



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Chlum u Třeboně, 22.-25.9. 2015

# Workshop biomedicínského inženýrství a informatiky 2015

## SBORNÍK

*Editoři:*

*Ing. Jan Dvořák*

*Ing. Naděje Havlíčková*

*Ing. Jan Havlík, Ph.D.*

*Ing. Zdeněk Horčík*

*Ing. Matouš Pokorný*

Katedra teorie obvodů

Fakulta elektrotechnická

České vysoké učení technické v Praze

Technická 2

166 27 Praha 6

Vydalo: České vysoké učení technické v Praze

Zpracovala: Fakulta elektrotechnická

Kontaktní adresa: Ing. Jan Havlík, Ph.D., Katedra teorie obvodů, FEL ČVUT v Praze,  
Technická 2, 166 27 Praha 6

Tisk: elektronická publikace

ISBN: 978-80-01-05816-9

Počet stran: 59



## ORGANIZAČNÍ VÝBOR

Ing. Zdeněk Horčík (předseda organizačního výboru)

Ing. Jan Dvořák

Ing. Naděje Havlíčková

Ing. Jan Havlík, Ph.D.

doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.

Ing. Matouš Pokorný

Konference byla financována z grantu SVK 25/15/F3 uděleného ČVUT v Praze.



# PŘEDMLUVA

Vážené kolegyně a kolegové,

držíte v ruce sborník prezentací z třetího ročníku workshopu Biomedicínského inženýrství a informatiky. Jedná se o prezentace nastupujících studentů prvního ročníku magisterského studia programu Biomedicínské inženýrství a informatika na Fakultě elektrotechnické Českého vysokého učení technického v Praze. Příspěvky, kterými můžete listovat, představují výsledky bakalářských prací studentů. Jejich prezentace před kolegy studentům umožňují seznámit se hned z kraje studia s prací svých nových kolegyně a kolegů, získané poznatky a zkušenosti sdílet a tvůrčím způsobem je využít v dalším studiu. Minulé ročníky konference jasně ukázaly, že takovýto způsob společného sdílení informací je pro magisterské studium velkým přínosem a studentům napomáhá v rychlejší orientaci ve studovaném oboru, který svojí šíří, rychlým rozvojem a multidisciplinárním pojetím patří k jednomu z obtížnějších.

*Jan Havlík*

*Zdeněk Horčík*

# OBSAH

PŘEDMLUVA .....	5
OBSAH .....	6

## PREZENTACE PŘÍSPĚVKŮ NA ZÁKLADĚ BAKALÁŘSKÝCH PRACÍ

### **Bukovský Petr**

<i>ANALÝZA ROZDÍLŮ EEG SIGNÁLU NADANÝCH A PRŮMĚRNĚ NADANÝCH ADOLESCENTŮ .....</i>	7
---	---

### **Černohousová Tereza**

<i>ANALÝZA VLIVU ABERACÍ NA ZÁKLADNÍ PARAMETRY KVALITY VIDĚNÍ .....</i>	20
---	----

### **Durčák Jindřich**

<i>MIKROKALORIMETRIE JAKO METHODA STUDIA INTERAKCÍ PROTEINŮ S LIGANDY.....</i>	26
--	----

### **Grimová Nela**

<i>KONGRUENCE NA KONEČNÝCH AUTOMATECH.....</i>	33
--	----

### **Hátle David**

<i>SLEDOVÁNÍ POHYBOVÉ AKTIVITY PACIENTA NA LŮŽKU .....</i>	38
--	----

### **Houdková Lenka**

<i>TVORBA ZPĚTNOVAZEBNÍCH HER PRO REALIZACI NEUROFEEDBACK TERAPIE.....</i>	45
--	----

### **Schmiedt Peter**

<i>PROTOTYP KYTAROVÉHO MULTIEFEKTU.....</i>	51
---	----

# ANALÝZA ROZDÍLŮ EEG SIGNÁLU NADANÝCH A PRŮMĚRNĚ NADANÝCH ADOLESCENTŮ

**Petr Bukovský**

FEL ČVUT v Praze, Technická 2, Praha 6

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce si klade za cíl určit rozdíly v zapojení různých částí mozku u nadaných adolescentů oproti průměrně nadaným v průběhu řešení úlohy mentální rotace. Vybraným jedincům bylo během řešení úlohy snímáno EEG, z jehož výsledků se bude pro porovnání vycházet.

V první části práce proběhlo předzpracování EEG a výpočet příznaků. Pro porovnání rozdílů v zapojení různých částí mozku byla provedena selekce příznaků, různé metody klasifikace a vizualizace dat.

Kvůli špatnému EEG záznamu byly z experimentu vyřazeny některé subjekty. Selektce a klasifikace prokázaly rozdíly zejména v zapojení mediální oblasti mozku. To potvrdila i vizualizace, která navíc prokázala zvýšenou aktivitu v temporálních lalocích u nadaných adolescentů.

Nadaní při řešení úloh logického charakteru zapojují části mozku, kde se nacházejí asociační centra. Na základě výsledků může být nadaným a průměrně nadaným adolescentům přizpůsobena výuka podle dovedností.

## **Klíčová slova**

*Mozek; EEG; mentální rotace; artefakty; segmentace; dopředná selekce; zpětná eliminace; klasifikace; naivní Bayesovský klasifikátor; vícevrstvý perceptron; rozhodovací strom.*

# ANALÝZA ROZDÍLŮ EEG SIGNÁLU NADANÝCH A PRŮMĚRNĚ NADANÝCH ADOLESCENTŮ

Petr Bukovský

## OBSAH PREZENTACE

Seznámení s tématem

Úloha mentální rotace

Mozek

EEG signál

Selekce a klasifikace

Výsledky

Závěr

Otázky k obhajobě

## TÉMA A CÍL

Měření EEG v průběhu řešení úlohy mentální rotace

Zpracování EEG signálu

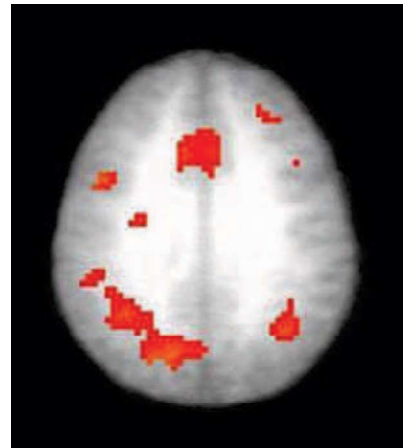
Selekce a klasifikace

Vizualizace výsledků

### Cíl

Zjistit rozdíly v zapojení různých částí mozku u nadaných a průměrně nadaných adolescentů.

Výsledky porovnat se studií fMRI.

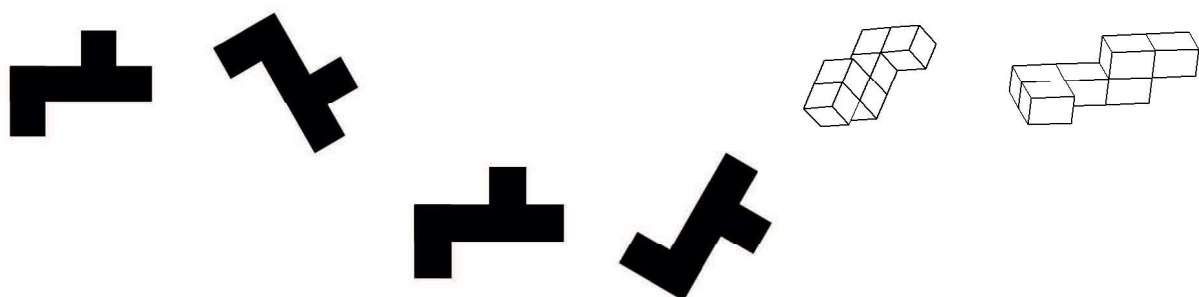


3

## MENTÁLNÍ ROTACE

Kognitivní psychologie

Porovnávání párů rotovaných obrázků

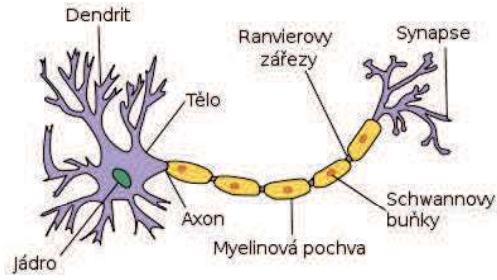


**Úkol:** přesně a rychle určit, zda jsou stejné nebo zrcadlené

4

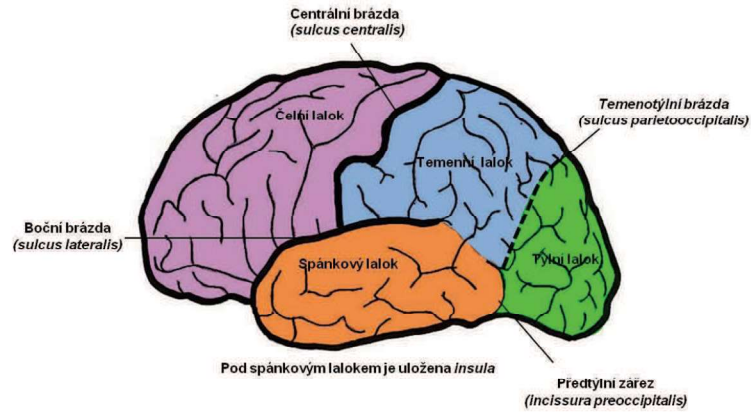
# MOZEK

Neuron



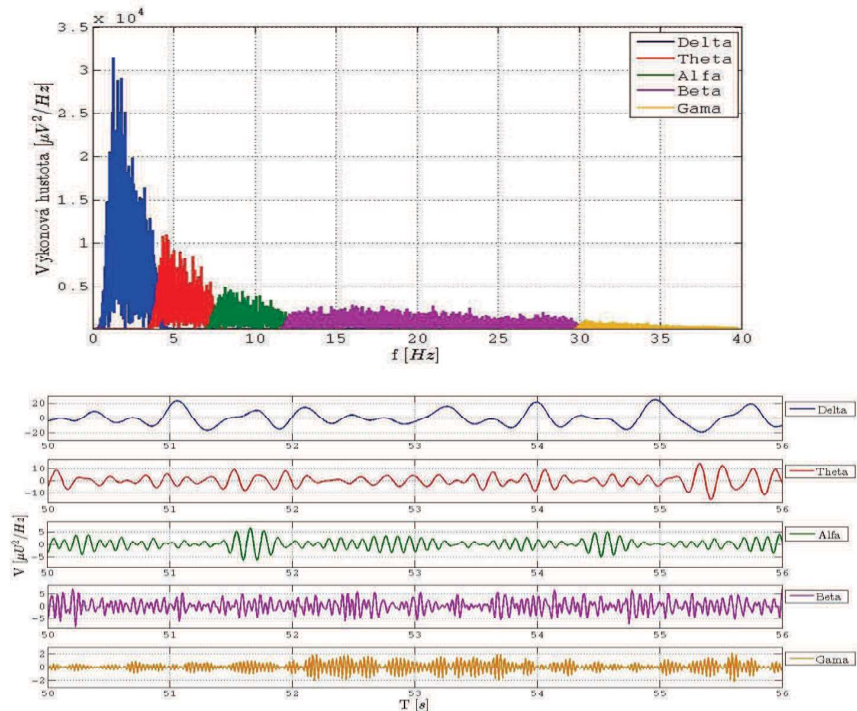
Hemisféry

Laloky



# EEG

Vlny: delta, theta, alfa, beta, gama

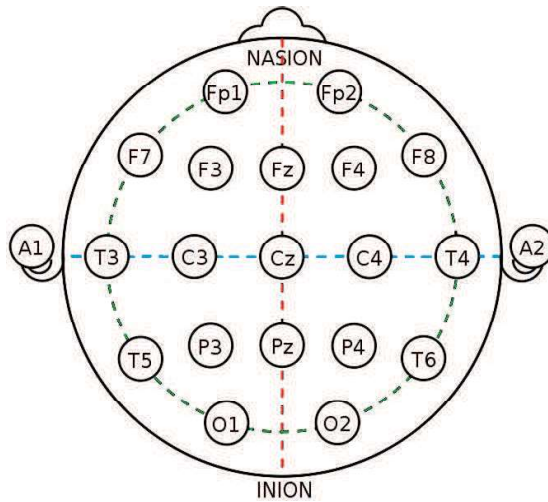


# MĚŘENÍ EEG

Elektroencefalograf

Elektrody

Rozmístění elektrod



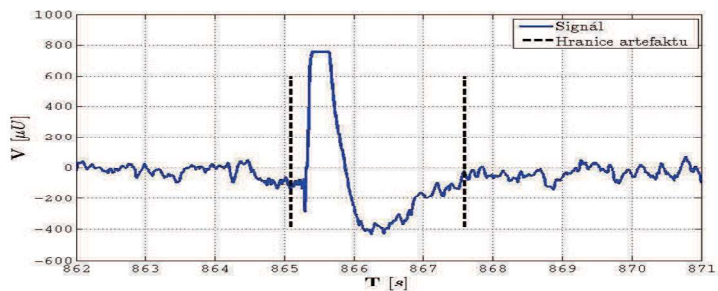
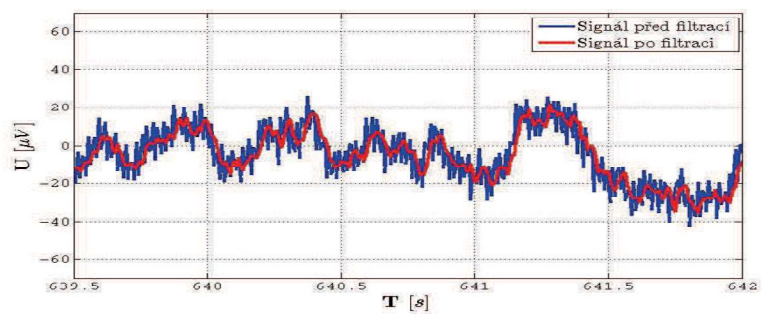
# ZPRACOVÁNÍ EEG

Převzorkování

Filtrace

Detekce artefaktů

Segmentace



# SELEKCE PŘÍZNAKŮ

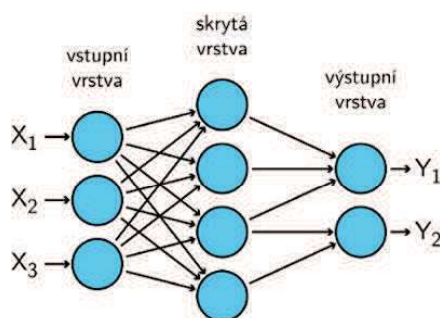
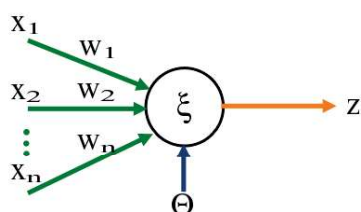
**Dopředná selekce** – přidávání nejlepších příznaků do prázdné množiny

**Zpětná eliminace** – odebírání nejhorších příznaků z množiny všech příznaků

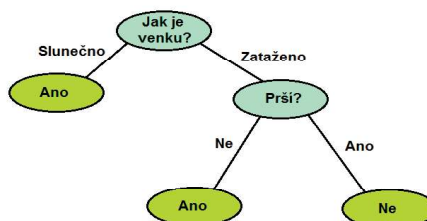
9

# KLASIFIKACE

Vícevrstvý perceptron



Rozhodovací strom



Naivní Bayesovský klasifikátor

10

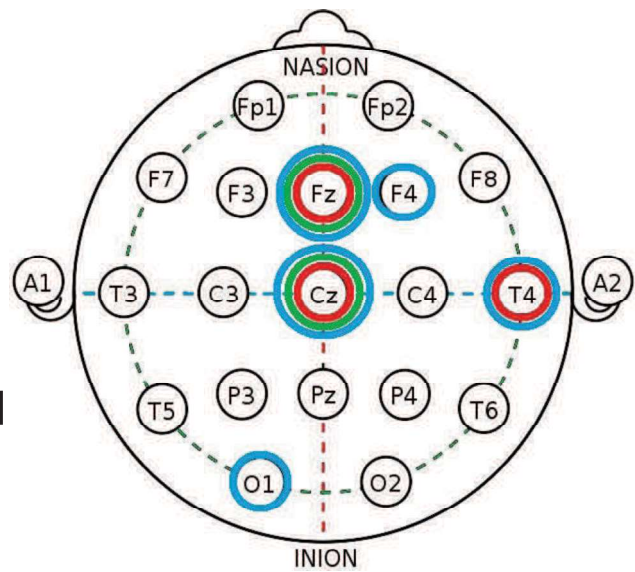


## VÝSLEDKY SELEKCE

Alfa – Fz, Cz

Beta – Fz, Cz, T4

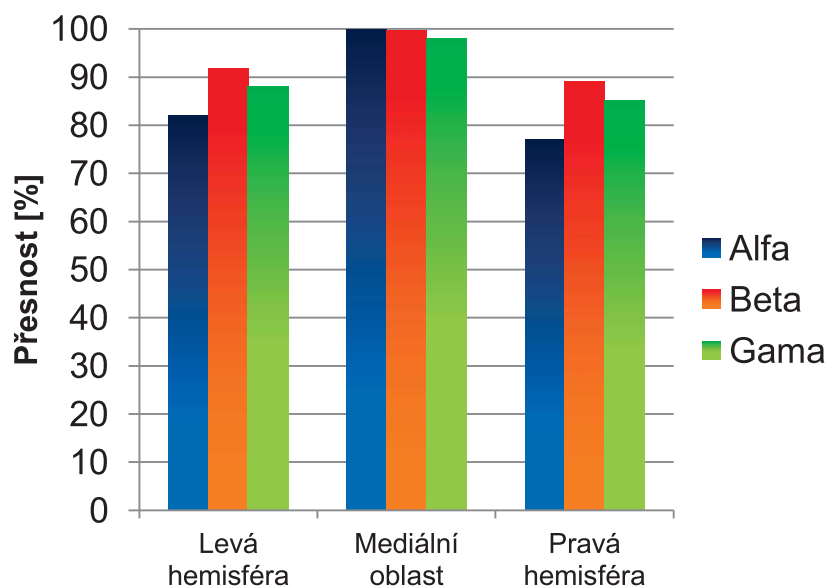
Gama – F4, Fz, Cz, T4, O1



11

## VÝSLEDKY KLASIFIKACE

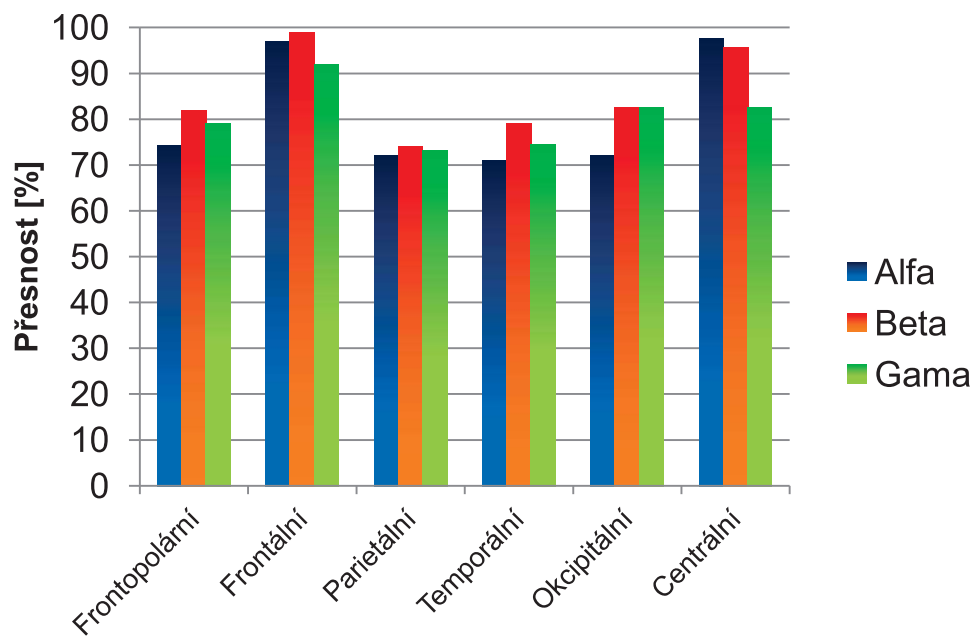
Klasifikace podle hemisfér



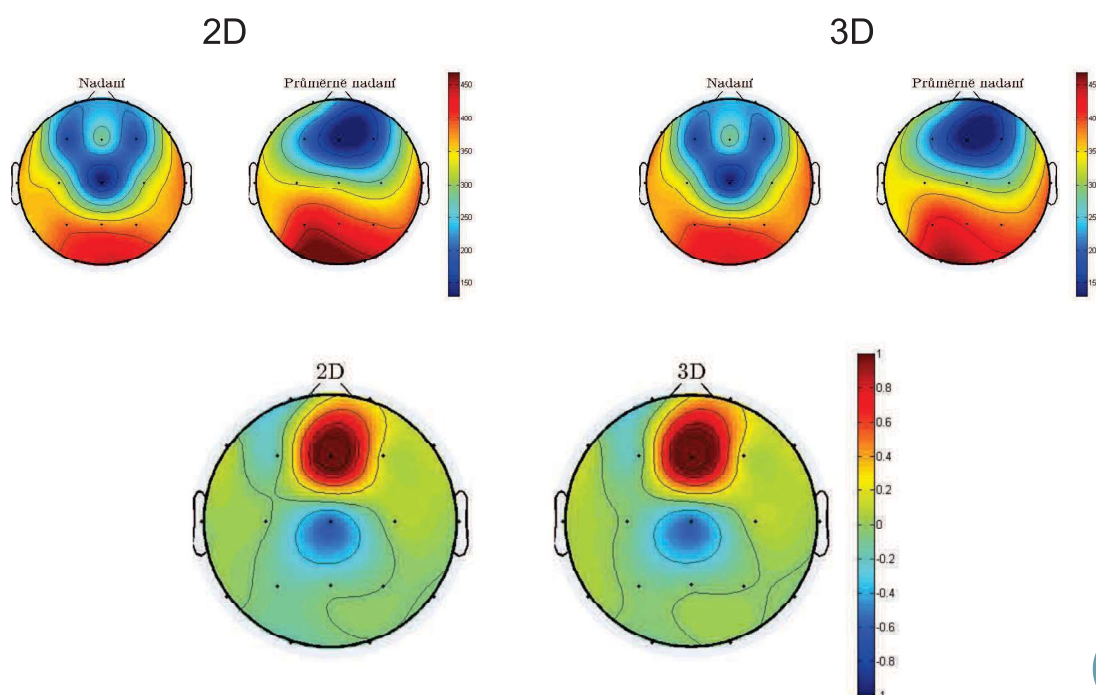
12

# VÝSLEDKY KLASIFIKACE

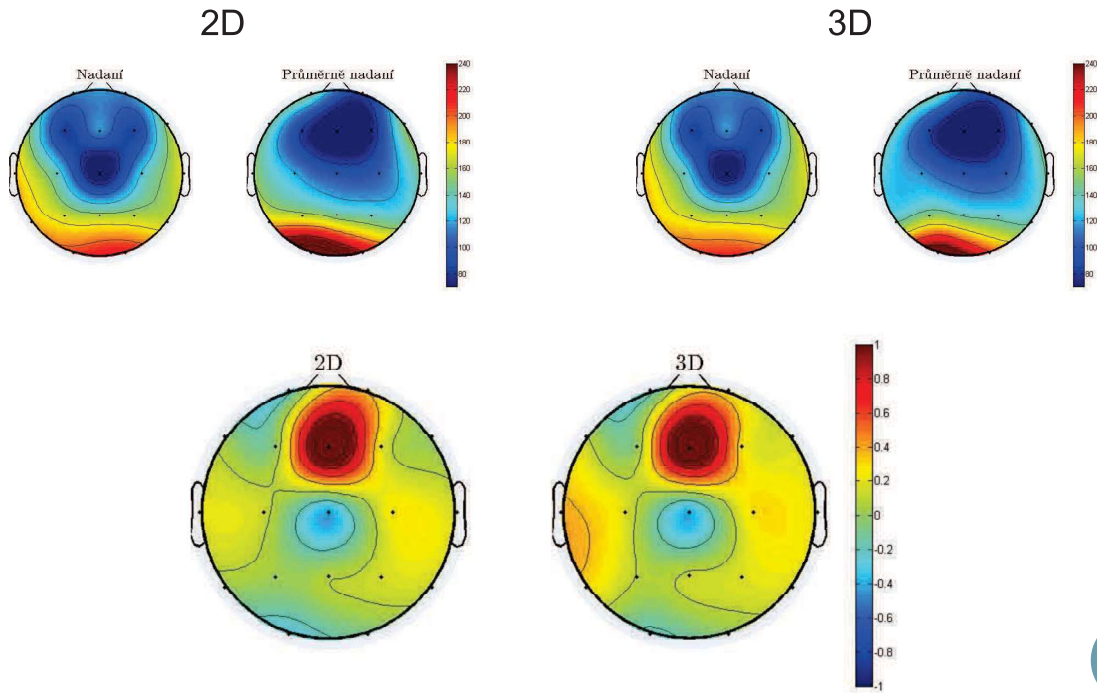
## Klasifikace podle laloků



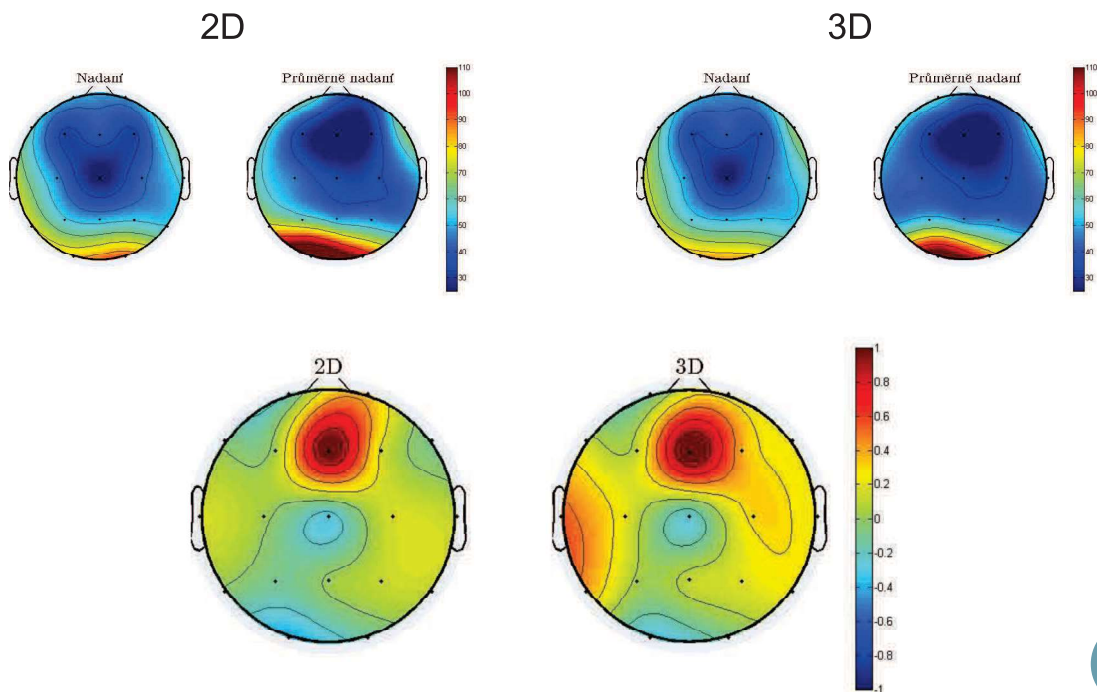
# ALFA AKTIVITA



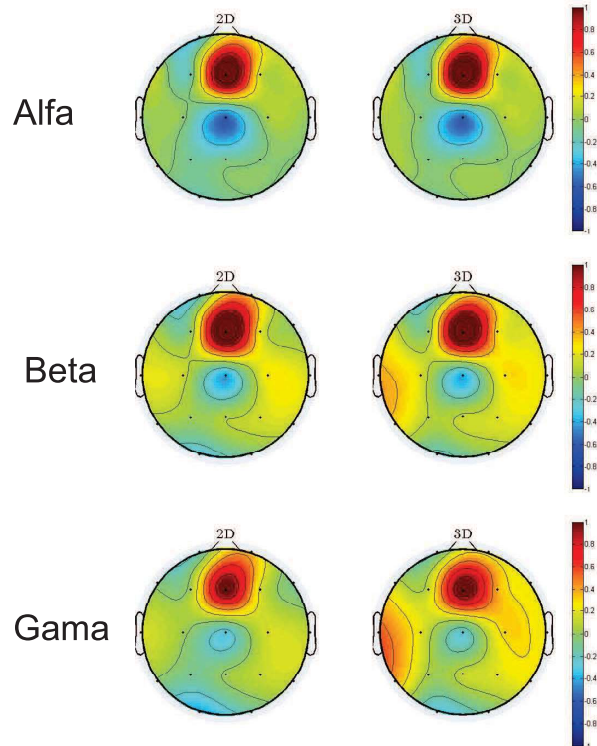
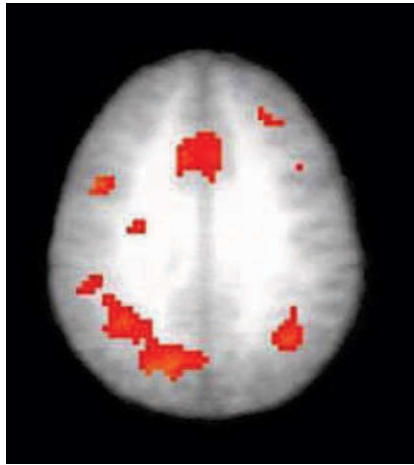
# BETA AKTIVITA



# GAMA AKTIVITA



## POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ



17

## ZÁVĚR

**Selekce** → Fz, Cz

**Klasifikace** → frontální a centrální lalok,  
mediální oblast

**Vizualizace** → Nadaní – vyšší aktivita Fz  
a v temporálních lalocích  
→ Průměrně nadaní – vyšší aktivita Cz

**Nadaní** – zapojování asociačních center

18

## OTÁZKY K OBHAJOBĚ

**Proč není v textu zmíněno, kolik neuronů obsahovala neuronová síť ve skryté vrstvě a s jakými parametry byla učena?**

$$\text{Počet skrytých vrstev} = \frac{\text{počet příznaků} + \text{počet tříd}}{2}$$

Neuronová síť byla využita nakonec pouze pro **porovnání** klasifikátorů, z toho důvodu nebyla dále analyzována

**PARAMETRY UČENÍ??**

**Jaká klasifikační metoda byla použita při výběru příznaků?**

CfsClubsetEval – výběr příznaků na základě **korelace**

19

## OTÁZKY K OBHAJOBĚ

**Dále se lze ptát, proč student používal frekvenční a statistické příznaky vypočtené ze signálů EEG odděleně, nikdy dohromady?**

Příznaky rozděleny podle **významu**

**Frekvenční příznaky** – informace o mozkové aktivitě

**Statistické příznaky** – nemají moc velkou informaci o mozkové aktivitě, sloužily spíše pro porovnání výsledků oproti frekvenčním příznakům

**Očekával, že by spojení příznaků nezvýšilo přesnost klasifikace?**

Příznaky	Frekvenční	Statistické	Frekvenční + statistické
2D	96.80	93.01	97.75
3D	96.95	93.67	95.56

20

# REAKCE NA Oponenta

**Co plyne z tabulky 9.3 srovnávající výsledky klasifikace nad vybranými a všemi příznaky?**

Tabulka 9.3: Porovnání klasifikátorů - 2D stimuly

Klasifikátor	C4.5		NB		MLP	
	Všechny příznaky	Selektované příznaky	Všechny příznaky	Selektované příznaky	Všechny příznaky	Selektované příznaky
Frekvenční	96.80	97.20	92.41	92.81	99.30	97.50
Statistické	93.01	92.71	82.72	81.02	97.75	95.01
Alfa	93.01	90.41	91.31	90.91	95.45	90.41
Beta	96.30	95.85	89.26	92.56	99.10	95.65
Gama	93.26	88.36	84.87	84.12	97.75	88.41

Na celé množině příznaků dokáže nejlépe klasifikovat **MLP**

**MLP** se vždy zhoršil při klasifikaci na množině selektovaných příznaků

**C4.5** má podobnou přesnost klasifikace na množině všech a na množině selektovaných příznaků

Nejhorší klasifikátor je ve většině případů **NB**

21

## OTÁZKY K OBHAJOBĚ

**Byly pro klasifikaci použity všechny segmenty, nebo jen ty, při nichž subjekt správně odlišil otočený/zrcadlený objekt?**

Byly použity **všechny** příznaky – tzn. i při nesprávné odpovědi

**Co z toho plyne pro výsledky?**

Výsledky by to zásadně ovlivnit **nemělo**

Cílem bylo určit různá zapojení mozku

Při předpokladu poctivě prováděných úkolů by mělo být zapojení stejné jak při správné, tak při špatné odpovědi

22

# OTÁZKY K OBHAJOBĚ

***Nesprávně klasifikované subjekty: zanet, tadeas***

	Frekvenční 2D	Frekvenční 3D	Statistické 2D	Statistické 3D
zanet	52.87	<b>4.88</b>	<b>33.33</b>	<b>19.51</b>
tadeas	<b>3.26</b>	<b>1.75</b>	78.26	56.14

zanet – **INFO!!!**

tadeas – **INFO!!!**

# ANALÝZA VLIVU ABERACÍ NA ZÁKLADNÍ PARAMETRY KVALITY VIDĚNÍ

**Tereza Černohousová**

FBMI ČVUT v Praze, Sítňá 3105, Kladno

## ***Abstrakt***

Práce se zabývá aberacemi optické soustavy oka. Jsou v ní popsány možnosti matematického popisu vlnové aberace v lidském oku a použití Zernikeho polynomů. Jsou uvedeny faktory ovlivňující velikost aberace oka, jako akomodace, průměr zornice a věk. V práci je vysvětlena souvislost aberace s refrakčním stavem oka a velikostí refrakční vady. Dále je obsažen úvod do teorie popisu kvality obrazu na sítnici a vliv aberací na kvalitu sítnicového obrazu. Nakonec jsou popsány principy měření aberací lidského oka, Shack-Hartmanův princip, Tscherningova metoda, metoda dynamické skiaskopie, LRT technika a další. Jsou srovnány parametry dnes používaných parametrů.

V experimentální části je provedeno několik analýz. Je popsán matematický postup pro analýzu vlivu rotace oka, velikosti a decentrace pupily na aberace oka a provedena i experimentální analýza vlivu velikosti pupily a pootočení oka na aberační koeficienty a refrakční hodnoty oka na základě subjektivního měření 3 subjektů s různými refrakčními vadami.

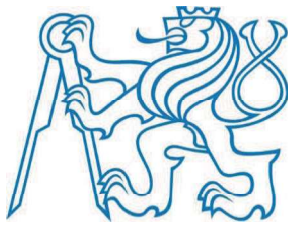
Dále je zpracována analýza velikosti rozptylového kroužku, resp. kroužku nejmenšího rozptylu při myopickém a astigmatickém zamlžení. V návaznosti na teoretickou analýzu je provedeno měření poklesu zrakové ostrosti vlivem defokusace, astigmatismu a jejich kombinace u 54 očí a analýza naměřených dat.

Na základě aberometrických dat 100 očí bylo provedeno několik dílčích analýz. Četnost a variabilita jednotlivých aberačních koeficientů, symetrie aberací pravého a levého oka, změna celkové aberace se změnou průměru pupily a rozložení refrakčních vad v měřeném souboru očí.

## ***Klíčová slova***

*Aberace lidského oka, rozlišovací schopnost oka, metody aberometrie, zraková ostrost, Zernikeho aberační koeficienty.*





ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

# Analýza vlivu aberací na základní parametry kvality vidění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní obor: OPTIKA A OPTOMETRIE

Vedoucí práce: prof. Ing. Jiří Novák, Ph.D.

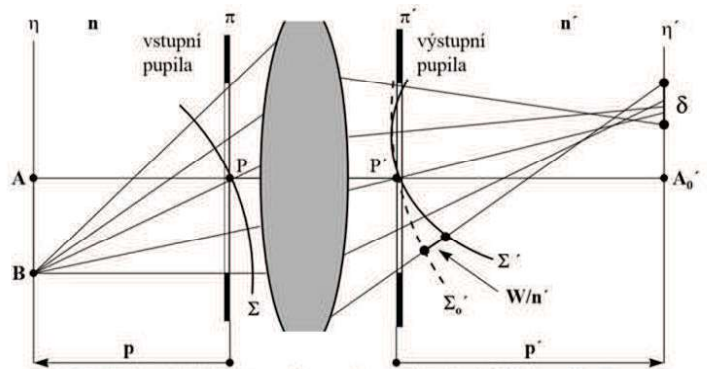
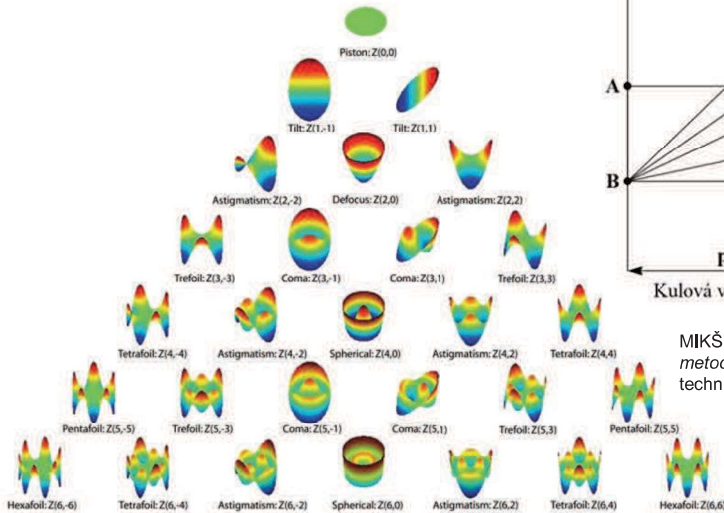
23. 9. 2015

TEREZA ČERNOHOUSOVÁ

## Osnova práce

1. Popis vlnové aberace lidského oka
2. Souvislost aberací s kvalitou vidění
3. Rozbor faktorů ovlivňujících aberace oka
4. Popis metod aberometrie
5. Aberometrické měření a analýza získaných dat
6. Teoretická a experimentální analýzy vlivu defokusace a astigmatismu na kvalitu vidění a zrakovou ostrost

# Aberace oka

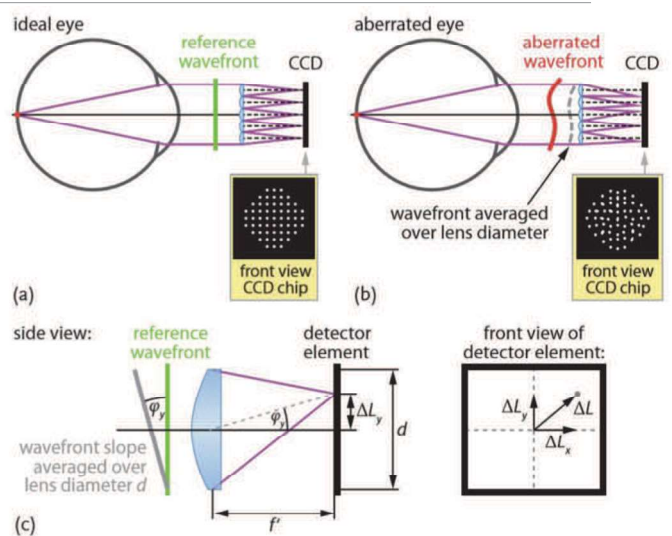
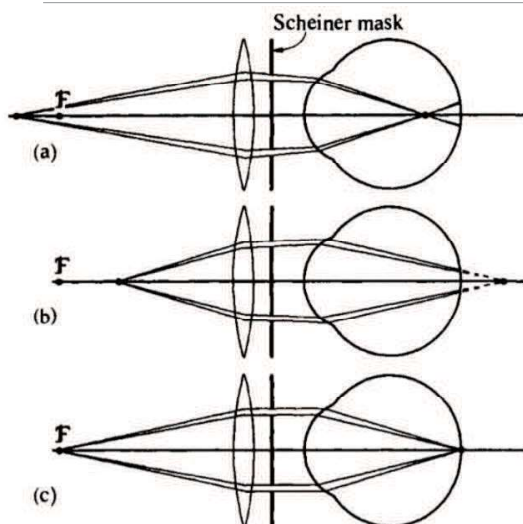


Kulová vlnoplocha  $\Sigma$  je transformována na vlnoplochu  $\Sigma'$  obecného tvaru  $\delta$  - rozptylový kroužek,  $W$  - vlnová aberace

MIKŠ, Antonín. Aberace a jejich vliv na kvalitu vidění. In: *Moderní metody a přístroje v oční optice 2009*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009, s. 12-25. ISBN 978-80-01-04397-4.

<http://bme240.eng.uci.edu/students/08s/ticenogl/Wavefront-Guided%20LASIK/Wavefront.html>

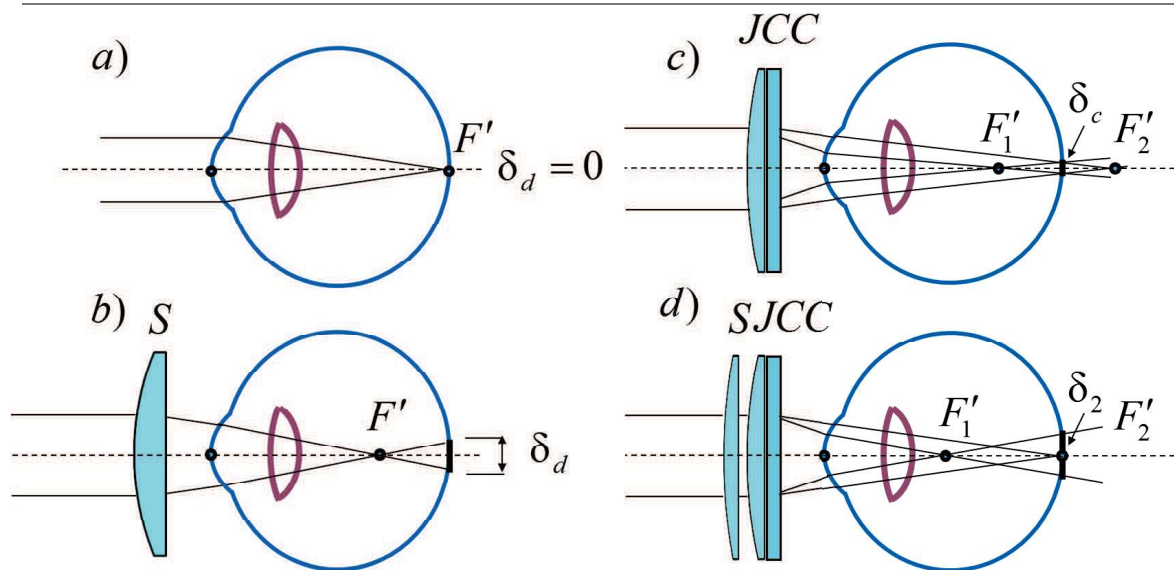
# Aberometrie



ATCHISON, George Smith; David. *Optics of the human eye*. 1. publ. Oxford [u.a.]: Butterworth-Heinemann, 2000. ISBN 07-506-3775-7.

BY MICHAEL KASCHKE, Karl-Heinz Donnerhacke. *Optical devices in ophthalmology and optometry: technology, design principles and clinical applications*. 1., Auflage. Weinheim, Bergstr.: Wiley-VCH, 2013. ISBN 978-3527410-682.

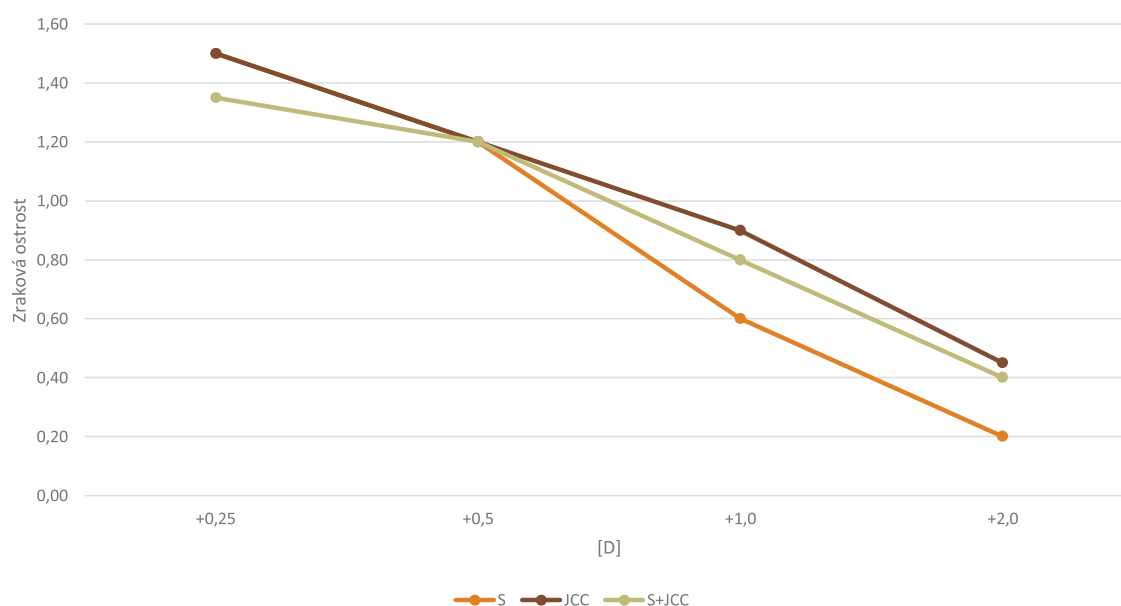
# Analýza vlivu defokusace a astigmatismu na zrakovou ostrost



Subjektivní měření zrakové ostrosti při sférickém a astigmatickém zamlžení:

- 27 osob s nulovým astigmatismem mezi 18 a 48 lety
- Měřeno ve vyšetřovně FBMI na LCD optotypu a digitálním foropteru firmy Topcon

# Analýza vlivu defokusace a astigmatismu na zrakovou ostrost



Graf č. 1: Průměrný pokles zrakové ostrosti při sférickém a astigmatickém zamlžení.

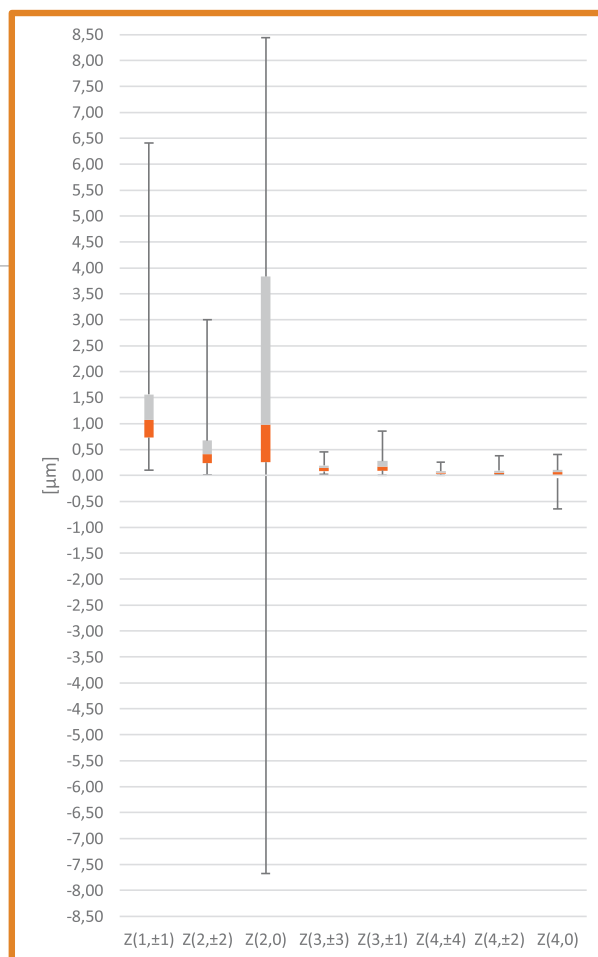
# Analýzy aberometrie

## Aberometrická měření:

- Soubor 50 osob mezi 19 a 48 lety
- Měřeno na aberometru ZEISS iProfiler ve vyšetřovně Helsinkí Metropolia University of Applied Sciences

## A. Četnost a variabilita aberačních koeficientů

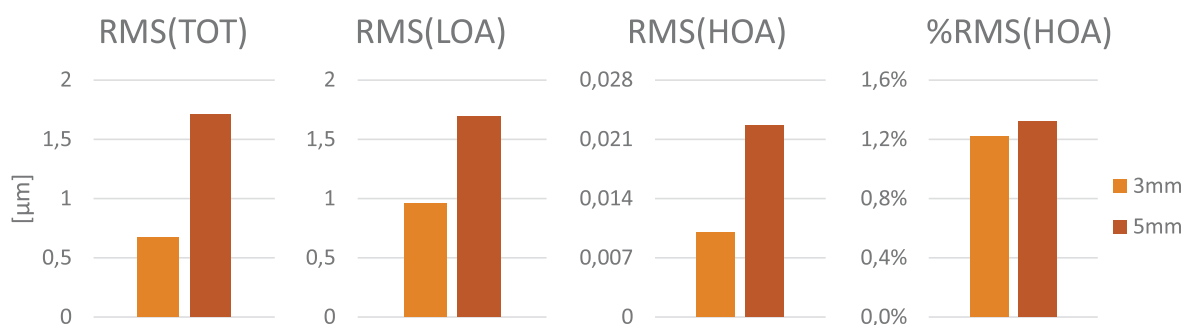
Graf č. 2: Rozložení a variabilita aberačních koeficientů v souboru 100 očí.



# Analýzy aberometrie

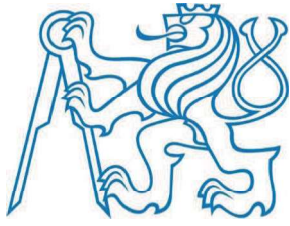
## B. Symetrie aberace pravého a levého oka

## C. Změna celkové aberace se změnou pupily oka



Graf č. 3: Změna střední kvadratické odchylky vlnové aberace pro pupily o průměru 3mm a 5mm.

## D. Analýza rozložení refrakčních vad



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

# Analýza vlivu aberací na základní parametry kvality vidění

---

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní obor: OPTIKA A OPTOMETRIE

Vedoucí práce: prof. Ing. Jiří Novák, Ph.D.

23. 9. 2015

TEREZA ČERNOHOUSOVÁ

# MIKROKALORIMETRIE JAKO METHODA STUDIA INTERAKCÍ PROTEINŮ S LIGANDY

Jindřich Durčák

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Hlavova 8, Praha 2

## **Abstrakt**

Interakce proteinů s vazebnými partnery se vyskytují u všech živých organismů, takřka u každého buněčného procesu. Studium proteinových interakcí proto tvoří významnou část biochemického výzkumu. Ukazuje se, že ještě cennější, než získání hodnot rovnovážných konstant těchto dějů, je určení hodnot jednotlivých energetických složek, tedy změn enthalpie a entropie. Pro termodynamickou analýzu vzniku komplexu vazebných partnerů, tedy pro určení hodnot změn entropie a enthalpie, lze využít isothermální titrační kalorimetrii (ITC). Mikrokolorimetrie se tak stává důležitou optimalizační technikou při vývoji nových léčiv, například protivirových látek.

Přestože je virus HIV známý přes 30 let, intenzivní výzkum nepřinesl ani vakcínu ani lék, který by trvale vyléčil pacienty. Bylo schváleno již 26 léků, z nichž většina cílí virové enzymy reversní transkriptasu a proteasu. Antiretrovirální léčba brání množení HIV a udržuje v chodu imunitní systém, avšak dlouhodobé užívání vede k resistenci vůči farmakům, která je způsobena mutacemi v cílových proteinech. Jeden z poměrně nových cílů terapeutického zásahu je formování kapsidy při vzniku nových virionů. Při skládání kapsidy dochází k mnoha protein – proteinovým interakcím, které jsou nezbytné při tvorbě infekčních virových částic.

Jako účinný inhibitor skládání kapsidy *in vitro* byl objeven peptid CAI, který se váže na C – terminální doménu kapsidového proteinu. V rámci této bakalářské práce byla provedena pomocí ITC termodynamická analýza vazby CAI na kapsidový protein a také jeho mutantní variantu CA Y169A. Právě tyrosin v pozici 169 se podílí na vazbě peptidu, a proto by tato bodová mutace v sekvenci kapsidového proteinu měla mít za následek změny termodynamických parametrů vzniku komplexu oproti komplexu CAI s nemutovaným kapsidovým proteinem.

V rámci teoretické části bakalářské práce byla provedena rešerše metody isothermální titrační kalorimetrie, její principy a využití. Následoval popis viru HIV, jeho životní cyklus, vlastnosti jednotlivých proteinů viru s hlavním důrazem na popis kapsidového proteinu. Na závěr teoretické části byly popsány inhibitory skládání virové částice, které cílí kapsidový protein. Praktická část bakalářské práce obsahovala přípravu a purifikaci kapsidového proteinu viru HIV a jeho mutantní varianty (CA Y169A) a termodynamická analýza vazby peptidu CAI na obě varianty připraveného kapsidového proteinu.

Výsledky bakalářské práce přinesly podrobné informace o vzniku komplexu obou variant kapsidového proteinu s peptidovým inhibitorem CAI. V případě nemutovaného kapsidového proteinu byla afinita vůči peptidovému inhibitoru CAI 2,6 – krát vyšší než v případě mutantní varianty CA Y169A. Pro případné terapeutické využití tohoto inhibitoru by však byla nutná optimalizace, která by ještě zvýšila afinitu inhibitoru vůči proteinu a také zlepšila jeho celkové farmakologické vlastnosti.

## **Klíčová slova**

*isothermální proteinová mikrokolorimetrie; disociační konstanta; protein – proteinové interakce; kapsid HIV; skládání virových částic*

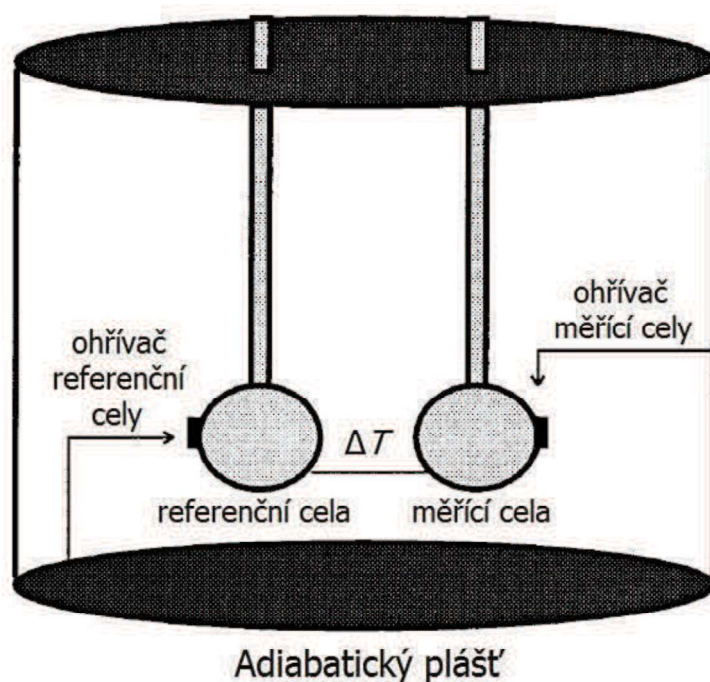
# Mikrokalorimetrie jako metoda studia interakcí proteinů s ligandy

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta,  
Hlavova 8, Praha 2

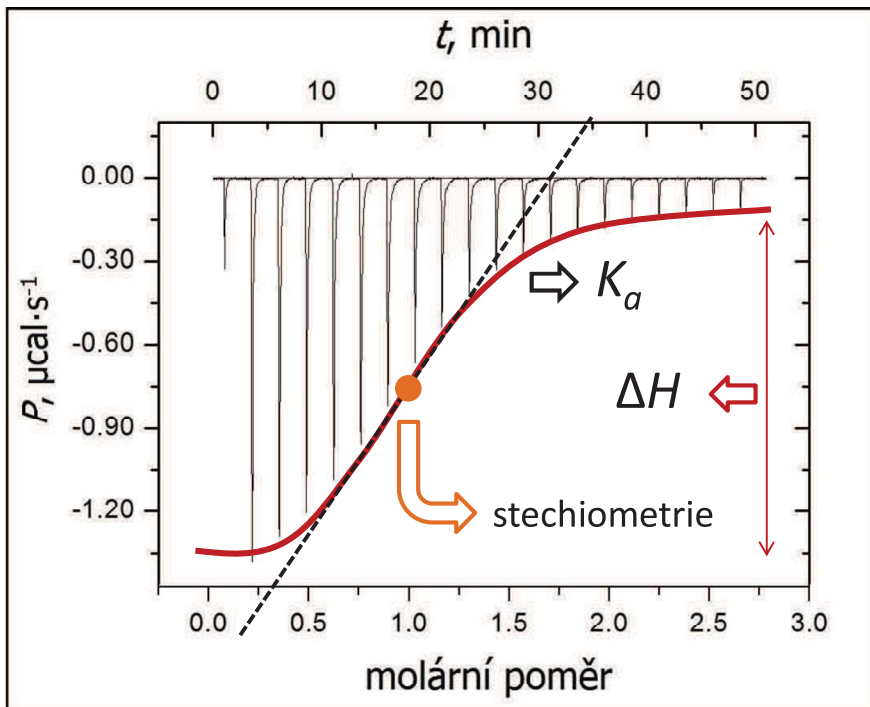
Jindřich Durčák

školitel: doc. RNDr. Jan Konvalinka, CSc.

## Isothermální titrační kalorimetrie (ITC)



# Výsledky termodynamické analýzy



- $\Delta G = -R \cdot T \cdot \ln K_a$

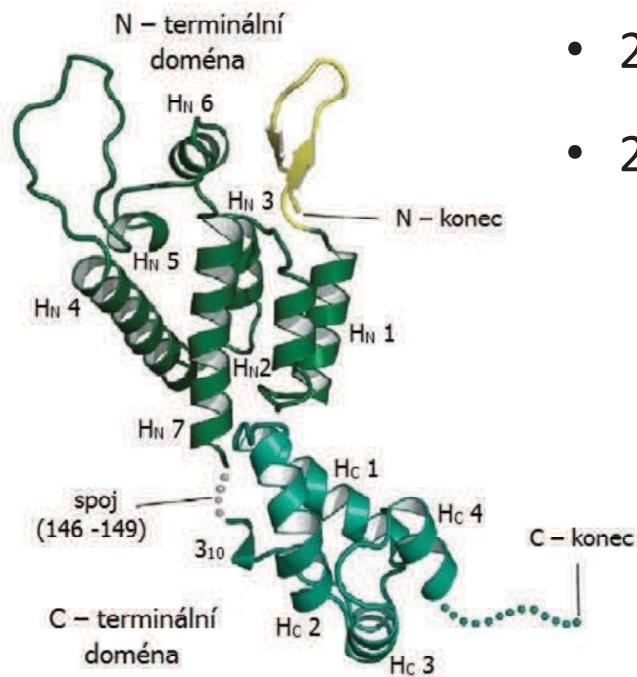
- $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$

## Interpretace výsledků

- $\Delta H$  – vodíkové vazby, elektrostatické a van der Waalsovy interakce  
– nescifické příspěvky – rozpouštění, protonace, rozdílné složení roztoků
- $\Delta S$  – hydrofobní interakce a konformační změny

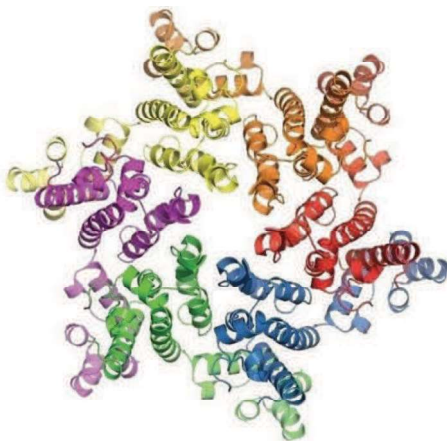


# Kapsidový protein viru HIV (CA)



- 231 aminokyselin; 25,6 kDa
- 2 globulární domény
  - N – terminální
  - C – terminální

## Kapsida viru HIV



- hexamer CA



- pentamer CA

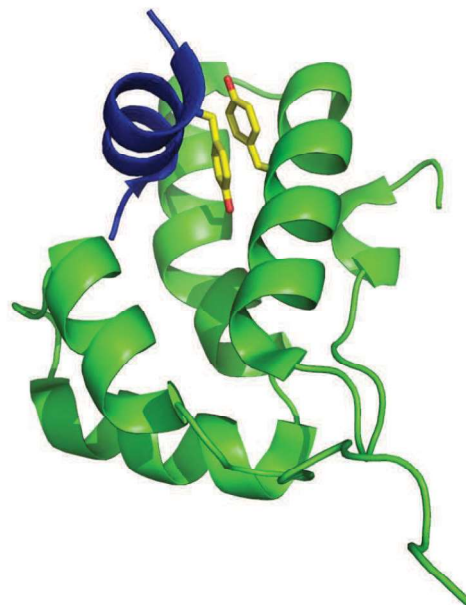


Kapsida viru

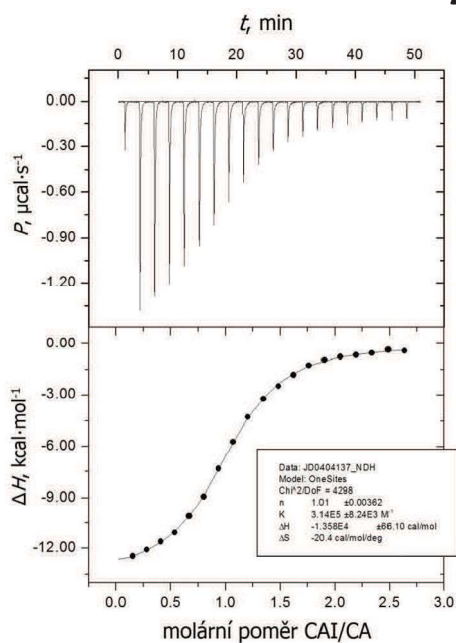


# Cíle práce

- Příprava kapsidového proteinu HIV a mutantního kapsidového proteinu (Y169A)
- Termodynamická analýza (ITC) vzniku komplexu obou variant kapsidového proteinu s peptidovým inhibítozem CAI



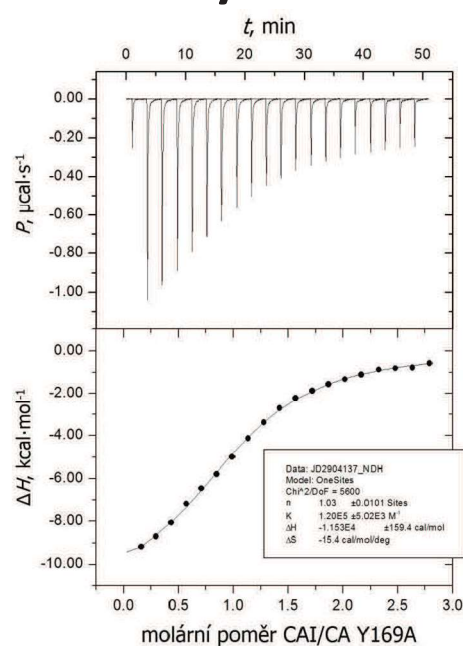
## Termodynamická analýza



CA x CAI  $K_d = 3,2 \pm 0,1 \mu\text{M}$

$$\Delta H = -13,6 \pm 0,1 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$$
$$-T \cdot \Delta S = 6,1 \pm 0,1 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$$

stechiometrie CAI/CA = 1,01



CA Y169A x CAI  $K_d = 8,3 \pm 0,4 \mu\text{M}$

$$\Delta H = -11,5 \pm 0,2 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$$
$$-T \cdot \Delta S = 4,6 \pm 0,2 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$$

stechiometrie CAI/CA Y169A = 1,03

# Shrnutí

- Byl připraven kapsidový protein a jeho mutantní varianta CA Y169A v dostatečném množství a čistotě pro ITC
- Byla provedena termodynamická analýza vzniku komplexu obou variant kapsidového proteinu na peptidový inhibitor CAI. Byly tak získány parametry  $\Delta H$ ,  $-T \cdot \Delta S$ ,  $n$ ,  $\Delta C_p$  a  $K_d$

# Poděkování

- Jan Konvalinka
- Milan Kožíšek

Děkuji za pozornost

# KONGRUENCE NA KONEČNÝCH AUTOMATECH

**Nela Grimová**

FEL ČVUT v Praze, Technická 2, Praha 6

## ***Abstrakt***

Práce se zabývá kongruencemi na konečných automatech a zejména studiem elementární stavové kongruence a její konstrukcí.

Nejprve jsou popsány základní pojmy nutné pro vymezení pojmů stavová kongruence, výstupní stavová kongruence a elementární stavová kongruence, což je nejmenší stavová kongruence spojující dva stavy. Následují důkazy pro existenci této kongruence.

Následně je čtenář seznámen s Myhill-Nerodovo větou a s dosavadním výsledkem zkoumání kongruencí na konečných i nekonečných automatech. Důležitým bodem je, že pouze minimum prací se zabývá hledáním kongruencí na množině stavů automatu.

Stěžejní částí práce je představení algoritmu pro hledání elementární stavové kongruence popsaného detailním pseudokódem a popsáním jeho možného zrychlení. Následující části dokazují správnost algoritmu a je odhadnuta časová složitost jak původní tak zrychlené verze algoritmu.

Následně je popsána implementace obou verzí algoritmu a diskutovány jejich výsledky na příkladech. Experimenty byly provedeny nad množstvím automatů, které obsahovaly od deseti do sto tisíců stavů, a srovnání mezi oběma verzemi bylo ukázáno v grafech.

V poslední části práce je představeno zobecnění představeného algoritmu a tím je nejmenší kongruence obsahující relaci.

## ***Klíčová slova***

*konečné automaty; stavová kongruence; elementární stavová kongruence; faktorový automat; nejmenší stavová kongruence obsahující relaci*

# Kongruence na konečných automatech

Nela Grimová  
FEL, ČVUT  
2015

## Konečný automat

- Teoretický výpočetní model
- Široká škála aplikací
- Mealyho automat - pětice  $(Q, X, Y, \delta, \alpha)$ , Moorův automat - pětice  $(Q, X, Y, \delta, \beta)$ , kde
  - $Q$  je konečná množina stavů
  - $X$  je konečná množina vstupních symbolů
  - $Y$  je konečná množina výstupních symbolů
  - $\delta$  (přechodová funkce) je zobrazení  $\delta: Q \times X \rightarrow Q$
  - $\alpha$  a  $\beta$  jsou výstupní funkce,  $\alpha: Q \times X \rightarrow Y$ ,  $\beta: Q \rightarrow Y$

## Kongruence

- Relace  $\sigma$ , která je ekvivalencí na nějaké algebraické struktuře  $A$  s operacemi  $\circ_1, \circ_2, \dots, \circ_n$ , která je slučitelná se všemi těmito operacemi

## Stavová kongruence

- Dán automat  $M = (Q, X, \delta)$
- Ekvivalence  $\rho$  na množině  $Q$  taková, že pro všechny stavy  $q, r \in Q$ , pro které  $q \rho r$ , a všechny vstupní symboly  $x \in X$  platí, že  $\delta(q, x) \rho \delta(r, x)$

## Elementární stavová kongruence

- Dán automat  $M = (Q, X, \delta)$  a dva různé stavy  $q, r \in Q$
- Nejmenší stavová kongruence  $\varrho_{q,r}$ , pro kterou platí, že  $q \varrho_{q,r} r$

## Předmět bakalářské práce

- Seznámení se s Myhill-Nerodovo větou
- Elementární stavová kongruence (vymezení, důkazy)
- Algoritmus pro hledání elementární stavové kongruence
- Důkaz správnosti algoritmu
- Odhadnutí časové náročnosti algoritmu
- Implementace
- Testování



Děkuji za pozornost

# SLEDOVÁNÍ POHYBOVÉ AKTIVITY PACIENTA NA LŮŽKU

David Hátle

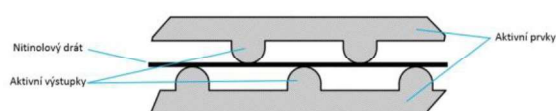
Technická univerzita v Liberci, Studentská 1402/2, Liberec

Spánek je v medicíně jedna z málo probádaných oblastí a je obestřen mnoha záhadami a doposud nevysvětlených pochodů. Jeho zkoumání, popis, snaha porozumět mu a stanovování patologických procesů se dějí převážně ve spánkových laboratořích při polysomnografických vyšetřeních. Při této proceduře se zkoumají nejrůznější biologické a elektrické projevy lidského těla. Například se sleduje srdeční aktivita pomocí elektrokardiografu, mozková činnost pomocí elektroencefalografu nebo dýchání pomocí senzoru průtoku vzduchu zavedeného do nosních dírek. Mnoho příznaků a onemocnění lze zjistit pomocí stávajících metod, ale co se zatím příliš nesleduje a mohlo by též mít svou vypovídající hodnotu, jsou pohybové projevy pacienta ve spánku.

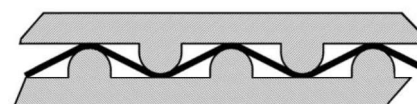
Pro měření budou použity dva způsoby, jak sledovat pohyby pacienta na lůžku. První způsob zahrnuje použití tlakových čidel na principu tenzometrů. Druhý způsob je podobný, ale s tím rozdílem, že v druhém případě jsou snímače modernější, vytisknuté na 3D tiskárně. Tato metoda byla vybrána, protože se začíná osvědčovat v jiných odvětvích, například v dopravním průmyslu při sledování tlaku na automobilové sedačce. Použití v lékařství je dalším logickým krokem a tato bakalářská práce by to měla potvrdit.

V teoretické části práce bude popsán tlak jako fyzikální veličina a způsob jeho měření. Dále bude náležitá pozornost věnována materiálu, který tvoří jádro obou snímačů. Praktická část bude zahrnovat návrhy uspořádání snímačů, samotná měření, jejich vyhodnocení a porovnání. Výzkum bude doplněn dvěma kapitolami o teplotní závislosti snímačů a konstrukci jednotky, která ovládá a vyhodnocuje signály z tlakových čidel.

## Princip čidel



Obr. 1: Nezatížený snímač

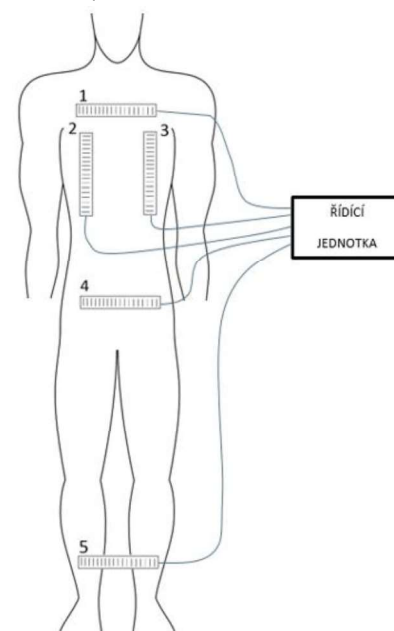


Obr. 2: Zatížený snímač

Z definičního vzorce pro odpor vodiče ( $R = \rho \frac{l}{S}$ ) vidíme, že při vzrůstající délce  $l$  a tím pádem i vzrůstajícím zatížení snímače, roste odpor vodiče. Této vlastnosti se využívá ke snímání tlaku pod ležícím pacientem.

**Rozmístění čidel:** Dá se říci, že tento model je nejuniverzálnější a nejlepší, protože dokáže nasnímat všechny situace stejně dobře jako ostatní navržené modely, bez ztráty informace. Pomocí tohoto rozložení snímačů je možné na lůžku snímat tyto situace: břišní i hrudní dýchání, kašláním, posazení a lehnutí, přetočení z boku na bok, syndrom neklidných nohou, záchvat a záškuby.

**Klíčová slova:** Niti, Nitinol, polysomnografie, spánek, měření, tlak





BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

# SLEDOVÁNÍ POHYBOVÉ AKTIVITY PACIENTA NA LŮŽKU

Autor: David Hátle (3. ročník BMT)

Vedoucí: Ing. Jiří Jelínek, Ph.D.

Konzultant: doc. Ing. Pavel Rydlo, Ph.D.



## 1. Cíle práce

- Seznámit se s metodou měření tlaku pomocí NiTi
- Porovnat chování čidel typu Belt a čidel vyrobených na 3D tiskárně (NiTi)
- Navrhnout konstrukční uspořádání
- Realizovat funkční model a provést ověřovací měření



## 2. Slitina Nitinol

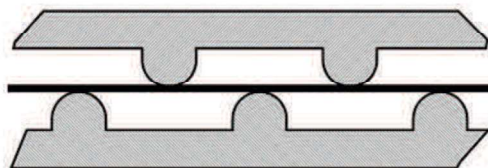
- Nikl a titan v poměru 1:1
- Superelasticita a tvarová paměť
- Rozsah deformace až 10 %
- Využití: zubní lékařství, ortopedie, miniinvazivní chirurgie



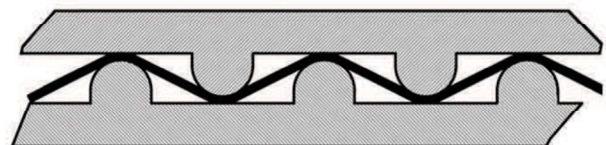
## 3. Princip snímače

- tenzometr

$$- R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$



nezatížený snímač



zatížený snímač





NiTi snímač

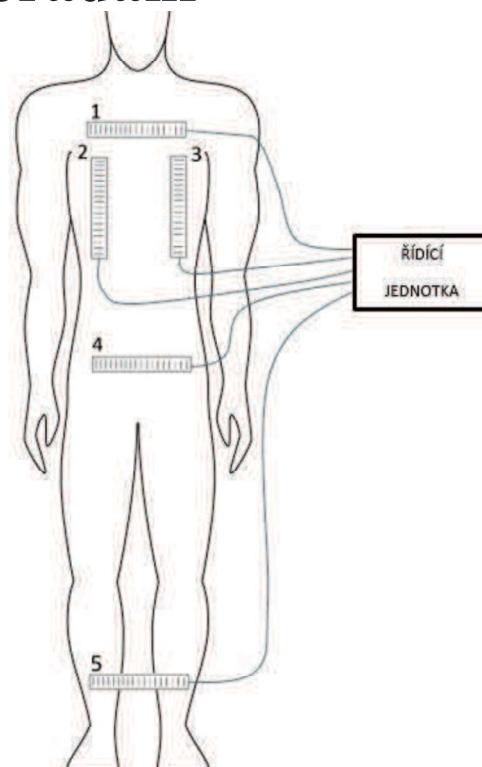


Belt snímač



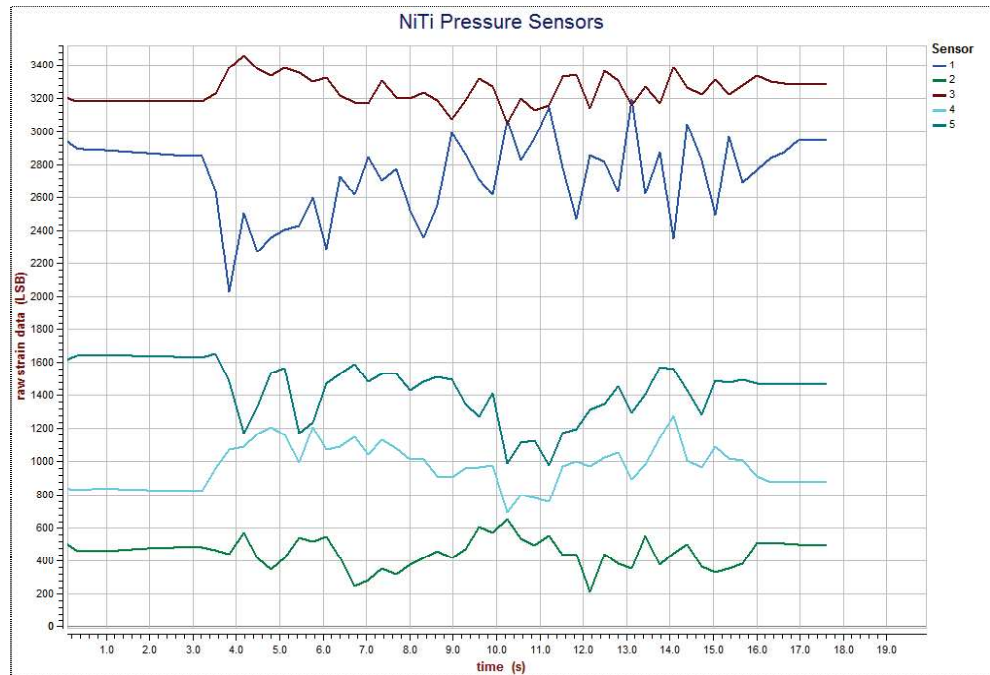
## 4. Návrh konstrukčního uspořádání

- K dispozici 5 NiTi a 2 Belt
- Celkem navrženo 7 modelů
- Nejvhodnější model D



## 5. Měření - NiTi

Záchvat

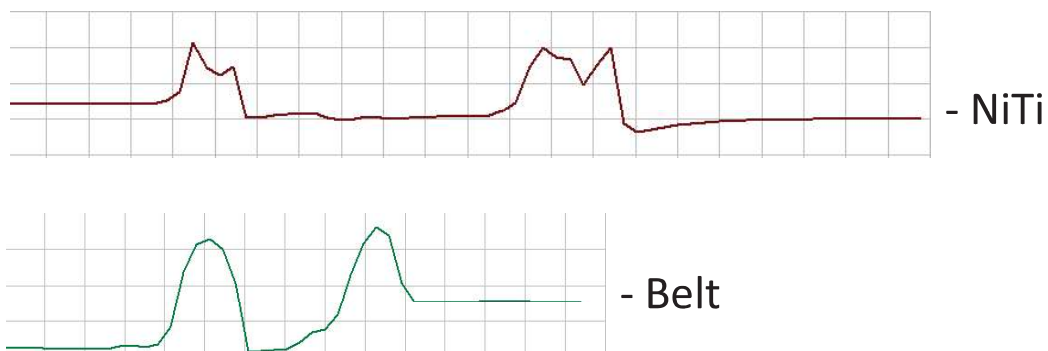


Sledování pohybové aktivity pacienta na lůžku | červen 2015



## 6. Porovnání

Dynamika

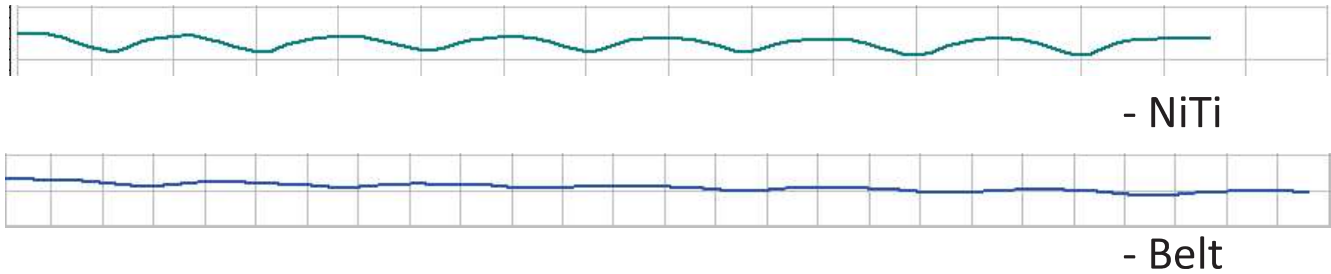


Sledování pohybové aktivity pacienta na lůžku | červen 2015



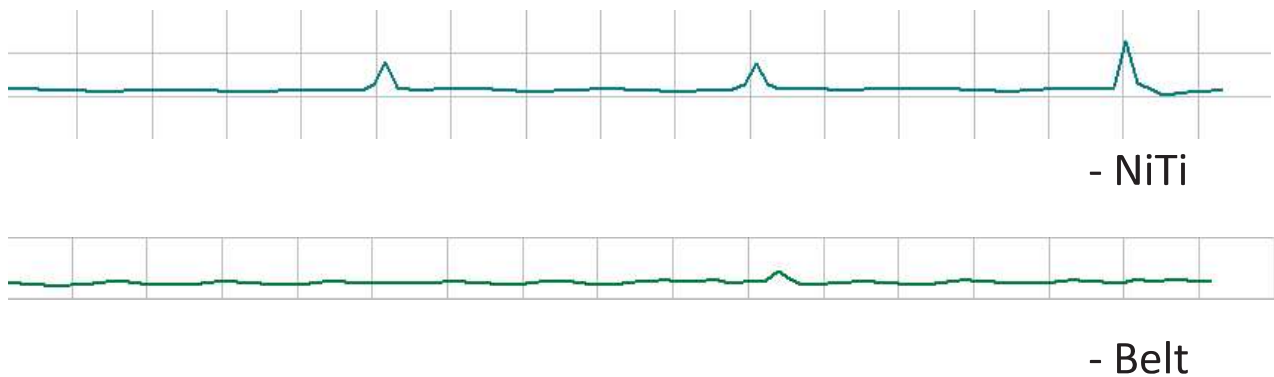
## 6. Porovnání

### Citlivost



## 6. Porovnání

### Citlivost





## 6. Porovnání

### Manipulace



**Děkuji za pozornost**





# TVORBA ZPĚTNOVAZEBNÍCH HER PRO REALIZACI NEUROFEEDBACK TERAPIE

Lenka Houdková

FEL ČVUT v Praze, Technická 2, Praha 6

## **Abstrakt**

Neurofeedback (EEG biofeedback) terapie je způsob využívaný k léčbě některých psychických poruch například ADHD (hyperaktivita a porucha pozornosti), kterou trpí v dnešní době zhruba 7% dětské populace. Jedná se o způsob, kdy se pomocí elektroencefalografu (EEG) snímají mozkové vlny z povrchu hlavy, které jsou následně za pomoci výpočetní techniky analyzovány. Na tomto signále jsou pozorovány různé parametry, zejména výkon v určitých frekvenčních pásmech. Aktivita v různých frekvenčních pásmech odpovídá specifickému stavu nebo činnosti člověka. Například aktivita v beta pásmu (12 – 20 Hz) odpovídá soustředění nebo stresu člověka.

Mozkovou aktivitu lze rozdělit na normální a abnormální. Takovým rozdělením se zabývá kvantitativní elektroencefalografie (qEEG), která na základě mnoha naměřených dat a odborným posudkům od lékařů rozděluje vzory v signálech na normální a abnormální. Abnormální aktivita odpovídá psychickým poruchám například ADHD.

Během neurofeedbackové terapie je známo jak vypadá aktivita u pacienta trpícího poruchou ADHD a také, jak má vypadat aktivita u zdravého člověka. Terapie se snaží za pomoci speciálně vytvořených her mozkovou aktivitu pacienta upravit do podoby odpovídající člověka bez poruchy. To se děje za pomoci operativního podmiňování, které spočívá v učení úspěchem, kdy je subjekt za požadované chování odměněn a tím se docílí k častějšímu výskytu tohoto chování.

Dalším prvkem terapie je zpětná vazba. Biofeedback obecně je proces, kdy je pacientovi měřena určitá fyziologická veličina v reálném čase a následně je pacientovi vhodně zobrazována. Pacient je schopen pomocí této zpětné vazby hodnoty ovlivňovat a tím se je alespoň částečně naučí ovládat. Lze takto sledovat například krevní tlak, pocení, tep, teplotu nebo svalové napětí. Při EEG biofeedbacku je pacientovi zobrazována jeho mozková aktivita a on je díky tomu do určité míry schopen ji ovládat.

Neurofeedbacková terapie tedy probíhá tak, že za pomoci hry zobrazujeme zábavným způsobem některé parametry mozkové aktivity. Pacient je díky této zpětné vazbě schopen tento parametr částečně ovlivňovat. Pokud se parametr mění požadovaným způsobem, je pacient ve hře kladně odměněn a tím se mu zafixuje daná hodnota jako správná.

V první části své bakalářské práce jsem se věnovala vysvětlení teoretického kontextu neurofeedback terapie. Stručně jsem popsala stavbu a funkci mozku, historii měření mozkové aktivity, současné způsoby měření a analýzy EEG, principy a průběh EEG biofeedback terapie.

V druhé polovině jsem se věnovala praktické části své práce. Navrhla jsem a implementovala tři hry vhodné pro neurofeedback terapii, které se staly součástí již existujícího systému, který je vyvíjen skupinou Biodat na fakultě elektrotechnické, ČVUT Praha. Všechny tři hry byly vytvářeny pro cílovou skupinu dětí ve věku 7 – 12 let. Pacienty jsou často děti, a proto je třeba mít velké množství her, neboť během jednoho sezení se jich vystřídá několik. Navíc každý vnější podnět působí na mozkovou aktivitu odlišně. Proto dvě z her, které jsem vytvářela, jsou orientované hudebně. Třetí hra používá externí zařízení Sphero. Jedná se o robotickou kouli, jejíž pohyb lze ovládat obvykle pomocí mobilního zařízení.

Všechny tři hry jsem implementovala pomocí programovacího jazyku JAVA. V hudebních hrách jsem využila volně šiřitelnou knihovnu MP3SPI a VorbisSPI, které implementují přehrávání hudebních formátů MP3 OGG Vorbis.

Všechny hry jsem na závěr své bakalářské práce otestovala a zjištěné výsledky shrnula.

## **Klíčová slova**

*neurofeedback, biofeedback, EEG, elektroencefalogram, elektroencefalograf, neuron, operativní podmiňování, Emotiv EPOC, Sphero, Biodat, Java, Swing, MP3SPI, VorbisSPI*

# Tvorba zpětnovazebních her pro realizaci neurofeedback terapie

1

Lenka Houdková

2

## Úvod

- ADHD – 7% dětské populace
- Léky
  - Dlouhodobý vliv není prokázán
  - Vedlejší účinky
- EEG biofeedback terapie (neurofeedback)
  - Potřebná rozmanitost her
  - Různé vstupy ovlivňují různé části mozku

# Neurofeedback

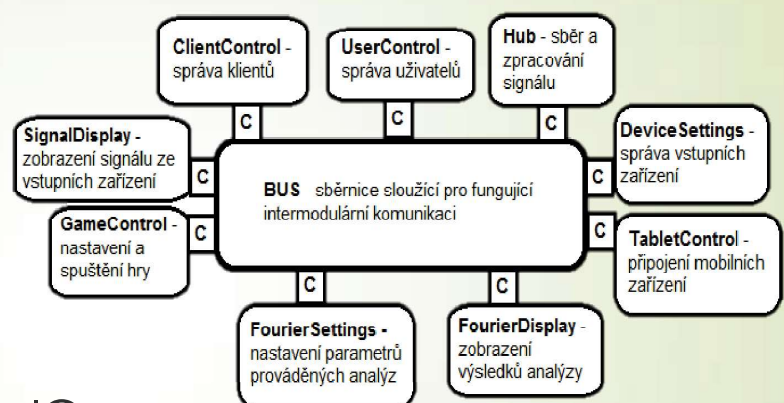
- Biofeedback - krevní tlak, pocení, tep, teplotu, svalové napětí, ...
- abnormální aktivita v EEG -> duševní porucha
- qEEG – rozdělení normálních a abnormálních vzorů
- Klasické podmiňování (Pavlov)
- Operativní podmiňování (Skinner)



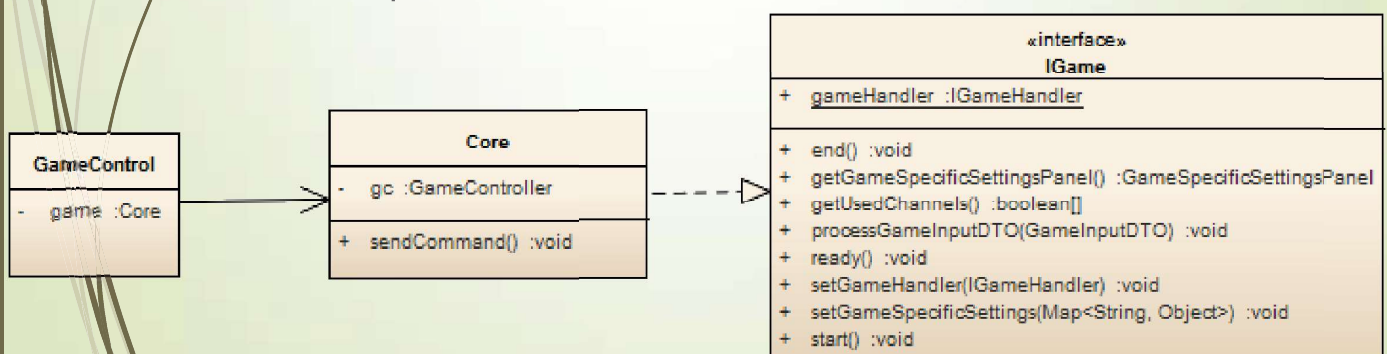
Zdroj: <http://www.entertherift.fr>

# Obecně k implementaci

- biodat
- JAVA verze 1.6



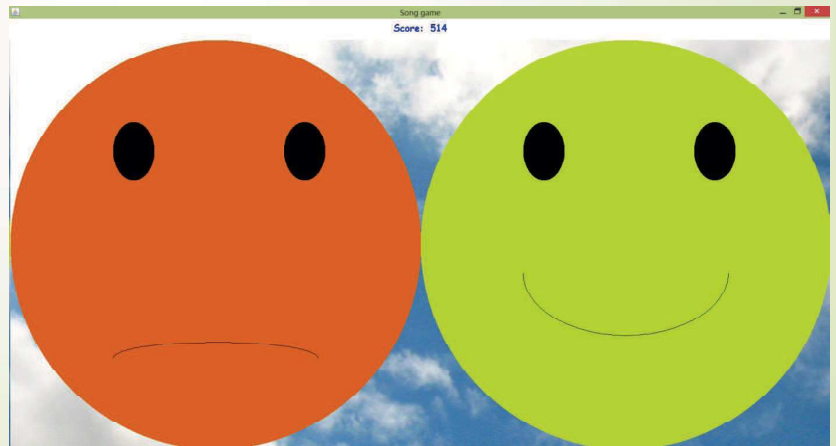
- Core implements IGame



5

## Smiley song game

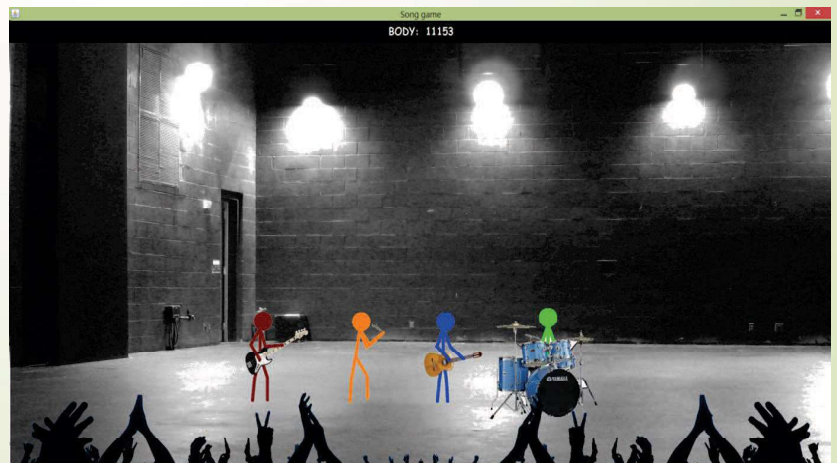
- 2 vstupní kanály
  - Rychlost
  - Šum
- javax.sound.sampled.spi
- MP3 - MP3SPI
- WAV
- AWT, Swing



6

## Band game

- 4 vstupní kanály
- Multitrack
- WAV, MP3
- OGG Vorbis - Vorbis SPI
- Pivot Animator



## Sphero game

- 1 vstupní kanál
- Sphero
  - Pohyb
  - LED
- Simulátor



Zdroj: <http://www.gosphero.com/>

## Testování

- Na testovacích datech
- Nálezy:
  - Problikávání
  - Malé rozdíly v hlasitosti
  - Sphero - problém s otáčením

Hra	Hra se spustila	Vykreslilo se grafické prostředí	Hra reaguje na příchozí data	Funkční skóre	Během hry nedošlo k chybě	Hra se úspěšně ukončila
Smiley song game	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Band game	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Sphero simple game	Ano	Ano	Ano	X	Ano	Ano

## Shrnutí a závěr

- ▶ Nové znalosti:
  - ▶ Neurofeedback
  - ▶ Zvukové knihovny
  - ▶ Sphero
- ▶ Tři nové hry pro terapii

# PROTOTYP KYTAROVÉHO MULTIEFEKTU

Peter Schmiedt

FEL ČVUT v Praze, Technická 2, Praha 6

## **Abstrakt**

Gitarové efekty boli stále lákadlom pre gitaristov a stále hrajú veľkú rolu v dnešnom hudobnom premysle. Tak ako speváci majú unikátny hlas, tak aj gitaristi chcu mať svoj unikátny zvuk gitary. Vďaka kombinácii a konkrétnych nastavení týchto efektov, dostáva hudobný nástroj svoj špecifický zvuk a poslucháč vie ľahšie rozoznať konkrétnu gitaristu alebo kapelu. Avšak rozpoznať a vedieť ako funguje široké spektrum gitarových efektov pre niekoho, kto s tým neprichádza často do styku, je obtiažne.

Cieľom tejto bakalárskej práce je zoznámiť sa s najčastejšie používanými efektami a so základmi digitálneho spracovania zvuku (DSP). Na úvod sa zoznámime už s existujúcimi riešeniami, ktoré sú buď open source, alebo aspoň čiastočne dovoľujú experimentovať s digitálnym spracovaním zvuku. Sú to zariadenia ako *Arduino Pedal Shield*, *MOD2DUO* a *OpenStomp Coyote 1*. Porovnáme si ich výhody a nevýhody, či už z hardvérového hľadiska, tak aj z hľadiska softvérového.

Ďalej sa zoznámime so základnými prvkami digitálneho spracovania zvuku ako sú Low/High/Band-Pass filtre a akým spôsobom ich vieme implementovať. Rozdelíme si gitarové efekty do skupín a podrobne sa budeme venovať každému efektu, ako pracujú a ako implementovať jednotlivé efekty za pomoci filtrov a iných prvkov. Určíme si taktiež poradie efektov zapojených v sérii a vysvetlíme si prečo sú niektoré zapojenia efektov nevhodné.

Na základe toho budeme vedieť odhadnúť, aký výkon budeme potrebovať od nášho vstavaného zariadenia a vysvetlíme si, čo by malo naše vstavané zariadenie obsahovať.

V implementačnej časti si popíšeme zvolené zariadenie *Microchip DM320011 Audio Development Board* a ukážeme si základnú časť programu, obsluhu displeja a tlačítok a nakoniec si popíšeme detajne každý efekt, ktorý budeme implementovať. Budeme implementovať základný reťazec efektov ako: Auto-Wah, Compressor, Limiter, Overdrive, Distortion, Fuzz, Bitcrusher, Delay a Flanger.

Nakoniec sa budeme venovať testovaniu s užívateľmi (hudobníkmi) a urobíme o tom finálnu správu.

Takto dostaneme prototyp gitarového multiektu, ktorý je zvukovo konkurencie schopný s komerčnými multiektami a obsahuje spektrum efektov, ktoré si užívateľ dokáže sám ľubovoľne nastaviť.

Táto práca prevedie čitateľa celým procesom návrhu a implementácie digitálneho gitarového multiektu. Čitateľ pritom nemusí mať predošlé skúsenosti so spracovaním digitálnych signálov.

## **Kľúčová slova**

*gítara; efekt; reťazec; digitálne spracovanie signálu; C; multiekt; fuzz; distortion; overdrive; limiter; compressor; bitcrush; delay; flanger;*

# Prototyp Kytarového Multiefektu

Bakalářská Práce  
Peter Schmiedt

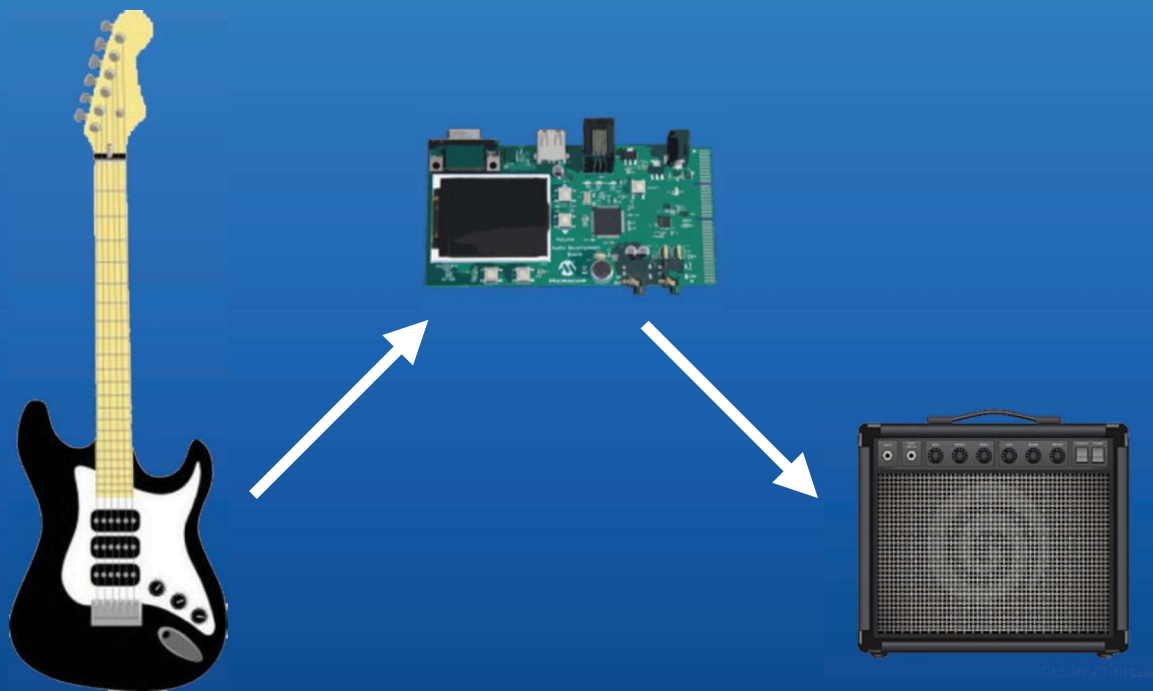
2015 FEL ČVUT

## Gitarový efekt

- zariadenie, ktoré modifikuje zvuk hudobného nástroja
- prvý efekt (Overdrive) 40. roky 20. storočia
- s príchodom tranzistoru začali vznikať ďalšie gitarové efekty



# Zapojenie

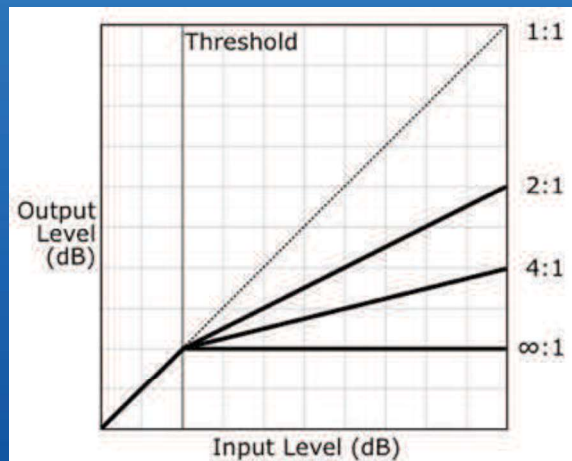


# Ret'azec efektov



# Compressor / Limiter

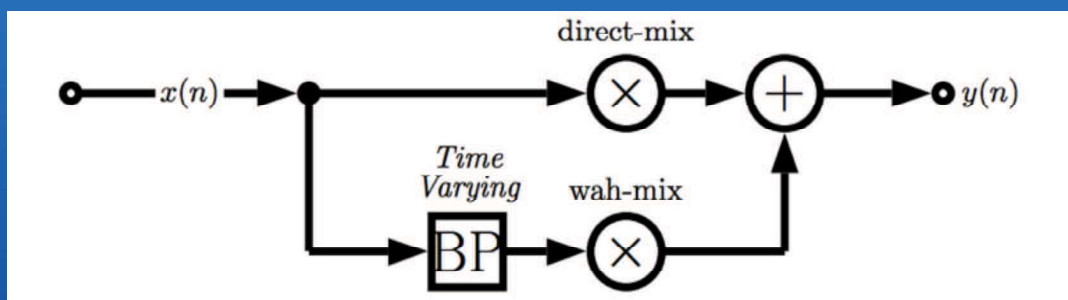
- Dynamické spracovanie zvuku



- Limiter je Compressor s vysokým kompresným pomerom

# Wah-Wah

- Časovo premenlivý Band-Pass filter, ktorý sa mení na základe signálovej obálky



- mení sa stredová frekvencia Band-Pass filtra

# Overdrive

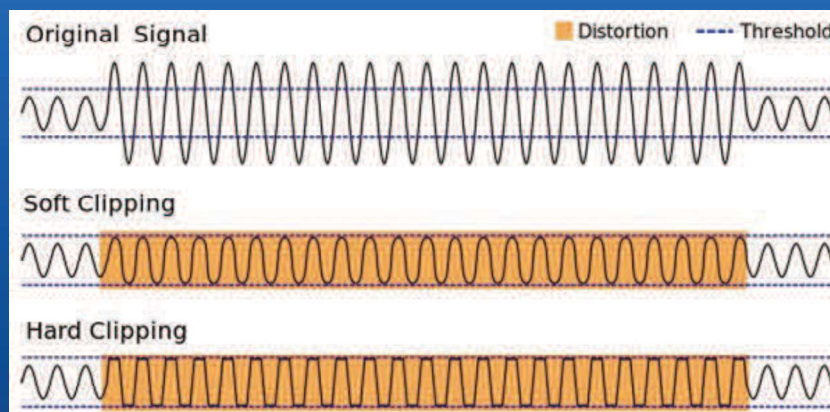
- Nelineárne spracovanie zvuku

$$f(x) = \begin{cases} 2x & x < \frac{1}{3} \\ \frac{3-(2-3x)^2}{3} & \frac{1}{3} \leq x < \frac{2}{3} \\ 1 & \frac{2}{3} \leq x < 1 \end{cases}$$

# Fuzz / Distortion

- Nelineárne spracovanie zvuku

$$f(x) = \frac{x}{|x|} (1 - e^{-\frac{\alpha x^2}{|x|}})$$



# BitCrush

- Digitálny efekt
- Zmenší pôvodnú bitovú hĺbku

# Flanger

- Oneskorovací efekt s premenlivou dĺžkou oneskorenia
- Oneskorovací filter s tzv. "forward feedback"
- Oneskorenie je v rozmedzí 0-20ms
- Oneskorenie je riadené LFO (Low Frequency Oscillator) s frekvenciou 1-10Hz

# Budúcnosť

- Priame spojenie s PC (GUI rozhranie)
- Výkonnejšia platforma
- Nožný ovládač
- Estetika (ochranný kryt)

# Oponentúra

- ➔ Umožnil by výkon procesoru analýzu výšky tónu a prevod této informace na MIDI signály?
- Pitch detection algorithm
- MIDI rozhranie
- ✓ Áno, za predpokladu potrebných výstupov pre MIDI

Ďakujem za pozornosť

## **WORKSHOP BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ A INFORMATIKY 2015**

© České vysoké učení technické v Praze  
ISBN: 978-80-01-05816-9