

## OPONENTSKÝ POSUDEK

na disertační práci **Mgr. Jaromíra Vachutky**, vědeckého pracovníka Ústavu lékařské biofyziky LF UP v Olomouci, nazvanou **Analýza vlivu poruch sondy sonografu na kvalitu diagnostické informace**.

### Formální údaje

Předložená práce má 130 stran textu. Je dokumentována 58 grafy, 20 obrázky a 27 tabulkami. Seznam literatury má 70 položek.

### Charakteristika disertační práce

Práce se skládá ze dvou více méně samostatných částí. Prvá část, nazvaná „literární přehled“ podává na 43 stranách podrobný popis ultrazvuku, jeho fyzikálních vlastností, Dopplerova jedu, zdrojů ultrazvukového vlnění, základních typů ultrazvukových diagnostických sond, principů hemodynamiky a hodnocení kvality ultrazvukových diagnostických přístrojů. Druhá část nese název „experimentální“ a popisuje metodické postupy, především experimentální fantom, měřicí zařízení, simulaci poruchy sondy, způsoby měření dopplerovských spekter a jejich analýzu. Podrobně popisuje výsledky měření a analýz a srovnává vlastní výsledky s literárními údaji. Tato část představuje těžiště autorovy disertační práce.

Práce je sepsána pečlivě a je logicky uspořádána.

### Aktuálnost tématu

Ultrasonografie ve své zobrazovací i dopplerovské modalitě je dnes celosvětově nejrozšířenější zobrazovací diagnostickou metodou. Přesnost zobrazení a správná interpretace výsledků jsou rozhodujícími faktory pro správné stanovení diagnózy. Je to zvláště významné při analýze dopplerovských spektrálních křivek, kde nepřesnost, způsobená poruchou vyšetřovací sondy, může vést k chybnému diagnostickému závěru. Proto každá metoda, vedoucí k zpřesnění výsledků měření a k odhalení i malé poruchy měničového systému vyšetřovací sondy, je z praktického hlediska velmi aktuální a to tím spíše, že v ČR neexistuje zákonná norma, která by nutila uživatele ultrazvukové diagnostické techniky k pravidelným technickým kontrolám.

### Metodické přístupy

Všechna měření byla provedena na dopplerovském fantomu s dvěma průtočnými hadicemi o různém průměru, jehož konstrukce odpovídala mezinárodnímu standardu ICE 61685. Rovněž kapalina simulující krev odpovídala výše zmíněnému standardu. Porucha vyšetřující sondy byla simulována pomocí systému Sonix RP, který umožňuje vypínání jednotlivých měničů elektronické sondy. Parametry ultrazvukových signálů použitých sond byly měřeny hydrofonem v testovací vaně (Precision Acoustics). Celkově lze konstatovat, že všechna měření byly provedena na špičkovém experimentálním zařízení.

### Výsledky disertační práce

Autor vypracoval citlivou metodu detekce změn dopplerovských spekter u různých typů vyšetřovacích sond při vypnutí různého počtu elementárních měničů, což simulovalo různě závažnou poruchu sondy. Byla rovněž provedena analýza parametrů ultrazvukových signálů generovaných jednotlivými typy sond za podmínek simulované poruchy. Za velmi významné považuji zjištění, že nefunkčnost jediného měniče sondy snižuje celkový výkon o 10% a dále zjištění, že afunkčnost více než 3 sousedních měničů může negativně ovlivnit výsledek diagnostického vyšetření. Pochvalu zaslouží celková grafická dokumentace, zvláště pak grafy

3.35, 3.41 a 3.47, zobrazující prostorové rozložení ultrazvukové energie v centru vzorkovacího objemu.

### **Připomínky a dotazy**

- Přes pečlivost při sepsání práce mám jednu gramatickou připomínku: V textu se často vyskytuje sloveso **detekovat**. Při respektování latinského základu tohoto slova nemělo by se správně používat **detegovat** (z latinského detego)?
- V seznamu literatury chybí jakákoliv autorova práce. Proč? Předpokládám, že dílčí výsledky disertační práce byly v průběhu postgraduálního studia publikovány.
- Grafy 3.8, 3.12, 3.18, 3.22, 3.28, 3.32 a 3.58 vyjadřují závislost celkového dopplerovského výkonu na počtu vypnutých měničů. U číselných údajů osy y chybí označení.
- Z textu vyplývá, že závislost celkového dopplerovského výkonu na počtu vypnutých měničů je kvadratická. Jak ovlivňuje dopplerovský výkon velikost vzorkovacího objemu?
- Přes nesporný význam výsledků disertační práce běžný uživatel ultrasonografu nepozná afunkčnost několika měničů sondy bez speciálního zařízení. Neuvažoval autor o konstrukci fantomu, který by takovou poruchu jednoduše odhalil?

### **Závěr**

Autor v první části práce prokázal dobré didaktické schopnosti, v druhé části se projevil jako zkušený experimentátor, který logicky naplánoval své pokusy a seriózně zhodnotil dosažené výsledky. Prokázal tím schopnost řešit zadaný problém vědeckými metodami. Práce přináší cenné nové poznatky o možných poruchách vyšetřovacích ultrazvukových sond a jejich důsledcích pro správnou interpretaci výsledků měření. Vzhledem k tomu, že v ČR neexistuje metrologická norma pro technickou kontrolu ultrazvukových diagnostických přístrojů, mohly by výsledky této disertační práce sloužit metrologickým institucím jako podklad k přípravě takové normy.

Předložená práce splňuje požadavky kladené na disertační práce v oboru lékařské biofyziky. Práci proto doporučuji k obhajobě a na základě jejího úspěšného průběhu udělení vědeckého titulu Ph.D.

Prof. MUDr. Ivo Hrazdira DrSc.,  
Emeritní profesor Lékařské fakulty MU v Brně

21. 10. 2013.

## Oponentský posudek

na doktorskou disertační práci **Mgr. Jaromíra Vachutku**, studenta prezenční formy doktorského studijního programu Lékařská biofyzika na LF UP v Olomouci, nazvanou „Analýza vlivu poruch sondy sonografu na kvalitu diagnostické informace“.

### Formální charakteristika práce:

Přeložená práce obsahuje 130 stran textu, 7 stran literárních citací. Text je doplněn 20 obrázky, 27 tabulkami a 58 grafy. Seznam literatury obsahuje 70 citací. Více než čtvrtina citované literatury je z posledních 5 let. Členění práce odpovídá standardu experimentální studie. Formálnímu zpracování práce byla věnována odpovídající pozornost.

### Vlastní posouzení práce

Práce je rozdělena do několika kapitol.

Za své cíle si autor stanovil studium vlivu přesně definované poruchy ultrazvukové sondy na přesnost spektrálních dopplerovských měření rychlosti toku krve, určení parametrů ultrazvukového paprsku generovaného sondou v dopplerovském módu, popsat a dát do souvislosti změny těchto parametrů v důsledku simulovaného poškození sondy se změnami v dopplerovských spektrech.

Základem celého výzkumu je práce s dopplerovským fantomem realizovaným na Ústavu lékařské biofyziky LF UP, dle mezinárodní normy ICE 61685. Na jeho realizaci se podílel Dr. Kollmann z Lékařské univerzity ve Vídni. Pro simulované poškození sond sonografu bylo použito ultrazvukového diagnostického systému Sonix RP (Ultrasonix Medical Corporation, Kanada).

V teoretické části Mgr Vachutka zpracoval přehled problematiky týkající se fyzikálního popisu ultrazvukového vlnění, základních akustických vlastností tkání a krve, základních principů hemodynamiky, ultrazvukového pole elektroakustických měničů a dopplerovských metod.

V části B/ Experimentální je úvod věnován cílům práce, v druhé kapitole je podrobně popsána metodika měření a zpracování naměřených dat. V třetí nejdůležitější kapitole jsou podrobně rozepsány výsledky vlastních experimentů a obsáhlejší diskuse k těmto výsledkům.

Autor se zaměřil na analýzu dopplerovského spektra vyvolanou simulovanou poruchou sondy, na analýzu změn amplitudového spektra akustického výstupu naměřená při simulované poruše sond a na vliv polohy ohniskové oblasti na změny dopplerovského výkonu, maximální rychlosti toku a průměrné rychlosti toku na počtu vypnutých měničů. Tato měření byla prováděna pro konvexní, lineární a phased array sondu. Výsledky získané z měření pro širší ( $\varnothing$  8 mm) průtočný kanál dopplerovského fantomu byly porovnávány s měřením v užším ( $\varnothing$  4 mm) průtočném kanálu, kde docházelo k méně výraznému nadhodnocení průměrné rychlosti toku v důsledku rovnoměrnějšího ozvučení.

### *Výsledky práce s uvedením jaké poznatky přinesla*

Mgr. Vachutka ve své práci věnuje velkou pozornost změnám jednotlivých studovaných parametrů s jednotlivými stupni závažnosti poruchy testovaných sond. Cíl disertační práce byl splněn.

Za důležitý výsledek považuji potvrzení:

- a) se vzrůstající závažností poruchy sondy byl nejvíce ovlivněn celkový detekovaný dopplerovský výkon, nejmenší ovlivnění bylo v případě průměrné rychlosti toku
- b) porucha jediného elementu sondy snižuje celkový výkon o 10%
- c) velikost ovlivnění detekovaného dopplerovského výkonu, maximální i průměrné rychlosti toku bylo nejmenší v případě, klinické praxi nejčastěji používané, lineární sondy
- d) použitá metoda měření a hodnocení dopplerovských spekter umožňuje detekovat i velmi malé změny měřených parametrů toku

Některé výsledky k danému tématu byly v minulosti publikovány na mezinárodních biofyzikálních konferencích. Mgr. Vachutka je prvním autorem článku v odborném časopise s IF, prvním autorem 2 publikací v recenzovaném časopise, hlavním autorem 7 publikovaných abstrakt.

#### *Význam pro praxi nebo další rozvoj*

Metoda zvolená v experimentální práci je velice citlivá a umožňuje při měření rychlosti toku krve objektivní a kvantitativní hodnocení vlivu poruchy ultrazvukové sondy na kvalitu diagnostické informace. Výsledky ukazují, že sondy obsahující více než tři sousedící nefunkční měniče by neměly být používány v praxi pro dopplerovská měření rychlosti toku krve.

#### **Připomínky a dotazy**

Práce je velmi pečlivě zpracována, mám minimum připomínek a dotazů.

- V tabulkách 3.2., 3.3., 3.5., 3.6., 3.8. a 3.9. chybí rozměr zkoumaných parametrů, u grafů 3.8., 3.12, 3,18, 3,22, 3,28, 3,32 a 3,58 chybí popis jedné osy.
- V práci chybí citace vlastní publikační aktivity.
- Proč jste hodnotil vliv poruch pouze u souvislé řady měničů?
- Lze hodnotit Vaší metodou i kontinuální dopplerovské systémy?

#### **Závěr**

**Předložená studie Mgr. Jaromíra Vachutky splňuje v plném rozsahu podmínky pro doktorskou disertační práci, formulované v § 47 VŠ zákona 111/98 Sb. Student prokázal v postgraduálním studiu schopnost řešit zadané téma vědeckými prostředky. Práce přináší zajímavé poznatky v hodnocení vlivu poruchy sondy sonografu na kvalitu diagnostické informace, které mohou být využity v praxi ke kontrole funkce diagnostických ultrazvukových přístrojů a proto práci doporučuji k obhajobě.**

V Brně 21.10.2013

Doc. RNDr. Jiřina Škorpíková, CSc.  
Biofyzikální ústav LF MU Brno