



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Praha, 21.-23.9. 2016

Workshop biomedicínského inženýrství a informatiky 2016

SBORNÍK

Editoři:

Ing. Jan Dvořák

Ing. Naděje Havlíčková

Ing. Jan Havlík, Ph.D.

Ing. Zdeněk Horčík

Ing. Matouš Pokorný

Ing. Ondřej Renza

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: 978-80-01-05916-6

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

Ing. Ondřej Renza

Konference byla financována z grantu SVK 25/16/F3 uděleného ČVUT v Praze.

PŘEDMLUVA

Vážené kolegyně a kolegové,

držíte v ruce sborník prezentací ze čtvrtého ročníku workshopu Biomedicínského inženýrství a informatiky. Opět se 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 jejich bakalářských projektů, které na závěr svého bakalářského studia úspěšně obhájili. Jejich prezentace před účastníky workshopu studentům umožňují seznámit se hned z kraje studia s prací svých nových kolegyň 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 přínosný 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

Benešová Michaela

<i>PREDIKCE KARDIÁLNÍ AUTONOMNÍ NEUROPATIE U PACIENTŮ S DIABETEM.....</i>	7
---	---

Domankuš Miroslav

<i>ANALÝZA ŠTRUKTÚRY KOVOV S VYUŽITÍM TRANSMISNÉHO ELEKTRONOVÉHO MIKROSKOPU.....</i>	16
--	----

Kumpošt Vojtěch

<i>VYUŽITÍ CYKLICKÝCH ALTERNUJÍCÍCH VZORCŮ PŘI ANALÝZE PSG ZÁZNAMŮ</i>	22
--	----

Malena Lukáš

<i>VÝPOČET INDUKOVANÉ INTENZITY ELEKTRICKÉHO POLE TRANSKRANIÁLNÍ MAGNETICKOU STIMULACÍ</i>	28
--	----

Papežová Iveta

<i>DIAGNOSTIKA TVARU A VELIKOSTI NANOČÁSTIC S VYUŽITÍM MIKROSKOPIE ATOMÁRNÍCH SIL.....</i>	41
--	----

Sobotíková Kateřina

<i>ZPRACOVÁNÍ STOMATOLOGICKÝCH 3D RENTGENOVÝCH SNÍMKŮ</i>	49
---	----

PREDIKCE KARDIÁLNÍ AUTONOMNÍ NEUROPATIE U PACIENTŮ S DIABETEM

Michaela Benešová

FEL ČVUT v Praze, Technická 2, Praha 6

Abstrakt

Práce se zabývá analýzou medicínských dat, jejich předzpracováním a konstrukcí klasifikátoru za účelem predikce kardiální autonomní neuropatie u pacientů s diabetem. Data minigové metody nacházejí často uplatnění v medicíně, kde může klasifikátor sloužit jako pomocný nástroj při diagnostice. Cílem práce je porovnat vlastnosti klasifikátoru random forest v případě, že na vstupu budou nedoplněná data, a v případě, že data na vstupu budou uměle doplněna.

Jsou použita reálná vstupní data. V první řadě je nutné jejich předzpracování, včetně implementace metody na doplnění chybějících hodnot. Byla vybrána metoda k -NN. Pro predikci je využit klasifikátor random forest. Kvalita klasifikace je zhodnocena na základě kontingenční tabulky, ROC křivky (receiver operating characteristic curve), AUC (area under the ROC curve), celkové přesnosti, senzitivity, specificity a pozitivní a negativní prediktivní hodnoty. K porovnání výsledků pro nedoplněná a doplněná data na vstupu byl využit McNemarův test a dvouvýběrový t -test.

Provedené testy nepotvrdily na hladině významnosti 5 % rozdíl v celkové přesnosti klasifikátorů pro nedoplněná a doplněná data, ani ve střední hodnotě AUC. Rozptyl hodnot AUC byl vyšší při klasifikaci doplněných dat.

Z dosažených výsledků plyne, že umělé doplnění chybějících hodnot metodou k -NN nemá vliv na kvalitu klasifikátoru random forest. Aplikace metody k -NN by při použití jiného klasifikátoru, který nemůže mít na vstupu chybějící údaje, umožnila využít i původně nekompletní případy a lze se domnívat, že by zvýšila úspěšnost klasifikátoru.

Cíl práce byl splněn, vliv doplnění hodnot na chybu klasifikace nebyl prokázán.

Klíčová slova

random forest; náhodný les; predikce; diabetes mellitus; kardiální autonomní neuropatie; klasifikace

Predikce kardiální autonomní neuropatie u pacientů s diabetem

Michaela Benešová

Vedoucí: Ing. Jakub Novák

Konzultant: doc. MUDr. Lucie Riedlbauchová, Ph.D., FN Motol (externí)

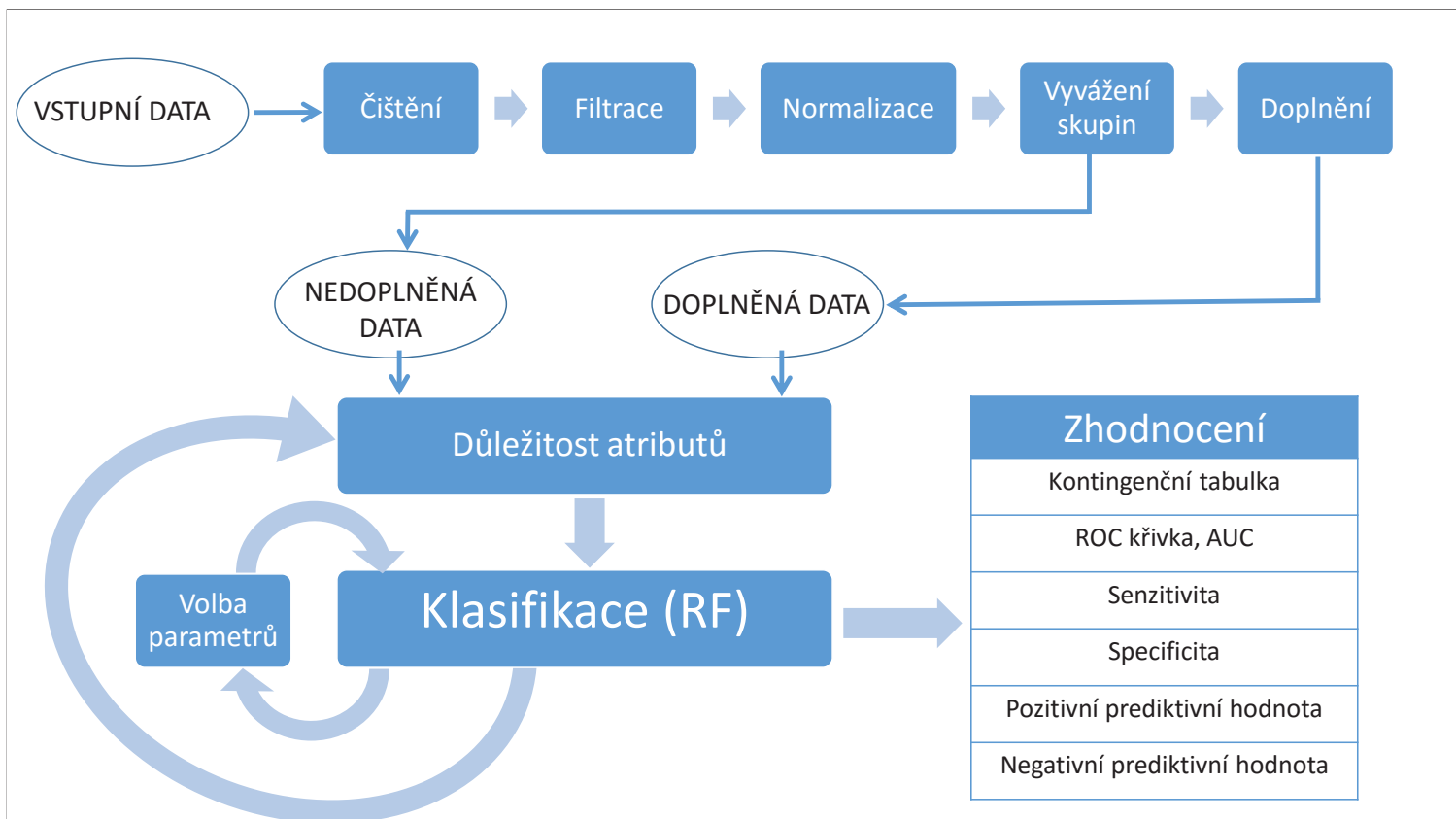
Motivace

- Kardiální autonomní neuropatie (KAN)
 - Závažná komplikace diabetu, obtížná diagnostika
 - Odhalení v subklinické fázi → snížení rizika budoucích kardiovaskulárních komplikací [1]

[1] American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Diabetes Care. 2004, 27(1), s. 5-10.

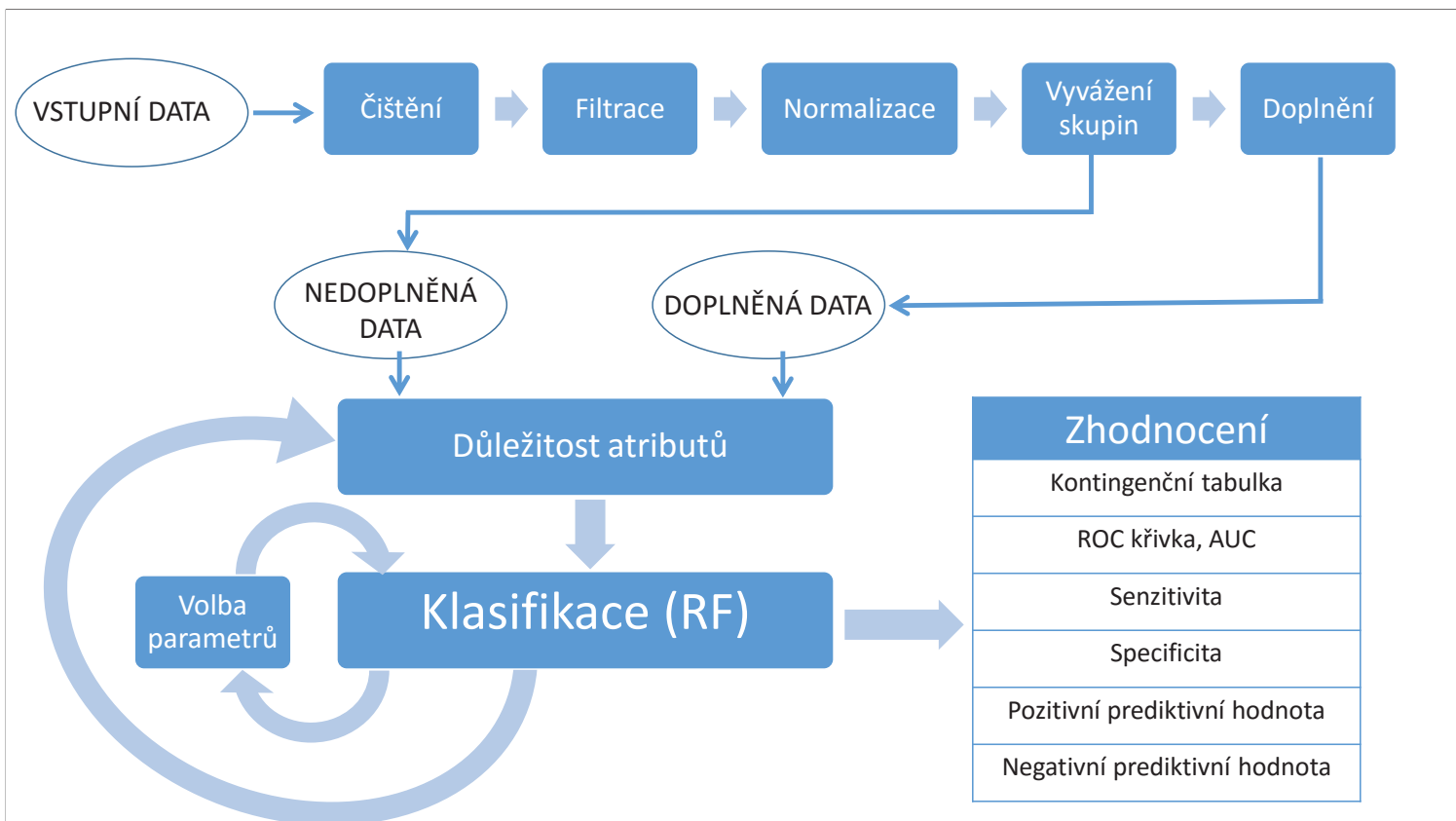
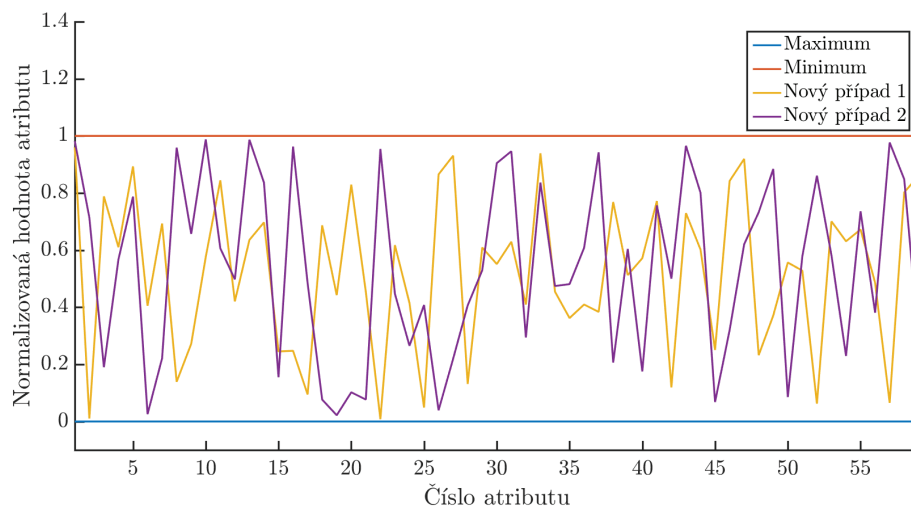
Cíle

- Předzpracování dat z FN Motol
 - Filtrace
 - Transformace
 - Vyvážení skupin
 - Doplnění chybějících hodnot
- Klasifikátor random forest (DM vs. DM + KAN)
- Porovnání výsledků pro nedoplněná a doplněná data

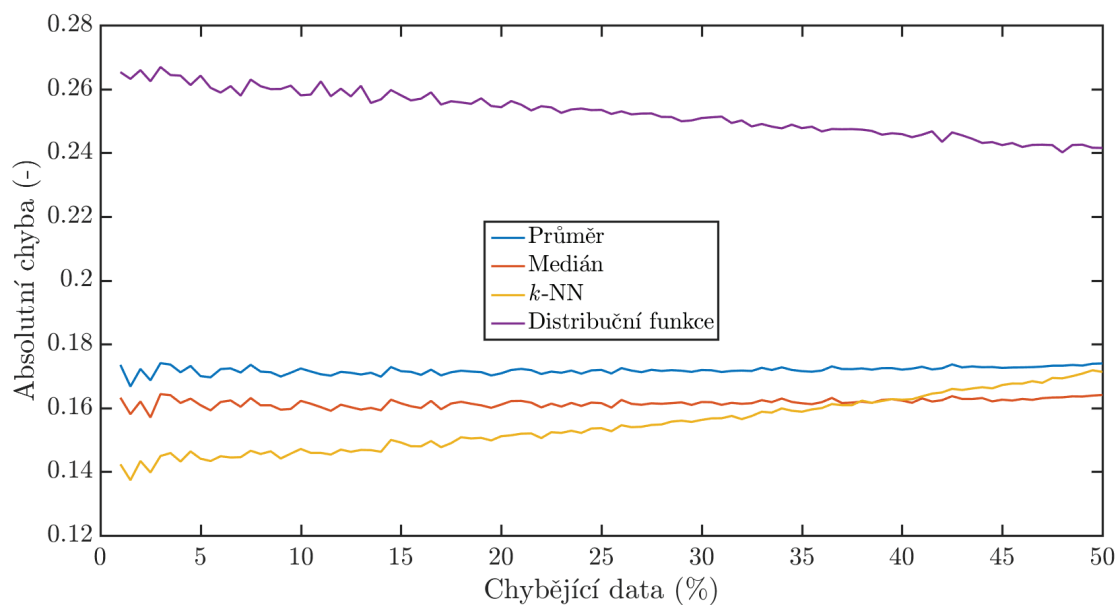


Vyvážení skupin

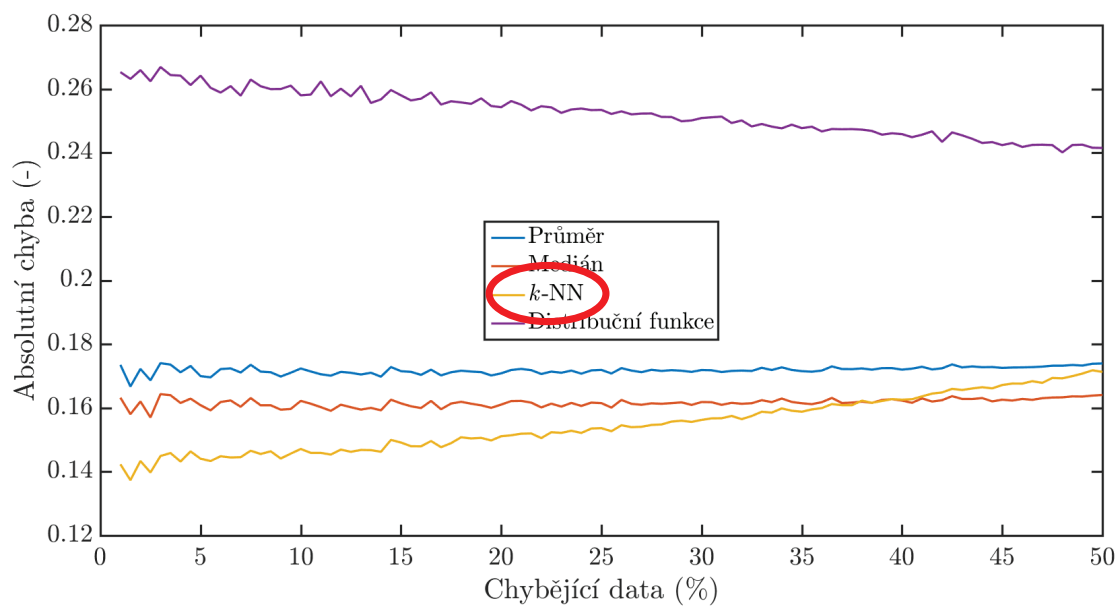
- SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique)

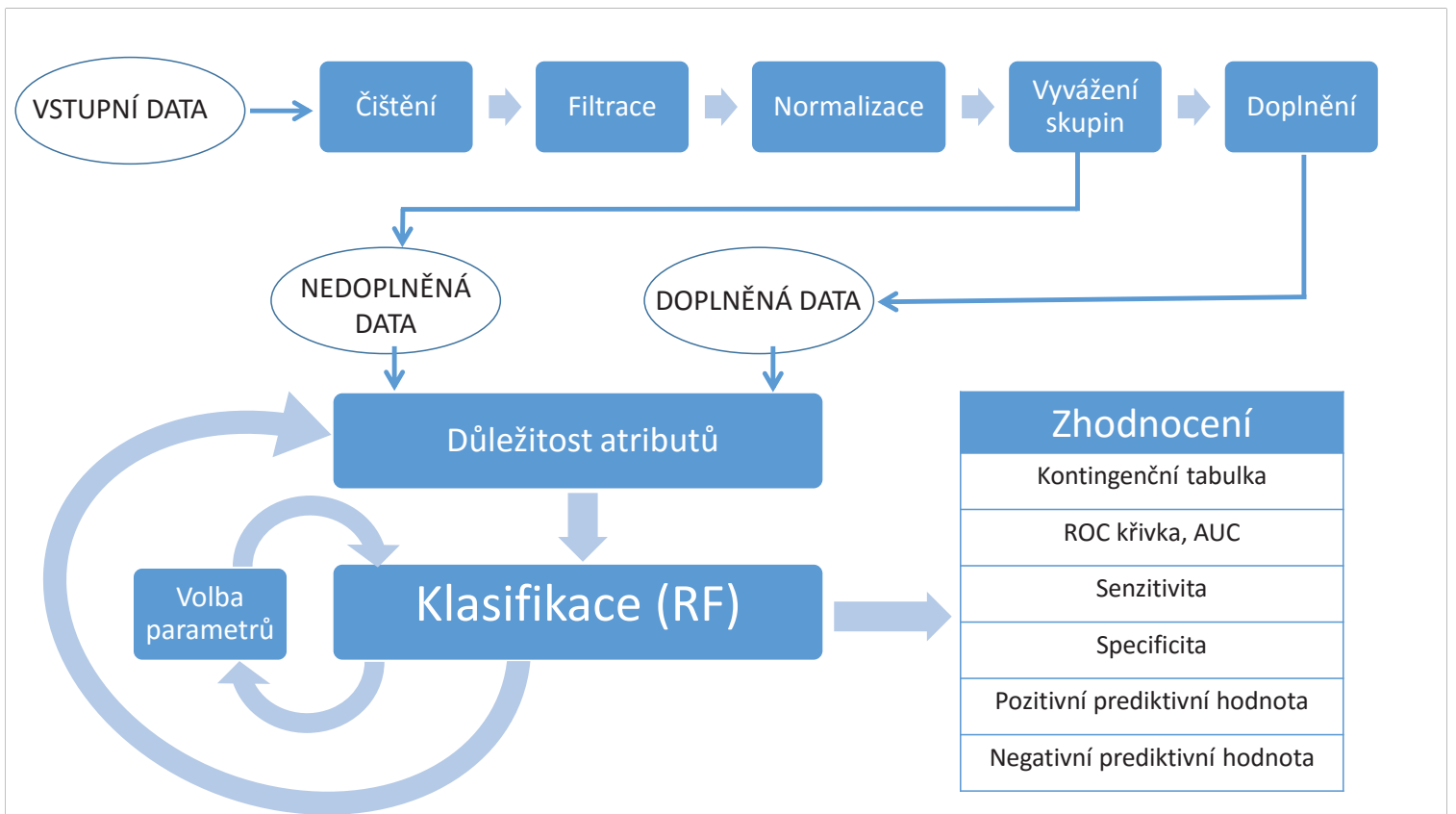


Doplnění



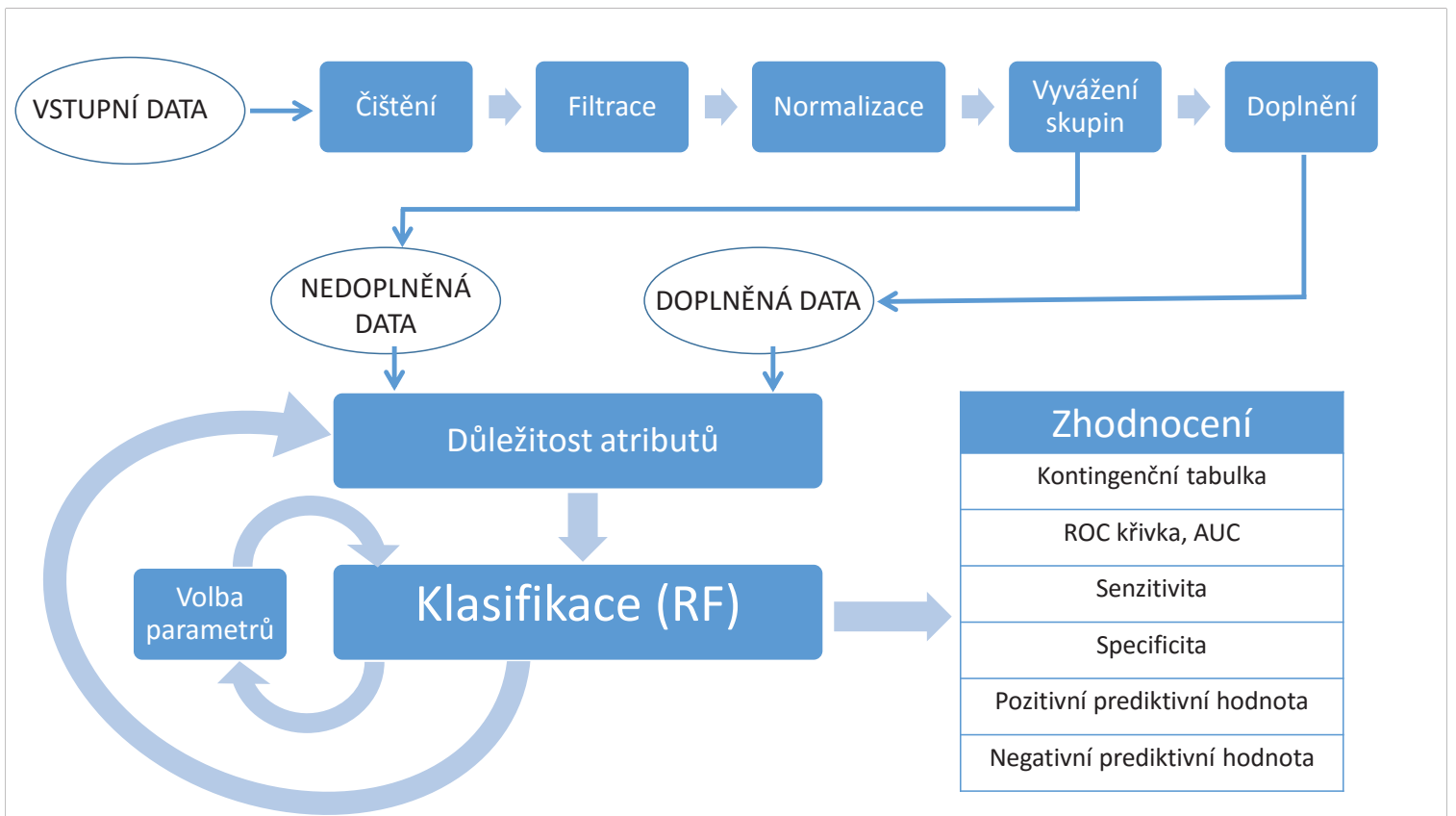
Doplnění



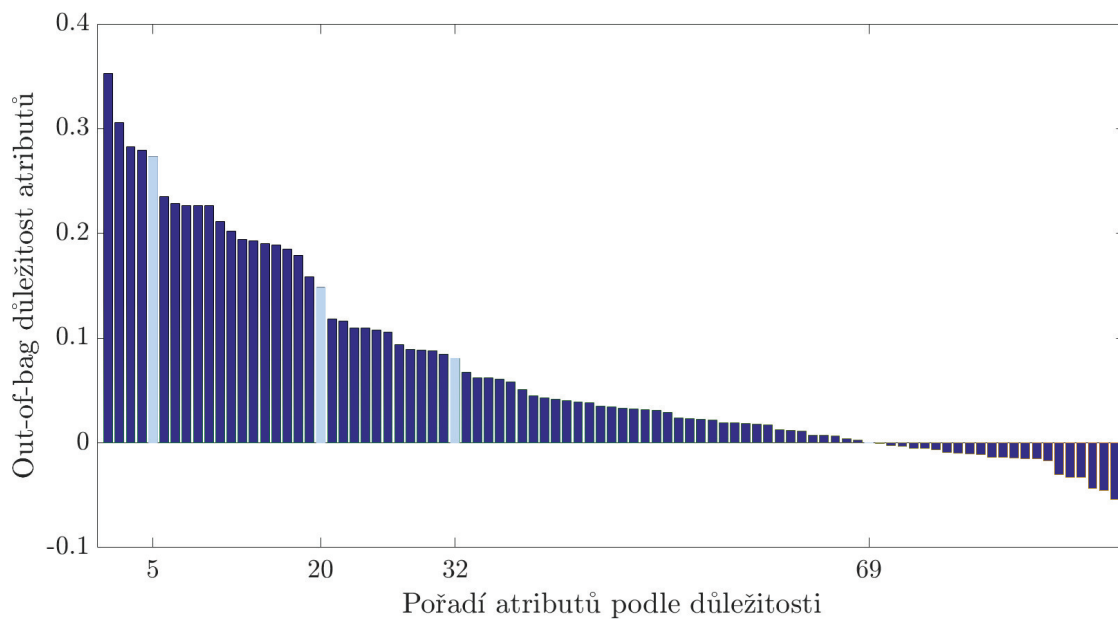


Parametry klasifikátoru

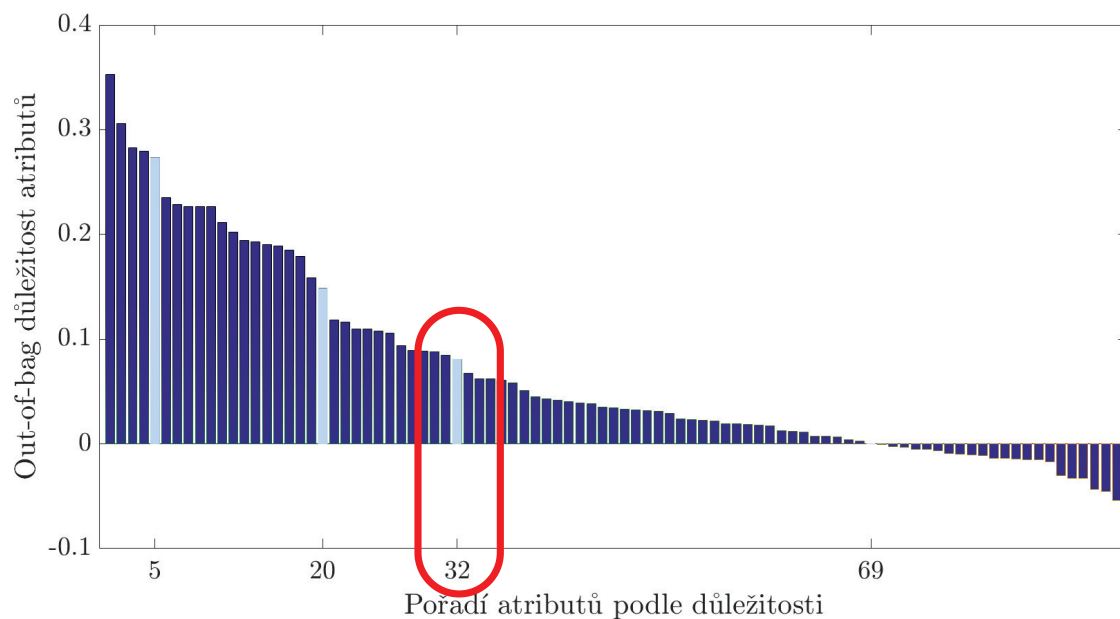
Typ:	random forest
Počet rozhodovacích stromů:	80
Bootstrapový výběr:	$\frac{2}{3}$ z celkového počtu případů
Počet atributů:	odmocnina z celkového počtu atributů



Výběr atributů – nedoplněná data



Výběr atributů – nedoplněná data



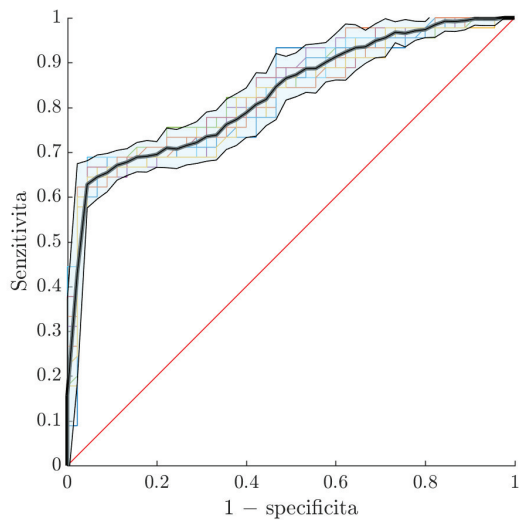
Výsledky

- Desetinásobná křížová validace, leave-one-out křížová validace

	Nedoplněná data	Doplněná data
AUC	0,83	0,84
Celková přesnost (%)	75,22	75,89
Senzitivita (%)	72,24	72,44
Specifická (%)	78,24	80,65
Pozitivní prediktivní hodnota (%)	80,44	83,56
Negativní prediktivní hodnota (%)	70,00	68,22

- McNemarův test ($\alpha = 0,05$) → rozdíl v celkové přesnosti není statisticky významný

Nedoplněná data



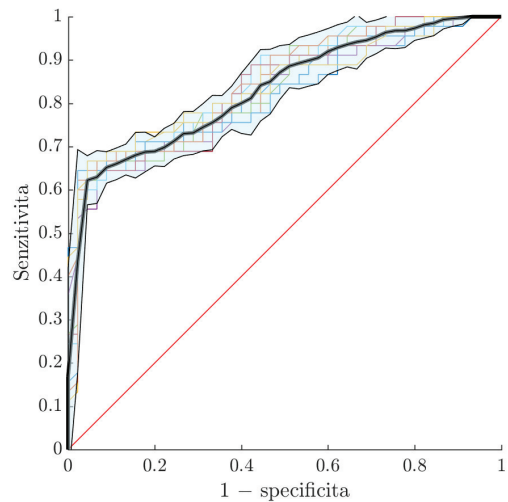
- χ^2 test dobré shody ($\alpha = 0,05$)
- Dvouvýběrový F-test ($\alpha = 0,05$)
- Dvouvýběrový t-test ($\alpha = 0,05$)

→ potvrzení normality

→ rozptyly jsou odlišné

→ střední hodnoty nejsou odlišné

Doplněná data



Shrnutí

- ✓ Předzpracování dat z FN Motol
 - ✓ Filtrace
 - ✓ Transformace
 - ✓ Vyvážení skupin
 - ✓ Doplnění chybějících hodnot
- ✓ Klasifikátor random forest (DM vs. DM + KAN)
- ✓ Porovnání výsledků pro nedoplněná a doplněná data

ANALÝZA STRUKTURY KOVOVÝCH MATERIÁLŮ S VYUŽITÍM TRANSMISNÍHO ELEKTRONOVÉHO MIKROSKOPU

Miroslav Domankuš

FEL ČVUT v Praze, Technická 2, Praha 6

Abstrakt

Práce popisuje teorii difrakcie elektrónového zväzku na kryštálovej mriežke pevných látok a techniky používané na prípravu vzoriek pre transmisnú elektrónovú mikroskopiu. Štruktúra binárnej horčíkovej zliatiny so zložením Mg-6wt.%Zn bola analyzovaná pomocou techniky svetlého poľa vo svetelnom mikroskope a následne pomocou techník difrakcie so selekčnou clonou a svetlého poľa v transmisnom elektrónovom mikroskope. Pomocou difrakčných obrazcov bola identifikovaná sekundárna intermediárna fáza Mg₂₁Zn₂₅, ktorá sa vyskytuje v podobe mikročastíc v alpha-Mg matrici.

Klíčová slova

Elektrónová difrakcia; transmisný elektrónový mikroskop; MgZn; Mg₂₁Zn₂₅



Analýza štruktúry kovov s využitím transmisného elektrónového mikroskopu

Vedúci práce: Ing. Martin Němec
Oponent: Ing. Viera Gärtnerová, Ph.D.

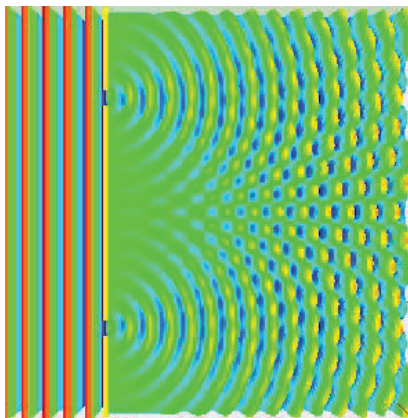


Miroslav Domankuš

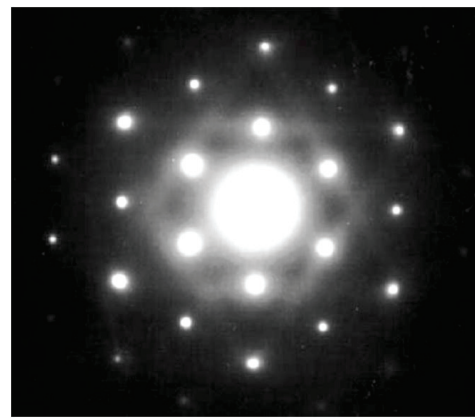
22. 9. 2016

Difrakcia

- vlna zahýba do oblasti geometrického tieňa
- difrakcia na kryštálovej mriežke – analýza kryštálovej štruktúry
- difrakčné obrazce – rozloženie bodov – rozloženie kryšt. rovín



Zdroj: [1]



Zdroj: [2]

- dopadajúce žiarenie – Röntgenové žiarenie, neutróny, *elektróny* – *transmisný elektrónový mikroskop (TEM)*

Použitý materiál

- binárna horčíková zliatina **Mg-6wt.%Zn** – roztavenie v grafitovom kelímku v Ar atmosfére
- žíhanie po dobu 20 hodín pri teplote 320°C
- kalenie v teplej vode

3

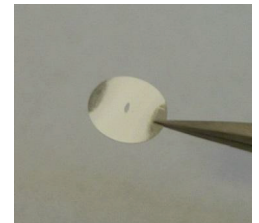
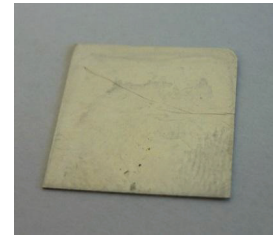
Príprava vzoriek

- vzorky pre svetelný mikroskop a TEM
- minimalizácia artefaktov
 - napr. tepelné a mechanické ovplyvnenie štruktúry
- vzorky pre TEM
 - transparentnosť pre elektrónový zväzok – **do 200 nm**
 - tenký disk s priemerom 3 mm

4

Príprava vzoriek pre TEM

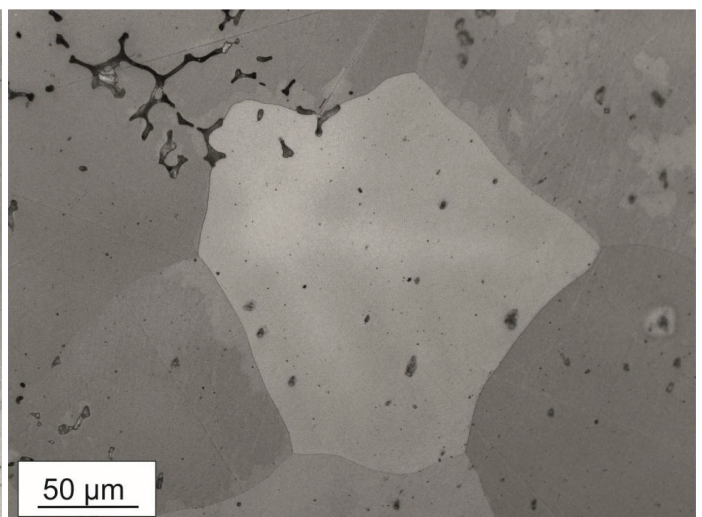
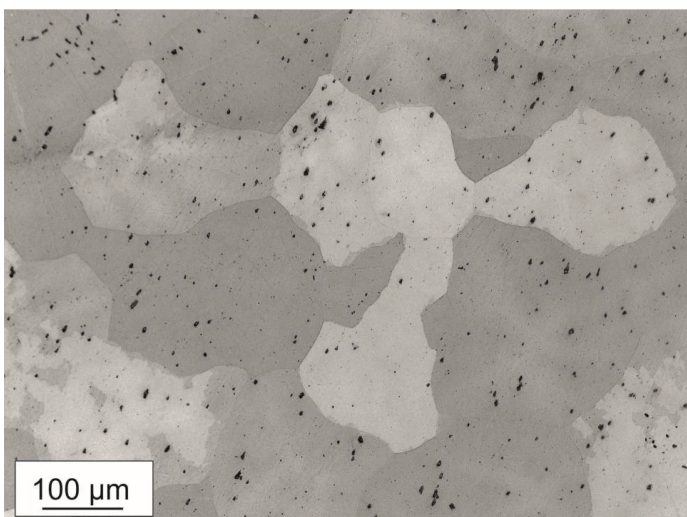
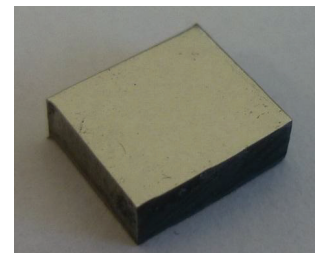
- rezanie plátku
 - pomalobežná kotúčová píla - $\sim 700 \mu\text{m}$
- stenčovanie plátku a odber 3 mm diskov
 - brúsenie na metalograf. papieroch - $\sim 150 \mu\text{m}$
 - odber diskov vyrážačkou
- stenčenie disku a iónové leštenie
 - stenčovanie disku - $\sim 50 \mu\text{m}$
 - iónové leštenie - 4 kV; $-4,1^\circ$; $+4,1^\circ$; $\sim 3\text{h}$



5

Pozorovanie vo svetelnom mikroskope

- príprava vzorky – rezanie, brúsenie, leštenie, leptanie (roztok kys. pikrovej)
- mikroskop Zeiss Axio Observer

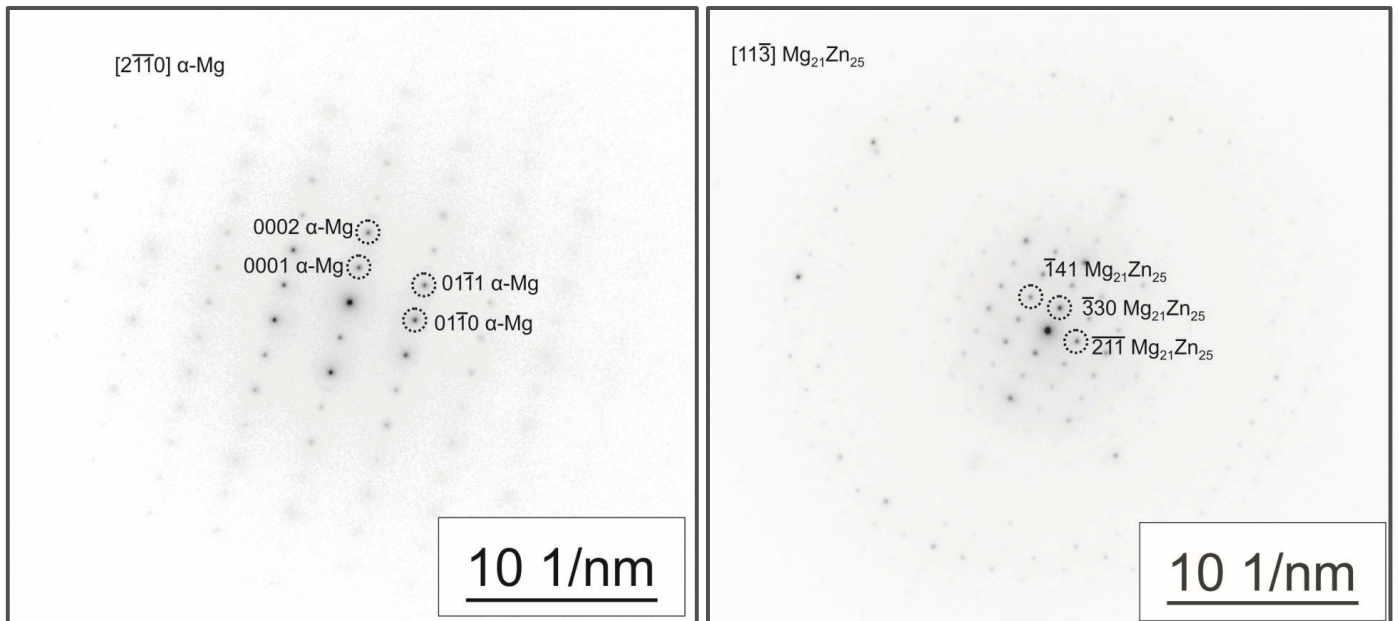


- matrica + častice sekundárnej fázy

6

Difrakčné obrazce z TEM

- mikroskop Jeol 1200FX – 120 kV
- technika SAED (z angl. Selected Area Electron Diffraction – difrakcia so selekčnou clonou)



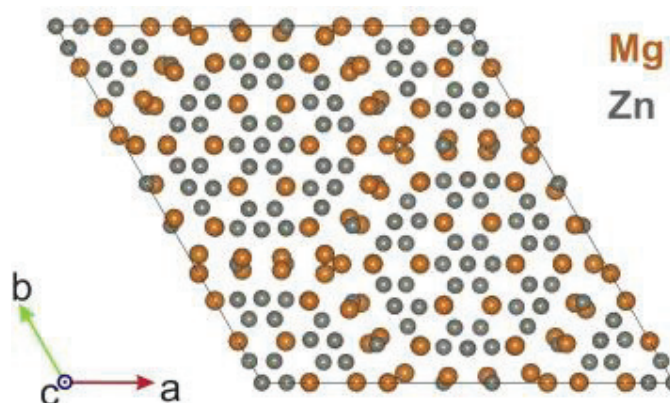
Matrica α -Mg

Častica sekundárnej fázy

7

Sekundárna fáza

- porovnávanie medzirovinných vzdialeností – $\text{Mg}_{51}\text{Zn}_{20}$, $\text{Mg}_{21}\text{Zn}_{25}$, MgZn_2
- výsledok – intermediárna fáza $\text{Mg}_{21}\text{Zn}_{25}$
- $\text{Mg}_{21}\text{Zn}_{25}$ – trigonálna elementárna bunka
 - obmedzená rozpustnosť Zn v Mg
 - eutektická premena taveniny



Zdroj: [3]

8

Záver

- príprava vzoriek
- pozorovanie vo svetelnom mikroskope a v TEM
- analýza difrakčných obrazcov z matrice a častice
- identifikácia častice sekundárnej fázy – intermediárna fáza $\text{Mg}_{21}\text{Zn}_{25}$

Zdroje

- [1] <http://functionspace.com/topic/3580/Physics-using-qifs->
- [2] D. B. Williams a C. B. Carter. *Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science*. Springer, 2009.
- [3] M. Němec, V. Gärtnerová, M. Klementová a A. Jäger. *Analysis of intermetallic particles in Mg-12wt.%Zn binary alloy using Transmission electron microscopy*. *Materials Characterization* 106, 2015.

Ďakujem za pozornosť

VYUŽITÍ CYKlickÝCH ALTERNUJÍCÍCH VZORCŮ PŘI ANALÝZE PSG ZÁZNAMŮ

Vojtěch Kumpošt

FEL ČVUT v Praze, Technická 2, Praha 6

Abstrakt

Polysomnografie (PSG) je záznamem fyziologických signálů pocházejících z různých orgánů spícího organismu a představuje zlatý standard pro analýzu spánku a spánkových poruch. Standardním nástrojem pro hodnocení těchto záznamů je hypnogram zobrazující závislost spánkových fází na čase. Kromě změn spánkových fází můžeme v PSG záznamech také pozorovat periodickou aktivitu označovanou jako cyklický alternující vzorec (CAP). CAP je fenomén, který se objevuje u zdravých i nemocných osob a představuje citlivý nástroj pro studium spánkových mechanismů a jejich změn zapříčiněných různými spánkovými poruchami. Tyto vzorce je ovšem obtížné v dlouhých PSG záznamech detekovat. Také jejich význam není stále plně prozkoumán. Jejich použití je tak daleko méně obvyklé než použití hypnogramů.

Cílem této práce bylo odpovědět na otázku, jak významnou roli hrají CAP při identifikaci spánkových poruch a přinášejí-li v tomto směru nějakou přidanou informaci oproti samotným hypnogramům.

Na základě nastudování odborné literatury byla vytvořena sada 69 parametrů odrážející standardy při studiu PSG záznamů. Všechny parametry vycházejí z expertních ohodnocení předem provedených odborníkem na PSG. 37 parametrů bylo odvozeno z hypnogramů a 32 bylo odvozeno z CAP značek. V další části práce proběhl výběr těch nejvýznamnějších parametrů z této sady pro konkrétní spánkové poruchy. K tomu byly použity dvě metody, sekvenční selekce příznaků a individuální výkon parametrů. Pro klasifikaci byl použit klasifikační rozhodovací strom. Důvodem použití rozhodovacího stromu je jeho jednoduchá grafická interpretovatelnost, která může být využita pro lepší pochopení výsledků. Přesnost klasifikace byla vyhodnocena leave-one-out křížovou validací.

Pro praktickou část práce byla použita data z databáze PhysioNet – The CAP Sleep Database volně dostupné na <https://physionet.org/pn6/capslpdb/>. Z této databáze byly použity PSG záznamy kontrol (zdravých subjektů) a pacientů trpících insomnií, noční epilepsií frontálního laloku (NFLE), periodickými pohyby končetin (PLM) a poruchou chování v REM spánku (RBD).

Pacienti trpící insomnií byly dobře identifikováni pouze s použitím hypnogramů. Na druhou stranu v případě NFLE a PLM hrály CAP významnou roli a klasifikace bez jejich použití by nedosahovaly tak vysokých přesností. Konečně u RBD se zdála schopnost hypnogramů a CAP identifikovat danou poruchu velmi podobná. Závěrem lze tedy říci, že CAP hrají významnou roli při identifikaci spánkových poruch a představují vhodné doplnění standardně používaných hypnogramů.

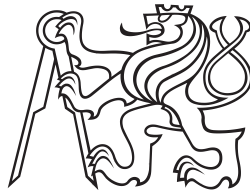
Klíčová slova

cyklický alternující vzorec (CAP); hypnogram; polysomnografie

Využití cyklických alternujících vzorců při analýze PSG záznamů

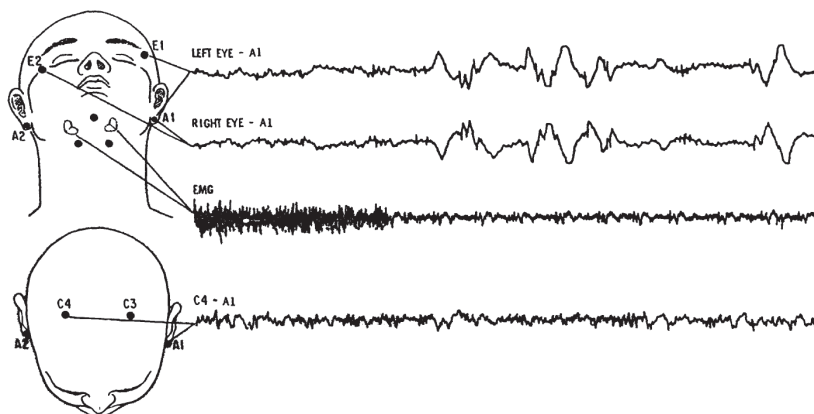
Vojtěch Kumpošt

Katedra řídicí techniky, FEL ČVUT
Vedoucí práce: Ing. Václav Gerla, Ph.D.



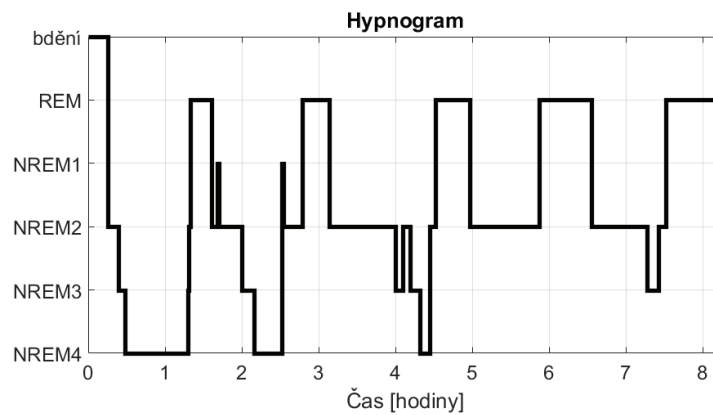
Základní pojmy

- ▶ Polysomnografie (PSG)
- ▶ Hypnogram - makrostruktura spánku
- ▶ Cyklický alternující vzorec (CAP) - mikrostruktura spánku



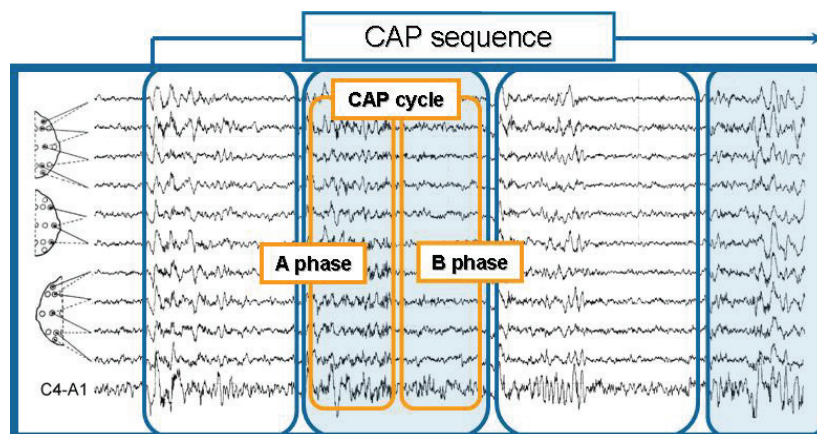
Základní pojmy

- ▶ Polysomnografie (PSG)
- ▶ **Hypnogram - makrostruktura spánku**
- ▶ Cyklický alternující vzorec (CAP) - mikrostruktura spánku



Základní pojmy

- ▶ Polysomnografie (PSG)
- ▶ Hypnogram - makrostruktura spánku
- ▶ **Cyklický alternující vzorec (CAP) - mikrostruktura spánku**

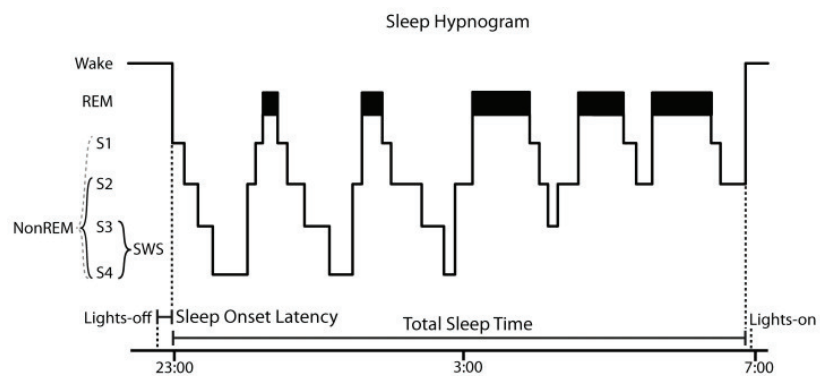


Cíle práce

- ▶ **CAP jako nástroj pro klasifikaci spánkových poruch**
- ▶ Konkrétní zadání:
 1. Vytvořit sadu parametrů
 2. Nalézt nejvýznamnější parametry

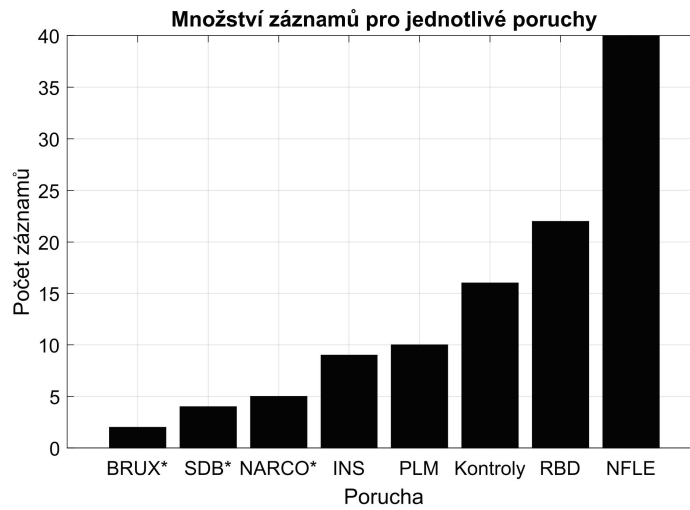
Sada parametrů

- ▶ Vytvořena sada 69 parametrů
 - ▶ 37 parametrů odvozených z hypnogramu
 - ▶ 32 parametrů odvozených z CAP značek



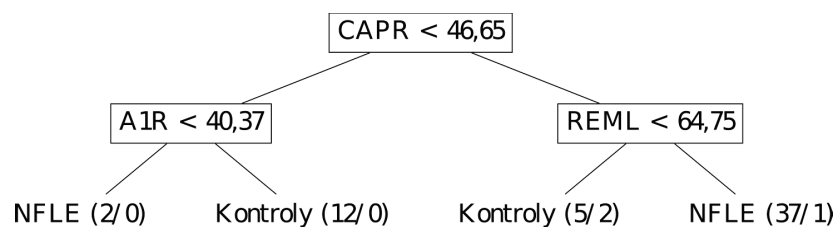
Použitá data

- ▶ PhysioNet - The CAP Sleep Database



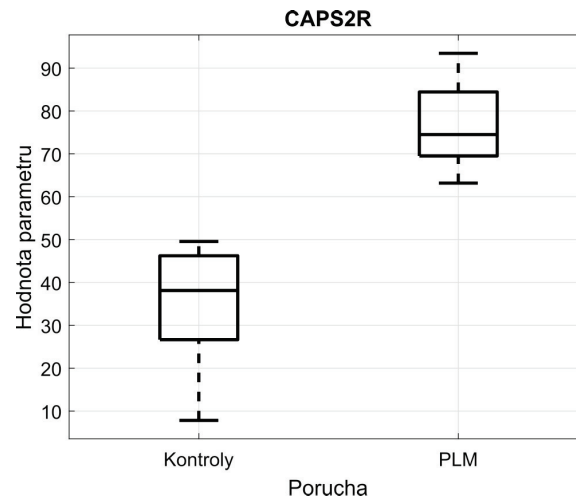
Hledání významných parametrů

- ▶ Sekvenční selekce příznaků
- ▶ Klasifikační rozhodovací stromy
- ▶ Leave-one-out křížová validace



Hledání významných parametrů

► Individuální výkon parametrů



Závěr

- Výsledky práce
- Možné rozšíření
- Osobní přínos

VÝPOČET INDUKOVANÉ INTENZITY ELEKTRICKÉHO POLE TRANSKRANIÁLNÍ MAGNETICKOU STIMULACÍ

Lukáš Malena

FEL ČVUT v Praze, Technická 2, Praha 6

Abstrakt

Dané téma bakalářské práce jsem si vybral na základě zájmu o nové metody využívající přístrojovou techniku v psychiatrii.

Transkraniální magnetická stimulace prochází od svého objevu dynamickým vývojem. Lékaři neustále hledají nové aplikace této metody a v současné době dokáží pomocí repetitivní transkraniální magnetické stimulace (rTMS) léčit některé formy farmakorezistentních poruch.

Lékaři mohou využít neinvazivních metod matematického modelování k získání přibližných informací o rozložení intenzity indukovaného elektrického pole, které vzniká během stimulace. Na rozložení elektromagnetického pole při stimulaci má velký vliv tvar vinutí stimulační cívky, poloha stimulační cívky vůči hlavě pacienta a geometrické uspořádání jednotlivých tkání uvnitř lidské hlavy. Bakalářská práce si klade za cíl vytvořit trojrozměrný sken, který bude sloužit k zachycení polohy stimulační cívky a anatomického modelu hlavy. Využití anatomických modelů konkrétního pacienta výrazně zpřesňuje informaci o rozložení elektromagnetického pole a přináší lékařům potřebné informace, které mohou využít pro nalezení vhodné energie stimulačních pulzů, správné orientace stimulační cívky, klinickému hodnocení účinků a úpravě léčebných sekvencí.

V teoretické části práce shrnuji elektrofiziologii excitace nervových buněk, fyzikálními principy rTMS, fungováním stimulační jednotky a nároky na stimulační cívky. Tato část také v krátkosti shrnuje základní možnosti léčebného využití rTMS. Kapitole uzavírá shrnutí vývoje postupů matematického modelování při aplikaci rTMS.

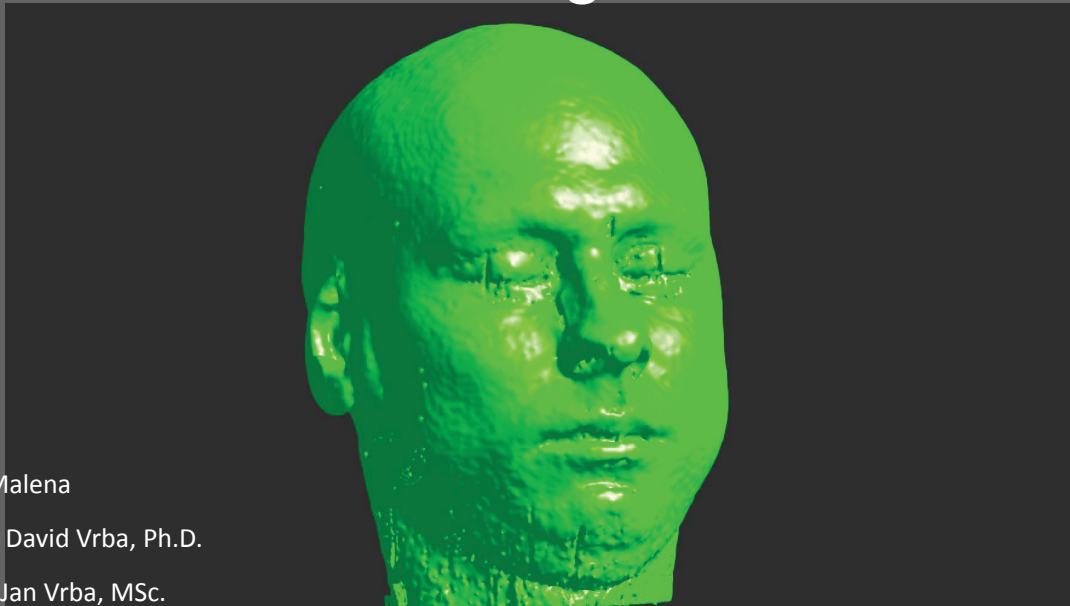
Experimentální část si klade za úkol přinést detailní postup tvorby modelu stimulační cívky v prostředí SolidWorks. Další část se zaměřuje na efektivní způsob zachycení polohy stimulační cívky vůči hlavě pomocí trojrozměrného skenu. V této části také stručně popisují klinickou praxi při vyšetření rTMS a vyšetření magnetickou rezonancí (MRI). Následuje průvodce prostředím iSEG sloužící k vytvoření anatomického modelu hlavy.

V kapitole výsledky práce je představena grafická podoba výsledných modelů a rozložení intenzity indukovaného elektrického pole v hlavě pacienta vypočtené v simulátoru Sim4Life.

Klíčová slova

Repetitivní transkraniální magnetická stimulace – rTMS, anatomický model hlavy, KINECT, iSEG, Sim4Life

Výpočet indukované intenzity elektrického pole pole transkraniální magnetickou stimulací



Vypracoval: Lukáš Malena

Vedoucí práce: Ing. David Vrba, Ph.D.

Konzultant: Dr.-Ing. Jan Vrba, MSc.

Červen 2016

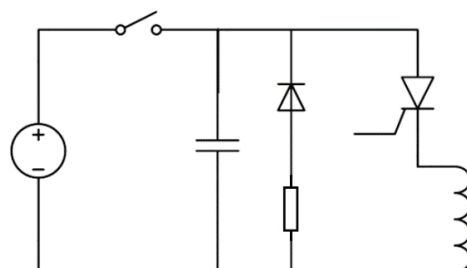
Principy transkraniální magnetické stimulace

- Seznámení se s principem fungování přístroje:

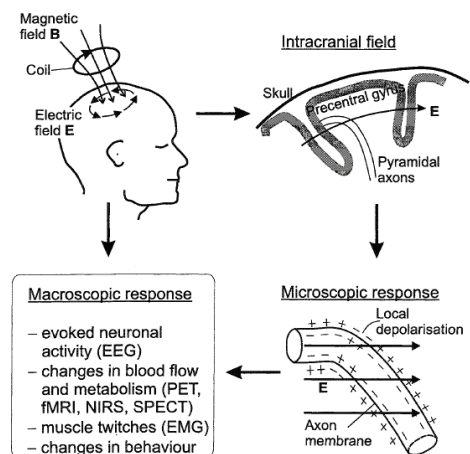
$$\bullet f_r = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

$$\bullet \mathbf{B}(\mathbf{r}, t) = \frac{\mu_0}{4 \cdot \pi} I(t) \oint_C \frac{\partial l(\mathbf{r}') \times (\mathbf{r} - \mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|^3}$$

$$\bullet \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$



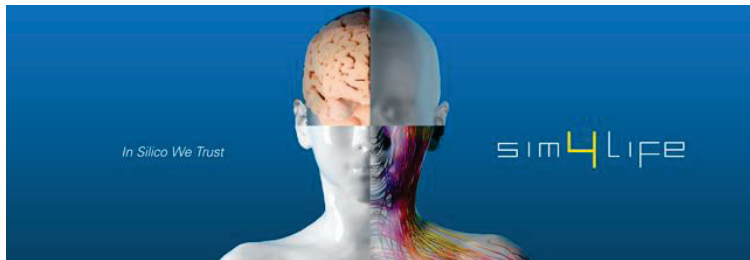
Obrázek č. 1: Zjednodušené elektrické schéma stimulatoru



Obrázek č. 2: Princip funkce rTMS

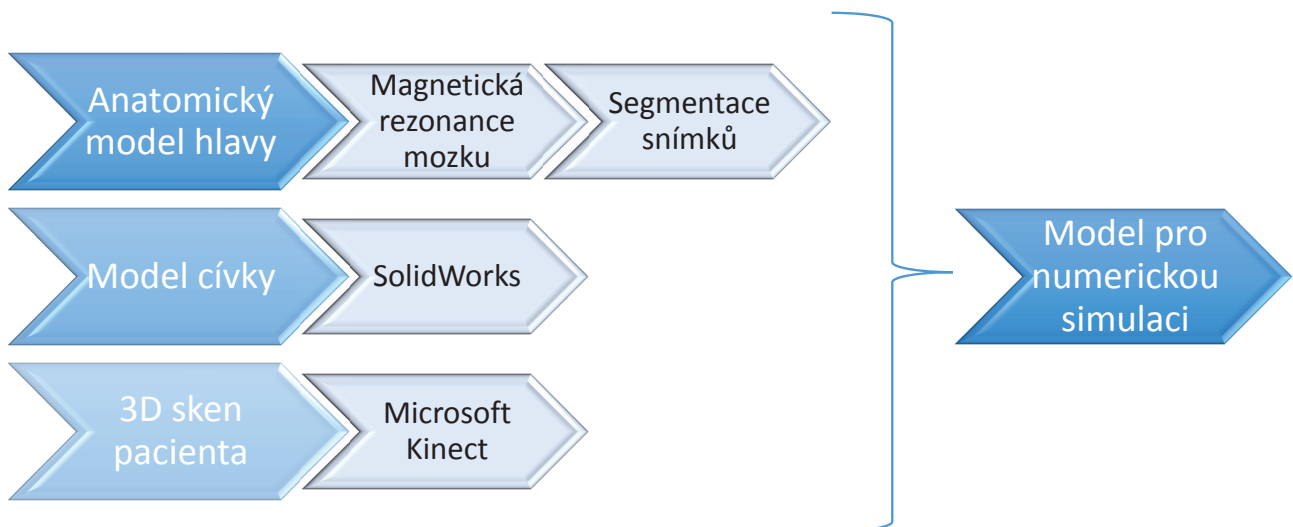
Cíl

- Provést simulaci rozložení elektromagnetického pole během aplikace rTMS
 - Sim4Life 2.2
 - LF – kvazistacionární aproximace
- Spolupráce
 - 3. Lékařská fakulta – Univerzita Karlova v Praze
 - Agentura pro zdravotnický výzkum České Republiky
 - 15-31538A - Diagnostika a terapie orofaciální bolesti
 - prof. MUDr. Richard Rokyta, DrSc.



Obrázek č.3: Sim4life logo [2]

Návrh řešení



Obrázek č. 4: Návrh řešení

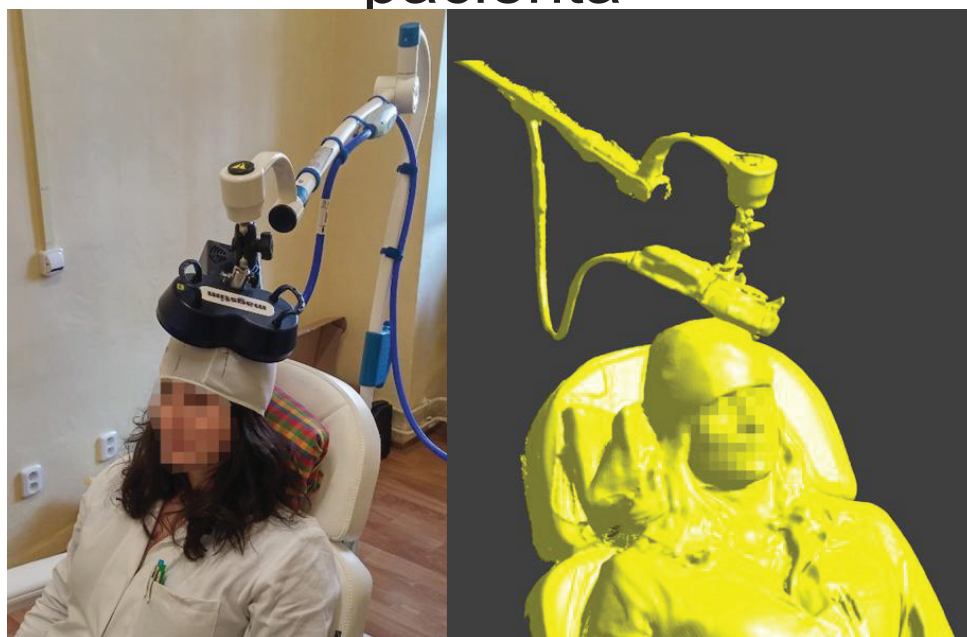
Podoba 3D skenu – Microsoft Kinect

- Microsoft Kinect
 - For XBOX one
 - Microsoft Fusion



Obrázek č. 5: Poloha pacienta a podoba výsledného 3D skenu

Správná pozice stimulační cívky vůči hlavě pacienta



Obrázek č. 6: Poloha pacientky a výsledný 3D sken

Model stimulační cívky - SolidWorks

- Snímek vinutí
 - CT, RTG, měření
- SolidWorks
 - Skica
 - Díl
 - Sestava
 - Výkres

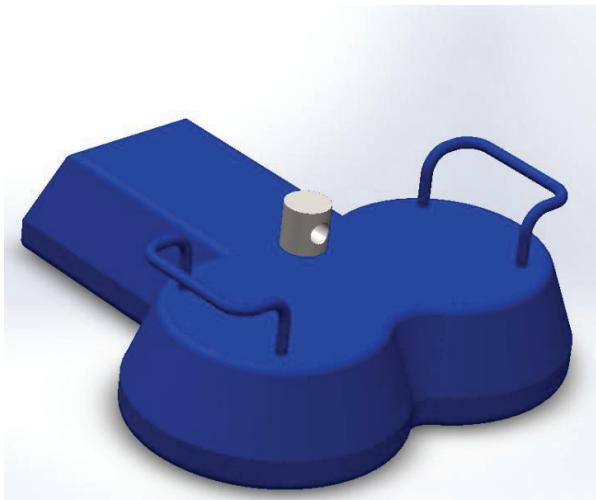


Obrázek č. 8: Topogram stimulační cívky (Siemens SOMATOM)

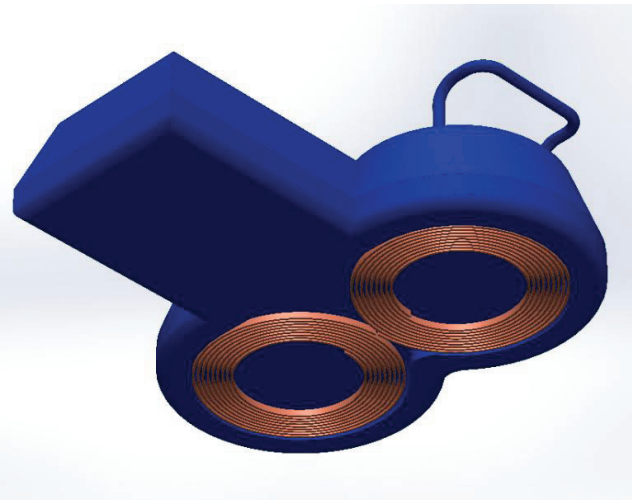


Obrázek č. 9: Stimulační cívka 70 mm Double Air Film Coil [1]

Model stimulační cívky - SolidWorks



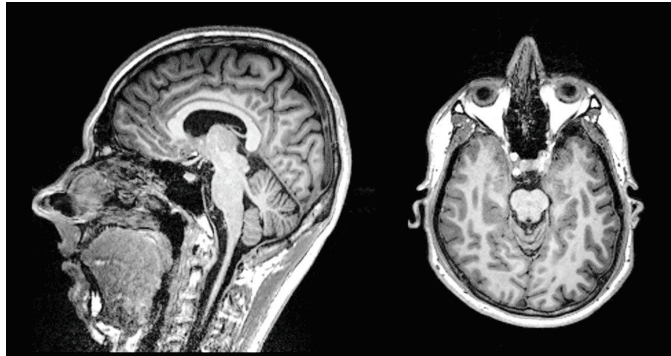
Obrázek č. 10: Model stimulační cívky 70 mm Double Air Film Coil (pohled shora)



Obrázek č. 11: Model stimulační cívky 70 mm Double Air Film Coil (pohled zdola)

Magnetická Rezonance

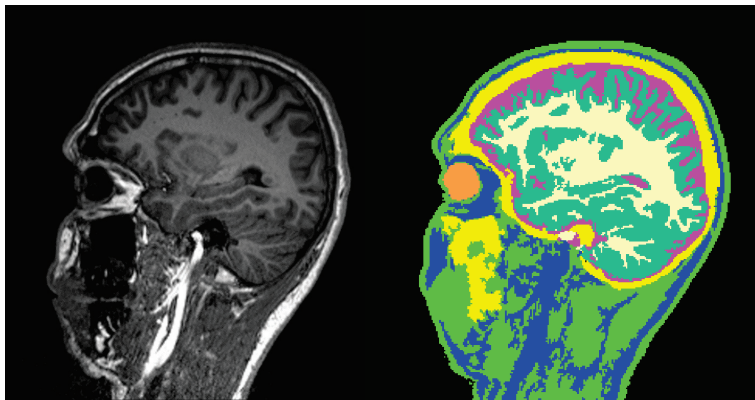
Výrobce přístroje:	Siemens
Typ:	Magnetom Skyra
Pracoviště:	Neurologická klinika VFN v Praze
Indukce magnetického pole \vec{B}_0 (T)	3
Sekvence	MPRAGE
TR (ms)	2300,00
TE (ms)	2,26
TI (ms)	732,00
Rozměr voxelu (mm ³)	1,00
Počet vzorků na voxel (-)	1
Rozměr obrazové matice (px)	256 x 256 x 176
Celková doba vyšetření (min)	50



Obrázek č. 12: MRI snímky hlavy pacienta (sagitální a transverzální rovina)

Segmentace snímků z magnetické rezonance: Program iSEG

- iSEG
 - Načtení MRI snímků
 - Aplikace filtrů
 - Aplikace automatických algoritmů
 - Ruční retušování



Obrázek č. 13: Snímek MRI (vlevo) a nesegmentovaný snímek (vpravo)

Parametry stimulátoru

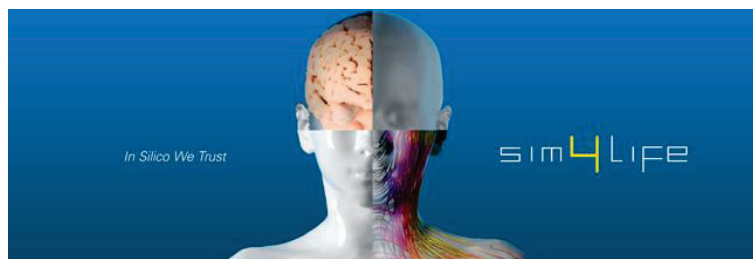
- Magstim rapid²
 - Parametry bifázického impulsu
 - $T = 400 \mu s$
 - $U = 1,67 kV$
 - $I_{max} = 5400 A$
 - Stimulační cívka
 - Tvar: 8
 - Průměr cívky: 90 mm
 - Stoupání: 1 mm
 - Závítů: 18
 - Délka vodiče: 2,5 m
 - Průřez vodiče: 3,5 · 1 mm



Obrázek č. 14: Stimulátor Magstim rapid² [1]

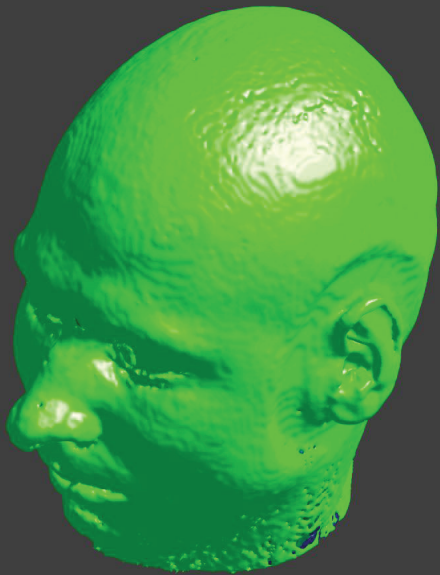
Nastavení Simulace

- Import modelů
- Polohování modelů v relativních souřadnicích
- Nastavení dielektrických vlastností tkání
- Tvorba proudových zdrojů
- Diskretizace výpočetního prostoru
- Výpočet

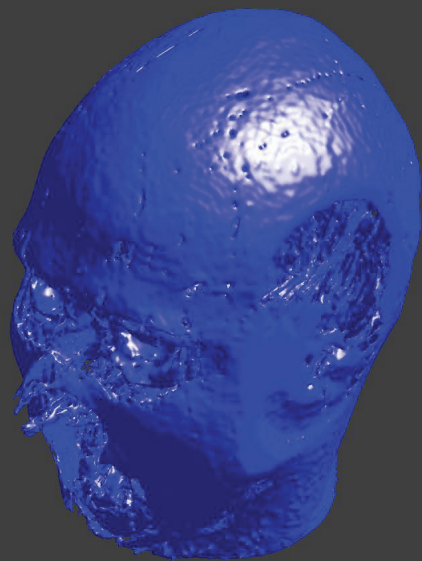


Obrázek č.3: Sim4Life logo [2]

Výsledná podoba tkání

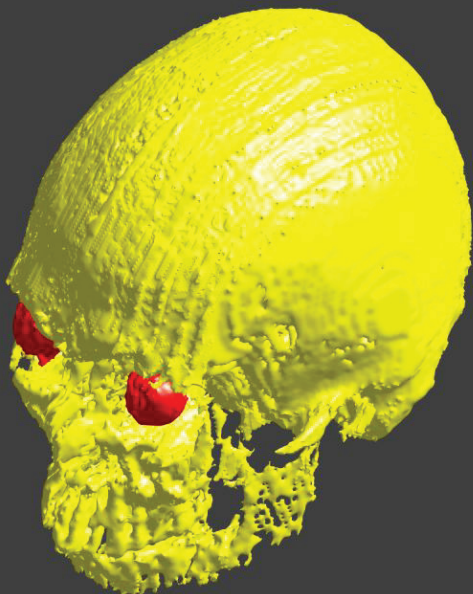


Obrázek č. 15: Výsledná podoba kůže

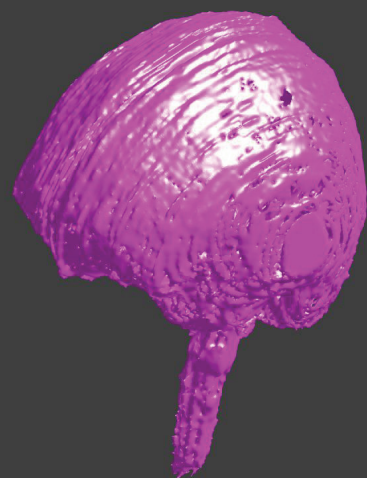


Obrázek č.16: Výsledná podoba podkožního tuku

Výsledná podoba tkání

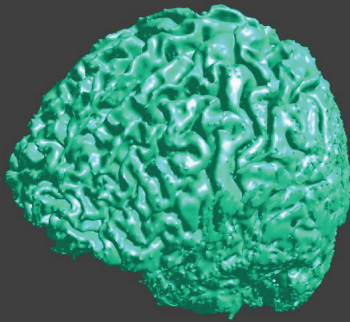


Obrázek č. 17: Výsledná podoba lebky a očí



Obrázek č. 18: Výsledná podoba mozkomíšního moku

Výsledná podoba tkání



Obrázek č. 19: Výsledná podoba šedé hmoty mozkové



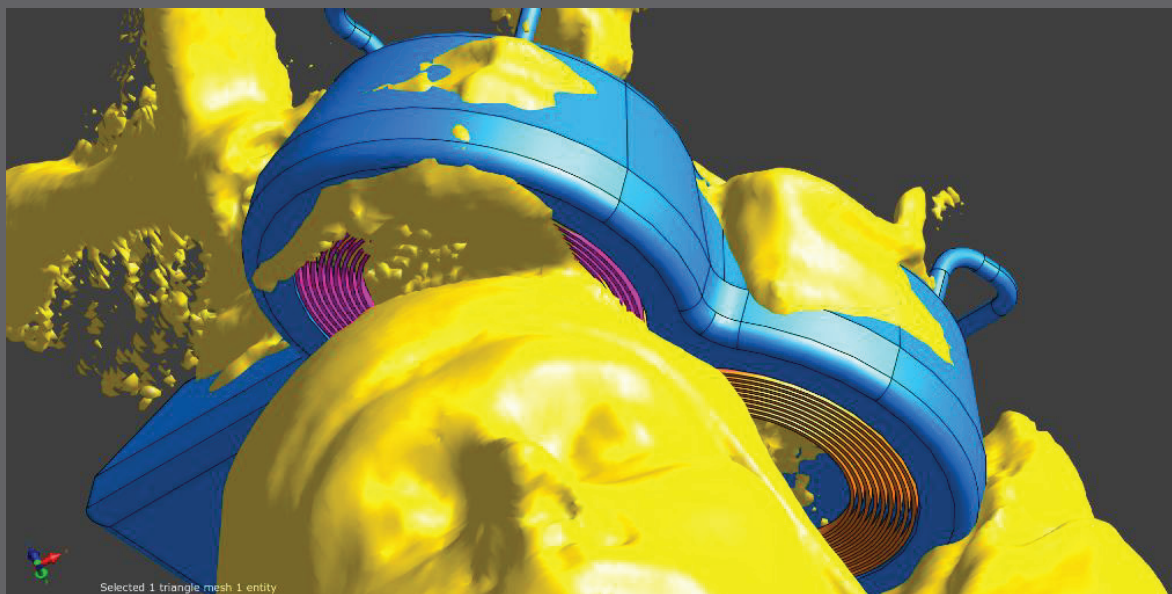
Obrázek č. 20: Výsledná podoba bílé hmoty mozkové

Trojrozměrný sken pacienta



Obrázek č. 21: Trojrozměrný sken pacienta

Detail umístění cívky vůči hlavě pacienta



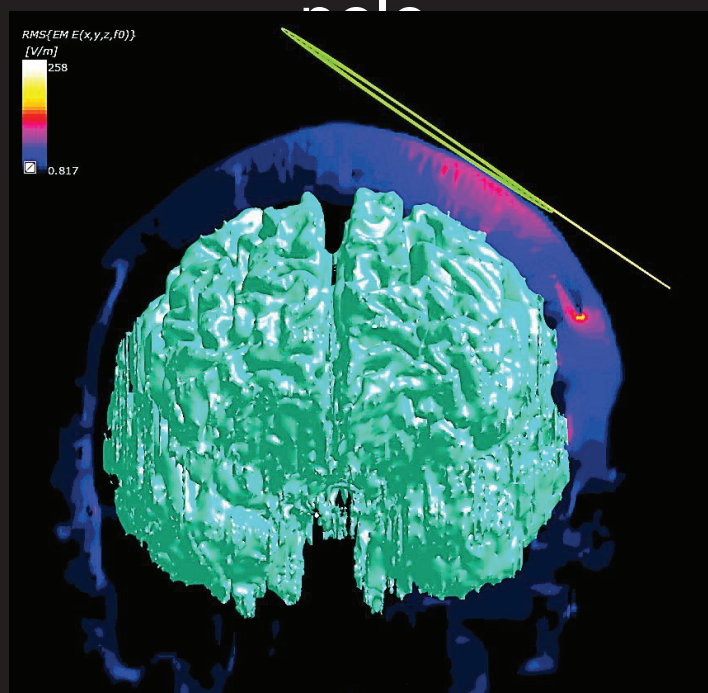
Obrázek č. 22: detail umístění cívky vůči hlavě pacienta

Výsledná podoba simulační geometrie



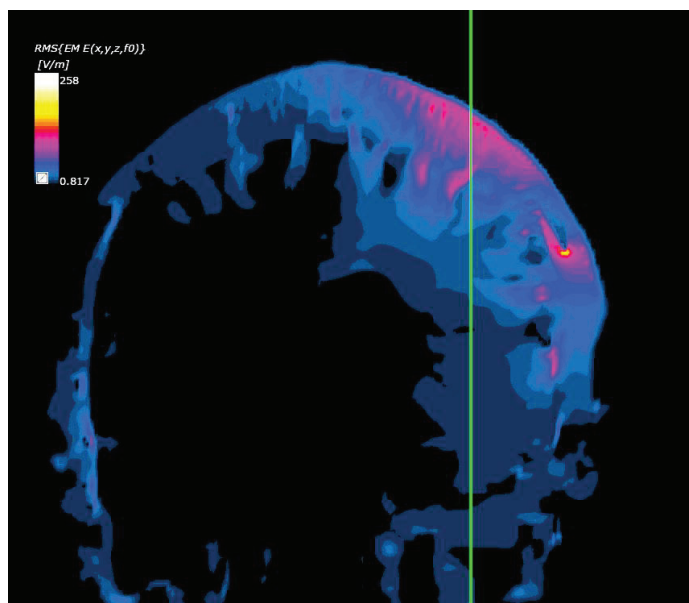
Obrázek č. 23: Výsledná podoba simulační geometrie

Rozložení indukovaného elektrického pole

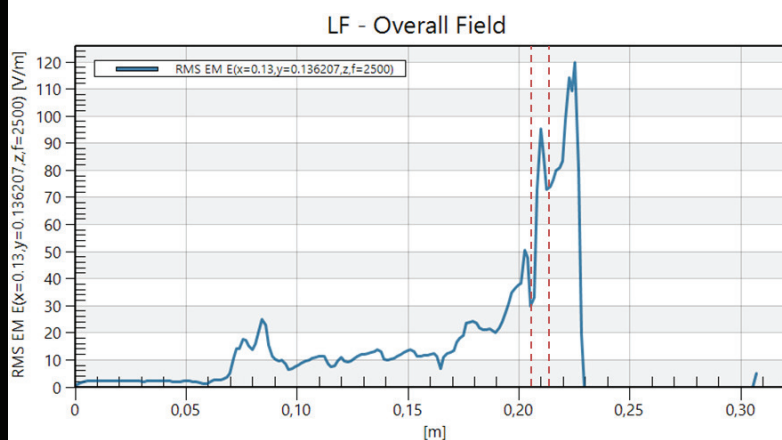


Obrázek č. 24: Rozložení indukovaného elektrického pole v rovině ZX

Výsledky simulace – zobrazení frontální roviny

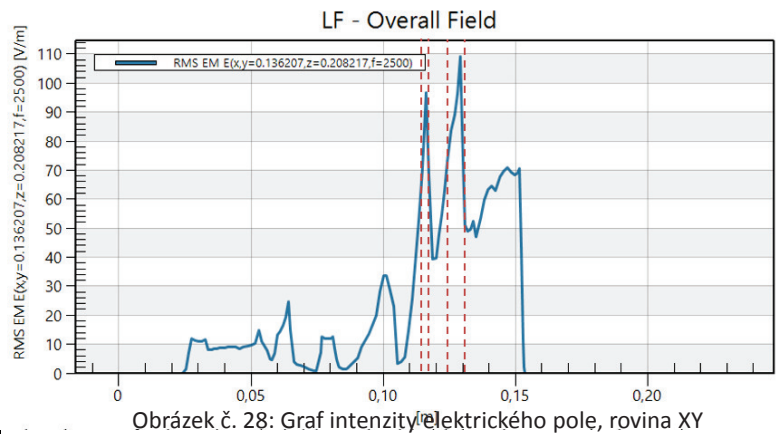
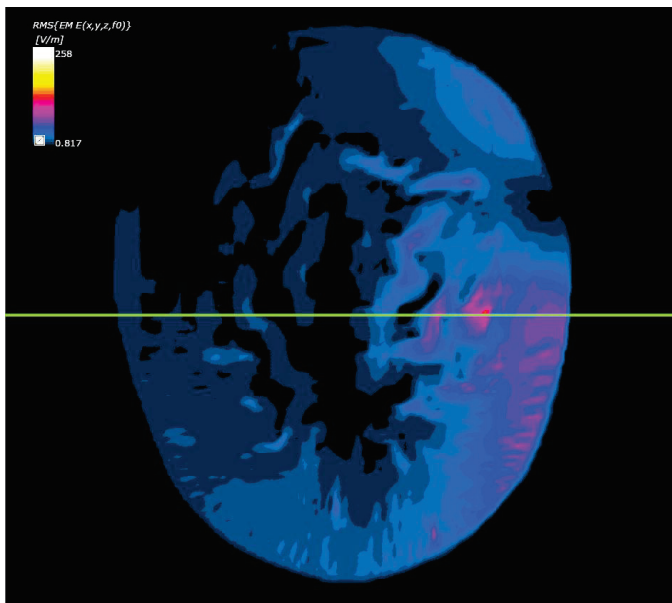


Obrázek č. 25: Intenzita elektrického pole v místě stimulace, rovina ZX



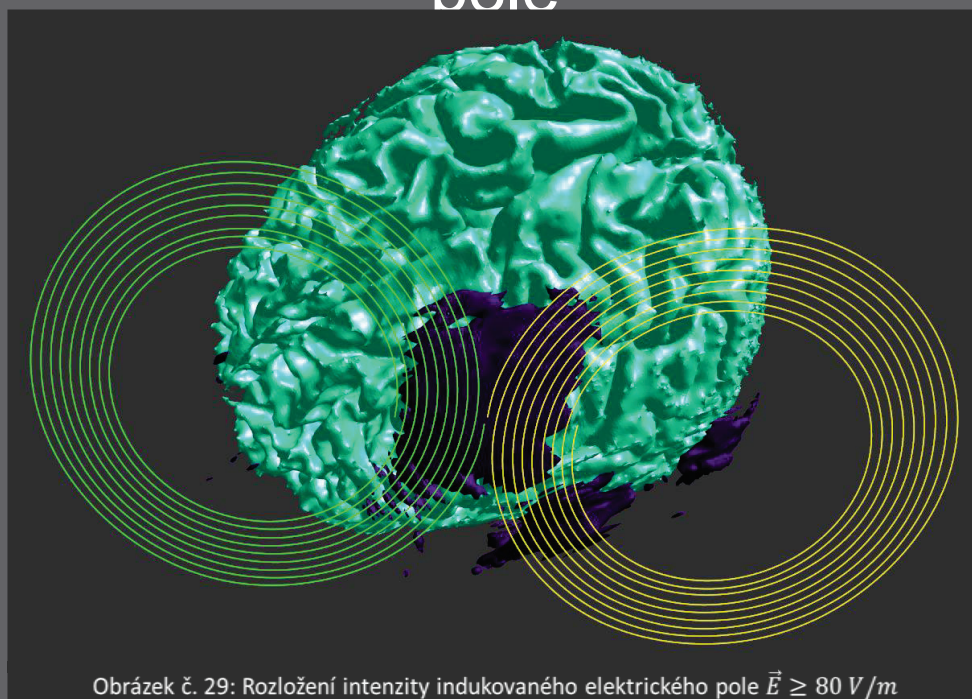
Obrázek č. 26: Graf intenzity elektrického pole, rovina XZ

Výsledky simulace – zobrazení transverzální roviny



Obrázek č. 28: Graf intenzity elektrického pole, rovina XY

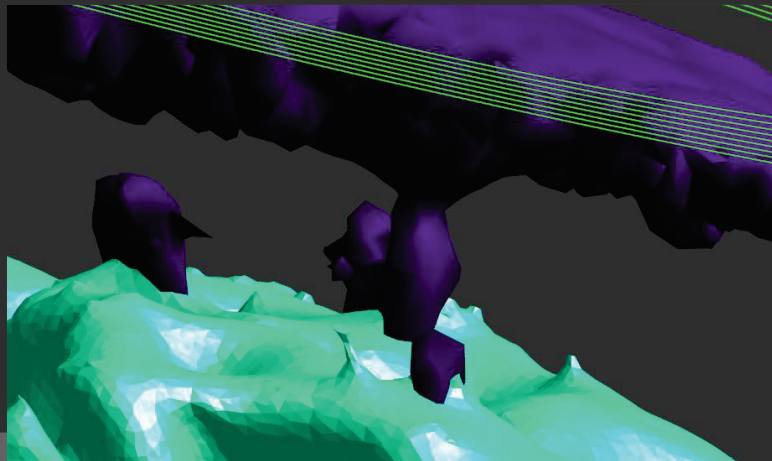
Rozložení indukovaného elektrického pole



Obrázek č. 29: Rozložení intenzity indukovaného elektrického pole $\vec{E} \geq 80$ V/m

Závěr

- Bylo vypočteno, že stimulace proudem $I = 2700 \text{ A}$ indukuje elektrické pole s intenzitou $\vec{E} \geq 80 \text{ V/m}$ schopné lokální aktivace mozkové kůry.
- Simulace odhalila chybu v umístění cívky



Obrázek č. 30: Detail rozložení intenzity indukovaného elektrického pole $\vec{E} \geq 80 \text{ V/m}$

Lukáš Malena

Zdroje

- [1] Magstim. Magstim - Magstim Rapid2, ANT Visor 2 [online]. 2016. Dostupné z: <http://www.magstim.com/product/17/magstim-rapid2>
- [2] Sim4Life [online]. Zurich: Zurich MedTech AG, 2016. Dostupné z: <http://www.zurichmedtech.com/sim4life/>. Požadavky na systém: Microsoft Windows 7, 64 bit, 4 GB RAM, 4 GB HDD, GPU 1 GB
- [3] Huang Y, Parra LC (2015) Fully Automated Whole-Head Segmentation with Improved Smoothness and Continuity, with Theory Reviewed. PLoS ONE 10(5): e0125477. doi:10.1371/journal.pone.0125477,
 - <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0125477>

DIAGNOSTIKA TVARU A VELIKOSTI NANOČÁSTIC S VYUŽITÍM MIKROSKOPIE ATOMÁRNÍCH SIL

Iveta Papežová

FBMI ČVUT v Praze, nám. Sítná 3105, Kladno

Abstrakt

Nanodiamantové (ND) částice mají díky svým vlastnostem velký potenciál pro využití v biomedicínských aplikacích. Mezi významné vlastnosti ND částic patří např. jejich tvrdost, optické vlastnosti, schopnost fluorescence a především biokompatibilita. Tvar a velikost ND částic při využití v biomedicínských aplikacích ovlivňuje jejich interakci s buňkou a tím i efektivitu jejich působení. Proto je důležité znát tyto parametry částic. V této práci byl pomocí mikroskopie atomárních sil (AFM) zkoumán tvar a velikost fluorescenčních ND částic připravených metodou vysokého tlaku a vysoké teploty (HPHT). Měření bylo prováděno v kontaktním a oscilačním módu. Naměřená data byla analyzována pomocí programu vytvořeného v prostředí MATLAB, pomocí něžž byla zjištěna velikost těchto částic. Výsledkem analýzy bylo, že velikost studovaných částic se pohybovala v řádu několika až desítek nanometrů. Částice měly ostrý tvar. Během práce byly zjištěny parametry potřebné k získání optimálních výsledků měření.

Klíčová slova

nanodiamant; velikost a tvar nanočástic; mikroskopie atomárních sil; optimalizace podmínek

Diagnostika tvaru a velikosti nanočástic s využitím mikroskopie atomárních sil

Bakalářská práce

Student: Iveta Papežová

Vedoucí práce: Ing. Vladimíra Petráková, Ph.D.

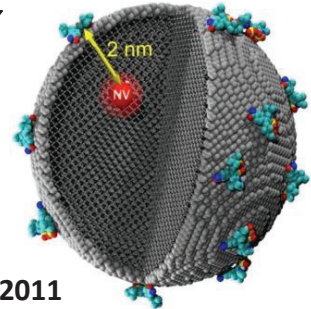
Konzultant: Ing. Martin Otáhal, Ph.D.

Nanočástice v medicíně

- Uplatnění nanočástic v medicíně
 - Malý rozměr
 - Možnost chemické funkcionalizace
 - Schopnost pronikat do buněk
- Cílené doručování léčiv
- Senzor patogenních molekul

Význam velikosti nanočástic

- Diamantové nanočástice obsahují fluorescenční centra NV



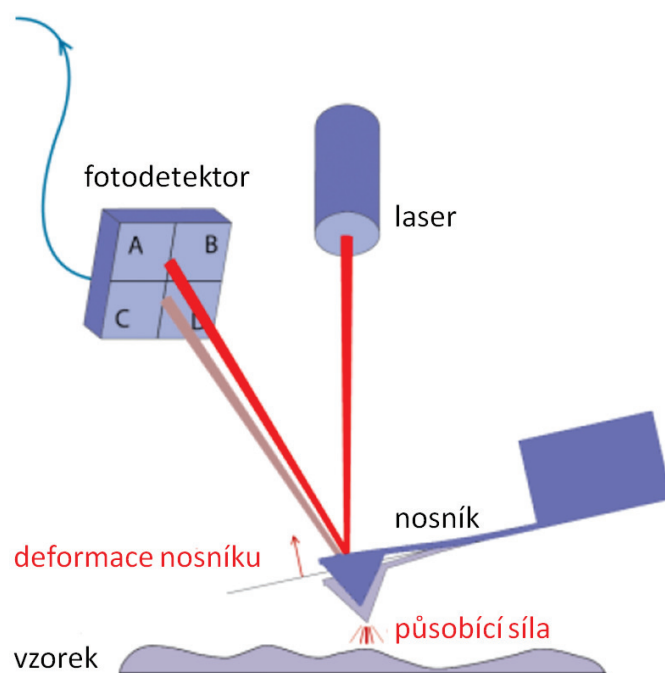
Tisler et al, ACS Nano, 2011

- Citlivost senzoru je daná vzdáleností centra NV od povrchu nanočástice
 - Vliv velikosti a tvaru ND částic

Cíle práce

- Optimalizovat přípravu vzorků nanočástic pro mikroskopování pomocí AFM
- Popsat vliv parametrů a módů na zobrazování pomocí AFM
- Optimalizovat podmínky měření ve standardních podmínkách a v kapalině
- Vytvořit program pro zpracování naměřených dat a analýzu velikosti zkoumaných částic
- Analyzovat vhodnost využití studovaných částic pro biomedicínské aplikace

Mikroskopie atomárních sil (AFM)



JPK instruments staff, The Nanowizard AFM Handbook: Version 4.3 - 07/2015

Příprava vzorků

- Příprava oddělených nanočástic na sklíčku – zamezení agregace

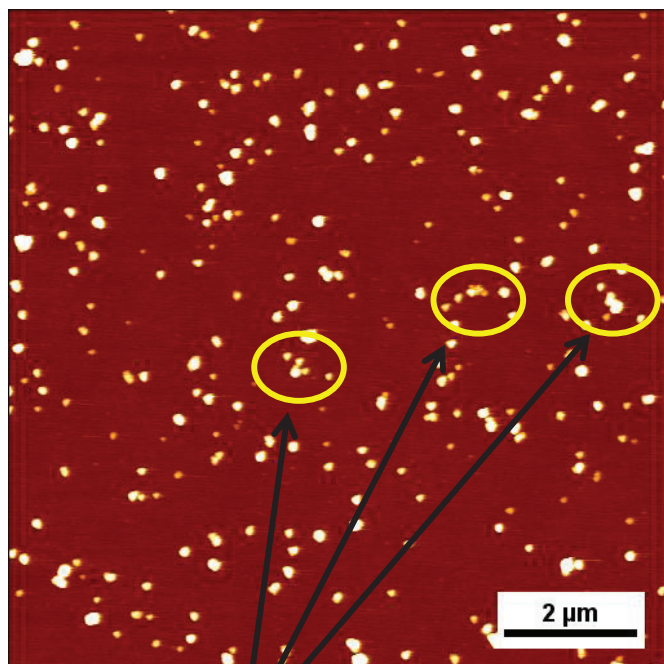
a) ND s polymerem + oxidované sklíčko



b) ND + oxidované sklíčko s polymerem

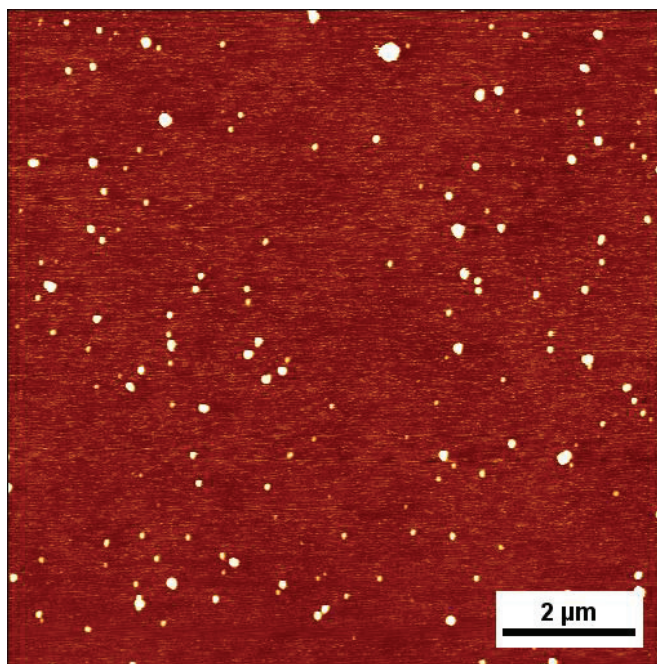


ND s polymerem + oxidované sklíčko
0,01 mg/ml



shluky částic

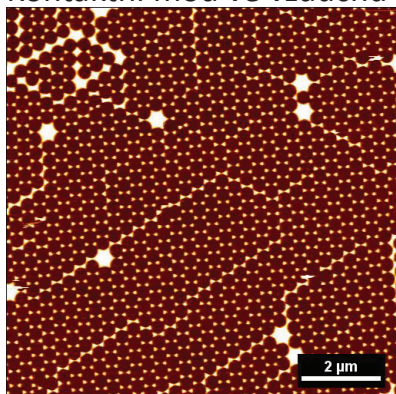
ND + oxidované sklíčko s polymerem
0,01 mg/ml



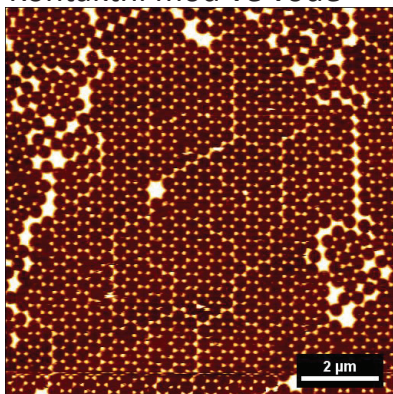
Optimalizace podmínek měření

- Dobře připevněný vzorek
- Ostrý a čistý hrot
- Rychlost skenování
- Nastavení zpětné vazby
- Eliminace vibrací a zdrojů rušení

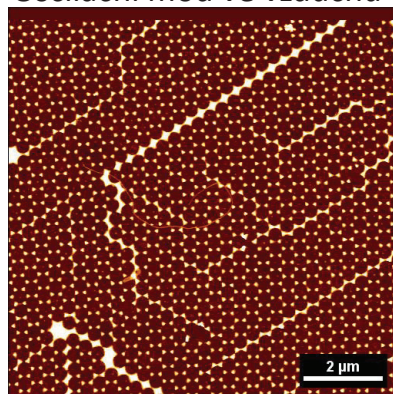
Kontaktní mód ve vzduchu



Kontaktní mód ve vodě

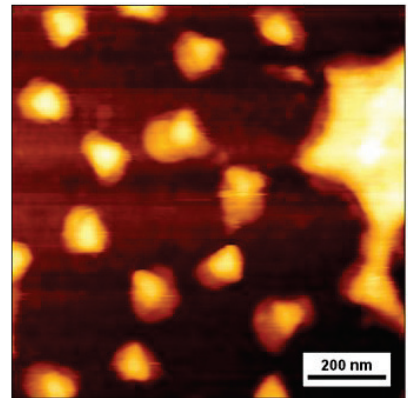
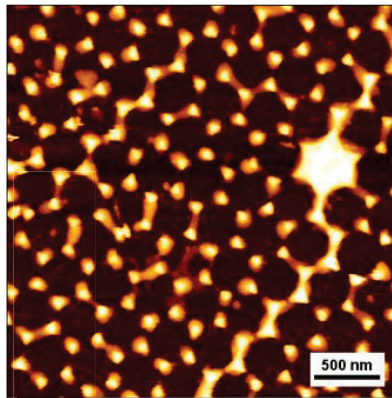
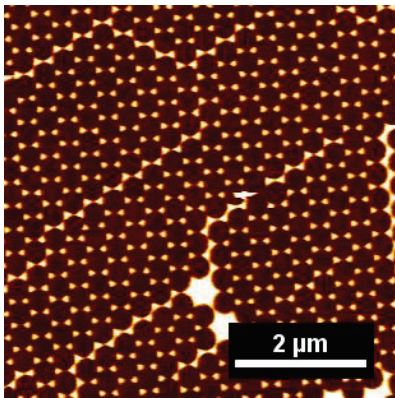


Oscilační mód ve vzduchu



- Příklad špatně uchyceného vzorku

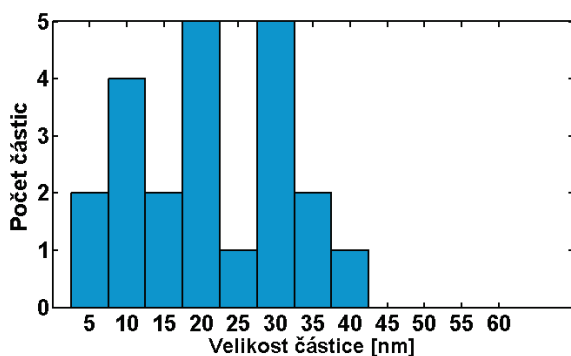
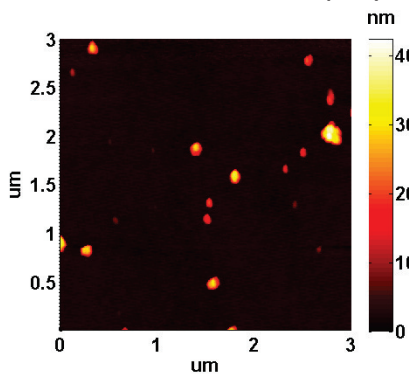
Oscilační mód ve vzduchu



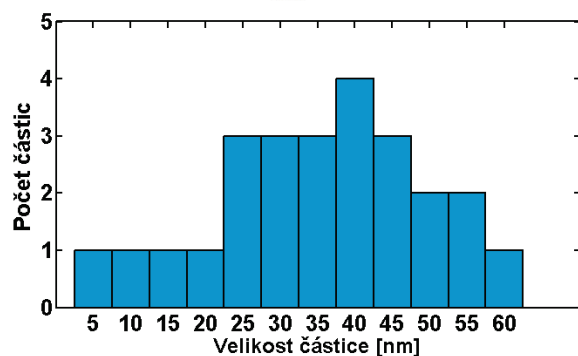
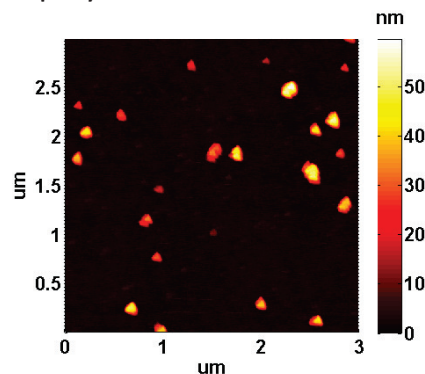
Analýza velikosti nanočástic

Program vytvořený v MATLAB – analýza velikosti částí dle výšky

ND + oxidované sklíčko s polymerem

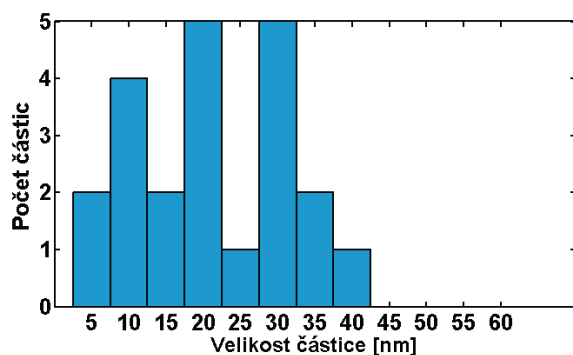
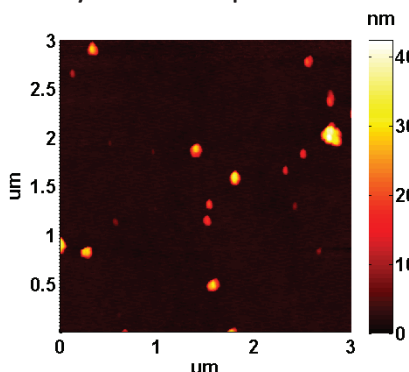


ND s polymerem + oxidované sklíčko

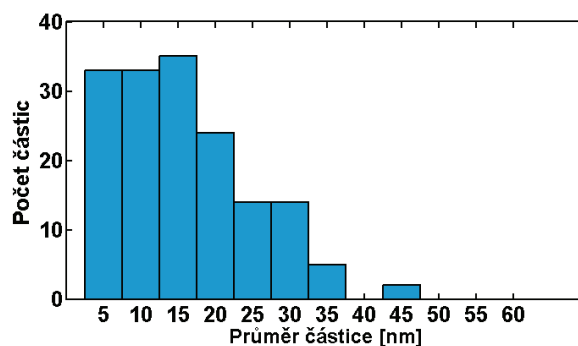
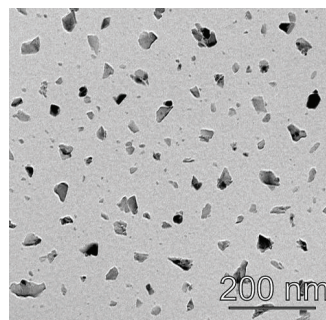


Porovnání výsledků s elektronovou mikroskopií

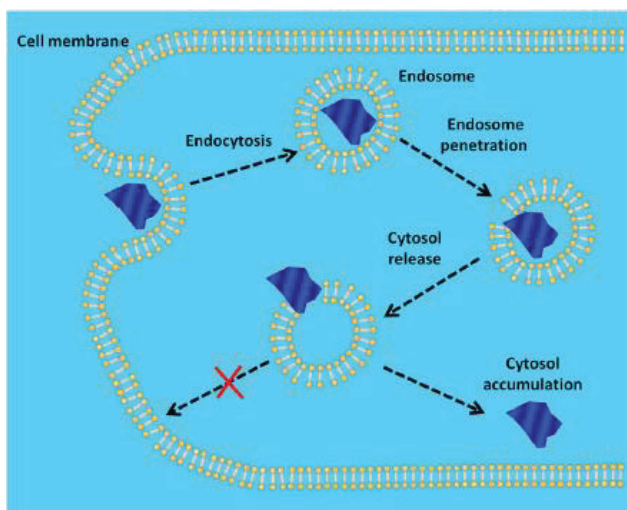
Analýza vzorku pomocí AFM



Analýza vzorku pomocí TEM



Význam zkoumaných nanočástic pro biomedicínské aplikace



Chu et al, Scientific Reports, 2014

- Dopravování léčiv do buněk
- Dopravování genů do buněk
- Fluorescenční senzory patogenních molekul
- Sledování buněk

Naplnění cílů

- Optimalizována příprava vzorků
- Ověřen vliv parametrů a módů na zobrazování
- Optimalizovány podmínky měření
- Vytvořen program pro analýzu velikosti částic
- Analyzován význam zkoumaných částic pro využití v biomedicínských aplikacích

Děkuji za pozornost

ZPRACOVÁNÍ STOMATOLOGICKÝCH RTG SNÍMKŮ

Kateřina Sobotíková

FBMI ČVUT v Praze, Náměstí Sítná 3105, Kladno

Abstrakt

Ve stomatologii se dnes běžně využívá přístrojů CBCT (Cone Beam výpočetní tomografie), které umožňují kompletní 3D zobrazení tkání. Hlavním cílem této práce je navrhnout postup pro objektivní srovnání výsledných 3D snímků z přístrojů CBCT. Vyhodnocení bylo provedeno na základě měření dvojice čar v mřížce, která je umístěna uprostřed prostorového fantomu. Pro zachování objektivních výsledků byl stejný fantom použit pro všechna měření na dostupných přístrojích. Měření probíhalo na principu výpočtu vzdáleností čar v prostoru, a následném výpočtu jejich kontrastu. Největší shodu naměřených vzdáleností s reálnými hodnotami prokázal přístroj Soredex Scanora 3D s maximální odchylkou 25 %, nejmenší naopak přístroj Gendex GXCB-500 s odchylkou až 66 %.

Klíčová slova

CBCT; Cone beam výpočetní tomografie; 3D RTG snímky

Zpracování stomatologických RTG snímků

Zpracování stomatologických 3D rentgenových snímků

Student: Kateřina Sobotíková

Vedoucí práce: doc. Ing. Zoltán Szabó, Ph.D.

27.6.2016

Fakulta biomedicínského inženýrství, ČVUT

Cíle a motivace práce

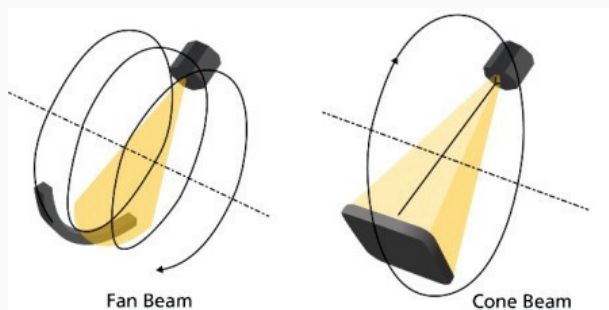
Cíle a motivace práce

- Seznámit se s digitálními zobrazovacími RTG přístroji ve stomatologii
- Popsat základní princip tvorby výsledných snímků
- Navrhnout metodu pro objektivní srovnání výsledných 3D snímků
- Vyhodnocení vzdálenosti dvou bodů v 3D prostoru

1

Cone Beam výpočetní tomografie

Princip CBCT



2

Ukázky přístrojů CBCT

Soredex Scanora® 3D

i-CAT® FLX

Vatech PaX-i3D Smart



3

Měřený fantom

Fantom Gendex



Výška: 50,5 mm
Průměr: 70 mm

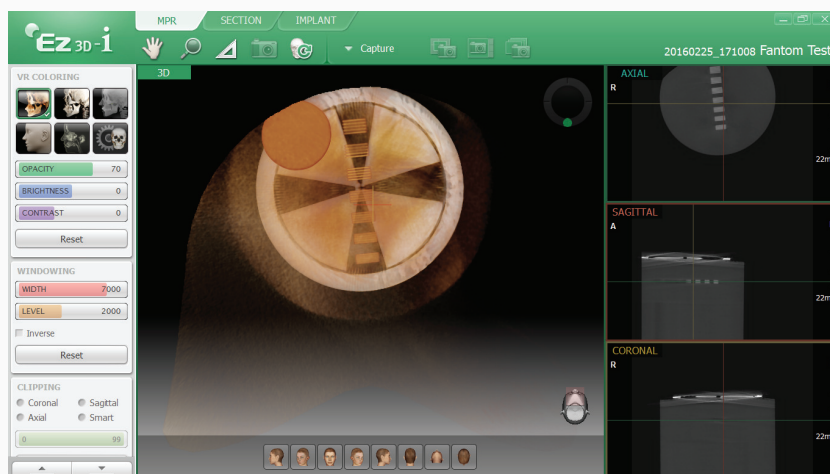
Detail mřížky



4

Software

Ukázka softwaru Vatech EZ 3D-i
pohled zespodu



5

Postup

Postup

- Naměření 3D snímků na CBCT přístrojích
- Zpracování reálných dat v prostředí MATLAB
- Výpočet vzdáleností dvojic čar a kontrastu
- Porovnání se skutečnými rozměry fantomu

Navržený algoritmus

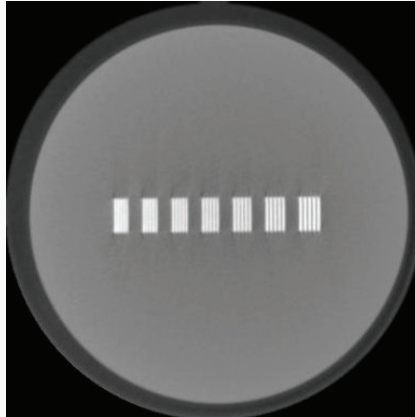
- Výběr snímků s mřížkou z 3D dicom snímku
- Tvorba výsledné matice z vybraných řezů s aplikací mediánu
- Vytvoření profilu mřížky
- Nález maximálních jasových hodnot (píků profilu)
- Výpočet vzdáleností mezi píky profilu mřížky
- Výpočet kontrastu - derivací profilové mřížky
- Srovnání vypočtených hodnot s reálnými pomocí relativní chyby

7

Výsledky

Výsledky

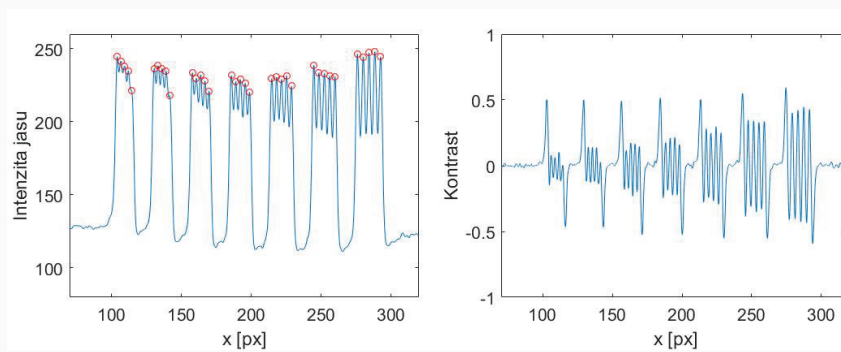
Výsledný snímek, Soredex Scanora® 3D



8

Výsledky

Profil mřížky (vlevo) a derivace profilové mřížky (vpravo)
Soredex Scanora® 3D



9

Výsledky

Výsledné srovnání přístrojů

Přístroj	Relativní chyba (%)
Soredex	20,3 až 25,0
iCat	20,1 až 26,5
NewTom	47,8 až 59,5
Gendex	52,0 až 66,3

10

Závěr

Závěr

- Navržení a aplikace metody pro objektivní srovnání 3D snímků z různých CBCT přístrojů
 - princip výpočtu vzdálenosti dvou bodů v prostoru
 - ověření výpočtem kontrastu
- Nejvyšší shoda s reálnými rozměry byla prokázána u přístroje Soredex Scanora® 3D s odchylkou mezi 20,3 a 25,0 %

WORKSHOP BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ A INFORMATIKY 2016

© České vysoké učení technické v Praze
ISBN: 978-80-01-05916-6