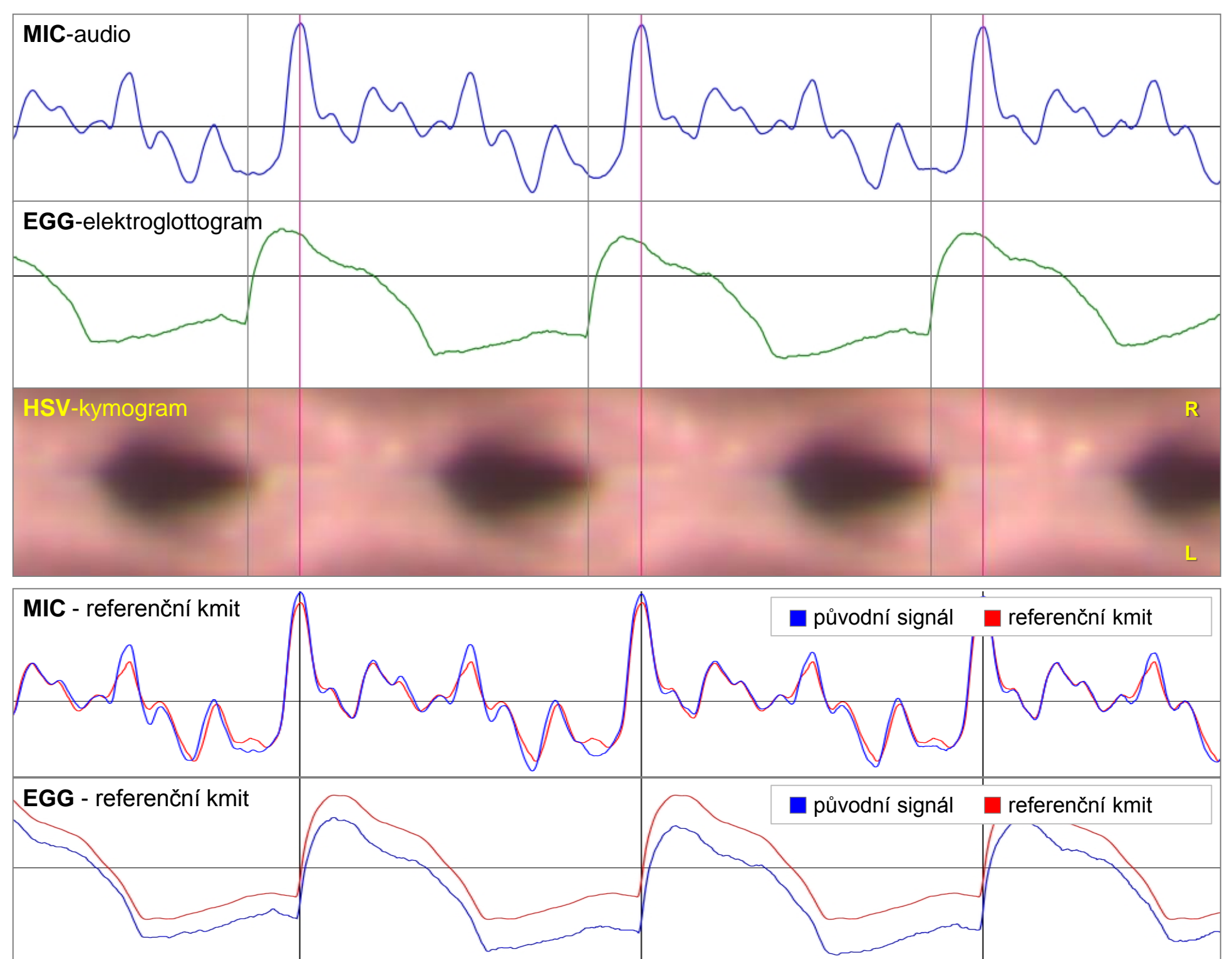
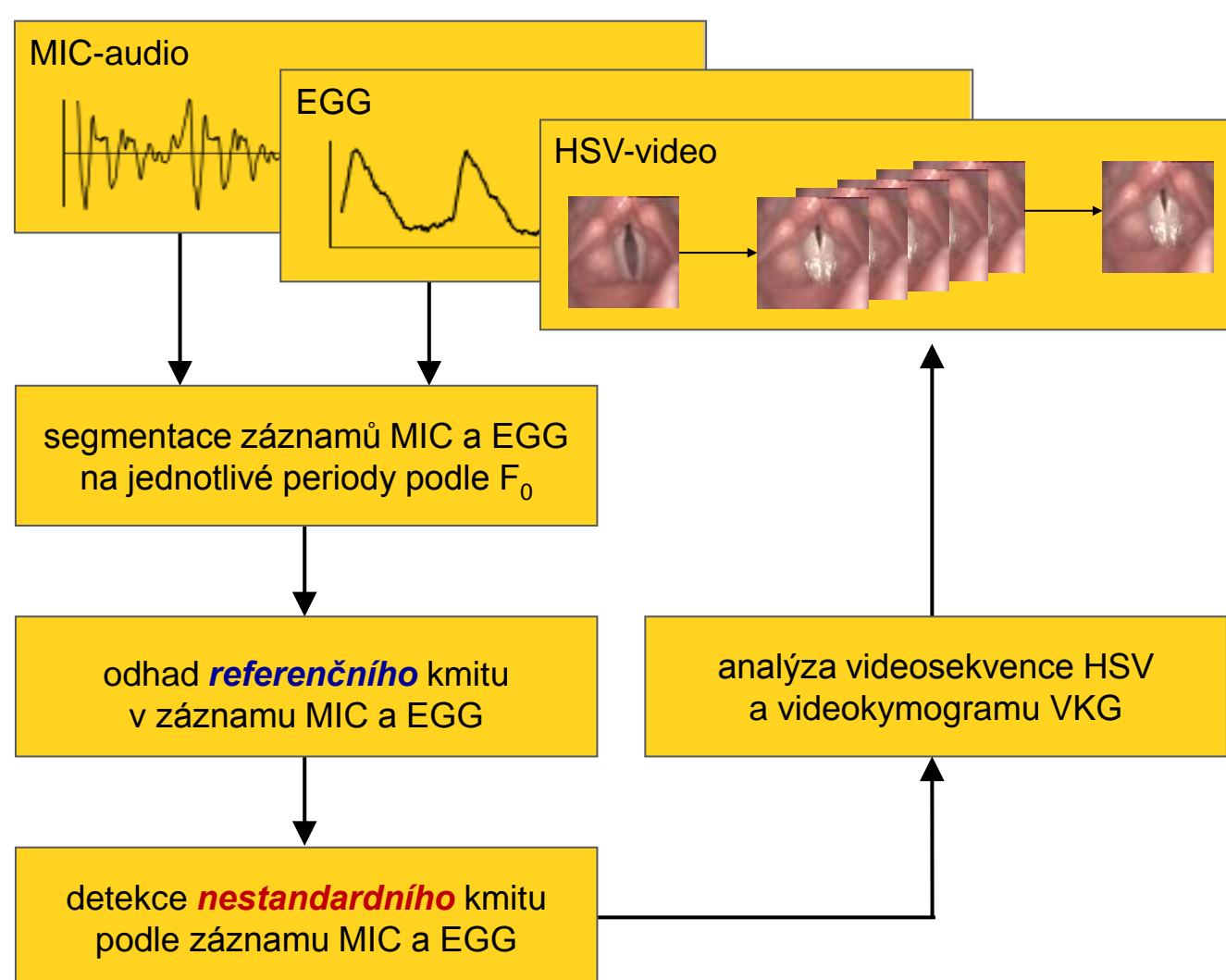


## | Úvod

Vysokorychlostní kamera HSV umožňuje analyzovat pohyb hlasivek v tzv. reálném čase, sledovat chování hlasivek a jejich kinematiku a hodnotit kvalitu závěru glottis. Vlastní videozáznam nemusí být v případech, kdy vznikají nahodilé poruchy v kinematice hlasivek, pro hodnocení dostatečný. Naším cílem bylo využít výstupy dalších modulů integrovaných v systému společně s HSV (elektroglottogram EGG a akustický signál MIC) k detekci anomálií v kinematice hlasivek při fonaci vokálu „i“.

## | Metodika

Základem detekce anomálie je metoda referenčního kmitu. Jedná se o stanovení reprezentativního kmitu v akustickém signálu MIC nebo EGG, který je odhadován podle zvoleného kritéria pro analyzovanou videosekvenci. Pomocí odhadu referenčního kmitu a s použitím soustavy kriteriálních funkcí detekujeme nestandardní kmit, který může poukazovat na anomálii v chování hlasivek. Pro odhad referenčního kmitu a detekci nestandardního kmitu používáme řadu metod, které lze charakterizovat jako metody řešení úloh zpracování signálů v časové a frekvenční oblasti. Díky časové synchronizaci signálu EGG, videozáznamu HSV a akustického signálu MIC jsme schopni k nestandardnímu kmitu přiřadit odpovídající sekvenci snímků a provést jejich další analýzu.



Zobrazení audiozáznamu MIC, signálu EGG, videozáznamu HSV zobrazeného jako kymogram a generovaného odhadu referenčního kmitu MIC a EGG (**zdravá hlasivka**).

### Metody detekce **nestandardního** kmitu: (počítáno vzhledem k referenčnímu kmitu)

#### časová oblast

- průměrná odchylka  $D_s$  vzorků jednoho kmitu
- Eukleidovská vzdálenost  $D_{sd}$  vzorků jednoho kmitu
- skóre  $D_\sigma$  vzorků jednoho kmitu mimo pásmo  $\sigma$ ,  $2\sigma$ ,  $3\sigma$

$$D_s[k] = \frac{1}{L} \sum_{i=0}^L |x_s[i] - x_k[i]|, \text{ pro } \forall k = 1, \dots, N$$

$$D_{sd}[k] = \sqrt{\sum_{i=0}^L (x_s[i] - x_k[i])^2}, \text{ pro } \forall k = 1, \dots, N$$

$$D_\sigma[k] = \frac{1}{L} \sum_{i=0}^L y_k[i], \text{ pro } \forall k = 1, \dots, N$$

kde  $y_k[i]$  je míra odlišnosti vzorku od pásma  $1\sigma$ ,  $2\sigma$  a  $3\sigma$

#### frekvenční oblast

- Fourierův rozvoj, amplitudové spektrum
- metoda maximální Eukleidovské vzdálenosti  $D_{AA}$  amplitudových spekter jednotlivých kmitů
- maximální Eukleidovská vzdálenost  $D_{fd}$  pro *Fourier Descriptors*

$$D_{AA}[k] = \sqrt{\sum_{i=0}^{HARM} (AA_{ss}[i] - AA_{kk}[i])^2}, \text{ pro } \forall k = 1, \dots, N$$

$$D_{fd}[k] = \sqrt{\sum_{i=0}^{HARM} (D_s[i] - D_k[i])^2}, \text{ pro } \forall k = 1, \dots, N$$

kde  $D_s[i]$  a  $D_k[i]$  jsou Fourierovské deskriptory

### Metody odhadu **referenčního** kmitu:

#### časová oblast

(vygenerování referenčního kmitu výpočtem)

je provedeno převzorkování kmitů podle  $F_0$

- metoda aritmetického průměru vzorků
- metoda mediánu hodnot vzorků

#### frekvenční oblast

(výběr referenčního kmitu 1 z n)

výpočet Fourierova rozvoje a amplitudového spektra

- metoda minimální Eukleidovské vzdálenosti od mediánu amplitudového spektra
- metoda skóre četnosti výskytu hodnot amplitudového spektra

# Detekce anomálií v chování hlasivek ve videosekvenci

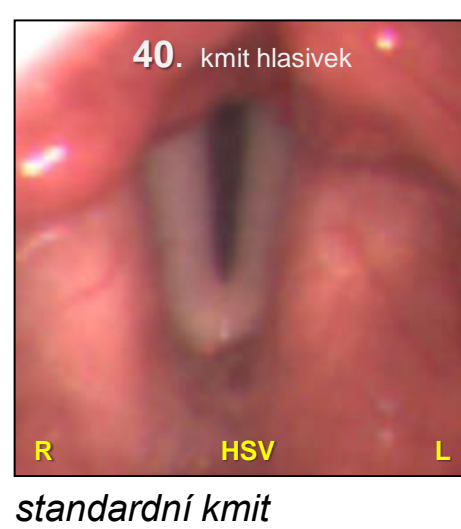
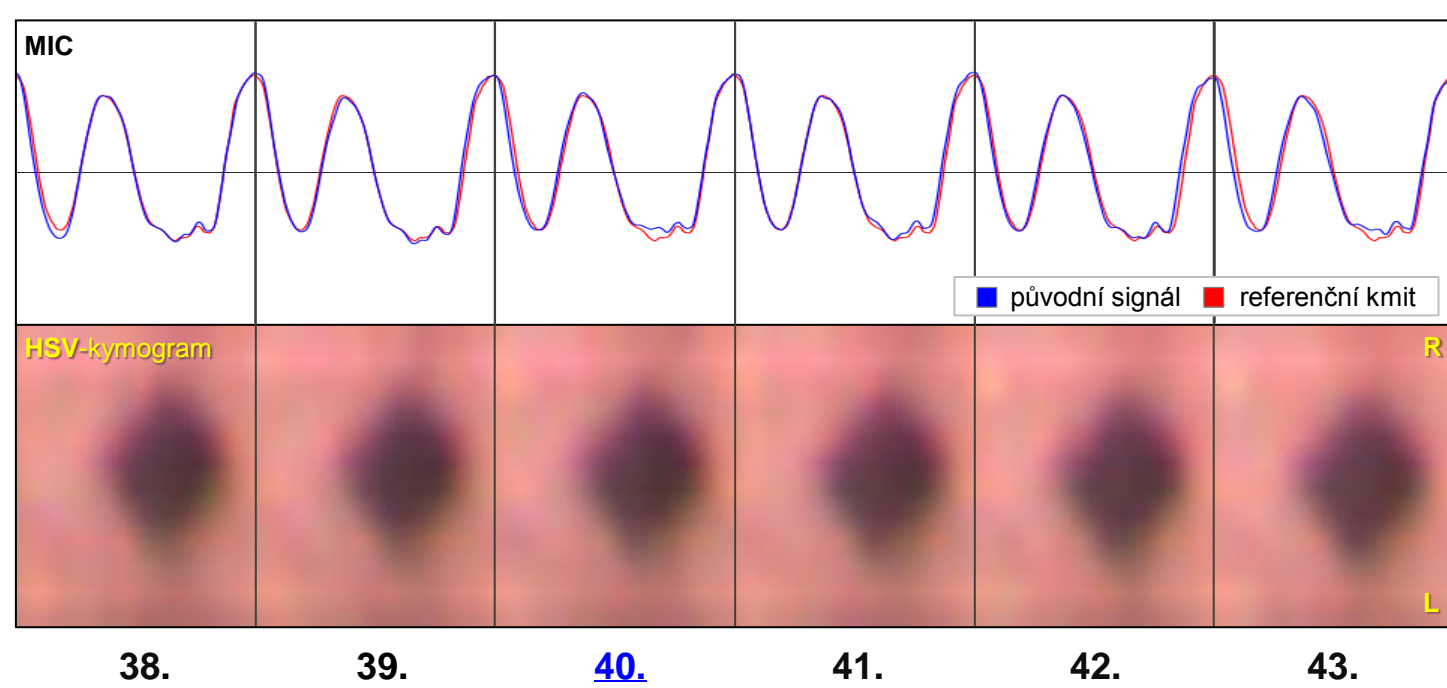
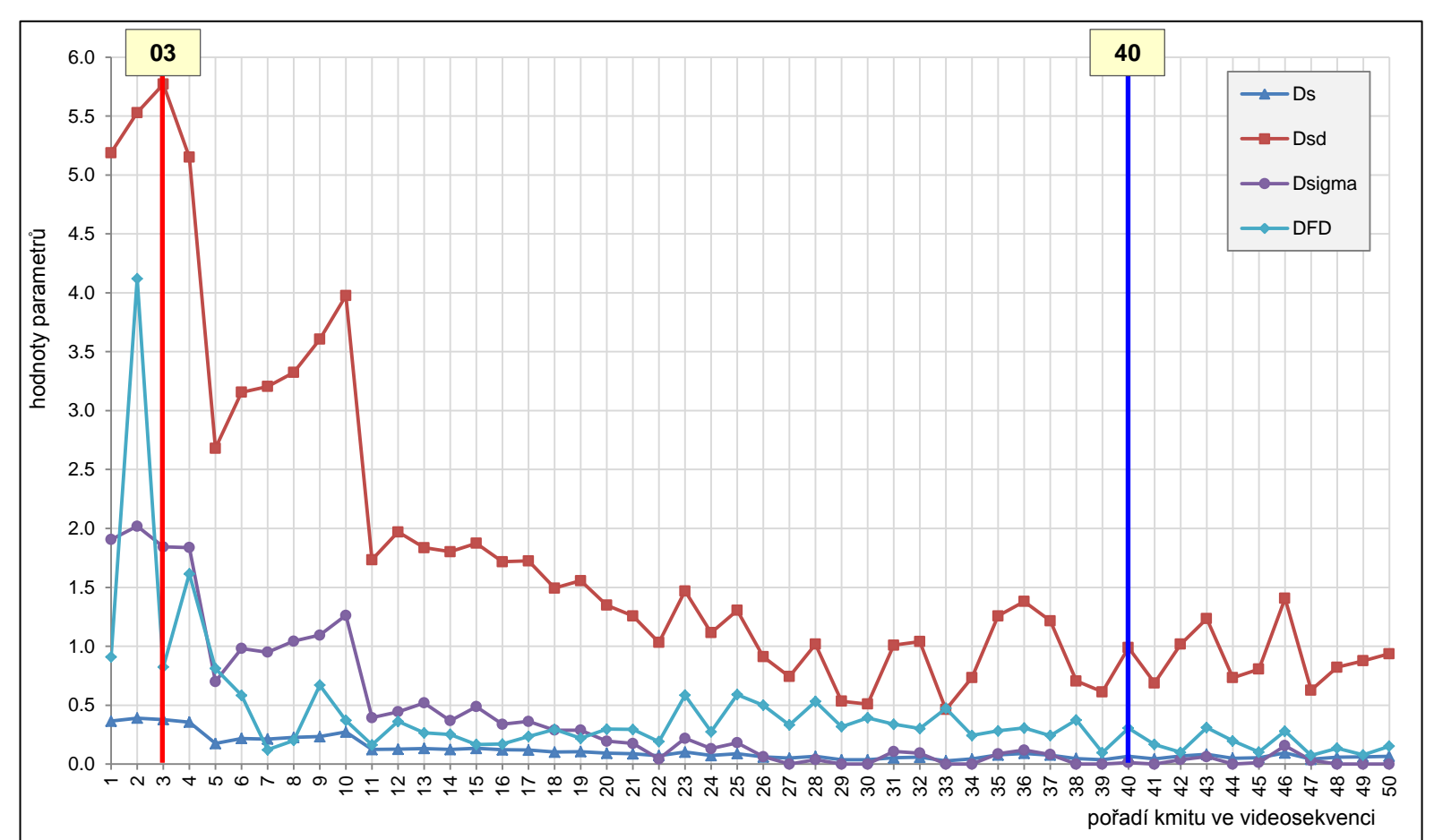
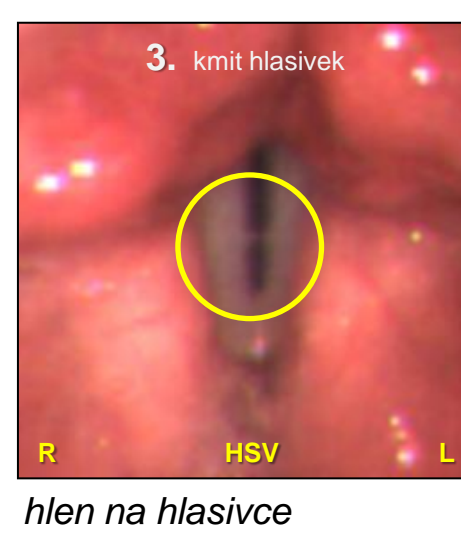
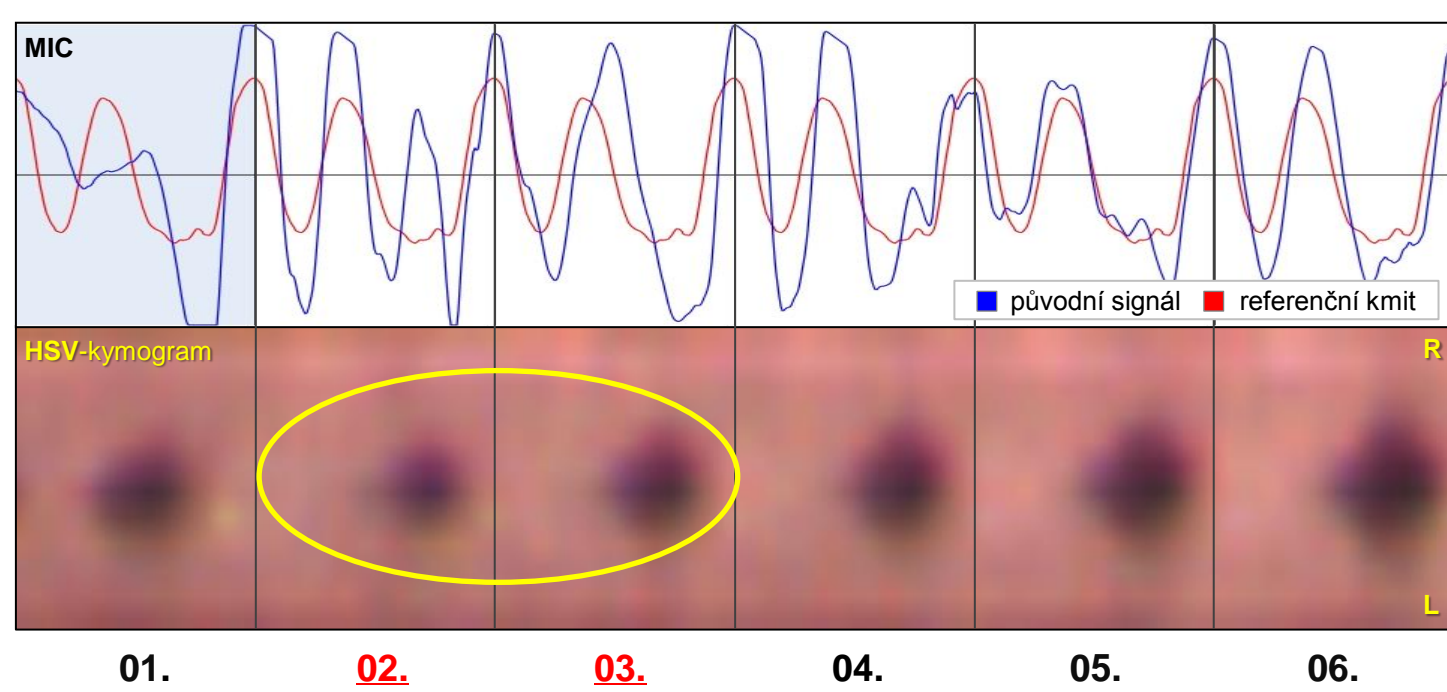
1 1  
Kroupa L. , Nový P.

1 Oddělení medicínské informatiky, KIV ZČU, Plzeň, ČR

Page - 2

## | Výsledky

Detekce nestandardního kmitu byla testována na vybraných kazuistikách z databáze vyšetření HSV na ORL klinice FN Plzeň. Do testovacího souboru záznamů byly zařazeny ty případy, kdy se jednalo o blíže nespecifikované prvotní příznaky onemocnění a současně signály MIC, EGG a videosekvence HSV nevykazovaly výrazné změny periodicity a poruchy kinematiky hlasivek. Zde jako příklad uvádíme některé případy detekovaného *nestandardního* kmitu hlasivek.



*symetrická hlasivka*

Dg.: non

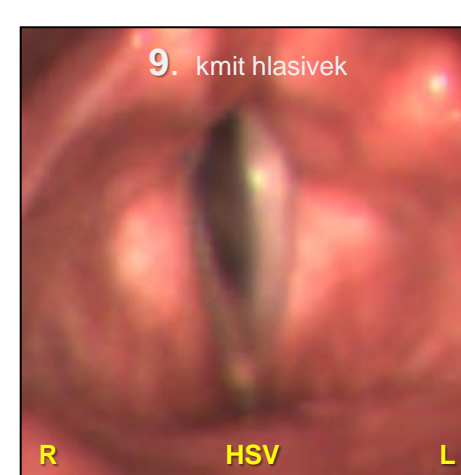
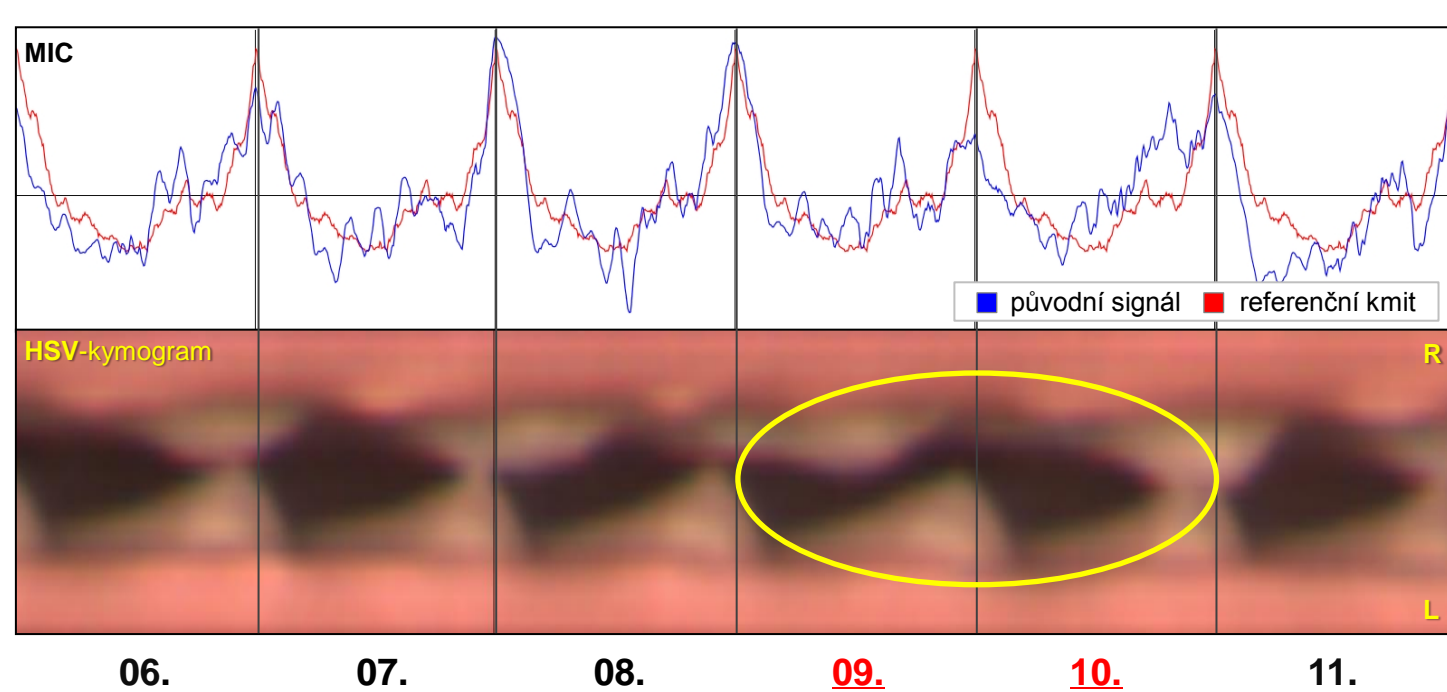
žena (ID 416)

19 roků

MIC-HSV:  $F_0 = 272$  Hz

komentář:

hlen na hlasivce na počátku fonace



*nesymetrická hlasivka*

Dg.: paréza vpravo

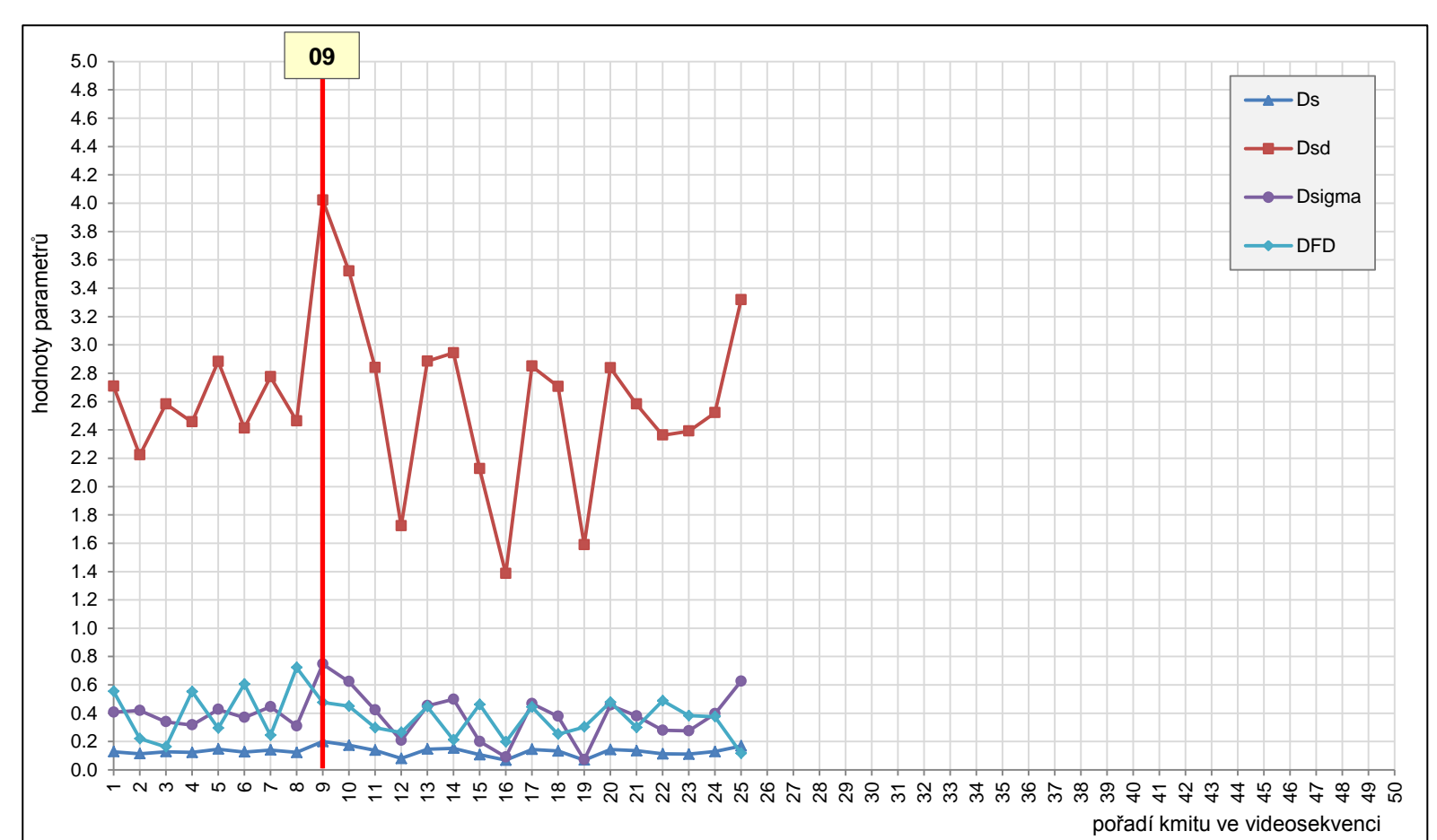
muž (ID 84)

76 roků

MIC-HSV:  $F_0 = 150$  Hz

komentář:

zákmit hlasivky



## | Závěry

Navržená metoda detekce anomálií kinematiky hlasivek usnadňuje navigaci ve videozáznamu HSV a přispívá k lokalizaci nepatrných počínajících změn na hlasivkách. Testování potvrdilo, že metoda nedetekuje systematickou poruchu, která trvale ovlivňuje analyzované signály MIC, EGG a HSV ve videosekvenci. Je ale citlivá a vhodná pro detekci náhodných změn v kinematice hlasivek, které mohou být způsobeny nejen např. hlenem na hlasivce nebo náhlou změnou napětí svalů během fonace při vyšetření, ale také zákmitem hlasivky, viz paréza, nebo počínajícím růstem útvaru různého původu na hlasivce.

## | Poděkování:

Na tomto místě si dovoluujeme poděkovat Ing. Jiřímu Peštovi, CSc. a MUDr. Monice Vohlídkové, specialistům ORL kliniky FN Plzeň, za dlouholetou spolupráci, cenné připomínky a rady a poskytnutí anonymizovaných dat z databáze vysokorychlostní kamery.

Tato práce byla podpořena MŠMT ČR z projektu specifického vysokoškolského výzkumu **SGS-2016-018** Datové a softwarové inženýrství pro komplexní aplikace.