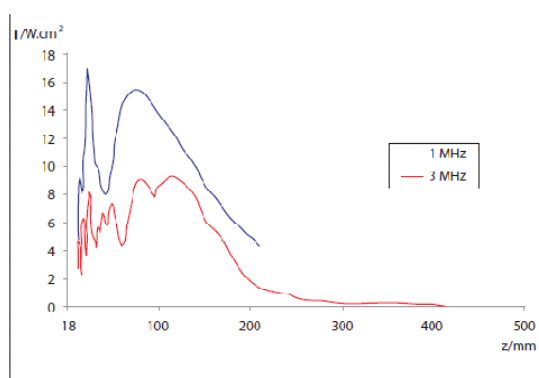


## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

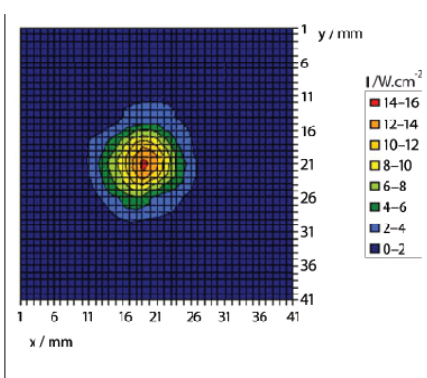
### Příruční Informační materiál k odborné stáži

# „Metody pro měření parametrů ultrazvukových lékařských přístrojů - I. část“

konané dne 26. 1. 2012 v 10:00 hod. v seminární místnosti Ústavu lékařské biofyziky LF UP Olomouc .



■ Graf 1 – U tohoto přístroje výrobce deklaroval vyzářovací intenzitu hlavice 2 Wcm<sup>2</sup>, z měření však vyplynula maximální intenzita 16 Wcm<sup>2</sup> v ose ultrazvukového paprsku v ohniskové oblasti. (Příčný sken v z = 80 mm, frekvence 1 MHz.)



### Nejčastější závady a jak jim předcházet

Ultrasonografický obraz obsahuje řadu artefaktů a rušivých signálů, jejichž výskyt je individuální a velmi obtížně reprodukovatelný. Proto je nemožné a často nemožné prostým srovnáním obrazů běžných anatomických struktur rozpoznat technické závady, které se mohou během provozu vyskytnout a ovlivnit kvalitu zobrazení.

Nejčastější závadou sonografů bývá poškození sondy, jež je v běžném provozu vystavena inten-

Ultrazvukové generátory pro fyzioterapeutické aplikace umožňují regulovat intenzitu ultrazvuku vyzářovaného terapeutickou hlavici tak, aby odpovídala doporučeným hodnotám pro danou léčbu. Hodnota vyzářované intenzity je ale u většiny přístrojů zjednodušeně odvozena z výkonu odevzdávaného aplikační hlavici.

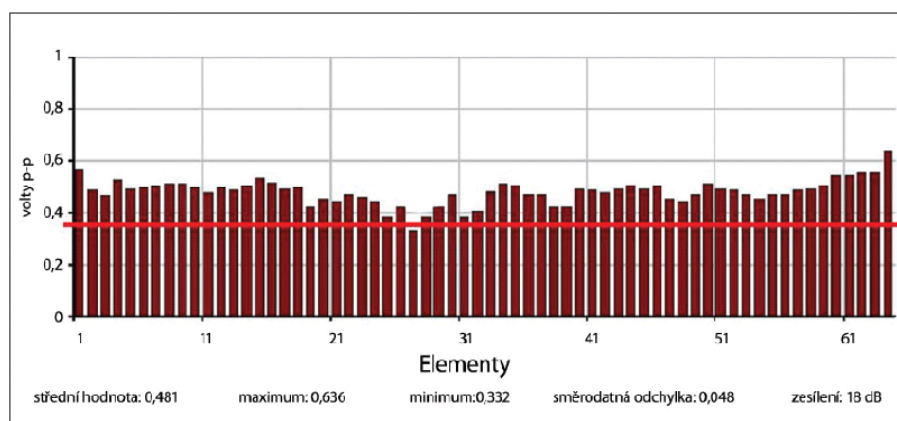
Dokumentace terapeutického přístroje by měla obsahovat vyzářovací charakteristiku každé hlavice, neboť vyzářovaná intenzita je prosto rově závislá (viz graf 1) a také účinnost jednotlivých hlavic vykazuje značné individuální odchylky. Alarmující je poznatek brazilských autorů (Guirro, 2002), kteří zjistili neuvěřitelné rozdíly až +237 % a -88 %

mezi nastavenou a skutečně vyzářovanou intenzitou u 48 nových terapeutických generátorů osmi typů od různých výrobců. Pouze tři typy vykazovaly toleranci doporučovanou IEC-601-2-5. Vkrádá se nepěk-ná domněnka, že někteří výrobci mohou hřešit na nedostupnost měřicích metod a využívat této situace ve svůj prospěch.

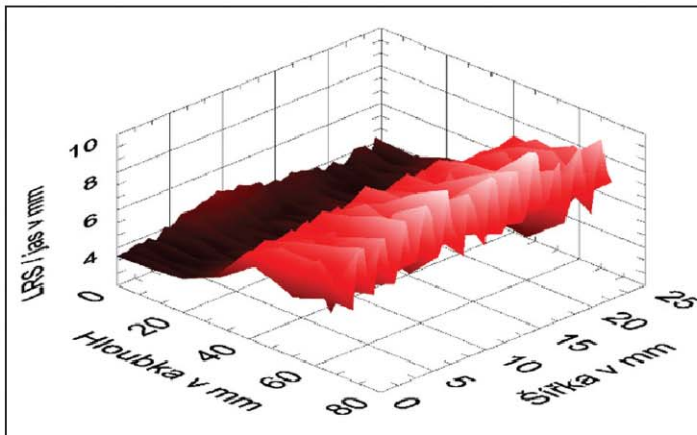
zivnímu namáhání jak dodávaným elektrickým výkonem, tak mechanickými atakami při manipulaci během vyšetřování či např. při transportu sonografu. Nedostatečná kvalita sonogramu může zapříčinit chybný diagnostický závěr (Mårtensson, 2008), který je pro pacienta větším rizikem než málo pravděpodobně negativní účinky ultrazvukových vln. Nelze také pominout možný forenzní dopad chybné diagnózy pro sonografické pracoviště.

Uvedená fakta jednoznačně potvrzují, že je velmi důležité pravidelně kontrolovat funkci ultrazvukových medicínských přístrojů měřením. Existuje řada měřicích postupů opírajících se o mezinárodní standardy a doporučení (IEC, WFUMB, EFSUMB, AIUM) a umožňující objektivní hodnocení technických a kvalitativních parametrů ultrazvukových generátorů, sonografů a především hlavice a sond.

Většinou se jedná o poměrně složité postupy vyžadující velmi speciální a drahé měřicí systémy jako např. 3D polohovatelný hydrofon pro mapování prostorového rozložení intenzity ultrazvukového po



■ Graf 2 – Část vystupního protokolu zařízení FirstCall 2000. Protokol má 3 strany a uvádí výsledky měření 8 parametrů. Z nich lze přesně identifikovat různé závady, jako je delaminace, pierušení kabelu či vykasnutí měniče, a rozhodnout, zda je závada opravitelná. V tomto případě šlo o sondu se 64 krystaly, přičemž pouze 27. krystal vykazoval citlivost pod 75 % průměrné citlivosti všech elementů.



■ Graf 3 – Mapování rozlišovací schopnosti v části sonogramu o rozměru 25 x 80 mm s pomocí zařízení pro rozlišení funkce rozptylu bodu. V grafu jsou patrné jednotlivé ultrazvukové linie a rozdíl v laterální rozlišovací schopnosti LRS v jejich ose a také poloha ohniska v hloubce 20 mm (menší hodnota LRS/las – lepší rozlišení).

le nebo speciálně konstruované přesné a citlivé váhy pro měření vyzařovaného výkonu. Některé parametry však lze stanovit i jednoduchými pomůckami a postupy, které může provádět obsluha přístroje bez mimořádných technických a fyzikálních znalostí. Jejich senzitivita a někdy i specifita je ovšem značně redukována; takto získané informace jsou pouze orientační a měly by sloužit ke včasnému zachycení příznaku závady.

### Význam měření

V Ústavu lékařské biofyziky LF UP v Olomouci byla vybudována Laboratoř pro výzkum medicínských aplikací ultrazvuku, jež nemá v Evropě obdobu a jejímž prvořadým úkolem je vytvořit pracoviště dostatečně vybavené pro měření kvalitativních parametrů medicínských ultrazvukových přístrojů jak terapeutických, tak diagnostických.

Laboratoř je navázána na Český metrologický institut, což zaručuje spolehlivost a věrohodnost výsledků. Hlavním cílem je poskytnout tyto informace zdravotnickým subjektům, pokud o ně projeví zájem, což by měly z několika závažných důvodů:

Při vybavování ordinace je nepochybně dobré vědět, zda byl zakoupen plně funkční přístroj, o čemž se však bez proměření základních parametrů kupující těžko přesvědčí. Dodavatelé např. negarantují stoprocentní funkci všech měničů v sondě. A i kdyby garantovali, těžko se to bez proměření dokáže. Jednoduchým tzv. *coin-testem* sice může vadný měnič zjistit obsluha sonografu, ale už nezjistí měnič se sníženou citlivostí – což bývá často předzvěst pozdější úplné ztráty funkce. Přitom lze po dodavateli v rámci výběrového řízení požadovat doložení protokolu o testu son-

dy, který naše laboratoř provádí na zařízení FirstCall 2000 (viz graf 2). Stejný racionální důvod pak vede k zjištění těchto parametrů před koncem záruční doby či leasingu a v pravidelných intervalech v průběhu života přístroje. Je vždy levnější nechat sondu zavčas opravit než kupovat novou. V literatuře (Mårtensson 2008) je publikováno alarmující zjištění 39,8 procenta vadných sond z 676 testovaných. Kvalitativní

a může trvat i několik hodin pro každou použitou sondu. Systém pro mapování PSF je náš patentovaný přístroj a metoda zatím není dostupná na žádném jiném pracovišti na světě. I toto měření jsme schopni provést přímo na místě u sonografu.

Také provozovatelé fyzioterapeutických ultrazvukových přístrojů by měli dbát na to, aby si kupovali správně fungující přístroje, a žádat po dodavateli proměření vyzařovací charakteristiky, které můžeme nabídnout na našem pracovišti. Jen tak lze získat jistotu, že je při léčbě skutečně aplikována správná intenzita ultrazvukové energie. Pro tento úkol je laboratoř vybavena kalibrovanými hydrofony s třírozměrným skenovacím systémem a speciálními váhami od firmy Precision Acoustics Ltd.



■ Pracoviště 3D měřící vanou při stanovení vyzařované intenzity sonografického přístroje s pomocí membránového hydrofonu. | Foto: LF UP Olomouc

parametry sonografu se mohou zhoršovat i v důsledku jeho stárnutí a zatížení. Proto se jeví jako užitečné sledovat je pravidelně po celou dobu používání. Naše pracoviště disponuje měřicími systémy UltraIQ a TCC, které umožňují dlouhodobé sledování trendu vývoje vybraných kvalitativních parametrů u sonografů. Jedná se o rychlé měření, které může být stejně jako měření sond prováděno přímo na sonografickém pracovišti bez dlouhodobé odstávky měřeného sonografu. Kompletní test jednoho systému se dvěma sondami trvá necelou hodinu.

### Záruka kvality

Laboratoř pro výzkum medicínských aplikací ultrazvuku provádí měření rozložení funkce rozptylu bodu (PSF) v zobrazované oblasti. Výsledky dávají velmi detailní obraz o funkci celého sonografu. Měření je však časově náročnější

### Literatura:

- [1] Rinaldo Gutro, Sandra C. Britshy Dos Santos: Evaluation of the acoustic intensity of new ultrasound therapy equipment, *Ultrasonics* 39 (2002): 553–557.
- [2] Mattias Mårtensson, Mats Olsson, Björn Segall, Alan G. Fraser, Reidar Winter and Lars-Åke Brodin: High incidence of defective ultrasound transducers in use in routine clinical practice, *European Journal of Echocardiography* 2009 10 (3): 389–394.

### Kontaktní adresa:

Lékařská fakulta  
Univerzity Palackého v Olomouci  
Ústav lékařské biofyziky  
Laboratoř pro výzkum medicínských aplikací ultrazvuku  
Hněvotínská 3  
775 15 Olomouc  
Tel.: 585 632 114, fax: 585 632 167  
E-mail: ladol@tunw.upol.cz



■ Měření kvalitativních parametrů sonografu s využitím standardního testovacího objektu Gammex RMI 403. | Foto: LF UP Olomouc