

Porovnání ultrazvukových diagnostických zobrazovacích systémů pomocí fantomů

ČVUT, Fakulta biomedicínského inženýrství

Autor: Makar Makarenko

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Hozman, Ph.D.

Konzultant: Ing. Jan Hetfleiš

Studijní program: Biomedicínská technika,
2024/2025

Úvod

- Ultrazvukové diagnostické přístroje dnes
- Fantomy. Materiály napodobující tkáň (TMM nebo Tissue Mimicking Material)
- Využití fantomů

Cíle práce

Provést porovnání technických parametrů u 6 UZ systémů pomocí specializovaných fantomů CIRS 049A, CIRS 054GS CIRS 069A a CIRS 769:

- Zvolit parametry, které mají být studovány, vybrat vhodné testy a metody pro jejich stanovení
- Provést měření za co nejpodobnějších podmínek a nastavení systémů
- Provést analýzu dat získaných z UZ systémů
- Využít k zpracování relevantní technické normy
- Vytvořit tabulku pro porovnání UZ systémů

Systemy zahrnuté do studie

VINNO E35

Rok výroby: 2017



VINNO E5

Rok výroby: 2017



myMIDES C10

Rok výroby: 2018



**MEDISON
SONOACE X4**

Rok výroby: 2008



**SIEMENS
SONOLINE
ADARA**

Rok výroby: 2001



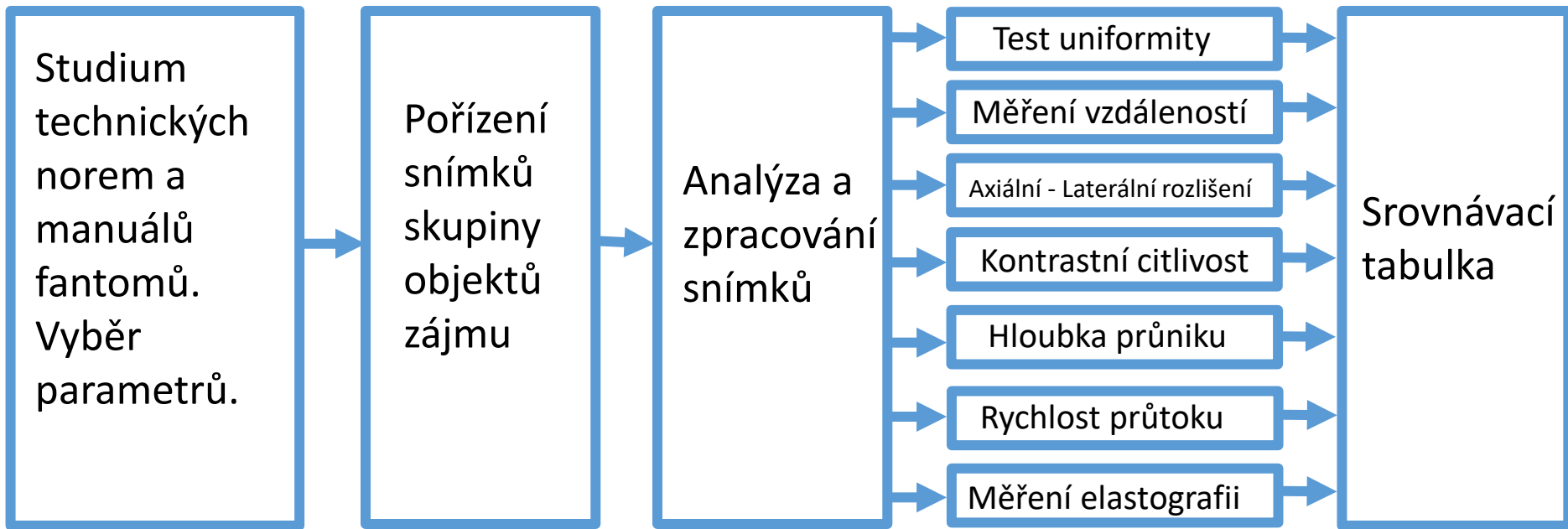
**SIEMENS
SONOLINE
SL-1**

Rok výroby: 1986



Obrázek 1: Přehled UZ systémů použitých v této práci.

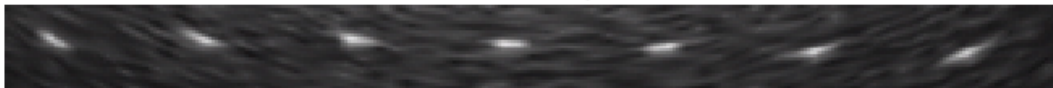
Pracovní postup



Obrázek 2: Blokové schema pracovního postupu

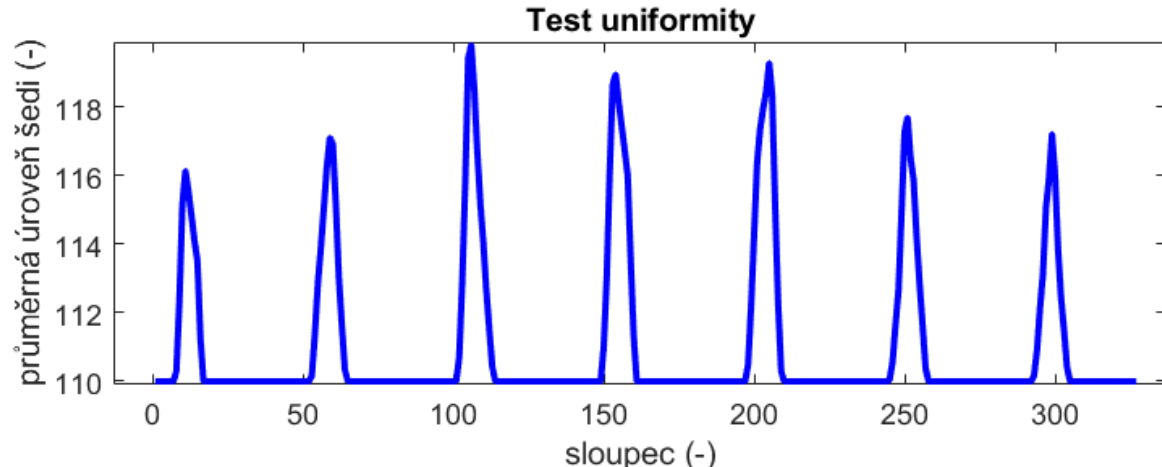
Metody: Test uniformity

původní oříznutý snímek



- Postup v souladu s normou IEC TS 62736

- Jasový profil objektů nacházejících ve stejné hloubce



- Test zjišťuje, zda jsou v sondě poškozené prvky

Obrázek 3: Test uniformity. Sonoline Adara, konvexní sonda (C3-7EP). CIRS 054GS

Metody: Měření vertikálních/horizontálních vzdálenosti

Původní
oříznutý snímek
skupiny
vertikálních
objektů



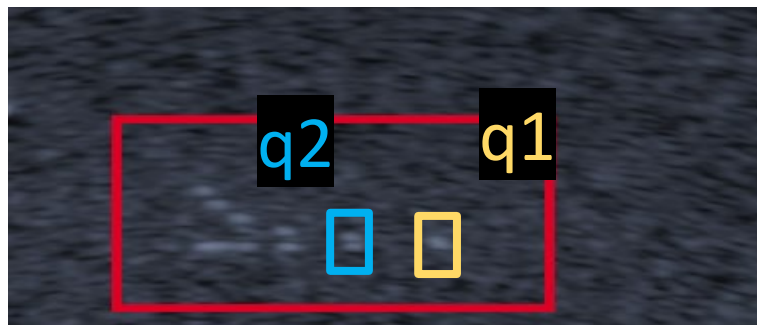
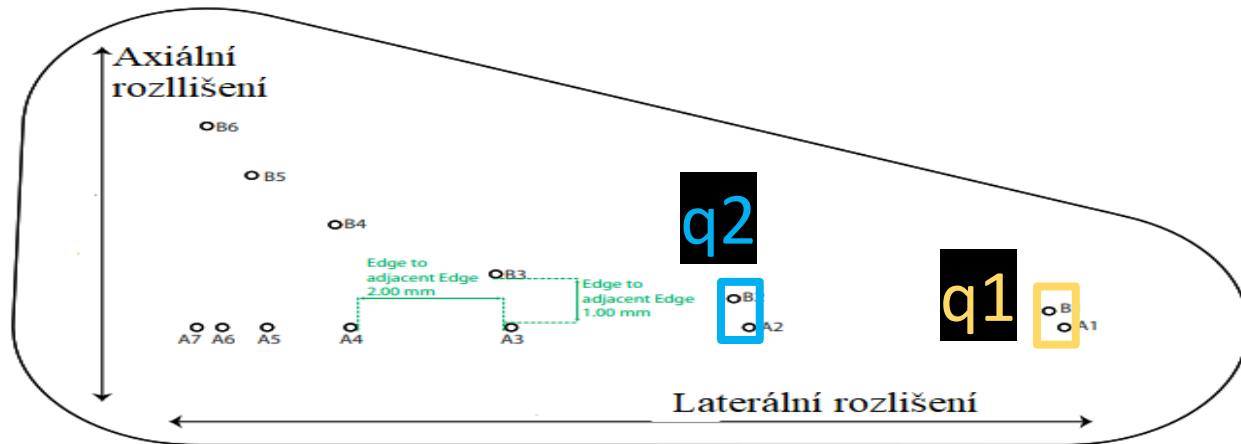
Detekované
centroidy



- Výběr ROI s horizontální/vertikální skupinou objektů.
- Binarizace obrazu pomocí *imbinarize*.
- Nastavení thresholdu.
- Detekce centroidů objektů pomocí *regionprops*.
- Analýza stupnice.

Obrázek 4: Analýza vertikálních vzdáleností mezi objekty. VINNO E35, konvexní sonda (F2-5C). CIRS 054GS

Metody: Axiální – Laterální rozlišení

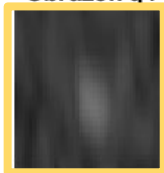


- Jasový profil skupiny objektů pro stanovení axiálního – laterálního rozlišení.
- Posouzení pomocí manuálu daného fantomu.

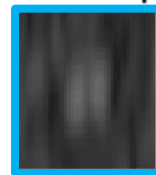
Obrázek 5: Skupina objektů pro stanovení axiálního – laterálního rozlišení. VINNO E35, konvexní sonda (F2-5C). CIRS 054GS

Metody: Axiální – Laterální rozlišení

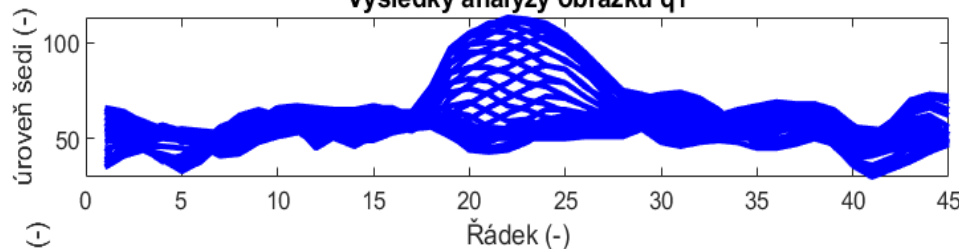
Obrázek q1



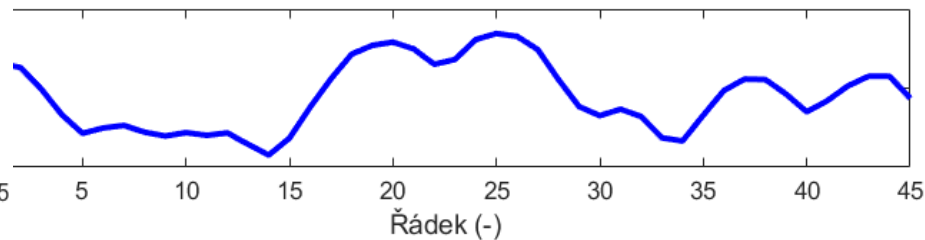
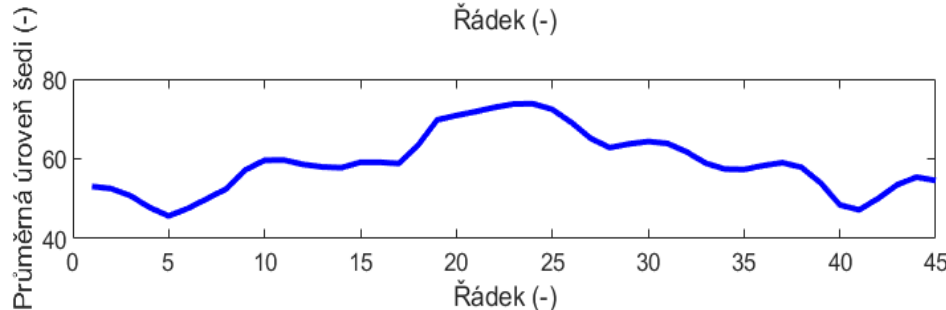
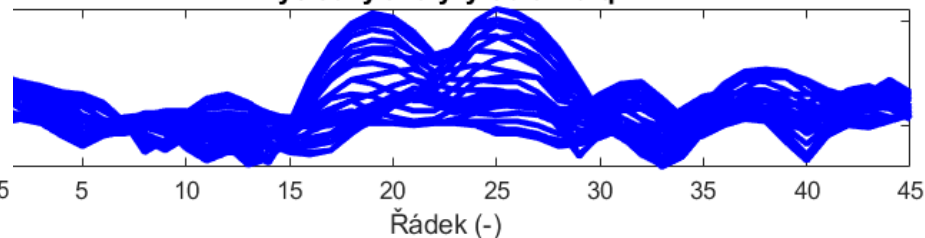
Obrázek q2



Výsledky analýzy obrázku q1

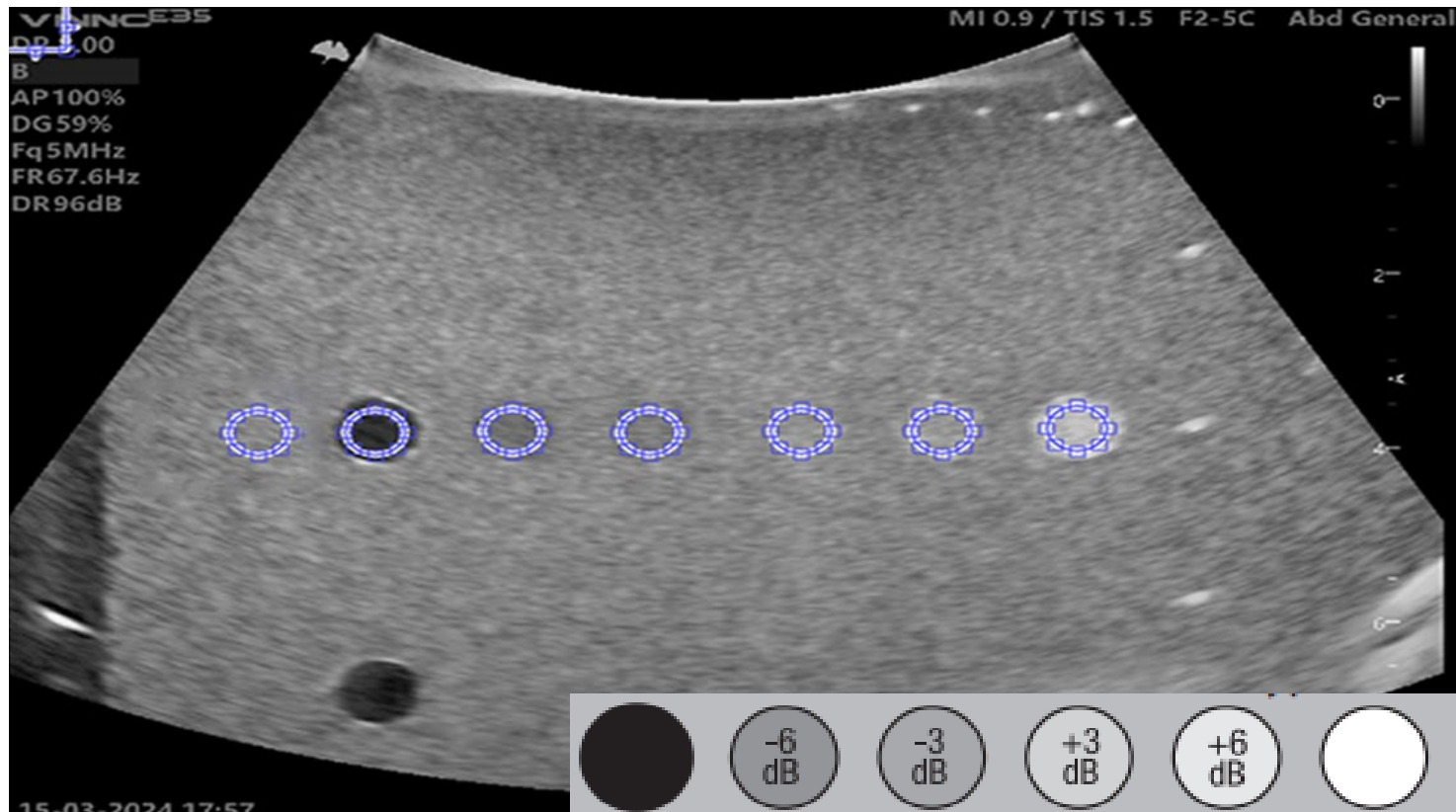


Výsledky analýzy obrázku q2



Obrázek 6: Analýza axiálního rozlišení. VINNO E35, konvexní sonda (F2-5C). CIRS 054GS

Metody: Kontrastní citlivost

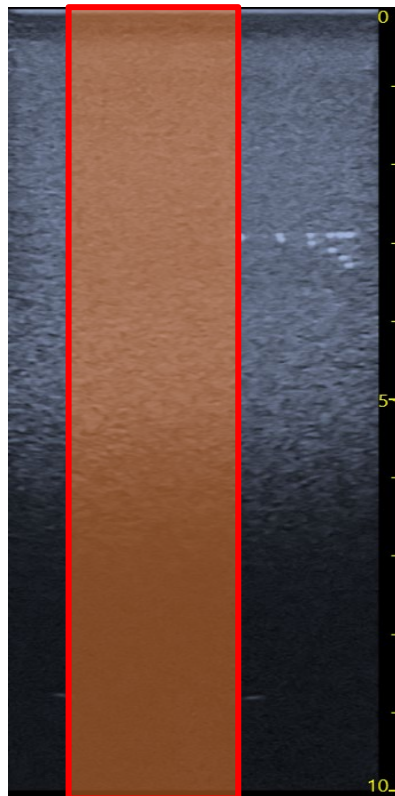


- Postup v souladu s normou **IEC TS 62791**
- Výběr ROI se skupinou objektů s různými kontrasty
- SNR objektů vzhledem k pozadí

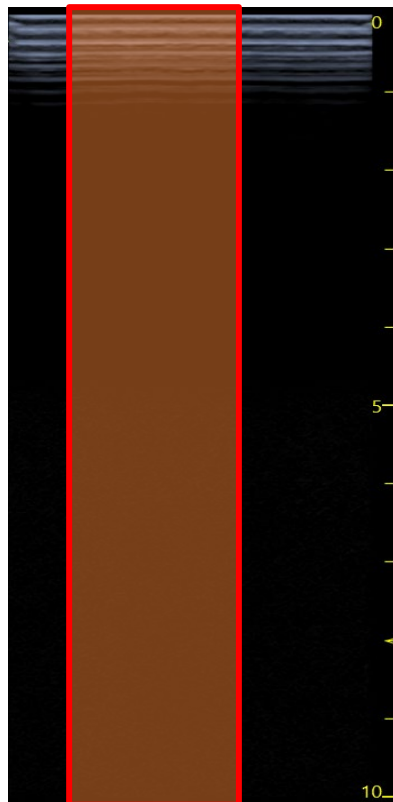
Obrázek 7: Analýza kontrastní citlivosti. VINNO E35, konvexní sonda (F2-5C). CIRS 054GS.

Metody: Maximální relativní hloubka průniku

ROI
fantomu



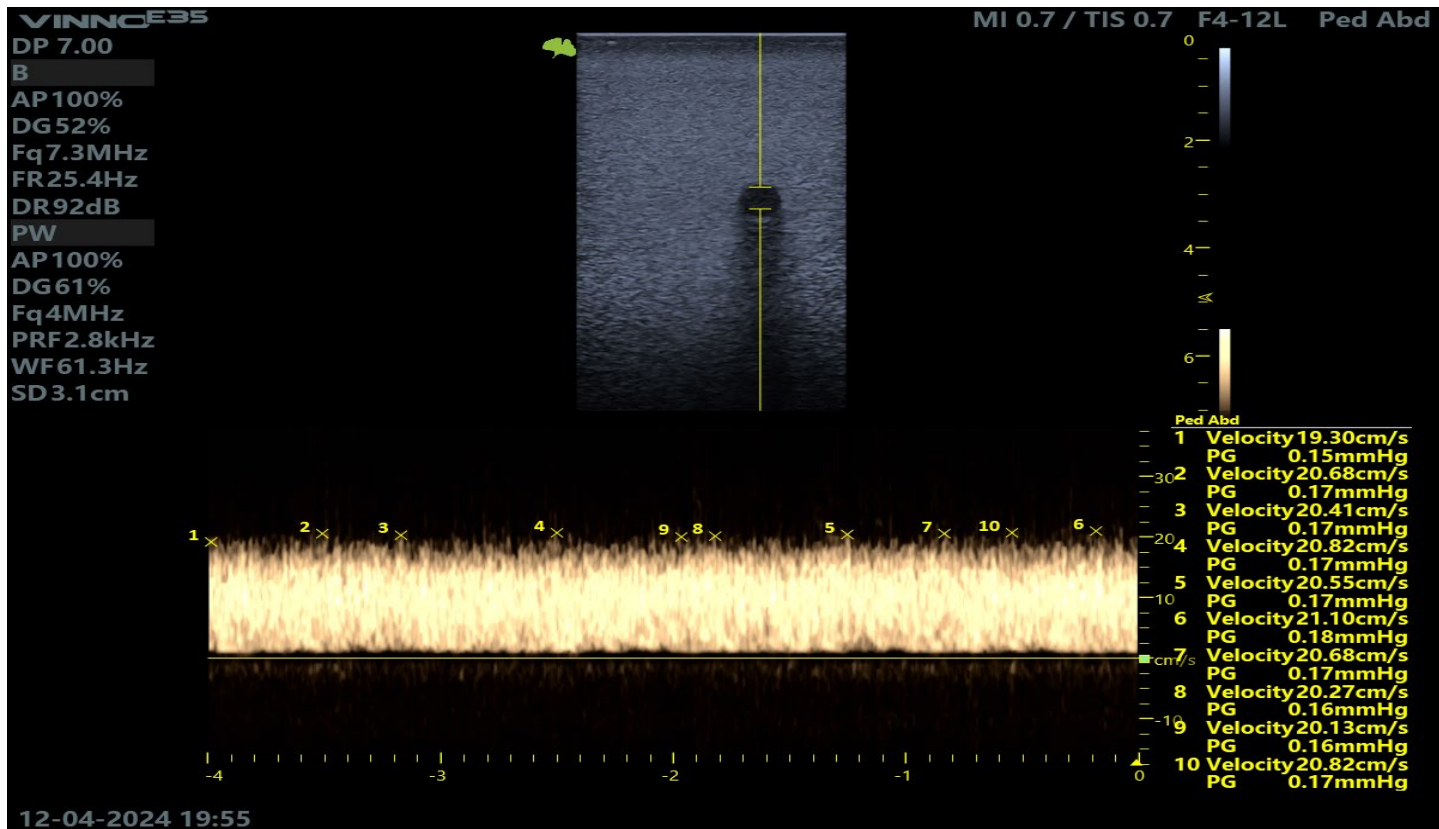
ROI
šumu



- Postup v souladu s normou IEC TS 62736
- Výběr ROI s TMM fantomu, následně aplikace stejného ROI k šumu (sonda ve vzduchu)
- Vykreslení grafu, kde poslední průřez signálu TMM k signálu šumu vynásobeným koeficientem 1,4 je maximální relativní hloubkou průniku

Obrázek 8: Analýza hloubky průniku. VINNO E35, lineární sonda (F4-12L). CIRS 054GS.

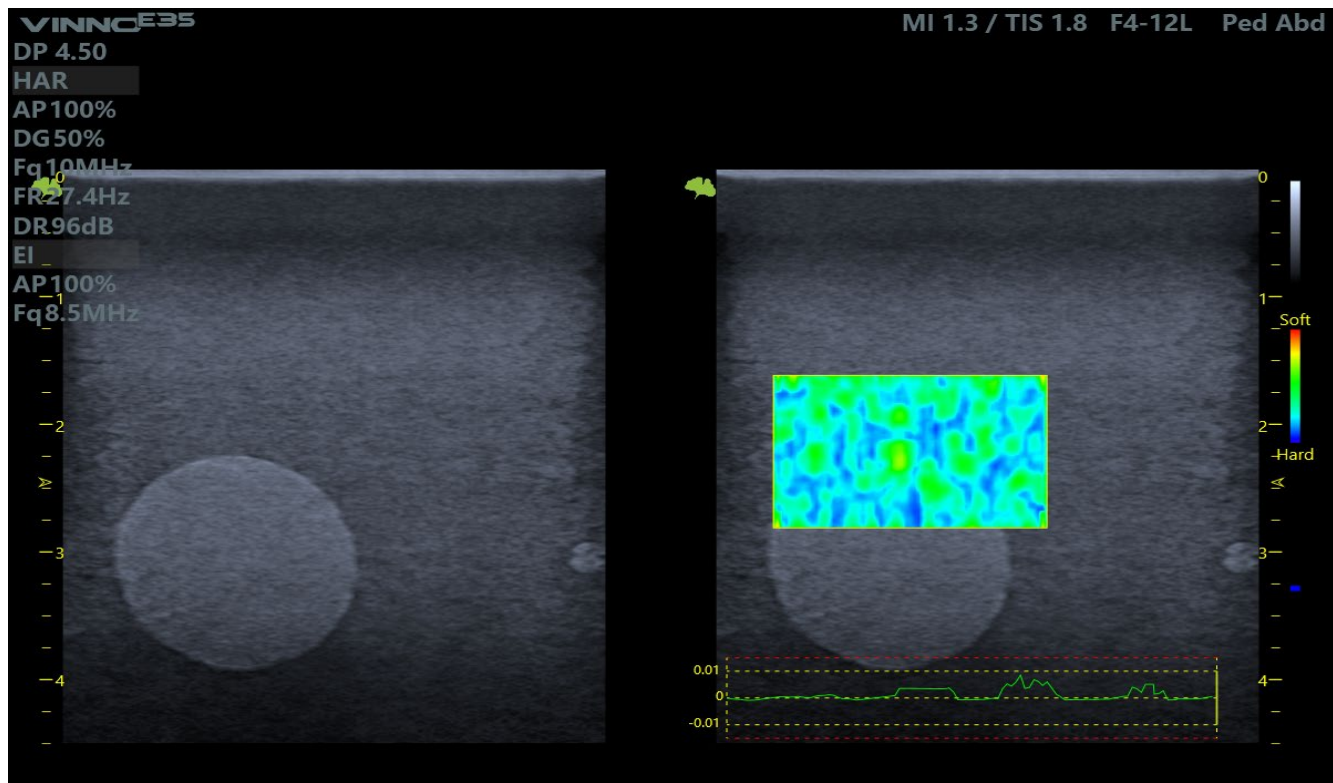
Metody: Měření rychlosti průtoku



- Postup v souladu s normou IEC TS 61895
- Kalibrace pumpy pro dopplerovský fantom
- Statistické zpracování výsledků

Obrázek 9: Analýza měření průtoku. VINNO E35, lineární sonda (F4-12L). CIRS 069A.

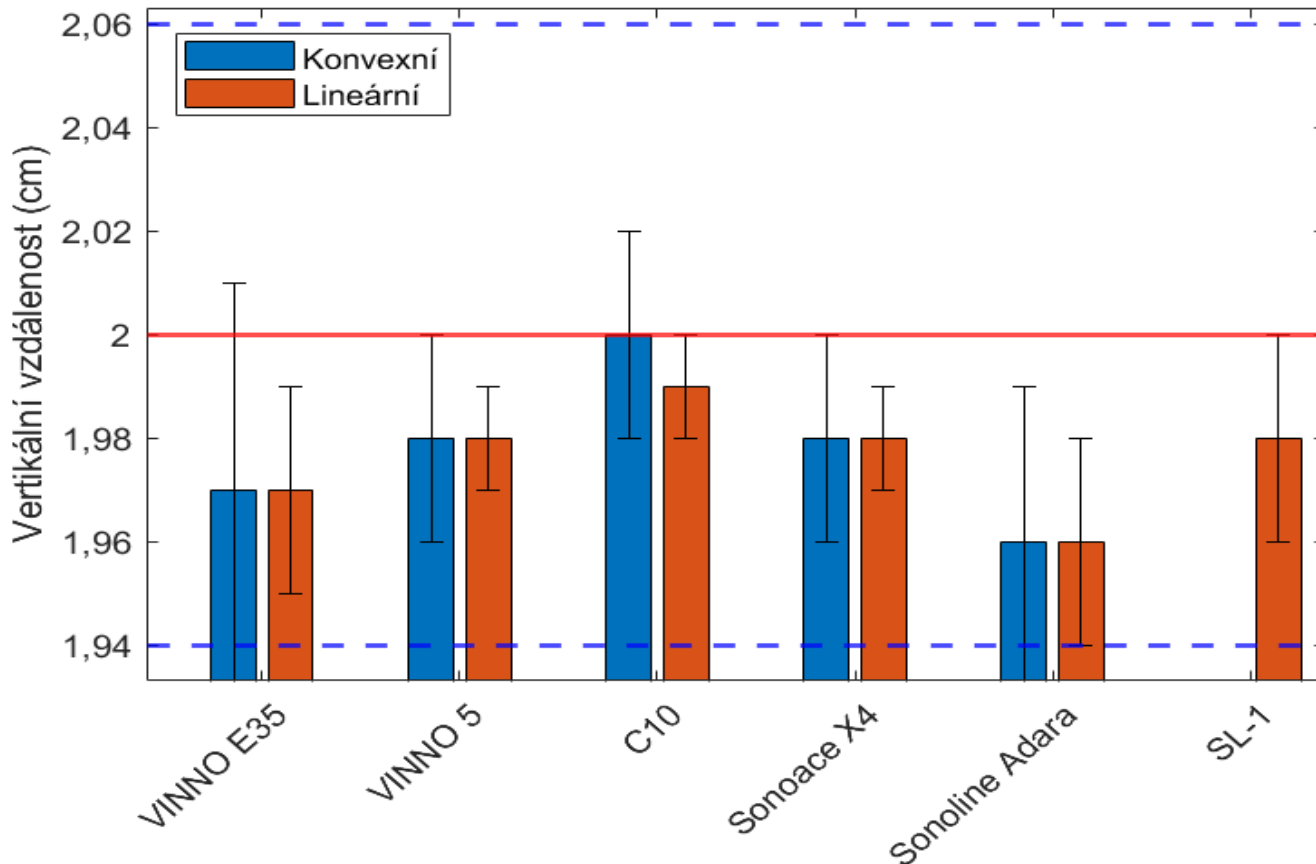
Metody: Kompresní elastografie



- Ověření, jestli systém je schopen detekovat rozdíly tuhostí objektů vůči pozadí.

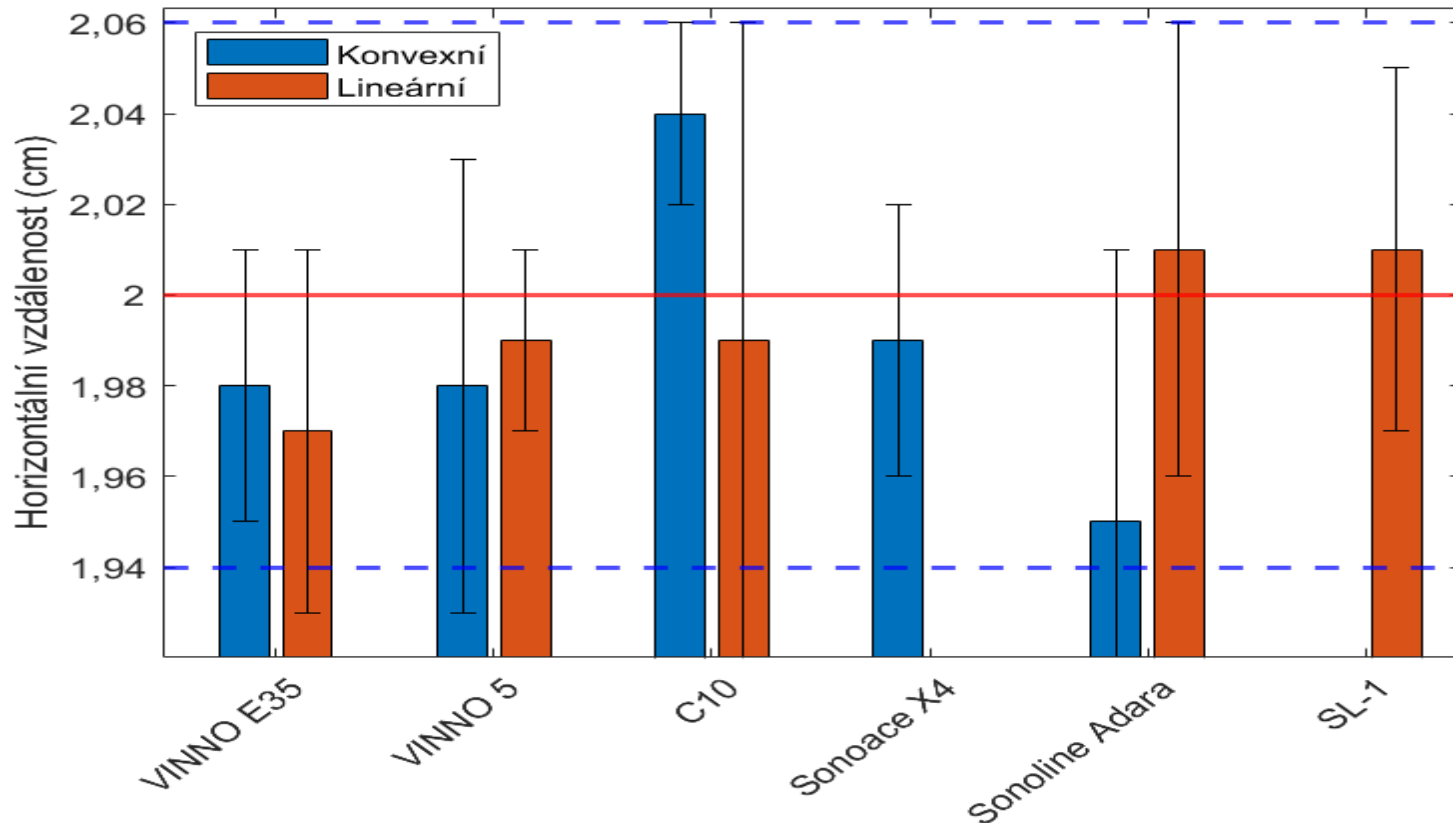
Obrázek 10: Měření kompresní elastografii. VINNO E35, lineární sonda (F4-12L). CIRS 049A.

Výsledky: Vertikální vzdálenost



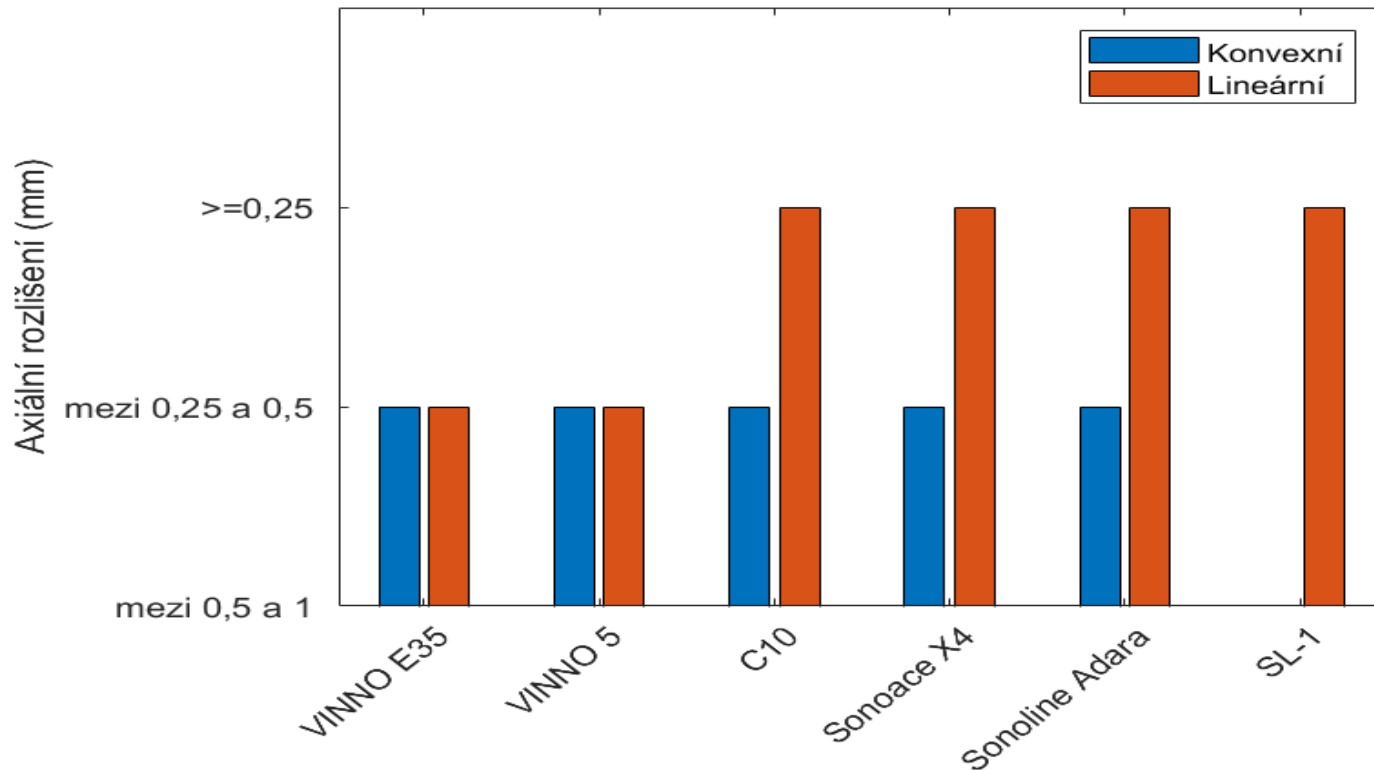
Graf 1: Výsledky měření vertikální vzdáleností. CIRS 054GS.

Výsledky: Horizontální vzdálenost



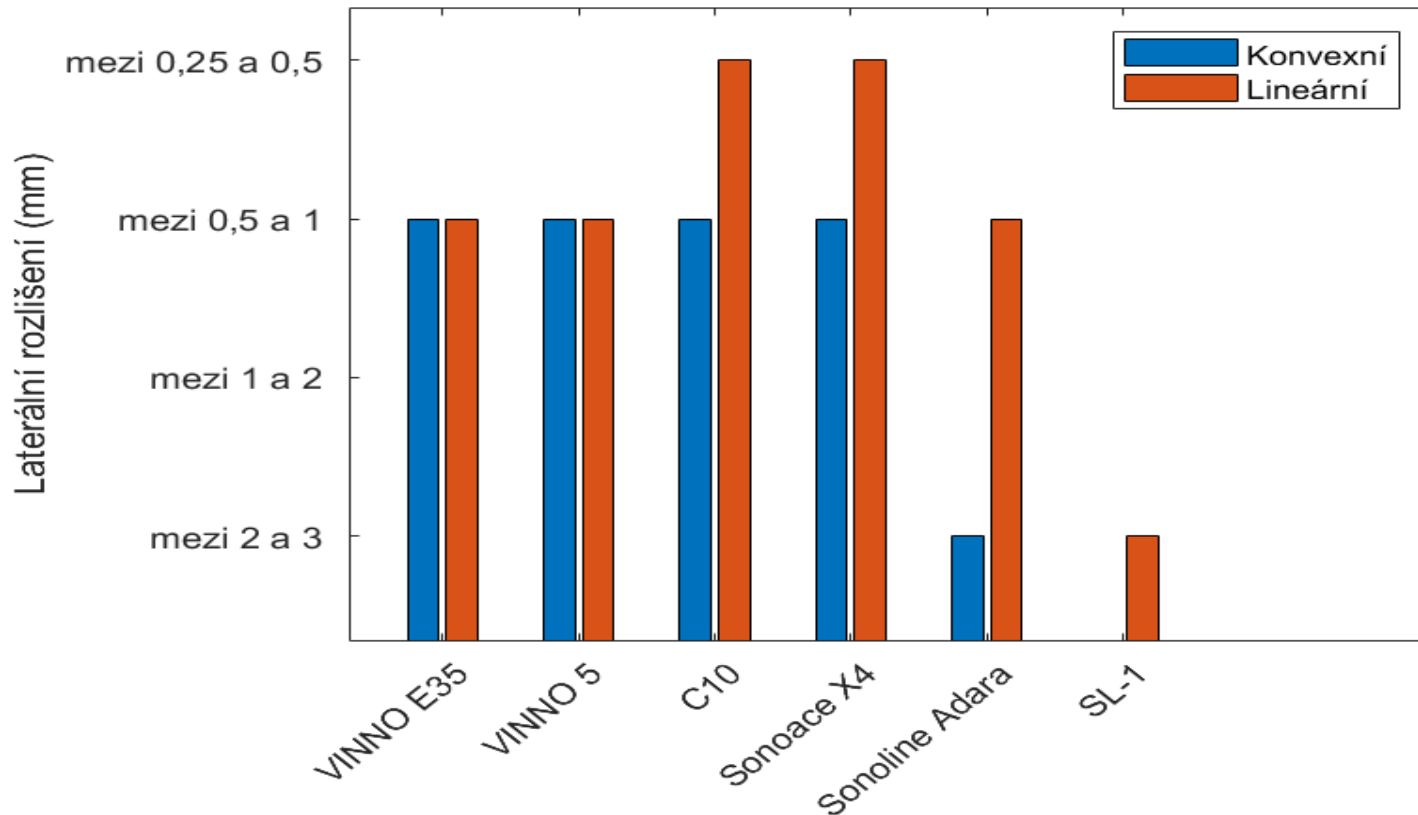
Graf 2: Výsledky měření horizontální vzdáleností. CIRS 054GS.

Výsledky: Axiální rozlišení



Graf 3: Výsledky stanovení axiálního rozlišení. CIRS 054GS.

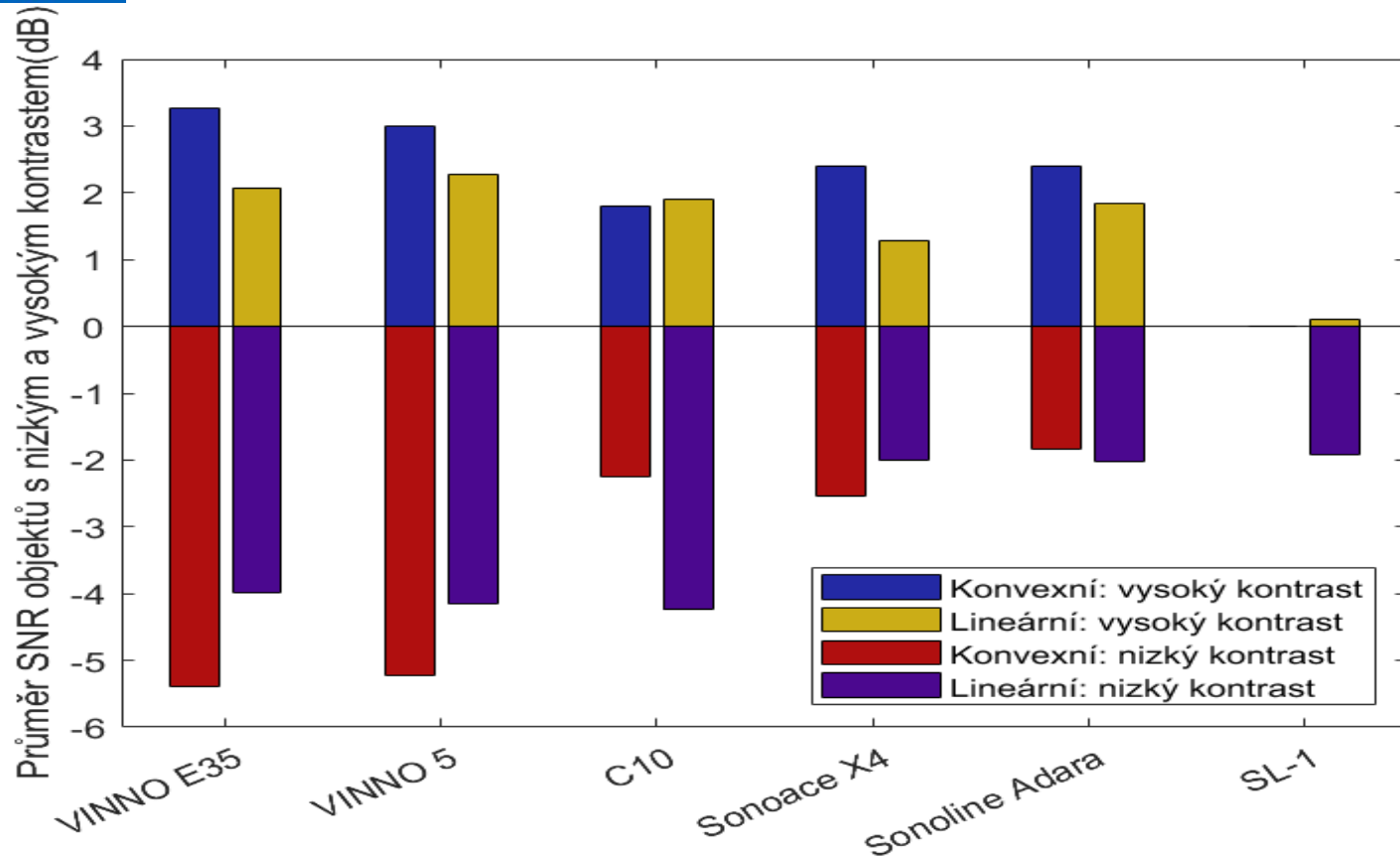
Výsledky: Laterální rozlišení



Graf 4: Výsledky stanovení laterálního rozlišení. CIRS 054GS.

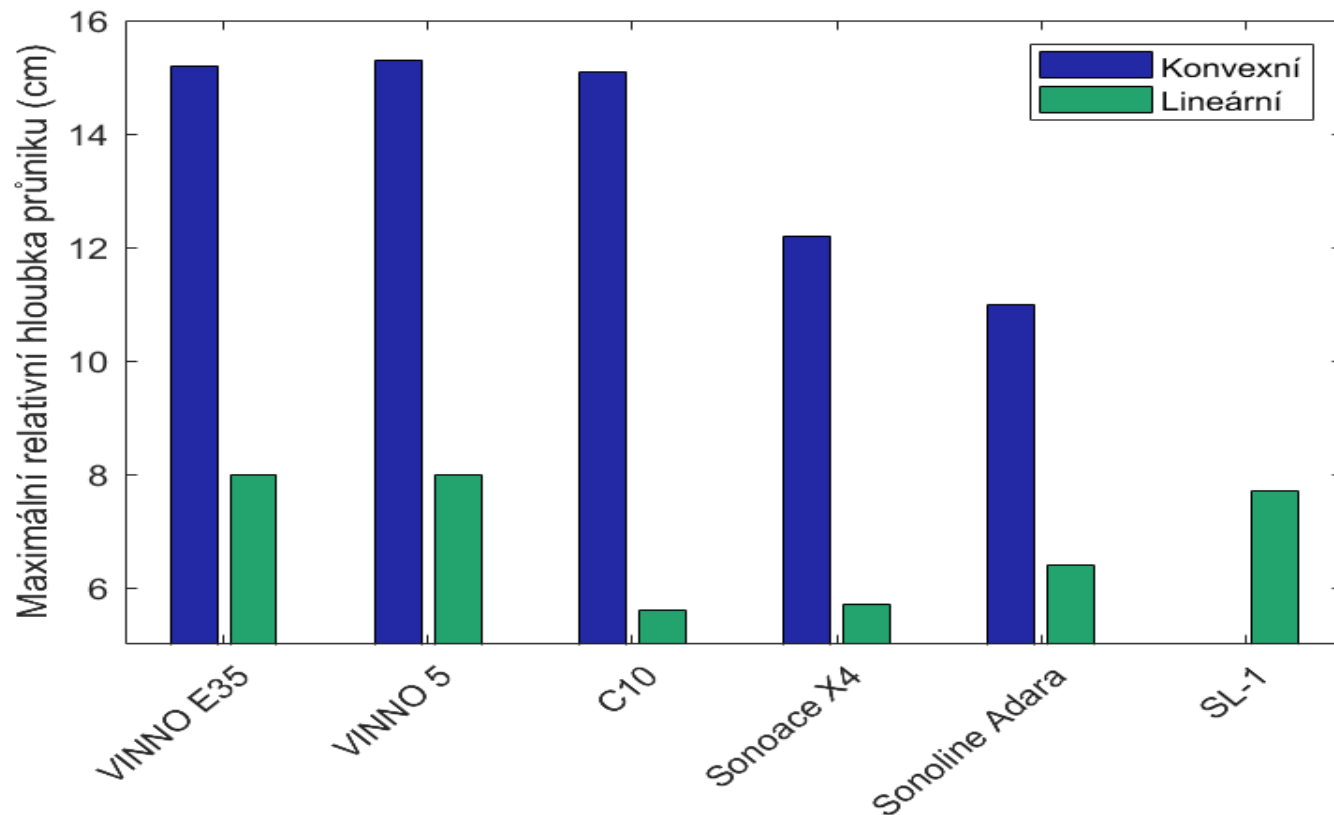


Výsledky: Kontrastní citlivost



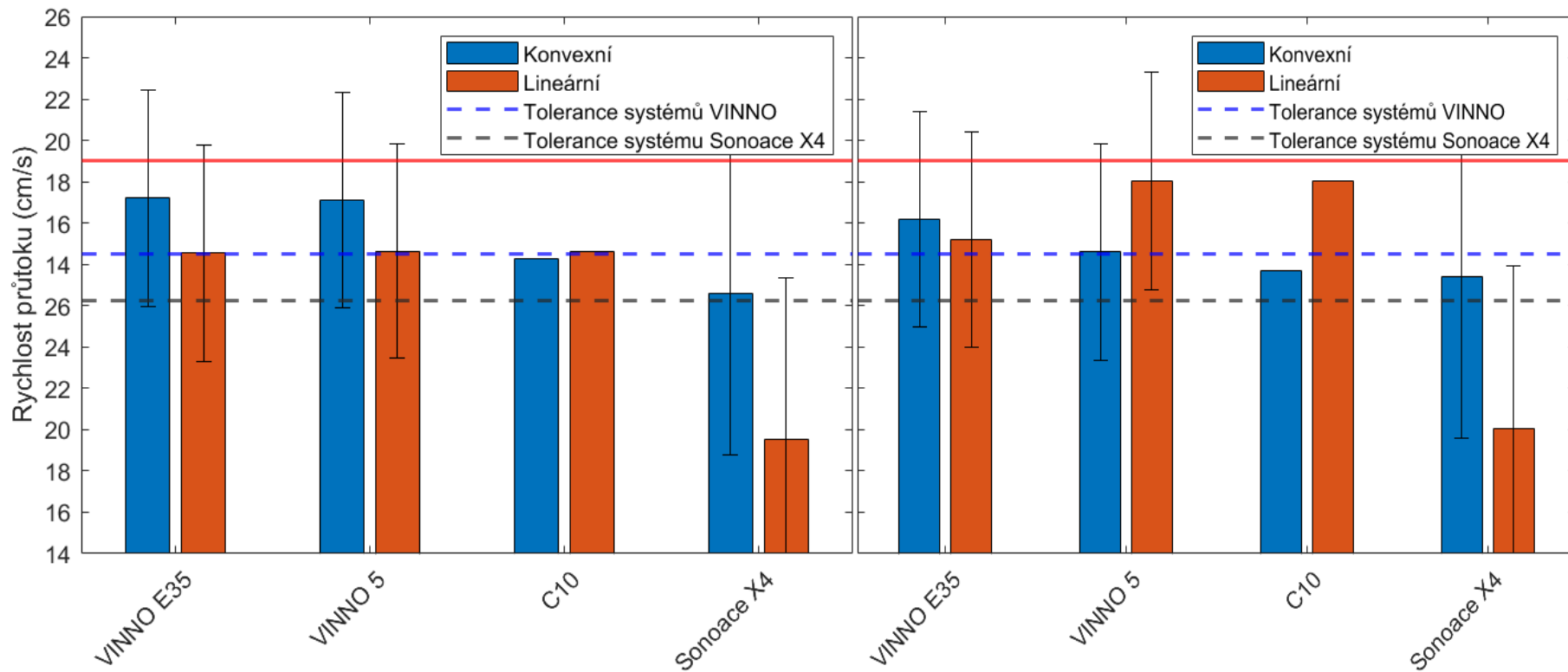
Graf 5: Výsledky stanovení kontrastní citlivosti. CIRS 054GS.

Výsledky: Hloubka průniku



Graf 6: Výsledky stanovení maximální relativní hloubky průniku. CIRS 054GS.

Výsledky: Rychlost průtoku



Orientace fantomu 45°

Orientace fantomu 70°

Graf 7: Výsledky měření rychlostí průtoku v režimu PW. CIRS 069A.

Závěr

- Spolehlivé měření vzdálenosti
- Výhoda novějších ultrazvukových systémů oproti starším: hloubka průniku, kontrastní citlivost a detekce rychlostí průtoku.
- Shoda výsledků axiálního – laterálního rozlišení, měření hloubky a kontrastní citlivosti mezi přenosným a stacionárním systémem stejného výrobce.
- Srovnatelná úroveň měření příručního POC ultrazvuku vůči stacionárním systémům.
- Zjištění neshody s popisem výrobce během testu funkčnosti elastografického režimu.