

Studentská konference

Trendy vývoje endoskopických zobrazovacích systémů v lékařství

**Pilotní ověření optimalizovaných vyšetřovacích
postupů pro měření objemu močového měchýře
ultrazvukovým zobrazovacím přístrojem v B-módu**

Autor: Bc. Makar Makarenko

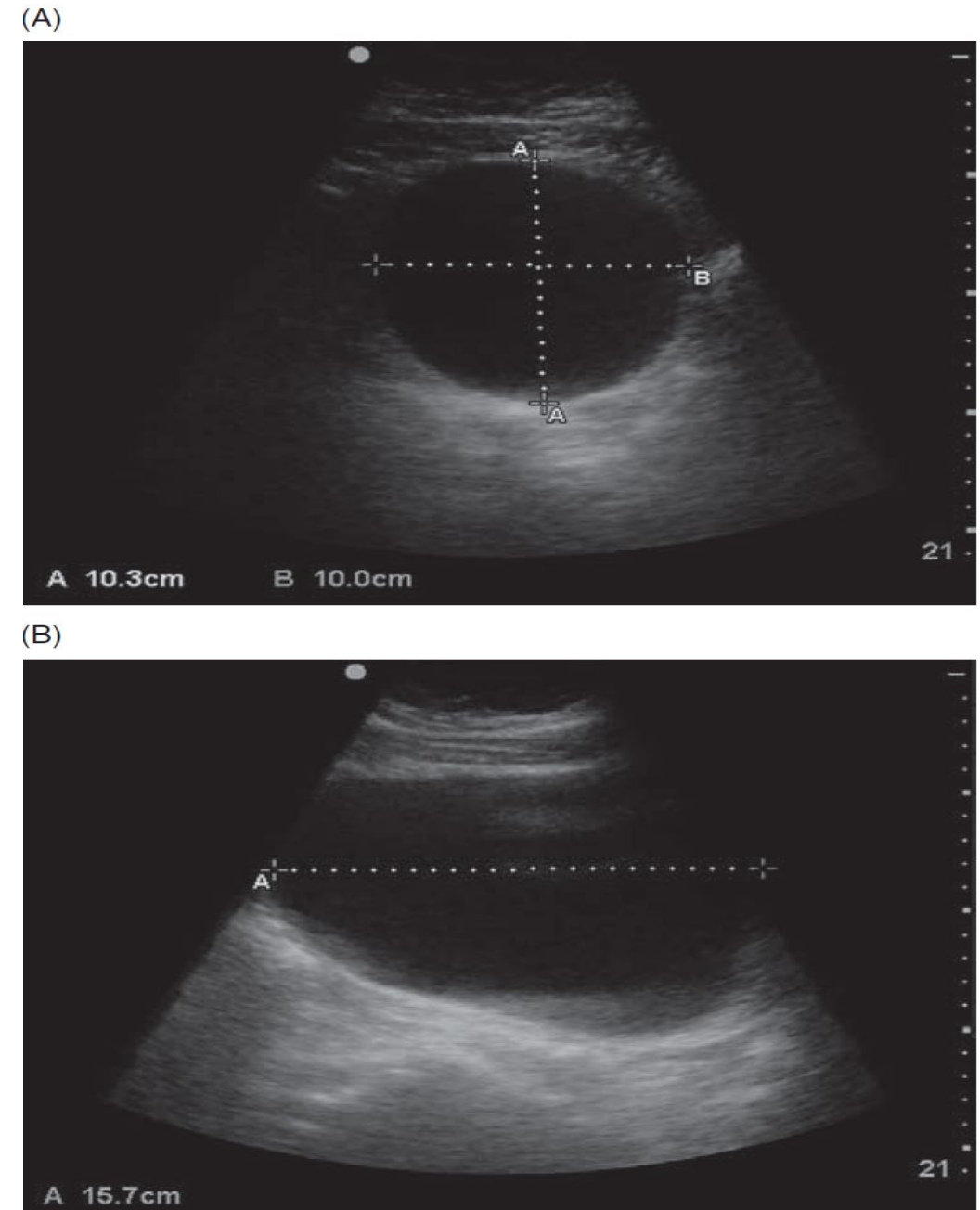
Motivace a současný stav

- Vyžádáno od ČSUM (MUDr. Pavlína Vyhnánovská, Ph.D.).
- Měření močového měchýře je běžnou klinickou metodou, ale neexistuje žádný detailní guideline.
- Základem je měření 3 rozměrů (transverzální, podélná rovina), korekční faktor.
- Různí lékaři – různé metody měření. Velká variabilita výsledků.
- Různí výrobci používají různou korekční konstantu.

Bladder volume estimation

Bladder volume can be estimated by simple formulas that approximate the bladder to either an ellipsoid or a cylinder. For the clinical purposes of determining retention and/or postvoid residuals, these methods have good support in the literature and have good correlation with actual catheterization volumes [9–12]. The difficulty is that slightly different formulas have been used in different studies, and portable ultrasound machines use varying automated volume calculations. Initially, it is instructive to do the calculations by hand to ensure that the automated function is accurate on your machine. The quickest calculation to use ($0.75 \times \text{width} \times \text{length} \times \text{height}$ – see Figure 6.5) is based on research correlating these distance measurements with catheterized volume and seems to have the best correlation factor ($r = 0.983$) [12]. However, other studies have used the following formulas and also had good results: ellipsoid formula, $\frac{4}{3} \pi \times r_1 \times r_2 \times r_3$; cylinder formula, $3.14 \times r^2 \times \text{height}$ [10,11].

Obr 1: Běžná metoda měření močového měchýře. Princip výpočtu objemu matematicky.[1]

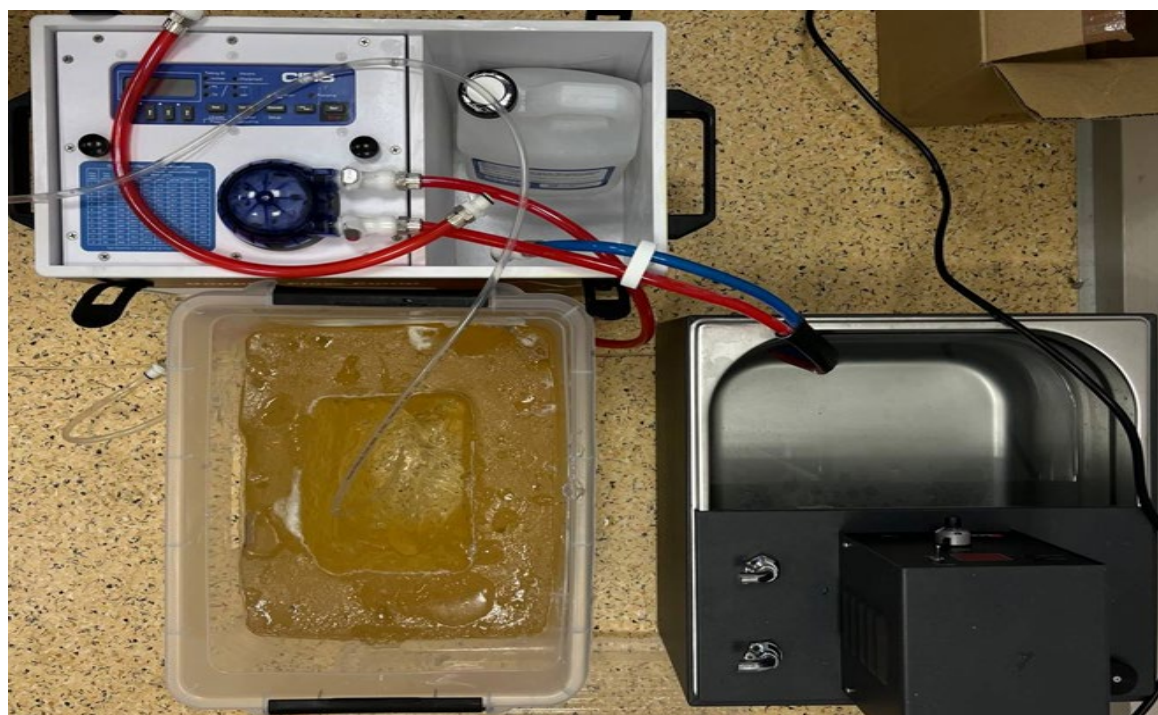
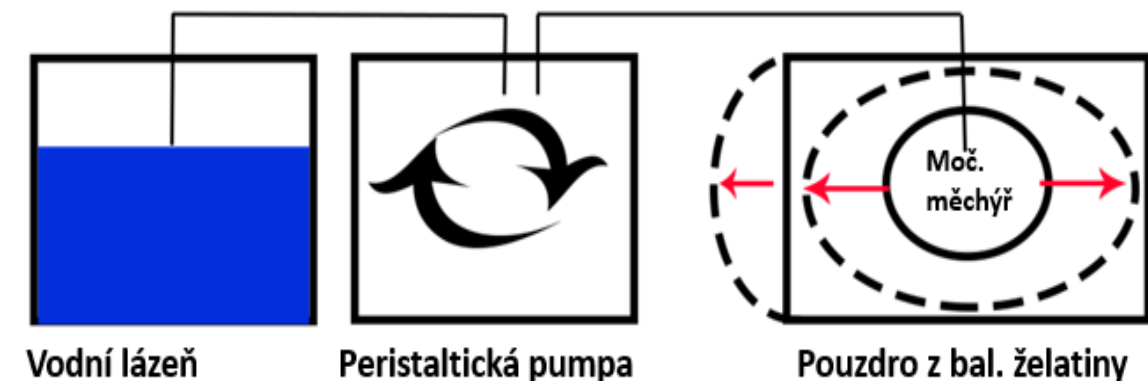


Cíle

Cílem práce je ověřit optimalizované metody měření objemu močového měchýře pomocí ultrazvukového zobrazování v B-módu s využitím navrženého fantomu s cílem zvýšit přesnost a reprodukovatelnost měření a standardizovat postup měření.

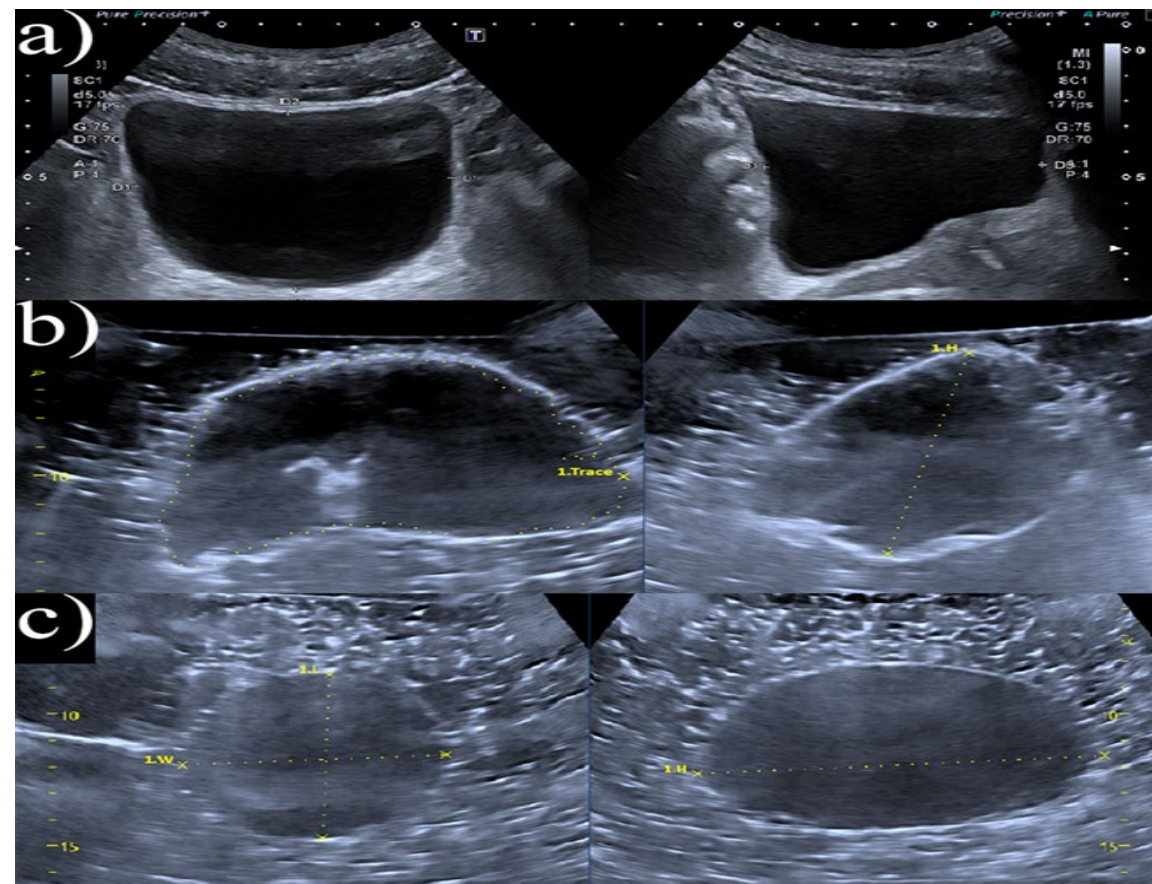
1. Realizace specifického fantomu močového měchýře pro UZ zobrazování.
2. Analýza sérií volumetrických měření pro daný fantom. Hodnocení přesností.
3. Návrh optimalizovaného protokolu volumetrického měření pro klinickou praxi ve FNKV.
4. Pilotní měření na 30 probandech s využitím nově navržené metody a běžné metody měření ve FNKV (schváleno EK FNKV).

Metody - Specializovaný fantom močového měchýře



Obr 2: Schema a fyzické zapojení fantomu

- Kombinace balistické želatiny a UZ gelu. Fixace měchýře
- Jako model samotného měchýře – kondom (elipsoidní tvar) a igelitové sáčky (volný, nastavitelný tvar).



Obr.3: UZ snímky různých modelů měchýře, a) reálný snímek měchýře, b) model z igelitových sáčků, c) model z kondomu

Metody – volumetrické metody

- Testování přednastavených metod výpočtu a měření UZ systému, především metoda LWH.

$$V_{LWH} = a \cdot b \cdot c \cdot k,$$

kde a , b , c představují 3 základní rozměry měchýře a k je korekční koeficient, představující aproximaci tvaru měchýře do známých matematických modelů.

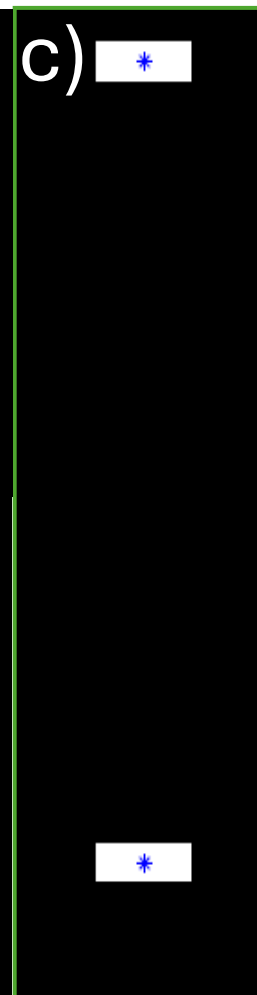
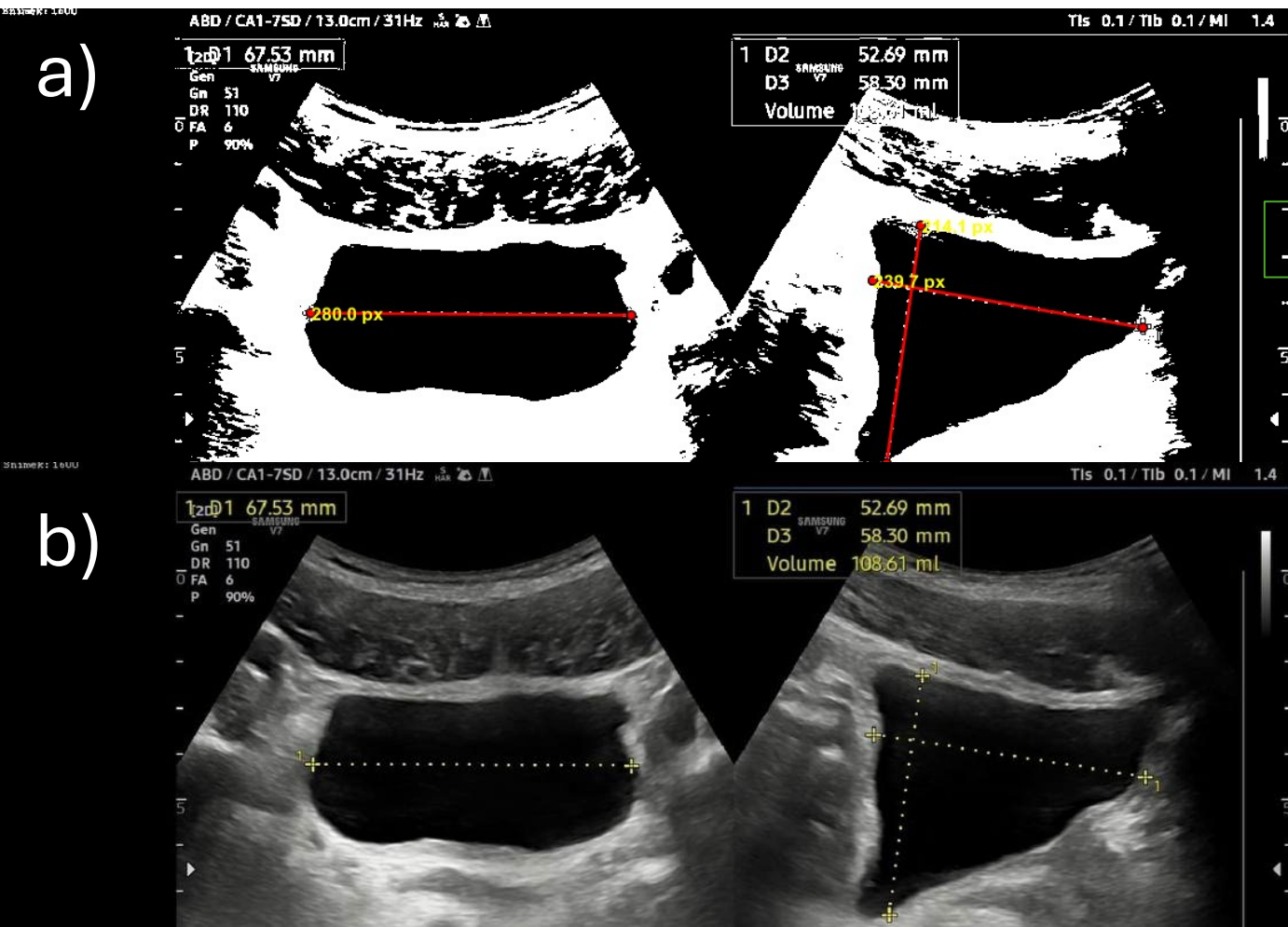
- Použití různých korekčních koeficientů – 0,52 až 0,89.
- Využití funkcí pro automatickou detekci rozměrů a výpočtu objemu (UI).

Tvar močového měchýře	Elipsoid	Kvádř	Trojboký hranol	Protažený elipsoid	Neznámý
Koeficient	0,81	0,89	0,66	0,52	0,72

Obr. 3: Tabulka existujících koeficientů k

Metody – algoritmy obrazové analýzy

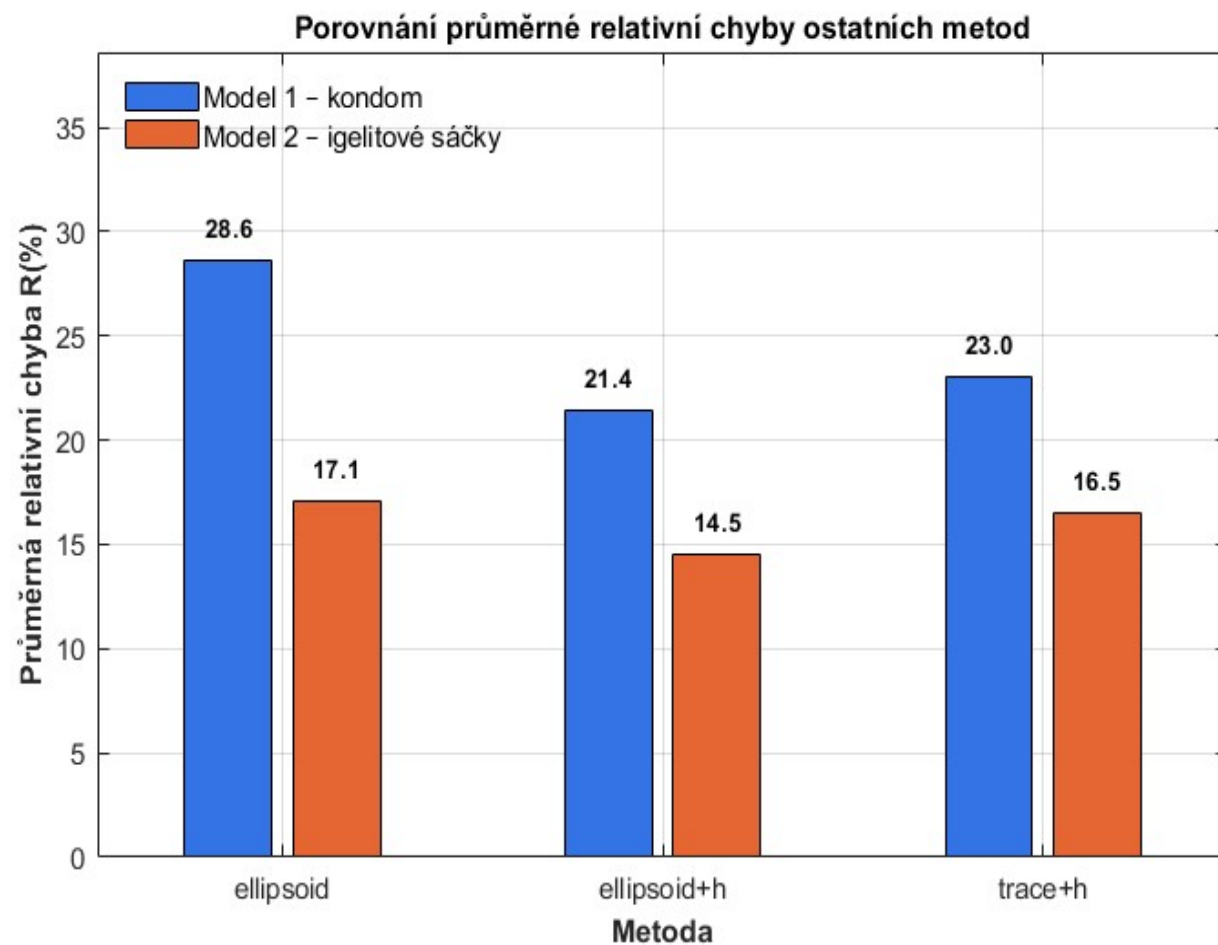
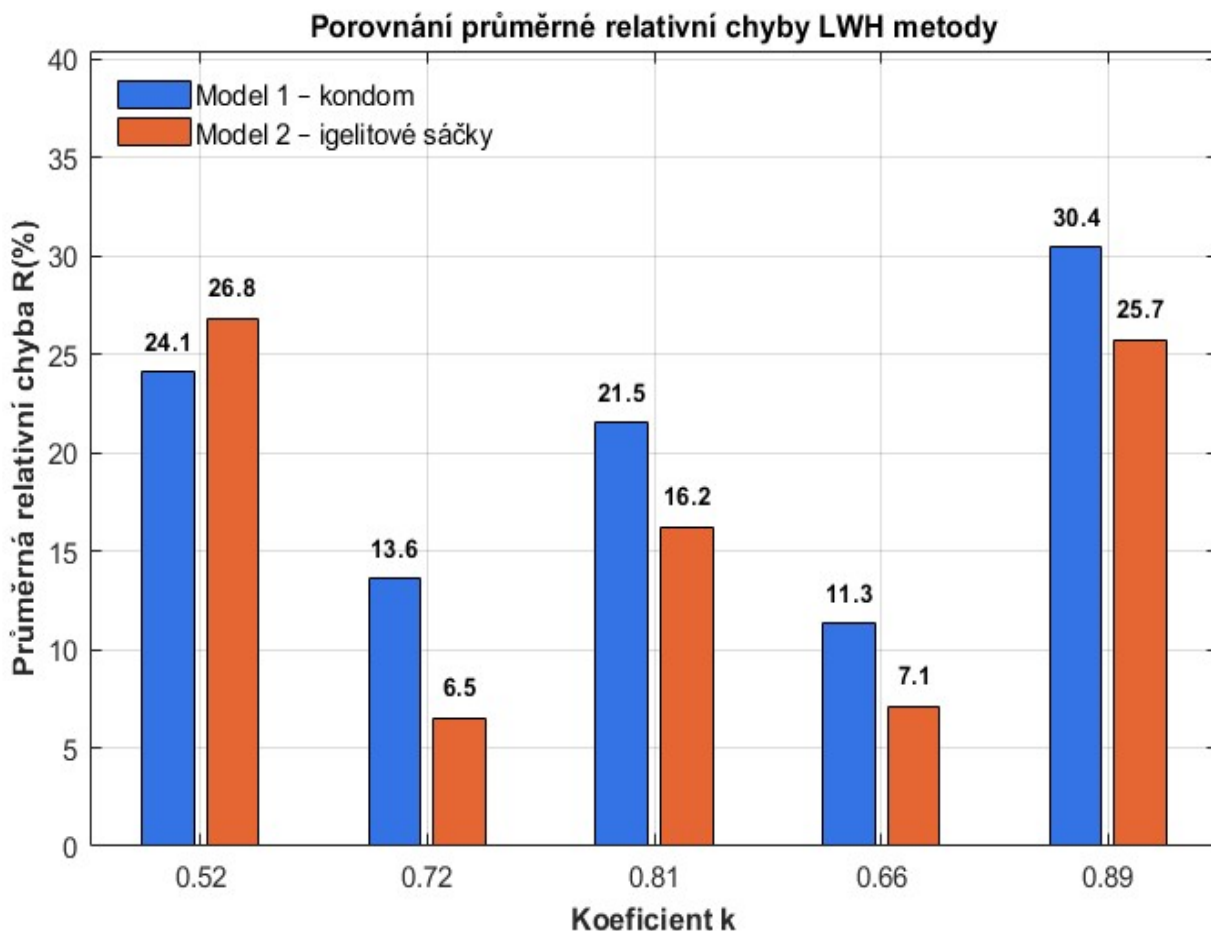
Navržen algoritmus, umožňující měřit rozměry moč. měchýře pomocí obrazové analýzy.



d) **--- RESULT ---**
L: 280.01 pixelů
W: 211.00 pixelů
H: 237.39 pixelů
--- RESULT v mm ---
L: 68.29 mm
W: 51.46 mm
H: 57.90 mm

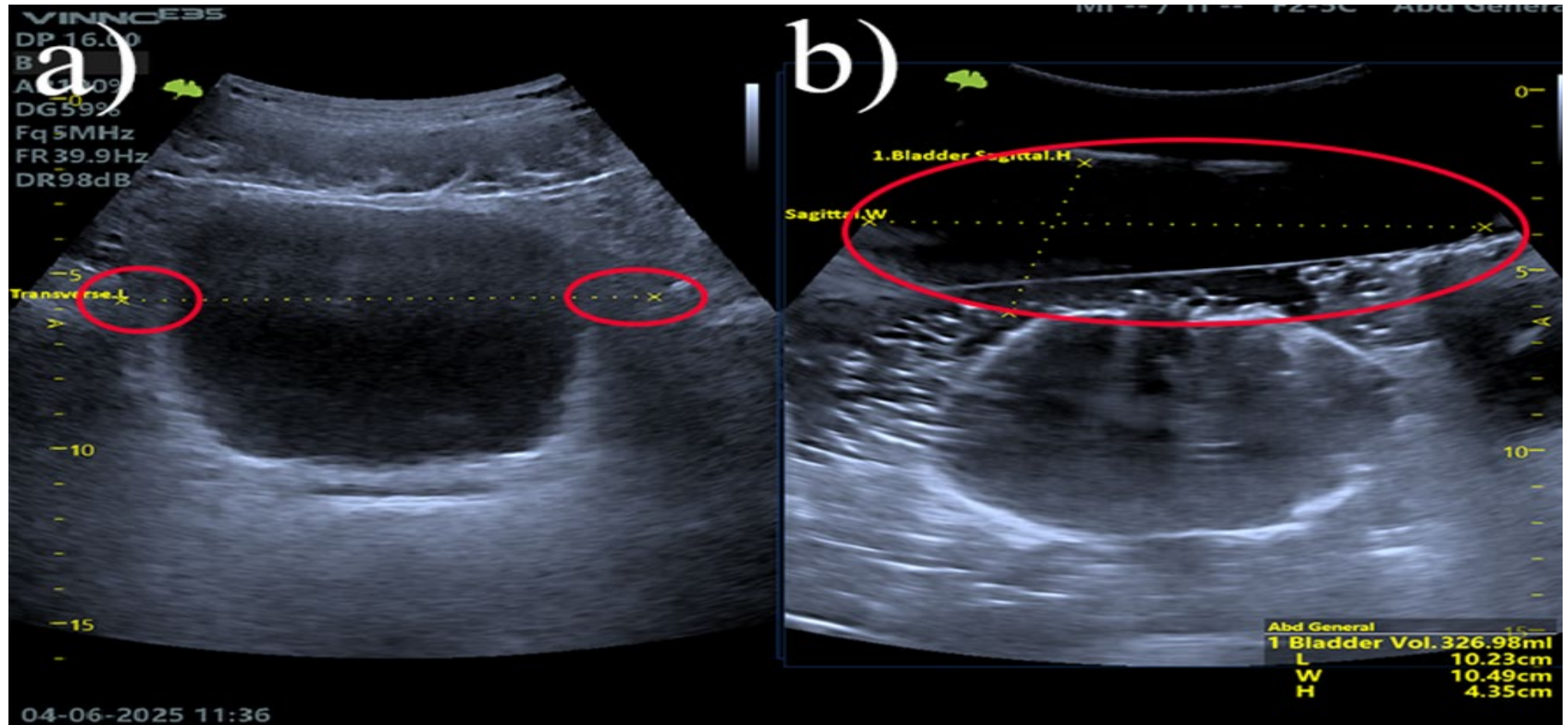
- a) Měření rozměrů močového měchýře pomocí navržené obrazové analýzy.
- b) Referenční měření provedené lékařem na UZ přístroji.
- c) Detekce centroidů měřicích úseků a výpočet vzdáleností v pixelech.
- d) Výsledky měření v pixelech a po kalibraci v milimetrech.

Výsledky



Obr. 4: Výsledky měření s využitím různých koeficientů a metod měření na fantomu

Výsledky



Obr. 5: Problém měření objemu močového měchýře automatickou UI metodou. a) reálný močový měchýř, b) fantom močového měchýře

Závěr

- Nejnižší relativní chyby při měření objemu měchýře má **metoda LWH** + korekční koeficient **0,66–0,72**.
- Koeficient 0,72 je nejlepší pro volný tvar (igelitové sáčky) – chyba **6,5** %.
- Koeficient 0,66 je nejlepší pro elipsoidní tvar (kondom) – chyba **11,3** %.
- Konvenčně používaný koeficient 0,52 má výrazně horší výsledky – chyby až **42** %.
- Upravená **LWH metoda** s zachycením maximálních rozměrů měchýře a správně zvoleným k - nejvyšší přesnost napříč objemy i tvary měchýře.
- **Elipsoid + h** – nejlepší z alternativ, ale stále horší než LWH.
- **Klasická elipsoidní metoda** – největší chyba, nevhodná pro nepravidelné tvary.
- **Automatické UI měření (VINNO E35)** – selhání při detekci hranic měchýře