

# **DOPORUČENÍ SÚJB**

**bezpečné využívání jaderné energie a ionizujícího záření**

## **Zkoušky provozní stálosti na pracovištích registrantů**

**radiační ochrana**

---

**DR-RO-3A.1(Rev. 4.0)**

## HISTORIE REVIZÍ

Revize č.	Účinnost od	Garant	Popis či komentář změny
4.0	1. 7. 2018	Mgr. Papírník	Implementace nové legislativy, rozšíření na všechny typy ZIZ používané registranty – nahrazení novým doporučením

**Radiační ochrana**

**Doporučení ZKOUŠKY PROVOZONÍ STÁLOSTI NA PRACOVIŠTÍCH REGISTRANTŮ**

**DR-RO-3A.1(Rev. 4.0)**

**Vydal: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Praha, červenec 2018**

**Č. j.: SÚJB/OS/12127/2018**

Účelová publikace bez jazykové úpravy, připomínky směřujte na adresu:

pripominky\_doporuceni@sujb.cz

## Obsah

<b>Obsah .....</b>	<b>3</b>
<i>Použité zkratky a pojmy .....</i>	<i>4</i>
<b>Předmluva.....</b>	<b>5</b>
<b>1 Úvod .....</b>	<b>5</b>
1.1 <i>Povinnosti a odpovědnosti .....</i>	<i>5</i>
1.2 <i>Výsledky a nápravná opatření.....</i>	<i>6</i>
1.3 <i>Zpracovatelé .....</i>	<i>6</i>
<b>2 Zubní rentgenová zařízení.....</b>	<b>7</b>
2.1 <i>Zobrazení fantomu .....</i>	<i>8</i>
2.2 <i>Vizuální ověření čistoty monitoru .....</i>	<i>18</i>
2.3 <i>Vizuální ověření čistoty negatoskopu.....</i>	<i>19</i>
2.4 <i>Kvalita CR fólií .....</i>	<i>19</i>
2.5 <i>ZPS kefalografu.....</i>	<i>20</i>
<b>3 Veterinární rentgenová zařízení .....</b>	<b>21</b>
3.1 <i>Vizuální ověření stavu a neporušenosti ochranných pomůcek.....</i>	<i>21</i>
3.2 <i>Soulad radiačního a světelného pole .....</i>	<i>21</i>
3.3 <i>Soulad radiačního pole a receptoru obrazu.....</i>	<i>22</i>
3.4 <i>ZPS pro veterinární výpočetní tomografy – zobrazení fantomu .....</i>	<i>23</i>
<b>4 Rentgenové kostní denzitometry.....</b>	<b>24</b>
<b>5 Příloha: Zkoušky filmového zobrazovacího procesu .....</b>	<b>25</b>
5.1 <i>Senzitometrie.....</i>	<i>25</i>
5.2 <i>Alternativní kontrola vyvolávacího procesu pomocí zkušebního filmu, exponovaného ve speciálním módu na rtg zařízení .....</i>	<i>26</i>
5.3 <i>Světlotěsnost temné komory .....</i>	<i>27</i>
5.4 <i>Ochranné osvětlení temné komory.....</i>	<i>28</i>
<b>6 Literatura.....</b>	<b>29</b>

## ***Použité zkratky a pojmy***

CR	nepřímá digitalizace
kV	kilovolt
mAs	mili-Ampér-sekunda
nepřímá digitalizace	paměťové fólie, CR fólie
OZARO	osoba zajišťující radiační ochranu registranta
přímá digitalizace	RVG detektor, DDR detektor, CCD snímače, nebo CMOS snímače
PZ	přejímací zkouška
rtg	rentgenový
s	vteřina
ZDS	zkouška dlouhodobé stability
ZIZ	zdroj ionizujícího záření
ZPS	zkouška provozní stálosti

# Předmluva

Státní úřad pro jadernou bezpečnost (dále jen SÚJB) vydal další publikaci z řady „Doporučení“, které si kladou za cíl usnadnit plnění povinností uložených zákonem č. 263/2016 Sb., atomový zákon, ve znění pozdějších předpisů (dále jen Atomový zákon) [1] a jeho prováděcími předpisy.

Atomový zákon [1] zavedl nový zjednodušený způsob autorizace „registrace“ pro používání zubních a veterinárních rtg zařízení a kostních denzitometrů. Registranti nezpracovávají žádnou zvláštní dokumentaci, jako držitelé povolení, ale musí při používání ZIZ dodržovat mimo jiné povinnosti stanovené přílohami č. 13 a 20 vyhlášky č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje [2]. Registranti musí i nadále provádět zkoušky provozní stálosti (ZPS), ale jejich rozsah a četnost si neurčují sami, ani jim je neurčuje ten, kdo u nich provedl přejímací zkoušku (PZ). Rozsah a četnost ZPS registrantů jsou přímo určeny přílohou č. 13 Vyhlášky o radiační ochraně [2]. Proto SÚJB vydává toto doporučení, aby registranti měli k dispozici doporučené metodiky a popis nápravných opatření při nevyhovujících výsledcích ZPS.

Toto Doporučení by mělo sloužit nejen pro registranty používající ZIZ, ale také pro držitele povolení k hodnocení vlastností zdrojů ionizujícího záření (ZIZ), jako návod pro stanovování rozsahu a četnosti ZPS pro atypické ZIZ a při zaučování registrantů, jak správně ZPS provádět.

Protože v každé oblasti poznání se objevují nové informace, poznatky a přístupy, lze předpokládat, že Doporučení bude dále zdokonalováno a upřesňováno, a proto vítáme jakékoliv připomínky a komentáře od jeho uživatelů.

## 1 Úvod

Zkouška provozní stálosti je z hlediska registranta prvotní jednoduchý test ZIZ, který potvrdí správnou funkci ZIZ a zobrazovacího řetězce, nebo naopak odhalí odchylku, závadu, nebo nesprávné nastavení zobrazovacího řetězce. Zkouška provozní stálosti má monitorovat stálost funkčních vlastností přístroje jednoduchými dostupnými prostředky a zkušebními metodami, které jsou rychlé a snadno proveditelné, využívající relativní měření.

Tento dokument obsahuje praktický návod pro provádění zkoušek provozní stálosti registrantem včetně popisu způsobu jejich provádění. Shrnuje všechny povinnosti plynoucí z legislativy týkající se ZPS a obsahuje přehled nejčastějších nedostatků zjišťovaných při ZPS a nejvhodnějších nápravných opatření, která by při nich měla být provedena. Pokud bude registrant postupovat podle tohoto dokumentu, zajistí plnění všech povinností Atomového zákona [1] a Vyhlášky o radiační ochraně [2] týkajících se zkoušek provozní stálosti, zároveň bude udržovat svoje rtg zařízení a jeho příslušenství v dobrém stavu, což je jedním z nejdůležitějších faktorů, které zajišťují kvalitu rtg snímků a radiační ochranu pacientů i ostatních osob.

V případě, že výrobce rtg zařízení doporučuje dělat některé ZPS, měly by se vedle testů požadovaných legislativou provádět také.

### 1.1 Povinnosti a odpovědnosti

Primární odpovědnost za plnění požadavků legislativy a tím pádem i za řádné provádění zkoušek provozní stálosti má registrant používající daný ZIZ.

#### 1.1.1 Řízení ZPS

Vyhláška o radiační ochraně [2] ukládá v § 32 odst. 2 písm. b) bodě 2, že osobou povinnou zajistit ověřování vlastností ZIZ prostřednictvím ZPS, průběžné hodnocení jejich výsledků a v případě nevyhovujících výsledků provedení nápravných opatření je osoba zajišťující radiační ochranu registranta (OZARO). To znamená, že tato osoba ZPS řídí, je zodpovědná za to, že se řádně provádí a hodnotí a že ti, kteří je provádějí, je umí a správně hodnotí. Tato osoba je zodpovědná za to, že v případě nevyhovujících výsledků ZPS se provedou správná nápravná opatření a že se používají v běžném provozu a že jsou si jich vědomi všichni, kdo ZIZ klinicky používají.

Vzhledem k tomu, že osoba zajišťující radiační ochranu registranta musí být dle § 70 odst. 1 písm. a) Atomového zákona [1] přítomna na pracovišti při používání ZIZ, je nejvhodnější, aby registrant ustanovil touto osobou toho, kdo provádí snímkování v klinické praxi.

Vzhledem k povinnostem OZARO ve vztahu k ZPS je vhodné, aby OZARO, která provádí snímkování v klinické praxi, nejen ZPS řídila, ale aby je také přímo prováděla. Tím OZARO zajistí vysokou kvalitu prováděných ZPS a zároveň správnou aplikaci nápravných opatření v klinické praxi. A zároveň se tím zajistí, že osoba provádějící klinické snímkování bude mít v případě snížení kvality snímků k dispozici ideální nástroj ke zjištění příčiny a provedení nápravy, a sice zkoušky provozní stálosti.

Proto SÚJB doporučuje, aby OZARO prováděla snímkování v klinické praxi a zároveň prováděla všechny ZPS.

### **1.1.2 Provádění ZPS**

V případě používání ZIZ pro lékařské ozáření provádí průběžné, denní, týdenní, dvoutýdenní a měsíční ZPS zdravotnický pracovník, který daný ZIZ používá v klinické praxi.

Ostatní zkoušky provozní stálosti a ZPS u veterinárních rtg zařízení může provádět kdokoli, nicméně se doporučuje, aby byly všechny zkoušky provozní stálosti prováděny osobami používajícími ZIZ v běžné praxi.

V dalších kapitolách je vždy v úvodu kapitoly přehledně shrnuto, která osoba může testy ZPS provádět.

## **1.2 Výsledky a nápravná opatření**

### **1.2.1 Zaznamenávání výsledků ZPS**

ZPS se musí neprodleně po jejím provedení vyhodnotit a jejich výsledky se musí zaznamenat.

Registrant musí uchovávat záznamy o ZPS a snímky vzniklé při jejich provádění, a to:

- v případě používání zubních a veterinárních rtg zařízení nejméně 1 rok, nebo do další ZDS (podle toho, co nastane později),
- v případě používání rtg kostních denzitometrů nejméně 1 rok.

### **1.2.2 Nápravná opatření**

Nevyhovují-li výsledky zkoušky provozní stálosti stanoveným kritériím, musí se zjistit příčina a provést příslušná nápravná opatření a následně nová zkouška provozní stálosti.

Jsou-li na základě výsledků zkoušky provozní stálosti provedena nápravná opatření, musí být o těchto nápravných opatřeních informováni všichni pracovníci používající v běžném provozu ZIZ.

## **1.3 Zpracovatelé**

Návrh doporučení vypracoval p. Jindřich Jirásek.

Při jeho zpracování a dokončování byly zohledněny zkušenosti odborníků z praxe a připomínky Pracovní skupiny Státního ústavu radiační ochrany, v.v.i. pro radiodiagnostiku.

## 2 Zubní rentgenová zařízení

Číslo testu	Název testu	Rtg zařízení	Zpracování obrazu	Četnost testu	Kdo test může provádět
2.1	Zobrazení fantomu	Zubní intraorální	Přímá digitalizace	Ročně	Kdokoli <sup>1)</sup>
			Nepřímá digitalizace		
			Filmový provoz	Měsíčně	
		Zubní panoramatická	Přímá digitalizace	Půlročně	Kdokoli <sup>1)</sup>
			Nepřímá digitalizace	Čtvrtletně	
Filmový provoz					
Zubní výpočetní tomografie		Půlročně	Kdokoli <sup>1)</sup>		
2.2	Vizuální ověření čistoty monitoru	Zubní intraorální	Přímá digitalizace	Měsíčně	Zdravotnický pracovník používající ZIZ v klinickém provozu
			Nepřímá digitalizace		
		Zubní panoramatická	Přímá digitalizace		
			Nepřímá digitalizace		
Zubní výpočetní tomografie					
2.2.5	Test monitoru pomocí referenčního obrazce <sup>2)</sup>	Všechna zubní rentgenová zařízení	Přímá digitalizace Nepřímá digitalizace	Měsíčně	Zdravotnický pracovník používající ZIZ v klinickém provozu
2.3	Vizuální ověření čistoty negatoskopu	Zubní intraorální	Filmový provoz	Měsíčně	Zdravotnický pracovník používající ZIZ v klinickém provozu
		Zubní panoramatická			
2.4	Kvalita CR fólií	Zubní intraorální	Nepřímá digitalizace	Měsíčně	Zdravotnický pracovník používající ZIZ v klinickém provozu
		Zubní panoramatická		Čtvrtletně	Kdokoli <sup>1)</sup>
2.5	ZPS kefalografu <sup>2)</sup>	Zubní panoramatická s kefalografem		Průběžně	Zdravotnický pracovník používající ZIZ v klinickém provozu
		Zubní výpočetní tomografie s kefalografem			

<sup>1)</sup> SÚJB doporučuje, aby všechny ZPS prováděla OZARO, která provádí snímkování v klinické praxi.

<sup>2)</sup> Jedná se o test, který není vyžadován legislativou, ale doporučuje se jeho provádění.

Pokud zubní panoramatické rtg zařízení umožňuje vytváření 3D obrázků, jedná se podle § 2 písm. w) Vyhlášky o radiační ochraně [2] o zubní výpočetní tomograf. V takovém případě musí být na tomto zařízení prováděny ZDS ve 12 měsíčním intervalu. ZPS se provádí v takovém rozsahu, aby pokryly všechny způsoby zobrazování, které dané zařízení umožňuje – panoramatické snímkování (test 2.1 pro zubní panoramatické rtg zařízení s přímou digitalizací a test 2.2), kefalografické snímkování (test 2.5) i 3D snímkování (test 2.1 pro zubní výpočetní tomograf).

## 2.1 Zobrazení fantomu

Test se provádí na všech pracovištích se zubními rtg zařízeními.

Součástí zobrazovacího řetězce, které mohou výrazně ovlivnit výsledný obraz, jsou:

- **expoziční parametry:** u zubních intraorálních rtg zařízení je registrant povinen při standardním snímkování používat expoziční parametry, které jsou uvedeny v protokolu o poslední ZDS (resp. PZ)  
u zubních panoramatických rtg zařízení a zubních výpočetních tomografů je registrant povinen používat expoziční parametry doporučené výrobcem, vhodné expoziční tabulky či předvolby, anebo expoziční parametry doporučené osobou, která provedla ZDS (resp. PZ)
- **detektor přímé digitalizace:** u zubních intraorálních rtg zařízení s přímou digitalizací musí registrant dbát na čistotu vstupní plochy receptoru obrazu, kvalitu scintilační vrstvy a neporušenost přírodního kabelu
- **CR paměťová fólie:** u zubních intraorálních a panoramatických rtg zařízení s nepřímou digitalizací musí registrant dbát na čistotu a mechanickou neporušenost paměťové folie a stáří paměťové folie
- **monitor:** registrant musí dbát na čistotu displeje, osvětlení pracovního místa monitoru, pohledový úhel, umístění vzhledem k pozadí, softwarové nastavení monitoru a grafické karty počítače (jas, kontrast, gamakorekce, různé typy softwarových filtrů, ...)
- **nastavení softwaru:** registrant musí dbát na nastavení graberu, nebo jiného komunikačního softwaru mezi snímačem a zobrazovacím softwarem včetně nastavení případné expoziční automatiky, nastavení módu kvality skenování, nastavení vlastního zobrazovacího softwaru, u graberu nastavení vstupních parametrů do vyhodnocovacího softwaru, nastavení funkcí vyrovnání obrazu, vyčištění obrazu, zrcadlové zobrazení, jas, kontrast, vstupní gamakorekce, nastavení úrovně bílé a černé, nastavení velikosti matice pro úpravy snímku, uživatelsky přístupná nastavení zobrazovacího softwaru  
u zubního výpočetního tomografu nastavení tloušťky řezu, nastavení snímací velikosti voxelu, nastavení volitelných parametrů v softwarovém prohlížeči (hladiny, ostrost / rozmazání, jas, kontrast...)
- **rentgenové filmy:** registrant musí dbát na jejich citlivost, expirační dobu, skladování (nevhodné je např., pokud jsou volně položené snímky v blízkosti snímkaných osob)  
pro zubní panoramatické rtg zařízení kompatibilita se zesilujícími foliemi, světlotěsnost kazet
- **chemikálie:** registrant musí dbát na jejich typ pro ruční nebo strojní zpracování, jejich teplotu při vlastním vyvolávacím procesu, expirační dobu koncentrátů a stáří naředěných roztoků v temné komoře nebo ve vyvolávacím automatu
- **světlotěsnost:** registrant musí dbát na světlotěsnost vyvolávacího automatu, světlotěsnost a osvětlení temné komory
- **vyvolávací automat:** registrant musí dbát na dobu průchodu filmu, čistotu válců
- **pro zubní panoramatická rtg zařízení mechanické nastavení zaměřovačů:** registrant musí dbát na pozici řezné roviny rtg zařízení a pozici pacienta

### 2.1.1 Četnost

- **Při každém podezření na špatnou funkci rtg zařízení, nebo zobrazovacího procesu** (jako prvotní uživatelská zkouška při zhoršené čitelnosti snímků),
- **Periodicky:** pro zubní intraorální rtg zařízení s digitalizací obrazu nejméně jednou ročně,  
pro zubní intraorální rtg zařízení s filmovým provozem nejméně jednou měsíčně,  
pro zubní panoramatická rtg zařízení s přímou digitalizací a pro zubní výpočetní tomografy nejméně jednou za 6 měsíců,  
pro zubní panoramatická rtg zařízení s nepřímou digitalizací nebo filmovým provozem nejméně jednou za 3 měsíce a
- **Po odstávce delší než:** 1 rok pro zubní intraorální rtg zařízení s digitalizací obrazu (k vyloučení možných chyb nastavení rtg zařízení, počítače a softwaru před vlastním zahájením klinického provozu),  
1 měsíc pro zubní intraorální rtg zařízení s filmovým provozem (k vyloučení nevyhovujících filmů, chemikálií a pro kontrolu světlotěsnosti temné komory, nebo vyvolávacího automatu před vlastním zahájením klinického provozu),  
6 měsíců pro zubní panoramatická rtg zařízení s přímou digitalizací a pro zubní výpočetní tomografy (k vyloučení možných chyb nastavení ZIZ, počítače a softwaru před vlastním zahájením klinického provozu),
- 3 měsíce pro zubní panoramatická rtg zařízení s nepřímou digitalizací nebo filmovým provozem (k vyloučení možných chyb nastavení ZIZ, počítače a softwaru před vlastním zahájením klinického provozu) a



**při změně filmů nebo chemikálií a při změně důležité z hlediska radiační ochrany** (změně citlivosti nebo výrobce filmů - k vyloučení prostředků před vlastním zahájením klinického provozu).

## 2.1.2 Výchozí ZPS

Výchozí zkouška provozní stálosti se provádí po:

- **PZ,**
- **významném servisním zásahu,**
- **po přechodu na jiný systém zobrazení<sup>3)</sup>,**
- **po přechodu na jiný typ přímé nebo nepřímé digitalizace<sup>3)</sup>,**
- **pro zubní intraorální rtg zařízení vždy po změně doporučených optimalizovaných expozičních parametrů pro klinické snímkování v rámci ZDS.**

<sup>3)</sup>V případě změny receptoru obrazu (např. přechod z filmového zobrazení na přímou nebo nepřímou digitalizaci, přechod z nepřímé digitalizace na přímou, změna výrobce receptoru obrazu nebo změna typu detektoru přímé digitalizace) je nutné dle § 27 odst. 1 písm. e) Vyhlášky o radiační ochraně [2] provést ZDS. ZPS se po takové změně provádí také, a to jako výchozí ZPS.

**Pro zubní intraorální rtg zařízení** výchozí ZPS spočívá v provedení snímku zubního fantomu s použitím optimalizovaných expozičních parametrů pro horní molár dospělého a jeho uložení jako referenčního snímku, s nímž se snímky při dalších ZPS porovnávají. Pokud je toto provedeno v rámci PZ nebo ZDS, používá se při rutinních ZPS snímek vyhotovený při PZ nebo ZDS.

**Pro zubní panoramatické rtg zařízení** výchozí ZPS spočívá v provedení snímku fantomu čelisti v modu snímání přehledného snímku celé čelisti pro středního pacienta, kterou je nejvhodnější provádět v rámci PZ, nebo ZDS s použitím fantomu a zeslabovací vrstvy dodávané výrobcem a expozičních parametrů doporučených výrobcem nebo v případě neoriginálního fantomu standardních expozičních parametrů pro snímkování dospělého. Osoba provádějící výchozí ZPS musí poučit registranta o způsobu provádění ZPS (geometrie nastavení fantomu a testovacích pomůcek, případné použití zeslabovací vrstvy, expoziční parametry - kV, mA, s, nebo informace o použití přednastavených expozičních parametrech orgánovou automatikou).

Jako zeslabovací vrstva bývá obvykle použit měděný plech o tloušťce 0,8 mm, nebo 1 mm. Snímek fantomu čelisti slouží pouze ke geometrickému vyhodnocení obrazu a zeslabovací vrstva zajistí snížení kermového příkonu na detektor tak, aby nebyl přesycen při nastavení expozice pro středního pacienta, anebo aby film měl optimální zčernání. Bez použití zeslabovací vrstvy lze vhodného kermového příkonu na detektor dosáhnout i snížením expozičních parametrů (kV a mA).

Pokud je součástí rtg zařízení vyhodnocovací software na provádění ZPS (tzv. constancy test), snímek fantomu čelisti se provede podle instrukcí v jednotlivých krocích průvodce testem (mechanická nastavení zařízení, polohy fantomu, nastavení expozičních parametrů, použití dalších přídavných testovacích pomůcek pro rozlišení kontrastu, atd.). Pokud vyhodnocovací software na provádění ZPS není součástí zařízení, provede se tato zkouška se zeslabovací vrstvou 0,8 mm, nebo 1,0 mm mědi, nebo bez ní s vhodnými expozičními parametry, které budou používány i při následujících ZPS. Snímek z výchozí ZPS je uložen jako referenční, s nímž se snímky zhotovené při dalších ZPS porovnávají a dále vyhodnocují.

Pokud je součástí dodávky rtg zařízení originální fantom pro ZPS, ale není součástí návodu k použití návod pro použití fantomu a tolerance testů ZPS (constancy test), je třeba, aby si registrant vyžádal tento návod od dodavatele – návod pro použití originálního fantomu je také pomůcka pro provádění ZPS, tzn. ustanovení § 77 odst. 2 Vyhlášky o radiační ochraně [2] se vztahuje i na něj.

**Pro zubní výpočetní tomograf** výchozí ZPS spočívá v naexponování 3D obrazového souboru fantomu a jeho uložení jako referenčního. Hodnocené parametry 3D obrazu se při dalších ZPS porovnávají s parametry v referenčním souboru. Pokud je toto provedeno v rámci PZ nebo ZDS, používá se při rutinních ZPS 3D obraz vyhotovený při PZ nebo ZDS.

## 2.1.3 Provedení testu

U zařízení s digitalizací obrazu zkoušce provozní stálosti předchází kontrola monitoru, zejména jeho čistoty, dále kontrola softwarového nastavení jasu, kontrastu a filtrů, mechanického nastavení pohledového úhlu. K této kontrole a nastavení monitoru se použije integrovaný kontrolní obraz monitoru (bývá součástí zobrazovacího softwaru).

U zařízení s filmovým provozem předchází zkoušce provozní stálosti rutinní kontrola stáří vyvolávacích roztoků, jejich teploty a kontrola čistoty negatoskopu.

### 2.1.3.1 Zubní intraorální rtg zařízení

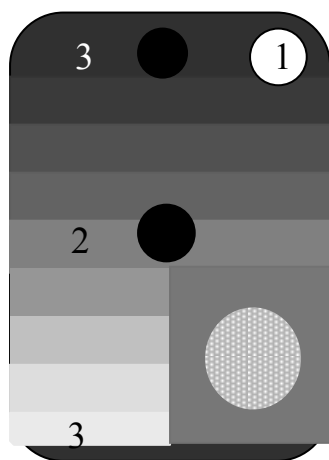
U zubního intraorálního rtg zařízení se zkouška provozní stálosti provádí vizuálním porovnáním snímku zubního fantomu pořízeného pomocí optimalizovaných běžně používaných expozičních parametrů pro horní molár dospělého s referenčním snímkem vytvořeným při výchozí zkoušce provozní stálosti. Zhotovený snímek se vždy prohlíží za podmínek prohlížení, které se používají v klinické praxi. *Fantom by měl překrývat celý receptor obrazu.*

***Doporučuje se, aby zubní fantom pro přímou a nepřímou digitalizaci neobsahoval prvky s nulovým zeslabením (kruhový otvor by měl být zakryt 1 mm Al). Nicméně pokud takový prvek obsahuje, je třeba počítat s tím, že snímky mohou vykazovat rozliší tohoto prvku do stran, které, pokud se vyskytuje na snímku z výchozí ZPS provedené při optimálních expozičních parametrech určených při ZDS, není závadou.***

***Zubní fantom pro zubní intraorální rtg zařízení s filmovým provozem by měl obsahovat prvek s nulovým zeslabením.***

#### Na zhotoveném snímku se hodnotí:

- **zčernání** - nemělo by se výrazně lišit od referenčního snímku fantomu
- **viditelnost jednotlivých stupňů fantomu** - měly by být viditelné všechny stupně používaného fantomu (u digitalizace bez úprav, nebo po úpravě jasu, kontrastu, nebo gamakorekce)
- **rozhodnutí mřížky fantomu** - měla by být vždy viditelná (bez úprav, nebo po úpravě)
- **kvalitativní shoda s referenčním snímkem** - zrnitost (zašumění) a jiné, vizuálním porovnáním zjistitelné neshody a artefakty
- **u přímé digitalizace vertikální, nebo horizontální prodloužení zobrazení kruhového otvoru fantomu** - souvisí s mezním nasycením CCD – toto protažení by se na snímku nemělo vyskytovat (v případě, že není na snímku z výchozí ZPS)
- **u filmového provozu průhlednost neozářené plochy filmu** - neměla by se výrazně lišit od referenčního snímku, při uživatelské kontrole bez denzitometru by tato část snímku ve vysušeném stavu měla být průhledná, pokud je tato část filmu „mléčně zakalená“, je to známka zvýšeného závoje filmu
- **u filmového provozu neprůhlednost přezářené plochy filmu – kruhový otvor fantomu** – měl by vždy být černý a neprůhledný (pokud není - ukazuje na chybu vyvolávacího procesu)



- 1 – neozářená plocha  
2 – referenční zčernání  
3 – kontrast

Obr. 1 Příklad obrázku zubního fantomu

### 2.1.3.2 Zubní panoramatické rtg zařízení

Zkouška provozní stálosti se provádí vizuálním porovnáním snímku fantomu čelisti s referenčním snímkem vytvořeným při výchozí zkoušce provozní stálosti.

Použití zeslabovací vrstvy mědi, expoziční parametry a geometrie světelných zaměřovačů se vždy nastaví na hodnoty stanovené při výchozí ZPS.

Umístění fantomu se provede tak, že se originální fantom nasadí na rtg zařízení podle návodu výrobce

- u rtg zařízení s milimetrovým noniusem: nonius musí být na nule a světelný zaměřovač by pak měl ukazovat na pozici kuličky fantomu ve frontální části fantomu čelisti, nebo jiného artefaktu fantomu ve frontální části – světelná vertikála tohoto zaměřovače má ukazovat pozici křivky, která kopíruje přednastavený tvar čelisti a nachází se ve středu ostře zobrazené oblasti tomografického řezu.

- u rtg zařízení se světelným zaměřovačem: světelný zaměřovač musí ukazovat na pozici kuličky ve frontální části čelisti - světelná vertikála tohoto zaměřovače má ukazovat pozici řezné roviny, která kopíruje přednastavený tvar čelisti.
- při použití neoriginálního fantomu: provádí se s použitím skusového aplikátoru pro standartní panoramatický snímek. Fantom se umístí tak, aby se kulička nebo jiný objekt znázorňující pozici frontální části fantomu, nacházela (směrem od stojanu rtg zařízení) cca 7 mm za drážkou pro řezáky. Před umístěním fantomu platí předešlé dva body tzn. nonius musí být na nule a světelný zaměřovač by pak měl ukazovat na pozici kuličky nebo jiného objektu ve frontální části fantomu čelisti.

U filmového provozu se zhotovený snímek vždy prohlíží proti homogennímu osvětlení na negatoskopu s možností vyclonění na velikost snímku.

*V případě filmového provozu této zkoušky provozní stálosti předchází zkoušky filmového zobrazovacího procesu:*

- *jednou za 3 měsíce 5.1 Senzitometrie nebo 5.2 Alternativní kontrola vyvolávacího procesu pomocí zkušebního filmu, exponovaného ve speciálním módu na rtg zařízení a*
- *jednou ročně 5.3 Světlotěsnost temné komory, příp. 5.4 Ochranné osvětlení temné komory,*
- *při používání ručního vyvolávacího procesu se provede rutinní kontrola stavu vývojky a ustalovače.*

*Tyto zkoušky se provádí podle přílohy tohoto dokumentu (kapitola 5).*

### **Na zhotoveném snímku se hodnotí:**

- **ostrost objektů fantomu čelisti** – kuličky by neměly být vertikálně nebo horizontálně zploštělé, hrany kuliček nebo jiných artefaktů by měly být ostré
- **zčernání** – hodnotí se vizuálně a nemělo by se výrazně lišit od referenčního snímku
- **symetrie** - hodnotí se rozměr levé a pravé strany snímku fantomu čelisti podle instrukcí výrobce fantomu. Pokud tato informace není k dispozici, měří se obvykle vzdálenost střední a krajní kuličky samostatně pro levou a pravou stranu snímku. Při použití originálního fantomu **musí být** rozdíl levé a pravé strany snímku **v tolerancích uvedených výrobcem fantomu**.

Tolerance při použití **neoriginálního fantomu** čelisti je zvětšena o nejistotu měření spojenou s jeho mechanickým umístěním na rtg zařízení. **Rozdíl levé a pravé strany snímku by neměl být větší než 10 % vztaheno k celkové délce skenu bez ohledu na zvětšení obrazu** (hodnotí se horizontální vzdálenost středového a definovaného krajního objektu fantomu čelisti).

Příklad: Levá strana 60 mm, pravá strana 70 mm, celková vzdálenost krajních objektů artefaktů je tedy 130 mm, 10% tolerance zahrnující nejistotu umístění fantomu je v tomto případě 13 mm. Rozdíl horizontálního rozměru levé a pravé strany je 10 mm, test symetrie snímku s použitím neoriginální testovací pomůcky je tedy vyhovující.

- **symetrie zčernání snímku** - snímek by měl být symetrický z hlediska zčernání
- **artefakty na snímku** – výskyt statických artefaktů z kazet a folií či jiných artefaktů vzniklých při expozici nebo při vyvolávacím procesu (nepravdělné tmavší vertikální pruhy, otisky z vyvolávacího automatu, atd.)
- **homogenita zčernání snímku** - snímek by měl být stranově symetrický z hlediska zčernání
- **další kvalitativní ukazatele** - obraz fantomu by neměl být kvalitativně odlišný od referenčního obrazu (výchozí úroveň zčernání, zrnitost, rozmazání, barevně zvýrazněný atd.)
- **u nepřímé digitalizace a filmového provozu viditelnost neozářených okrajů na filmu** - měly by být viditelné všechny okraje a měly by být čiré, průhledné - pokud je tato část filmu mléčně zakalená, je to známka zvýšeného závoje filmu.

### **2.1.3.3 Zubní výpočetní tomograf**

Zkouška provozní stálosti se provádí s originálními fantomy od výrobce rtg zařízení (QA válcový fantom, vodní válcový fantom, silonový válcový fantom s kuličkami, kuličkový fantom čelisti s artefakty pro 3D zobrazení,...). Při provádění tohoto testu a vyhodnocení se postupuje podle návodu výrobce rtg zařízení.

Zjištěné parametry se zaznamenají, u software s automatickým vyhodnocením se test archivuje např. exportem "Test Report" do složky s ostatními testy rtg zařízení.

U starších zubních výpočetních tomografů, u kterých nejsou součástí dodávky rtg zařízení testovací fantomy, lze uživatelsky provést pouze základní test šumu a HU a podle možností zobrazovacího softwaru i test homogenity s jiným vodním fantomem. Musí být zajištěna podmínka, že se celý skenovaný objem nachází uvnitř objemu vodního fantomu. Expoziční parametry by měly být konzultovány se servisní organizací a na zhotovených snímcích (různých řezech sejmutého objemu) by neměly být vidět např. kruhové artefakty. K hodnocení parametrů šum, HU a homogenita se používá centrální axiální řez vodního fantomu.

Pokud zobrazovací software nabízí pouze hodnoty HU na aktuální pozici myši, lze test hodnotit pouze kvalitativně porovnáváním s výchozím obrazem se stejným nastavením.

### Na zhotoveném snímku se povinně hodnotí:

- **HU** – Hounsfieldovy jednotky - hodnoty CT čísla pro vodu a v případě originálního fantomu od výrobce i dalších materiálů, které jsou ve fantomu přítomny.
- **Šum** - hodnota standardní odchylky v ROI (Region of Interest - čtvercová, nebo kruhová oblast zájmu o velikosti definované výrobcem fantomu, nebo stanovené při PZ, nebo ZDS - doporučený průměr ROI je 40 % průměru fantomu)
- **Homogenita obrazu** – rozdíl střední hodnoty HU v centrální ROI a střední hodnoty HU v periferních ROI. Velikost a umístění ROI definuje výrobce fantomu nebo jsou určeny při PZ nebo ZDS.
- **Artefakty na snímku** - neobvyklé artefakty vzniklé při expozici fantomu, např. axiální řez je ohraničen bílým okrajem (rtg svazek nepokrývá celou plochu receptoru a je potřeba provést kalibraci svazku, který musí plně pokrývat aktivní část detektoru obrazu).

Pozn. k artefaktům ukazujících na závadu rtg zařízení nepatří artefakty spojené se snímkováním kovových předmětů v oblasti skenovaného objemu, jako jsou korunky, implantáty, nebo rovnátka. Kovové součásti chrupu mohou výrazně ovlivnit CT výpočetní algoritmus, což se objeví ve výsledném zobrazení skenovaného objemu a deformované zobrazení jednotlivých skenů pak nelze považovat za nežádoucí artefakt.

### Na zhotoveném snímku se volitelně hodnotí:

- **LP test (HR test)** - poslední čitelná hodnota zobrazeného LP testu, nebo hodnota uvedená v "test report" v automatickém vyhodnocovacím software
- Požadavky na hodnocené parametry v případě použití neoriginálního fantomu:
- HU vody se musí pohybovat v rozmezí  $\pm 4$  HU
  - Šum  $\pm 0,2$  HU od referenční hodnoty
  - Homogenita obrazu (největší rozdíl průměrné HU v centrální a periferní oblasti)  $\pm 2$  HU.

## 2.1.4 Nápravná opatření

V případě výrazné odchylky snímku zhotoveného při zkoušce provozní stálosti od snímku referenčního se zkouška opakuje. Pokud i opakovaný snímek vykazuje výraznou odchylku, provede se příslušné nápravné opatření (viz následující tabulka) a zkouška se opět zopakuje. Pokud ani snímek zhotovený po nápravném opatření nevykazuje správnou kvalitu, je potřeba kontaktovat servisní organizaci nebo držitele povolení k provádění ZDS.

### Všechna nápravná opatření musí být po jejich provedení používána v klinické praxi.

<i>Zubní intraorální rtg zařízení s přímou digitalizací</i>		
<b>odchylka od referenčního snímku</b>	<b>možná příčina odchylky</b>	<b>nápravné opatření</b>
obraz fantomu je výrazně světlejší	na rtg zařízení jsou chybně navolené expoziční hodnoty	použití optimalizovaných expozičních parametrů uvedených v poslední ZDS pro standardní snímek horního moláru dospělého člověka (kV, mA, s)
obraz fantomu je výrazně tmavší	na rtg zařízení jsou chybně navolené expoziční hodnoty	
obraz fantomu je zašumělý, zrnitý	receptor obrazu je podexponovaný	
obraz fantomu je výrazně světlejší	použití jiného tubusového nástavce	použít správný tubusový nástavec
obraz fantomu je výrazně tmavší	použití rtg zařízení bez tubusového nástavce	
snímek fantomu je i po nápravném opatření v nevyhovující kvalitě	jiná nespécifikovaná závada zobrazovacího řetězce	kontaktování servisní organizace nebo držitele povolení k provádění ZDS
obraz fantomu je obecně kvalitativně zhoršený zrnitý, rozmazaný, tmavý, světlý, nekонтрастní, zobrazený jinak než obvykle, např. stranově převrácený, negativní, barevně zvýrazněný....	na rtg zařízení mohou být chybně navolené expoziční hodnoty	použití optimalizovaných expozičních parametrů uvedených v poslední ZDS pro standardní snímek horního moláru dospělého člověka (kV, mA, s)
	nebo jde o nechtěné přenastavení výchozích hodnot (softwarových filtrů, jasu, kontrastu, gamakorekce, způsobu výchozího zobrazení...)	
časově stálé artefakty na obrazu	nečistota na vstupní ploše receptoru obrazu (CR, CCD, CMOS)	vyčištění receptoru obrazu (výrobcem doporučeným čistícím prostředkem)
	poškozená vstupní plocha receptoru obrazu (CR, CCD, CMOS)	výměna CR fólie nebo detektoru přímé digitalizace



zobrazení kruhového otvoru fantomu se stranově rozlévá	nastává tzv. blooming (přetečení pixelů u CCD) expozice dosahuje horní meze nasycení detektoru	v případě, že se toto rozlítní vyskytuje i na snímku z výchozí ZPS, nejedná se o nevyhovující výsledek
		v případě, že se toto rozlítní na snímku z výchozí ZPS nevyskytuje, lze tuto expozici používat maximálně pouze pro zobrazení Bitewingu dospělého pacienta, pro standardní snímek horního moláru dospělého pacienta je nutné používat expozice s nižší dávkou – je nutné provést mimořádnou ZDS a v rámci ní optimalizaci
přes obraz fantomu jsou ostré pruhové artefakty, nebo je obraz fantomu rozsypaný / nečitelný	chyba vyčítání dat z CCD/CMOS detektoru, je vadný detektor, nebo jeho napájení - (častá závada u nekvalitních prodlužovacích kabelů USB)	u prodlužovacích kabelů USB použití kvalitního HUB rozbočovače s vlastním napájením zapojené v pořadí: CCD senzor → HUB s napájením → prodlužovací kabel USB → počítač v případě neúspěchu kontaktování servisní organizace nebo držitele povolení k provádění PZ a ZDS

<b>Zubní intraorální rtg zařízení s nepřímou digitalizací</b>		
<b>odchylka od referenčního snímku</b>	<b>možná příčina odchylky</b>	<b>nápravné opatření</b>
obraz fantomu je výrazně světlejší	na rtg zařízení jsou chybně navolené expoziční hodnoty	použití optimalizovaných expozičních parametrů uvedených v poslední ZDS pro standardní snímek horního moláru dospělého člověka (kV, mA, s)
obraz fantomu je výrazně tmavší	na rtg zařízení jsou chybně navolené expoziční hodnoty	
obraz fantomu je zašumělý, zrnitý	receptor obrazu je podexponovaný	
obraz fantomu je výrazně světlejší	použití jiného tubusového nástavce	použít správný tubusový nástavec
obraz fantomu je výrazně tmavší	použití rtg zařízení bez tubusového nástavce	
snímek fantomu je i po nápravném opatření v nevyhovující kvalitě	jiná nespécifikovaná závada zobrazovacího řetězce	kontaktování servisní organizace nebo držitele povolení k provádění ZDS
obraz fantomu je obecně kvalitativně zhoršený zrnitý, rozmazaný, tmavý, světlý, nektrastní, zobrazený jinak než obvykle, např. stranově převrácený, negativní, barevně zvýrazněný....	na rtg zařízení mohou být chybně navolené expoziční hodnoty	použití optimalizovaných expozičních parametrů uvedených v poslední ZDS pro standardní snímek horního moláru dospělého člověka (kV, mA, s)
	nebo jde o nechtěné přenastavení výchozích hodnot (softwarových filtrů, jasu, kontrastu, gamakorekce, způsobu výchozího zobrazení...)	kontrola a nastavení výchozích hodnot ve vyhodnocovacím software a jejich zpětné uživatelské přenastavení podle manuálu výrobce software, nebo podle doporučení servisní organizace nebo držitele povolení k provádění PZ a ZDS
časově stálé artefakty na obrazu	nečistota na vstupní ploše receptoru obrazu (CR, CCD, CMOS)	vyčištění receptoru obrazu (výrobce doporučeným čistícím prostředkem)
	poškozená vstupní plocha receptoru obrazu (CR, CCD, CMOS)	výměna CR fólie nebo detektoru přímé digitalizace
přes obraz fantomu jsou ostré pruhové artefakty, nebo je obraz fantomu rozsypaný / nečitelný	chyba vyčítání dat z CR folie, závada na scanneru	kontaktování servisní organizace nebo držitele povolení k provádění PZ a ZDS
snímek se zobrazí ve skenovacím okénku pouze schematicky	software není schopen z dat složit kompletní obraz 1) příliš nízká dávka rentgenového záření na paměťovou fólii 2) zesílení nastaveno na příliš nízkou hodnotu 3) zvolen nevhodný čtecí mód 4) nastavena příliš vysoká prahová hodnota	je třeba: 1) navýšit expoziční parametry 2) zvýšit zesílení (HV-hodnota) 3) zvolit vhodný mód 4) redukovat nastavení
vícenásobný obraz a stíny na snímku	dvojexpozice, nebo nedostatečné vymazání CR folie	opětovné vyčtení, nebo vymazání CR folie

vedle správného obrazu se objeví úzké obrazy se světlými a tmavými pruhy	během čtení vniklo cizí světlo	zamezení dopadu intenzivního světla na podávací otvor pro paměťové fólie, umístění scanneru na temné místo
na okraji obrazu je široký světlý pruh	po čtení vniklo světlo a software ho považuje za součást obrazu	

<b><i>Zubní intraorální rtg zařízení s filmovým provozem</i></b>		
<b>odchylka od referenčního snímku</b>	<b>možná příčina odchylky</b>	<b>nápravné opatření</b>
obraz fantomu je výrazně světlejší	na rtg zařízení jsou chybně navolené expoziční hodnoty	použití optimalizovaných expozičních parametrů uvedených v poslední ZDS pro standardní snímek horního moláru dospělého člověka (kV, mA, s)
obraz fantomu je výrazně tmavší	na rtg zařízení jsou chybně navolené expoziční hodnoty	
obraz fantomu je výrazně světlejší	použití jiného tubusového nástavce	použít správný tubusový nástavec
obraz fantomu je výrazně tmavší	použití rtg zařízení bez tubusového nástavce	
snímek fantomu je i po nápravném opatření v nevyhovující kvalitě	jiná nespecifikovaná závada zobrazovacího řetězce	kontaktování servisní organizace nebo držitele povolení k provádění ZDS
snímek fantomu je výrazně světlejší	použití jiného typu chemikálií (ve vyvolávacím automatu jsou použity chemikálie pro ruční zpracování filmů)	použití chemikálií pro strojní zpracování
	nízká teplota chemikálií	kontrola teploty chemikálií, uvedení teploty chemikálií do provozního stavu
	krátký vyvolávací čas	kontrola teploty chemikálií a prodloužení vyvolávacího času podle doporučení výrobce
	vyčerpané chemikálie, zoxidovaná vývojka	kontrola data výměny chemikálií, výměna vývojky
	chemikálie jsou zhotoveny ve špatném míšicím poměru	výměna vývojky a ustalovače v poměru deklarovaném výrobcem
	použití filmů s nižší citlivostí	kontrola citlivosti filmu na jeho obalu a výměna rtg filmů, nebo optimalizace expozičních parametrů pro filmy s nižší citlivostí
snímek fantomu je výrazně tmavší	chemikálie jsou zhotoveny ve špatném míšicím poměru	výměna vývojky a ustalovače v poměru deklarovaném výrobcem
	dlouhý vyvolávací čas	zkrátit vyvolávací čas podle doporučení výrobce
	vysoká teplota vývojky	kontrola teploty chemikálií, uvedení teploty vývojky do provozního stavu
snímek fantomu je výrazně tmavší a neozářená plocha filmu mléčně zakalená, nebo je neprůhledná	průnik světla do vyvolávacího automatu, nebo vyvolávacího boxu	odstranění průniku světla
	prošlá expirační doba filmů	kontrola expirační doby na krabici s filmy a náhrada novým filmovým materiálem
	nevhodné pracovní osvětlení temné komory	použití vhodného pracovního osvětlení (originální osvětlení do temné komory, zadní červené cyklistické světlo, ...)
	při ručním zpracování - temná komora není světlotěsná	uživatelská kontrola světlotěsnosti po 3-minutové adaptaci očí v temné komoře při vypnutém pracovním osvětlení, následné zatmění oblastí průniku světla
snímek je světlý, stupně jsou viditelné, je málo kontrastní	snímek byl ozářen ze zadní strany kryté olověným plechem	provedení nové expozice na přední stranu snímku
snímek fantomu je průhledný	průchod filmu chemikáliemi v obráceném pořadí (ustalovač, následně vývojka)	ustavení nádobek s chemikáliemi ve správné pořadí (vývojka, následně ustalovač)

snímek je výrazně světlejší a obraz kruhového otvoru fantomu filmu není černý, (absolutně neprůhledný)	chyba ve vyvolávacím procesu	kontrola data výměny chemikálií, výměna vývojky, kontrola teploty chemikálií, uvedení teploty chemikálií do provozního stavu, kontrola vyvolávacího času
snímek fantomu je i po nápravném opatření v nevyhovující kvalitě	pravděpodobná chyba ve vyvolávacím procesu – je třeba provést následující kontrolu vyvolávacího procesu: intraorální snímek se na denním světle přestřihne a každá polovina se samostatně vnoří do vývojky a do ustalovače -	pokud film ve vývojce nezčerná a film v ustalovači neprůhlední, je třeba vyměnit vyvolávací chemikálie
snímek fantomu je po jednom týdnu od použití nových roztoků výrazně světlejší	častá závada - nevhodné vyvolávací nádoby (ploché misky) malý objem vývojky / velká plocha hladiny vývojky	použití vhodných vyvolávacích nádobek

<b><i>Zubní panoramatické rtg zařízení s přímou digitalizací</i></b>		
<b>odchylka od referenčního snímku</b>	<b>možná příčina odchylky</b>	<b>nápravné opatření</b>
obraz fantomu je výrazně světlejší	na rtg zařízení jsou chybně navolené expoziční hodnoty	kontrola nastavených expozičních parametrů pro standardní snímek dospělého člověka (kV, mA, s)
obraz fantomu je výrazně tmavší	na rtg zařízení jsou chybně navolené expoziční hodnoty	
obraz fantomu je zašumělý, zrnitý	receptor obrazu je podexponovaný	
obraz fantomu je výrazně tmavší	chybí zeslabovací vrstva mědi	použití zeslabovací vrstvy mědi – pouze při ZPS, v klinické praxi ji nepoužívejte!
přes obraz fantomu jsou ostré pruhové artefakty, nebo je obraz fantomu rozsypaný / nečitelný	rtg svazek není správně nacentrován na (CCD / CMOS) receptor obrazu	
zobrazena kulička, nebo jiný objekt ve frontální části fantomu je neostrý a vertikálně, nebo horizontálně nesymetrický	chyba nastavení řezné roviny	kontrola nastavení softwarové pozice řezné roviny a pozice světelného zaměřovače, nastavení softwarové pozice řezné roviny do pozice 0, nastavení světelného zaměřovače na frontální kuličku fantomu
na obrazu jsou nepravidelné tmavší vertikální pruhy	chyba pohonu rotačního pohybu	kontaktování servisní organizace nebo držitele povolení k provádění ZDS
obraz fantomu není symetrický	chyba nastavení osy X, nebo mechanické posunutí části rtg zařízení se skusovým aplikátorem, nebo je rtg svazek mimo osu rotace C-ramena	
přes obraz je ostrý horizontální pruh	u rtg zařízení s děleným receptorem obrazu není provedena kalibrace	
obraz fantomu je obecně kvalitativně zhoršený zrnitý, rozmazaný, tmavý, světlý, nekонтрастní, zobrazený jinak než obvykle, např. stranově převrácený, negativní, barevně zvýrazněný...	nechtěné přenastavení výchozích hodnot (softwarových filtrů, jasu, kontrastu, gamakorekce, způsobu výchozího zobrazení...)	kontrola a nastavení výchozích hodnot ve vyhodnocovacím software a jejich zpětné uživatelské přenastavení podle manuálu výrobce software, nebo podle doporučení odborných servisní organizace nebo držitele povolení k provádění ZDS

<b><i>Zubní panoramatické rtg zařízení s nepřímou digitalizací</i></b>		
<b>odchylka od referenčního snímku</b>	<b>možná příčina odchylky</b>	<b>nápravné opatření</b>
obraz fantomu je výrazně světlejší	na rtg zařízení jsou chybně navolené expoziční hodnoty	kontrola nastavených expozičních parametrů pro standardní snímek dospělého člověka (kV, mA, s)
obraz fantomu je výrazně tmavší	na rtg zařízení jsou chybně navolené expoziční hodnoty	
obraz fantomu je zašumělý, zrnitý	receptor obrazu je podexponovaný	
obraz fantomu je výrazně tmavší	chybí zeslabovací vrstva mědi	použití zeslabovací vrstvy mědi – pouze při ZPS, v klinické praxi ji nepoužívejte!
na obrazu je pravidelný opakující	nečistota CR folií, poškozená	vyčištění folií, kontrola krytu kazety

se světlejší artefakt	kazeta	
snímek se zobrazí ve skenovacím okénku pouze schematicky, software není schopen z dat složit kompletní obraz	software není schopen z dat složit kompletní obraz 1) příliš nízká dávka rentgenového záření na paměťové fólii 2) zesílení nastaveno na příliš nízkou hodnotu 3) zvolen nevhodný čtecí mód 4) nastavena příliš vysoká prahová hodnota	1) zvýšte dávku rentgenového záření 2) zvýšte zesílení (HV-hodnota) 3) zvolte vhodný výběrový mód 4) redukuje nastavení
vícenásobný obraz, nebo stíny na rentgenovém obrazu	dvojexpozice, nebo nedostatečné vymazání CR folie	opětovné vyčtení, nebo vymazání CR folie; v případě, že se nedostatek opakuje i při dalším snímku, je nutné kontaktovat servisní organizaci
vedle správného obrazu se objeví úzké obrazy se světlými a tmavými pruhy	během čtení vniklo cizí světlo	zamezení dopadu intenzivního světla na podávací otvor, umístění scanneru na temné místo
na okraji obrazu je široký světlý pruh	po čtení vniklo světlo a software považuje tento rozsah za součást obrazu	
přes obraz fantomu jsou ostré pruhové artefakty, nebo je obraz fantomu rozsypaný / nečitelný	chyba vyčítání dat z CR folie, vadný scanner	kontaktování servisní organizace nebo držitele povolení k provádění ZDS
zobrazena kulička, nebo jiný objekt ve frontální části fantomu je neostrý a vertikálně, nebo horizontálně nesymetrický	chyba nastavení řezné roviny	kontrola nastavení softwarové pozice řezné roviny a pozice světelného zaměřovače, nastavení softwarové pozice řezné roviny do pozice 0, nastavení světelného zaměřovače na frontální kuličku fantomu
na obrazu jsou nepravidelné tmavší vertikální pruhy	chyba pohonu rotačního pohybu	
obraz fantomu není symetrický	chyba nastavení osy X, nebo mechanické posunutí části rtg zařízení se skusovým aplikátorem, nebo je rtg svazek mimo osu rotace C-ramena	kontaktování servisní organizace nebo držitele povolení k provádění ZDS
jedna kulička protažená, následující zploštělá	nepravidelná rotace ramene, nebo kazetového vozíku	
přes obraz je ostrý horizontální pruh	u rtg zařízení s děleným receptorem obrazu není provedena kalibrace	
obraz fantomu je obecně kvalitativně zhoršený zrnitý, rozmazaný, tmavý, světlý, nekонтрастní, zobrazený jinak než obvykle, např. stranově převrácený, negativní, barevně zvýrazněný...	nechtěné přenastavení výchozích hodnot (softwarových filtrů, jasu, kontrastu, gamakorekce, způsobu výchozího zobrazení...)	kontrola a nastavení výchozích hodnot ve vyhodnocovacím software a jejich zpětné uživatelské přenastavení podle manuálu výrobce software, nebo podle doporučení odborných servisní organizace nebo držitele povolení k provádění ZDS

**Zubní panoramatické rtg zařízení s filmovým provozem**

<b>odchylka od referenčního snímku</b>	<b>možná příčina odchylky</b>	<b>nápravné opatření</b>
snímek fantomu je výrazně světlejší	na rtg zařízení jsou chybně navolené expoziční hodnoty	kontrola nastavených expozičních parametrů pro standardní snímek dospělého člověka (kV, mA, s)
	použití jiného typu chemikálií	kontrola typu chemikálií pro ruční / strojní zpracování
	nízká teplota vývojky	kontrola teploty chemikálií, uvedení teploty chemikálií do provozního stavu
	krátký vyvolávací čas	kontrola teploty chemikálií a prodloužení vyvolávacího času podle doporučení výrobce chemikálií
	vyčerpané chemikálie, zoxidovaná vývojka	kontrola data výměny chemikálií, výměna vývojky a



		ustalovače, kontrola nastavení regeneračního množství chemikálií
	chybějící regenerační roztoky	výměna chemikálií ve vyvolávacím automatu a doplnění regeneračních roztoků
	chemikálie jsou zhotoveny ve špatném míscím poměru	výměna vývojky a ustalovače v poměru deklarovaném výrobcem
	neshoda kombinace film / folie	použití správné kombinace film / folie (blue / blue, nebo green / green)
	použití kazety s méně zesilujícími foliemi	kontrola deklarovaného indexu zesílení na použité kazetě (200, 400...)
snímek fantomu je tmavší	na rtg zařízení jsou chybně navolené expoziční hodnoty	kontrola nastavených expozičních parametrů pro standardní snímek dospělého člověka (kV, mA, s)
	chemikálie jsou zhotoveny ve špatném míscím poměru	výměna vývojky a ustalovače v poměru deklarovaném výrobcem
	použití jiného typu chemikálií	kontrola typu chemikálií pro ruční / strojní zpracování
	vysoká teplota vývojky	kontrola teploty chemikálií, uvedení teploty chemikálií do provozního stavu
snímek fantomu je výrazně tmavší a neozářená plocha okrajů filmu je mléčně zakalená, nebo tmavá až neprůhledná	prošlá expirační doba filmů	kontrola expirační doby na krabici s filmy a náhrada novým filmovým materiálem
	nevhodné pracovní osvětlení temné komory	použití vhodného pracovního osvětlení (originální osvětlení do temné komory, zadní červené cyklistické světlo,...)
	temná komora není světlotěsná	uživatelská kontrola světlotěsnosti po 3-minutové adaptaci očí v temné komoře při vypnutém pracovním osvětlení a následné zatemnění oblastí průniku světla
	průnik světla do vyvolávacího automatu, nebo vyvolávacího boxu	odstranění průniku světla
snímek fantomu je průhledný	snímek byl ozářen ze zadní strany kazety kryté olověným plechem	provedení nové expozice na přední stranu kazety
	průchod filmu chemikáliemi v obráceném pořadí (ustalovač, následně vývojka)	kontrola pořadí chemikálií (vývojka, následně ustalovač)
snímek fantomu je celý neprůhledný	osvícené filmy	výměna filmů
zobrazená kulička, nebo jiný objekt ve frontální části fantomu je neostrý a vertikálně, nebo horizontálně nesymetrický	chyba nastavení řezné roviny	kontrola nastavení noniusu a pozice světelného zaměřovače, nastavení noniusu do pozice 0, nastavení světelného zaměřovače na frontální kuličku fantomu
na snímku jsou nepravidelné tmavší vertikální pruhy	chyba pohonu rotačního pohybu	kontaktování servisní organizace nebo držitele povolení k provádění ZDS
snímek fantomu není symetrický	chyba nastavení osy X, nebo mechanické posunutí části rtg zařízení se skusovým aplikátorem, nebo je rtg svazek mimo osu rotace C-ramena	
na snímku je nepravidelná neprůhledná oblast na okraji filmu	kazeta není světlotěsná	kontrola zámků kazety, výměna kazety
na snímku je pravidelný opakující se světlejší artefakt	nečistota folií, poškozená kazeta	vyčistění folií, kontrola krytu kazety
snímek fantomu je i po nápravném opatření v nevyhovující kvalitě	jiná nespecifikovaná závada zobrazovacího řetězce	kontaktování servisní organizace nebo držitele povolení k provádění ZDS

### Zubní výpočetní tomograf

<b>odchylka od referenčního souboru snímků</b>	<b>možná příčina odchylky</b>	<b>nápravné opatření</b>
obraz fantomu je obecně kvalitativně zhoršený zrnitý, rozmazaný, tmavý, světlý, nekонтastní, zobrazený jinak než obvykle...	nechtěné přenastavení výchozích hodnot (softwarových filtrů, jasu, kontrastu, gamakorekce, ostrosti, šířky řezné roviny, snímací voxel value, u 3D zobrazení nastavení parametrů renderingu, ...)	kontrola a nastavení výchozích hodnot ve vyhodnocovacím softwaru a jejich zpětné uživatelské přenastavení podle manuálu výrobce software, nebo podle doporučení servisní organizace nebo držitele povolení k provádění ZDS
měřené hodnoty jsou mimo toleranci udávanou výrobcem (HU pro jednotlivé materiály, standardní odchylky pixel value v ROI vyjadřující šum, LP test, počet zobrazených kuliček ve skenovaném objemu, ...)	je potřebná kalibrace rtg zařízení	vždy kalibrace servisní organizací
neobvyklé artefakty zobrazeného fantomu		

## 2.2 Vizuální ověření čistoty monitoru

Tato ZPS se provádí na pracovištích se zubními intraorálními nebo panoramatickými rtg zařízeními s přímou nebo nepřímou digitalizací a na pracovištích se zubními výpočetními tomografy.

### 2.2.1 Četnost

- periodicky nejméně jednou měsíčně

### 2.2.2 Provedení testu

Vizuálně se zkontroluje čistota monitoru používaného pro klinické hodnocení snímků.

### 2.2.3 Nápravná opatření

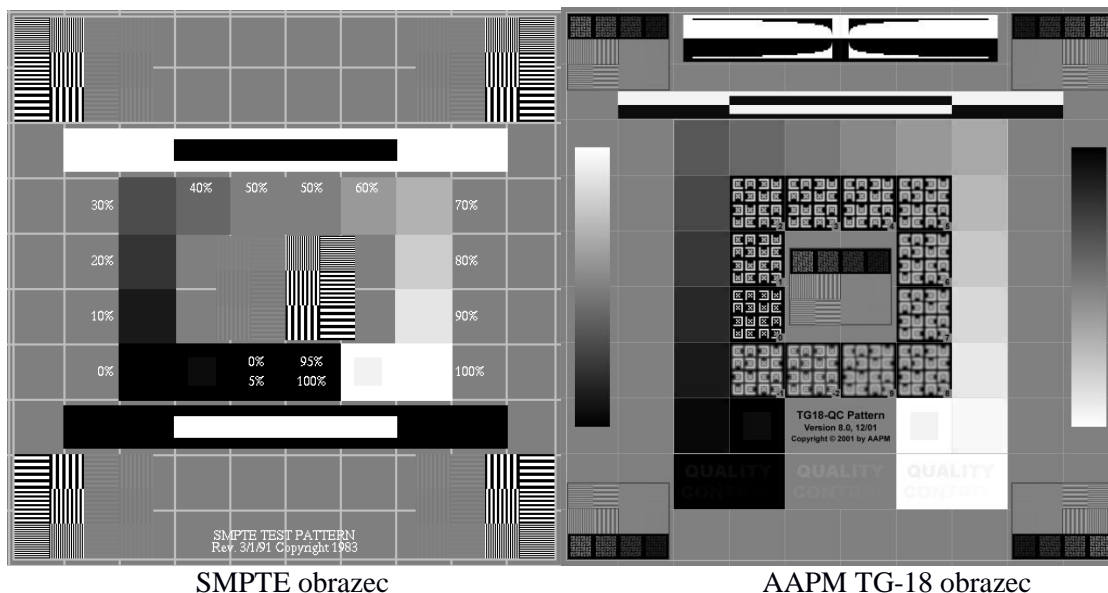
V případě nečistot se monitor vyčistí a zkouška se zopakuje.

### 2.2.4 Poznámka

Monitor by měl být umístěn na tmavém místě (dle možností pracoviště). Nevhodné je umístění např. před oknem, nebo v místě, kde na plochu monitoru dopadá přímé výrazné světlo z osvětlení ordinace, nebo sluneční svit. Takto nevhodné umístění monitoru, vzhledem k jeho pozadí, výrazně sníží diagnostickou hodnotu obrazu, zejména čitelnost detailů o nízkém kontrastu.

### 2.2.5 Test monitoru pomocí referenčního obrazce

Tento test není vyžadován legislativou, nicméně se doporučuje provádět jej na všech zařízeních s digitalizací obrazu s četností jednou měsíčně. Jedná se o kvalitativní posouzení zobrazovací schopnosti monitoru pomocí referenčního obrazce. Vhodný referenční obrazec je např. obrazec SMPTE nebo AAPM TG18 – QC, viz obr. 2. Test se provádí za vhodných konstantních prohlížečích podmínek obvyklých při čtení diagnostických snímků.



SMPTE obrazec

AAPM TG-18 obrazec

Obr. 2 Příklad referenčních obrazců

**Hodnotí se** konzistence zobrazení referenčního obrazce mezi monitory, používá-li se jich na pracovišti více. Dále se hodnotí:

- Rozlišitelnost všech polí s různou hodnotou stupně šedi (čtvercová pole kolem centrální části fantomu)
- Ostré zobrazení bílého objektu v černém poli a černého objektu v bílém poli nebo ostré zobrazení hrany černá-bílá
- Rozlišitelnost nízkokontrastního (5 %) bílého políčka v bílém poli a černého políčka v černém poli
- Viditelnost nízkokontrastních nápisů QUALITY CONTROL (fantom AAPM TG18 QC)
- Plynulost změny stupně šedi ve vertikálních pruzích na kraji fantomu (fantom AAPM TG18 QC)
- Pravoúhlost čtvercové sítě po celé ploše monitoru
- Rozlišitelnost stejné skupiny vysokokontrastních objektů v rozích a ve středu fantomu

**Nápravná opatření v případě zhoršení zobrazení referenčního obrazce:** úprava nastavení jasu a kontrastu monitoru pomocí tlačítek na rámu monitoru, seřízení servisní organizací nebo výměna monitoru.

## 2.3 Vizuální ověření čistoty negatoskopu

Tato ZPS se provádí na pracovištích se zubními intraorálními nebo panoramatickými rtg zařízeními s filmovým provozem v případě, že se pro diagnostické čtení snímků používá negatoskop.

### 2.3.1 Četnost

- periodicky nejméně jednou měsíčně

### 2.3.2 Provedení testu

Vizuálně se zkontroluje čistota negatoskopu používaného pro klinické hodnocení snímků.

### 2.3.3 Nápravná opatření

V případě nečistot se negatoskop vyčistí a zkouška se zopakuje.

## 2.4 Kvalita CR fólií

Tato ZPS se provádí v případě nepřímé digitalizace na pracovištích s intraorálními a panoramatickými rtg zařízeními.

Všechny CR fólie se při běžném používání opotřebovávají. U každé CR fólie se po nějaké době jejího používání začnou objevovat neodstranitelné artefakty. Tato ZPS slouží k jejich včasné identifikaci a k odstranění poškozených CR fólií z provozu před tím, než by mohly začít ovlivňovat diagnostické čtení snímků.

Kontrola stavu CR fólií je jednou z nejdůležitějších součástí kvalitního zobrazení u nepřímé digitalizace, a proto je velmi důležité pravidelně kontrolovat stav všech používaných CR fólií a CR fólie s artefakty důsledně odstraňovat z klinického provozu.

### 2.4.1 Četnost

- u zubních intraorálních rtg zařízení periodicky nejméně jednou měsíčně,
- u zubních panoramatických rtg zařízení periodicky nejméně jednou za 3 měsíce a
- po pořízení nových CR fólií.

### 2.4.2 Provedení testu

**Zubní intraorální rtg zařízení:** Na všechny CR fólie používané v klinickém provozu se provede snímek zubního fantomu.

**Zubní panoramatické rtg zařízení:** Na všechny CR fólie používané v klinickém provozu se provede snímek homogenního měděného fantomu o tloušťce 0,8 - 1 mm.

Na těchto snímcích se vizuálně zkontroluje přítomnost artefaktů. V případě, že se na nějakých snímcích artefakty vyskytují, snímek se na danou CR fólii zopakuje.

### 2.4.3 Nápravná opatření

Pokud se i poté na dané CR fólii vyskytují artefakty, které mohou ovlivnit diagnostickou hodnotu snímku, provede se její vyčištění způsobem a prostředky doporučenými od výrobce a poté se snímek zopakuje.

Pokud se i poté na snímku vyskytují artefakty, daná CR fólie nebo kazeta se musí vyřadit z provozu.

## 2.5 ZPS kefalografu

SÚJB doporučuje provádět na zubních panoramatických rtg zařízeních vybavených kefalografem tuto zkoušku provozní stálosti.

### 2.5.1 Četnost ZPS

K vytvoření panoramatických a kefalografických snímků je používán jeden rtg zářič. K testování kefalometru se nedodává testovací pomůcka pro uživatelskou kontrolu, proto doporučujeme sledovat kvalitu klinicky zhotovených snímků **průběžně při vlastním provozu** rtg zařízení.

### 2.5.2 Hodnocení, nápravná opatření

odchylka od běžného obrazu	možná příčina odchylky	nápravné opatření
zobrazení ušního fixačního aplikátoru v boční projekci není soustředné	mechanická závada, nebo nesprávná poloha ušního fixačního zařízení	kontrola a úprava polohy a funkce aretace, kontaktování servisní organizace nebo držitele povolení k provádění ZDS
velká neozářená oblast na okrajích filmu, nebo zobrazení	chyba nastavení primární clony, chyba nastavení druhotné clony na kefalografu, nebo jiná mechanická závada na kefalografu	vždy kontaktování servisní organizace

### 3 Veterinární rentgenová zařízení

Pokud veterinární skiagrafické rtg zařízení umožňuje skiaskopický provoz, musí být ZPS prováděny v takovém rozsahu, aby pokryly skiagrafické i skiaskopické zobrazování – skiagrafické snímkování (test 3.2) i skiaskopické snímkování (test 3.3). Test 3.1 musí být prováděn na všech veterinárních pracovištích, kde se používají ochranné pomůcky.

Na veterinárním zubním zařízení se provádějí ZPS v rozsahu podle kapitoly 2.

Číslo testu	Název testu	Četnost testu	Platí pro
3.1	Vizuální ověření stavu a neporušenosti ochranných pomůcek	ročně	Všechny
3.2	Soulad radiačního a světelného pole	pololetně	Skiografie
3.3	Soulad radiačního pole a receptoru obrazu		Skiaskopie
3.4	ZPS pro veterinární výpočetní tomografy		CT

SÚJB doporučuje, aby všechny ZPS prováděla OZARO, která provádí snímkování v klinické praxi.

#### 3.1 Vizuální ověření stavu a neporušenosti ochranných pomůcek

Test se provádí na všech veterinárních rtg pracovištích, kde se používají ochranné pomůcky k ochraně osob přidržujících zvíře nebo receptor obrazu, nebo se provádí výkony, kdy musí být osoby přítomné ve vyšetřovně. Kontrolují se všechny ochranné pomůcky, které se používají v praxi (zástěry, límce, rukavice, ...).

##### 3.1.1 Četnost

- periodicky nejméně jednou ročně a
- po jejich opravě nebo
- po pořízení nových ochranných pomůcek.

##### 3.1.2 Provedení testu

Vizuálně se zkontroluje stav a neporušenost ochranných pomůcek. Zástěry nesmějí mít významně sníženou schopnost stínit rtg záření – např. olověná guma nesmí být uvolněná, ve stínění nesmí být velké trhliny (více než několikacentimetrové).

##### 3.1.3 Nápravná opatření

V případě zjištění poškození některé ochranné pomůcky musí být tato vyřazena z běžného provozu a buď opravena, nebo nahrazena novou.

#### 3.2 Soulad radiačního a světelného pole

Test se provádí na veterinárních rtg zařízeních, která umožňují skiagrafické snímkování.

##### 3.2.1 Četnost

- periodicky nejméně jednou za 6 měsíců a
- po změně důležité z hlediska radiační ochrany (např. servisní zásah do kolimačního systému, nebo podezření na špatnou kolimaci),
- po odstávce delší než 6 měsíců.

##### 3.2.2 Provedení testu

Nastaví se vzdálenost ohnisko – receptor obrazu 100 cm. Pokud nelze nastavit 100 cm, nastaví se běžně používaná vzdálenost ohnisko – receptor obrazu. Rozsvítí se světelné pole a vymezí se pole, které je menší než receptor obrazu alespoň o 2 cm na každé straně. Na okraje světelného pole se na receptor obrazu položí rentgen kontrastní značky (může se jednat o rtg kontrastní měřítka nebo i o mince) tak, aby jednoznačně označovaly okraj světelného pole. Provede se expozice s použitím nízkých expozičních parametrů. Vyhodnotí se obraz pomůcky, na něm se porovnají okraje rtg pole s okraji světelného pole označenými rtg kontrastními značkami a změří se jejich odchylky.

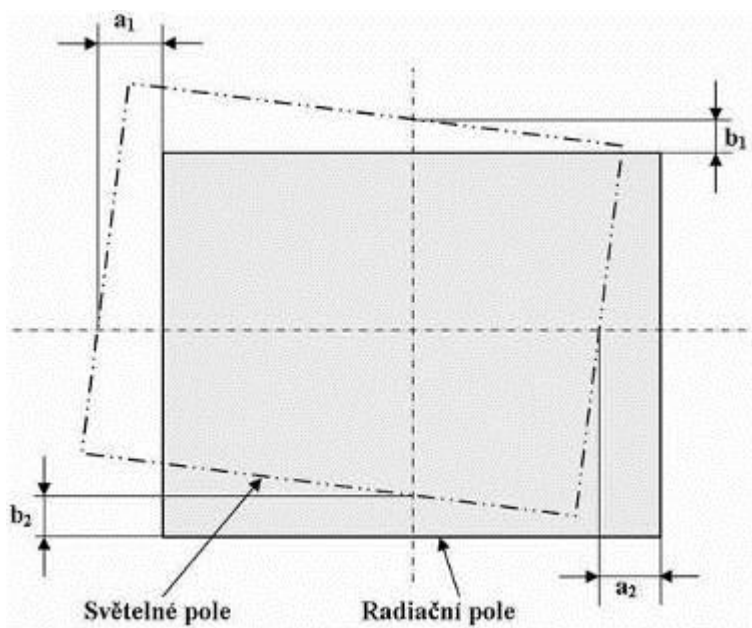
### **Požadavky na hodnocené parametry:**

$|a_1| + |a_2| \leq 2\%$  vzdálenosti ohnisko – receptor obrazu (při 100 cm je tolerance 2 cm)

$|b_1| + |b_2| \leq 2\%$  vzdálenosti ohnisko – receptor obrazu (při 100 cm je tolerance 2 cm)

Kde  $a_1, a_2$  jsou odchylky v jedné ose

$b_1, b_2$  jsou odchylky v druhé ose



Obr. 3 Geometrie nastavení rentgenového svazku

### **3.2.3 Nápravná opatření**

Zopakuje se test, a pokud se nesoulad potvrdí, je třeba kontaktovat servisní organizaci a vyžádat si urychlenou opravu.

## **3.3 Soulad radiačního pole a receptoru obrazu**

Test se provádí na veterinárních rtg zařízeních, která umožňují skiaskopické snímkování.

### **3.3.1 Četnost**

- **periodicky nejméně jednou za 6 měsíců a**
- **po změně důležité z hlediska radiační ochrany** (např. servisní zásah do kolimačního systému, nebo podezření na špatnou kolimaci),
- **po odstávce delší než 6 měsíců.**

### **3.3.2 Provedení testu**

Na vstupní rovinu receptoru obrazu se umístí zkušební kazeta (s filmem nebo CR) a na ni pomůcky pro testování souladu radiačního pole receptorem obrazu (může se jednat o rtg kontrastní měřítko nebo i o mince).

Primární clony jsou zcela otevřené.

Vzdálenost ohniska od vstupní roviny receptoru obrazu se nastaví na vzdálenost používanou v klinické praxi.

Provede se skiaskopická expozice tak dlouhá, aby značky pomůcky a okraje pole byly na vyvolaném snímku viditelné.

Z monitoru se zaznamenají hodnoty zobrazených stupnic (např. levá -3 / pravá -2 / horní 0 / spodní -1).

Vzájemným porovnáním zobrazovaných stupnic na monitoru (zaznamenaných hodnot) a na vyvolaném snímku se stanoví odchylky radiačního pole a okrajů receptoru obrazu  $c_1, c_2, d_1, d_2$  (odchylky  $c_1, c_2$  jsou odchylky v jednom směru,  $d_1, d_2$  jsou odchylky v druhém směru).

Stejným způsobem se postupuje i v případě, že primární clony jsou kruhové nebo irisové.



### **Požadavky na hodnocené parametry:**

$|c_1| + |c_2| \leq 3\%$  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

### **3.3.3 Nápravná opatření**

Zopakujte se test, a pokud se nesoulad potvrdí, je třeba kontaktovat servisní organizaci a vyžádat si urychlenou opravu.

## **3.4 ZPS pro veterinární výpočetní tomografy – zobrazení fantomu**

U veterinárních výpočetních tomografií četnost a rozsah ZPS určuje buď výrobce, nebo osoba, která na zařízení provedla PZ nebo ZDS. SÚJB doporučuje, aby se na veterinárních výpočetních tomografech prováděly ZPS uvedené v této kapitole.

V případě, že se na pracovišti s veterinárním výpočetním tomografem používají ochranné pomůcky, musí se provádět test 3.1.

### **3.4.1 Četnost**

- **periodicky nejméně jednou za 3 měsíce a**
- **po změně důležité z hlediska radiální ochrany** (např. servisní zásah do kolimačního systému, nebo podezření na špatnou kolimaci),
- **po odstávce delší než 3 měsíce.**

### **3.4.2 Provedení testu**

Zkouška provozní stálosti se provádí s válcovým vodním fantomem. Ten může být realizován uzavíratelnou válcovou nádobou o průměru alespoň 10 cm naplněnou vodou. Expoziční parametry by měly být konzultovány se servisní organizací nebo s držitelem povolení provádějící PZ nebo ZDS. Hodnotí se parametry šum, HU, homogenita a výskyt artefaktů, k hodnocení se používá centrální axiální řez vodního fantomu.

#### **Na zhotoveném snímku se hodnotí:**

- **HU** – Hounsfieldovy jednotky - hodnoty CT čísla pro vodu
- **šum** - hodnota standardní odchylky v ROI (Region of Interest - kruhová oblast zájmu o velikosti stanovené při PZ, nebo ZDS - doporučený průměr ROI je 40 % průměru fantomu)
- **Homogenita obrazu** – rozdíl střední hodnoty HU v centrální ROI a střední hodnoty HU v periferních ROI. Velikost a umístění ROI jsou určeny při PZ nebo ZDS.
- **artefakty na snímku** - neobvyklé artefakty vzniklé při expozici fantomu, např. kruhové artefakty.

#### **Požadavky na hodnocené parametry:**

- **HU vody se musí pohybovat v rozmezí  $\pm 4$  HU**
- **Šum  $\pm 0,2$  HU od referenční hodnoty**
- **Homogenita obrazu (největší rozdíl průměrné HU v centrální a periferní oblasti)  $\pm 2$  HU.**

V případě, že je pracoviště vybaveno originálním fantomem od výrobce, provede se test s tímto fantomem a vyhodnocení testu podle pokynů výrobce.

### **3.4.3 Nápravná opatření**

V případě, že hodnoty parametrů nejsou v souladu s požadavky, je třeba kontaktovat servisní organizaci.

## 4 Rentgenové kostní denzitometry

Rentgenové kostní denzitometry obvykle při spuštění provádí kalibrační a jiné testy. Tyto testy se z hlediska Atomového zákona považují za ZPS. Registrant používající rtg kostní denzitometry je povinen tyto testy provádět podle doporučení výrobce s četností stanovenou výrobcem, po servisním zásahu a před prvním použitím ZIZ. Pokud kostní denzitometr nespouští tyto testy automaticky, je registrant povinen je spouštět ručně podle návodu výrobce.

Vzhledem k tomu, že se jedná o testy velmi časté, musí je provádět zdravotnický pracovník, který ZIZ používá v běžné praxi. Toto v praxi znamená, že v případě, že se testy spouští automaticky po zapnutí rtg přístroje, přístroj spouští zdravotnický pracovník, který jej používá v běžné praxi, a pokud se testy nespouští automaticky, spouští je ručně tento zdravotnický pracovník. I u kostních denzitometrů platí doporučení SÚJB, aby se jednalo zároveň o OZARO.



## 5 Příloha: Zkoušky filmového zobrazovacího procesu

Kvalita zpracování filmů významně ovlivňuje celkovou kvalitu obrazu. Proto je důležitá pravidelná kontrola vyvolávacího procesu a kontrola záznamů o výměně chemikálií, čištění a údržbě vyvolávacího automatu. Před prvním uvedením vyvolávacího automatu do provozu je potřeba optimálně nastavit vyvolávací proces. Provádí se buď podle pokynů výrobce vyvolávacího automatu pro konkrétní značku filmů a chemikálií pro vyvolávání filmů, nebo servisní organizace provede optimalizaci vyvolávacího procesu (ze souboru senzimetrických charakteristik vyvolaných filmů, zhotovených při změnách nastavení parametrů vyvolávacího automatu, se vybere nastavení s optimálními hodnotami minimální optické hustoty, citlivosti a kontrastu senzimetrické charakteristiky). Kontrola kvality zpracování filmů se provádí pravidelnými zkouškami provozní stálosti vyvolávacího procesu tak, aby bylo jisté, že:

- vyvolávací automat je nastaven v souladu s pokyny podle průvodní dokumentace filmů, vyvolávacího automatu a chemikálií,
- je nastavena optimální teplota vývojky buď stanovením při optimalizaci vyvolávacího procesu, nebo podle průvodní dokumentace skiagrafických materiálů,
- vyvolávací automat je udržován v souladu s pokyny podle průvodní dokumentace skiagrafických materiálů, vyvolávacího automatu a chemikálií.

Na rtg pracovištích se zubními panoramatickými rtg zařízeními je možné kontrolovat kvalitu zpracování filmů vyvolávacími automaty buď senzimetrií, nebo některá rtg zařízení umožňují nepřímou kontrolu pomocí zkušebního filmu, exponovaného ve speciálním módu na rtg zařízení (viz obr. 4).

Pro provoz vyvolávacího automatu se doporučuje vést záznamy s následujícími údaji:

- kdy byla provedena údržba,
- kdy byly vyměněny pracovní roztoky,
- kdy byl přidán nový doplňovací roztok a
- kdy byly provedeny jakékoliv změny související s vlastnostmi vyvolávacího automatu.

Na pracovišti s ručním vyvoláváním se postupuje obdobně jako na pracovišti s vyvolávacím automatem. Postup musí být v tom případě upraven tak, aby reflektoval specifika ručního vyvolávání.

### 5.1 Senzimetrie

Tento test se provádí pouze v případě používání vyvolávacích automatů s regeneracemi.

Senzimetrie je metoda objektivního hodnocení vyvolávacího procesu umožňující zachytit každou jeho změnu dříve, než se projeví v klinickém provozu na rentgenovém snímku. Úroveň zpracování filmů ve vyvolávacích automatech závisí nejen na vyvolávacím automatu, ale také na používané chemii a kvalitě filmů. Hodnocení kvality zpracování se provádí senzimetrií.

#### 5.1.1 Pomůcky:

- film používaný na pracovišti a senzimetr
- nebo senzimetricky exponovaný film
- denzimetr

#### 5.1.2 Postup

Film se exponuje pomocí senzimetru. Alternativně je možné použít předem exponovaný film senzimetrem. Po vyvolání se na filmu zobrazí tzv. senzitogram (senzimetrický klín). Grafickým zobrazením závislosti optické hustoty jednotlivých polí senzitogramu na jejich pořadí se získá senzimetrická křivka. Z této křivky se odvozují základní parametry, které charakterizují kvalitu zpracování filmů:

- a) Minimální optická hustota  $D_{\min}$  (optická hustota podložky a závoje filmu) - optická hustota neexponované části rentgenového filmu po vyvolání.
- b) Index citlivosti  $S_{\text{ind}}$  – optická hustota na takovém stupni senzimetrického klínu, kde optická hustota je nejbližší vyšší než hodnota 1,00 nad minimální optickou hustotou (obvykle se měří na 11. stupni senzitogramu). Zaznamená se hodnota optické hustoty a také stupeň senzitogramu. Referenční hodnota se stanoví jako průměrná hodnota optické hustoty na daném stupni alespoň ze tří referenčních senzitogramů pořízených v intervalu 14 dní.
- c) Index kontrastu  $C_{\text{ind}}$  – rozdíl optických hustot dvou stupňů senzimetrického klínu, kde první hodnota je nejbližší vyšší než hodnota 2,00 nad minimální optickou hustotou a druhá hodnota je nejbližší vyšší než 0,25 nad minimální optickou hustotou. Zaznamená se rozdíl optických hustot a také stupně, na kterých byly odečteny. Referenční hodnota se stanoví jako průměrná hodnota rozdílu optických hustot na daných stupních alespoň ze tří referenčních senzitogramů pořízených v intervalu 14 dní.

- d) Maximální optická hustota  $D_{\max}$  – nejvyšší optická hustota, které lze pro daný filmový materiál při daných podmínkách zpracování získat.

Další hodnoty ze ZPS se do protokolu vynášejí v relaci k těmto referenčním hodnotám.

## **5.2 Alternativní kontrola vyvolávacího procesu pomocí zkušebního filmu, exponovaného ve speciálním módu na rtg zařízení**

Tento test se provádí pouze v případě používání vyvolávacích automatů s regeneracemi.

Některá zubní panoramatická rtg zařízení umožňují provedení speciálního projekčního módu určeného ke zkoušce optické denzity filmu. V tomto módu rtg zařízení postupně na film exponuje vedle sebe jednotlivá pole se zvyšující se dávkou, která se projeví vyšší optickou denzitou – viz obr. 4. Vyvolaný film se porovná s referenčním filmem, zhotoveným stejným způsobem při výchozí ZPS.

### **5.2.1 Četnost testu:**

- 1x 2 týdny
- Doporučeno 2x za týden

### **5.2.2 Pomůcky:**

- film, používaný na pracovišti
- referenční film s vertikálními pruhy s rostoucí optickou denzitou filmu
- stále stejný neprůhledný černý film na zastínění jedné zesilující fólie
- negatoskop

### **5.2.3 Postup**

Stále stejným neprůhledným černým filmem se zastíní jedna zesilující fólie v kazetě s filmem (viz obr. 16). Kazeta se vloží do držáku kazet a na ovládacím panelu se navolí projekční mód určený ke zkoušce optické denzity filmu. Film se exponuje a vyvolá ve vyvolávacím automatu. Vyvolaný film se na negatoskopu porovná s referenčním filmem s vertikálními pruhy s rostoucí optickou denzitou filmu.

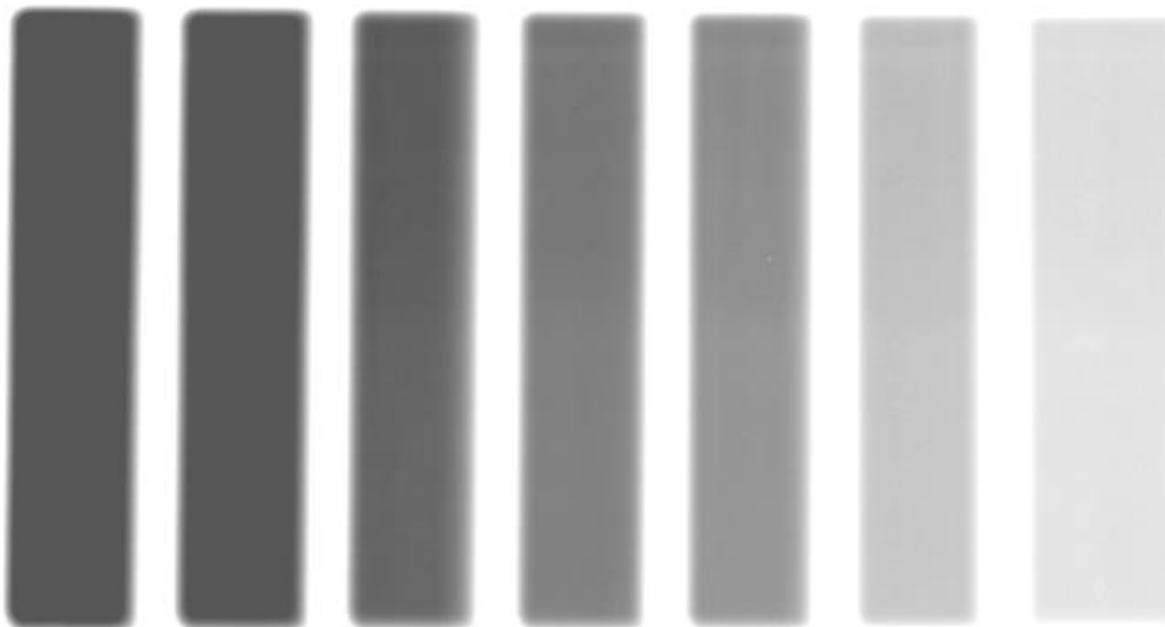
### **5.2.4 Požadavky**

- zvýšení minimální optické hustoty nesmí být zřetelně viditelné
- zčernání prostředních vertikálních pruhů na vyvolaném filmu se nesmí lišit od zčernání těchto vertikálních pruhů na referenčním filmu o více než 0,2

### **5.2.5 Poznámka**

V případě, že se optická denzita prostředních vertikálních pruhů vyvolaného filmu liší od optické denzity těchto vertikálních pruhů referenčního filmu o více než 0,2, jedná se o některý z následujících problémů:

- vyčerpané vyvolávací lázně (nejčastější důvod),
- nesprávná funkce vyvolávacího zařízení,
- nesprávná funkce nebo seřízení kolimátoru rentgenky,
- zhoršená funkce rentgenky a
- nesprávná funkce elektronických obvodů generátoru záření.



Obr. 4 Film exponovaný speciálním projekčním módem, určeným ke zkoušce optické denzity filmu pro kontrolu zobrazovacího procesu

### 5.3 Světlotěsnost temné komory

Čistota temné komory a její pravidelná údržba je nezbytným předpokladem pro minimalizaci vzniku artefaktů při zpracování filmového materiálu. Čistotu v temné komoře prověřuje denně před zahájením provozu její obsluha. Zvláštní pozornost je třeba věnovat čistotě pracovní plochy, podlahy a stírání prachu ze všech, zejména vodorovných ploch. Jakoukoliv manipulaci s filmem je nutné provádět s čistýma rukama.

Ověřuje se světlotěsnost temné komory vůči pronikání parazitního světla z okolních prostor.

#### 5.3.1 Četnost testu:

- jednou ročně
- při podezření na pronikání světla do temné komory

#### 5.3.2 Pomůcky

- film
- světlotěsná obálka (kartón apod.)
- stopky
- zeslabující fantom (např. 1 mm Cu)
- denzitometr
- zkušební kazeta s filmem

#### 5.3.3 Postup

- Rozsvítí se všechna světla v okolí temné komory.
- Všechna světla v temné komoře se zhasnou a zakryjí se všechny možné zdroje světla v temné komoře včetně přístrojových indikačních prvků.
- Pobytem v temné komoře po dobu minimálně 5 minut se adaptuje zrak a poté se identifikují všechna místa, kudy může do temné komory pronikat cizí světlo. Pokud je jistota, že žádné světlo do komory zvenčí neproniká, pokračuje se zkouškou ochranného osvětlení (zkouška 5.4). V opačném případě se pokračuje dalšími body postupu zkoušky.
- Zkouška světlotěsnosti temné komory se provádí na filmu, exponovaném tak, aby jeho optická hustota byla 1,0 – 1,5. Zkušební film je vhodné exponovat na zdravotnickém radiodiagnostickém pracovišti následujícím postupem. Nabitá kazeta se umístí na skiagrafický vyšetřovací stůl a nastaví se velikost radiačního pole tak, aby byla celá kazeta ozářena. Do primárního svazku záření se co nejbližší k ohnisku rentgenky umístí zeslabující fantom. Napětí na rentgence se nastaví cca na 70 kV a elektrické množství tak, aby optická hustota

vyvolaného filmu byla přibližně 1,0 – 1,5. Expoziční parametry se zaznamenají a stejné hodnoty se nastavují při následujících zkouškách provozní stálosti.

- 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 zůstane nezakryta.
- Obálka s filmem se umístí na pracovní místo, kde se obvykle s filmem manipuluje a ponechá se na tomto místě 4 minuty (všechna světla v okolí temné komory jsou stále rozsvícena a kontrolní světla uvnitř temné komory zhasnuta).
- Film se standardně vyvolá.
- Denzitometrem se změří optická hustota zakryté a nezakryté části filmu.

### 5.3.4 Požadavky

- nárůst optické hustoty nezakryté části filmu za 4 min. musí být menší než 0,05 OD

## 5.4 Ochranné osvětlení temné komory

Ochranné osvětlení (manipulační osvětlení) temné komory musí být takové, aby během požadované doby manipulace s filmem nedocházelo ke zvýšení závoje (minimální optické hustoty) filmu.

### 5.4.1 Četnost testu

- jednou ročně
- pokaždé při výměně bezpečnostního osvětlení, či jakémkoliv jiném zásahu, který by mohl ovlivnit bezpečnostní osvětlení temné komory

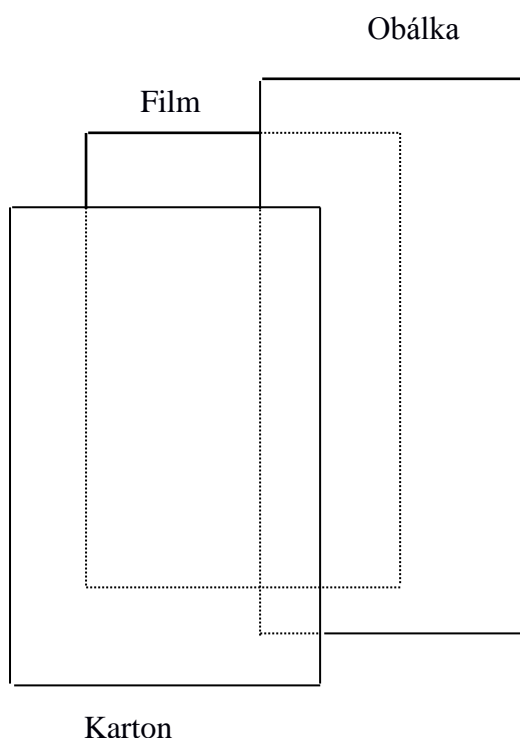
### 5.4.2 Pomůcky

- film
- světlotěsná obálka (kartón apod.)
- stopky
- zeslabující fantom (např. 1 mm Cu)
- denzitometr
- zkušební kazeta s filmem

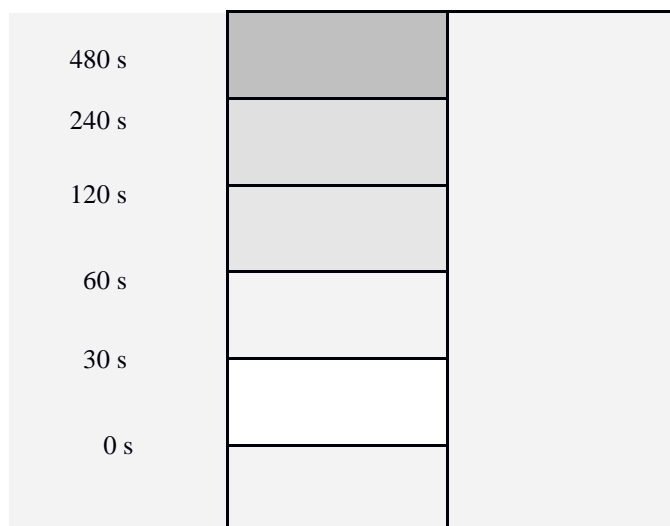
### 5.4.3 Postup

- Zkontroluje se instalace bezpečnostních svítidel a ostatních světelných indikátorů v temné komoře.
- Zkontroluje se, zda jsou filtry bezpečnostních svítidel správně umístěny, zda nevykazují známky poškození, například vyblednutí, pukliny nebo odlupování vrstev. V případě potřeby se filtry vymění.
- Zkouška ochranného osvětlení temné komory se provádí na filmu, exponovaném tak, aby jeho optická hustota byla 1,0 – 1,5. Zkušební film je vhodné exponovat na radiodiagnostickém pracovišti s následujícím postupem. Nabitá kazeta se umístí na skiografický vyšetřovací stůl a nastaví se velikost radiačního pole tak, aby byla celá kazeta ozářena. Do primárního svazku záření co nejbližší k ohnisku rentgenky se umístí zeslabující fantom. Napětí na rentgence se nastaví cca na 70 kV a elektrické množství tak, aby optická hustota vyvolaného filmu byla přibližně 1,0 – 1,5. Expoziční parametry se zaznamenají a stejné hodnoty se nastavují při následujících zkouškách provozní stálosti.
- Zhasnou se všechna světla v okolí temné komory.
- 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 zůstane nezakryta.
- Obálka s filmem se umístí na pracovní místo, kde obvykle s filmem manipuluje a dalším kartónem z neprůsvitného materiálu se překryje obálkou nezakrytá část filmu tak, aby zůstal nezakrytý proužek o šířce asi 3 cm (obr. 17).
- Po 4 minutách se kartón posune podél filmu o další asi 3 cm.
- Tento krok se opakuje ještě po 2 minutách, po 1 minutě a poslední dva kroky vždy po 30 sekundách. Poslední proužek musí zůstat stále zakrytý; tím se získají stupně exponované světlem s časy 0 s, 30 s, 60 s, 120 s, 240 s a 480 s (obr. 18).
- Film se standardně vyvolá.
- Denzitometrem se změří optické hustoty jednotlivých stupňů nezakryté části filmu a porovnají se s odpovídajícím protilehlým místem zakryté části filmu. Výsledky se zaznamenají.

- Identifikuje se stupeň, na kterém je optická hustota co nejbližší 0,05 nad optickou hustotou neexponované části filmu. Stanoví se celkový expoziční čas  $t$  této části filmu. Bezpečný manipulační čas temné komory se potom vyjádří jako  $0,5 \cdot t$ .



Obr. 5 *Uspořádání filmu a pomůcek při zkoušce ochranného osvětlení temné komory*



Obr. 6 *Zkušební film k vyhodnocení po zkoušce ochranného osvětlení temné komory*

#### 5.4.4 Požadavky:

- bezpečný manipulační čas nesmí být kratší než 60 s

## 6 Literatura

- [1] Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, ve znění pozdějších předpisů.  
 [2] Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje.