

Radiační ochrana
DOPORUČENÍ

**ZKOUŠKY PROVOZNÍ STÁLOSTI
SKIAGRAFICKÁ FILMOVÁ PRACOVNÍŠTĚ
SKIASKOPICKÁ PRACOVNÍŠTĚ**

SÚJB
2009

RADIAČNÍ OCHRANA
DOPORUČENÍ

ZKOUŠKY PROVOZNÍ STÁLOSTI
SKIAGRAFICKÁ FILMOVÁ PRACOVIŠTĚ
SKIASKOPICKÁ PRACOVIŠTĚ

Vydal: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Praha 2009
Tisk:

Účelová publikace bez jazykové úpravy

	Předmluva:	2
	Úvod.....	3
1	Definice, zkratky, zodpovědnosti	3
1.1	Definice pro účely tohoto dokumentu	3
1.2	Zkratky	3
1.3	Zodpovědnosti a povinnosti pro účely tohoto dokumentu	4
2	Skiagrafická filmová pracoviště.....	6
2.1	Vizuální a funkční kontrola.....	6
2.2	Senzitometrie.....	6
2.3	Soulad radiačního a světelného pole	7
2.4	Soulad radiačního pole a receptoru obrazu	8
2.5	Stálost optické hustoty	9
2.6	Homogenita snímku	10
2.7	Rozlišení při vysokém kontrastu	11
2.8	Test AEC	11
2.9	Retence ustalovače na filmu.....	12
2.10	Kontakt mezi zesilující fólií a filmem.....	12
2.11	Světlotěsnost kazet	13
2.12	Relativní citlivost systému kazeta – zesilující fólie	13
2.13	Světlotěsnost temné komory	14
2.14	Ochranné osvětlení temné komory.....	14
2.15	Jas a homogenita jasu negatoskopu.....	15
2.16	Osvětlení místnosti.....	15
3	Skiaskopická pracoviště.....	17
3.1	Vizuální a funkční kontrola.....	17
3.2	Soulad radiačního pole a receptoru obrazu	17
3.3	Rozlišení při nízkém kontrastu.....	17
3.4	Rozlišení při vysokém kontrastu	18
4	Literatura.....	19

Předmluva:

Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) přistupuje k vydání dalšího z dlouhé řady „Doporučení“, která si kladou za cíl usnadňovat uživatelům zdrojů ionizujícího záření plnění jejich povinností uložené jim zákonem č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění řady pozdějších předpisů (dále Atomový zákon), a jeho prováděcích vyhlášek.

Atomový zákon vstoupil v platnost již před 10 lety – 1.7.1997, ale jeho základní požadavky, kladené na uživatele zdrojů ionizujícího záření věcně nedoznaly zásadních změn. Ke dni 12.7.2002 nabyla účinnosti vyhláška č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, novelizována později vyhláškou č. 499/2005 Sb. (dále Vyhláška), která rozpracovává prakticky všechny důležité povinnosti při používání zdrojů ionizujícího záření a způsob jejich naplňování.

Ustanovení § 4 Atomového zákona ukládá každému, kdo provádí radiační činnosti, povinnost přednostně zajišťovat radiační ochranu a zavést systém zabezpečování jakosti. Každému držiteli povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření (dále ZIZ) pak Atomový zákon, kromě jiného, ukládá podle § 18 odst. 1 písm. a), sledovat, měřit, hodnotit, ověřovat a zaznamenávat skutečnosti, parametry a vlastnosti důležité z hlediska radiační ochrany. V § 69 a § 72 Vyhlášky jsou pak stanoveny důležité veličiny, parametry a skutečnosti týkající se zdrojů ionizujícího záření, jež mají být pravidelně ověřovány a to zejména:

při převzetí ZIZ ještě před zahájením jeho používání v rozsahu vymezeném pro přijímací zkoušku v průběhu používání ZIZ v rozsahu vymezeném pro zkoušku dlouhodobé stability a zkoušky provozní stálosti.

Vzhledem k tomu, že zejména v oblasti lékařského ozáření je nezbytné nastavit správnou praxi při radiologických výkonech a při kontrole radiologických zařízení (v souladu s požadavky právních předpisů), vydává Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) toto „Doporučení“.

„Doporučení“ se týká rozsahu ZPS skiagrafičických a skiaskopických rentgenových zařízení a má sloužit jako pomůcka při plánování a provádění zkoušek provozní stálosti. V „Doporučení“ se klade důraz na účast místního radiologického fyzika v celém procesu zajištění a provádění zkoušek provozní stálosti.

Bude-li jimi toto „Doporučení“ používáno a dodržováno, bude Státní úřad pro jadernou bezpečnost při svých kontrolách jejich činnosti považovat za naplňující požadavky radiační ochrany v oblasti kontroly zdrojů záření.

Při zpracování byly zohledněny zkušenosti držitelů povolení k provádění zkoušek i pracovníků Státního úřadu pro jadernou bezpečnost z kontrolní činnosti na předmětných pracovištích. Uvedené postupy testů zkoušek provozní stálosti byly ověřeny v průběhu roku 2006. Případné připomínky uživatelů „Doporučení“ k jeho obsahu jsou vítány.



Ing. Karla Petrová
náměstkyně pro radiační ochranu

Úvod

Zkoušky provozní stálosti zajišťuje držitel povolení k nakládání ZIZ – konkrétně držitel povolení k používání diagnostických rtg zařízení.

Rozsah testů se může měnit podle provozu a typu rtg zařízení. Uvedený rozsah v tomto doporučení je minimální doporučený rozsah zkoušek provozní stálosti na skiagrafických filmových a skiaskopických pracovištích. Případné změny resp. doplnění testů je v kompetenci radiologického fyzika.

ZPS na digitálních skiagrafických zařízeních, na zařízeních používajících funkci DSA a ZPS pro CRT displeje jsou specifikovány ve zvláštním doporučení.

Požadavek na zkoušky provozní stálosti rtg zařízení je, aby testy byly jednoduché a měly dostatečnou vypovídací úroveň o kvalitě obrazu a radiační ochraně.

1 Definice, zkratky, zodpovědnosti

1.1 Definice pro účely tohoto dokumentu

<i>Radiologický fyzik</i>	Pracovník odborně způsobilý podle zákona č. 96/2004 Sb., který vykonává radiologické postupy a činnosti související s radiační ochranou podle vyhlášky 424/2004 Sb. a který získal specializovanou způsobilost pro obor radiodiagnostiky.
<i>Místní radiologický fyzik</i>	Radiologický fyzik, který je v pracovně - právním poměru se zdravotnickým zařízením, nebo je smluvně sjednán a který na pracovišti vykonává jemu příslušející činnosti vyplývající z vyhlášky 424/2004 Sb.
<i>Skiagrafické filmové pracoviště</i>	Skiagrafické pracoviště, na kterém je jako receptor obrazu pro běžné snímkování používán rtg film.

1.2 Zkratky

<i>AEC</i>	expoziční automatika
a_1, a_2, b_1, b_2	odchylky mezi kraji světelného a radiačního pole stanovované pro účely testu souladu světelného a radiačního pole
<i>Al</i>	hliník
c_1, c_2, d_1, d_2	odchylky mezi kraji radiačního pole a receptoru obrazu stanovované pro účely testu souladu radiačního pole a receptoru obrazu
C_{ind}	index kontrastu – rozdíl OD senzimetrického kroku, který měl po optimalizaci vyvolávacího procesu OD nejbližší vyšší než $2,00 + D_{min}$, a OD senzimetrického kroku, který měl po optimalizaci vyvolávacího procesu OD nejbližší vyšší než $0,25 + D_{min}$
C_{ind}^{ref}	výchozí hodnota C_{ind} stanovená při výchozím testu senzimetrie pro účely testů senzimetrie
<i>Cu</i>	měď
D_{min}	OD oblasti snímku na zpracovaném kontrolním filmu, která nebyla exponována světlem senzimetru
H_2O	voda
L_{max}, L_{min}, L_c	hodnoty jasu negatoskopu pro účely testu homogenity jasu negatoskopu: maximální naměřený jas na ploše negatoskopu, minimální naměřený jas na ploše negatoskopu, jas negatoskopu v centru plochy negatoskopu
<i>OD</i>	optická hustota
OD_Y^X	OD snímku při napětí X a tloušťce fantomu Y stanovované pro účely testu AEC
$OD^{změř}$	OD změřená v referenčním bodě na snímku při testu stálosti OD
$S_{ind}^{vých}$	S_{ind} v den výchozího testu stálosti OD stanovované jako výchozí hodnota S_{ind} pro účely testu stálosti OD
OD^{kor}	$OD^{změř}$ korigovaná na vyvolávání v den testu stálosti OD oproti vyvolávání v den výchozího testu stálosti OD dle vzorce: $OD^{kor} = OD^{změř} - S_{ind} + S_{ind}^{vých}$ (viz bod 2.5)
<i>PMMA</i>	poly-metyl-metakrylát

<i>PZ</i>	přejímací zkouška
<i>rtg</i>	rentgenový, vztahující se k rentgenovému zařízení
S_{ind}	index citlivosti – OD senzimetrického kroku, který po optimalizaci vyvolávacího procesu měl OD nejbližší vyšší než hodnotu $1,00 + D_{min}$
S_{ind}^{ref}	S_{ind} stanovená při výchozím testu senzimetrie jako výchozí hodnota pro účely testů senzimetrie
<i>v.k.</i>	variační koeficient
<i>ZDS</i>	zkouška dlouhodobé stability
<i>ZPS</i>	zkouška provozní stálosti

1.3 Zodpovědnosti a povinnosti pro účely tohoto dokumentu

Místní radiologický fyzik:

- Při sestavování souboru zkoušek provozní stálosti, jejich četností, parametrů a tolerancí na základě návrhu výrobce a doporučeného standardu uveřejněného v tomto dokumentu s uvážením reálného provozu na pracovišti, možností a stability přístroje spolupracuje s osobou provádějící přejímací zkoušku.
- Při případných změnách četností, sledovaných parametrů a tolerancí zkoušek provozní stálosti spolupracuje s osobou provádějící zkoušku dlouhodobé stability
- Zodpovídá za řádné proškolení pracovníků provádějících zkoušky provozní stálosti a za řádnou realizaci zkoušek provozní stálosti.
- Zodpovídá za kontrolu provedení a správnosti optimalizace zobrazovacího procesu.
- Zodpovídá za vzájemnou provázanost systému zabezpečování jakosti dle vyhlášky 132/2008 Sb.

Zdravotnické zařízení:

- Je povinno umožnit místnímu radiologickému fyzikovi nebo jím pověřenému pracovníkovi přístup na pracoviště za účelem kontroly provádění, vyhodnocování a zapisování výsledků zkoušek provozní stálosti.
- Je povinno umožnit místnímu radiologickému fyzikovi nebo jím pověřenému pracovníkovi přístup k záznamům ze zkoušek provozní stálosti.
- Je povinno uchovávat záznamy zkoušek provozní stálosti a filmových či digitálních materiálů ke zkouškám provozní stálosti minimálně po dobu 1 roku od provedení ZPS.

Provádění zkoušek provozní stálosti:

- Průběžné, denní a měsíční zkoušky provozní stálosti má provádět řádně proškolený radiologický asistent z daného pracoviště.
- V případě nesrovnalostí při provádění zkoušek provozní stálosti se radiologický asistent obrací na místního radiologického fyzika nebo jím pověřeného vyškoleného pracovníka.
- Čtvrtletní, pololetní a roční zkoušky provozní stálosti provádí místním radiologickým fyzikem vyškolený a pověřený pracovník (může se jednat o radiologického asistenta nebo o jiného pracovníka).
- Zkoušky provozní stálosti se provádějí minimálně v pravidelných intervalech stanovených v aktuálním platném rozsahu zkoušek provozní stálosti na pracovišti.
- Vždy po nápravné údržbě nebo po jiném servisním zásahu do zobrazovacího řetězce, který by mohl ovlivnit kvalitu zobrazení či radiační ochranu, se mají provádět všechny testy, jejichž parametry či výsledky by mohly být servisním zásahem ovlivněny.
- ZPS se provádí (v příslušném rozsahu) také při podezření na chybnou funkci přístroje.
- Nevyhovují-li výsledky zkoušky provozní stálosti stanoveným kritériím, musí se provést příslušná nápravná opatření stanovená u každého testu.
- Výsledky zkoušek provozní stálosti se zaznamenávají do protokolů o těchto zkouškách, které obsahují:
 - jméno osoby, která test provedla,
 - datum testu,
 - jednoznačnou identifikaci zařízení, kterého se zkouška týká,

- specifikace expozičních parametrů, nastavení a zkušebních pomůcek, které jsou důležité pro daný test,
 - vyjádření o souladu výsledku testu s požadavky.
- Protokol o ZPS má jednoduchou a přehlednou formu. Neměnné údaje nemusí být uvedeny zvlášť u každého testu.
- O negativních výsledcích ZPS a z nich odvozených opatřeních musí být informováni všichni pracovníci používající dané zařízení.

2 Skiagrafická filmová pracoviště

2.1 Vizuální a funkční kontrola

Kontrolu lze provádět průběžně při běžném provozu. Pokud je její výsledek v souladu s požadavky, není třeba pořizovat zápis o provedení testu.

Četnost testu:

- průběžně

Požadavky:

- funkčnost ovládacích a indikačních prvků zařízení
- nepřítomnost významných artefaktů na snímcích
- nepoškozenost uzávěrů kazet
- nepřítomnost artefaktů způsobených nedostatečnou světlotěsností kazet
- snadná pohyblivost a stabilizovatelnost clon negatoskopu
- čistota a nepoškozenost zesilujících fólií
- čistota čelního povrchu negatoskopu
- funkčnost regulace jasu negatoskopu
- homogenita jasu negatoskopu
- kontrola mechanické stability rentgenky ve zvolené pozici

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Je nutné se ujistit, že se opravdu jedná o závadu. Pokud se nesoulad potvrdí, je třeba provést následná nápravná opatření.
- Proveďte se zápis a neprodleně se zjedná náprava.
- V případě nečistot na povrchu negatoskopu se vyčistí s použitím adekvátních prostředků a pomůcek.
- V případě výskytu nečistot na zesilujících fóliích se vyčistí speciálním prostředkem.
- Do odstranění závady je třeba přijmout adekvátní opatření k zajištění snímků s dostatečnou diagnostickou výtěžností a zároveň k zajištění bezpečnosti pacientů a personálu.
- V případě nutnosti je možné pracoviště dočasně uzavřít.

2.2 Senzitometrie

Test je nutno provádět denně během začátku provozu.

Test slouží k monitorování stability vyvolávacího procesu.

Pracoviště může po konzultaci s místním radiologickým fyzikem používat jiné senzitometrické veličiny a jiný způsob jejich vyhodnocení a sledování k monitorování vyvolávacího procesu.

Četnost testu:

- denně

Pomůcky:

- senzitometr
- denzitometr

Postup:

1. V temné komoře se senzitometrem osvítil film, který je vybírán každý den z filmů, které slouží k běžnému snímání. Každý den by měl být osvícen tentýž formát filmu. Na senzitometrii by měly být používány často užívané formáty filmů.
2. Senzitometrem osvícený film se standardním způsobem vyvolá ve vyvolávacím automatu.
3. Senzitometrem se odečtou hodnoty políček stanovených při výchozím testu a z nich se určí:
 - S_{ind}
 - C_{ind} .

Požadavky:

- $|S_{ind} - S_{ind}^{ref}| \leq 0,20$
- $|C_{ind} - C_{ind}^{ref}| \leq 0,20$

Doporučení:

- $|S_{ind} - S_{ind}^{ref}| \leq 0,15$
- $|C_{ind} - C_{ind}^{ref}| \leq 0,15$

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Zopakujte se test a pokud se nesoulad potvrdí, je třeba provést následná nápravná opatření.
- V případě, že naměřená hodnota S_{ind} je mezi hodnotami $S_{ind}^{ref} + 0,15 < S_{ind} \leq S_{ind}^{ref} + 0,30$, nebo $S_{ind}^{ref} - 0,30 \leq S_{ind} < S_{ind}^{ref} - 0,15$, provede se test stálosti OD bez korekce na vyvolávání a v případě jeho negativních výsledků se postupuje dle instrukcí u daného testu.
- V případě, že naměřená hodnota $S_{ind} < S_{ind}^{ref} - 0,30$, nebo $> S_{ind}^{ref} + 0,30$, postupuje se dle instrukcí místního radiologického fyzika.
- V případě, že naměřená hodnota C_{ind} nevyhovuje tolerancím, je nutné postupovat dle instrukcí místního radiologického fyzika.

Výchozí test:

- Výchozí hodnoty senzimetrických veličin jsou dlouhodobě neměnné. K jejich změně musí být vážné důvody a musí s ní souhlasit místní radiologický fyzik.
- Po provedení optimalizace vyvolávacího procesu se stanoví nové výchozí hodnoty senzimetrických veličin.
- Z dočasných a známých důvodů (krabice filmů s výjimečně jinou citlivostí, ...) lze dočasně změnit tyto výchozí hodnoty. Po skončení důvodů k jejich dočasné změně je nutné se vrátit k původním výchozím hodnotám. I s těmito dočasnými změnami výchozích hodnot musí souhlasit místní radiologický fyzik.

2.3 Soulad radiačního a světelného pole

Četnost testu:

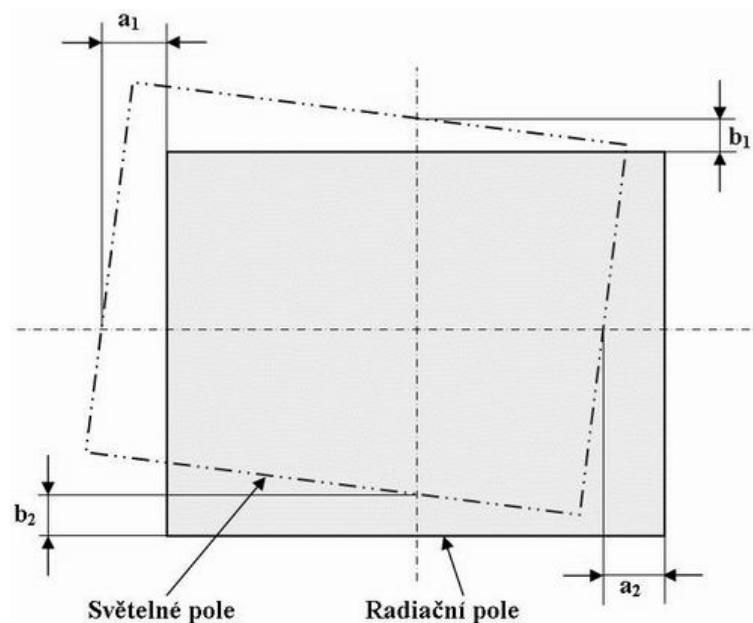
- měsíčně pro zařízení vyrobená před rokem 2000 a pro pojízdná rtg zařízení
- čtvrtletně pro všechna ostatní rtg zařízení

Pomůcky:

- rentgen-contrastní značky na označení okraje světelného, resp. radiačního pole (např. rentgen-contrastní pravítka)

Postup:

1. Nastaví se pevná vzdálenost ohnisko – receptor obrazu.
2. Na podpěru pacienta nebo do držáku kazety se vloží nabitá kazeta.
3. Nastaví se velikost světelného pole taková, aby byly všechny clony s dostatečnou rezervou vidět na snímku.
4. Okraje světelného pole jsou označeny rentgen-contrastními značkami.
5. Kazeta se exponuje přiměřenou expozicí a snímek se standardně vyvolá.
6. Dle obrázku 1 se určí velikost odchylek a_1 , a_2 , b_1 , b_2 .



Obr. 1: Soulad radiačního a světelného pole

Požadavky:

- $|a_1| + |a_2| \leq 2\%$ ze vzdálenosti ohnisko – testovací pomůcka
- $|b_1| + |b_2| \leq 2\%$ ze vzdálenosti ohnisko – testovací pomůcka

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Zopakuje se test a pokud se nesoulad potvrdí, je třeba informovat místního radiologického fyzika a následně servisní organizaci a vyžádat si urychlenou opravu.

2.4 Soulad radiačního pole a receptoru obrazu

Četnost testu:

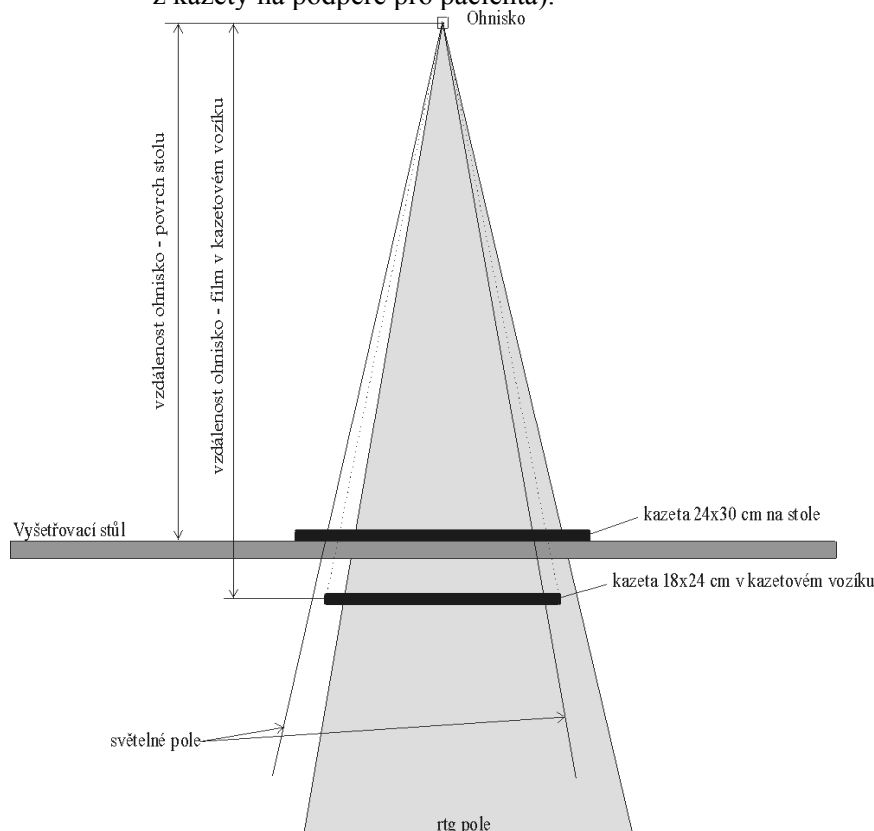
- měsíčně pro zařízení vyrobená před rokem 2000
- čtvrtletně pro zařízení vyrobená po roce 2000 včetně

Pomůcky:

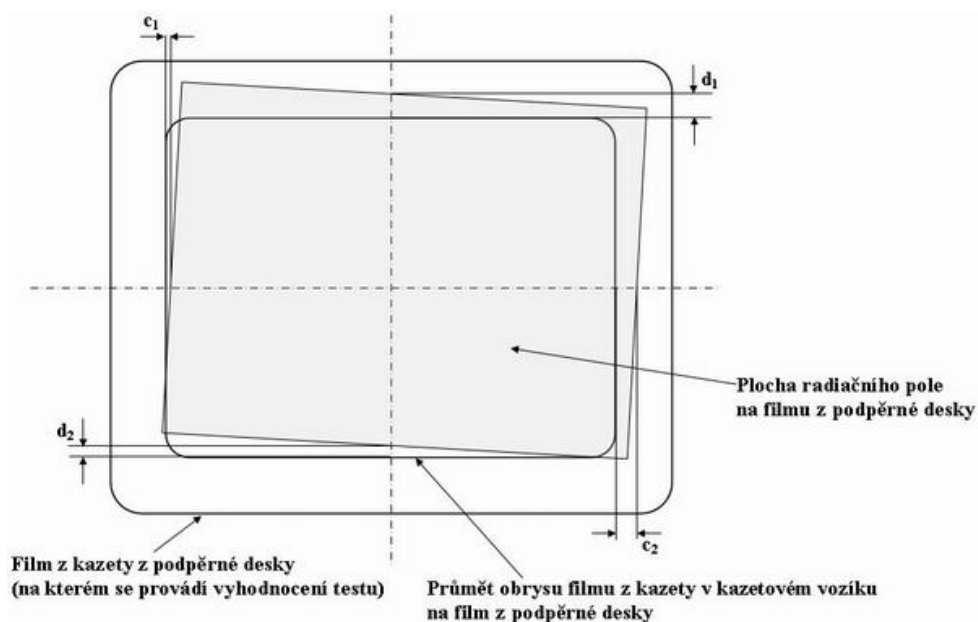
- rentgen-contrastní značky na označení okraje radiačního pole (např. rentgen-contrastní pravítka)

Postup:

- Postup testu se liší podle toho, zda přístroj nastavuje automaticky velikost clon podle vložené kazety, či ne, a také podle konstrukce držáku kazet.
- Adekvátní postup určí místní radiologický fyzik.
- Následující postup se vztahuje k případu, kdy přístroj nastavuje automaticky formát kazety:
 1. Na podpěru pro pacienta a do držáku kazety se vloží kazety – na podpěru se položí kazeta většího formátu než do držáku a nechá se nastavit automaticky velikost clon dle kazety v držáku (viz obr. 2).
 2. Rentgen-contrastními značkami (ideálně by se měly používat značky, které samy v sobě obsahují měřítko: rentgen-contrastní pravítka atp.) se na kazetě na podpěře označí kraje světelného pole.
 3. Kazety se exponují přiměřenou expozicí a snímky se standardně vyvolají.
 4. Porovnáním zobrazení značek v obou kazetách se stanoví dle obrázku 3 odchylky c_1 , c_2 , d_1 , d_2 (nutno zohlednit geometrické zmenšení radiačního pole zobrazeného na filmu z kazety na podpěře pro pacienta).



Obr. 2: Umístění kazet při testu souladu radiačního pole a receptoru obrazu



Obr. 3: Soulad radiačního pole a receptoru obrazu

Požadavky:

- $|c_1| + |c_2| \leq 3\%$ vzdálenosti ohnisko – receptor obrazu, resp. testovací pomůcka
- $|d_1| + |d_2| \leq 3\%$ vzdálenosti ohnisko – receptor obrazu, resp. testovací pomůcka
- $|c_1| + |c_2| + |d_1| + |d_2| \leq 4\%$ vzdálenosti ohnisko – receptor obrazu, resp. testovací pomůcka

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Zopakuje se test a pokud se nesoulad potvrdí, je třeba informovat místního radiologického fyzika a následně servisní organizaci a vyžádat si urychlenou opravu.

2.5 Stálost optické hustoty

Četnost testu:

- měsíčně pro zařízení vyrobená před rokem 2000
- čtvrtletně pro zařízení vyrobená po roce 2000 včetně

Pomůcky:

- homogenní zeslabující fantom přibližně reprezentující pacienta (25 mm Al, 1 mm Cu, 15 cm PMMA, 15 cm H₂O)
- denzitometr

Postup:

1. Vzdálenost ohnisko – receptor obrazu se nastaví na standardní vzdálenost stanovenou při výchozím testu.
2. Do kazetového vozíku se vloží zkušební kazeta s filmem. Zkušební kazeta pro účely tohoto testu má být stále stejná jako kazeta použitá při výchozím testu.
3. Do svazku rtg záření mezi ohnisko a receptor obrazu se umístí zeslabující fantom použitý při výchozím testu. Světelným zaměřením se vymezí rtg pole na velikost zkušební kazety.
4. Zvolí se expoziční parametry stanovené při výchozím testu, provede se expozice a snímek se standardním způsobem vyvolá.
5. Pro zařízení používající AEC se zapíše elektrické množství použité při expozici.
6. Na snímku se denzitometrem změří OD v referenčním bodě stanoveném při výchozím testu.
7. Podle následujícího vzorce se stanoví OD korigovaná na rozdílné vyvolávání (OD^{kor}):

$$OD^{kor} = OD^{změř} - S_{ind} + S_{ind}^{vých},$$

kde

- $OD^{změř}$ je OD změřená v referenčním bodě
- S_{ind} je S_{ind} stanovený daný den ze senzimetrie
- $S_{ind}^{vých}$ je hodnota S_{ind} stanovená ze senzimetrie v den výchozího testu stálosti OD.

8. Pokud se test stálosti OD provádí kvůli nevyhovujícímu výsledku senzitivní, korekce na vyvolávání se neprovádí
9. Stanoví se absolutní odchylka rozdílu OD^{kor} a $OD^{vých}$ stanovené při výchozím testu.
10. Pokud se test stálosti OD provádí kvůli nevyhovujícímu výsledku senzitivní, naleznou se takové stupně zčernání či změny Q, při kterých se dosáhne OD v toleranci. Toto změněné nastavení se pak používá pro běžné snímkování do opětovné změny výsledků senzitivní, kdy se buď provede nový test stálosti OD, nebo se vrátí snímkování do běžného režimu.

Požadavky:

- $|OD^{kor} - OD^{vých}| \leq 0,15$ pro režim AEC
- $|OD^{kor} - OD^{vých}| \leq 0,30$ pro manuální režim

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Zopakuje se test a pokud se nesoulad potvrdí, je třeba kontaktovat místního radiologického fyzika a v případě nutnosti servisní organizaci a vyžádat si urychlenou opravu.
- Do opravy je třeba přijmout dle instrukcí místního radiologického fyzika nouzový režim snímkování, kdy při běžném snímkování jsou upravovány expoziční hodnoty oproti expozičním tabulkám či přednastaveným protokolům na základě výsledku testu stálosti OD.
- Při nesouladu testu stálosti OD je nutné výsledky i následné akce konzultovat s místním radiologickým fyzikem.

Výchozí test:

- Výchozí nastavení testu stálosti OD je dlouhodobě neměnné. K novému výchozímu testu musí být vážné důvody a musí s ním souhlasit místní radiologický fyzik.
- Při výchozím testu se určí expoziční parametry odvozené z expozičních hodnot nejběžnějšího vyšetření na daném zařízení pro průměrného pacienta.
- Při výchozím testu se stanoví poloha referenčního bodu jako místo na snímku, kde se nejčastěji nachází nejdůležitější diagnostická informace.
- Pro účely periodických testů se zaznamená použité:
 - napětí
 - pro zařízení bez AEC elektrické množství
 - pro zařízení s AEC stupeň zčernání, použitý senzor a režim AEC
 - přídavný filtr
 - vzdálenost ohnisko – receptor obrazu
 - testovací kazeta
 - poloha referenčního bodu
 - $S_{ind}^{vých}$ určené ze senzitivní v den výchozího testu stálosti OD
 - $OD^{vých}$ stanovené při výchozím testu stálosti OD v referenčním bodě.

2.6 Homogenita snímku

Tento test se hodnotí na snímku zhotoveném při testu stálosti OD.

Četnost testu:

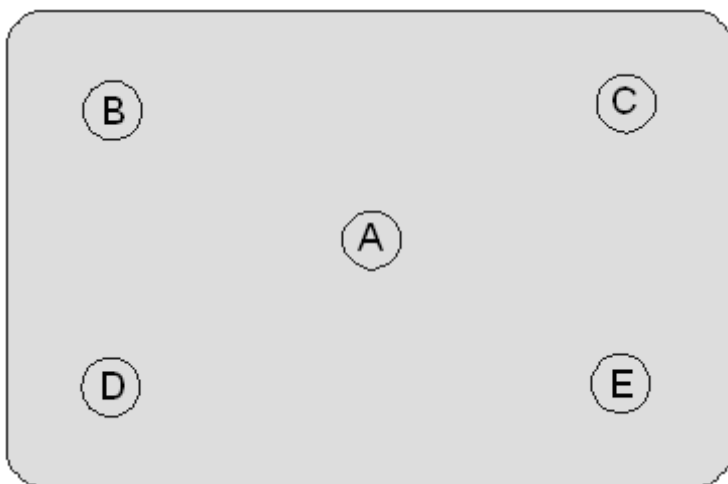
- čtvrtletně

Pomůcky:

- homogenní zeslabující fantom přibližně reprezentující pacienta (25 mm Al, 1 mm Cu, 15 cm PMMA, 15 cm H₂O)
- denzitometr

Postup:

1. Na snímku zhotoveném při testu stálosti OD se změří OD v bodech dle obrázku 4.



Obr. 4: Homogenita snímku

Požadavky:

- absolutní hodnoty rozdílů optických hustot v bodech B, C, D, E od OD v bodě A $\leq 0,10$ (viz obr. 4)

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Zopakuje se test a pokud se nesoulad potvrdí, je třeba kontaktovat místního radiologického fyzika a v případě nutnosti servisní organizaci a vyžádat si urychlenou opravu.

2.7 Rozlišení při vysokém kontrastu

Četnost testu:

- čtvrtletně

Pomůcky:

- homogenní zeslabující fantom přibližně reprezentující pacienta (25 mm Al, 1 mm Cu, 15 cm PMMA, 15 cm H₂O)
- vysokokontrastní zkušební pomůcka

Postup:

1. Vysokokontrastní zkušební pomůcka se umístí do středu radiačního pole na podpěru pro pacienta a v úhlu asi 45° vzhledem k lamelám sekundární mřížky, stejně jako u výchozího testu.
2. Zvolí se expoziční parametry stanovené při výchozím testu, provede se expozice a snímek se standardním způsobem vyvolá.
3. Pomocí lupy a negatoskopu se na snímku zjistí maximální viditelné rozlišení počtu párů čar.

Požadavky:

- při srovnání s rozlišením při výchozím testu nesmí být periodické rozlišení nižší o více než jednu skupinu párů čar

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Zopakuje se test a pokud se nesoulad potvrdí, je třeba kontaktovat místního radiologického fyzika a v případě nutnosti servisní organizaci a vyžádat si urychlenou opravu.

Výchozí test:

- Výchozí hodnota rozlišení při vysokém kontrastu je dlouhodobě neměnná. K novému výchozímu testu musí být vážné důvody a musí s ním souhlasit místní radiologický fyzik.
- Při výchozím testu se určí expoziční parametry odvozené z doporučení výrobce vysokokontrastní pomůcky a z parametrů běžného snímkování.
- Pro účely periodických testů se zaznamenají všechny parametry, které mohou ovlivnit zobrazované rozlišení při vysokém kontrastu (viz zaznamenané parametry u testu stálosti OD).

2.8 Test AEC

Jedná se o zjednodušený test AEC. Úplný test AEC je prováděn při ZDS.

Četnost testu:

- pololetně

Pomůcky:

- homogenní zeslabující fantom odpovídající tloušťkám 10, 15, 20 cm PMMA nebo H₂O
- denzitometr
- je vhodné používat pomůcku, která umožní osnímkování všech nastavení na jediný film (např. olověné otáčecí kolečko s výřezem, které se přilepí na kazetu)

Postup:

1. Nastaví se standardní režim snímkování s AEC.
2. Postupně se na tutéž kazetu osnímkují snímky s následujícími nastaveními:

U (kV)	Fantom H ₂ O či PMMA (cm)	Označení OD pro danou kombinaci
60	10	OD ⁶⁰ ₁₀
60	15	OD ⁶⁰ ₁₅
80	15	OD ⁸⁰ ₁₅
80	20	OD ⁸⁰ ₂₀
100	15	OD ¹⁰⁰ ₁₅
100	20	OD ¹⁰⁰ ₂₀

3. Změří se OD pro všechna nastavení.

Požadavky:

- $|OD_{15}^{60} - OD_{15}^{80}| \leq 0,15$
- $|OD_{15}^{80} - OD_{15}^{100}| \leq 0,15$
- $|OD_{10}^{60} - OD_{15}^{60}| \leq 0,20$
- $|OD_{15}^{80} - OD_{20}^{80}| \leq 0,20$
- $|OD_{15}^{100} - OD_{20}^{100}| \leq 0,20$

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Zopakuje se test a pokud se nesoulad potvrdí, je třeba kontaktovat místního radiologického fyzika a v případě nutnosti servisní organizaci a vyžádat si urychlenou opravu.
- Do opravy je třeba přijmout dle instrukcí místního radiologického fyzika dočasný režim snímkování, kdy při běžném snímkování jsou upravovány expoziční hodnoty oproti expozičním tabulkám či přednastaveným protokolům na základě výsledku testu AEC.

2.9 Retence ustalovače na filmu

Četnost testu:

- pololetně

Pomůcky:

- speciální roztok

Postup:

1. Na neexponované místo vyvolaného filmu se kápne kapka speciálního roztoku a postupuje se podle návodu výrobce použitého roztoku.

Požadavky:

- dle požadované doby archivace na pracovišti

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Test se zopakuje.
- Při potvrzení nesouladu se kontaktuje servisní organizace vyvolávacího automatu a vyžádá se urychlená oprava.

2.10 Kontakt mezi zesilující fólií a filmem

Četnost testu:

- ročně

Pomůcky:

- speciální testovací mřížka

Postup:

1. Vizuálně se překontroluje stav testovaných kazet a zesilujících fólií, případně se fólie vyčistí.

2. Do kazet se vloží filmy. Kazety se uzavřou a vyčká se alespoň 15 minut, aby se z prostoru mezi filmem a fólií vytlačil vzduch.
3. Kazeta se umístí na podpěru pro pacienta a na ni se umístí speciální testovací mřížka.
4. Vzdálenost ohnisko – receptor obrazu se nastaví na standardní vzdálenost, používanou v normální klinické praxi.
5. Expozice se provede v manuálním režimu. Zvolí se nejmenší dostupné ohnisko. Expoziční parametry se zvolí dle doporučení výrobce mřížky.
6. Kazeta se exponuje a film se standardně vyvolá.
7. Vyhodnocení se provádí vizuální kontrolou na negatoskopu ze vzdálenosti cca 2 až 3 m. Dostatečného kontaktu mezi fólií a filmem je dosaženo, pokud je obraz mřížky ostrý a optická hustota je v celé ploše homogenní. Místa špatného kontaktu se zpravidla projeví zvýšením optické hustoty jako tmavé skvrny a neostrosti zobrazené mřížky.
8. Stejným způsobem se otestují všechny kazety na pracovišti.

Požadavky:

- obraz mřížky je v celé ploše ostrý a optická hustota homogenní

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Zesilující fólie se vyčistí a test se provede znovu.
- Pokud se nevyhovující výsledek potvrdí, kazeta se vyřadí z provozu.

2.11 Světlotěsnost kazet

Četnost testu:

- ročně

Postup:

1. Kazeta s filmem se osnímkuje tak, aby bylo dosaženo na snímku homogenního obrazu s OD přibližně 1,00.
2. S exponovanou kazetou manipulujeme před rozsvíceným negatoskopem (nebo jiným intenzivním zdrojem světla) tak, aby světlu byla vystavena zejména kritická místa kolem identifikačního okna, uzávěrů a závěsů. Celková doba osvitů testované kazety jasným světlem je cca 2 min.
3. Film se standardně vyvolá.
4. Vyvolaný film se důkladně prohlédne na negatoskopu.

Požadavky:

- kazeta je světlotěsná, pokud nejsou na filmu pozorována žádná osvětlená místa, charakteristická zvýšenou optickou hustotou

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- V kazetě se vymění film a test se provede znovu.
- Pokud se nevyhovující výsledek opakuje, ujistí se, zda není zčernání na filmu způsobeno ozářením filmů v úložišti v temné komoře.
- Pokud se ukáže, že za zvýšené zčernání filmu může nesvětlotěsnost kazety, vyřadí se z provozu.

2.12 Relativní citlivost systému kazeta – zesilující fólie

Aby se při stejných expozičních parametrech dosáhlo na snímku vždy stejné optické hustoty, musí být kazety se zesilujícími fóliemi na pracovišti rozříděny do skupin se stejnou relativní citlivostí.

Testu relativní citlivosti musí předcházet test světlotěsnosti kazet.

Četnost testu:

- ročně
- při přidání jedné nebo více kazet do jakéhokoli souboru kazet

Pomůcky:

- zeslabovací fantom přibližně reprezentující pacienta
- denzitometr

Postup:

1. Test se provádí na zařízení, u kterého je při ZDS zjištěna pro tento účel vyhovující reprodukovatelnost kermy (maximálně však na zařízení s v.k. $\leq 5\%$).

2. Všechny skiagrafické kazety testované skupiny se nabíjí filmy ze stejné krabice.
3. Zabezpečí se jednoznačná identifikace zpracovaného snímku s kazetou (olověná čísla, vlastní označení kazety).
4. Kazety se osnímkují přes homogenní zeslabovací fantom přibližně reprezentující pacienta s použitím expozičních parametrů podobných normálnímu snímkování tak, aby OD na snímcích byla přibližně v rozmezí 1,00 až 1,50 a aby byla ozářena celá plocha všech kazet.
5. Filmy se standardním způsobem vyvolají.
6. V referenčních bodech na snímcích (nejčastěji uprostřed) se určí OD.

Požadavky:

- rozdíl maximální a minimální OD z daného souboru kazet $\leq 0,20$

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Test je třeba pro daný soubor kazet zopakovat.
- Pokud se nesoulad potvrdí, kazety, které způsobují vybočení z požadavků, je třeba vyřadit (při vyřazování kazet by mělo být bráno v úvahu i stáří kazet).

2.13 Světlotěsnost temné komory

Četnost testu:

- ročně

Pomůcky:

- světlotěsná obálka
- denzitometr

Postup:

1. Proveďte se předexpoziční zkušební film v kazetě a to s takovými expozičními parametry, aby optická hustota na vyvolaném snímku byla mezi 1,00 až 1,50.
2. Rozsvítí se všechna světla v okolí temné komory. Test se provádí pokud možno při jasném počasí, kolem poledne, nejlépe v létě.
3. Všechna světla v temné komoře se zhasnou a zakryjí se všechny možné zdroje světla v temné komoře včetně přístrojových indikačních prvků.
4. V temné komoře se vyjme exponovaný film z kazety a zasune delší stranou do světlotěsné obálky tak, že polovina filmu bude zakryta v obálce, druhá polovina filmu zůstane nezakryta.
5. Obálka s filmem se umístí na pracovní místo, kde se obvykle s filmem manipuluje.
6. Obálka s filmem se na pracovním místě ponechá 4 minuty (všechna světla v okolí temné komory jsou stále rozsvícena a kontrolní světla uvnitř temné komory překryta). Potom se film hned vyvolá.
7. Změří se optická hustota zakryté a nezakryté části filmu.

Požadavky:

- nárůst optické hustoty nezakryté části filmu za 4 min. $\leq 0,05$

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Delším pobytem v temné komoře se zjistí zdroj průniku světla.
- Pokud se pobytem v komoře neprokáže žádný průnik světla, test se zopakuje. Pokud ani opravný test nebude v souladu, kontaktuje se radiologický fyzik.
- Zjištěný průnik světla je třeba odizolovat a test opakovat.

2.14 Ochranné osvětlení temné komory

Test se provádí v návaznosti na test světlotěsnosti temné komory.

Četnost testu:

- ročně

Pomůcky:

- světlotěsná obálka
- denzitometr

Postup:

1. Proveďte se předexpoziční zkušební film v kazetě a to s takovými expozičními parametry, aby optická hustota na vyvolaném snímku byla mezi 1,00 až 1,50.

2. Rozsvítí se všechna světla v okolí temné komory. Test se provádí pokud možno při jasném počasí a kolem poledne, nejlépe v létě.
3. Rozsvítí se ochranné osvětlení v temné komoře a odkryjí všechna indikační světla.
4. V temné komoře se vyjme exponovaný film z kazety a zasune delší stranou do světlotěsné obálky tak, že polovina filmu bude zakryta v obálce, druhá polovina filmu zůstane nezakryta.
5. Obálka s filmem se umístí na pracovní místo, kde se obvykle s filmem manipuluje.
6. Obálka s filmem se na pracovním místě ponechá 4 minuty (všechna světla v okolí temné komory jsou stále rozsvícena a kontrolní světla uvnitř temné komory překryta). Potom se film hned vyvolá.
7. Změří se optická hustota zakryté a nezakryté části filmu.

Požadavky:

- nárůst optické hustoty nezakryté části filmu za 4 min. $\leq 0,10$

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Porovnáním s výsledkem testu světlotěsnosti temné komory se zjistí, zda je nesoulad způsoben průnikem světla do temné komory nebo ochranným osvětlením.
- Pokud je nesoulad způsoben ochranným osvětlením, zajistí se jeho úprava, aby neosvětlovalo nepřiměřeně filmy (volba jiné barvy, použití LED diody, použití silnějšího barevného filtru, použití slabší žárovky, vypnutí ochranného osvětlení, ...).

2.15 Jas a homogenita jasu negatoskopu

Četnost testu:

- ročně

Pomůcky:

- jasmetr

Postup:

1. Před vlastním měřením se negatoskop zapne a nastaví na maximální jas na dobu nejméně 10 min.
2. Světelné pole negatoskopu se zcela otevře.
3. Vypnou a zakryjí se všechny ostatní světelné zdroje v místnosti.
4. Změří se jas ve středu negatoskopu a ve čtyřech rozích negatoskopu tak, že měřená místa jsou ve vzdálenosti cca 5 cm od okrajů světelného pole na úhlopříčkách směrem do středu pole.
5. Pokud je světelné pole negatoskopu rozděleno na několik samostatně ovládaných polí, provede se měření pro každé samostatné pole zvlášť.
6. Stanoví se homogenita jasu podle vzorce: Homogenita jasu = $100 \% * (L_{\max} - L_{\min}) / L_c$, kde
 - L_{\max} je maximální naměřený jas na ploše negatoskopu
 - L_{\min} je minimální naměřený jas na ploše negatoskopu
 - L_c je jas ve středu negatoskopu.

Požadavky:

- jas negatoskopu $\geq 2000 \text{ cd.m}^{-2}$
- homogenita jasu $\leq 30 \%$

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Očistí se čelní panel negatoskopu a pokud je to možné, očistí se i vnitřní povrch stínítka negatoskopu a test se opakuje.
- Pokud ani pak není výsledek testu v souladu s požadavky, kontaktuje se servisní organizace negatoskopu.

2.16 Osvětlení místnosti

Četnost testu:

- ročně

Pomůcky:

- luxmetr

Postup:

1. Všechna pracovní světla běžně používaná při odečítání snímků se ponechají zapnutá. Rozsvítí se všechna světla v okolí místnosti. Test se provádí pokud možno při jasném počasí, kolem poledne, nejlépe v létě.
2. Zhasnou se všechny negatoskopy v místnosti, místnost se zatemní nejvíce, jak je to možné. (Při diagnostickém čtení snímků musí být místnost zatemněna stejným způsobem.)
3. Měření osvětlení se provádí na povrchu negatoskopu v jeho středu.

Požadavky:

- osvětlení místnosti ≤ 100 lux

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Test se zopakuje.
- Pokud se nesoulad potvrdí, provedou se taková opatření, aby bylo možné místnost zatemnit na požadovanou hodnotu (např.: instalace tmavých rolet do oken, ...).

3 Skiaskopická pracoviště

3.1 Vizuální a funkční kontrola

Kontrolu lze provádět průběžně při běžném provozu. Pokud je její výsledek v souladu s požadavky, není třeba pořizovat zápis o provedení testu.

Četnost testu:

- průběžně

Požadavky:

- funkčnost ovládacích a indikačních prvků zařízení
- nepřítomnost významných artefaktů v obrazu
- kontrola mechanické stability přístroje ve zvolené pozici

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Je nutno ujistit se, zda se jedná opravdu o závadu. Pokud se nesoulad potvrdí, je třeba provést následná nápravná opatření.
- Proveďte se zápis a neprodleně se zjedná náprava.
- Do odstranění závady je třeba přijmout adekvátní opatření k zajištění dostatečné diagnostické výtěžnosti a zároveň k zajištění bezpečnosti pacientů a personálu.
- V případě nutnosti je možné pracoviště dočasně uzavřít.

3.2 Soulad radiačního pole a receptoru obrazu

Četnost testu:

- měsíčně pro zařízení vyrobená před rokem 2000 a pro pojízdná rtg zařízení
- čtvrtletně pro všechna ostatní rtg zařízení

Pomůcky:

- rentgen-contrastní značky na označení okraje radiačního pole (např. rentgen-contrastní pravítka)

Postup:

1. Na vstupní rovinu receptoru obrazu se umístí zkušební kazeta s filmem a na ni pomůcky pro testování souladu radiačního pole receptorem obrazu (např. pravítka z rentgen-contrastního materiálu).
2. Primární clony jsou zcela otevřené.
3. Vzdálenost ohniska od vstupní roviny obrazového zesilovače se nastaví na vzdálenost používanou v klinické praxi.
4. Proveďte se skiaskopická expozice tak dlouhá, aby značky pomůcky a okraje pole byly na vyvolaném snímku viditelné.
5. Z monitoru se zaznamenají hodnoty zobrazených stupnic (např. levá $-3,5$ / pravá $-2,0$ / horní 0 / spodní $-0,5$).
6. Vzájemným porovnáním zobrazovaných stupnic na monitoru a na vyvolaném filmu se stanoví odchylky c_1 , c_2 , d_1 , d_2 .

Požadavky:

- $|c_1| + |c_2| \leq 3\%$ vzdálenosti ohnisko – testovací pomůcka
- $|d_1| + |d_2| \leq 3\%$ vzdálenosti ohnisko – testovací pomůcka
- $|c_1| + |c_2| + |d_1| + |d_2| \leq 4\%$ vzdálenosti ohnisko – testovací pomůcka

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Zopakujte se test a pokud se nesoulad potvrdí, je třeba kontaktovat místního radiologického fyzika a v případě nutnosti servisní organizaci a vyžádat si urychlenou opravu.

3.3 Rozlišení při nízkém kontrastu

Četnost testu:

- čtvrtletně

Pomůcky:

- nízkokontrastní zkušební pomůcka

- zeslabující fantom

Postup:

1. Nízkokontrastní zkušební pomůcka se umístí co nejbližší vstupnímu povrchu receptoru obrazu. Zajistí se její umístění ve středu pole obrazového zesilovače a orientace taková, jako při výchozím testu.
2. Zeslabující fantom, vzdálenost ohnisko – receptor obrazu, snímkový režim a ostatní parametry se nastaví tak, jako při výchozím testu.
3. Hodnocení se provádí za stejných světelných podmínek, které byly použity při výchozí zkoušce stálosti a ze stejného pozorovacího místa.
4. Zaznamenají se parametry expozice (napětí, proud, délka pulzu).

Požadavky:

- počet viditelných nízkokontrastních detailů se nesmí lišit od počtu zaznamenaného při výchozím testu více než o jeden

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Zopakuje se test a pokud se nesoulad potvrdí, je třeba kontaktovat místního radiologického fyzika a v případě nutnosti servisní organizaci a vyžádat si urychlenou opravu.

Výchozí test:

- Výchozí hodnota rozlišení při nízkém kontrastu je dlouhodobě neměnná. K novému výchozímu testu musí být vážné důvody a musí s ním souhlasit místní radiologický fyzik.
- Při výchozím testu se určí vyšetřovací režim a zeslabující fantom odvozený z doporučení výrobce nízkokontrastní pomůcky a z parametrů běžného provozu.
- Pro účely periodických testů se zaznamenají všechny parametry, které mohou ovlivnit zobrazované rozlišení při nízkém kontrastu.

3.4 Rozlišení při vysokém kontrastu

Četnost testu:

- čtvrtletně

Pomůcky:

- vysokokontrastní zkušební pomůcka
- zeslabující fantom

Postup:

1. Vysokokontrastní zkušební pomůcka se umístí co nejbližší vstupnímu povrchu receptoru obrazu. Zkušební pomůcka musí být nastavena tak, aby orientace proužků v obraze byla přibližně 45° vzhledem k řádkům na obrazovém displeji.
2. Zeslabující fantom, vzdálenost ohnisko – receptor obrazu, snímkový režim a ostatní parametry se nastaví tak, jako při výchozím testu.
3. Na obrazovém displeji se posuzují viditelné skupiny párů čar a to při stejných světelných podmínkách, jako při výchozím testu. Zjistí se ta skupina párů čar, ve které jsou ještě čáry a mezery od sebe zřetelně rozlišitelné a nesplývají.
4. Test je vhodné provádět pro všechny možné velikosti receptoru obrazu (ZOOM).

Požadavky:

- počet viditelných skupin obrazce nesmí být snížen o více než 2 skupiny od referenční hodnoty

Pokud není výsledek testu v souladu s požadavky:

- Zopakuje se test a pokud se nesoulad potvrdí, je třeba kontaktovat místního radiologického fyzika a v případě nutnosti servisní organizaci a vyžádat si urychlenou opravu.

Výchozí test:

- Výchozí hodnota rozlišení při vysokém kontrastu je dlouhodobě neměnná. K novému výchozímu testu musí být vážné důvody a musí s ním souhlasit místní radiologický fyzik.
- Při výchozím testu se určí vyšetřovací režim odvozený z doporučení výrobce vysokokontrastní pomůcky a z parametrů běžného provozu.
- Pro účely periodických testů se zaznamenají všechny parametry, které mohou ovlivnit zobrazované rozlišení při vysokém kontrastu.

4 Literatura

1. Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon), ve znění pozdějších předpisů
2. Vyhláška č. 307/2002 Sb. Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost o radiační ochraně, ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb.
3. ČSN IEC 788 Lékařská radiologie – Terminologie, Český normalizační institut 1999, Třídící znak 84 0003
4. ČSN EN 61223-3-1 Hodnocení a provozní zkoušky lékařských obrazových informací – Část 3-1 :Přejímací zkoušky – Zobrazovací proces u rentgenových zařízení pro skiagrafické a skiaskopické systémy, Český normalizační institut, 1999, Třídící znak 85 4012
5. ČSN IEC 1223-1 Hodnocení a provozní zkoušky při zpracování lékařských obrazových informací – Část 1: Všeobecná hlediska Český normalizační institut, 1999, Třídící znak 85 4012
6. ČSN IEC 1223-2-3 Hodnocení a provozní zkoušky lékařských obrazových informací – Část 2-3: Zkoušky stálosti – Světlotěsnost temných komor, Český normalizační institut, 1999, Třídící znak 85 4012
7. Zákon č. 96/2004 Sb., o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činností souvisejících s poskytováním zdravotní péče a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o nelékařských zdravotnických povoláních)
8. Vyhláška č. 424/2004 Sb., kterou se stanoví činnosti zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků
9. Vyhláška č. 132/2008 Sb., o systému jakosti při provádění a zajišťování činností souvisejících s využíváním jaderné energie a radiačních činností a o zabezpečování jakosti vybraných zařízení s ohledem na jejich zařazení do bezpečnostních tříd