

OKRUHY MODELOVÝCH SITUACÍ

k atestační zkoušce z praktické části vzdělávání v atestačním oboru Klinické inženýrství se zaměřením

Technická podpora v diagnostickém zobrazování

25 úloh

(součástí níže uvedených úloh jsou i přílohy, které se číselně shodují s číslem úlohy a protože ne všechny úlohy mají své přílohy, není číselná posloupnost příloh kompletní)

Obsah atestační zkoušky odpovídá Vzdělávacímu programu pro získání specializované způsobilosti Klinický inženýr podle zákona č. 96/2004 Sb. uveřejněnému ve Věstníku MZ ČR, ročník 2011, částka 11 z 29.12.2011

1. **Aplikace FT v zobrazovacích systémech.** V rámci zobrazovacích systémů v lékařství se dosti často používá jako nástroj Fourierova transformace. Uveďte, jaký je přesný rozdíl mezi 2D DFT a 2D FFT z hlediska postupu a podmínek pro vstupní data. Dále popište, co je přesně výstupem 2D DFT či 2D FFT (jaká čísla). Definujte, jak vypočítáte amplitudové a fázové spektrum. Obrázky níže identifikujte vůči originálu (předmětu, tj. vstupnímu obrazu), tj. identifikujte obraz A, B, C a D níže. Při zpětné rekonstrukci byla nastavena konstantní úroveň jednoho z výše uvedených parametrů a na níže uvedených obrázcích je požadováno určit správné přiřazení. Vstupní obraz (předmět) je krystalogram krevního séra. Další obraz je výstupem 2D DFT, resp. 2D FFT a další dva obrazy jsou výsledné výstupní obrazy po zpětné 2D DFT, či 2D FFT. Dále určete, jak se řeší situace (jaký vztah musíme použít), kdy hodnoty, tzv. amplitudového spektra, mají dynamický rozsah, např. 6 řádů (zejména díky značné stejnosměrné složce), ale dynamický rozsah pro zobrazení je k dispozici pouze jako 256 hodnot úrovně šedé, tj. 0 min. jako černá a 255 bílá jako max. Jako pomůcku pro experimentální ověření všech výše uvedených úkolů lze použít výukový SW MIPS (ke stažení volně na <http://webzam.fbmi.cvut.cz/hozman/>).



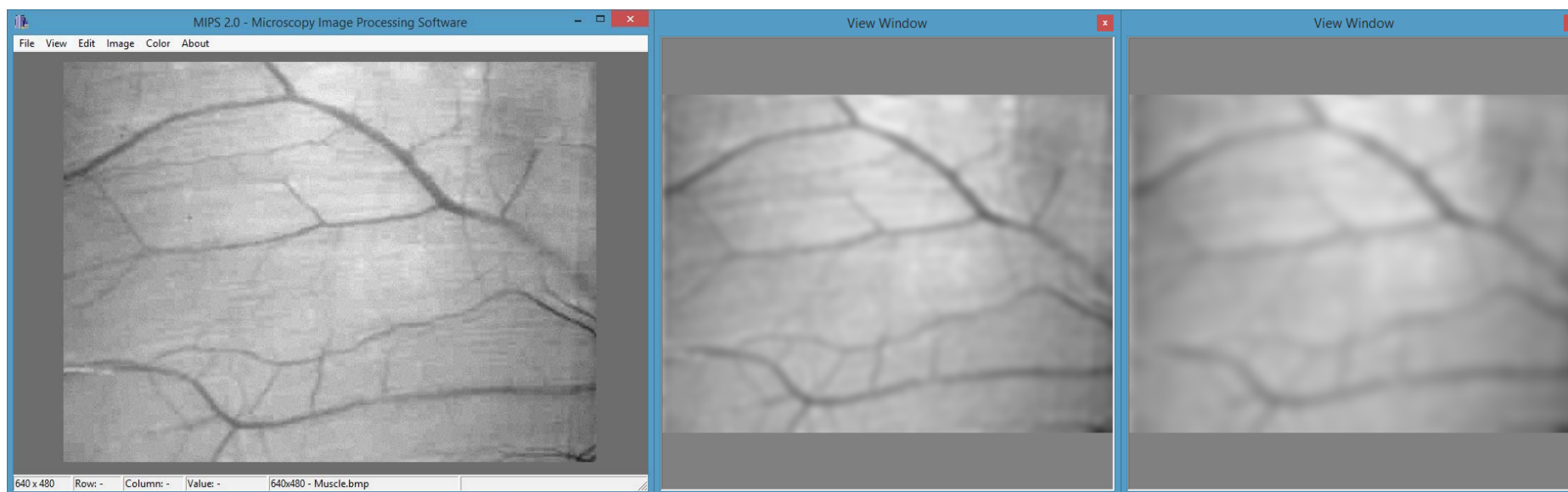
Obraz A

Obraz B

Obraz C

Obraz D

U níže uvedených obrazů je vlevo Obraz E jako vstupní o rozměru 640x480. Jaké jsou podmínky pro aplikaci 2D DFT a jaké pro 2D FFT u takového obrazu? Jak byste situaci řešili? Popište obrazy Obraz F a Obraz G. Po aplikaci transformace na vstupní obraz byla ve spektru provedena definovaná operace a to pro Obraz F s definovanými parametry a pro obraz G s jinak definovanými parametry. Následně pak byla na obě spektra aplikována zpětná transformace. Jako pomůcku pro experimentální ověření všech výše uvedených úkolů lze použít výukový SW MIPS (ke stažení volně na <http://webzam.fbmi.cvut.cz/hozman/>).



Obraz E (vstupní obraz 640x480)

Obraz F

Obraz G

2. **Technická specifikace diagnostického monitoru v radiologii.** Jako odborník jste požádán o analýzu obecných požadavků na diagnostické monitory v radiologii. Máte tedy zjistit skutečný stav této problematiky z hlediska platné legislativy (zákon o ZP + NV), z hlediska případných doporučení odborných společností (RS ČLS JEP), z hlediska kategorií zdravotnického prostředku, požadovaných kalibrací, rozlišení a podmínek provozu.
3. **Dopplerovská ultrasonografie.** Pro danou sérii snímků z různých režimů Dopplerovské ultrasonografie přiřaďte správný režim, který je možné vybrat z následující množiny: R1 - Colour Doppler imaging, R2 - Directional power Doppler imaging, R3 - Harmonic colour Doppler imaging, R4 - Colour Doppler M-mode, R5 - Doppler tissue imaging. Pro každý režim je uveden různý počet UZ snímků. Vaším úkolem je přiřadit k jednotlivým UZ snímkům, které jsou označeny písmeny a) až l) v příloze č. 3 výše uvedené režimy R1 až R5. **(viz příloha č. 3)**
4. **Význam kolimátorů a souvislost s kvalitou obrazu v NM.** V rámci stáží zahraničních mediků na klinice zobrazovacích metod, resp. na klinice nukleární medicíny jste byl pověřen vytvořit test z oblasti problematiky kolimátorů a jejich souvislostí s citlivostí (odstup S/Š) a též s prostorovou rozlišovací schopností. Nicméně, před ostrým nasazením je třeba si test zkontrolovat a tudíž vyzkoušet. Vaším úkolem je doplnit na místo červených označení v podobě následující x_____x správné termíny v anglickém jazyce. Na papír si můžete poznamenat k číslu daného snímku, dle vašeho názoru, správné doplněné termíny. **(viz příloha č. 4)**
5. **TD v rámci VZ na danou modalitu ZS.** Přednosta kliniky zobrazovacích metod vám předal popis lékařského účelu a vás pověřil přípravou podkladů pro zpracování technické části zadávací dokumentace v rámci veřejné zakázky na pořízení nového zobrazovacího systému, tj. **kardiovaskulární sonograf.** Vzhledem k tomu, že součástí takové přípravy je i porovnání několika výrobců, využili jste možnosti, které poskytuje portál <https://www.itnonline.com/>. Nicméně, pro každou zobrazovací modalitu jste obdrželi přehlednou tabulku srovnání jednotlivých parametrů. Když jste však předali výsledek přednostovi kliniky, tak se vás dotázal na význam a důležitost vybraných parametrů srovnání (viz vyznačené texty červeně). Vaším úkolem je parametry označené červeně vysvětlit a to jak z hlediska významu, definice, tak i dané hodnoty. **(viz příloha č. 5)**

6. **TD v rámci VZ na danou modalitu ZS.** Přednosta kliniky zobrazovacích metod vám předal popis lékařského účelu a vás pověřil přípravou podkladů pro zpracování technické části zadávací dokumentace v rámci veřejné zakázky na pořízení nového zobrazovacího systému, tj. **přímou digitální radiografii (DDR)**. Vzhledem k tomu, že součástí takové přípravy je i porovnání několika výrobců, využili jste možnosti, které poskytuje portál <https://www.itnonline.com/>. Nicméně, pro každou zobrazovací modalitu jste obdrželi přehlednou tabulku srovnání jednotlivých parametrů. Když jste však předali výsledek přednostovi kliniky, tak se vás dotázal na význam a důležitost vybraných parametrů srovnání (viz vyznačené texty červeně). Vaším úkolem je parametry označené červeně vysvětlit a to jak z hlediska významu, definice, tak i dané hodnoty. **(viz příloha č. 6)**

7. **Kontraindikace a rizika vyšetřování MRI.** Jako odborník jste požádán o soupis přehledu kontraindikací a rizik vyšetření pomocí magnetické rezonance a to zejména v následujících 4 oblastech: vyšetřování pacientů s kovovými implantáty, vyšetřování pacientů s fixními ortodontickými aparáty, vyšetřování pacientů s MR kompatibilními kardiostimulátory a aplikace gadoliniových kontrastních látek. Existují rozdíly mezi 1,5T a 3,0T systémy z tohoto pohledu? Co se především sleduje podle dané ČSN z hlediska možného vlivu MRI na pacienta? Do jaké třídy rizika zdravotnického prostředku je zařazen MR tomograf?

8. **Přenosové vlastnosti zobrazovacích systémů – hodnocení kvality výstupních obrazových dat.** Co naznačuje průsečík průběhu MTF s osou x obecně? Jaká je zde souvislost s PTF? Co nastává, pokud použijeme zobrazovací systém i pro prostorové frekvence za uvedeným průsečíkem obecně? Zejména popište vizuální změny obrazu z hlediska jasů, kontrastu a ostrosti. Viz ilustrativní příklad v příloze č. 8. Uveďte výsledný vztah pro PSF zobrazovacího systému, pokud je každý dílčí subsystém definován pomocí jiné PSF. Máte změřeny průběhy MTF jednotlivých částí zobrazovacího řetězce jako ukazatele kontrastu a rozlišení. Uveďte vztah pro výpočet celkové MTF daného zobrazovacího systému a co platí o výsledném průběhu MTF ve vztahu k průběhům jednotlivých částí řetězce (který dílčí subsystém nejvíce ovlivňuje výsledný průběh MTF celého zobrazovacího systému obecně)? Pokud bude rozlišení zobrazovacího systému vyjádřeno jako FWHM, pak bude výsledný vztah dán jednotlivými hodnotami FWHM dílčích subsystémů. Jaký je tento výsledný vztah? **(viz příloha č. 8)**

9. **Princip MRI.** Na uvedeném obrázku v příloze č. 9 popište jednotlivé komponenty MRI systému a vysvětlíte princip procesu zobrazení, resp. základní ideu sběru obrazových dat a vytváření obrazu. Obrázek je převzat z prezentace pana doc. Drasticha k tomuto tématu v rámci kurzu z ledna 2016 a je též obsažen ve skriptech Drastich, A.: Tomografické zobrazovací systémy. VUT v Brně, FEI, UBMI, Brno, 2004. 208 s. ISBN 80-214-2788-4. **(viz příloha č. 9)**

10. **Cívky pro MRI.** V rámci vaší stáže na klinice zobrazovacích metod na pracovišti MRI jste byl požádán, abyste jednomu začínajícímu lékaři vysvětlil, k čemu jsou vhodné cívky uvedené v příloze č. 10, resp. jakou mají funkci v rámci MRI systému a kde se nachází. Ke každému číslu snímku uveďte patřičný popis. **(viz příloha č. 10)**

11. **TD v rámci VZ na danou modalitu ZS.** Přednosta kliniky zobrazovacích metod vám předal popis lékařského účelu a vás pověřil přípravou podkladů pro zpracování technické části zadávací dokumentace v rámci veřejné zakázky na pořízení nového zobrazovacího systému, tj. **hybridního ZS SPECT/CT.** Vzhledem k tomu, že součástí takové přípravy je i porovnání několika výrobců, využili jste možnosti, které poskytuje portál <https://www.itnonline.com/>. Nicméně, pro každou zobrazovací modalitu jste obdrželi přehlednou tabulku srovnání jednotlivých parametrů. Když jste však předali výsledek přednostovi kliniky, tak se vás dotázal na význam a důležitost vybraných parametrů srovnání (viz vyznačené texty červeně). Vaším úkolem je parametry označené červeně vysvětlit a to jak z hlediska významu, definice, tak i dané hodnoty. **(viz příloha č. 11)**

12. **TD v rámci VZ na danou modalitu ZS.** Přednosta kliniky zobrazovacích metod vám předal popis lékařského účelu a vás pověřil přípravou podkladů pro zpracování technické části zadávací dokumentace v rámci veřejné zakázky na pořízení nového zobrazovacího systému, tj. **diagnostického ultrazvukového zobrazovacího systému (víceúčelového ultrasonografu).** Vzhledem k tomu, že součástí takové přípravy je i porovnání několika výrobců, využili jste možnosti, které poskytuje portál <https://www.itnonline.com/>. Nicméně, pro každou zobrazovací modalitu jste obdrželi přehlednou tabulku srovnání jednotlivých parametrů. Když jste však předali výsledek přednostovi kliniky, tak se vás dotázal na význam a důležitost vybraných parametrů srovnání (viz vyznačené texty červeně). Vaším úkolem je parametry označené červeně vysvětlit a to jak z hlediska významu, definice, tak i dané hodnoty. **(viz příloha č. 12)**

13. **Modality ZS.** V rámci dalšího vzdělávání lékařů na klinice zobrazovacích metod jste byl přednostou kliniky požádán o vytvoření testu, který by ověřoval, zdali noví lékaři, ale i biomedicínští technici a inženýři jsou schopni rozpoznat dané modality zobrazovacích systémů. ZS jsou uvedeny bez názvů a dalších popisů a vaším úkolem je určit, o jakou modalitu se jedná a popsat základní princip (jednou větou + vztah k danému typu vlnění/záření) a uvést jeden příklad použití v klinické praxi, anebo lékařský obor, kde se používá. Na jednom snímku není vysloveně ZS, ale je to významná součást jednoho ZS. Prosím, abyste uvedli název této součásti a ve kterých ZS se používá. Na papír si napište čísla snímků z pravého dolního rohu a napište k těmto číslům odpovědi. **(viz příloha č. 13)**

14. **Snímky z jednotlivých modalit ZS.** Při přípravě kurzu celoživotního vzdělávání z oblasti radiologického zobrazování došlo ke špatnému přiřazení snímků k daným modalitám, kterými jsou nukleární medicína (NM), fluoroskopie, ultrazvukové zobrazování, planární radiografie, angiografie, výpočetní tomografie (CT), mamografie a zobrazování magnetickou rezonancí (MRI). U uvedených snímků v příloze č. 14 máte přiřadit správně výše uvedené modalitativy a stručně popsat o jaký snímek se jedná a co ilustruje. Snímky byly převzaty z <http://atlas.mudr.org/Modality> . (viz příloha č. 14)
15. **TD v rámci VZ na danou modalitu ZS.** Přednosta kliniky zobrazovacích metod vám předal popis lékařského účelu a pověřil vás přípravou podkladů pro zpracování technické části zadávací dokumentace v rámci veřejné zakázky na pořízení nového zobrazovacího systému, tj. **tomografu pro zobrazování magnetickou rezonancí s hodnotou $B_0=1,5T$** . Vzhledem k tomu, že součástí takové přípravy je i porovnání několika výrobců, využili jste možnosti, které poskytuje portál <https://www.itnonline.com/> . Nicméně, pro každou zobrazovací modalitu jste obdrželi přehlednou tabulku srovnání jednotlivých parametrů. Když jste však předali výsledek přednostovi kliniky, tak se vás dotázal na význam a důležitost vybraných parametrů srovnání (viz vyznačené texty červeně). Vaším úkolem je parametry označené červeně vysvětlit a to jak z hlediska významu, definice, tak i dané hodnoty. (viz příloha č. 15)
16. **TD v rámci VZ na danou modalitu ZS.** Přednosta kliniky zobrazovacích metod vám předal popis lékařského účelu a vás pověřil přípravou podkladů pro zpracování technické části zadávací dokumentace v rámci veřejné zakázky na pořízení nového zobrazovacího systému, tj. **hybridního ZS PET/CT**. Vzhledem k tomu, že součástí takové přípravy je i porovnání několika výrobců, využili jste možnosti, které poskytuje portál <https://www.itnonline.com/> . Nicméně, pro každou zobrazovací modalitu jste obdrželi přehlednou tabulku srovnání jednotlivých parametrů. Když jste však předali výsledek přednostovi kliniky, tak se vás dotázal na význam a důležitost vybraných parametrů srovnání (viz vyznačené texty červeně). Vaším úkolem je parametry označené červeně vysvětlit a to jak z hlediska významu, definice, tak i dané hodnoty. (viz příloha č. 16)
17. **Aplikace UZ gelu.** Zdravotní sestra se vás zeptá, proč je nutné používat UZ gel? Je třeba odpovědět s patřičným zdůvodněním a ukázkou důsledků. Odvodte koeficient odrazu na rovinném rozhraní obecně a následně vypočítejte, jaká bude jeho hodnota pro rozhraní vzduch – měkká tkáň s tím, že jsou zadány následující hodnoty: Vzduch - $v_1 = 330 \text{ m/s}$, $r_1 = 1,3 \text{ kg/m}^3$, měkká tkáň $v_2 = 1540 \text{ m/s}$, $r_2 = 1020 \text{ kg/m}^3$. Uvedte, jak se tento případ řeší a jaké existuje jednoduché ekvivalentní řešení, pokud nemáte k dispozici požadovaný prostředek. Jaké budou důsledky z hlediska UZ vyšetření (jak bude vypadat výsledný UZ snímek), pokud nepoužijeme nápravné opatření?

18. **UZ systémy – sonda a odpovídající snímek.** V rámci školení personálu pro UZ diagnostický přístroj máte za úkol připravit test, jehož součástí je také rozpoznání, resp. přiřazení dané sondy odpovídajícímu snímku. V příloze č. 18 máte obrázky sond označené a) až d) a snímky pořízené těmito sondami označené e) až h). Vaším úkolem je vytvořit dvojice, které si navzájem odpovídají. **(viz příloha č. 18)**
19. **TD v rámci VZ na danou modalitu ZS.** Přednosta kliniky zobrazovacích metod vám předal popis lékařského účelu a vás pověřil přípravou podkladů pro zpracování technické části zadávací dokumentace v rámci veřejné zakázky na pořízení nového zobrazovacího systému, tj. **angiografického systému** (angiolinky). Vzhledem k tomu, že součástí takové přípravy je i porovnání několika výrobců, využili jste možnosti, které poskytuje portál <https://www.itnonline.com/>. Nicméně, pro každou zobrazovací modalitu jste obdrželi přehlednou tabulku srovnání jednotlivých parametrů. Když jste však předali výsledek přednostovi kliniky, tak se vás dotázal na význam a důležitost vybraných parametrů srovnání (viz vyznačené texty červeně). Vaším úkolem je parametry označené červeně vysvětlit a to jak z hlediska významu, definice, tak i dané hodnoty. **(viz příloha č. 19)**
20. **TD v rámci VZ na danou modalitu ZS.** Přednosta kliniky zobrazovacích metod vám předal popis lékařského účelu a vás pověřil přípravou podkladů pro zpracování technické části zadávací dokumentace v rámci veřejné zakázky na pořízení nového zobrazovacího systému, tj. **hybridního ZS PET/MR**. Vzhledem k tomu, že součástí takové přípravy je i porovnání několika výrobců, využili jste možnosti, které poskytuje portál <https://www.itnonline.com/>. Nicméně, pro každou zobrazovací modalitu jste obdrželi přehlednou tabulku srovnání jednotlivých parametrů. Když jste však předali výsledek přednostovi kliniky, tak se vás dotázal na význam a důležitost vybraných parametrů srovnání (viz vyznačené texty červeně). Vaším úkolem je parametry označené červeně vysvětlit a to jak z hlediska významu, definice, tak i dané hodnoty. **(viz příloha č. 20)**

21. **Artefakty jednotlivých modalit ZS.** Na základě dosavadních zkušeností vás kolegové z jednotlivých pracovišť, kde využívají jednotlivé modalit ZS, požádali o zpracování přehledu artefaktů u jednotlivých modalit ZS a o vysvětlení jejich příčin. Chtějí se tak vyvarovat případným problémům, zejména u začínajících spolupracovníků, a dosáhnout vyšší kvality výstupních snímků. V příloze č. 21 máte k dispozici tabulku se snímky z různých modalit ZS s artefakty a zde máte názvy jednotlivých artefaktů. Vaším úkolem je přiřadit snímek z tabulky, který je označen daným písmenem, danému artefaktu z následujícího přehledu: Nyquistův limit (aliasing) – jsou uvedeny snímky z více modalit, utvrzení svazku mezi skalními kostmi, zobrazení stejného objektu při různém nastavení okna (pro tento artefakt jsou v příloze č. 21 dva související snímky), přítomnost kovu, pohybový artefakt – jsou uvedeny snímky z více modalit, artefakt dýchání, porucha detektoru, výpadek detektorů, akustický stín za plynem, chemický posuv, vliv susceptibility a pulzaticí artefakt. V závěru pak formulujte doporučení, jak se obecně vyhnout artefaktům. **(viz příloha č. 21)**
22. **Supravodivé magnety pro MRI (analýza výkonové ztráty).** Kolegové z OZT by potřebovali vědět, co je důvodem použití supravodivých magnetů u MRI. Abyste jim to řádně vysvětlil, je třeba udělat tzv. analýzu výkonových ztrát ve srovnání s jinými typy magnetů. Tato analýza je započata v příloze č. 22 a je třeba ji pouze dopracovat. Všechny potřebné vzorce a hodnoty jsou k dispozici v uvedené příloze. V závěru máte porovnat váš výsledek ještě i pro odpor pouze 10Ω a formulovat celkový závěr ze zjištěných výsledků. **(viz příloha č. 22)**
23. **TD v rámci VZ na danou modalitu ZS.** Přednosta kliniky zobrazovacích metod vám předal popis lékařského účelu a vás pověřil přípravou podkladů pro zpracování technické části zadávací dokumentace v rámci veřejné zakázky na pořízení nového zobrazovacího systému, tj. **výpočetního tomografu (CT)**. Vzhledem k tomu, že součástí takové přípravy je i porovnání několika výrobců, využili jste možnosti, které poskytuje portál <https://www.itnonline.com/>. Nicméně, pro každou zobrazovací modalitu jste obdrželi přehlednou tabulku srovnání jednotlivých parametrů. Když jste však předali výsledek přednostovi kliniky, tak se vás dotázal na význam a důležitost vybraných parametrů srovnání (viz vyznačené texty červeně). Vaším úkolem je parametry označené červeně vysvětlit a to jak z hlediska významu, definice, tak i dané hodnoty. **(viz příloha č. 23)**

24. **TD v rámci VZ na danou modalitu ZS.** Přednosta kliniky zobrazovacích metod vám předal popis lékařského účelu a vás pověřil přípravou podkladů pro zpracování technické části zadávací dokumentace v rámci veřejné zakázky na pořízení nového zobrazovacího systému, tj. **mobilní C rameno**. Vzhledem k tomu, že součástí takové přípravy je i porovnání několika výrobců, využili jste možnosti, které poskytuje portál <https://www.itnonline.com/>. Nicméně, pro každou zobrazovací modalitu jste obdrželi přehlednou tabulku srovnání jednotlivých parametrů. Když jste však předali výsledek přednostovi kliniky, tak se vás dotázal na význam a důležitost vybraných parametrů srovnání (viz vyznačené texty červeně). Vaším úkolem je parametry označené červeně vysvětlit a to jak z hlediska významu, definice, tak i dané hodnoty. **(viz příloha č. 24)**
25. **Popis K-prostoru a souvislost s gradienty magnetických polí u MRI.** Během vyšetřování pacienta na pracovišti MRI se objevily dotazy na možnosti zkrácení celkového času vybraných vyšetření. Máte připravit popis souvislostí a možnosti zkrácení z obecného hlediska u sekvencí, které jsou uvedeny v příloze č. 25. Zaměřte se na posloupnost jednotlivých kroků, na způsob naplňování K-prostoru a na souvislosti s Fourierovou transformací a kvalitou výstupního obrazu. **(viz příloha č. 25)**

Vypracoval
doc. Ing. Jiří Hozman, Ph.D.

Schválil
Ing. Jan Náhlík
odborný garant SV KI

Schválil
doc. Ing. Jiří Hozman, Ph.D.
vedoucí katedry klinického inženýrství IPVZ

V Praze dne 13.6.2017