



► FAKULTA
APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI



Nový studijní obor

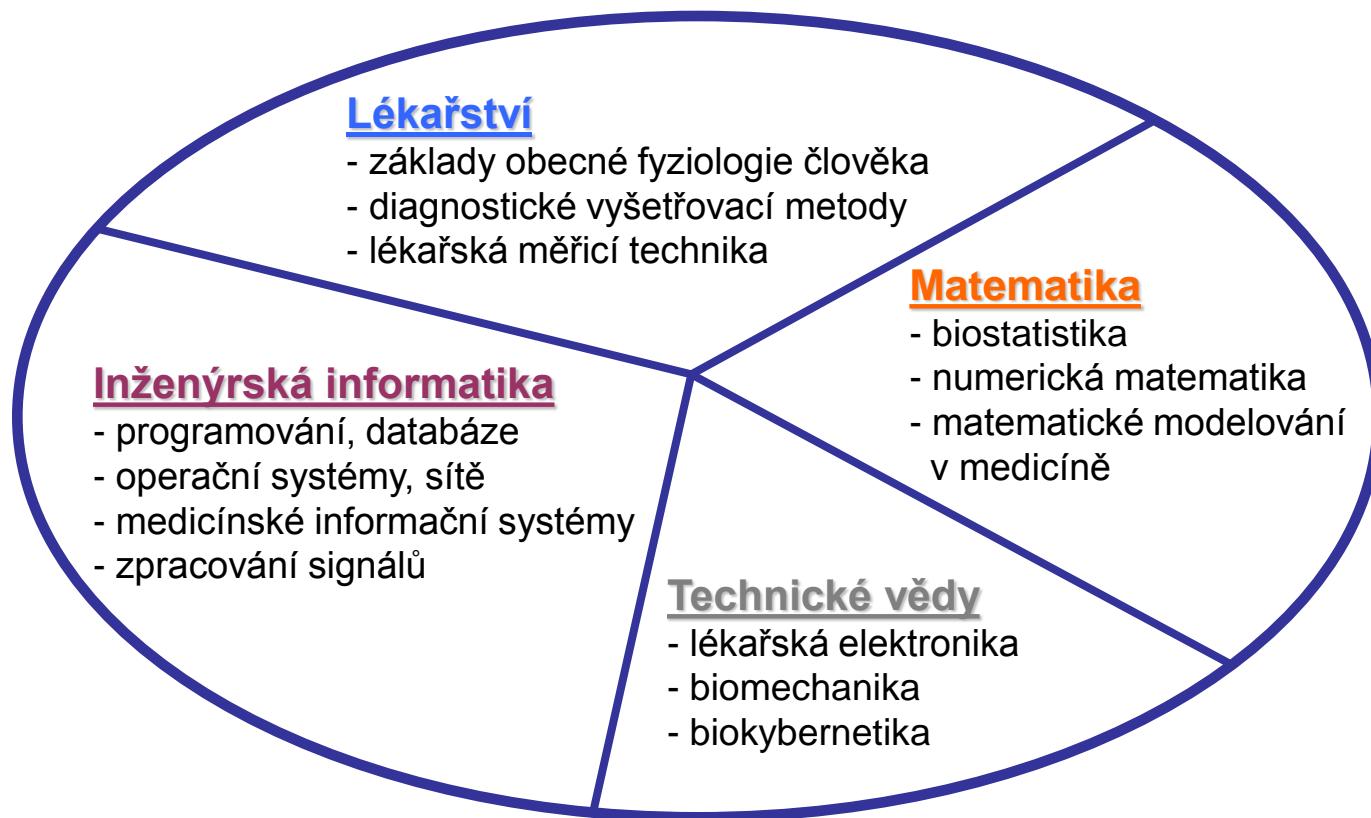
Medicínská informatika

navazujícího magisterského studijního programu

Inženýrská informatika (N3902)

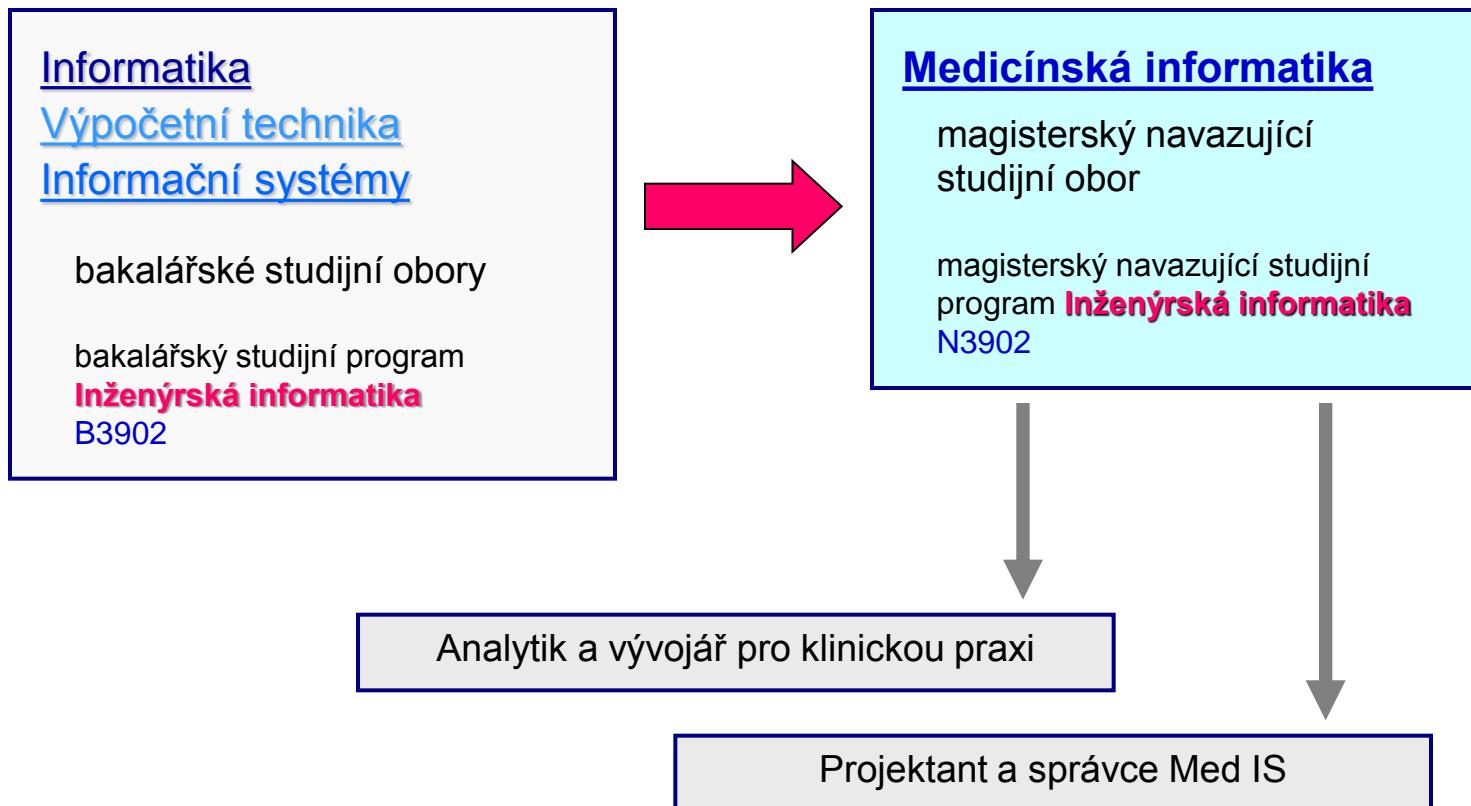
MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

Struktura odbornosti absolventa



MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

Cesta k oboru



MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

Možná zaměření v rámci oboru

výběrem volitelných předmětů lze profil absolventa směřovat do jednoho ze dvou možných zaměření

Analytik a vývojář pro klinickou praxi

- klinická a výzkumná specializace
- absolvent umí data měřit, ukládat, zpracovávat a analyzovat
- datům rozumí, zná jejich původ a vlastnosti
- dokáže navrhovat a spolurealizovat experimenty
- je aktivním spolupracovníkem výzkumníků a lékařů
- dokáže navrhnout a realizovat specializovaný experimentální a klinický účelový SW

Projektant a správce medicínských informačních systémů

- absolvent se orientuje v komponentách a architekturách MedIS
- dovede integrovat technické a programové produkty při vytváření MedIS
- orientuje se v technologích a důležitých standardech
- absolvent je připraven pro projektování, provoz a správu MedIS
- rozumí principům řízení projektu

MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

Studijní program N3902

OBOR: Medicínská informatika - magisterský stupeň											
ROK : 1					ROK : 2						
ZS		LS			ZS		LS				
KIV/SU	6	A	KIV/DB2	6	A	KIV/PPR	6	A	KIV/SZD	0 A	Informatika
KIV/ZOF	6	A	KIV/DVM	6	A	KIVOSEMI	3	A	KIV/DGSM	0 A	BioMedInfo
KMA/MSM	5	A							KIV/DIP	18 A	
									KIV/OINI	0 A	
KIV/AZS	6	B	KIV/ZVI	6	B	KIV/AOS	6	B	KIV/AVD	0 B	Analytik a vývojář v klinické praxi
KIV/ZPOS	5	B	KIV/MHS	6	B				KIV/VID	6 B	
			KME/UBI	2	B						
KIV/DBM2	6	B	KIV/VINF	6	B	KIV/INS	5	B	KIV/MIS	0 B	Správce MedInfo systémů
KMA/TGD1	5	B	KET/LMT	5	B	KMA/TGI	6	B	KIV/SI	6 B	
						KPP/IPP	3	B			

Inženýrská informatika

KIV/SU	Strojové učení
KIV/DB2	Databázové systémy 2
KIV/PPR	Paralelní programování
KIV/AZS	Analýza a zpracování signálů
KIV/ZVI	Zpracování vizuální informace
KIV/AOS	Analýza obrazu scény
KIV/VID	Vizualizace dat
KIV/ZPOS	Zpracování polygonálních sítí
KIV/DBM2	DB systémy a metody zpracování dat 2
KIV/MHS	Multimediální a hypermediální systémy
KIV/VINF	Vizualizace informace
KIV/INS	Informační systémy
KIV/SI	Systémová integrace

Matematika

KMA/MSM	Mnohorozměrné statistické metody
KMA/TGD1	Teorie grafů a diskrétní optimalizace 1
KMA/TGI	Technologie tvorby GIS
KMA/VSM	Vybrané statistické metody
KMA/MM	Matematické modelování

Lékařství + technické vědy

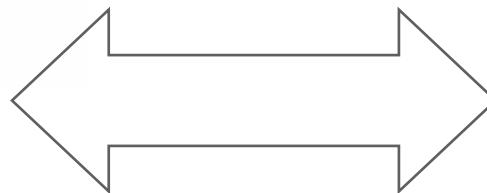
KIV/ZOF	Základy obecné fyziologie člověka
KIV/DVM	Diagnostické vyšetřovací metody
KIV/OSEMI	Oborový seminář medicínské informatiky
KET/LMT	Lékařská měřicí technika
KME/UBI	Úvod do biomechaniky
KAE/LE	Lékařská elektronika

MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

Základní báze odborné spolupráce



► FAKULTA
APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI



LÉKAŘSKÁ FAKULTA V PLZNI
UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE



<KIV>

KATEDRA INFORMATIKY
A VÝPOČETNÍ TECHNIKY

Fakultní nemocnice Plzeň
Edvarda Beneše 13, CZ-305 99 Plzeň-Bory



MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA



Fakultní nemocnice Plzeň
Edvarda Beneše 13, CZ-305 99 Plzeň-Bory

prof. Ing. Jiří Křen, CSc.
děkan
Fakulta aplikovaných věd
Západočeská univerzita v Plzni
Univerzitní 8
306 14 Plzeň

Letter of Intent

Vážený pane děkane,

tímto potvrzujeme, že máme zájem o výsledky výzkumu a vývoje, které budou dosaženy v rámci řešení projektu NTIS. Zejména se jedná o výsledky v oblastech modelování biologických procesů a struktur s cílem analýzy a predikce chování a změny jejich vlastnosti, měření, zpracování a vyhodnocení rozsáhlých heterogenních datových souborů a vývoje nástrojů pro realizaci takových systémů.

Fakultní nemocnice spolupracuje s Fakultou aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni dlouhodobě v oblastech neurologie, foniatrie, audiolgie a otoneurologie, chirurgie, gynekologie, ortopedie, radiodiagnostiky a interního lékařství, viz příloha Letter of Intent. Objem dosavadní spolupráce s FAV ZČU v Plzni lze kvantifikovat dvojím způsobem. Jedním ze způsobů hodnocení je objem společně publikovaných výsledků výzkumu a vývoje v Rejstříku informací o výsledcích VaV (RIV). Na druhé straně se jedná o objem finančních prostředků čerpaných formou společných grantů. V současné době u probíhajících grantů a grantů ve fázi podání činí objem finančních prostředků 5 mil. Kč s předpokládanou dobou čerpání 5 let v letech 2010 až 2014, tj. cca 1 mil. ročně.

Rozvoj další dlouhodobé spolupráce s FAV ZČU v Plzni ve výše uvedených aktivitách je pro nás klíčový. Proto do rozvoje těchto společných aktivit a projektů hodláme v rámci celkových nákladů FN Plzeň na výzkum ročně investovat částku do 1 mil. Kč.

S pozdravem

Ing. Jaroslava Kunová
ředitelka FN Plzeň

V Plzni 5. 10. 2009

Fakultní nemocnice Plzeň
Dr. E. Beneše 13
305 99 Plzeň – Bory
mail: fnpplzen@fnpplzen.cz
web: <http://www.fnpplzen.cz>
IČO: 00669806
DIČ: CZ 00669806

FAKULTNÍ NEMOCNICE
ŘEDITELSTVÍ
DR. E. BENEŠE 13, 305 99 PLZEŇ



LÉKAŘSKÁ FAKULTA V PLZNI
UNIVERSITA KARLOVA V PRAZE



BIO MEDICA APPLICATA
BIOMEDICÍNSKÉ
CENTRUM



FAKULTA
APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOCHEŠSKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI



NTIS CTPVV

Deklarace vzájemné spolupráce v oblasti výzkumu, vývoje a vzdělávání.

Fakulta aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni (FAV), zastoupená děkanem, a Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze (LFUK), zastoupená děkanem, vyjadrují tímto ujednáním podporu dlouhodobé vzájemné spolupráce v oblasti výzkumu, vývoje a vzdělávání.

Toto ujednání vychází z neformální dlouhodobé spolupráce a společné účasti v řadě výzkumných projektů, aktivit a ve vzdělávací činnosti. Účastníkem této spolupráce byla a je také Fakultní nemocnice v Plzni (FN), její odborná a specializovaná pracoviště.

Ve výzkumu a vývoji se jedná zejména o spolupráci v oblastech modelování biologických objektů, procesů a struktur s cílem analýzy a predikce chování a změny jejich vlastnosti. Dále se jedná o sféry měření, zpracování a vyhodnocení rozsáhlých souborů homogenních i heterogenních dat a vývoje nástrojů pro realizaci takových systémů. Nosními subjekty spolupráce obou fakult ve vývoji a výzkumu budou dvě výzkumná centra budovaná v rámci operačního programu VaVpI, Biomedicínské centrum Univerzity Karlovy v Praze, Lékařská fakulta v Plzni (BC), a centrum Nové technologie pro informační společnost Fakulty aplikovaných věd, ZCU v Plzni (NTIS).

Cílem vzdělávání je prohloubení mezioborové spolupráce směrem k přípravě odborníků, kteří najdou uplatnění v aplikacích a výzkumných oblastech medicinské informatiky, biomedicínské statistiky, biomechaniky a biokybernetiky. Snahou obou fakult je zvýšení kvality vzdělávání na plzeňských vysokých školách a jeho relevance pro potřeby trhu práce. Předpokládáme posílení možnosti studentů zapojit se do konkrétních praktických aplikací a řešení výzkumných úkolů na specializovaných pracovištích. Spolupráce ve vzdělávání bude proto zaměřena na odbornou podporu studijních oborů FAV, speciálně nové vznikající oboru Medicinská informatika a stávajících studijních oborů a specializaci Biomechanika a lékařské inženýrství. Systémy pro identifikaci, bezpečnost a komunikaci a Biokybernetika. Dalším cílem spolupráce v oblasti vzdělávání bude vznik a rozvoj nových domén v doktorských studijních programech. Tato spolupráce se bude opírat o budované zázemí a infrastrukturu vzdělávacích center v Plzeňském kraji, kterými jsou Univerzitní medicínské centrum LF UK v Plzni (UniMeC) a Centrum technického a přírodrovědeckého vzdělávání a výzkumu FAV ZČU v Plzni (CTPVV).

Obě smluvní strany se zavazují co nejvíce, co nejlépe a co nejdříve tuto obecnou deklaraci naplnit spoluprací konkrétních akademických týmů.

V Plzni dne: 3. 3. 2014

Prof. MUDr. Boris Kreuzberg, CSc.
děkan fakulty

3. 3. 2014

Doc. MUDr. Milan Štengl, Ph.D.
vědecký ředitel BC
Lékařská fakulta v Plzni
Univerzity Karlovy v Praze

Štengl

Doc. Ing. František Vávra, CSc.
děkan fakulty

František Vávra

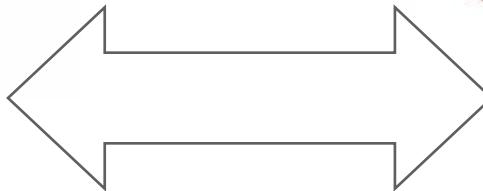
Prof. Ing. Pavel Novák, Ph.D.
ředitel NTIS
Fakulta aplikovaných věd
Západočeské univerzity v Plzni

Pavel Novák

MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA



► FAKULTA
APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI



LÉKAŘSKÁ FAKULTA V PLZNI
UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE



Fakultní nemocnice Plzeň
Edvarda Beneše 13, CZ-305 99 Plzeň-Bory

Současné aktivity v oborech

- Neurologie, neuroinformatika
- Interní lékařství
- Jaterní chirurgie
- Klinická audiologie a foniatrie
- Otoneurologie
- Medicínské informační systémy

MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA



► FAKULTA
APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZEŇI



LÉKAŘSKÁ FAKULTA V PLZNI
UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE



Fakultní nemocnice Plzeň
Edvarda Beneše 13, CZ-305 99 Plzeň-Bory

Současná spolupráce s FN Plzeň

- Neurochirurgické oddělení
- Neurologická klinika
- 1. interní klinika
- Chirurgická klinika
- Otorhinolaryngologická klinika
- Radiodiagnostická klinika
- Klinika zobrazovacích metod
- Odbor správy informačního systému

MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA



► FAKULTA
APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI



LÉKAŘSKÁ FAKULTA V PLZNI
UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE



Fakultní nemocnice Plzeň
Edvarda Beneše 13, CZ-305 99 Plzeň-Bory

<KIV>

KATEDRA INFORMATIKY
A VÝPOČETNÍ TECHNIKY

Příklady současné spolupráce - I

MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

Spolupráce s ORL klinikou FN Plzeň

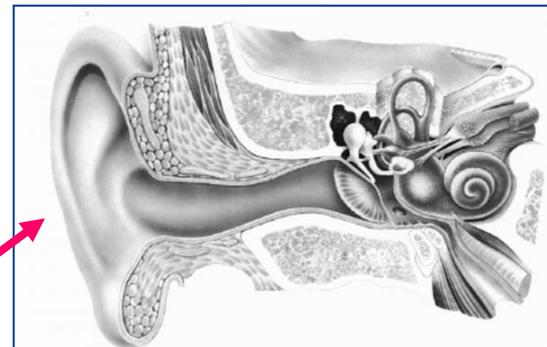
Doc. MUDr. Jaroslav Slípka, CSc.

Ing. Jiří Pešta, CSc.

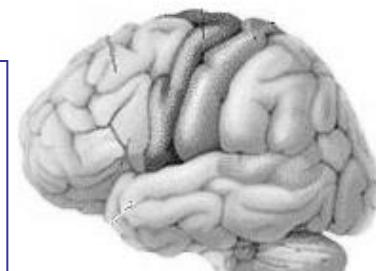
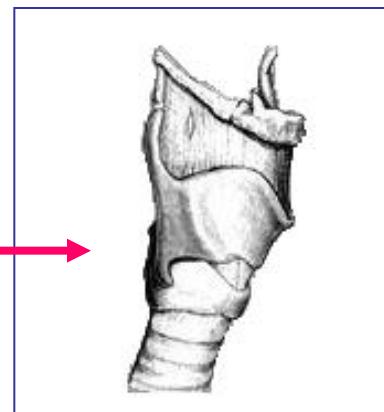
MUDr. Monika Vohlídková

Doc. Ing. František Vávra, CSc.

Ing. Pavel Nový, Ph.D.



- **klinická audiometrie**
- **klinická foniatrie**
- **klinická otoneurologie**

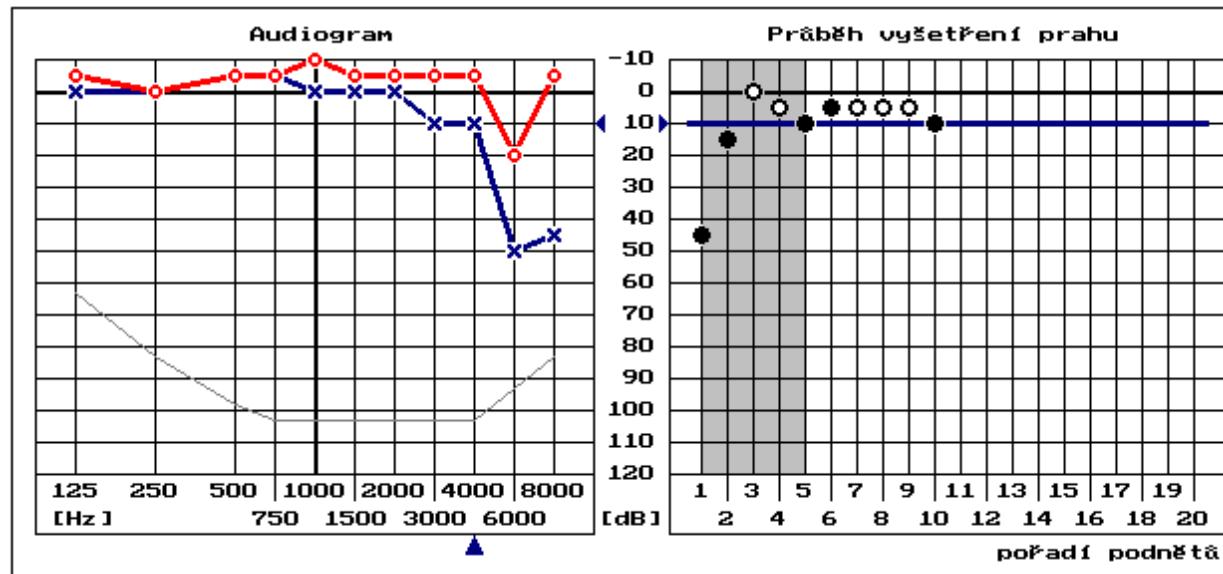


Klinická audiometrie

metoda funkční diagnostiky sluchu

tónová audiometrie

- optimální algoritmus vyšetření prahu percepce
- měření doby latence při pozitivní odezvě
- vývoj doby latence se vzdáleností od prahu percepce
- vývoj doby latence s rostoucí frekvencí podnětu
- srovnávací studie s výsledky ERA, BERA

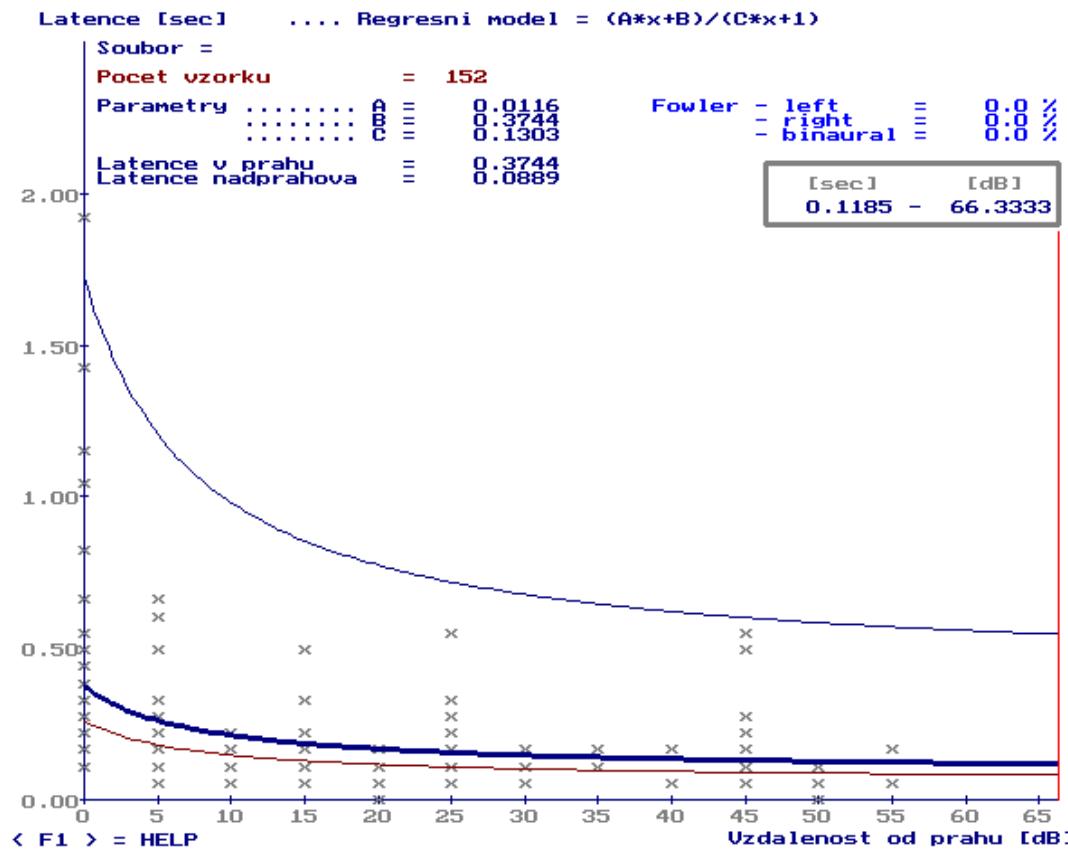


Klinická audiometrie

tónová audiometrie

!!! - DP

testování vývoje doby latence se vzdáleností od prahu percepce a s rostoucí frekvencí podnětu



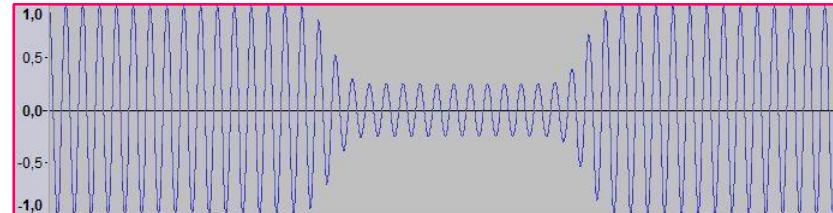
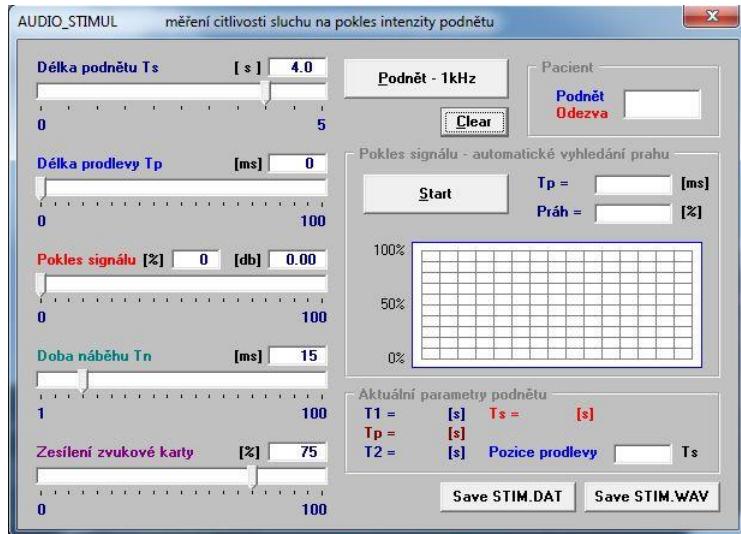
Klinická audiometrie

metoda funkční diagnostiky sluchu

Gap Detection Threshold



- speciální metoda tónové audiometrie
- odezva pacienta na výpadek – mezeru v generovaném tónu
- optimální algoritmus nalezení prahu „Gap Detection“
- měření doby latence při pozitivní odezvě



mezera :

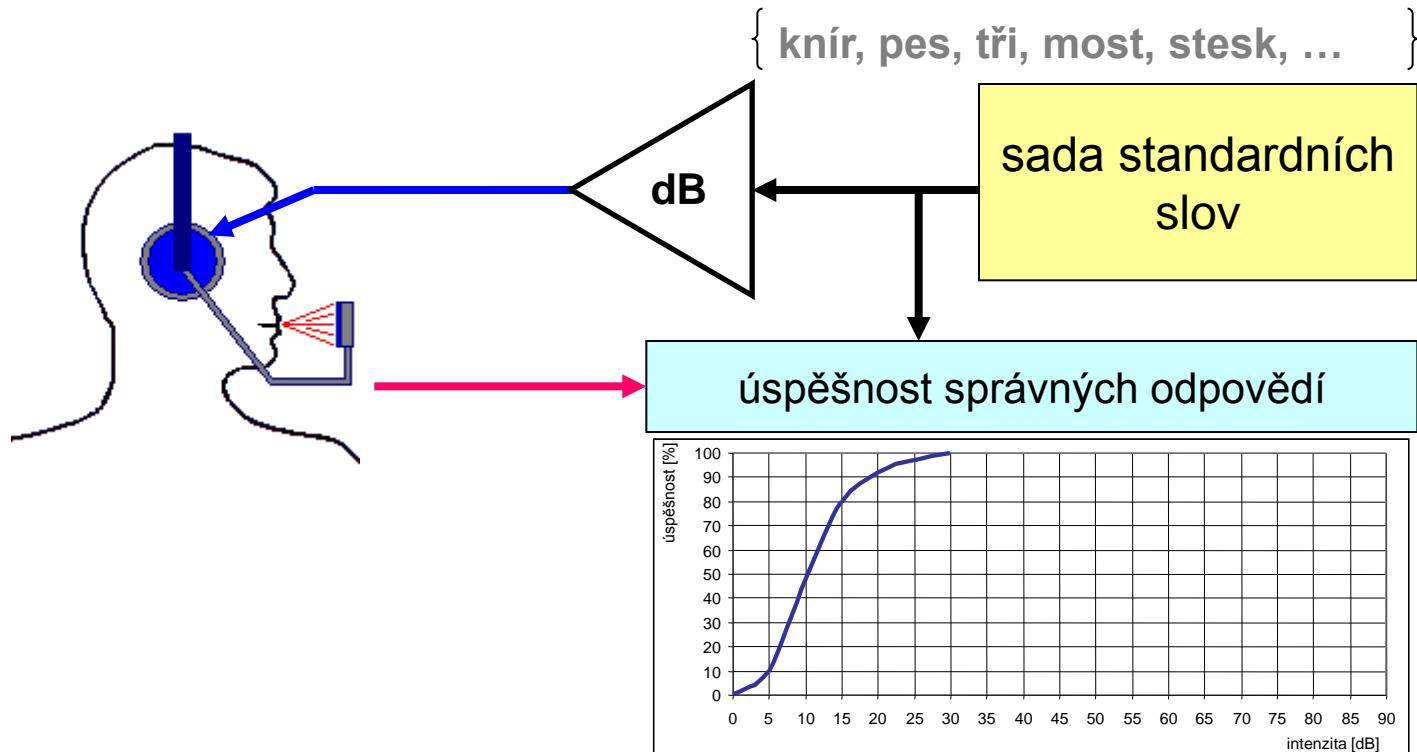
- délka Tp [ms]
- pokles SPL [%], [dB]
- doba poklesu/náběhu Tn [ms]

Klinická audiometrie

metoda funkční diagnostiky sluchu

slovní audiometrie

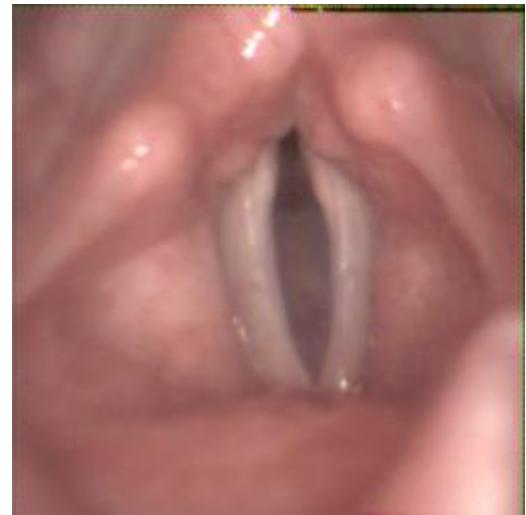
- klasická metoda slovní audiometrie, porozumění slovům



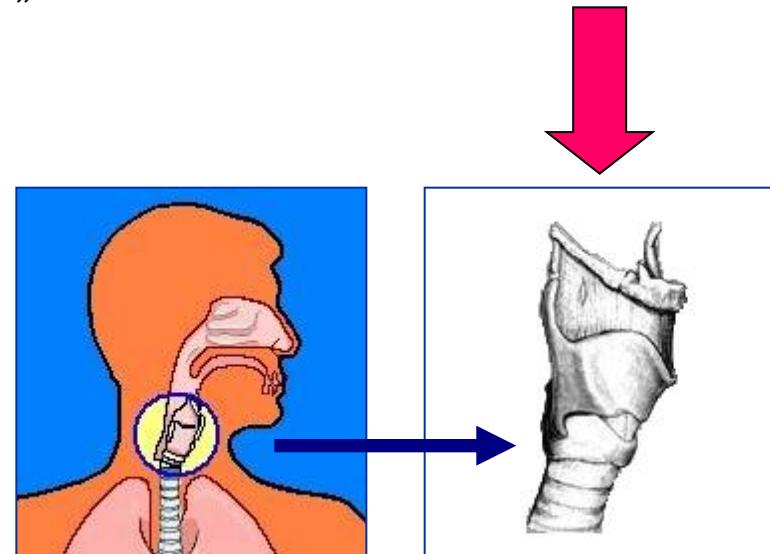
Klinická foniatrie

metody funkční diagnostiky hlasivek

- kvalita závěru **glottis** !!!
- vysokorychlostní kamera,
- videokymografie
- aerodynamická vyšetření
- multidimenzionální analýza
- analýza signálu při fonaci vokálu „a“
 - vyšetření hlasového pole
 - analýza jednoho kmitu hlasivek
 - zátěžové testy
 - dlouhodobá fonace



směr pohledu optikou



Klinická foniatrie

funkční diagnostika hlasivek

vyšetření hlasového pole

- frekvenční rozsah hlasu, **F0** [Hz] ... Fundamental Frequency
- dynamický rozsah hlasu, **SPL** [dB] ... Sound Pressure Level
- měření *zpěvního* rozsahu hlasu ... vokály a, e
- měření *mluvního* rozsahu hlasu ... čtení standardního textu

aplikace vyšetření hlasového pole lze rozdělit do několika oblastí:

- stanovení frekvenčního a dynamického rozsahu školených hlasů
- nástroj pro trénování přechodů mezi hlasovými rejstříky
- logopedia
- zátěžové testy hlasového ústrojí
- funkční diagnostika onemocnění hlasového ústrojí, spec. **chraptivosti** hlasu.

Klinická foniatrie

funkční diagnostika hlasivek

vyšetření hlasového pole

Chrapivost je jedním z příznaků onemocnění hrtanu a fonačního ústrojí a na různém stupni se s ním setkáváme v případech :

- zánětu hrtanu,
- **hlasových uzlíků**,
- **polypů**,
- edémů,
- nádorových onemocnění,

Fyzikální podstatou vzniku **chrapotu** je nesprávný závěr glottis a nepravidelnost kmitů hlasivek. Tento jev může být vyvolán zejména změnou fyzikálního mechanismu tvorby hlasu.

Aplikace hlasového pole → sledování vývoje funkce hlasového ústrojí po provedeném chirurgickém zákroku

Klinická foniatrie

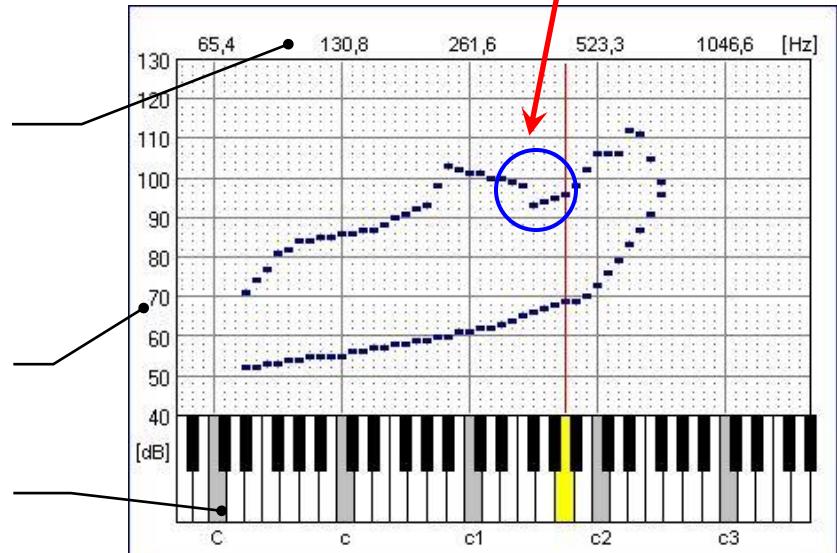
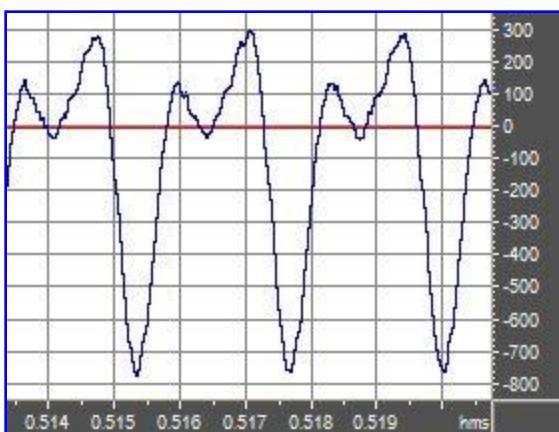
hlasové pole – popis

Oblast lokálního minima, které je způsobeno přechodem mezi tzv. prsním (a středním) rejstříkem a rejstříkem hlavovým „falsetto“.

F0 [Hz] ... základní hlasová frekvence
terminologicky ve foniatrii odpovídá výsce hlasu, tj.
frekvenci, jakou kmitají hlasivky
Z hlediska zpracování signálů, viz ACF,
je to opakovací frekvence hlasového signálu.

SPL [dB] ... intenzita hlasu
terminologicky ve foniatrii odpovídá hlasitosti.

Referenční stupnice rovnoměrně
temperovaného dvanáctistupňového ladění.
Je zdrojem referenčního tónu.



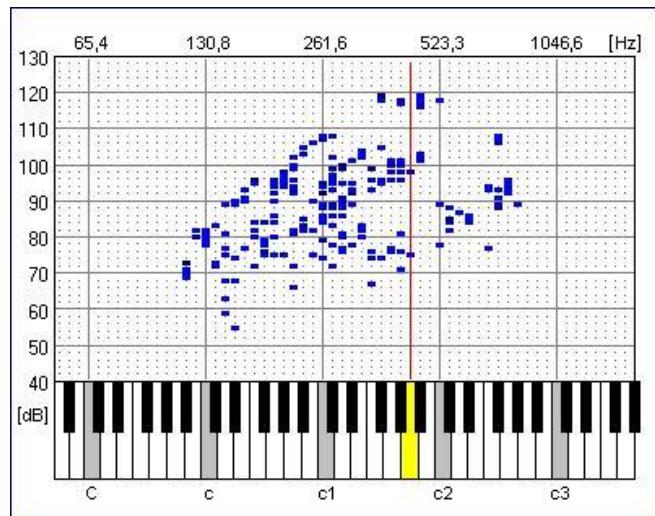
Hlasové pole /muž/ : zpěvní rozsah hlasu pro vokál „a“,
příklad běžného fonetogramu - zobrazení minimálních
a maximálních naměřených hodnot .

Hlasové pole je reprezentováno maticí **VR** ;
hodnota prvku $r_{i,j}$ matice **VR** je četností výskytu dvojice
[**SPL**_i, **f**_j] během realizovaného vyšetření pacienta,
kde **SPL**_i je intenzita hlasu v [dB] při frekvenci hlasu **f**_j v [Hz].

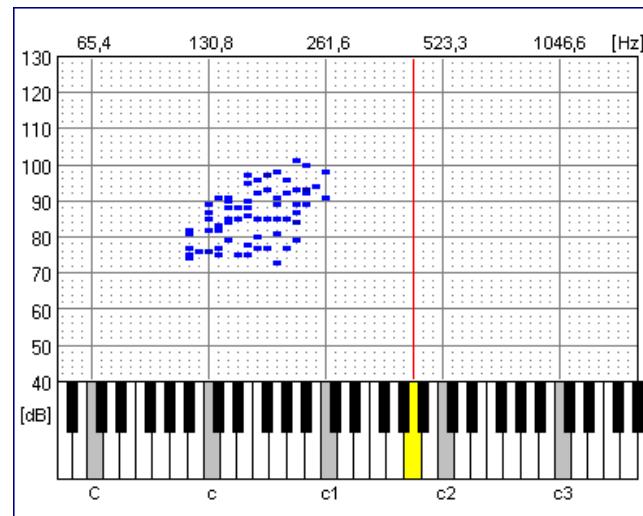
Záznam vokálu „a“
hlasová frekvence F0 = 440 Hz,
tj. „a1“ ... komorní A .

Klinická foniatrie

hlasové pole – příklady



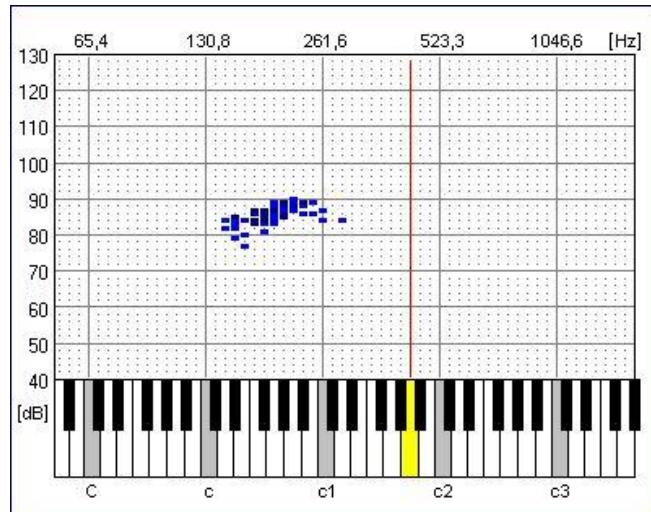
Hlasové pole /žena/ : zpěvní rozsah hlasu pro vokál „a“, min/max intenzita, min/max dosažitelná výška hlasu.



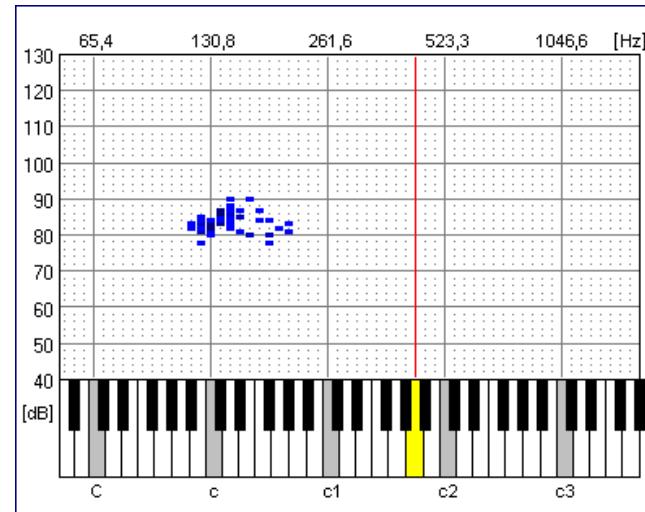
Hlasové pole /muž/ : zpěvní rozsah hlasu pro vokál „a“, Dg.: polyp na hlasivkách.

Klinická foniatrie

hlasové pole – příklady



Hlasové pole /žena/ : *mluvní* rozsah hlasu při čtení standardního textu.



Hlasové pole /muž/ : *mluvní* rozsah hlasu,
Dg.: polyp na hlasivkách.

Klinická foniatrie

hlasové pole – analýza signálu → F₀ , SPL

Cílem analýzy je z naměřeného hlasového signálu $s(k)$ určit dvojici [**SPL_i, f_j**]

- základní hlasovou frekvenci F_0 [Hz]
- intenzitu hlasu SPL [dB]

Předpoklady :

- digitalizovaný hlasový signál $s(k)$ s periodou vzorkování $T_{VZ} = 1 / F_{VZ}$
- pomalé změny vlastností hlasového signálu v čase, které vedou na použití metod tzv. **krátkodobé analýzy**
- volba **mikrosegmentu**, tj. úseku hlasového signálu časové délky T_M s počtem vzorků N
- pro hlasový signál $s(k)$ v mikrosegmentu pak platí, že $k = 0, \dots, N - 1$

$$N = \frac{T_M}{T_{VZ}}, \quad T_M > T_o(\max), \quad T_o(\max) = \frac{1}{F_o(\min)}$$

Pro indikaci periodicity hlasového signálu použijeme **krátkodobou autokorelační funkci**.

Parametry platné pro aplikaci

$F_{VZ} = 44100$ Hz $T_M = 30$ ms

$F_o(\min) = 50$ Hz $T_o(\max) = 20$ ms

$N = T_M * F_{VZ} = 1323$ vzorků

Klinická foniatrie

hlasové pole – autokorelační funkce → ACF

Nechť je **ACF** definována vztahem :

$$R_n(m) = \frac{1}{N} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} s(k) w(n-k) s(k+m) w(n-k+m)$$

kde $s(k)$... je k -tý vzorek hlasového signálu

$w(n)$... je váhová funkce typu **pravoúhlého okna**, pro kterou platí :

$$w(n) = 1 \quad \text{pro } 0 \leq n \leq N - 1$$

$$w(n) = 0 \quad \text{pro všechna ostatní } n$$

Z předpokladů vyplývá, že se dále omezíme na tzv. izolovaný mikrosegment délky N vzorků.

Proto bude po úpravě pro **ACF** platit :

$$R(m) = \frac{1}{N-m} \sum_{k=0}^{N-1-m} s(k) s(k+m), \quad \text{pro } m = 0, 1, \dots, N-1.$$

Klinická foniatrie

hlasové pole – autokorelační funkce → ACF

Jestliže je zpracovávaný hlasový signál periodický s periodou T_s , pak **ACF** nabývá maximálních hodnot pro $m = 0, T_s, 2T_s, 3T_s, \dots$

Pro stanovení základní hlasové frekvence **F₀** „Fundamental Frequency“ platí :

$R(m^*) = \max_{m=1,\dots,N-1} [R(m)]$, kde m^* je počet vzorků, který odpovídá periodicitě signálu.

Základní hlasovou frekvenci pak vypočítáme : $F_0 = \frac{F_{VZ}}{m^*}$.

Problém :

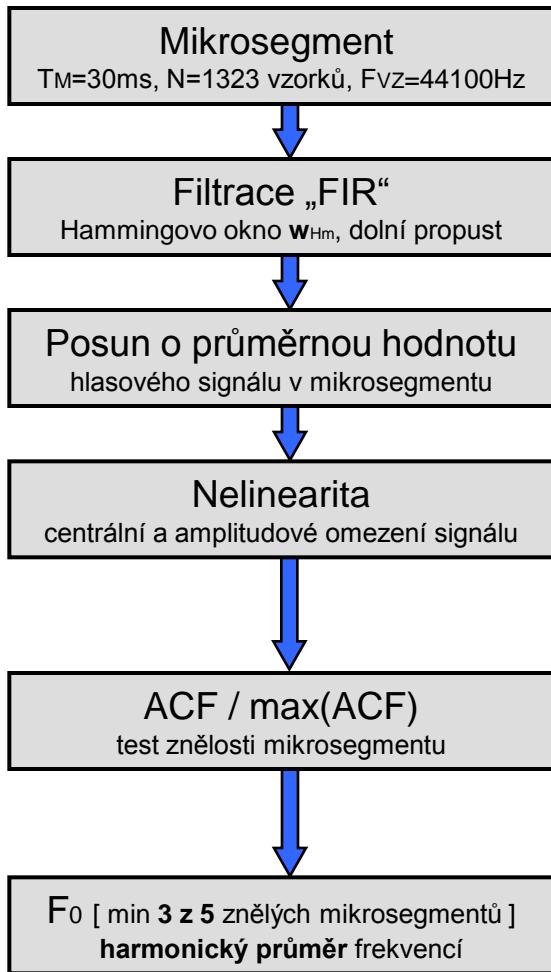
V praxi **ACF** aplikovaná na hlasový signál $s(k)$ obsahuje mnoho dalších vrcholů, které jsou způsobeny např. formanty (pro vokály jsou charakteristické formanty F₁ a F₂).

Dále musíme vzhledem k aplikaci předpokládat, že hlas bude mít **sníženou kvalitu**, která bude vyvolána onemocněním hrtanu, např. **chrapotem**.

Proto byl hlasový signál před vlastní aplikací **ACF** upraven následujícími postupy.

Klinická foniatrie

hlasové pole – postup zpracování signálu → F_O



$$s(k), \quad \text{pro } k = 0, 1, \dots, N - 1$$

Základním omezením vyplývajícím z aplikace „**Hlasové pole**“ je zpracování úlohy v **reálném čase**

$$s_F(k) = \sum_{j=-N_{Hm}}^{+N_{Hm}} s(k-j) w_{Hm}(j)$$

$$s^*(k) = s_F(k) - E(s_F), \quad E(s_F) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} s_F(k)$$

$$s'(k) = +1, \quad s^*(k) > \alpha * \min[Max_1, Max_2, Max_3]$$

$$s'(k) = -1, \quad s^*(k) < \alpha * \max[Min_1, Min_2, Min_3]$$

$$s'(k) = 0, \quad \text{ostatní } s^*(k)$$

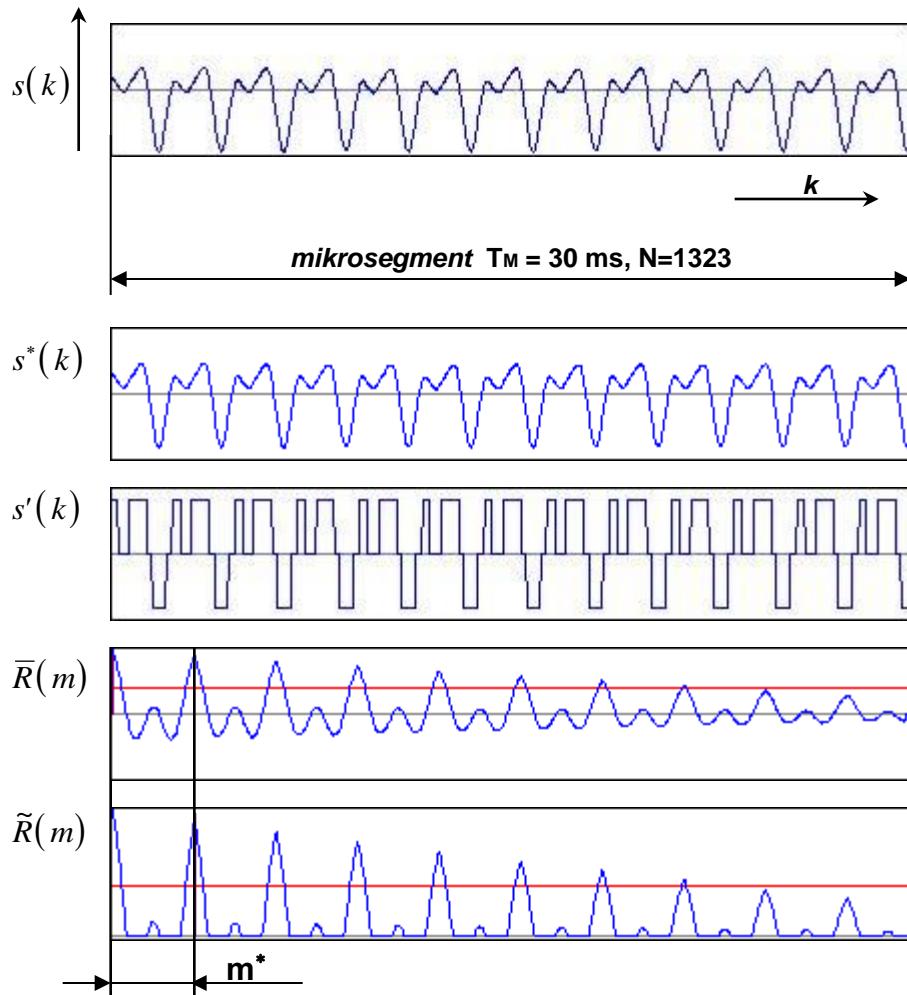
$$\bar{R}(m) = \frac{R'(m)}{R'(0)}, \quad R'(m) = \frac{1}{N-m} \sum_{k=0}^{N-1-m} s'(k) s'(k+m)$$

$$\bar{R}(m^*) = \max_{m=1, \dots, N-1} [\bar{R}(m)], \quad \bar{R}(m^*) > \beta \Rightarrow \mu_{\text{segment-znělý}}$$

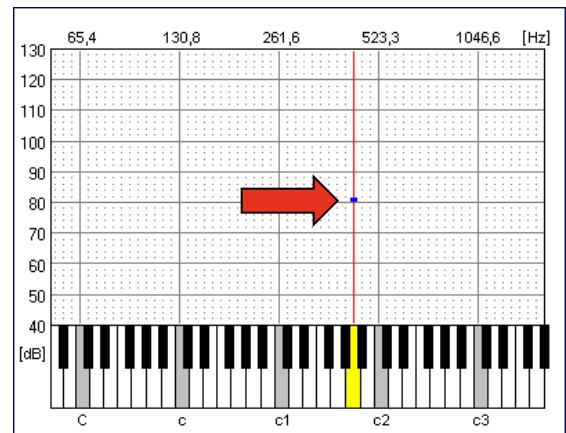
$$F_o = \frac{F_{vz}}{m_{3/5}}, \quad m_{3/5} = \frac{1}{n_z} \sum_{i=1}^{n_z} m_i^*, \quad \text{pro } n_z = 3, 4, 5$$

Klinická foniatrie

hlasové pole – výsledky zpracování signálu → F_0



Záznam vokálu „a“, hlasová frekvence $F_0 = 440 \text{ Hz}$, tj. „a1“ ... komorní A .



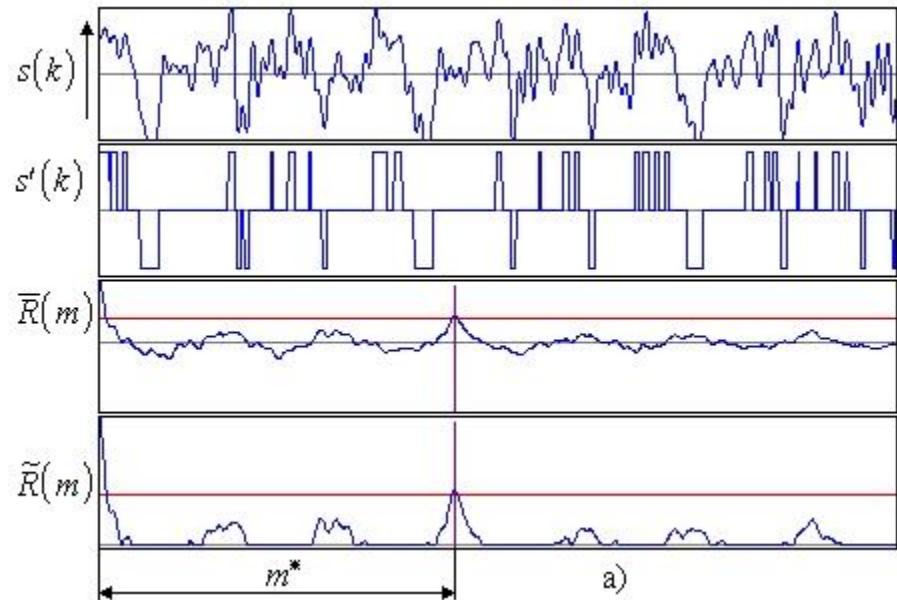
Poznámka :

$$\tilde{R}(m) = \bar{R}(m) \quad \text{pro } \forall \bar{R}(m) \geq 0$$

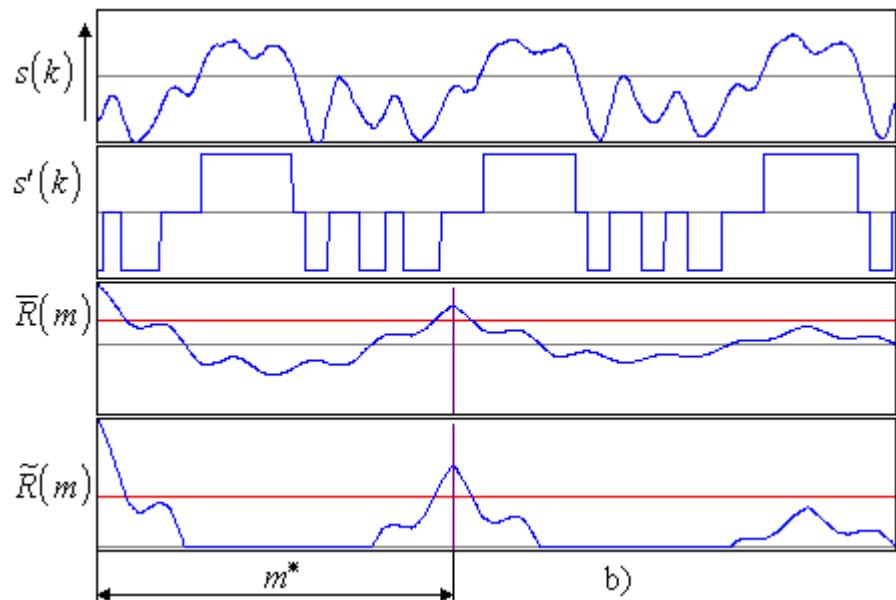
$$\tilde{R}(m) = 0 \quad \text{pro } \forall \bar{R}(m) < 0$$

Klinická foniatrie

hlasové pole – výsledky zpracování signálu → F_0



Záznam vokálu „a“, hlasová frekvence $F_0 = 92,5$ Hz,
Dg.: jednostranný polyp na hlasivkách



Záznam vokálu „a“, hlasová frekvence $F_0 = 92,5$ Hz,
Dg.: standardní fonace

Klinická foniatrie

hlasové pole – výpočet intenzity signálu → SPL

Intenzitu **SPL** hlasového signálu $s(k)$ počítáme pro definovaný mikrosegment, který je testem ACF vyhodnocen jako znělý, podle vztahu :

$$SPL(T_M) = \frac{1}{T_M} \int_0^{T_M} s^2(t) dt \cong SPL^{TM},$$

$$SPL^{TM} = \frac{T_{VZ}}{2 T_M} \sum_{k=1}^{N-1} (s^2(k-1) + s^2(k)) = \frac{1}{N-1} \left(\frac{s^2(0)}{2} + \frac{s^2(N-1)}{2} + \sum_{k=1}^{N-2} s^2(k) \right),$$

kde : T_M je délka mikrosegmentu [ms],
 N je počet vzorků v mikrosegmentu,
 T_{VZ} je perioda vzorkování.

Pro vyjádření intenzity v decibelech **SPL_[dB]** platí :

$$SPL_{[dB]} = 10 \log (SPL^{TM}).$$

Stanovení výsledné hodnoty **SPL_[dB]** pro dosazení do dvojice [**SPL_i, f_j**] se provádí podle stejného pravidla jako u frekvence **F₀**, tj. minimálně 3 z 5 znělých mikrosegmentů :

$$SPL_{[dB]} = 10 \log (SPL_{3/5}^{TM}), \quad SPL_{3/5}^{TM} = \frac{1}{n_z} \sum_{i=1}^{n_z} SPL_i^{TM}.$$

Klinická foniatrie

multidimenzionální analýza (MDVA)

(Multi-Dimensional Voice Analysis)

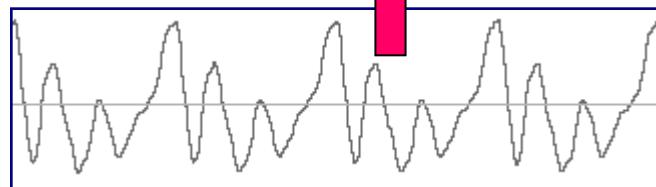
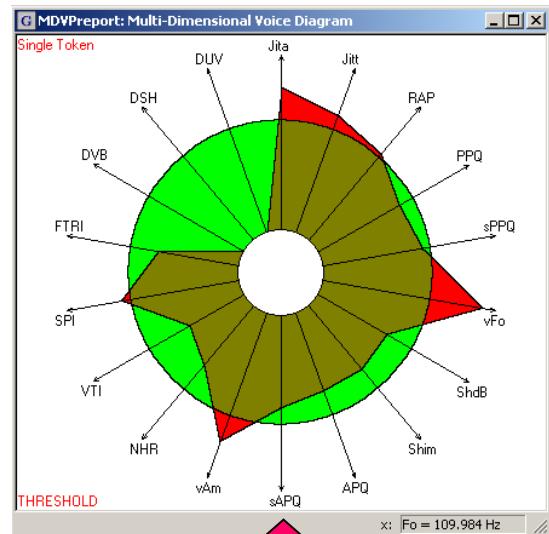
funkční akustická vyšetřovací metoda

kvalitativní parametry

- stupeň subharmonických DSH
- stupeň neznělých úseků DUV
- tremor ATRI
- frekvenční kolísání Jita, Jitt
- šumové parametry SPI, VTI
- amplitudové kolísání ShdB, Shim

měření zpěvního rozsahu hlasu ... vokál a

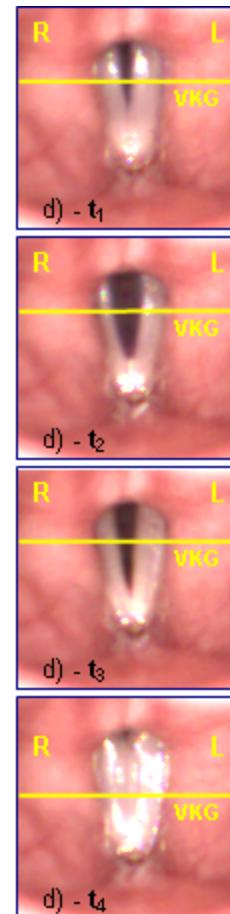
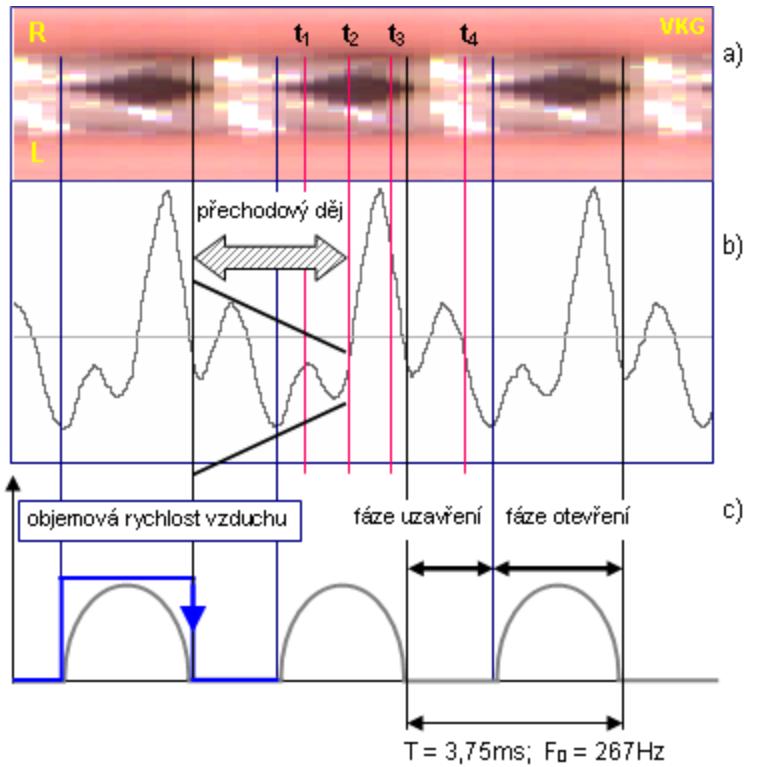
- #### aplikace
- ... vyšetření před chirurgickým zákrokem
 - ... vyšetření 2 týdny po zákroku
 - ... vyšetření 1 měsíc po zákroku
 - ... vyšetření 6 měsíců po zákroku
 - ... vyšetření 12 měsíců po zákroku



Klinická foniatrie

funkční diagnostika hlasivek

analýza jednoho kmitu hlasivek – SCORE model

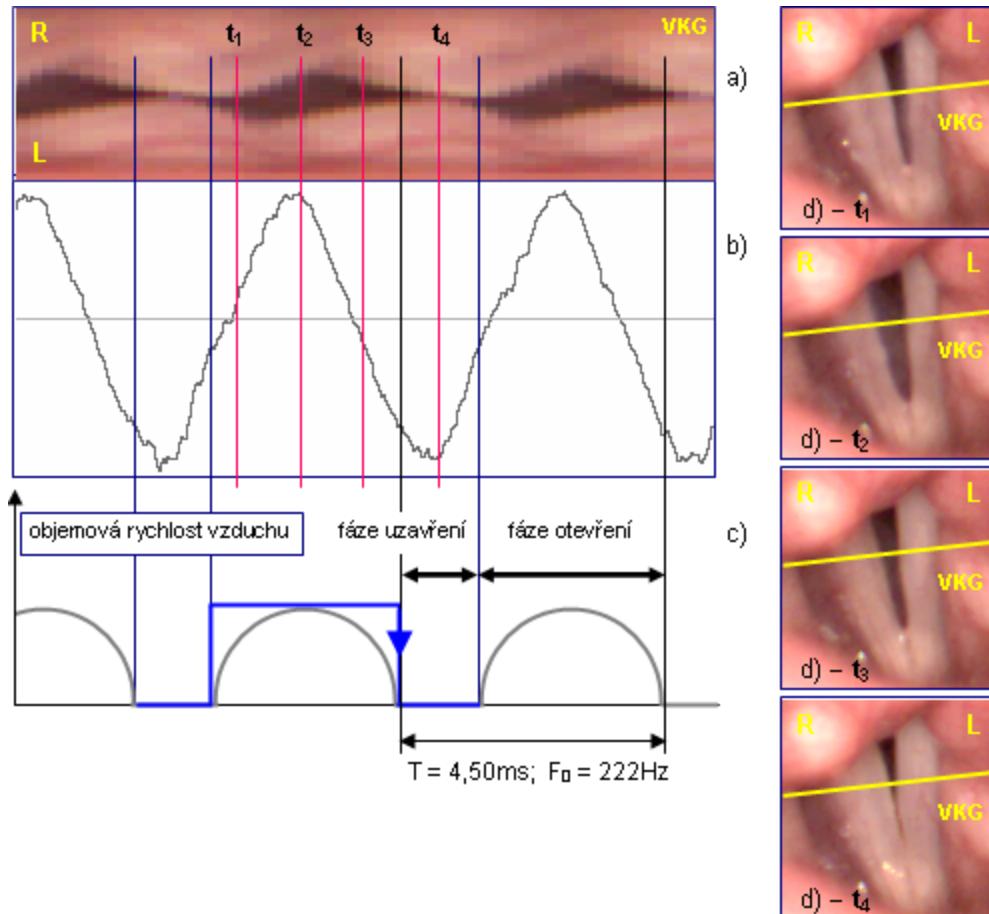


Záznam fonace pro
kvalitní závěr glottis
(střední síla fonace)

Klinická foniatrie

funkční diagnostika hlasivek

analýza jednoho kmitu hlasivek – SCORE model

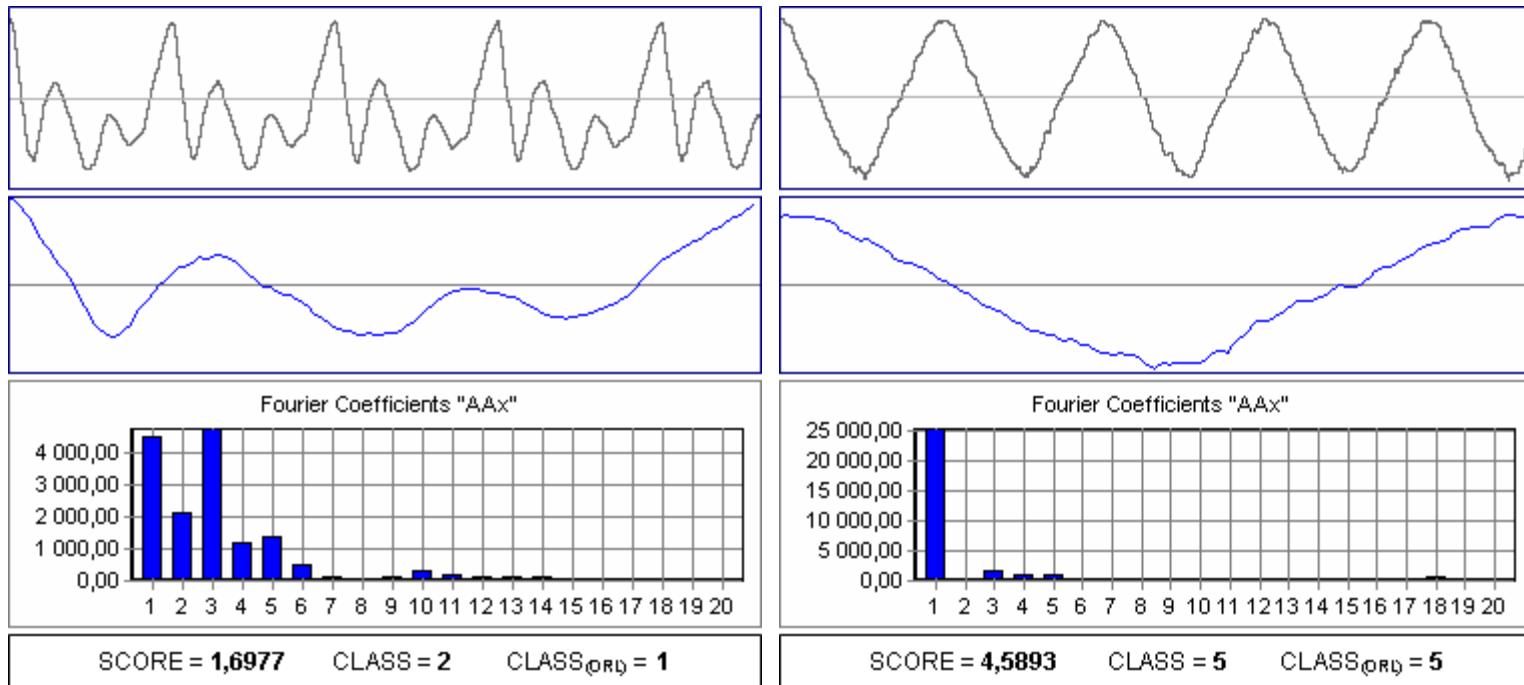


Záznam fonace pro
nevalitní závěr glottis
(střední síla fonace)

Klinická foniatrie

funkční diagnostika hlasivek

analýza jednoho kmitu hlasivek – SCORE model



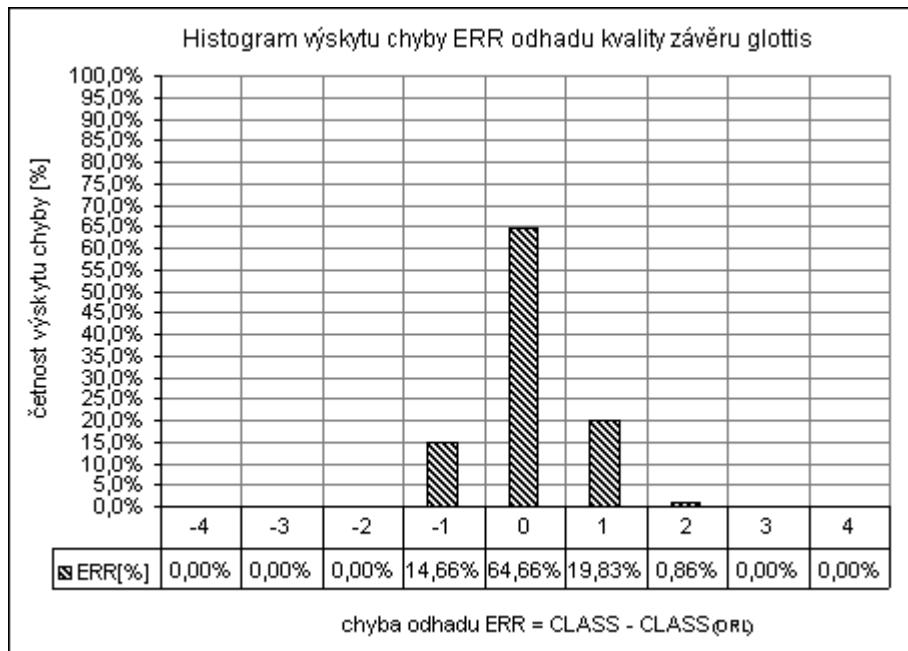
$$K(\alpha, x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i$$

$$\text{SCORE} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^6 \alpha_i \lg(a[i])$$

Klinická foniatrie

funkční diagnostika hlasivek

analýza jednoho kmitu hlasivek – SCORE model



Srovnávací analýza výsledků
klasifikace podle SCORE
(pro 625 znalecky ohodnocených záznamů)

ERR = CLASS – CLASS_(ORL)

- ERR > 0**
klasifikátor vyvolává planý poplach
- ERR < 0**
klasifikátor propásl špatný závěr glottis

Klinická foniatrie

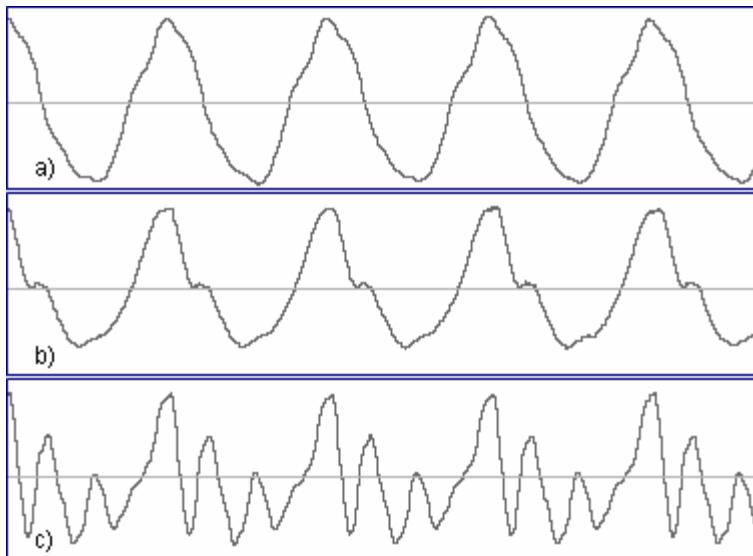
funkční diagnostika hlasivek

analýza jednoho kmitu hlasivek – SCORE model



Další směry analýzy:

- hodnocení vlivu intenzity fonace
- analýza-diferenciace zdravých a nemocných hlasivek při akceptaci síly fonace



Záznam fonace zdravé hlasivky:
(kvalitní závěr glottis)

- slabá fonace
- střední síla fonace
- silná fonace

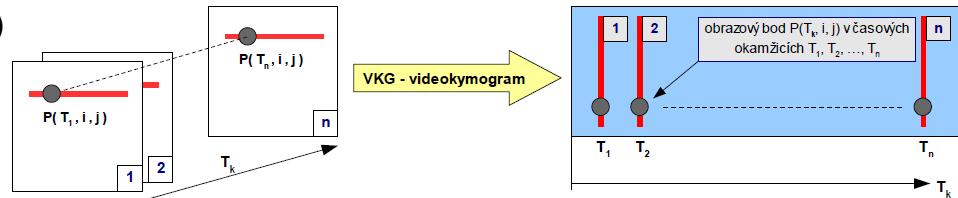
Klinická foniatrie

popisná a funkční diagnostika hlasivek

vysokorychlostní kamera (HSV), videokymografie (VKG)

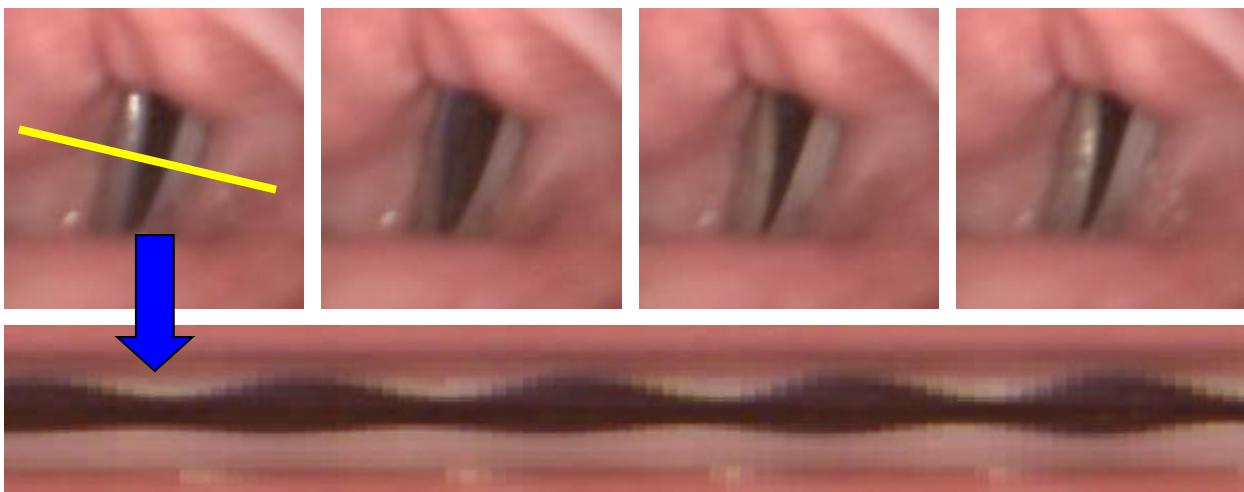
parametry HSV záznamu na hlasivkách:

- 4000 snímků/1s (1 snímek HSV = 0,25ms)
- rozměr snímku 256 x 256 pixels



témata k analýze záznamů HSV:

- analýza jednotlivých snímků a jejich sekvencí
- symetrie kmitání hlasivek
- plocha štěrbiny, vývoj plochy a geometrie štěrbiny během kmitu hlasivek



- DP - PhD

Klinická foniatrie

Popisná funkční diagnostika hlasivek

metoda hodnocení kinematiky hlasivek – HSV / VKG



- 4000 snímků/1s (1 snímek HSV = 0,25ms)
- rozměr snímků 256 x 256 pixels

analýza záznamů HSV:

- analýza jednotlivých snímků
- analýza sekvence snímků
 - jeden kmit hlasivek
 - definovaný počet kmitů hlasivek
- parametry geometrie štěrbiny
 - anatomická/hlavní osa hlasivek
 - plocha a obvod štěrbiny
 - poloha těžiště
 - symetrie kmitání hlasivek
 - kruhovitost a členitost hranice hlasivek
 - frekvenční analýza hranice hlasivek
 - rychlostní kvocient
 - kvocient otevření hlasivky

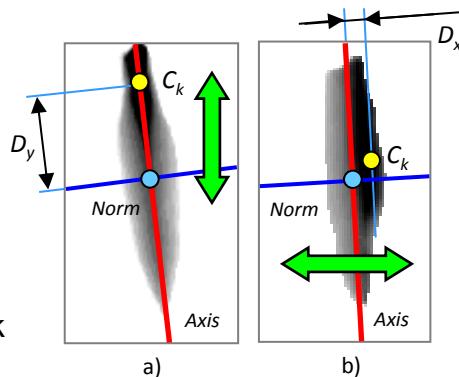
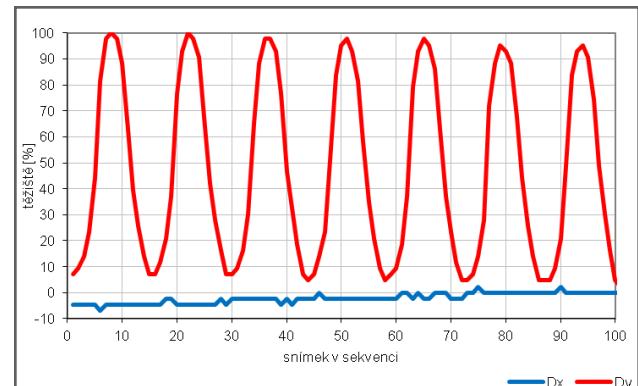
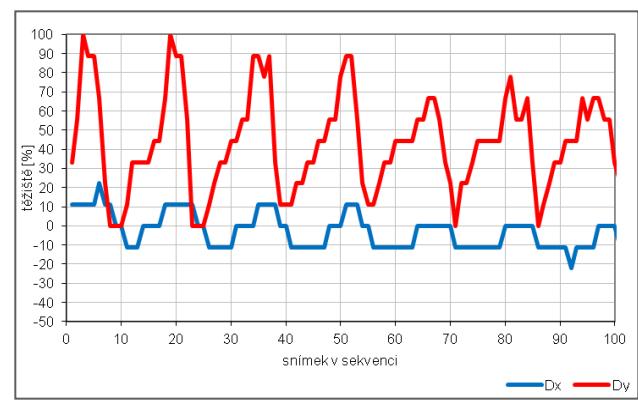


Schéma vývoje parametrů těžiště D_x a D_y během jednoho kmitu hlasivek
a) symetrická hlasivka
b) nesymetrická hlasivka



a) symetrická hlasivka



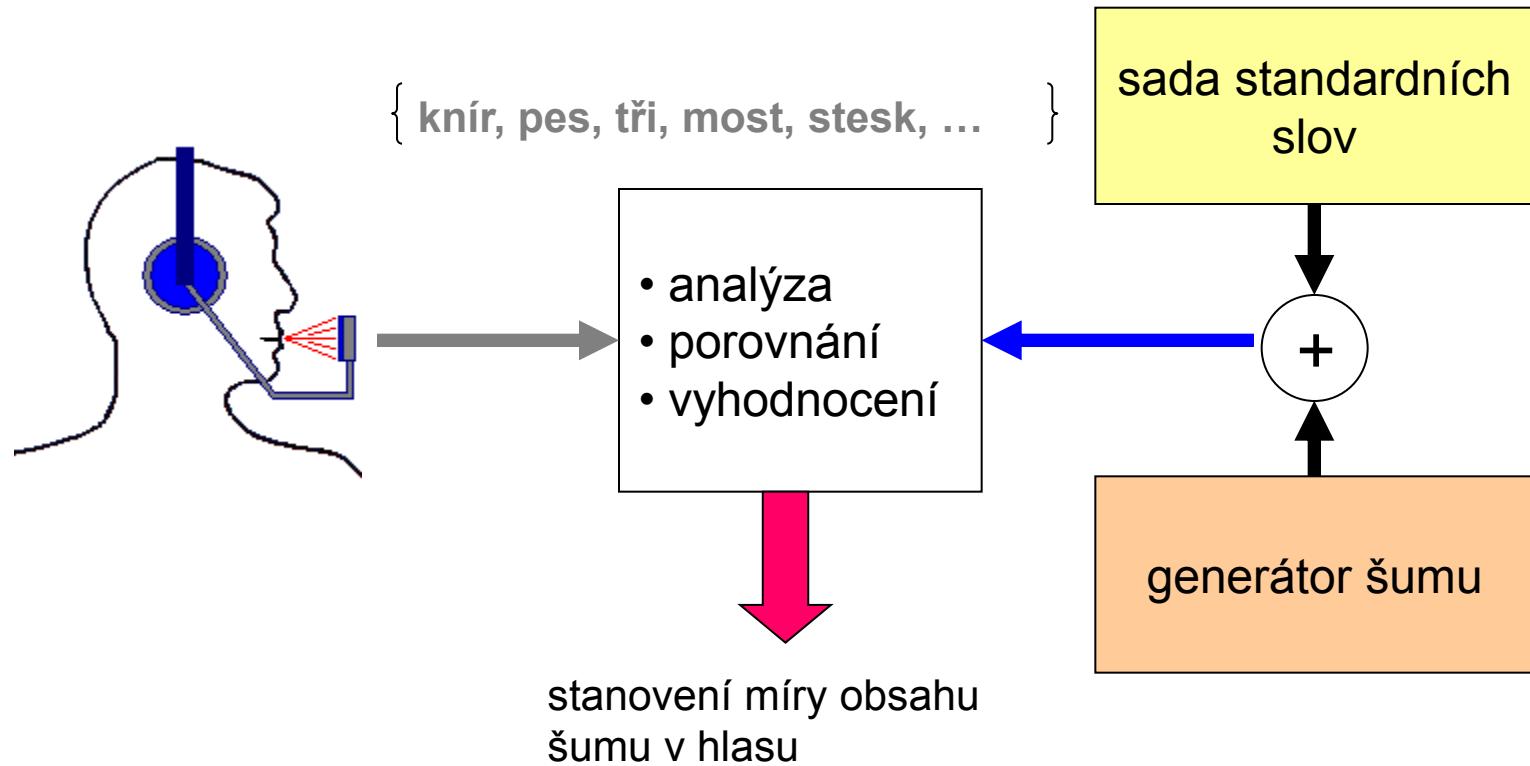
b) nesymetrická hlasivka

Klinická foniatrie

metody funkční diagnostiky hlasivek

obsah šumu v hlasu

- analýza míry obsahu šumu v hlasu
- metoda se sadou standardních slov



Klinická foniatrie

metody funkční diagnostiky hlasivek

Aerodynamická vyšetření



Klinická foniatrie

metody funkční diagnostiky hlasivek

Aerodynamická vyšetření

Typy aerodynamických vyšetření:

- vitální kapacita plic
- při dlouhodobé fonaci
 - časové průběhy průtoku
 - výška základního hrtanového tónu
 - intenzita fonace
 - délka fonace
- aerodynamický odpor
- hlasová účinnost

Klinická foniatrie

metody funkční diagnostiky hlasivek

Aerodynamická vyšetření

Definice vybraných parametrů:

■ aerodynamický odpor **ARES**

poměr subglotického tlaku k průtoku
vzduchu hlasivkami v průběhu fonace

(Aerodynamic Resistance)

$$\text{ARES} = \frac{\text{MPAP}}{\text{TARF}} \text{ cm H}_2\text{O} / (\text{l/s})$$

■ hlasová účinnost **AEFF**

poměr akustického výkonu
k aerodynamickému výkonu

(Aerodynamic Efficiency)

$$\text{AEFF} = \frac{1,4137 * 10^{-7} * 10^{\text{MEAB}/10}}{\text{APOW}}$$

Fyziologické hodnoty:

■ aerodynamický odpor **ARES**

- ženy ... 38 cm H₂O/(l/s),
- muži ... 35 cm H₂O/(l/s),

podle SI 372,8 kPa / m³ / s
podle SI 343,4 kPa / m³ / s

■ hlasová účinnost **AEFF**

- ženy ... 220 * 10⁻⁶
- muži ... 150 * 10⁻⁶

Klinická foniatrie

metody funkční diagnostiky hlasivek

Aerodynamická vyšetření

Popis značení:

	... pozitivně korelováno, nadprahové hodnoty, (+ práh)
	... negativně korelováno, podprahové hodnoty, (- práh)
	... diagonální, "témaří" jednotková korelace

korelace zdraví	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
8 Frng																								
9 SPLmax																								
10 SPLdlt																								
11 Jitt																								
12 Shim																								
13 NHR																								
14 VTI																								
15 SPI																								
16 MAXDB																								
17 MEADB																								
18 PHODB																								
19 MEAP																								
20 RANP																								
21 FET100																								
22 PAP																								
23 MPAP																								
24 PEF																								
25 TARF																								
26 FVC																								
27 MFPHO																								
28 APOW																								
29 ARES																								
30 AOHM																								
31 AEFF																								

Korelační struktura

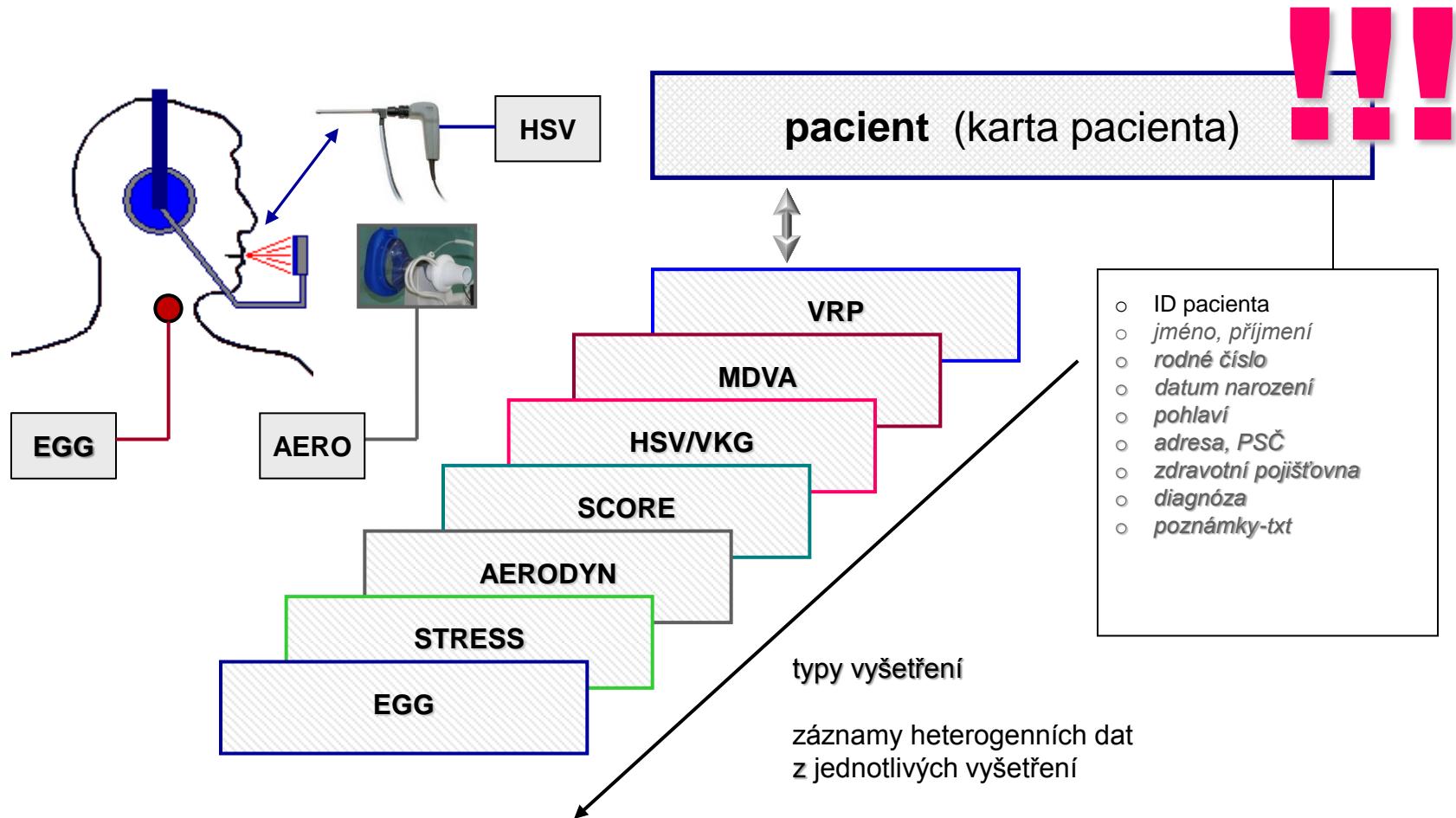
AEFF ↔ MAXDB, MEADB, PHODB

PEF ↔ FET100 [negativně korelováno]

APOW ↔ PAP, MPAP

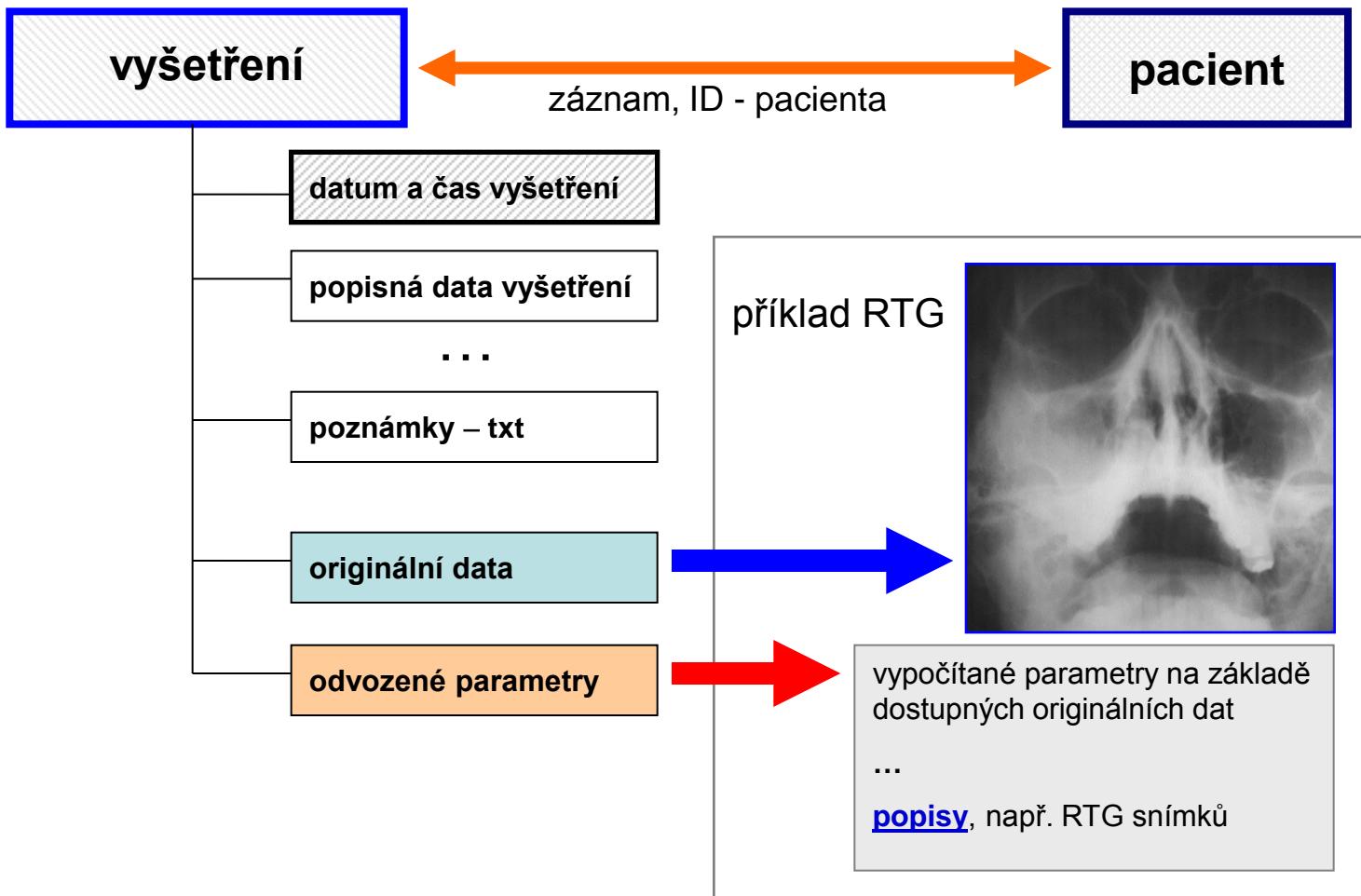
Klinická foniatrie – informační systém

popis a struktura dat a schéma uspořádání jejich zdrojů



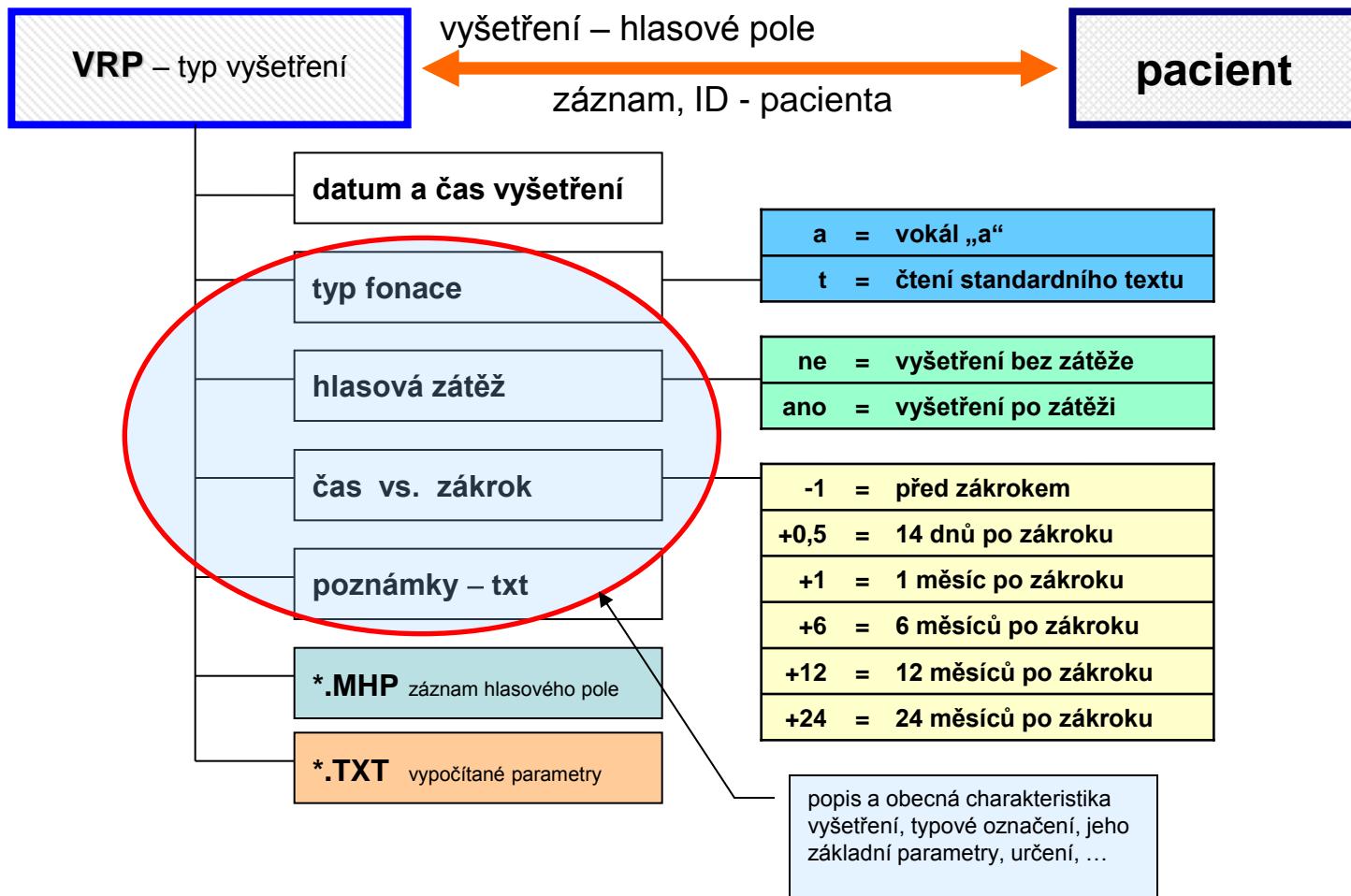
Klinická foniatrie – informační systém

popis a struktura dat a schéma uspořádání jejich zdrojů



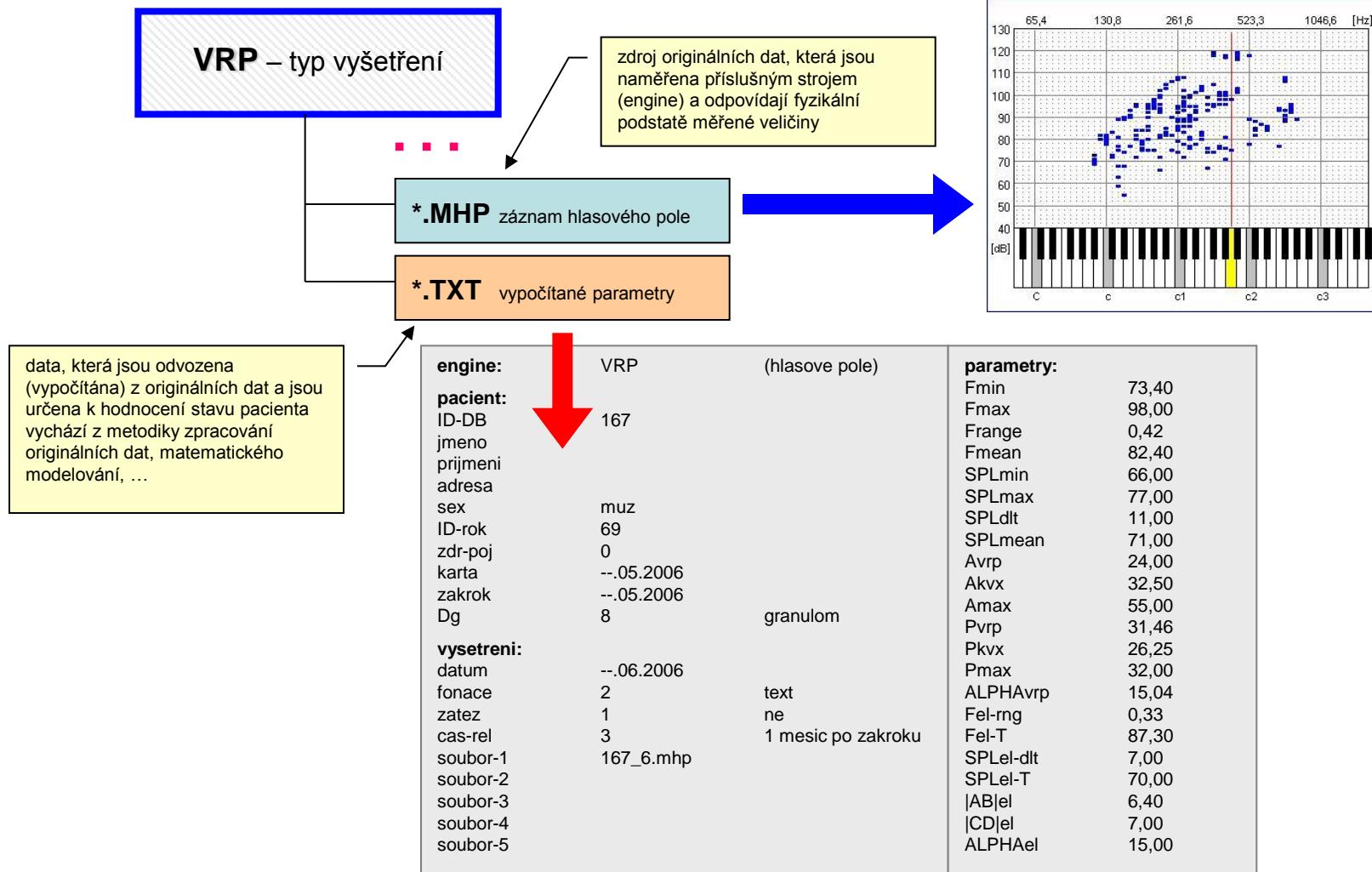
Klinická foniatrie – informační systém

popis a struktura dat a schéma uspořádání jejich zdrojů



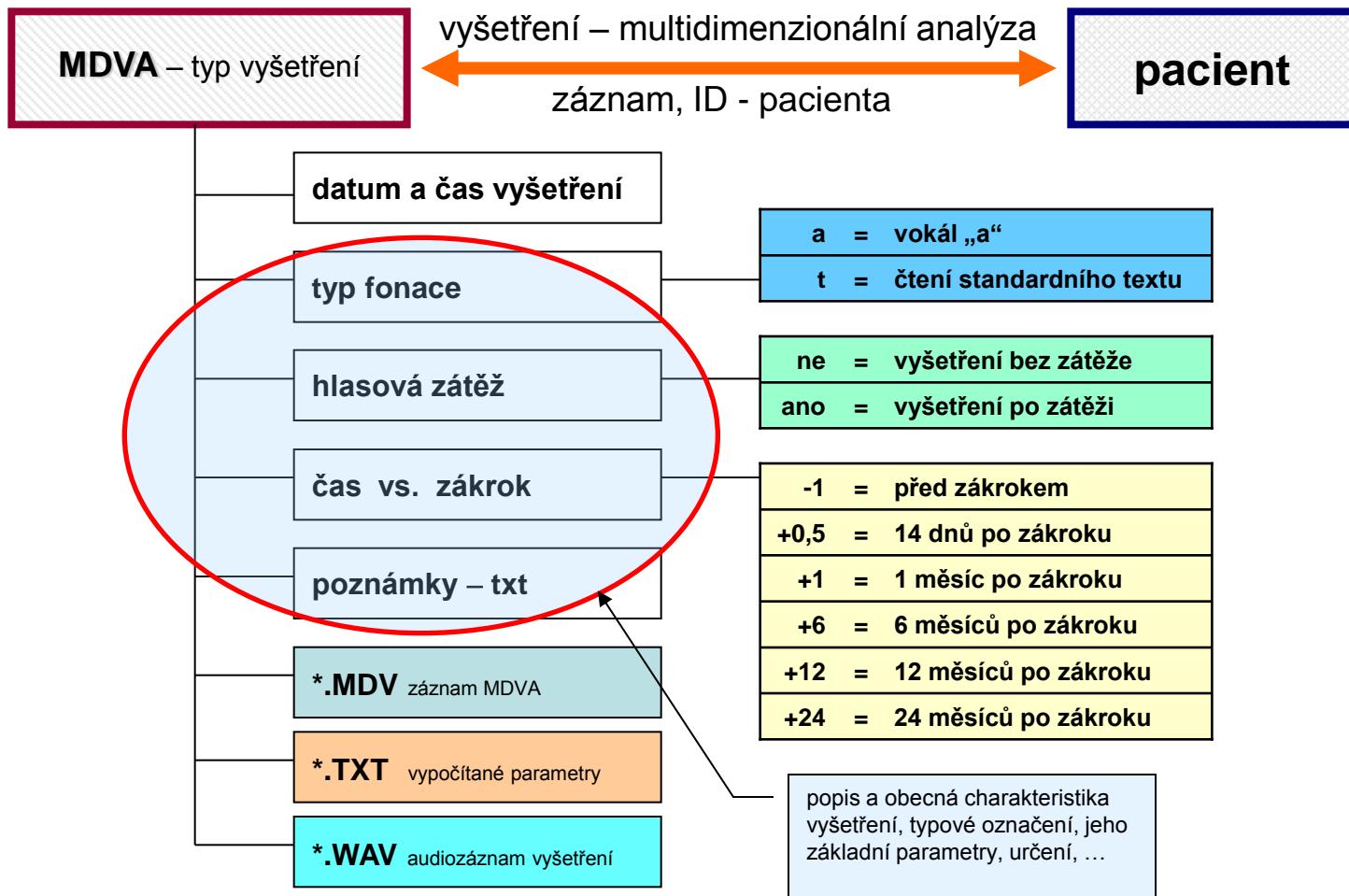
Klinická foniatrie – informační systém

popis a struktura dat a schéma uspořádání jejich zdrojů



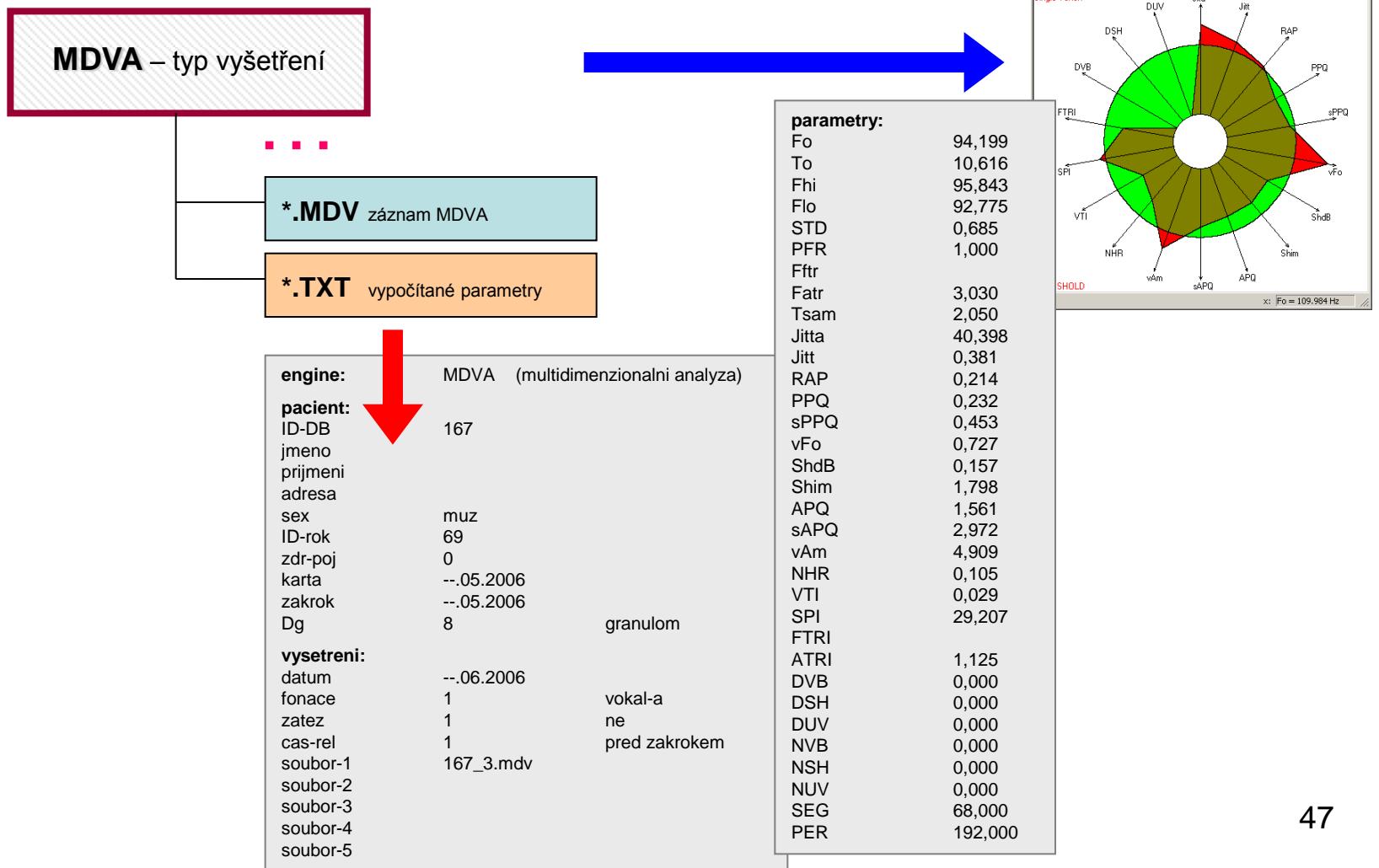
Klinická foniatrie – informační systém

popis a struktura dat a schéma uspořádání jejich zdrojů



Klinická foniatrie – informační systém

popis a struktura dat a schéma uspořádání jejich zdrojů



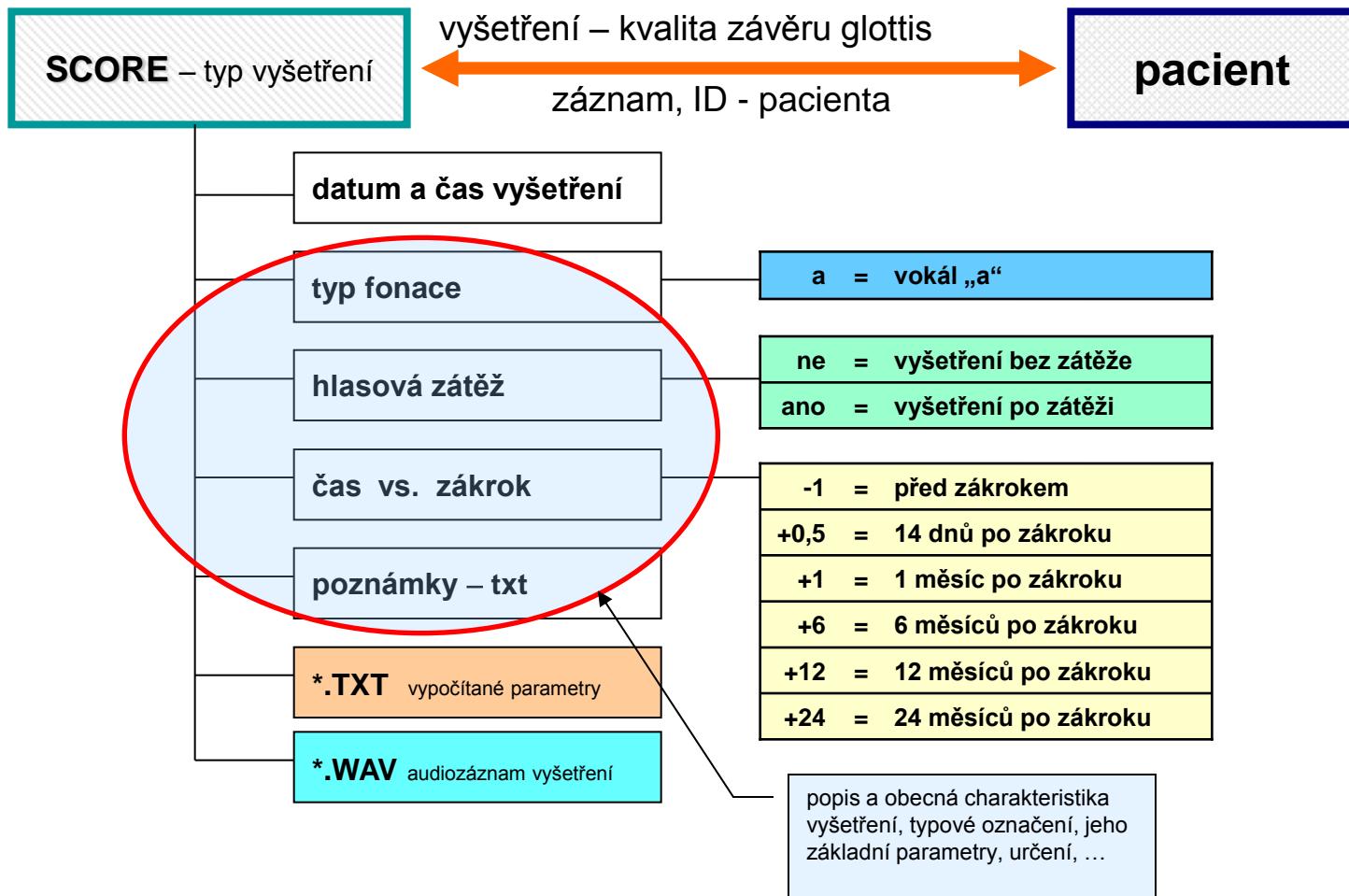
Klinická foniatrie – informační systém

popis a struktura dat a schéma uspořádání jejich zdrojů



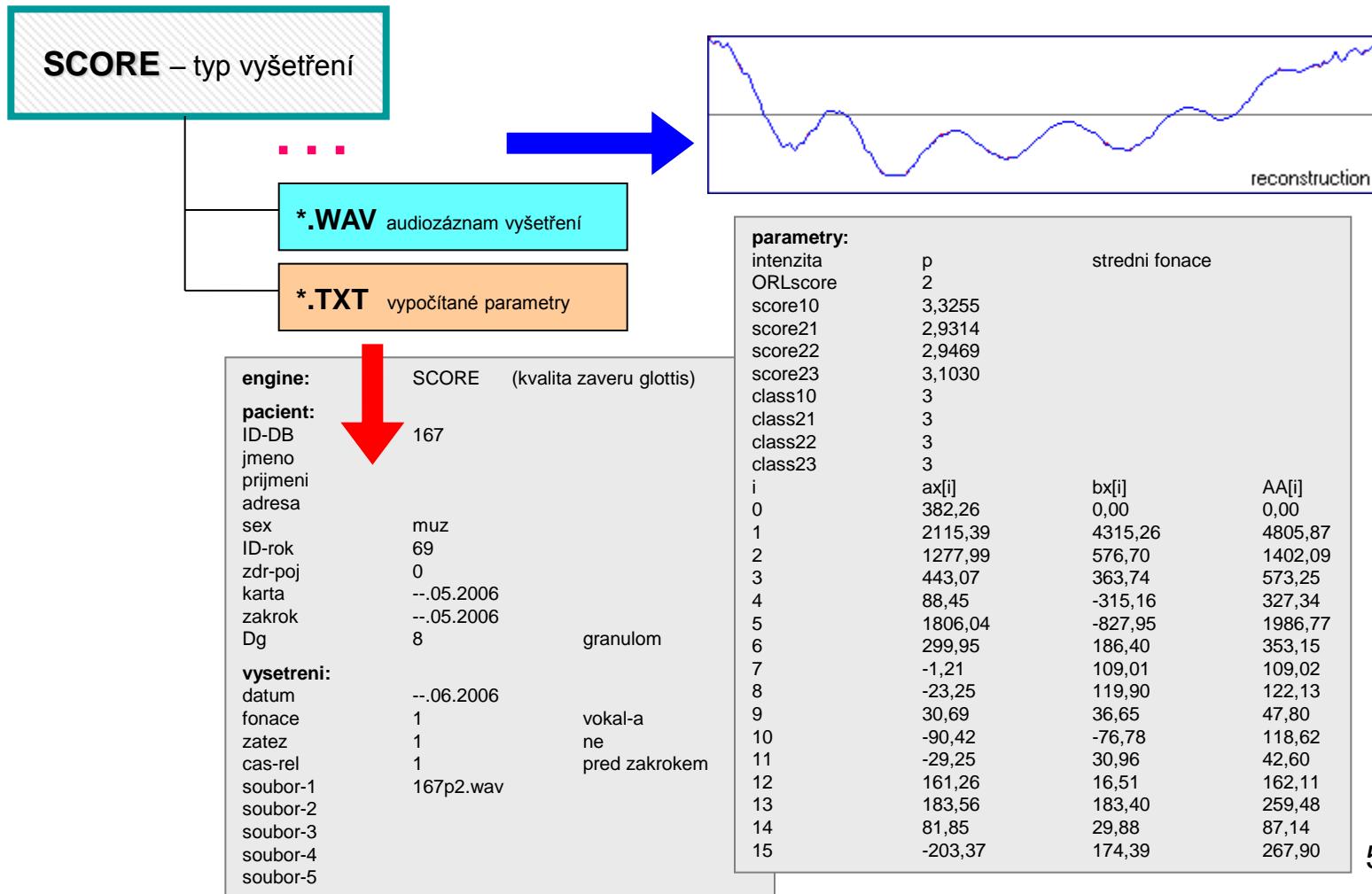
Klinická foniatrie – informační systém

popis a struktura dat a schéma uspořádání jejich zdrojů



Klinická foniatrie – informační systém

popis a struktura dat a schéma uspořádání jejich zdrojů



MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

Kontakty:

Spolupráce s ORL klinikou FN Plzeň

- klinická audiometrie
- klinická foniatrie
- klinická otoneurologie

Pavel Nový

CTPVV- NTIS

Technická 8

UC305

Tel: + 420 377 632 411

e-mail: novyp@kiv.zcu.cz

URL: <http://www.kiv.zcu.cz/~novyp/>

MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA



► FAKULTA
APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI



LÉKAŘSKÁ FAKULTA V PLZNI
UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE



Fakultní nemocnice Plzeň
Edvarda Beneše 13, CZ-305 99 Plzeň-Bory

<KIV>

KATEDRA INFORMATIKY
A VÝPOČETNÍ TECHNIKY

Příklady současné spolupráce - II

MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

Spolupráce s 1. interní klinikou FN Plzeň

Prof. MUDr. Zdeněk Rušavý, Ph.D.

MUDr. Michal Žourek, Ph.D.

Ing. Tomáš Koutný, Ph.D.

➤ výpočet a predikce koncentrace glukózy

- tělo nezbytně nutně potřebuje glukózu jako palivo, ze kterého získává energii k životu
- zvýšená hladina glukózy v krvi sice nebolí, ale poškozuje orgány, až zabíjí
- hladinu glukózy v krvi snižuje inzulín, kterým se ovšem lze předávkovat
- zvýšenou koncentrací glukózy v krvi je charakterizován zejména diabetes

Model koncentrace glukózy

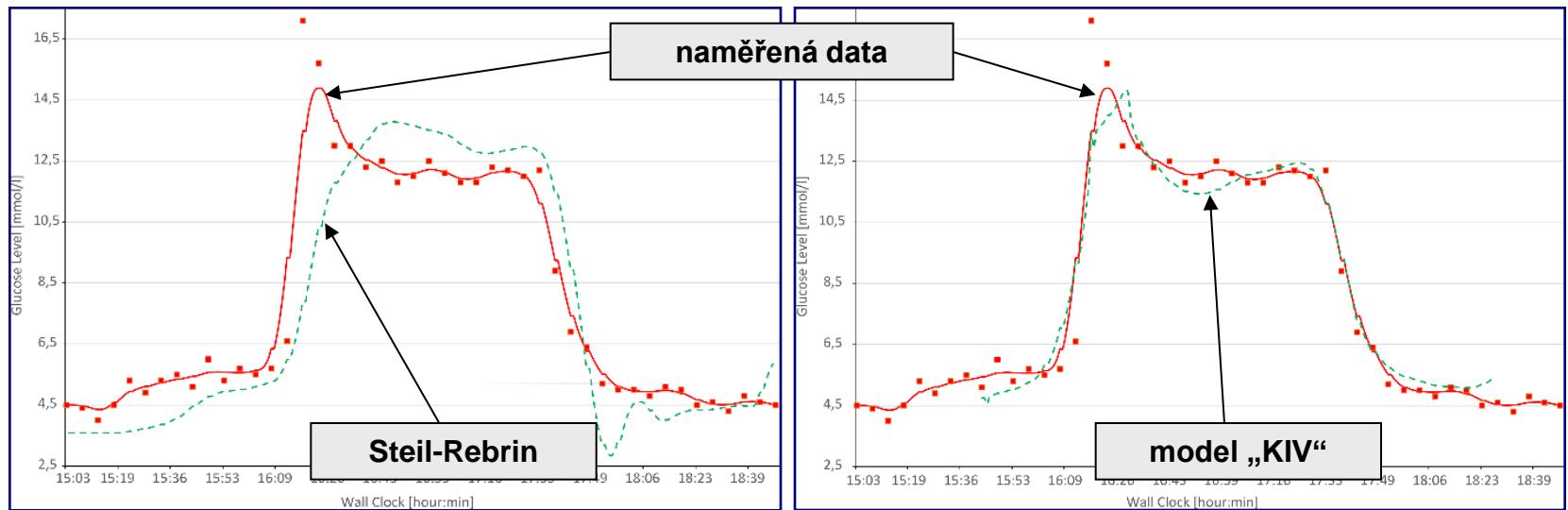
Popis metody

- čas od času dostane diabetik speciální senzor, který kontinuálně po několik dní měří koncentraci glukózy v podkoží
- na základě naměřených hodnot lékař zhodnotí a případně upraví dávkování inzulínu tak, aby se normalizovala koncentrace glukózy v krvi
- pokud má diabetik tento senzor v podkoží, je ušetřen zátěže v podobě měření koncentrace glukózy v krvi, např. každých 5 minut po dobu několika dnů (nereálné)
- koncentrace glukózy v krvi z měření v podkoží se v praxi počítá tzv. Steil-Rebrinovým modelem
- cíl - vytvořit takový model, kdy nebude nutné měřit koncentraci glukózy v krvi, ale postačí data naměřená v podkoží

Model koncentrace glukózy

Dosažené výsledky

Ve spolupráci s 1. interní klinikou FN Plzeň a LF UK byl na KIV v rámci výzkumu nově vyvinut model, který dosahuje znatelně větší přesnosti než Steil-Rebrinův model.



Steil-Rebrinův model

model KIV + 1.interní klinika

Model koncentrace glukózy

Dosažené výsledky

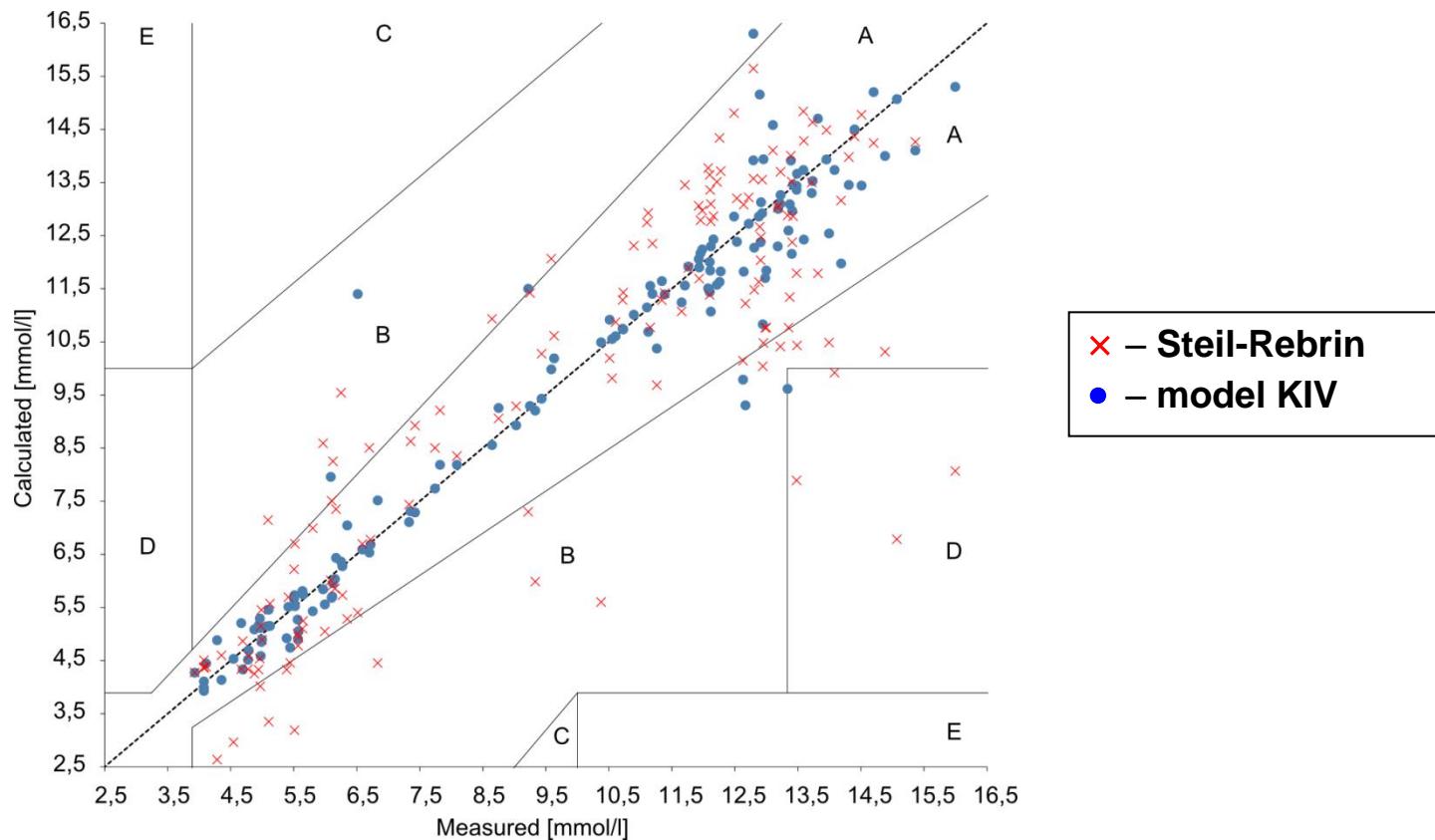
Relativní rozdíl	Podkoží		Skeletální sval		Viscerální tuk	
	Steil-Rebrin	model-KIV	Steil-Rebrin	model-KIV	Steil-Rebrin	model-KIV
<= 5%	26.71	63.01	25.38	60.91	33.01	66.02
<= 10%	52.74	88.36	51.78	80.71	58.25	82.04
<= 15%	67.12	93.15	67.01	89.34	69.90	91.75
<= 20%	79.45	95.21	74.62	95.43	78.16	95.15
<= 25%	86.30	96.58	80.20	99.49	83.01	99.03
<= 30%	89.73	98.63	83.76	100.00	85.92	99.51
<= 35%	93.15	99.32	87.31	100.00	91.26	99.51
<= 40%	94.52	99.32	89.85	100.00	94.17	100.00

Legenda:

Čísla v 6 sloupcích zprava udávají v procentech (**větší je lepší**), kolik vypočítaných koncentrací glukózy má menší či rovný relativní rozdíl odpovídající danému řádku. Relativní rozdíl je počítán vůči referenčním koncentracím glukózy naměřených v krvi.

Model koncentrace glukózy

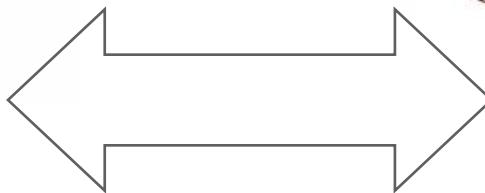
Dosažené výsledky



MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA



► FAKULTA
APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI



LÉKAŘSKÁ FAKULTA V PLZNI
UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE



Fakultní nemocnice Plzeň
Edvarda Beneše 13, CZ-305 99 Plzeň-Bory

<KIV>

KATEDRA INFORMATIKY
A VÝPOČETNÍ TECHNIKY

Příklady současné spolupráce - III

MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

**Spolupráce s Oddělením neurochirurgie FN Plzeň
a Ústavem patologické fyziologie LF UK Plzeň**

MUDr. Irena Holečková, Ph.D.

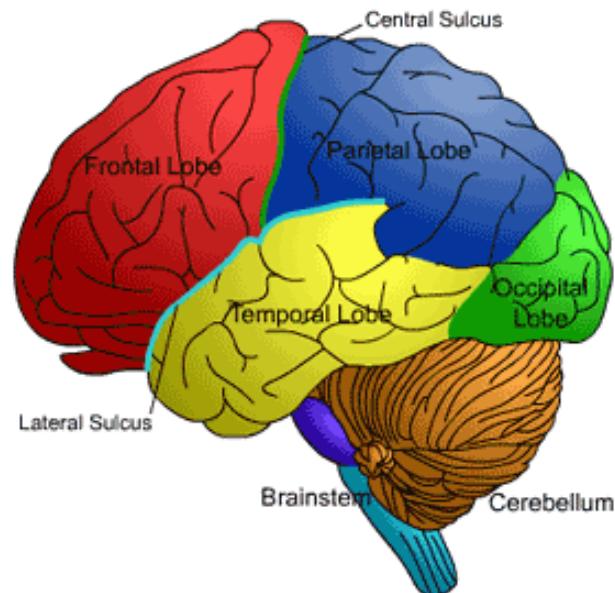
MUDr. Jan Barcal, Ph.D.

Ing. Roman Mouček, Ph.D.

Ing. Pavel Mautner, Ph.D.

➤ **neuroinformatika**

- metody evokovaných potenciálů
- zpracování záznamů
- extrakce a zobrazení ERP vln
- aplikační oblasti ERP



Neuroinformatika

Encefalograf EEG

- vzniká součinností neuronů thalamu a kortextu (mozkové kůry)
- hlavním zdrojem EEG je elektrická aktivita synapto-dendrických membrán v povrchových vrstvách kortextu
- EEG je většinou rytmické a má sinusoidní tvar
- EEG se skládá z
 - aktivity pozadí
 - evokovaných potenciálů (ERP)

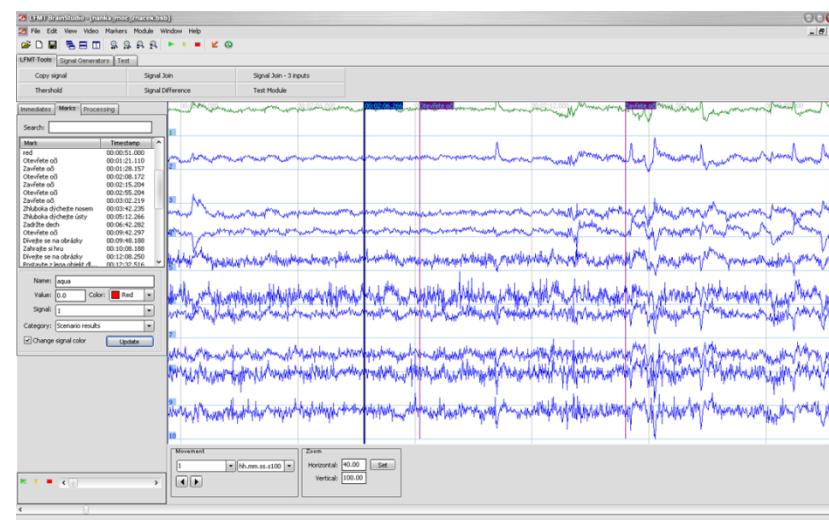
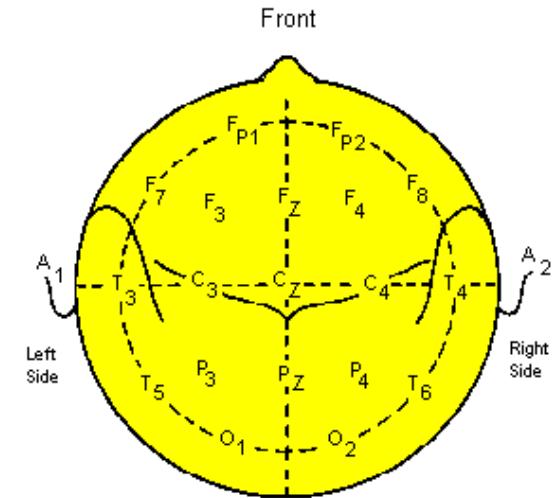
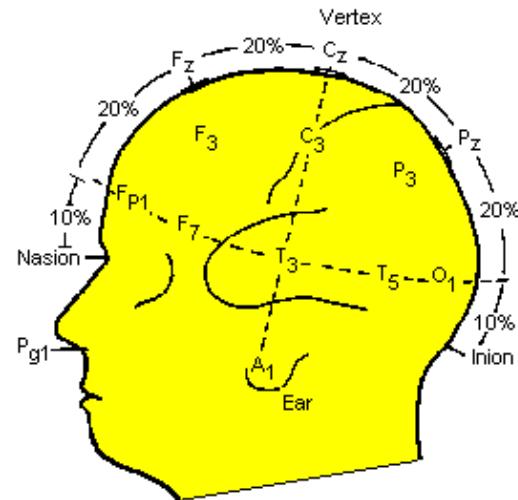
Měření EEG

- na povrchu hlavy
- systém lepených elektrod
- speciální EEG čepice

Neuroinformatika



Rozložení elektrod ... systém 10 - 20



Neuroinformatika

EEG – aktivita pozadí

- ALFA aktivita frekvence 8 – 13 Hz, amplituda 30 – 80 μ V, výskyt – zadní část hlavy,
- BETA aktivita frekvence 14 – 40 Hz, amplituda 10 – 20 μ V, výskyt – frontálně (centrálně, týlně)
- DELTA aktivita frekvence < 4 Hz, amplituda 10 – 300 μ V, výskyt – oboustranný, elektrody F3, C3
- THETA aktivita frekvence 4 – 7 Hz, amplituda < 30 μ V, výskyt – spánkové laloky
- GAMA vlny frekvence 36 – 44 Hz, amplituda \approx 10 μ V, výskyt – po celém povrchu hlavy
- LAMBDA vlny doba trvání 100 – 200 ms, amplituda < 20 μ V, výskyt – týlní oblast
- artefakty – od pacienta (svalové a pohybové, mrkání oka, dentální a srdeční činnost, ...)
– interferenční (vliv vnějšího elektrického a elektromagnetického pole, ...)

Neuroinformatika

EEG – evokované potenciály (**ERP** Event-Related Potentials)

- elektrická odezva mozku nebo mozkového kmene na rozdílné typy stimulací (vizuální, audio, senzorické stimulace)
- jsou zaznamenávány podobným způsobem jako EEG (tj.elektrody umístěné na hlavě)
- ERP mají tvar krátkodobých vln velmi nízké amplitudy, jejichž morfologie (tvar, latence, doba trvání, ...) závisí na síle stimulu a na mentálním stavu měřeného subjektu (únavu, soustředění, stres, ...)
- v porovnání s EEG jsou to vlny relativně nízké, které vznikají na pozadí běžné EEG aktivity – EEG se v toto případě chová jako šum a je potřeba tento nežádoucí signál vhodným způsobem odstranit pomocí filtrace (např. průměrováním, ...)
- k určení ERP je nutné subjekt opakovaně stimulovat stejným podnětem a přesně synchronizovat okamžik stimulu s EEG záznamem

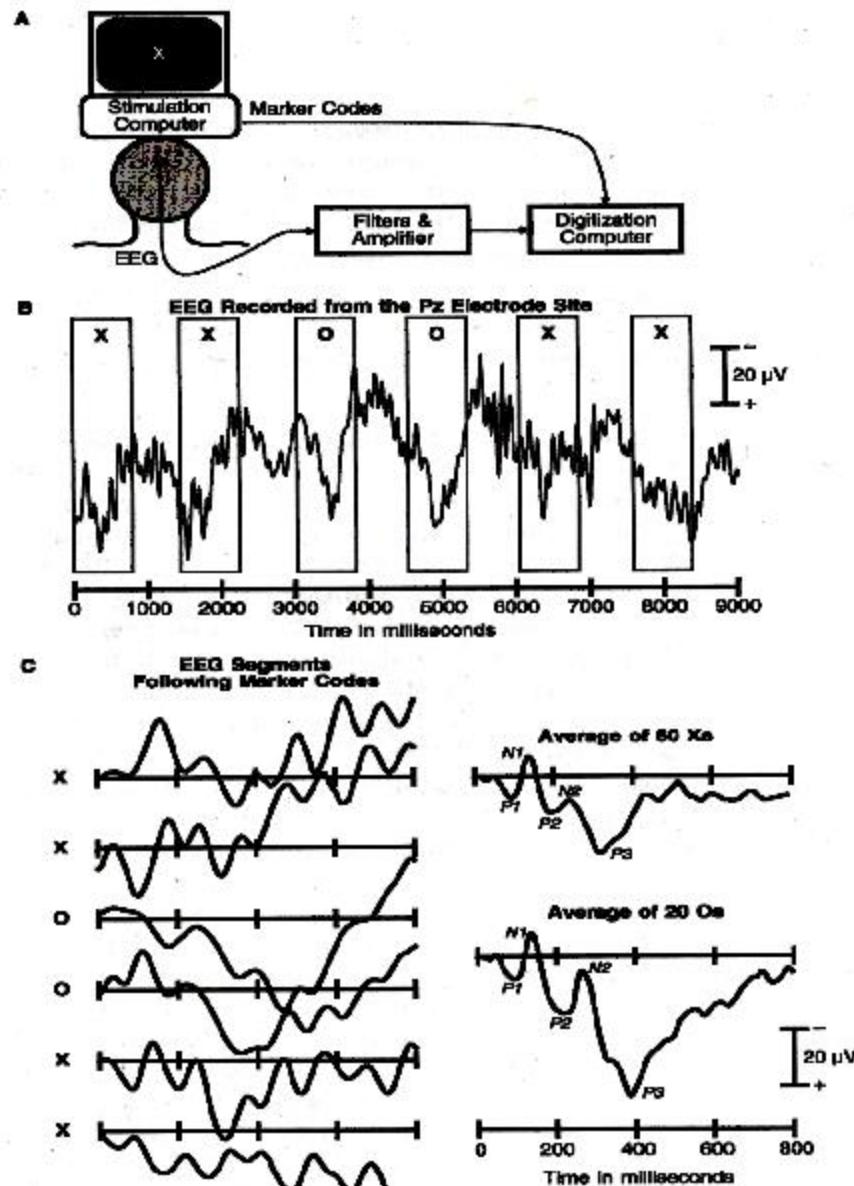
Neuroinformatika

ERP – rozdělení

- exogenní** – odezva na fyzikální stimul (odezva senzorů), krátká doba latence
- endogenní** – souvisí s kognitivním procesem, delší doba latence (> 300 ms)

ERP – podle druhu stimulace

- sluchové (auditory ERP)**
stimulace se provádí akustickým podnětem o definované frekvenci, intenzitě a délce
- zrakové (visual ERP)**
stimuluje se obrazem ve tvaru šachovnice, kde políčka střídavě mění barvu, blikajícím obrazem, ...
- somatosenzorické**
reakce na různé proudové impulsy, pohyb, ...

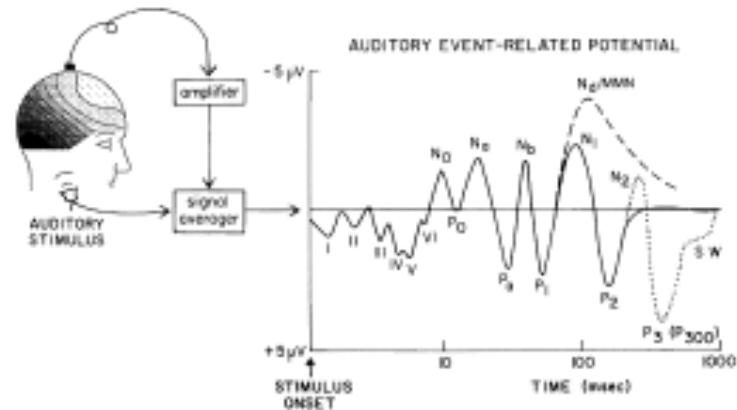
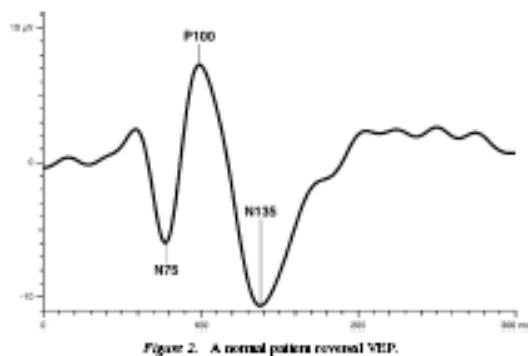


Neuroinformatika

ERP – aplikační oblasti

klinická praxe

- vyšetřování základních funkcí vizuálního, sluchového, somato – senzorického systému



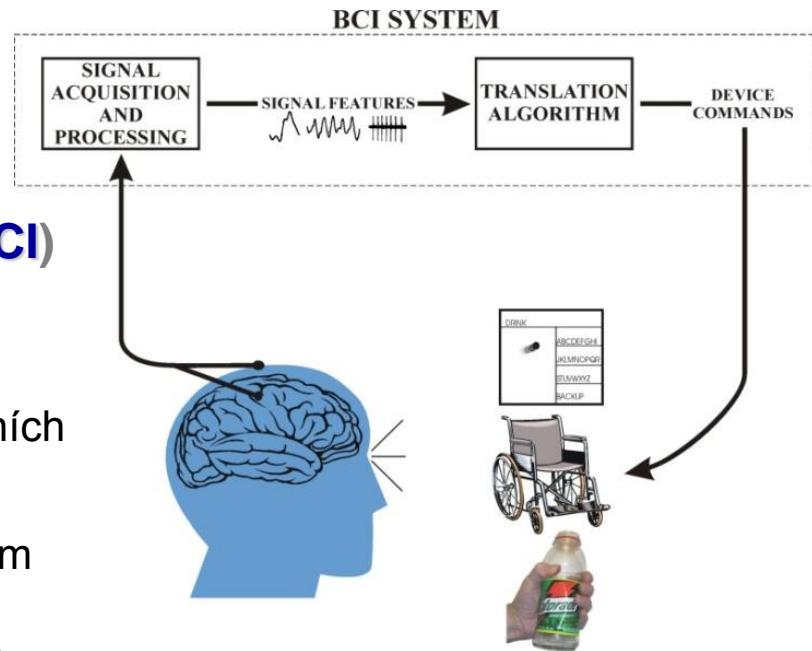
- intraoperační monitorování (neurochirurgie)
- základní vyšetření u komatózních pacientů

Neuroinformatika

ERP – aplikační oblasti

Brain – Computer Interface (BCI)

- umožňuje lidem komunikovat a ovládat vnější svět bez cesty prostřednictvím mozku a periferních nervů a svalů
- vhodné pro jedince, kterým vlivem poruchy nervového systému (svalové ochrnutí, ztráta řeči, ...) není umožněn jiný způsob komunikace



kriminalistika

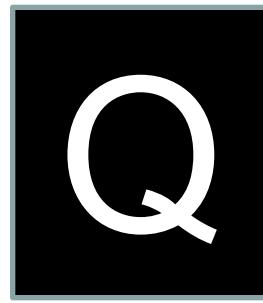
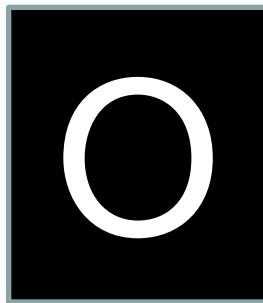
- aplikace jako „detektor lži“

Neuroinformatika

ERP – příklad jednoduchého experimentu

evokace vizuálního P300 potenciálu

- měřená osoba osoba sleduje monitor, kde jsou zobrazovány dva znaky O a Q

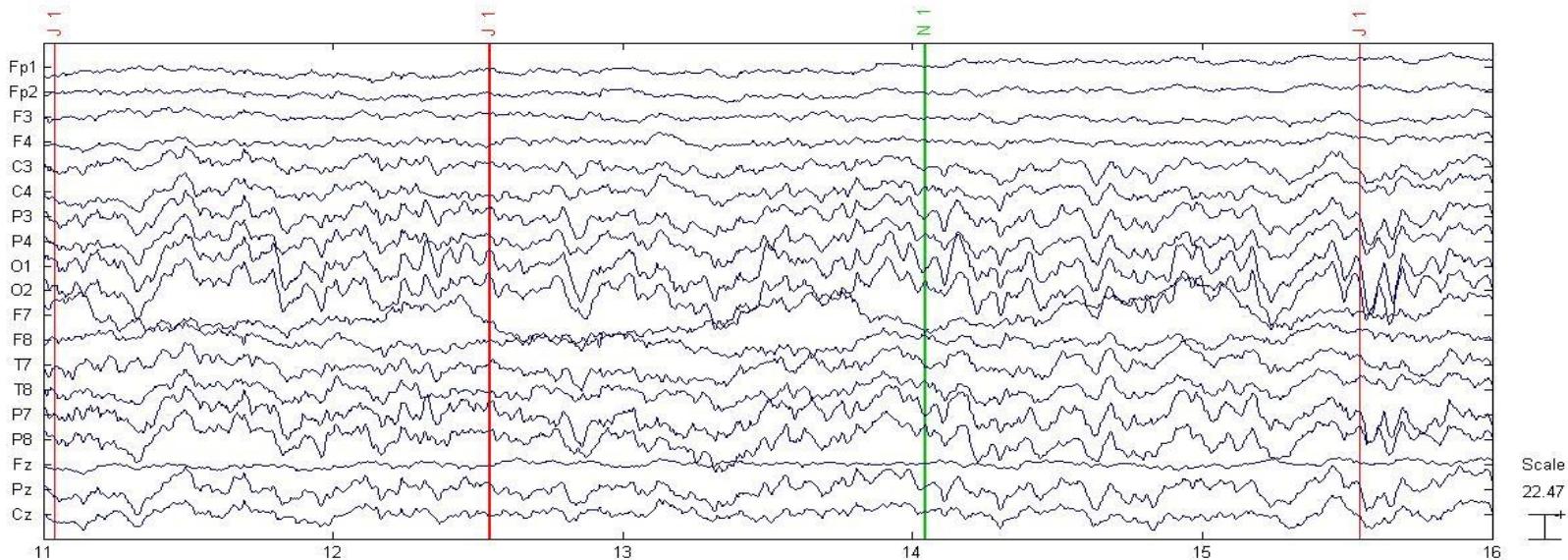


- znak je zobrazován po dobu 800 ms, 200 ms je zobrazováno pouze černé pozadí
- znak O se zobrazuje přibližně 4x častěji (tzv. non-target stimul) než znak Q (target stimul)
- při zobrazení znaku Q dochází k evokaci vlny s latencí cca 300 ms, tzv. komponenta P3

Neuroinformatika

ERP – příklad jednoduchého experimentu

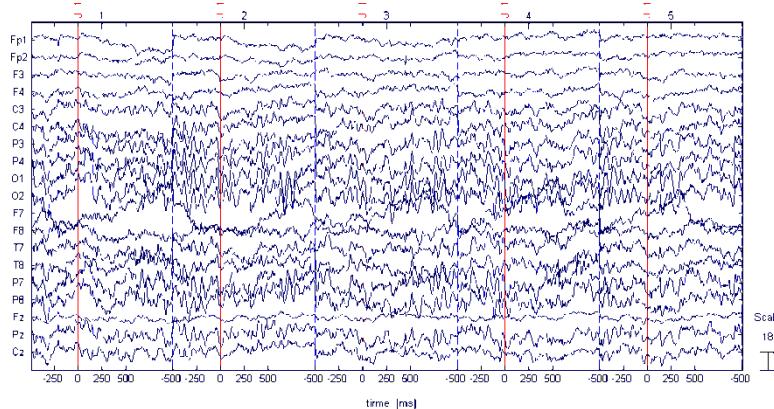
- průběh EEG signálu a synchronizační značky



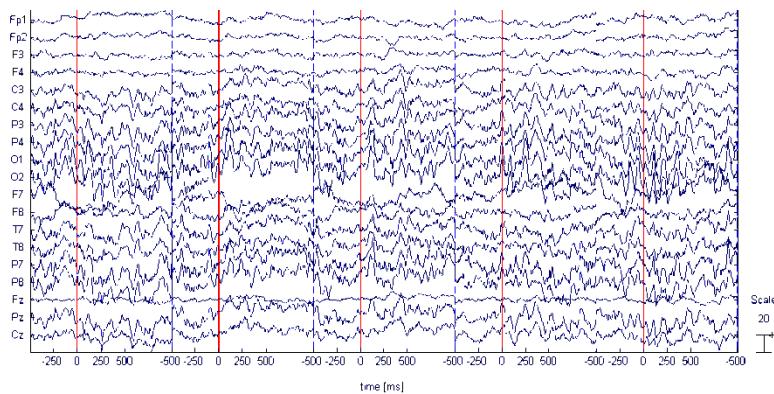
Neuroinformatika

ERP – příklad jednoduchého experimentu

□ segmentovaná EEG data



pro znak O (non-target)

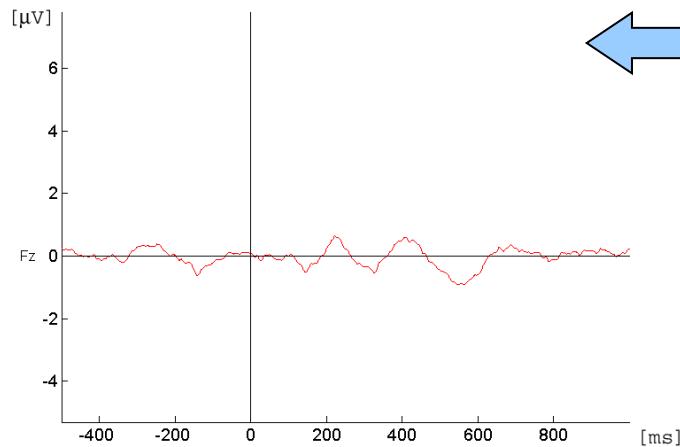


pro znak Q (target)

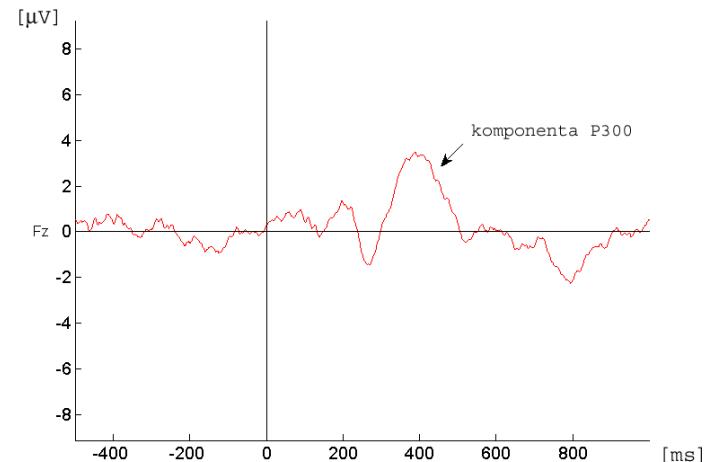
Neuroinformatika

ERP – příklad jednoduchého experimentu

průměrovaná data



pro znak **O** (non-target)



Neuroinformatika

ERP – spolupráce a zaměření

výzkum v oblasti **ERP** a **BCI** ve spolupráci s:

- Oddělením neurochirurgie FN Plzeň
- Ústavem patologické fyziologie LF UK Plzeň
- KTV FPE ZČU
- Dopravní fakultou ČVUT Praha

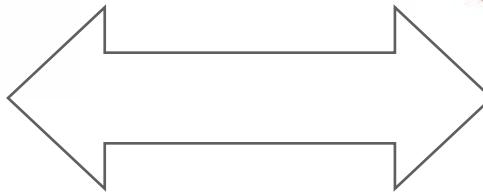
zaměření:

- návrh jednoduchého **BCI** pro komunikaci s komatózními pacienty
- N-podprahové vnímání
- motorické testy u dětí a souvislost s mozkovou aktivitou
- monitorování pozornosti řidičů, reakce na náhlé změny v zorném poli

MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA



► FAKULTA
APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI



LÉKAŘSKÁ FAKULTA V PLZNI
UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE



Fakultní nemocnice Plzeň
Edvarda Beneše 13, CZ-305 99 Plzeň-Bory

<KIV>

KATEDRA INFORMATIKY
A VÝPOČETNÍ TECHNIKY

Příklady současné spolupráce - IV

MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

**Spolupráce s neurologickou klinikou, chirurgickou klinikou,
klinikou zobrazovacích metod FN Plzeň a LF UK Plzeň**

MUDr. Vladimír Rohan, Ph.D.

MUDr. Václav Liška, Ph.D.

MUDr. Hynek Mírka, Ph.D.

Prof. Dr. Ing. Eduard Rohan, DSc.

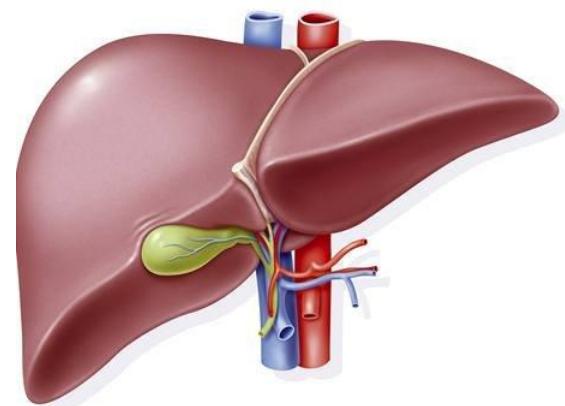
Doc. Ing. Dr. Jana Klečková

Ing. Jana Krutišová

➤ Medicínské informační systémy

katedry FAV + NTIS

- KIV
- KKY
- KME



Medicínské informační systémy

Jádrem efektivního fungování medicínského informačního systému je **interoperabilita**

- **Technická interoperabilita**

schopnost dvou či více systémů si vyměňovat data, zajistit jejich integritu a autenticitu

- **Sémantická interoperabilita**

schopnost systémů na úrovni formálně definovaných konceptů rozumět obsahu v přenášených datech

Porozumění zprávě bez ohledu na jazyk a fyzikální prostředí
(částečná sémantická interoperabilita s využitím klasifikačních systémů a nomenklatur – SNOMED CT)

Medicínské informační systémy

Standardy pro sdílení dat na výstupech přístrojů

- Jednotlivé údaje – neexistuje jednotný standard
- Signály – neexistuje jednotný standard
- Obrazová data – DICOM

Medicínské informační systémy

Standardy pro sdílení dat mezi zdravotnickými informačními systémy

- DASTA – vývoj ad hoc, je postupně rozšiřován, tvorba pouze na národní úrovni
- HL 7 – systematický přístup, mezinárodně uznávaný, použití RIM

HL 7 v České republice

<http://www.HL7.cz/>

Medicínské informační systémy

Uchování metadat

- k permanentnímu uchování modelu metadat nesoucích informace je využito **RDF – Resource Description Framework**
- obecná metoda pro konceptuální popis nebo modelování informace
- metadata jsou organizována na základě řady ontologií pro jednotlivé oblasti

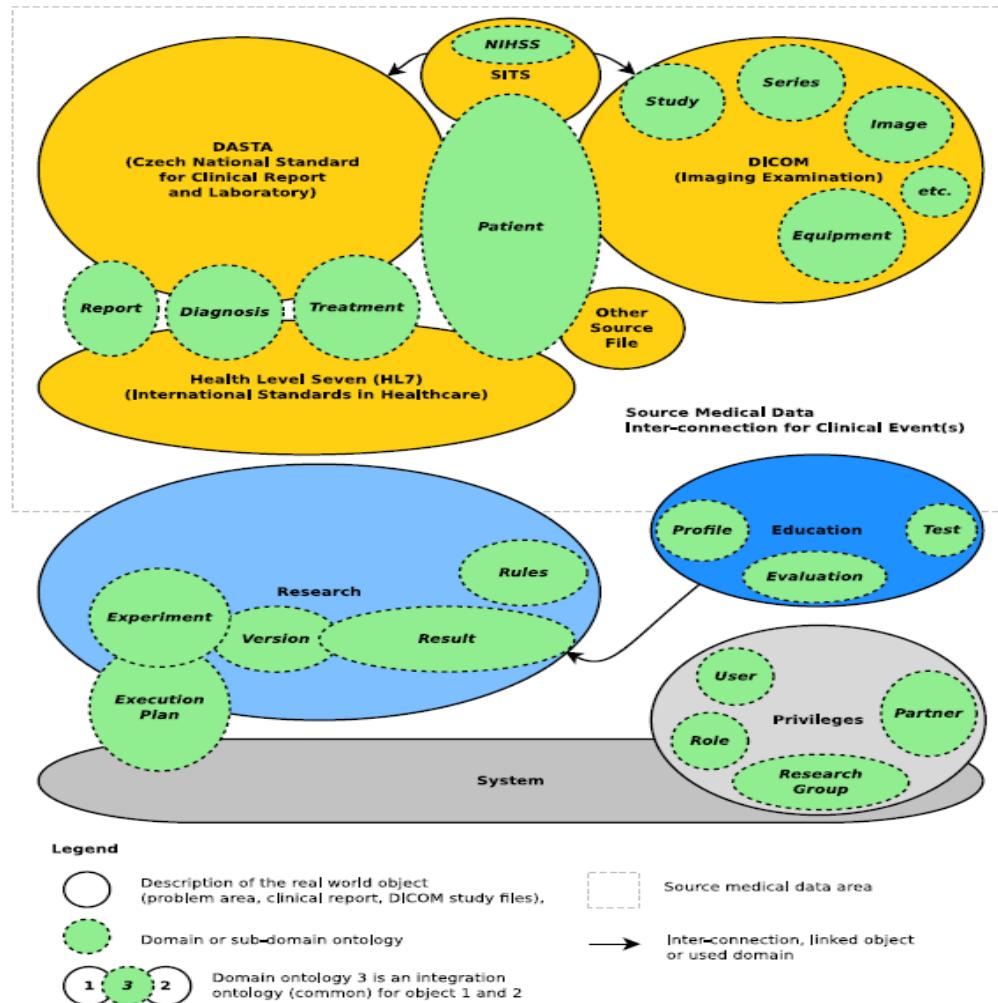
Medicínské informační systémy

Pro získání **metadat** z konkrétního typu souboru je nutné provést následující kroky v pořadí:

- 1) zjištění typu souboru (DASTA, DICOM, HL7, SITS-XML, SITS-HL7, ...)
- 2) zjištění verze (pro daný typ souboru)
- 3) získání metadat ze známého typu a verze souboru

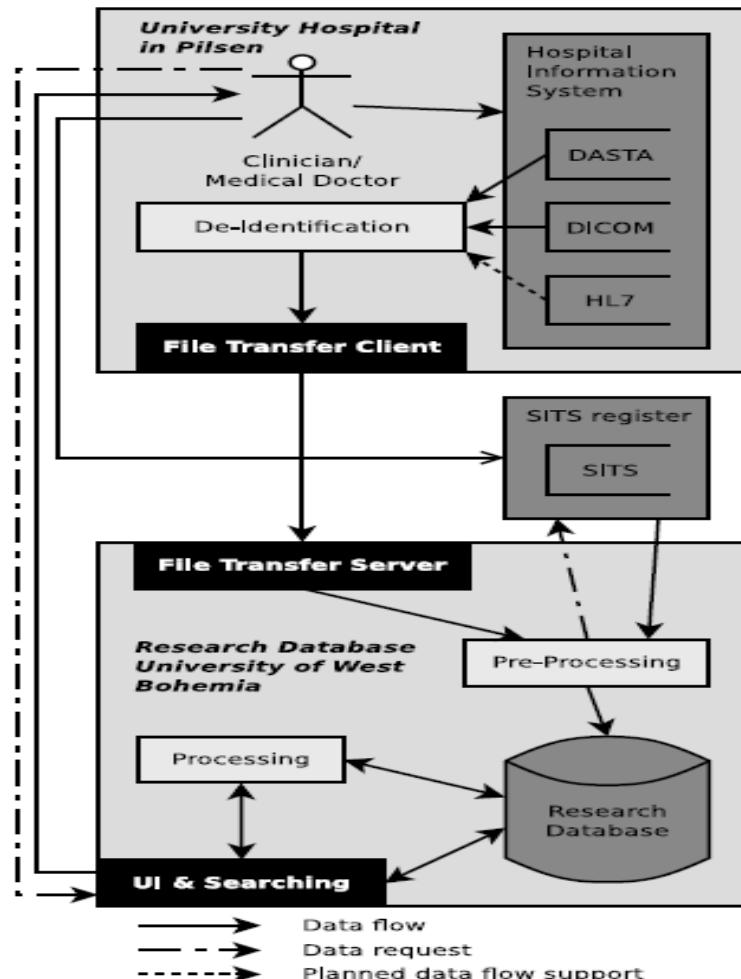
Medicínské informační systémy

Navržené ontologie
výzkumného systému
včetně ontologií
integrujících duplicitní
informace



Medicínské informační systémy

Schéma předávání dat



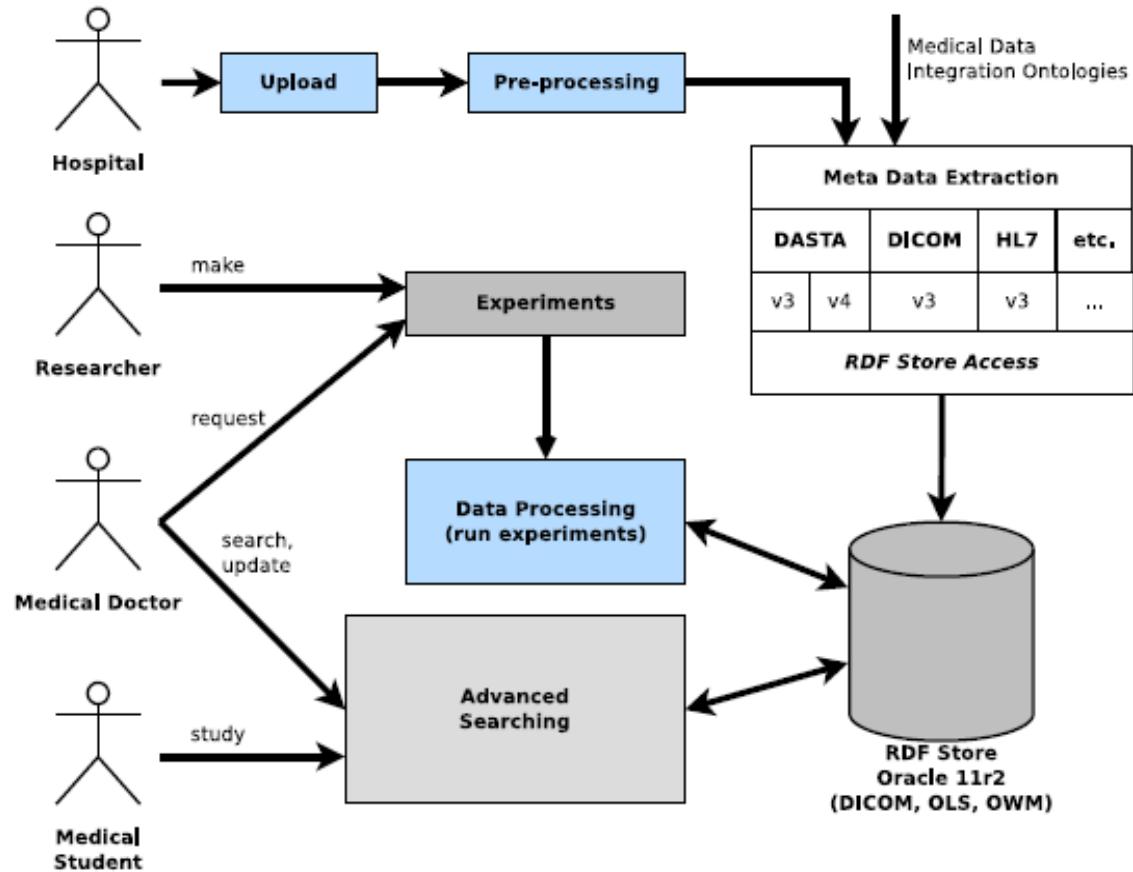
Medicínské informační systémy

Nabízené služby

- Příjem dat z NIS,LIS,...(DICOM Server, NFS, Samba)
- Ochrana osobních údajů
- Zabezpečený přenos dat
- Předzpracování (ETL)
- Řízení přístupu k datům podle role, výzkumné skupiny a oprávnění
- Spouštění experimentů (knihovna algoritmů)
- Uchování, verze výsledků
- Vizualizace dat a výsledků
- Podpora výuky

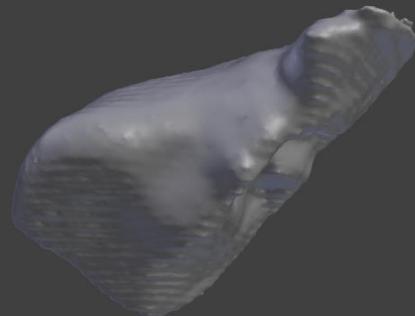
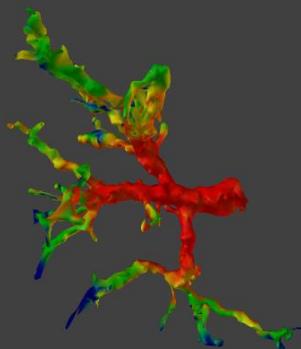
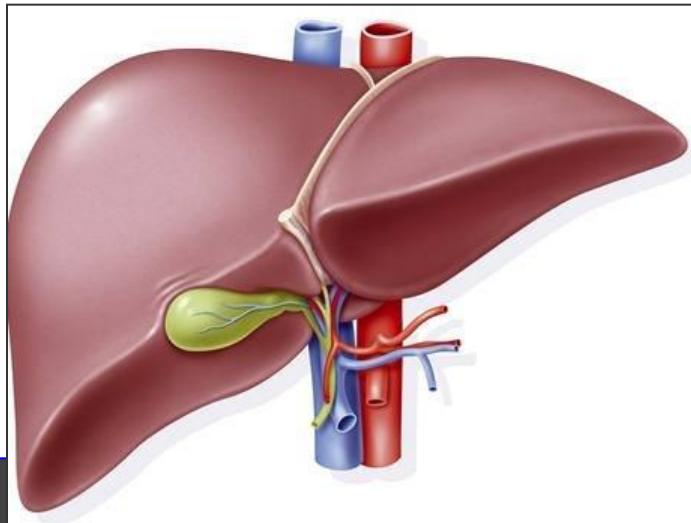
Medicínské informační systémy

Spolupráce
FN, LF UK a ZČU



Medicínské informační systémy

Příklad



MEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

Kontakty:

<http://www.kiv.zcu.cz/>

doc. Ing. Josef Kohout, Ph.D.

doc. Ing. Dr. Jana Klečková

Ing. Tomáš Koutný, Ph.D.

Ing. Jana Krutišová

Ing. Pavel Mautner, Ph.D.

Ing. Roman Mouček, Ph.D.

Ing. Pavel Nový, Ph.D.

besoft@kiv.zcu.cz

kleckova@kiv.zcu.cz

txkoutny@kiv.zcu.cz

krutisov@kiv.zcu.cz

mautner@kiv.zcu.cz

moucek@kiv.zcu.cz

novyp@kiv.zcu.cz

