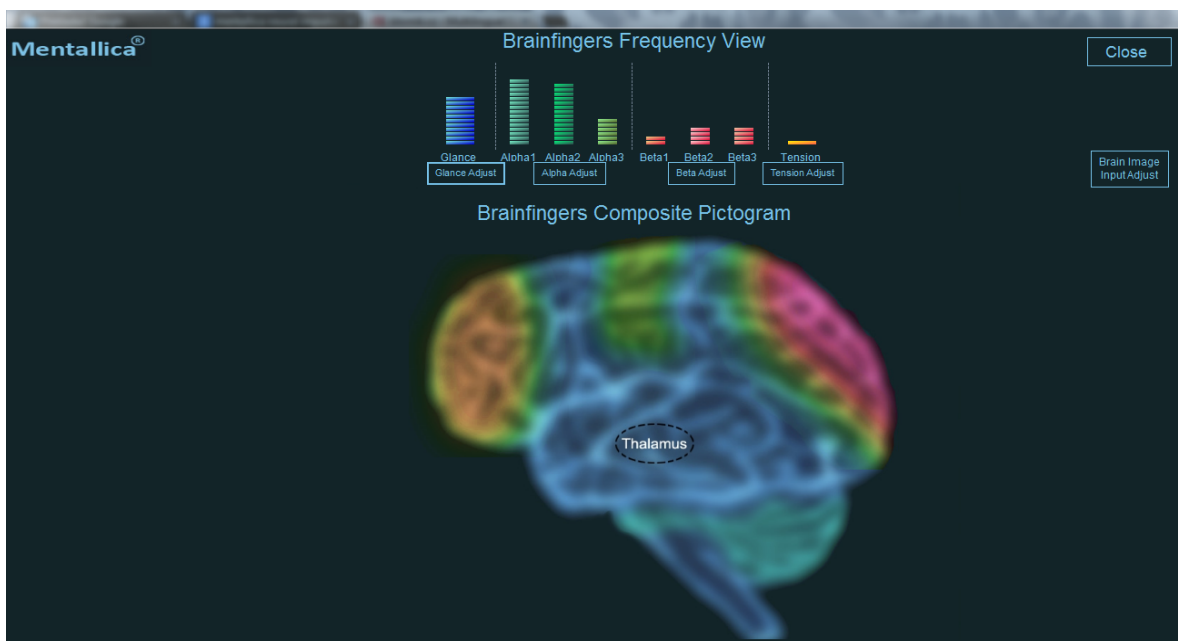
Alfa a Beta jsou mozkové vlny o daných frekvencích. U těchto signálů nelze přímo říci, jak jich dosáhnout, neboť vlny jsou vysoce specifické pro každého člověka. Zde se může využít ovládání „myšlenkou“, avšak v dosti omezené míře. Obecně se dá říci, že Tension a Glance nevyžadují téměř žádný trénink, neboť jde velmi rychle poznat a naučit se, jak dosáhnout určitých napěťových úrovní. Avšak u Alfa a Beta vln je situace jiná, zde velmi záleží na tréninku. Alfa a Beta vlny se dále dělí do tří kategorií označovaných jako Alfa 1-3 a Beta 1-3.

Osm napěťových úrovní, označované jako Brainfingers, pracují v určitém frekvenčním spektru. Pro Glance je vymezeno rozpětí kolem 3 Hz. Tři Alfa vlny jsou v úrovni 8, 10 a 12 Hz. Dále tři Beta vlny jsou v rozmezí 16, 20 a 24 Hz. Tension je přibližně kolem 200 Hz.⁹¹

Zjednodušeně lze tedy říci, že Brainfingers je určitá množina, jejíž podmnožinou jsou Glance, Tension, Alpha a Beta.

3.3.2 METALLICA

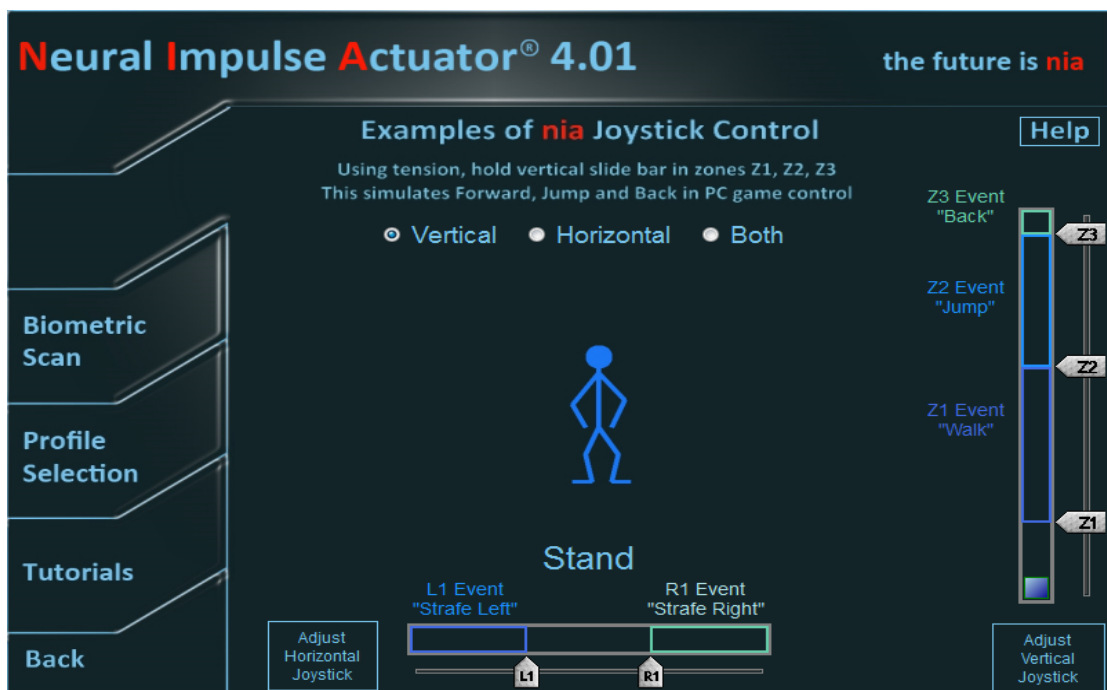
V podpanelu Metallica, (skrytým pod hlavním panelem Biofeedback) můžeme sledovat náhled na lidský mozek, který je rozdělen do několika částí. Po najetí myší na danou část mozku můžeme sledovat jeho anatomický popis. Při použití s čelenkou můžeme sledovat jednotlivé Brainfingers zobrazené v různých částech mozku v závislosti na aktuálně snímaných hodnotách ze senzorů. Hodnoty jednotlivých Brainfingers můžeme sledovat v horní části v několika sloupcích. V daném časovém okamžiku tak můžeme sledovat na obrázku mozku aktivitu těchto Brainfingers v závislosti na našem duševním a tělesném stavu.



Obrázek 16 - Metallica¹⁶

3.3.3 DISCOVERY

Pod nabídkou Discovery se skrývá jednoduchá hra panáček, jejíž činnost běží ve třech módech. V prvním módu si můžeme panáčka zobrazovat při vertikálním pohybu. Při tomto pohybu ovládáme panáčka pomocí Tension. Stupnice je rozdělena do čtyř zón. První zóna reprezentuje nulový nebo minimální pohyb obličejových svalů. Panáček zde zůstane stát. Druhá zóna Z2 zobrazí panáčka při chůzi. Třetí zóna reprezentuje panáčka při běhu. V poslední možné zóně se panáček zobrazí opět ve stojící podobě. Pro pohyb mezi zónami se zde tak využívá pohybu obličejových svalů, kde při maximální úrovni naměřeného napětí panáček dosáhne nevyšší, čtvrté, úrovně a zobrazí se ve stojící pozici. Při vlastním testování jsem jednotlivých zón dosáhl stahováním a povolováním čelních svalů spolu s přivíráním a zavíráním očí. Toto se dalo poměrně rychle a snadno natrénovat. Dosažení jednotlivých úrovní tak nebyl v zásadě žádný problém.

Obrázek 17 - Hra "Panáček"¹⁷

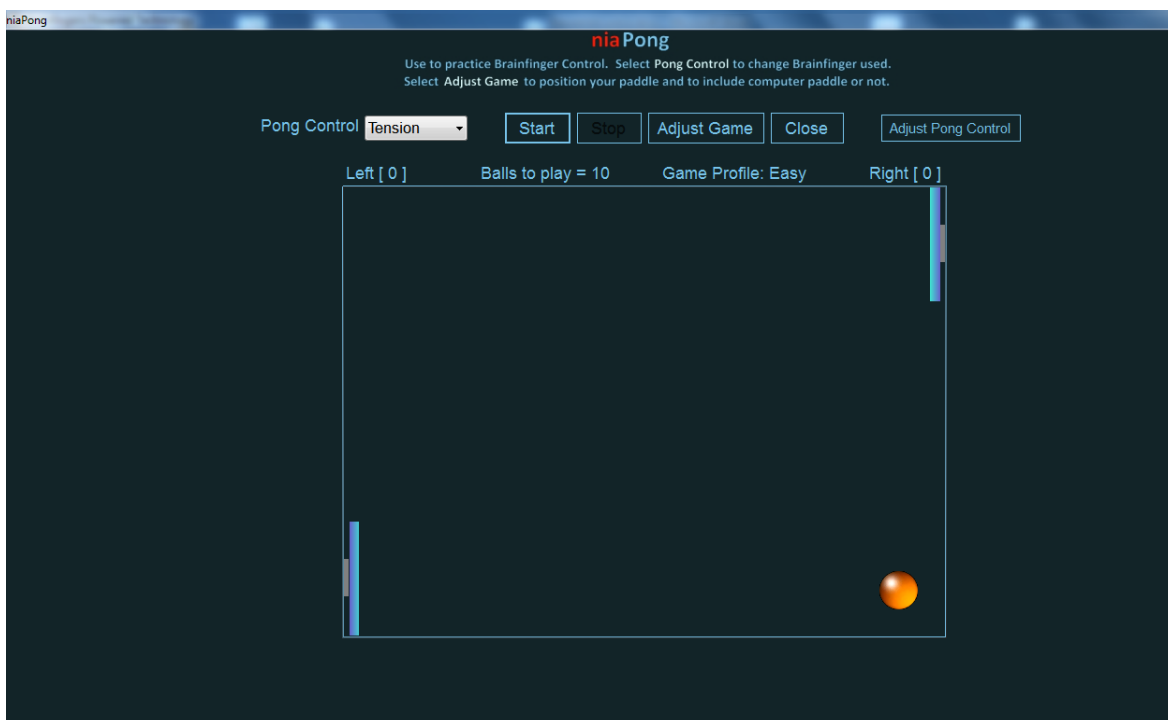
Druhý mód zobrazuje panáčka v horizontální pozici. Panáček je opět zobrazován ve stejných třech pozicích, zóny jsou uvedené pod panáčkem. První zóna reprezentuje pozici úplně vlevo, prostřední pozice zobrazí panáčka ve stojící podobě a poslední zóna zobrazí panáčka úplně vpravo. Pro ovládání zde využijeme složku Brainfingers Gance, tedy ovládání pomocí očních svalů. Při testování jsem změny pohybu panáčka docítil

pohyby očních svalů buď doprava či doleva. Avšak příliš se mi to nedařilo, a to ani po delším tréninku. Musím říci, že ovládání pomocí Tension je mnohem jednodušší.

V posledním módu je možné zobrazit si panáčka současně ve vertikální i horizontální pozici, kde tak současně můžeme trénovat jak Tension, tak Glance. Toto trénování nám posléze velmi pomůže ve hře FPS, neboť hra je na tomto ovládní založena (pokud si daný profil ve hře neupravíme jinak, viz dále). Princip zobrazení panáčka je totožný, jen se oba módy „zkombinovaly“.

3.3.4 PONG

Pong je známá klasická hra, díky které můžeme velmi snadno pochopit ovládní NIA. Hra je určena pro začátečníky. Cílem hry je pomocí posunovače odpálit míček na druhou stranu. Posunovač se ovládá defaultně nastavenou složkou Tension, čili obličejovými svaly. Můžeme samozřejmě zvolit jinou složku z Brainfingers a to např. Glance či jednu ze tří složek Alfa či Beta vln. Hra dále nabízí zvolit si jednu ze tří obtížností, zobrazuje počet míčků v kole a počítadlo skóre. Pro případ detailnějšího nastavení hry je připravena položka Adjust game, kde je mnoho různých nastavení. Poslední možností, jak si přizpůsobit ovládní, je položka Adjust Pong control. Zde si můžeme nastavit citlivost na jednotlivé složky Brainfingers.



Obrázek 18 - Hra "Pong"¹⁸

Při samotném ovládní bylo nejsnazší využívat ovládní pomocí obličejových svalů, neboť se při troše tréninku dá poměrně snadno nalézt vhodný způsob jak docílit určitého stupně napětí z těchto svalů. Žádné nebo nulové napětí je reprezentováno klidem. Pro případ potřeby posunout posunovač více nahoru jsem využíval lehkého přivření očí a zejména lehké stahování a rozpínání čelních svalů, kde je umístěna čelenka. Dá se nastavit i citlivost, takže při pohrávání si s touto vlastností a lehkým tréninkem se dá tato hra úspěšně hrát.

Co se týká vlastnosti Glance, čili očních pohybů, situace je mnohem horší. Opět díky tréninku lze najít způsob jak odpalovat míčky, ale nepřišlo mně to tak snadné, jako v případě ovládní pomocí obličejových svalů, kde je přeci jen způsob ovládní jednodušší. Zhodnotil bych to tak, že v případě Tension jde úspěšně odehrát deset míčků z deseti, u Glance jsou to zhruba čtyři míčky z deseti.

Poslední možností ovládní jsou Alfa či Beta vlny rozdělené do tří podskupin v závislosti na frekvenčním pásmu

Při ovládní Alfa vlnami, které převládají ve stavech uvolněnosti, jsem se soustředil na to, abych byl opravdu správně uvolněn, skoro jako při usnutí. Při ovládní hry pomocí tohoto způsobu bylo skutečně možné poměrně s velkou přesností dostat posunovač směrem dolů. Horší bylo dostat posunovač směrem nahoru, zde bylo třeba docílit vyššího stupně mozkové aktivity, čehož jsem musel docílit např. pohyby svalů na čele, kdy i při tom vzrostla alfa aktivita. Při tomto ovládní tedy opravdu v případě velkého uvolnění jde postupně dostávat posunovač z horní pozice do libovolné nižší. Ovšem pro směr vzhůru je třeba zapojit čelní svaly.

Při ovládní pomocí Beta vln, které jsou charakteristické při normálním stavu bdělosti, bylo ovládní snazší než při Alfa vlnách. Při tomto ovládní jsem se snažil být při normálním stavu vědomí, tj. např. když jsem potřeboval, aby se posunovač dostal o stupeň nahoru, stačilo o něčem velmi přemýšlet, či jinak donutit mozek k vyšší aktivitě. Pro posun posunovače lehce dolů nebyla situace tak snadná jako u Alfa vln, kde stačilo být opravdu uvolněný tak, jako bych usínal, ale i tak se toho dalo docílit tím, že jsem se snažil na nic nemyslet, nehýbat se a být trochu více v klidu.

Pro zjednodušení jsem shrnul všechny tři složky Alfa vln do jedné. To samé u Beta vln, neboť rozdíly mezi jednotlivými třemi složkami byly dá se říci k nerozeznání. Nejlépe se mi ovládala hra díky Tension, čili pohybu obličejových svalů, neboť se lze velmi snadno naučit tréninkem jak dosáhnout daného napětí. Toho lze docílit již po pětiminutovém tréninku. Ovládání pomocí očních pohybů se mi zdálo dosti nepohodlné a v praxi nevyužitelné. K Alfa a Beta vlnám jsem byl nejdříve velmi skeptický, ale po nastudování jednotlivých charakteristik těchto vln a snaze pomocí těchto charakteristik přizpůsobit ovládání, šlo ovládat hru poměrně obstojně. Jelikož jsem nabyl dojmu, že se mi to mohlo jen zdát, zkusil jsem se při ovládání Beta vln dostávat do naprosto uvolněného stavu jako před spaním. V případě Alfa vln byl posunovač správně okamžitě dole. Při ovládání pomocí Beta vln ovšem posunovač dole úplně nebyl, zaznamenal jsem tak určitý rozdíl. I z tohoto dojmu jsem následně usoudil, že zařízení na tyto frekvence vln určitým způsobem reaguje.

3.3.5 NIA PROFILY

Profily slouží k snadnějšímu hraní her prostřednictvím zařízení NIA. V nabídce Profile selection si můžeme zobrazit přednastavené profily pro několik počítačových her. Těmto předdefinovaným profilům jsou již nastaveny jednotlivé ovládací prvky.⁹²



Obrázek 19 - NIA Profily¹⁹

Ovládání her prostřednictvím profilů je rozděleno na ovládání pomocí klávesnice a myši. Při ovládání na klávesnici se využívají klávesy W,A,S,D. Při hraní dané hry prostřednictvím profilů můžeme místo klávesnice přiřadit ovládání určitou složkou z Brainfingers. V defaultně nastaveném profilu pro FPS střílečí hru, je pro pohyb dopředu a dozadu využito kláves W a S. Pro pohyb vpravo a vlevo využito kláves D a A. Těmto čtyřem klávesám je „přiřazen“ jeden z Brainfingers. Svislé jsou konfigurovány jako Tension, Alpha a Beta. Vodorovné jsou konfigurovány pro Glance. Jednotlivé složky Brainfingers je možno uzpůsobit dle své vlastní potřeby. Můžeme si tedy buď upravit přednastavený profil pro danou hru, nebo lze vytvořit úplně nový profil a nakonfigurovat určité složky z Brainfingers pro ovládání hry. Můžeme tak například pro hraní střílečí hry zvolit ovládání pohybu standardně na klávesnici a pro střelbu přiřadit levému tlačítku myši ovládání např. pomocí obličejových svalů či zvolit jinou složku z Brainfingers.

Při úpravě profilu či tvorbě nového lze využít velké množství nejrůznějších nastavení, díky čemuž lze poměrně dobře najít vhodný způsob ovládání pro daného jedince. Je proto velmi důležité seznámit se detailně s možnostmi ovládání prostřednictvím zařízení NIA.

3.3.6 FPS STŘÍLEČÍ HRA

Tato střílečí hra z pohledu první osoby slouží pro uživatele, kteří již mají poměrně velké zkušenosti s principy ovládání pomocí zařízení NIA. Obrázek ze hry můžeme sledovat níže.

Obrázek 20 - Fps hra²⁰

Při prvotním spuštění hry a pokusu o ovládání této hry se mi ovládání zdálo téměř nemožné. Postava se zbraní chodila a odbočovala neustále tam, kam jsem nechtěl. Absolutně jsem nedokázal tuto hru ovládat. Toto vše probíhalo při úplně prvním spuštění softwaru od NIA. Postupem času, jak jsem si zkoušel hry Panáček, Pong a hlavně dále při studiu jednotlivých Brainfingers, jsem pochopil principy, na kterých ovládání stojí. Defaultní nastavení v profilu hry je dáno tak, že pro pohyb dopředu a dozadu, čili pro klasické ovládání W, S, na klávesnici je ovládání nastaveno pro Tension, Alpha a Beta. V závislosti na tom, jak stoupají či klesají naměřené Tension, Alpha a Beta, postava buď chodí dopředu či dozadu. Pro pohyb doprava a doleva slouží klávesy A a D, které jsou reprezentovány pomocí Glance. Princip totožný jako v předešlém případě. Pro otočení či natočení slouží standardně myš. Střelby dosáhneme prostřednictvím Tension, avšak hodnota musí být velmi vysoká. Hra se tedy dá hrát současně buď

standardně pomocí kláves na klávesnici, jak jsme zvyklí, či prostřednictvím Brainfingers. V případě, že se nám např. nedaří pomocí obličejových svalů pohybovat dopředu či dozadu, můžeme tohoto pohybu docílit tím, že zmáčkeme dané klávesy na klávesnici, či si můžeme ovládání nastavit v profilech jinak.

Po detailním prostudování, jak zařízení NIA funguje a po vyzkoušení několika přednastavených her určených k tréninku ovládání, jsem přistoupil k této hře znovu. Pohyby dopředu a dozadu pomocí Tension jdou poměrně snadno natrénovat. Nebyl tedy problém pohybovat se směrem dopředu, či dozadu. Vyžadovalo to chvilkový trénink, kdy nejlepší způsob pro mě byla změna pozice svalů na čele. Stažení a roztažení. Díky tomu se panáček pohyboval dopředu či dozadu, avšak rozhodně ne plynule. V případě pohybu doprava a doleva, které je reprezentováno pomocí Gance, byla situace složitější, neboť jsem nedokázal pomocí očních pohybů pohybovat doprava či doleva. Čas od času se mi to povedlo, avšak pohyb nebyl plynulý a zařízení mě ne vždy „poslechlo“. Pro střelbu danou vysokým Tension byla situace jednoduchá. Při velké změně pohybu svalů na čele a tedy vysokého napětí, pistole vždy vystřelila. U této situace jsem si řekl, že je zde potenciál pro kladný vliv na hraní her.

Dále jsem si pro tuto hru nadefinoval několik svých vlastních profilů, kde jsem využil pro pohyby ve hře Alfa, Beta vlny apod. Výsledek nebyl až tolik uspokojivý. Při dlouhém tréninku se dá docílit toho, že postava dělá ve hře pohyby, které jsou žádoucí. Každou chvíli se ale stane, že se postava zastaví nebo začne jít někam „jinam“ než je třeba. Jediná věc, u které jsem si říkal, že by se dala použít v reálném ovládání je nastavit střelbu jako Tension. A to z toho důvodu, protože pomocí obličejových svalů jde velmi snadno docílit požadované úrovně, kdy zbraň vystřelí. V profilech je dále několik možností pro přizpůsobení si jednotlivých Brainfingers. Je zde tedy možnost nastavit si citlivost jednotlivých složek Brainfingers podle vlastní potřeby.

Zařízení NIA nereaguje pouze na dané hry, vedlejším efektem je schopnost zařízením ovládat i počítač. V přednastaveném profilu je pro klávesy A a D nastaveno ovládání pomocí očních pohybů, klávesy W a S jsou nastaveny jako ovládání pomocí obličejových svalů. V případě maximálního napětí je nastaveno kliknutí myši. V případě minimalizování spuštěné hry a otevření internetového prohlížeče můžeme dosáhnout psaní sekvence písmen W,A,S,D do URL prohlížeče a dále můžeme pomocí maximálního

napětí docílit toho, že kurzor myši klikne na danou ikonu. Nabízí se zde tedy prostor pro budoucí vývoj v oblasti ovládání počítače prostřednictvím mozkových vln či obličejových svalů. Tato možnost může pomoci především postiženým lidem.

3.4 SHRNUÍ

Zařízení OCZ NIA je bezesporu velmi zajímavé zařízení. Po mém testování jsem došel k názoru, že zařízení opravdu reaguje na složky Brainfingers. Mezi nejjednodušší způsoby jsem zařadil ovládání pomocí svalového napětí, neboť toto ovládání jde velmi dobře natrénovat. Dále u Alfa a Beta vln jsem došel k názoru, že zařízení dokáže snímat rozdíl mezi frekvencemi těchto vln. Není to ovšem samozřejmě nijak dokonalé. Z mého pohledu bylo nejtěžší ovládání pomocí obličejových svalů, byla to nejhorší součást z Brainfingers. Nepodařilo se mi pomocí tohoto způsobu hru dobře ovládat.

Co se týče problematiky, zda tímto zařízením lze vylepšit stávající ovládání počítačových her, po vyzkoušení tohoto zařízení jsem spíše skeptický. Dle mého názoru je výhodnější klasické ovládání her. Toto zařízení přineslo určitý podnět do budoucna - jakým směrem by se mohl vývoj nejenom při ovládání počítače ubírat. Jedinou, již výše zmiňovanou výhodou, jsem viděl v možnosti ovládat střelbu pomocí napětí svalů. To však naráží na velmi zásadní problém - hráči počítačových her mají při hraní her velmi specifické emoce, které by mohly vyvolat např. nežádoucí spuštění střelby při ovládání pomocí Tension.

V současnosti je zařízení vhodné pouze pro zábavu. Přináší ovšem nový pohled na ovládání her. V současné praxi nebude mít toto zařízení žádné další využití. Situace může být následně jiná, pokud přijde na trh zařízení, které bude mnohem detailněji zpracováno, tj. bude mít více snímacích senzorů apod. Vývoj v budoucnu bude jistě velmi zajímavý.

4 OSOBNÍ ZKUŠENOST S PROFESIONÁLNÍM VYUŽITÍM BIOFEEDBACK TECHNOLOGIE V LÉKAŘSTVÍ

Kvůli této části práce jsem navštívil Mgr. Bohumila Horna, který sídlí v ordinaci na Železniční poliklinice v Plzni. Pak Bohuslav Horn je vystudovaný psycholog s certifikací opravňující jej k používání EEG Biofeedback technologie. S EEG Biofeedbackem má mnohaleté zkušenosti.

4.1 SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Samotné EEG Biofeedback zařízení je rozměry srovnatelné s hlavní jednotkou zařízení NIA. K zařízení EEG Biofeedback jsou vedeny tři elektrody, které snímají jednotlivé biosignály vycházející z mozku. Výstupem z EEG Biofeedback zařízení je referenční křivka, která se následně rozdělí do několika frekvenčních pásem, charakterizujících jednotlivé mozkové vlny. Citlivost zařízení je $\pm 100\text{mV}$. Program pro komunikaci mezi EEG Biofeedback zařízením a samotným zobrazením v PC se jmenuje Brain Feedback.⁹³

Výstup referenční křivky včetně frekvenčního rozsahu:

- Delta vlny. Rozmezí 1–3 Hz.
- Theta vlny. Rozmezí 3–7 Hz.
- Alfa vlny. 7–12 Hz.
- SMR neboli Senzomotorická reaktivita 12–15 Hz.
- Beta vlny 15–20 Hz.
- Zachycení svalového napětí 20–32 Hz.⁹⁴

4.2 PRINCIP LÉČBY

Tréninkem pomocí EEG Biofeedbacku se potlačují pomalé mozkové vlny a trénuje se senzomotorická reaktivita (SMR) v rozmezí 12-15 Hz. Jde o učení podmiňováním – tj. hodnota, která se tréninkem dosáhne, zůstává, neztrácí se v budoucnu. Léčba je tak trvalá. Tréninkem se tak zvětšuje prostor pro nosné vlny – zmíněnou SMR, vytváří se spoje, které poté umožňují vytvářet neuronové přenosy. Když jsou spoje pomalé, značí to oslabenou funkci centrální nervové soustavy, potíže typu LMD apod. Mozek se proto musí vytrénovat, aby byl schopen přenášet rychlejší vlny o vyšší frekvenci. To znamená na mentální úrovni zpracovávat informace,

tj. učit se. Problém u potíží typu LMD je to, že dráhy neuronů nejsou způsobilé přenášet vyšší frekvence vln od 14 Hz a výše, musí se proto vytrénovat, což právě EEG Biofeedback nabízí.⁹⁵

4.3 OSOBNÍ ZKUŠENOST

Po úvodním přivítání jsem byl usazen na židli ke stolu, na němž byl umístěn samotný EEG Biofeedback. K tomuto zařízení bylo připojeno šest elektrod. Každé tři elektrody sloužily ke snímání jedné části mozkové hemisféry. Dvě z nich sloužily k uchycení na ušní laloky a třetí, poslední elektroda, byla umístěna zhruba do poloviny dané zkoumané mozkové hemisféry. Pro lepší vodivost byla pokožka hlavy a ušních laloků namazána speciálním gelem. Dále při úspěšné aplikaci elektrod na hlavu proběhlo spuštění jednoduché hry, kterou jsem mohl sledovat přibližně ze vzdálenosti tří metrů přímo před sebou na obrazovce.

V úvodu mně byly představeny všechny hry, které se používají při biofeedback terapii. První hrou bylo jezdící auto po silnici, kde silnice byla rozdělena na pravou a levou část. Střed byl oddělen přerušovanými čarami jako na běžné dopravní komunikaci. Cílem této hry bylo udržet auto v pravé části silnice tak, aby se nevychýlilo do levé části. Další zkoumanou veličinou bylo dosažení určité rychlosti, neboť auto se může pohybovat v určitém intervalu určitou rychlostí.



Obrázek 21 - Hra "Auto"²¹

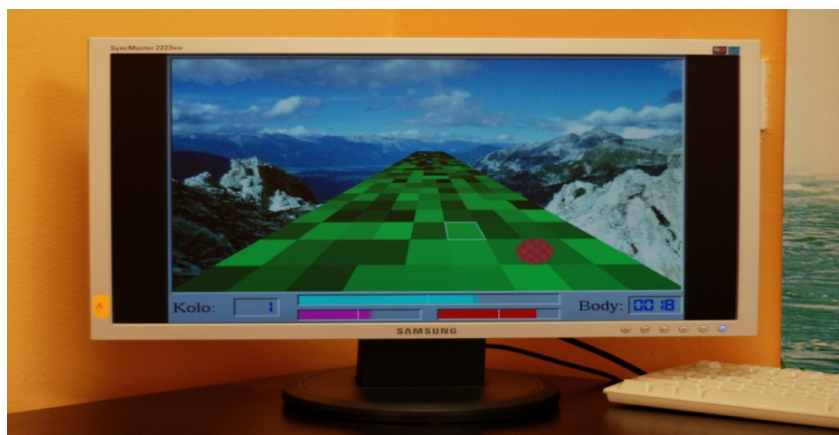
Další hrou, která se při terapii využívá, je hra „Stíhačka“. Na monitoru je zobrazeno jednoduché letadlo. Při této hře je třeba držet pozornost při letu tak, aby se letadlo pohybovalo nad zemí. Při vychýlení koncentrace se letadlo ponoří pod zem. Stejně jako u hry „auto“ i zde se měří rychlost.

Dále se při terapii využívá hra „Řeka“. Ve hře se na trávě rozprostírá říční potok. Tento potok se v závislosti na koncentraci buď rozšiřuje, nebo zužuje. Cílem je držet tok řeky v co nejnižším možném průtoku.



Obrázek 22 - Hra "Řeka"²²

Poslední hrou, která se při terapii využívá, je hra s červenou kuličkou. Na zeleném podloží se zobrazují zvýrazněné obdélníky, kterým je třeba se vyhnout. Cílem této hry je pomocí maximální koncentrace vždy s míčkem „uhnout“ do strany mimo dosah zvýrazněného obdélníku.



Obrázek 23 - Hra "Kulička"²³

Po úvodním seznámení s používanými hrami, jsme s panem Magistrem Hornem přistoupili k samotné terapii. Byla mně spuštěna hra „Auto“. Cílem bylo držet auto

v pravé polovině vozovky a nevychýlit se do levé části, a jet co nejrychlejší možnou rychlostí. Hra je rozdělena do 1-15 kol, nastavit se dá stupeň zrychlení či zpomalení od 1-10 a také počet minut délky kola. To vše v rozmezí od 1 do 5 minut. Byly mně dány pokyny o tom, že musím být maximálně soustředěn, abych udržel auto ve správně poloze. Jakákoliv nesoustředěnost by mohla způsobit vychýlení se od směru dráhy. Principem bylo soustředit se myšlenkou na danou činnost, tj. na udržení auta na pravé straně vozovky.

Při inicializaci programu jsem byl ke hře skeptický. Nevěřil jsem, že s pomocí myšlenky lze hru ovládat. Při startu hry se nejprve auto hýbalo na pravé straně vozovky a velmi často se vychylovalo i do levé strany. Tento stav trval přibližně 10 sec. Po těchto pár sekundách jsem se trochu vžil do principu ovládání hry a začal se soustředit na samotné auto přede mnou tak, abych si držel svojí stranu vozovky. Při tomto soustředění se mi začalo dařit držet auto na pravé straně. V průběhu této situace jsem úmyslně začal myslet na jinou činnost nesouvisející s danou problematikou. A to z toho důvodu, abych otestoval, jak přesně či zda zařízení funguje. Při tom jsem se stále očima díval na hru. I při tomto pokusu auto relativně dobře drželo svoji stranu vozovky. Začal jsem proto trochu pochybovat o tomto zařízení. V průběhu testování jsem informaci o své pochybnosti sdělil panu Hornovi, a následně se na něj zlehka otočil. V tento moment se auto zobrazilo okamžitě zcela u levé strany vozovky. Při tomto otočení jsem cítil určité uvolnění a také to, že moje pozornost byla nenávratně ztracena. Zjistil jsem, že i když se člověk snaží myslet na něco jiného než na danou hru, a při tom se na ni dívá, mozek je nadále soustředěný a zvládá udržet auto na vozovce. Je zde také využita určitá obrazová paměť. Zatímco při otočení bylo zřejmé, že veškerá moje pozornost byla nenávratně odvrácena na jinou činnost, ztratila se též i obrazová paměť. Díky tomuto vychýlení z koncentrace také auto zareagovalo vychýlením se ze správné pozice. Není tedy směrodatné, zda člověk dívající se na monitor myslí přímo na danou hru nebo na jinou činnost. Dle mého názoru je totiž důležitá spíše soustředěnost. Nedá se proto mluvit o ovládání myšlenkami, jak je dost často prezentováno, ale spíše o udržení pozornosti a soustředěnosti.

Zbytek času určeného pro první kolo jsem se soustředil přímo na hru. Díval jsem se proto na danou stranu vozovky a snažil se přijít na to, čím se dá změnit rychlost auta.

Udržet auto na vozovce šlo snadno díky tomu dívat se přímo na vozovku, nehýbat se a být soustředěný. Nepřišel jsem ale na způsob, jak zvýšit rychlost u auta, ta se neustále zvyšovala a snižovala. Takto jsem dokončil první kolo, které trvalo 150 sec. Následně mně byla spuštěna další dvě kola. Při dokončení třetího kola se na monitoru zobrazila celková zpráva o výsledku. Tyto výsledky byly rozděleny do tří oddělených sloupečků, které zobrazovaly dosažený počet bodů. Mým konkrétním výsledkem bylo cca dosažení lehce nad polovinu možných bodů. Body se přiřazovaly v průběhu hry dle nasnímaných hodnot z mozkových vln.

Následně po dokončení první série tří kol mně byly sejmuty pravé elektrody a nasazeny tři levé elektrody. Opět byly nasazeny na oba ušní laloky, avšak na druhou část mozkové hemisféry, neboť účelem bylo porovnat i druhou část mozku. Opět mně byl aplikován gel pro snazší vodivost. Následovalo spuštění hry „Auto“, tři kola, také po 150 sec. Jelikož jsem už věděl, co přesně od hry očekávat, nebylo moc těžké udržet si pozornost a auto mít ve správné polovině vozovky. Problém někdy nastal v případě, kdy člověk musel lehce změnit pohyb při odlišném posedu, při hýbnutí ramene, ruky apod. V tom případě se auto lehce vychýlilo do levé strany vozovky. Je tedy důležité maximálně zůstat fyzicky v klidu, dívat se přímo na obrazovku a celkově se zklidnit. Mně osobně při hraní zbylých třech kol nastala fáze, kdy jsem se cítil zneklidněn neustále sledovat jedoucí auto. Musel jsem se opravdu silou vůle dokázat neustále soustředit. Bylo pro mne tedy určitým vysvobozením, když skončilo poslední kolo hry. V této sérii tří kol byly mé dosažené výsledky o poznání lepší, dosáhl jsem skoro téměř maxima bodů. Byl jsem velmi překvapený, neboť jsem si nemyslel, že bych se uměl při další sérii kol lépe soustředit, zdálo se mi, že jsem se soustředit stejně jako v první sérii. Nicméně jsem byl ubezpečen, že každý člověk má rozdílné výsledky u obou mozkových hemisfér. A tak se mi potvrdilo předsvědčení, že i když jsem hrál hru podruhé, a tudíž bych měl být zkušenější a vědět „jak na to“, nemělo to na výsledky žádný vliv.

Závěrem musím vyvrátit často uváděné tvrzení, že se zařízení ovládá pomocí myšlenek. Není to zdaleka tak. Když jsem myslel na jinou činnost, auto bylo relativně ve správné poloze. Spíše zde hrála roli obrazová paměť a pozornost. Jde tedy o to udržet pozornost na danou činnost, neboť dle mého osobního názoru musí být hra naprogramována tak, aby při určité úrovni frekvence mozkových vln držela auto na

pravé straně. V případě vychýlení se od nastaveného intervalu hodnot se auto přesune na levou stranu. Nejde tedy o to, myslet si „chci, aby auto jelo na levé straně“ a auto skutečně po této straně pojede. Ale musím říci, že toto není ani účelem této terapie. Pojem ovládání pomocí myšlenek je hodně slyšet u různých výrobků s EEG, v prezentacích různých specializovaných center atd. Dle mého názoru je to jen marketingový pojem, co hezky zní. Ve skutečnosti je zde důležitá schopnost koncentrace a soustředěnosti. Právě to pomáhá klientům, kteří vyhledají pana Mgr. Horna s určitým problémem.

ZÁVĚR

Biofeedback je označován jako biologická zpětná vazba, která dává jedinci zpětně informace o jeho nejrůznějších fyziologických veličinách. S těmito veličinami lze následně pracovat a vědomě se je naučit ovládat. V závislosti na tom, jakým způsobem získáváme onu biologickou zpětnou vazbu, mluvíme o různých druzích biofeedbacku. Zpětnou vazbu můžeme získávat např. pomocí EEG, GSR, EMG apod. Prvopočátky technologie sahají zhruba do roku 5 000 př. n. l. Za současnou podobu biofeedbacku můžeme děkovat v první řadě Edmundu Jacobsonovi a Johannu Schulzovi, kteří zhruba kolem 30. let minulého století začali zkoumat možnosti biofeedbacku. Na ně následně navázali v 60. letech Neal Miller, John Basmanjian a Joye Kamiya, kteří biofeedback vyvinuli do technologie, se kterou se nyní setkáváme. Současná technologie biofeedback sahá od dominantního využití v lékařství až do současné výpočetní techniky.

Pro využití biofeedbacku v lékařství má největší význam EEG Biofeedback. Všechny ostatní druhy jsou rovněž využívány, avšak nejsou tolik rozšířené. Pro posouzení a zhodnocení tohoto využití jsem podstoupil terapii u pana Mgr. Bohuslava Horna. Hlavním léčebným prostředkem je zde snaha o maximální soustředěnost, díky níž jsou tréninkem dráhy neuronů schopny přenášet vlny o vyšší frekvenci. Zlepšuje se tak kvalita nervových drah a uzpůsobují se na přenos vln o vyšších frekvencích. Díky tomu se daný jedinec může zbavit určitého zdravotního problému. Lékařské výsledky EEG Biofeedback jsou natolik průkazné, že není nejmenších pochyb o tom, že lékařské využití této technologie má své opodstatnění. Domnívám se, že léčba pomocí EEG je vhodnou alternativou k farmakům v rámci uvedených zdravotních problémů.

Další část práce pojednávala o využití biofeedback technologie v osobním životě a pohledu do budoucna. V současnosti je v prodeji plno zařízení využívající určitý druh biofeedbacku. Pomocí prodávaných zařízení se můžeme naučit regulovat si vlastní stres, napětí, srdeční činnost apod. Tato zařízení jsou cenově dostupná a poměrně rozšířená. Další využití technologie je hojně využíváno pro sportovce či manažery. Pro tuto skupinu se vytváří nejrůznější zařízení či hry zejména na bázi EEG Biofeedbacku, většinou pro určitý mentální koučink, redukci stresu, napětí, např. zmíněný Mindball. Došel jsem

ke zjištění, že tento směr vývoje EEG Biofeedbacku se do budoucna pravděpodobně rozšíří, neboť poptávka je značně vysoká.

Co se týče vzdálené budoucnosti pro osobní využití, značný potenciál vidím pouze v EEG Biofeedbacku. V současnosti se můžeme setkat např. s pokusy o automatické zastavení auta v případě, kdy je řidič příliš zahlcen negativními emocemi a ohrožuje tak ostatní účastníky silničního provozu, či o ovládání malého letadélka prostorem, které daný jedinec ovládá pomocí vlastních mozkových vln.

Troufám si tvrdit, že s rozvojem této technologie jednou nastane doba, kdy díky této technologii bude možno ovládat lidskou protézu, která bude plnohodnotnou náhradou za dříve amputovanou část lidského těla.

Hlavním cílem mé práce bylo ovšem porovnat a rozhodnout, zda ovládání pomocí technologie biofeedback má potenciál nahradit klasické ovládání počítače. Pro toto nové ovládání počítače se využívá EEG Biofeedback. Pro osobní testování jsem využíval zařízení OCZ NIA, které se prodávalo i v České republice. Díky tomuto zařízení lze vyzkoušet ovládání počítače pomocí EEG prostřednictvím vestavěných her. Zařízení nefunguje principem ovládání pomocí myšlenek, jak je často prezentováno, ale pomocí snímání frekvence mozkových vln (EEG). Konkrétně Alfa a Beta. Dále pomocí snímání očních pohybů (EOC) a pomocí snímání svalové aktivity (EMG). Tréninkem výše uvedených složek ovládání se dá určitým způsobem docílit požadovaného efektu ovládání, avšak rozhodně se nedá mluvit o spolehlivosti či přesnosti. Zařízení bylo testováno na hrách, kde je vyžadována přesnost a spolehlivost. Výše uvedené požadavky však nové ovládání rozhodně nabídnout nemůže. Při ovládání dochází k velikým nepřesnostem a efektu, kdy se vyvolá pohyb, který není žádoucí apod. Další problém spočívá v nechtěné emoci, díky které dojde k nechtěnému zásahu do hry (zvýšení napětí). Negativ je celá řada. Jedinou využitelnou možností, konkrétně v zařízení OCZ NIA, vidím při hraní hry Fps nastavení Tension pro střelbu – tj. pro přiřazení tohoto Brainfingers pro pravé tlačítko myši. Tato kombinace současného a nového ovládání počítače by mohla v praxi pro hraní her být pro mnoho lidí využitelná, avšak není bez chyb a rozhodně se nedočká masového využití.

Jediná oblast, ve které vidím potenciál využití tohoto nového druhu ovládání, je využití pro lidi s určitým zdravotním handicapem, např. po amputaci rukou. Domnívám

se, že se současnými vědeckými poznatky by nebyl problém vyvinout zařízení určené pro tuto skupinu.

V současnosti zařízení OCZ NIA a podobná zařízení pouze nahlíží a zkoumají možnosti, jakým směrem se může ovládání počítače prostřednictvím her vyvíjet. V současnosti ovšem rozhodně tato zařízení nemají potenciál na masové nahrazení stávajícího ovládání počítače. Nyní jsou vhodná pouze pro zábavu. Situace může být v budoucnu jiná, pokud bude stávající technologie vylepšena, tj. více snímacích senzorů apod. Nelze tedy ani náznakem mluvit o revoluci v ovládání počítače.

SUMMARY

The aim of my Bachelor Thesis was to compare and decide whether biofeedback technology has the potential to replace existing computer control. Individual sub-items of my work served to reach my aim. The first part consists of biofeedback history, and explains the term biofeedback and its types. The second part summarizes the current possibilities of using biofeedback technology in personal life and offers look to the future. The third part of my work is about the use of biofeedback technology in medicine. In the last part is analyzed device OCZ NIA, which allows us to control the computer using EEG Biofeedback and brings us a new possibility to control the computer.

The Biofeedback, especially EEG, is currently mainly used in medicine. There is no doubt about the effectiveness of this technology. In connection with the usage in medicine, various small devices are sold, through which we can measure for example stress, heart rate variability etc. To the future, I guess, especially EEG Biofeedback will be used. EEG Biofeedback will be developed to various ways. Now, we can watch for example experiments to stop a car automatically when the driver has negative emotions. Technology, however, is at the beginning.

Through the use of my sub-items and device OCZ NIA I have to say that technology EEG Biofeedback will not have potential to mass replacement of the existing control computer. Devices OCZ NIA and similar devices which use EEG Biofeedback technology have too many negatives. Only one way of use can be for handicapped peoples. Biofeedback technology currently only offers a new look at possible development in the future. At present, however, no mass spread can be expected. The situation can be different if the technology will be improved.

POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

1. Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback. Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback [online]. 2011 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.aapb.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=1>
2. O metodě. EEG Biofeedback [online]. 2011 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.eegbiofeedback.cz/o-metode>
3. VALUCH, J. M. *Neurotechnologie, mozek a souvislosti*. 3. přeprac., rozš. a aktual. vyd. Praha: Galaxy, 1998. ISBN "-", s. 90
4. Tamtéž, s.90.
5. Biofeedback History. Stress Relief Tools - Your Guide to Relaxation online]. 2014 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.stress-relief-tools.com/biofeedback-history.html>
6. Tamtéž.
7. VALUCH, J. M. *Neurotechnologie, mozek a souvislosti*. 3. přeprac., rozš. a aktual. vyd. Praha: Galaxy, 1998. ISBN "-", s. 90
8. Biofeedback History. Stress Relief Tools - Your Guide to Relaxation online]. 2014 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.stress-relief-tools.com/biofeedback-history.html>
9. Tamtéž.
10. Tamtéž.
11. Tamtéž.
12. VALUCH, J. M. *Neurotechnologie, mozek a souvislosti*. 3. přeprac., rozš. a aktual. vyd. Praha: Galaxy, 1998. ISBN "-", s. 90.
13. JEHLIČKA, Karel a Jiří KOZUMPLÍK. *Zpracování biologických signálů*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1982. ISBN "-", s. 3.
14. ŠNOREK, Miroslav. *Neuronové sítě a neuropočítače*. Praha: ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02549-7, s 3.
15. Tamtéž, s. 4.
16. SVATOŠ, Josef. *Biologické signály 1: Geneze, zpracování, analýza*. Praha: ČVUT, 1992. ISBN 80-01-00884-3, s. 5.
17. ŠNOREK, Miroslav. *Neuronové sítě a neuropočítače*. Praha: ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02549-7, s. 4, 5.
18. SVATOŠ, Josef. *Biologické signály 1: Geneze, zpracování, analýza*. Praha: ČVUT, 1992. ISBN 80-01-00884-3, s. 6.
19. ŠNOREK, Miroslav. *Neuronové sítě a neuropočítače*. Praha: ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02549-7, s. 4, 5.
20. EEG. Vitalion [online]. 2014 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://vysetreni.vitalion.cz/eeg/>

21. Elektroencefalografie. WikiSkripta [online]. 2014 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Elektroencefalografie>
22. SVATOŠ, Josef. Biologické signály 1: Geneze, zpracování, analýza. Praha: ČVUT, 1992. ISBN 80-01-00884-3, s. 70, 71.
23. Tamtéž, s. 71.
24. Tamtéž, s. 72.
25. STŘIHAVKOVÁ, Eva. Snímání a hodnocení EEG. Brno, 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické. Vedoucí práce Milan Chmelař.
26. SVATOŠ, Josef. Biologické signály 1: Geneze, zpracování, analýza. Praha: ČVUT, 1992. ISBN 80-01-00884-3, s. 72.
27. HERMAN, Petr. Biosignály z pohledu biofyziky. Duloš [online]. Praha, 2006 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: http://dulos.cz/vyuka/lf2/2010-11-BiosignalyPrednaska/Biosignaly_z_pohledu_biofyziky-ws.html
28. Tamtéž.
29. MICHALÍK, Petr a Pavel ZEMAN. Analogové prvky a systémy [online]. Plzeň, 2012, 29.6.2012 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.kvd.zcu.cz/cz/materialy/aps/aps/aps/index.htm>
30. HERMAN, Petr. Biosignály z pohledu biofyziky. Duloš [online]. Praha, 2006 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: http://dulos.cz/vyuka/lf2/2010-11-BiosignalyPrednaska/Biosignaly_z_pohledu_biofyziky-ws.html
31. MYTYZKOVÁ, Anna. Neurální podstata epilepsie. Brno, 2009. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/195614/prif_m/Neuralni_podstata_epilepsie.txt. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Martin Vácha
32. SVATOŠ, Josef. Biologické signály 1: Geneze, zpracování, analýza. Praha: ČVUT, 1992. ISBN 80-01-00884-3, s. 76.
33. Stavý vědomí. Alfa aplikace [online]. 2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.alfa-aplikace.cz/stavy-vedomi/>
34. MYTYZKOVÁ, Anna. Neurální podstata epilepsie. Brno, 2009. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/195614/prif_m/Neuralni_podstata_epilepsie.txt. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Martin Vácha
35. Stavý vědomí. Alfa aplikace [online]. 2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.alfa-aplikace.cz/stavy-vedomi/>
36. Theta léčení – síla slov a myšlenek. Eugenika [online]. 2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.2012rok.sk/wp/terapia-2/18981-theta-leceni-sila-slov-myslenek>
37. Stavý vědomí. Alfa aplikace [online]. 2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.alfa-aplikace.cz/stavy-vedomi/>
38. Druhy mozkových vln a stav vědomí. Doktorka.cz: O zdraví a kráse online]. 2000 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://psychologie.doktorka.cz/druhy-mozkovych-vln-stav/>

39. Stavby vědomí. Alfa aplikace [online]. 2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.alfa-aplikace.cz/stavy-vedomi/>
40. SVATOŠ, Josef. Biologické signály 1: Geneze, zpracování, analýza. Praha: ČVUT, 1992. ISBN 80-01-00884-3, s. 76.
41. TYL, Jiří a Vendula TYLOVÁ. Lehké mozkové dysfunkce: Nové metody 3. upravené vydání. Praha: Biofeedback institut, 2003. ISBN "-", s. 3.
42. Tamtéž, s. 6, 7.
43. Tamtéž, s. 9.
44. Tamtéž, s. 10.
45. Tamtéž, s. 15, 16.
46. Tamtéž, s. 17.
47. Tamtéž, s. 17, 18.
48. Tamtéž, s. 17.
49. Tamtéž, s. 17.
50. Tamtéž, s. 18, 19.
51. Elektromyografie. WikiSkripta [online]. 2014 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Elektromyografie>
52. VALUCH, J. M. Neurotechnologie, mozek a souvislosti. 3. přeprac., rozš. a aktual. vyd. Praha: Galaxy, 1998. ISBN "-", s. 92.
53. Tamtéž.
54. Biofeedback. Psychiatrická nemocnice Havlíčkův Brod [online]. [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.plhb.cz/content/biofeedback>
55. Tamtéž.
56. VALUCH, J. M. Neurotechnologie, mozek a souvislosti. 3. přeprac., rozš. a aktual. vyd. Praha: Galaxy, 1998. ISBN "-", s. 93.
57. Tamtéž s. 93.
58. Tamtéž s. 93.
59. Biofeedback. Psychiatrická nemocnice Havlíčkův Brod [online]. [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.plhb.cz/content/biofeedback>
60. VALUCH, J. M. Neurotechnologie, mozek a souvislosti. 3. přeprac., rozš. a aktual. vyd. Praha: Galaxy, 1998. ISBN "-", s. 94.
61. Biofeedback. Psychiatrická nemocnice Havlíčkův Brod [online]. [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.plhb.cz/content/biofeedback>
62. VALUCH, J. M. *Neurotechnologie, mozek a souvislosti*. 3. přeprac., rozš. a aktual. vyd. Praha: Galaxy, 1998. ISBN "-", s. 96.
63. Tamtéž s. 96.

64. CHURÝ, Lukáš. Biofeedback. Programujte.com [online]. 2005 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://programujte.com/clanek/2005120301-biofeedback/>
65. HRV Biofeedback. Ivana Marášková: Psycholog, speciální pedagog, brainfeedback terapeut [online]. 2012 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.poradenstvi-vzdelavani.cz/hrv-biofeedback>
66. Biofeedback - moderní metoda biologické zpětné vazby. Carpe diem Bohemia: Centrum řeči a komunikace [online]. 2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.logopedie-carpediem.cz/nase-sluzby/biofeedback/>
67. HRV. Biofeedback institut [online]. 2014 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://biofeedback-institut.com/hrv.html>
68. VALUCH. Psychowalkmany. Rady ptáka Loskutáka [Videopořad]. 2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://loskutak.nova.cz/clanek/hobby/psychowalkmany.html>
69. <http://bzzzt.cz/psychowalkman-nafouknuta-bublina-ktera-vysumela/>. Bzzzt [online]. 2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://bzzzt.cz/psychowalkman-nafouknuta-bublina-ktera-vysumela/>
70. VALUCH. Psychowalkmany. Rady ptáka Loskutáka [Videopořad]. 2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://loskutak.nova.cz/clanek/hobby/psychowalkmany.html>
71. Psychowalkmany. Rady ptáka Loskutáka [online]. 2010 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://loskutak.nova.cz/clanek/hobby/psychowalkmany.html>
72. Prstový pulsní oxymetr GO2. Nonin [online]. 2012 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.nonin.cz/ceniky/cenik-6-1269414995.pdf>
73. HRV Biofeedback - prstový oxymetr do PC. Happy Eletronics [online]. [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.relaxuj.com/biofeedback/54-prstovy-oxymetr-8594171220104.html>
74. Stresslocator - HRV Biofeedback - Oxymetr. Happy Eletronics [online]. 2014 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.relaxuj.com/biofeedback/74-stresslocator-8594171220081.html>
75. Skin responce biofeedback do PC. Happy Eletronics [online]. 2014 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.relaxuj.com/biofeedback/55-gsr-dlanovy-meric-do-usb-8594171220098.html>
76. Tamtéž.
77. Tamtéž.
78. Mindball. Mindball: Trénink mozku [online]. 2010 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.mindball.cz/mindball.php>
79. Tamtéž.
80. Nové roboty je možné ovládat pouhou myšlenkou. Novinky [online]. 2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/internet-a-pc/304028-nove-roboty-je-mozne-ovladat-pouhou-myslenkou.html>

81. Tamtéž.
82. Tamtéž
83. Prototype This!. Youtube [videopořad]. 2011 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=TA47h4mo8m0&list=PLo0xVisVXoiHneIF7GYsdgeubeB2A8hYz>
84. Mind Controlled Spy Robot. In: Youtube [video]. 2010 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=NNkkuMO5I7A>
85. NIA SOFTWARE 4.01. What is NIA?: Náповěda k zařícení OCZ NIA [CD - ROM]. 2011 [cit. 3.5.2014].
86. NIA SOFTWARE 4.01. What are Brainfingers?: Náповěda k zařícení OCZ NIA [CD - ROM]. 2011 [cit. 3.5.2014].
87. NIA SOFTWARE 4.01. How to Use NIA Hardware: Náповěda k zařícení OCZ NIA [CD - ROM]. 2011 [cit. 3.5.2014].
88. NIA SOFTWARE 4.01. What are Brainfingers?: Náповěda k zařícení OCZ NIA [CD - ROM]. 2011 [cit. 3.5.2014].
89. Tamtéž.
90. Tamtéž.
91. Tamtéž.
92. NIA SOFTWARE 4.01. *How to Use NIA Hardware: What are NIA Profiles* CD - ROM]. 2011 [cit. 3.5.2014].
93. HORN, Bohumil, psycholog Železniční poliklinika Plzeň [ústní sdělení]. Plzeň, 27.01.2014.
94. Tamtéž.
95. Tamtéž.

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1 - NERVOVÁ BUŇKA.....	12
OBRÁZEK 2 - ROZDÍLOVÝ ZESILOVAČ.....	14
OBRÁZEK 3 - DRUHY MOZKOVÝCH VLN	16
OBRÁZEK 4 - EMG BIOFEEDBACK	20
OBRÁZEK 5 - PSYCHOWALKMAN	24
OBRÁZEK 6 - OXYMETR.....	25
OBRÁZEK 7 - HRA NA BÁZI HRV BIOFEEDBACK.....	25
OBRÁZEK 8 - SKIN RESPONSE BIOFEEDBACK.....	26
OBRÁZEK 9 - MINDBALL.....	27
OBRÁZEK 10 - OVLÁDÁNÍ LETADÉLKA SKRZE EEG.....	29
OBRÁZEK 11 - SOUČÁSTI ZAŘÍZENÍ OCZ NIA	30
OBRÁZEK 12 - HLAVNÍ JEDNOTKA OCZ NIA.....	31
OBRÁZEK 13 - ČELENKA OCZ NIA.....	32
OBRÁZEK 14 - BIOMETRICKÝ SCAN	33
OBRÁZEK 15 - HLAVNÍ NABÍDKA	34
OBRÁZEK 16 - METALLICA	36
OBRÁZEK 17 - HRA "PANÁČEK".....	37
OBRÁZEK 18 - HRA "PONG"	38
OBRÁZEK 19 - NIA PROFILY	40
OBRÁZEK 20 - FPS HRA.....	42
OBRÁZEK 21 - HRA "AUTO"	46
OBRÁZEK 22 - HRA "ŘEKA"	47
OBRÁZEK 23 - HRA "KULIČKA"	47

POUŽITÉ ZDROJE OBRÁZKŮ

1. Montgomery College [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: http://www.montgomerycollege.edu/~wolexik/204_histology_page.htm
2. MICHALÍK, Petr a Pavel ZEMAN. Analogové prvky a systémy [online]. Plzeň, 2012, 29.6.2012 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.kvd.zcu.cz/cz/materialy/aps/aps/aps/index.htm>
3. Floating For Meditation & Creativity. Olyfloat [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.olyfloat.com/benefits/meditation-creativity/>
4. Elektromyografie - EMG. Střední zdravotnická škola Šumperk [online]. 2002 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.szssumperk.cz/SOC/fun-emg2.html>
5. Technologie AVS - psychowalkmany. HD World [online]. 16.04.2009 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://hdworld.cz/lifestyle/Technologie-AVS-psychowalkmany-300>
6. Prstový oxymetr. Happy Electronics [online]. [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: <http://www.relaxuj.com/biofeedback/54-prstovy-oxymetr-8594171220104.html>
7. Vlastní zdroj.
8. Skin response biofeedback do PC. Happy Electronics [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.relaxuj.com/biofeedback/55-gsr-dlanovy-meric-do-usb-8594171220098.html>
9. Behold! The future is here!. Notactualsizeblog [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: http://notactualsizeblog.blogspot.cz/2010_10_01_archive.html
10. Nové roboty je možné ovládat pouhou myšlenkou. Novinky [online]. 2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/internet-a-pc/304028-nove-roboty-je-mozne-ovladat-pouhou-myslenkou.html>
11. OCZ NIA review - Neural Impulse Actuator - The NIA Experience. Guru3d [online]. 12/10/2008 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: http://www.guru3d.com/articles_pages/ocz_nia_review_neural_impulse_actuator,7.html
12. OCZ NIA. 3dnews [online]. 2008 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.3dnews.ru/565434>
13. Ovládejte hry mozkem: OCZ Neural Impulse Actuator. Extrahardware [online]. 3.6.2009 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.cnews.cz/recenze/ovladejte-hry-mozkem-ocz-neural-impulse-actuator>
14. Vlastní zdroj.
15. Vlastní zdroj.
16. Vlastní zdroj.
17. Vlastní zdroj.
18. Vlastní zdroj.

19. Vlastní zdroj.

20. Vlastní zdroj.

21. Jak probíhá EEG Biofeedback. Eeg biofeedback Eva a Radek Noskovi [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.eeg-biofeedback-hradec.cz/jak-probiha>

22. EEG - Biofeedback. Biofeedback centrum [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.biofeedbackzlin.cz/biofeedback.html>

23. Jak probíhá EEG Biofeedback. Eeg biofeedback Eva a Radek Noskovi [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.eeg-biofeedback-hradec.cz/jak-probiha>