

Radiační ochrana  
DOPORUČENÍ

**ZAVEDENÍ SYSTÉMU JAKOSTI PŘI VYUŽÍVÁNÍ  
VÝZNAMNÝCH ZDROJŮ IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ  
V RADIOTERAPII**

**KILOVOLTÁŽNÍ ZOBRAZOVACÍ SYSTÉMY PRO IGRT**

**SÚJB  
2009**

RADIAČNÍ OCHRANA  
DOPORUČENÍ

**ZAVEDENÍ SYSTÉMU JAKOSTI PŘI VYUŽÍVÁNÍ VÝZNAMNÝCH ZDROJŮ  
IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ V RADIOTERAPII - KILOVOLTÁŽNÍ ZOBRAZOVACÍ  
SYSTÉMY PRO IGRT**

Vydal: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Praha 2009  
Tisk: MORAVIATISK Vyškov spol. s.r.o.

Účelová publikace bez jazykové úpravy

# OBSAH

Předmluva .....	3
<b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>4</b>
<b>KONVENCE .....</b>	<b>4</b>
<b>I. ÚVOD .....</b>	<b>5</b>
<b>II. POPIS kV ZOBRAZOVACÍHO SYSTÉMU .....</b>	<b>6</b>
II.1. OBI - VARIAN .....	6
II.2. XVI – ELEKTA .....	7
<b>III. PŘEJÍMACÍ ZKOUŠKY .....</b>	<b>8</b>
III.1. VŠEOBECNÉ POŽADAVKY NA BEZPEČNOST (ČSN EN 60601-1) .....	8
III.1.1. Klasifikace .....	8
III.1.2. Vysokofrekvenční (VF) vyzařování .....	8
III.1.3. Označení na vnějším povrchu přístroje .....	8
III.1.4. Označení uvnitř přístroje .....	9
III.1.5. Označení ovládacích prvků a přístrojů .....	10
III.1.6. Vybavení pohyblivých částí stupnicemi a indikacemi .....	10
III.1.7. Světelná návěští a tlačítka .....	11
III.1.8. Průvodní dokumentace .....	12
III.1.8.1. Návod k použití .....	12
III.1.8.2. Technický popis .....	13
III.1.9. Pohyblivé části .....	14
III.1.9.1. Ovládání pohybů části přístrojů z ozařovny .....	14
III.1.9.2. Ovládání pohybů části přístrojů z vnějšku ozařovny .....	14
III.2. ZKOUŠKA A TESTY DLE NORMY ČSN EN 60601-1-1	
Požadavky na bezpečnost zdravotnických elektrických systémů .....	15
III.2.1. Napájení .....	15
III.2.2. Kryty a ochranná víka .....	15
III.2.3. Spojení s ochrannou soustavou .....	15
III.3. ZKOUŠKY A TESTY DLE NORMY ČSN EN 60601-1-4	
Programovatelné zdravotnické elektrické systémy .....	16
<b>IV. ZKOUŠKY DLOUHODOBÉ STABILITY .....</b>	<b>17</b>
IV.1. BEZPEČNOSTNÍ, VÝSTRAŽNÉ A INDIKAČNÍ SYSTÉMY .....	17
IV.1.1. Signalizace stavu .....	17
IV.1.1.1. Signalizace v ozařovně .....	17
IV.1.1.2. Signalizace u vstupních dveří do ozařovny .....	17
IV.1.1.3. Signalizace v místě obsluhy .....	18
IV.1.2. Shoda indikace polohy na řídicích konzolách LU a kV zobrazovacího systému .....	18
IV.2. MECHANICKÉ A ELEKTRICKÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY .....	18
IV.2.1. Vstupní dveře do ozařovny .....	18
IV.2.2. Systém přerušování záření .....	19
IV.2.3. Antikolizní systém .....	19
IV.3. ELEKTRICKY VYVOLANÉ POHYBY .....	20
IV.3.1. Ovládání pohybů .....	20
IV.3.2. Nouzové zastavení motorů .....	21

IV.3.3. Varování při nedokončení pohybu .....	21
<b>IV.4. CELISTVOST KV ZOBRAZOVACÍHO SYSTÉMU A PŘÍSLUŠENSTVÍ ...</b>	<b>22</b>
IV.4.1. Kontrola kolimačních kazet a filtrační kazety .....	22
IV.4.2. Volba parametrů kolimace a filtrace, nastavení KVD, KVS a ramena LU .	22
<b>IV.5. MECHANICKÉ A OPTICKÉ PARAMETRY .....</b>	<b>23</b>
IV.5.1. Poloha detektoru obrazu .....	23
IV.5.1.1. Rozsah pohybu detektoru obrazu .....	23
IV.5.1.2. Přesnost polohy detektoru obrazu .....	23
IV.5.1.3. Automatické nastavení polohy detektoru obrazu do pracovní polohy ....	25
IV.5.2. Poloha RTG zdroje .....	25
IV.5.2.1. Rozsah pohybu RTG zdroje .....	25
IV.5.2.2. Přesnost polohy RTG zdroje .....	26
IV.5.2.3. Nastavení RTG zdroje do pracovní polohy .....	27
IV.5.3. Poloha izocentra a přesnost polohování stolu .....	27
IV.5.3.1. Ověření polohy izocentra použitím ortogonálních 2D snímků .....	27
IV.5.3.2. Ověření polohy cílového objemu použitím ortogonálních 2D snímků ....	28
IV.5.3.3. Ověření polohy cílového objemu použitím CBCT .....	29
IV.5.3.4. Automatický posuv stolu pro ortogonální 2D snímky a CBCT .....	30
<b>IV.6. KONTROLA KVALITY OBRAZU .....</b>	<b>31</b>
IV.6.1. Kontrola kvality 2D zobrazení .....	31
IV.6.1.1. Rozlišení při nízkém kontrastu pro 2D zobrazení .....	31
IV.6.1.2. Prostorové rozlišení pro 2D zobrazení .....	33
IV.6.1.3. Měření vzdálenosti, plochy a úhlu pro 2D zobrazení .....	34
IV.6.2. CBCT kvalita obrazu .....	35
IV.6.2.1. Převod hustoty materiálu na Hounsfieldovy jednotky .....	37
IV.6.2.2. Rozlišení při nízkém kontrastu pro CBCT .....	38
IV.6.2.3. Prostorové rozlišení pro CBCT .....	39
IV.6.2.4. Ověření homogenity obrazu pro CBCT .....	40
IV.6.2.5. Měření vzdálenosti pro CBCT .....	41
<b>IV.7. PARAMETRY RTG SVAZKU .....</b>	<b>42</b>
IV.7.1. Napětí rentgenky .....	42
IV.7.2. Proud rentgenky a elektrické množství .....	43
IV.7.3. Ověření první polotloušťky .....	44
IV.7.4. Index přenosové kermy .....	45
IV.7.5. Linearita a reprodukovatelnost indexu přenosové kermy .....	47
IV.7.6. Vstupní povrchová kerma .....	48
IV.7.7. Poměr zeslabení materiálu mezi pacientem a KVD .....	49
IV.7.8. Kermový index pro CBCT .....	49
<b>V. PŘEHLED ZKOUŠEK PROVOZNÍ STÁLOSTI, DLOUHODOBÉ STABILITY A PŘEJÍMACÍCH ZKOUŠEK .....</b>	<b>52</b>
<b>VI. PŘÍKLAD PROTOKOLŮ ZKOUŠEK .....</b>	<b>56</b>
<b>VII. VYBAVENÍ A POMŮCKY PRO PROVÁDĚNÍ TESTŮ .....</b>	<b>67</b>
<b>VIII. LITERATURA .....</b>	<b>68</b>

## **Předmluva:**

Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (Atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů stanovuje pravidla pro nakládání se zdroji ionizujícího záření využívanými pro lékařské účely a upravuje systém ochrany osob a prostředí před nežádoucími účinky ionizujícího záření. Problematiku podmínek lékařského ozáření řeší vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění pozdějších předpisů.

Kilovoltážní zobrazovací systém pro IGRT je určen k ověření a úpravě polohy pacienta na lineárním urychlovači tak, aby bylo možno do cílového objemu dodat dávku záření předepsanou lékařem a současně zabezpečit minimální radiační zátěž zdravých tkání. Kilovoltážní zobrazovací systém lze uspokojivě využívat pouze tehdy, jestliže při přejímací zkoušce všechny kontrolované parametry splní požadované tolerance a jestliže jsou tyto parametry dále v pravidelných intervalech ověřovány a zajišťovány.

Toto Doporučení zahrnuje bezpečnostní, mechanické a geometrické parametry a parametry rtg svazku kilovoltážního zobrazovacího systému pro IGRT. Je rozděleno na dvě části, přejímací zkoušky a zkoušky dlouhodobé stability. V části přejímací zkoušky jsou uvedeny zkoušky, které se provádí pouze při přejímce zařízení. Nedílnou součástí přejímacích zkoušek je provedení zkoušek dlouhodobé stability v celém rozsahu. Zkoušky provozní stálosti se provádí podle části zkoušky dlouhodobé stability.

Toto doporučení si klade za cíl být nejenom vodítkem při zavádění systému jakosti a zpracování programu zabezpečení jakosti, ale i stručnou příručkou pro držitele povolení či žadatele o něj.

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



Ing. Karla Petrová  
náměstkyně pro radiační ochranu

## SEZNAM ZKRATEK

CT	Computed Tomography	Výpočetní tomografie
CBCT	Cone-beam Computed Tomography	Výpočetní tomografie s Cone-beam
$C_{CB}$	CBCT Kerma Index	Kermový index pro CBCT
DRR	Digital Reconstructed Radiographs	Digitálně rekonstruované rentgenogramy
FOV	Field of View	Zorné pole
HU	Hounsfield Unit	Hounsfieldovy jednotky
IK		Ionizační komora
IGRT	Image Guided Radiotherapy	Obrazem řízená radioterapie
IZ		Ionizující záření
kV		Kilovoltážní
KVS	kV X-ray Source	RTG zdroj
KVD	kV Detektor	kV detektor obrazu
LU		Lineární urychlovač
MV		Megavoltážní
OBI	On-Board Imager	Kilovoltážní zobrazovací systém firmy Varian
PZ		Přejímací Zkouška
PZJ		Program zabezpečení jakosti
ROI	Region of Interest	Oblast zájmu
RTG		Rentgenový
SÚJB		Státní úřad pro jadernou bezpečnost
TPS	Treatment Planning System	Plánovací systém pro radioterapii
XVI	X-ray Volume Imaging	Kilovoltážní zobrazovací systém firmy Elekta
ZDS		Zkouška dlouhodobé stability
ZPS		Zkouška provozní stálosti

## KONVENCE

OBI: (Viz. obr. 2)

Poloha KVS (A,B) je poloha, ve které je ohnisko KVS od izocentra vzdáleno ve vertikálním směru A cm a v longitudinálním směru B cm.

Poloha KVD (-C,D,E) je poloha, ve které je střed KVD od izocentra vzdálen ve vertikálním směru C cm a je na protější straně izocentra ke KVS. V laterálním je od izocentra ve vzdálenosti D cm a v longitudinálním směru ve vzdálenosti E cm. Vzdálenost je vztažena k detekční vrstvě KVD pod krytem detektoru.

Základní pracovní poloha:

OBI: Poloha KVS (100, 0) a poloha KVD (-50, 0, 0).

XVI: Poloha KVS v pracovní pozici a poloha KVD v pozici „Medium“ (obr. 5).

Klidový stav:

KVS a KVD jsou zataženy.

## I. ÚVOD

Jedním z neopominutelných nástrojů pro zajištění požadavků legislativy je program zabezpečování jakosti (PZJ), jehož nedílnou součástí je provádění přejímacích zkoušek (PZ), zkoušek provozní stálosti (ZPS) a zkoušek dlouhodobé stability (ZDS). Toto Doporučení by mělo být jednou ze základních osnov při vytváření PZJ.

Kilovoltážní zobrazovací systém pro IGRT je určen k ověření polohy pacienta na lineárním urychlovači a úpravě jeho polohy tak, aby bylo možno do cílového objemu dodat dávku záření předepsanou lékařem a současně zabezpečit minimální radiální zátěž zdravých tkání. Je namontován na bubnu urychlovače a sdílí s ním společné izocentrum.

Kilovoltážní zobrazovací systém pro IGRT lze uspokojivě využívat pouze tehdy, jestliže při PZ všechny kontrolované parametry splní požadované tolerance a jestliže jsou tyto dále v pravidelných intervalech ověřovány a zajišťovány. Proto jsou v doporučení popsány kontroly, které je doporučeno provádět periodicky denně, týdně, měsíčně a půlročně.

Toto Doporučení zahrnuje bezpečnostní, mechanické a geometrické parametry a parametry rtg svazku kilovoltážního zobrazovacího systému pro IGRT.

Doporučení je rozděleno na dvě části, PZ a ZDS. V části PZ jsou uvedeny zkoušky, které se provádí pouze při přejímce zařízení. Nedílnou součástí PZ je provedení ZDS v celém rozsahu. ZPS se provádí podle části ZDS.

Frekvence kontrol se vztahují k ZPS. Pokud je ve frekvenci kontrol uvedena četnost zkoušek půlročně, provádí se zkouška jednou při ZDS a jednou při ZPS. Pokud je ve frekvenci kontrol uvedeno ZDS, provádí se zkouška pouze jednou ročně při ZDS.

Při stanovení četnosti kontrol se vycházelo zejména z Návodů k obsluze dvou v ČR nejvíce zastoupených výrobců lineárních urychlovačů, firem Varian a Elekta. Dále se přihlíželo ke zkušenostem získaným na radioterapeutických pracovištích v ČR a adekvátně k ZPS pro LU. Pokud výrobce požaduje vyšší četnost zkoušek, než je uvedeno v tomto doporučení, je třeba se řídit doporučením výrobce.

Pokud jsou použité metodiky typické pro systémy OBI firmy Varian nebo XVI firmy Elekta, je v metodice přímý odkaz na systém, pro který je daný postup kontroly určen.

Při tvorbě zkušebních postupů pro konkrétní kV zobrazovací systém pro IGRT je nutno vycházet ze zkušebních postupů doporučených výrobcem a výrobcem deklarovaných parametrů a jejich povolených odchylek. Pro konkrétní přístroj a periodické ověřování jeho vlastností je možné volit alternativní metodu kontrol. Tyto metody však musí být dostatečné k odhalení změn funkčních charakteristik vzhledem k hodnotám získaným při PZ.

V textu uvedené metodiky kontrol jsou doporučené, nikoliv závazné. Uživatel může používat i jiné postupy, jejichž výsledky jsou prokazatelně srovnatelné s výsledky metodik obsažených v tomto dokumentu.

Na přípravě tohoto dokumentu se podíleli pracovníci Ing. Lenka Janečková (Nemocnice Liberec), RNDr. Taťána Klaclová (Amedis, s.r.o.), Ing. Vít Richter (Nemocnice Liberec) a Ing. Jan Robl (REC ltd, s.r.ro).

Za posouzení dokumentace a předání připomínek patří poděkování Ing. Ivě Horákové, CSc. (SÚRO), RNDr. Ivo Přidalovi, CSc. (FN Olomouc), a Ing. Peteru Ralbovskému, PhD. (Transkontakt-Medical, s.r.o) a Ing. Ivanu Mlčkovskému (Transkontakt-Medical, s.r.o).

## II. POPIS kV ZOBRAZOVACÍHO SYSTÉMU

### II.1. OBI - VARIAN

Rameno RTG zdroje (KVS) a detektor obrazu (KVD) jsou namontovány na bubnu LU, jak je vidět z obr. 1. Souřadný systém je uveden na obr. 2.

Obr. 1: OBI systému Varian



Kde:

- 1 Gantry LU (MV zdroj)
- 2 KVS na motorickém ramenu
- 3 KVD na motorickém ramenu
- 4 MV detektor na motorickém ramenu

Obr. 2: Souřadný systém LU a OBI



Souřadný systém pro kV systém



Souřadný systém pro MV systém

kde X Laterální směr  
Y Longitudinální směr  
Z Vertikální směr  
A Poloha isocentra



## II.2. XVI - ELEKTA

Rameno RTG zdroje (KVS) a detektor obrazu (KVD) jsou namontovány na bubnu LU, jak je vidět z obr. 3.

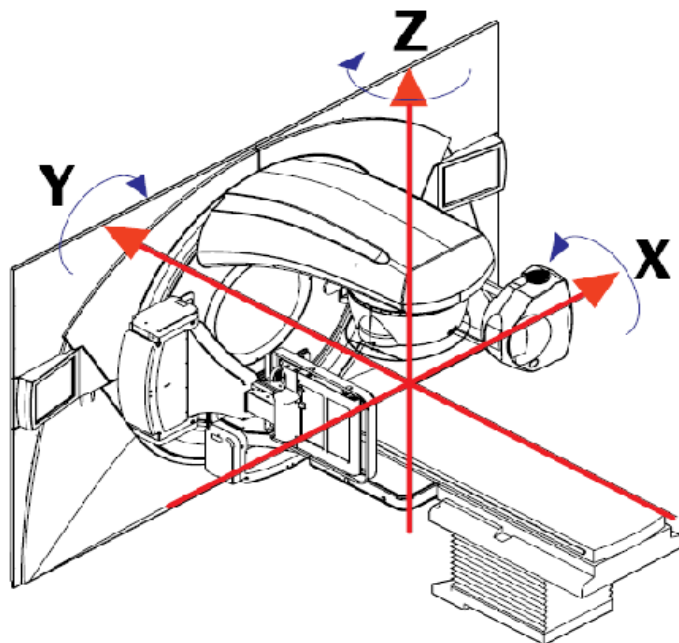
Souřadný systém je na obr. 4.

Detektor obrazu lze umístit do tří různých pracovních poloh, jak je vidět z obr. 5.

Obr. 3: XVI systému Elekta Synergy



Obr. 4: Souřadný systém XVI



Kladný směr rotace a translace znázorňují šipky.

Obr. 5: Poloha KVD pro malé, střední a velké zobrazované pole



„Small“



„Medium“



„Large“

### III. PŘEJÍMACÍ ZKOUŠKY

#### III.1. VŠEOBECNÉ POŽADAVKY NA BEZPEČNOST (ČSN EN 60601-1)

##### III.1.1. Klasifikace

**Cíl kontroly:** Ověření, že přístroj a jeho příložené části jsou správně klasifikovány.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Kontrolou dokumentace.

**Postup kontroly:**

Ověřuje se, zda přístroj a jeho příložené části jsou klasifikovány pomocí značení nebo identifikace:

- a) Podle typu ochrany před úrazem elektrickým proudem - přístroj třídy ochrany I.
- b) Podle stupně ochrany před úrazem elektrickým proudem - příložené části typu B.
- c) Podle stupně ochrany před škodlivým vniknutím vody (IEC 60529) - IPX 0, pokud není specifikováno jinak.
- d) Podle stupně bezpečnosti použití za přítomnosti hořlavé směsi anestetika a vzduchu, kyslíku nebo oxidu dusného - přístroj není vhodný k používání za přítomnosti hořlavé směsi anestetika a vzduchu, kyslíku nebo oxidu dusného.
- e) Podle režimu provozu - vhodný pro trvalý provoz s přerušovaným zatížením, není-li specifikováno jinak.

**Tolerance:** Požadavky a) - e) splněny

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavky splněny

Nevyhovuje = Požadavky nesplněny

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

##### III.1.2. Vysokofrekvenční (VF) vyzařování

**Cíl kontroly:** Ověření, že přístroj vyhovuje požadavkům na shodu přístrojů, označených jako skupina 1, třída A, pevně připojený přístroj.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Kontrolou dokumentace.

**Postup kontroly:**

Prohlídkou průvodní dokumentace se ověří, že je přístroj výrobcem deklarován jako přístroj skupiny 1, třída A, pevně připojený přístroj.

**Tolerance:** Přístroj je skupiny 1, třída A, pevně připojený přístroj.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavek splněn

Nevyhovuje = Požadavek nesplněn

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

##### III.1.3. Označení na vnějším povrchu přístroje

**Cíl kontroly:** Ověření správnosti provedení identifikace a označení na vnější části přístroje.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Prohlídkou přístroje.

**Postup kontroly:**

Kontroluje se, zda identifikace a označení je provedeno trvale připevněným prostředkem a zda přístroj včetně oddělitelných součástí přístroje majících síťovou část je opatřen trvale připojeným a zřetelně čitelným označením na hlavní části přístroje či na oddělitelných součástkách.

Označení obsahuje:

- a) Určení původu (název a nebo obchodní značka výrobce či dodavatele).
- b) Označení modelu nebo typu.
- c) Připojení ke zdroji (stanovená napájecí napětí nebo rozsahy napětí, druh zdroje / počet fází).
- d) Napájecí kmitočet nebo stanovený kmitočtový rozsah Hz.
- e) Příkon (v A nebo VA, případně W tam, kde účinník překračuje hodnotu 0,9%).
- f) Síťový výstup (označení síťové zásuvky hodnotou největšího povoleného výkonu).
- g) Klasifikaci (značky podle a) až f)).
- h) Pojistky - typ a jmenovitá hodnota pojistek.
- i) Fyziologické účinky (značka fyziologického působení na pacienta a nebo obsluhu, umístěná na vhodném místě, viditelná po instalaci přístroje).
- j) Uzemňovací svorky:
  - Svorka pro připojení vodiče určeného k vyrovnání potenciálů musí být označena značkou "ekvipotenciálnost", obr. 6.
  - Funkční uzemňovací svorka musí být označena značkou "uzemnění", obr. 6.

**Tolerance:** Požadavky a) - j) splněny.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavky splněny

Nevyhovuje = Požadavky nesplněny

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

### III.1.4. Označení uvnitř přístroje

**Cíl kontroly:** Ověření správnosti provedení identifikace a označení ve vnitřní části přístroje.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Prohlídkou přístroje.

**Postup kontroly:**

Kontroluje se zda:

- a) Označení uvnitř přístroje nebo částí přístroje je zřetelně čitelné.
- b) Přítomnost vysokonapěťových částí je označena značkou „nebezpečné napětí“.
- c) Pojistky přístupné pouze pomocí nástroje jsou označeny buď typem a jmenovitou hodnotou vedle pojistky, nebo odkazem v technickém popisu.
- d) Uzemňovací svorky jsou označeny značkou "ochranné uzemnění", obr. 6.
- e) Svorky pro výlučné připojení středního napájecího vodiče jsou označeny značkou "připojovací bod pro neutrální vodič na pevně instalovaném přístroji", obr. 6.
- f) Označení u elektrických připojovacích bodů nejsou umístěna na částech, které se musí při připojování odstranit. Označení jsou viditelná po připojení.
- g) Způsob správného připojení napájecích vodičů je zřetelně vyznačen označením svorek.
- h) Kondenzátory a nebo k nim připojené části obvodů jsou označeny podle 15.c normy ČSN EN 60601-1.

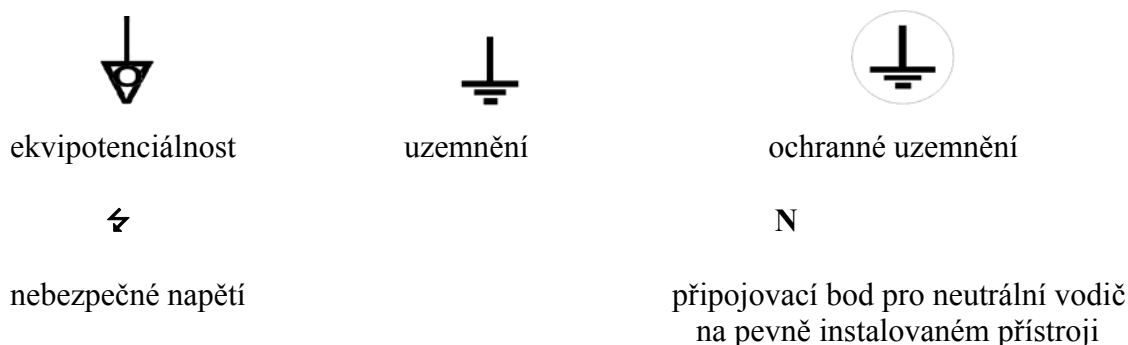
**Tolerance:** Požadavky a) - h) splněny.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavky splněny

Nevyhovuje = Požadavky nesplněny

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

Obr. 6: Značky nahrazující nápisy



### III.1.5. Označení ovládacích prvků a přístrojů

**Cíl kontroly:** Ověření správnosti označení ovládacích prvků přístroje.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Prohlídkou přístroje.

#### **Postup kontroly:**

Ověřuje se splnění následujících požadavků:

- Síťový vypínač je zřetelně označen. Poloha zapnuto (značka: **I**) a vypnuto (značka: **O**) je označena příslušnou značkou, nebo signalizována světelnou značkou v jejich bezprostřední blízkosti.
- Různé polohy ovládacích zařízení a různé polohy spínačů na přístroji jsou označeny číslicemi, písmeny nebo jinými grafickými prostředky.
- Pokud změna nastavení ovládacího prvku za normálního použití může způsobit ohrožení pacienta, jsou tyto prvky opatřeny:
  - příslušným indikačním zařízením (ukazatel nebo stupnice) a
  - indikací směru, ve kterém se velikost funkce mění.
- Ovládací prvky a indikátory, které mají bezpečnostní funkci, jsou označeny.

**Tolerance:** Požadavky a) - d) splněny.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavky splněny

Nevyhovuje = Požadavky nesplněny

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

### III.1.6. Vybavení pohyblivých částí stupnicemi a indikacemi

**Cíl kontroly:** Ověření správnosti označení stupnic.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Prohlídkou přístroje.

**Postup kontroly:**

Ověřuje se, zda každý dostupný pohyb pro verifikaci ozáření dle ozařovacího předpisu má mechanickou stupnici nebo digitální indikaci.

**Tolerance:** Požadavek splněn.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavek splněn  
Nevyhovuje = Požadavek nesplněn

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

**III.1.7. Světelná návěští a tlačítka**

**Cíl kontroly:** Ověření, zda provedení výstražné signalizace odpovídá nařízení vlády č. 11/2002 Sb. v platném znění, ČSN ISO 3864 a ČSN EN 60601-1.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Pohledem na světelná návěští.

**Postup kontroly:**

Funkčnost optických a akustických systémů signalizace jednotlivých stavů kV zobrazovacího systému se ověřuje přímým pohledem na světelná návěští nebo prostřednictvím audiovizuálního okruhu systému sledování pacienta, a to při zapnutém generátoru VN a zapnutém svazku RTG záření. U světelných návěští se kontroluje shodnost použitých barev signalizace s významem výstrahy dle tabulky č. 1.: Význam světelných návěští.

Tabulka č. 1: Význam světelných návěští

<b>Barva</b>	<b>Význam</b>
červená	<b>požadavek naléhavé činnosti jako odezva na nežádoucí provozní stav</b> nebezpečné chování, přerušit práci dle ČSN EN 60601-1 pouze pro tlačítka přerušení funkce v případě nouze
žlutá, oranžová	<b>svazek záření „zapnut“</b> výstraha, buď opatrný dle ČSN EN 60601-1 vyžaduje opatrnost nebo zvýšenou opatrnost
Zelená	<b>připravenost k provozu</b> bezpečí, běžný stav dle ČSN EN 60601-1 připravenost k provozu
Modrá	příkaz (Neměla by být používána).
<b>jiná barva</b>	<b>přípravný stav</b>

**Poznámka:**

Luminiscenční diody (LED) se nepovažují za světelné návěští, když:

- Jsou na kterémkoliv řídicím panelu pro všechny indikace, pro něž se nepožaduje žádná určitá barva, použity LED stejné barvy.
- Maticové a jiné alfanumerické displeje se nepovažují za světelná návěští.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Funkční  
Nevyhovuje = Nefunkční

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

### III.1.8. Průvodní dokumentace

**Cíl kontroly:** Ověření správnosti průvodní dokumentace dle požadavku normy ČSN EN 60601-1.

**Použité pomůcky:** Návod k použití, technický popis.

**Způsob kontroly:** Prohlídkou průvodní dokumentace.

**Poznámka:**

Termín „Průvodní dokumentace“ zahrnuje „Návod k použití“ a „Technický popis“.

Obsah průvodní dokumentace, který vyplývá z kapitoly *Zkoušky a texty dle normy ČSN IEC 601-2-1*, je uveden ve zmíněné kapitole.

Obsah kapitol *Návod k použití* a *Technický popis*, jak je uveden níže, není nutné striktně dodržet.

Pokud je v následující textu odkaz na Návod k použití, je tím míněno, že informace musí být v českém jazyce.

**Postup kontroly:**

Ověřuje se zda:

- a) Průvodní dokumentace obsahuje „Návod k použití“ a „Technický popis“.
- b) Návod k použití je v českém jazyce.

**Tolerance:** Požadavek splněn.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavky splněny

Nevyhovuje = Požadavky nesplněny

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

#### III.1.8.1. Návod k použití

**Cíl kontroly:** Ověření správnosti a úplnosti Návodu k použití dle požadavku normy ČSN EN 60601-1.

**Použité pomůcky:** Návod k použití.

**Způsob kontroly:** Prohlídkou Návodu k použití.

**Postup kontroly:**

Ověřuje se, zda Návod k použití obsahuje:

- a) všeobecné informace, které obsahují
  - všechny informace nezbytné k tomu, aby přístroj pracoval v souladu se svým určením (musí obsahovat vysvětlení funkce ovládacích prvků, displejů a návěští, postup ovládání, připojení a odpojení oddělitelných částí i příslušenství a údaje o spotřebním materiálu).
  - výčet označení odpovídajícího příslušenství, oddělitelných částí a materiálů, pokud použitím jiných může poklesnout minimální bezpečnost.
  - dostatečně podrobné instrukce pro uživatele nebo obsluhu o čištění, preventivních prohlídkách a údržbě, kterou má zajistit, včetně četnosti těchto úkonů.
  - určení částí, u kterých se prostřednictvím jiných osob ve stanovených intervalech provádí preventivní prohlídky a údržba (nemusí v něm být uvedeny podrobnosti, týkající se konkrétního provádění takové údržby).
  - vysvětlení významu číslic, značek, výstražných nápisů a zkratk na přístroji.

- doporučené intervaly prohlídek nebo výměn částí s bezpečnostní funkcí, které podléhají opotřebením vyvolanému při normálním použití přístroje účinky IZ, z hlediska jejich elektrické a nebo mechanické pevnosti.
- b) informace o pohybech, které popisují
  - prostředky, které umožní uvolnit pacienta, pokud existuje možnost, že by porucha elektricky poháněného pohybu při normálním použití mohla vést k jeho zachycení.
  - činnost a omezení zařízení sloužícího ke snížení rizika kolize s pacientem při normálním použití.
- c) informace pro obsluhu, že při použití dálkově řízeného pohybu nebo automatického předprogramovaného pohybu má obsluha zkontrolovat všechny určené nebo plánované pohyby s definitivně umístěným pacientem dříve, než odejde z ozařovny.

**Tolerance:** Návod k obsluze obsahuje položky a) - c).

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavky splněny

Nevyhovuje = Požadavky nesplněny

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

### III.1.8.2. Technický popis

**Cíl kontroly:** Ověření správnosti a úplnosti Technického popisu dle požadavku normy ČSN EN 60601-1.

**Použité pomůcky:** Technický popis.

**Způsob kontroly:** Prohlídkou Technického popisu.

#### Postup kontroly:

Ověřuje se, zda Technický popis obsahuje:

- a) všeobecné informace, které obsahují:
  - všechny údaje, včetně technických, jejichž znalost je podstatná pro bezpečný provoz, nebo odkaz, kde je lze nalézt; jedná se zejména o určení původu (název a nebo obchodní značka výrobce či dodavatele), označení modelu nebo typu, připojení ke zdroji (stanovená napájecí napětí nebo rozsahy napětí, druh zdroje / počet fází), napájecí kmitočet nebo stanovený kmitočtový rozsah Hz, příkon (v A nebo VA, případně W tam, kde účinník překračuje hodnotu 0,9%), síťový výstup (označení síťové zásuvky hodnotou největšího povoleného výkonu), klasifikaci dle kapitoly *Klasifikace*, a fyziologické účinky.
  - zvláštní podmínky při instalaci a uvádění přístroje do provozu.
  - veškeré podrobnosti o podmínkách prostředí a požadovaném napájení pro normální použití.
- b) typ a jmenovitou hodnotu pojistek.
- c) schémata zapojení, seznamy součástek, návody na kalibraci nebo jiné informace, které pomohou odpovídajícím způsobem kvalifikovanému personálu uživatele opravit ty části přístroje, které výrobce označil jako opravitelné.

**Tolerance:** Technický popis obsahuje položky a) - c).

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavky splněny

Nevyhovuje = Požadavky nesplněny

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

### III.1.9. Pohyblivé části

#### III.1.9.1. Ovládání pohybů části přístrojů z ozařovny

**Cíl kontroly:** Ověření, že přístroj je z hlediska pohyblivých částí navržen tak, aby byl bezpečný.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Prohlídkou a zkouškou přístroje.

**Postup kontroly:**

Kontroluje se:

- a) zda není možné provádět motorické pohyby částí přístroje, které mohou pacientovi způsobit fyzické poranění, bez trvalého působení obsluhy na dva spínače a zda každý z těchto spínačů je po uvolnění schopen přerušit pohyb.
- b) zda u pohybů, které mají být automaticky nastavované, není možné zahájit nebo udržovat tyto pohyby bez trvalého osobního působení obsluhy na spínač pro automatické nastavení a na spínač společný pro všechny pohyby.
- c) zda spínače požadované podle a) a b) jsou umístěny blízko ozařovacího stolu tak, aby obsluha mohla při pečlivém pozorování zabránit možnému poranění pacienta a
- d) zda alespoň jeden ze spínačů požadovaných podle a) a b) je spojen s pevnou kabeláží.

**Tolerance:** Požadavky a) - d) splněny.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavky splněny

Nevyhovuje = Požadavky nesplněny

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

#### III.1.9.2. Ovládání pohybů části přístrojů z vnějšku ozařovny

**Cíl kontroly:** Ověření, že přístroj je z hlediska pohyblivých částí navržen tak, aby byl bezpečný.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Prohlídkou a zkouškou přístroje.

**Postup kontroly:**

Kontroluje se, zda není možné provádět motorické pohyby částí přístroje, které mohou pacientovi způsobit fyzické poranění, bez trvalého působení obsluhy na dva spínače a zda každý z těchto spínačů je po uvolnění schopen přerušit pohyb.

**Tolerance:** Požadavek splněn.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavek splněn

Nevyhovuje = Požadavek nesplněn

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.



## III.2. ZKOUŠKA A TESTY DLE NORMY ČSN EN 60601-1-1 Požadavky na bezpečnost zdravotnických elektrických systémů

### III.2.1. Napájení

**Cíl kontroly:** Ověření parametrů napětí, které je vhodné pro napájení přístroje.

**Použité pomůcky:** Technický popis.

**Způsob kontroly:** Prohlídkou technického popisu.

**Postup kontroly:**

Kontroluje se, že přístroj je vhodný pro napájení napětím nepřesahujícím 500 V:

- a) které má dostatečně nízkou vnitřní impedanci, která zabrání kolísání napětí mezi zatíženým a nezatíženým stavem o více než  $\pm 5\%$ .
- b) jehož kolísání nepřesahuje  $\pm 10\%$  jmenovitého napětí.

**Tolerance:** Přístroj může pracovat v síti splňující výše uvedené požadavky nebo v síti s horšími parametry.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavek splněn

                  Nevyhovuje = Požadavek nesplněn

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

### III.2.2. Kryty a ochranná víka

**Cíl kontroly:** Kontrola krytů přístroje.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Prohlídkou a zkouškou přístroje.

**Postup kontroly:**

Ověří se, že kryty chránící před dotykem s živými částmi jsou odstranitelné pouze nástrojem, nebo že činnost automatického vypínacího nebo vybíjecího zařízení zajistí, že uvedené části nebudou živé při otevření nebo odstranění krytu.

**Tolerance:** Požadavek je splněn pro všechny kryty chránící před dotykem s živými částmi.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavek splněn

                  Nevyhovuje = Požadavek nesplněn

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

### III.2.3. Spojení s ochrannou soustavou

**Cíl kontroly:** Ověření funkčnosti ochranné soustavy.

**Použité pomůcky:** Zpráva o revizi elektrického zařízení, technický popis.

**Způsob kontroly:** Prohlídkou dokumentace.

**Postup kontroly:**

Ověřuje se, že:

- a) přístupné části přístroje třídy I, oddělené od živých částí základní izolací, jsou spojeny dostatečně nízkou impedancí s ochrannou uzemňovací svorkou a

- b) technický popis obsahuje doporučení, aby ochranné vodiče trvale umístěné v instalaci ke spojení ochranných svorek přístroje s vnějším ochranným systémem byly přiměřeně dimenzovány v souladu s požadavky národních předpisů pro každou instalaci a pro maximální poruchový proud, jenž může vzniknout.

**Poznámka:**

Splnění požadavku a) se ověří prohlídkou a revizí elektrického zařízení provedenou revizním technikem, který má platné oprávnění. Impedance mezi ochranným kontaktem síťového přívodu a kteroukoliv ochranně uzemněnou přístupnou kovovou částí nesmí přesáhnout hodnotu 0,2  $\Omega$ .

**Tolerance:** Požadavky a) - b) splněny.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavky splněny

Nevyhovuje = Požadavky nesplněny

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

### III.3. ZKOUŠKY A TESTY DLE NORMY ČSN EN 60601-1-4 Programovatelné zdravotnické elektrické systémy

**Cíl kontroly:** Ověření bezpečnosti softwarového vybavení přístroje.

**Použité pomůcky:** Průvodní dokumentace.

**Způsob kontroly:** Prohlídkou dokumentace.

**Postup kontroly:**

Ověřuje se, že programovatelné elektronické subsystémy (PESS) splňují následující požadavky:

- a) softwarové a firmwarové řídicí programy jsou zajištěny před přístupem nebo modifikací bez oprávnění výrobce.
- b) selže-li PESS, který je součástí monitorovacího, měřicího nebo řídicího zařízení, z hlediska plnění své bezpečnostní funkce, dojde k zabránění nebo ukončení ozařování a zastavení pohybů.
- c) manuální řízení zahájení ozařování a pohybů, řízení přerušování nebo ukončení je provedeno pevnou kabeláží a je nezávislé na kterémkoliv PESS.
- d) zařízení řízená PESS, určená k nastavení nebo přípravě polohy částí přístroje z údajů dodaných z počítačového informačního souboru nebo jiných vstupních prostředků, jsou vybavena prostředky pro srovnání skutečného nastavení parametrů přístroje se vstupními parametry. Ozařování je zabráněno, když kterýkoli rozdíl překročí specifikované a předdefinované meze stanovené uživatelem v souladu s pokyny a údaji podle návodu k použití.

**Tolerance:** Požadavky a) - d) splněny.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadavky splněny

Nevyhovuje = Požadavky nesplněny

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu PZ.

## IV. ZKOUŠKY DLOUHODOBÉ STABILITY

### IV.1. BEZPEČNOSTNÍ, VÝSTRAŽNÉ A INDIKAČNÍ SYSTÉMY

#### IV.1.1. Signalizace stavu

##### IV.1.1.1. Signalizace v ozařovně

**Cíl kontroly:** Ověření funkčnosti optických systémů signalizace jednotlivých stavů kV zobrazovacího systému v ozařovně.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Pohledem na světelná návěští.

**Postup kontroly:**

Prostřednictvím televizního okruhu pro systém sledování pacienta se sleduje funkčnost světelného návěští systému signalizace jednotlivých stavů kV zobrazovacího systému v ozařovně.

Při vypnutém RTG záření svítí zelené nebo bílé návěští. Při spuštěném RTG záření svítí žluté nebo oranžové návěští.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Funkční  
Nevyhovuje = Nefunkční

**Frekvence kontrol:** Denně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

##### IV.1.1.2. Signalizace u vstupních dveří do ozařovny

**Cíl kontroly:** Ověření funkčnosti optických systémů signalizace jednotlivých stavů kV zobrazovacího systému u vstupních dveří do ozařovny.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Pohledem na světelná návěští.

**Postup kontroly:**

Přímým pohledem se sleduje funkčnost světelného návěští systému signalizace jednotlivých stavů kV zobrazovacího systému u vstupních dveří do ozařovny.

Při vypnutém RTG záření svítí zelené nebo bílé návěští. Při spuštěném RTG záření svítí žluté nebo oranžové návěští.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Funkční  
Nevyhovuje = Nefunkční

**Frekvence kontrol:** Denně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

### IV.1.1.3. Signalizace v místě obsluhy

**Cíl kontroly:** Ověření funkčnosti optických a akustických systémů signalizace jednotlivých stavů kV zobrazovacího systému v místě obsluhy (ovladovna, ovládací panel).

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Vizuální a akustickou kontrolou signalizačních prvků.

**Postup kontroly:**

Přímým pohledem se sleduje funkčnost světelného návěští systému signalizace v místě obsluhy a na ovládacím panelu. Při vypnutém RTG záření svítí zelené nebo bílé návěští. Při spuštěném RTG záření svítí žluté nebo oranžové návěští.

Poslechem akustické signalizace v místě obsluhy se sleduje, zda při spuštěném RTG záření je slyšitelná akustická signalizace indikující, že záření je spuštěno.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Funkční

Nevyhovuje = Nefunkční

**Frekvence kontrol:** Denně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

### IV.1.2. Shoda indikace polohy na řídicích konzolách LU a kV zobrazovacího systému.

**Cíl kontroly:** Ověření shody indikace polohy ramene LU a ozařovacího stolu na řídicích konzolách LU a kV zobrazovacího systému.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Pohledem na monitory LU a kV zobrazovacího systému.

**Postup kontroly:**

Pohledem na monitory řídicích systémů LU a kV zobrazovacího systému se kontroluje shoda nastavení polohy ramene LU a ozařovacího stolu alespoň pro tři různé polohy ramene LU a ozařovacího stolu.

**Tolerance:** Posuvné stupnice: 1,0 mm

Rotační stupnice: 0,5°

**Vyhodnocení:** Vyhovuje =  $\leq 1,0 \text{ mm}$ ,  $\leq 0,5^\circ$

Nevyhovuje =  $> 1,0 \text{ mm}$ ,  $> 0,5^\circ$

**Frekvence kontrol:** Denně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

## IV.2. MECHANICKÉ A ELEKTRICKÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY

### IV.2.1. Vstupní dveře do ozařovny

**Cíl kontroly:** Ověření funkce dveřního kontaktu.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Ověřit funkci přerušení a nespouštění RTG záření. Zkouška je provedena otevřením dveří a ponecháním otevřených dveří do ozařovny.

Kontrolují se všechny dveře vedoucí do ozařovny, tj. např. vstupní dveře z ovladovny, dveře do strojovny LU apod.

**Postup kontroly:**

kV zobrazovací systém se uvede do stavu připravenosti generovat RTG záření.

a) Otevřené dveře:

Ponechají se otevřené vždy jedny dveře do ozařovny. Zkontroluje se, že nelze spustit RTG záření. Postupně se zkontrolují všechny dveře vedoucí do ozařovny.

Kilovoltážní zobrazovací systém musí indikovat, že nemůže generovat záření, protože existuje podmínka zábrany spuštění RTG záření „*Otevřené dveře*“ a nelze spustit RTG záření.

b) Otevření dveří:

Při spuštění RTG záření se otevřou dveře, které vedou do labyrintu ozařovny.

Na kV zobrazovacím systému se musí objevit indikace, že nelze generovat RTG záření, protože existuje podmínka zábrany spuštění RTG záření „*Otevřené dveře*“ a okamžitě se musí přerušit generování RTG záření.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Funkční

Nevyhovuje = Nefunkční

**Frekvence kontrol:** Denně

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

#### IV.2.2. Systém přerušení záření

**Cíl kontroly:** Ověření funkčnosti systémů přerušení záření.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Ověřit funkci postupnou aktivací jednotlivých typů systémů přerušení záření.

**Postup kontroly:**

a) Po uvolnění tlačítka sloužícího ke generování RTG záření (obvykle nožní pedál) dojde k přerušení jeho generování.

b) Při spuštění RTG záření dojde po aktivaci tlačítka pro přerušení RTG záření k přerušení jeho generování.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Funkční

Nevyhovuje = Nefunkční

**Frekvence kontrol:** Týdně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

#### IV.2.3. Antikolizní systém

**Cíl kontroly:** Ověření, že při aktivaci kteréhokoliv spínače antikolizního systému za podmínek kolize se zastaví všechny hlavní pohyby a je požadováno jejich ruční odblokování.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Simulací stavu kolize.

**Postup kontroly:**

- a) Postupně se vyvolá libovolný pohyb LU a ozařovacího stolu a simuluje se stav kolize postupně pro všechny antikolizní spínače na KVD a KVS.
- b) Postupně se vyvolá libovolný pohyb KVD a KVS a simuluje se stav kolize postupně pro všechny antikolizní spínače LU.
- c) Postupně se vyvolá libovolný pohyb KVD a KVS a simuluje se stav kolize postupně pro všechny antikolizní spínače na KVD a KVS.

Antikolizní systém musí být funkční v klidových i pracovních polohách KVD i KVS.

- Při kolizi musí okamžitě dojít k zastavení pohybu LU i ozařovacího stolu.
- Systém LU indikuje aktivaci antikolizní ochrany.
- Další pohyb LU, ozařovacího stolu, KVD i KVS lze vyvolat pouze po uvolnění antikolizního spínače nebo po aktivaci tlačítka, které umožňuje pohyb při aktivaci antikolizní ochrany.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Funkční

Nevyhovuje = Nefunkční

**Frekvence kontrol:** Denně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

### IV.3. ELEKTRICKY VYVOLANÉ POHYBY

#### IV.3.1. Ovládání pohybů

**Cíl kontroly:** Ověření, že kV zobrazovací systém je z hlediska pohyblivých částí navržen tak, aby byl bezpečný.

Není možné provádět motorické pohyby částí kV zobrazovacího systému, které mohou způsobit kolizi, bez trvalého působení obsluhy na dva spínače. Každý z těchto spínačů je po uvolnění schopen přerušit pohyb.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Ověřit přímou kontrolou postupným vyvoláním pohybů kV zobrazovacího systému, že pohyby kV zobrazovacího systému, které mohou způsobit kolizi, jsou blokovány, pokud nejsou současně aktivována dvě tlačítka.

**Postup kontroly:**

V ozařovně se ověří, že není možné provádět elektricky vyvolané pohyby částí kV zobrazovacího systému bez trvalého působení obsluhy na spínač řízení pohybu a společný spínač pro všechny pohyby. Uvolnění jakéhokoliv z těchto spínačů musí přerušit příslušný pohyb.

Je-li povoleno ovládat pohyby vzdáleně z ovladovny, ověří se, že není možné provádět elektricky vyvolané pohyby částí kV zobrazovacího systému bez trvalého působení obsluhy na spínač řízení pohybu a společný spínač pro všechny pohyby. Uvolnění jakéhokoliv z těchto spínačů musí přerušit příslušný pohyb.

Ověření se provádí pro ruční i automatické nastavení.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Funkční  
Nevyhovuje = Nefunkční

**Frekvence kontrol:** Týdně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

#### IV.3.2. Nouzové zastavení motorů

**Cíl kontroly:** Ověření funkčnosti tlačítek pro přerušení napájení motorů.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Aktivací jednotlivých tlačítek určených pro přerušení napájení motorů.

**Postup kontroly:**

Ověří se, že v ozařovně i v ovladovně jsou instalovány snadno rozpoznatelné a přístupné prostředky pro okamžité ukončení všech pohybů kV zobrazovacího systému, LU a ozařovacího stolu. Jejich funkce se ověří jejich aktivací v průběhu konání jednotlivých pohybů kV zobrazovacího systému, LU a ozařovacího stolu.

Po aktivaci tlačítka musí dojít k okamžitému zastavení pohybu.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Funkční  
Nevyhovuje = Nefunkční

**Frekvence kontrol:** Měsíčně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

#### IV.3.3. Varování při nedokončení pohybu

**Cíl kontroly:** Ověření funkčnosti signalizace při nedokončení pohybu KVD a KVS do pracovní i klidové polohy.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Přerušení pohybu při dosahování požadované polohy.

**Postup kontroly:**

Před dosažením požadované polohy se pohyb přeruší.

- Nelze spustit RTG záření.
- Na monitoru ovládací konzole se objeví chybové hlášení nebo se objeví akustická případně optická signalizace stavu nebo kombinace těchto možností. Systém může signalizaci rozlišovat druh pohybu, u kterého došlo k přerušení.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Funkční  
Nevyhovuje = Nefunkční

**Frekvence kontrol:** Týdně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

## IV.4. CELISTVOST kV ZOBRAZOVACÍHO SYSTÉMU A PŘÍSLUŠENSTVÍ

### IV.4.1. Kontrola kolimačních kazet a filtrační kazety

**Cíl kontroly:** Ověření čistoty a neporušenosti kolimačních kazet, jsou-li součástí vybavení kV zobrazovacího systému.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Prohlídkou.

**Postup kontroly:**

Provede se vizuální kontrola čistoty a neporušenosti kolimačních kazet a filtrační kazety.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Čisté a neporušené

Nevyhovuje = Špinavé nebo porušené

**Frekvence kontrol:** Týdně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

### IV.4.2. Volba parametrů kolimace a filtrace, nastavení KVD, KVS a ramena LU

**Cíl kontroly:** Ověření blokování RTG svazku záření při neshodě mezi požadavky akvizice a skutečným nastavením kV zobrazovacího systému a LU.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Pokusem spustit RTG záření s nastavením kolimačních a filtračních parametrů a parametrů nastavení polohy KVS, KVD a ramene LU odlišným od parametrů požadovaných akvizicí vybranou v nabídce kV zobrazovacího systému.

**Postup kontroly:**

V nabídce kV zobrazovacího systému se vybere libovolná akvizice obrazu. Ověří se, že spuštění RTG záření je blokováno, pokud:

- není vložena předepsaná kolimační kazeta nebo clony kolimačního systému KVS nejsou nastaveny na požadovanou velikost, nebo
- není vložena předepsaná filtrační kazeta (je-li součástí vybavení kV zobrazovacího systému), nebo
- není KVD nebo KVS v předepsané pracovní poloze, nebo
- není rameno LU v předepsané pracovní poloze.

Jednotlivé možnosti neshody se ověřují postupně nebo se mohou zvolit jejich kombinace. Chybové hlášení musí vždy obsahovat indikace všech příčin neshody.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Funkční

Nevyhovuje = Nefunkční

**Frekvence kontrol:** Měsíčně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.



## IV.5. MECHANICKÉ A OPTICKÉ PARAMETRY

### IV.5.1. Poloha detektoru obrazu

#### IV.5.1.1. Rozsah pohybu detektoru obrazu

**Cíl kontroly:** Ověření rozsahu pohybu KVD a tím funkčnosti koncových spínačů.

**Poznámka:**

Ověření se provádí pro kV zobrazovací systémy vybavené digitální stupnicí a umožňující kontinuální nastavení pracovní polohy.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Kontrolou polohy KVD v koncových polohách.

**Postup kontroly:**

Rameno LU se nastaví do takové polohy, aby osa svazku RTG záření směřovala kolmo k podlaze.

- KVD se ustaví do základní pracovní polohy a z této polohy se ve svislém směru postupně nastaví do obou krajních poloh a zaznamenají se koncové hodnoty uvedené na digitální stupnici.
- KVD se umísťuje postupně do vzdáleností -30 cm, -50 cm a -70 cm pod izocentrum a pro všechny tyto vzdálenosti se postupně nastaví v podélném a v příčném směru do obou krajních poloh. Opět se zaznamenají koncové hodnoty.

Vyhodnocuje se odchylka zaznamenaných hodnot od hodnot uvedených v návodu.

Pokud návod tyto hodnoty neobsahuje, při PZ se zaznamenají výchozí hodnoty a při ZDS a ZPS se vyhodnocuje odchylka od těchto výchozích hodnot.

**Tolerance:** Rozsah pohybů je v limitu uvedeném v návodu k obsluze nebo v protokolu PZ.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Rozsah pohybu = uvedené limity

Nevyhovuje = Rozsah pohybu  $\neq$  uvedené limity

**Frekvence kontrol:** Měsíčně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

#### IV.5.1.2. Přesnost polohy detektoru obrazu

**Cíl kontroly:** Ověření přesnosti nastavení KVD do pracovní polohy.

**Poznámka:**

Ověření se provádí pro kV zobrazovací systémy vybavené digitální stupnicí a umožňující kontinuální nastavení pracovní polohy.

**Použité pomůcky:** Měřidlo délky.

**Způsob kontroly:** Kontrolou polohy KVD v definovaných vzdálenostech.

**Postup kontroly:**

Rameno LU se nastaví do takové polohy, aby osa svazku RTG záření směřovala kolmo ke stropu.

a) Kontrola vzdálenosti KVD od izocentra:

Pomocí automatického nastavení se KVD postupně nastaví svisle do poloh -70 cm, -50 cm, -40 cm, -30 cm a 0 cm nad rovinou izocentra. V každé pozici se měřidlem délky změří vzdálenost od referenční plochy KVD k rovině izocentra.

Vyhodnocuje se odchylka změřených hodnot od nastavených hodnot a odchylka hodnot uvedených na digitální stupnici jako aktuální stav od nastavených hodnot.

b) Kontrola offsetu:

Pro polohy -30 cm a -50 cm nastavené v bodě a) se na referenční plochu KVD zaznamenají polohy průsečíků laserů.

Vyhodnocuje se vzdálenost poloh průsečíků.

c) Kontrola vzdálenosti KVD v osách kolmých ke svazku RTG záření

KVD se umístí do základní pracovní polohy. Tato poloha se označí jako výchozí pozice a zaznamenají se souřadnice podélné a příčné polohy.

- Pomocí automatického nastavení se z výchozí pozice nastaví v podélném směru poloha, která odpovídá pozici „výchozí pozice + 10 cm“. Nově získaná hodnota se zaznamená.

- Obdobně se pokračuje pro pozici „výchozí pozice - 10 cm“.

- Obdobně se pokračuje v příčném směru.

Vyhodnocuje se odchylka změřených hodnot od nastavených hodnot a odchylka hodnot uvedených na digitální stupnici jako aktuální stav od nastavených hodnot.

Stejně se postupuje s ramenem LU v poloze 0°, kdy je osa svazku RTG záření rovnoběžná s podlahou.

**Poznámka pro kV zobrazovací systém OBI:**

Referenční plochou KVD se rozumí plocha černého uhlíkového panelu pod krytem KVD.

Detekční vrstva KVD PaxScan je 1,6 cm pod referenční plochou panelu nebo 1,8 cm pod povrchem 2 mm mřížky. Tuto vzdálenost je třeba připočítat ke skutečně měřené vzdálenosti od izocentra.

**Tolerance:** Odečtená hodnota: 1 mm.

Změřená hodnota: 2 mm.

Offset: 2 mm.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje =  $\left| \text{Odečtená hodnota} - \text{požadovaná hodnota} \right| \leq 1 \text{ mm}$

Vyhovuje =  $\left| \text{Změřená hodnota} - \text{požadovaná hodnota} \right| \leq 2 \text{ mm}$

Vyhovuje = Offset  $\leq 2 \text{ mm}$

Nevyhovuje =  $\left| \text{Odečtená hodnota} - \text{požadovaná hodnota} \right| > 2 \text{ mm}$

Nevyhovuje =  $\left| \text{Změřená hodnota} - \text{požadovaná hodnota} \right| > 2 \text{ mm}$

Nevyhovuje = Offset  $> 2 \text{ mm}$

**Frekvence kontrol:** RTG záření kolmo ke stropu: Měsíčně.

Rameno LU v poloze 0°: ZDS.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

### IV.5.1.3. Automatické nastavení polohy detektoru obrazu do pracovní polohy

**Cíl kontroly:** Ověření přesnosti automatického nastavení KVD do pracovní polohy.

**Poznámka:**

Ověření se provádí pro kV zobrazovací systémy bez digitální stupnice s nastavením pracovní polohy do výrobcem stanovených poloh.

**Použité pomůcky:** Měřidlo délky.

**Způsob kontroly:** Kontrolou přesnosti polohy KVD ve všech pracovních polohách.

**Postup kontroly:**

a) Kontrola vzdálenosti KVD od izocentra:

Rameno LU se nastaví do takové polohy, aby osa svazku RTG záření byla vodorovná. Měřidlem délky se změří vzdálenost od referenční plochy KVD k rovině izocentra. Vyhodnocuje se odchylka změřené hodnoty od hodnoty udané výrobcem.

b) Kontrola polohy KVD v osách kolmých ke svazku RTG záření

KVD se pomocí automatického nastavení ustaví do jedné z pracovních poloh. Pomocí značek, které nesmí být umístěny na snímatelném krytu KVD, se ověří správnost dosažené polohy.

Stejně se postupuje pro všechny další pracovní polohy.

Vyhodnocuje se odchylka značky od předepsané hodnoty.

**Poznámka pro kV zobrazovací systém XVI:**

Referenční plochou KVD se rozumí vrchní plocha panelu pod krytem KVD. Vzdálenost této plochy od izocentra je 526 mm. Detekční vrstva KVD leží 10 cm pod po vrchní plochou panelu.

**Tolerance:** 2 mm.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Odchylka  $\leq$  2 mm

Nevyhovuje = Odchylka  $>$  2 mm

**Frekvence kontrol:** Měsíčně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

### IV.5.2. Poloha RTG zdroje

#### IV.5.2.1. Rozsah pohybu RTG zdroje

**Cíl kontroly:** Ověření rozsahu pohybu KVS a tím funkčnosti koncových spínačů.

**Poznámka:**

Ověření se provádí pro kV zobrazovací systémy vybavené digitální stupnicí a umožňující kontinuální nastavení vzdálenosti KVS od izocentra.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Kontrolou polohy KVS v koncových polohách.

**Postup kontroly:**

Rameno LU se nastaví do takové polohy, aby osa svazku RTG záření směřovala kolmo k podlaze. KVS se ustaví do základní pracovní polohy a následně se ve svislém směru

postupně nastaví do obou krajních poloh a zaznamenají se limitní hodnoty uvedené na digitální stupnici.

Vyhodnocuje se odchylka zaznamenaných hodnot od hodnot uvedených v návodu.

Pokud návod tyto hodnoty neobsahuje, při PZ se zaznamenají výchozí hodnoty a při ZDS a ZPS se vyhodnocuje odchylka od těchto výchozích hodnot.

**Tolerance:** Rozsah pohybů je v limitu uvedeném v návodu k obsluze nebo v protokolu PZ.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Rozsah pohybu = uvedené limity

Nevyhovuje = Rozsah pohybu  $\neq$  uvedené limity

**Frekvence kontrol:** Měsíčně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

#### IV.5.2.2. Přesnost polohy RTG zdroje

**Cíl kontroly:** Ověření přesnosti nastavení KVS do pracovní polohy.

**Poznámka:**

Ověření se provádí pro kV zobrazovací systémy vybavené digitální stupnicí a umožňující kontinuální nastavení pracovní polohy.

**Použité pomůcky:** Měřidlo délky.

**Způsob kontroly:** Kontrolou polohy KVS v definovaných vzdálenostech.

**Postup kontroly:**

Rameno LU se nastaví do takové polohy, aby osa svazku RTG záření směřovala kolmo k podlaze. Pomocí automatického nastavení se KVS postupně nastaví do poloh 80,0 cm a 100,0 cm nad rovinou izocentra. V každé pozici se měřidlem délky změří vzdálenost od referenční plochy KVS k rovině izocentra.

Stejně se postupuje s ramenem LU v poloze 0°.

Vyhodnocuje se odchylka změřených hodnot od nastavených hodnot a odchylka hodnot uvedených na digitální stupnici jako aktuální stav od nastavených hodnot.

**Poznámka pro kV zobrazovací systém OBI:**

Referenční plochou KVS se rozumí čelní plocha kolimátoru KVS.

Vzdálenost mezi čelní plochou KVS a ohniskem rentgenky je 14,8 cm. Tuto vzdálenost je třeba připočítat ke skutečně měřené vzdálenosti od izocentra.

**Tolerance:** Odečtená hodnota: 1 mm.

Změřená hodnota: 2 mm.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje =  $\left| \text{Odečtená hodnota} - \text{požadovaná hodnota} \right| \leq 1 \text{ mm}$

Vyhovuje =  $\left| \text{Změřená hodnota} - \text{požadovaná hodnota} \right| \leq 2 \text{ mm}$

Nevyhovuje =  $\left| \text{Odečtená hodnota} - \text{požadovaná hodnota} \right| > 1 \text{ mm}$

Nevyhovuje =  $\left| \text{Změřená hodnota} - \text{požadovaná hodnota} \right| > 2 \text{ mm}$

**Frekvence kontrol:** Měsíčně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

### IV.5.2.3. Nastavení RTG zdroje do pracovní polohy

**Cíl kontroly:** Ověření nemožnosti spustit svazek RTG záření v klidovém stavu KVS a ověření stability a pevnosti uložení KVS v pracovní poloze.

**Použité pomůcky:** ---

**Způsob kontroly:** Kontrolou polohy KVS v pracovní poloze.

**Postup kontroly:**

- KVS je umístěn v klidovém stavu. Nelze spustit svazek RTG záření a kV zobrazovací systém indikuje důvod tohoto stavu.
- KVS se manuálně zaaretuje v pracovní poloze. V této pozici musí držet pevně bez jakékoliv vůle.

**Tolerance:** Funkční.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Funkční

Nevyhovuje = Nefunkční

**Frekvence kontrol:** Měsíčně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

### IV.5.3. Ověření polohy izocentra a přesnosti polohování stolu použitím kV zobrazovacího systému

#### IV.5.3.1. Ověření polohy izocentra použitím ortogonálních 2D snímků

**Cíl kontroly:** Ověření shody polohy izocentra lineárního urychlovače a kV zobrazovacího systému použitím ortogonálních 2D snímků.

**Použité pomůcky:** Fantom pro ověření polohy izocentra, rastrová deska pro kalibraci clon.

**Způsob kontroly:** Stanovením odchylky vzdálenosti středu radiokontrastní kuličky umístěné ve středu fantomu od středového kříže rastrové desky a středu digitální mřížky.

**Postup kontroly:**

Rameno LU se nastaví do polohy  $0^\circ$ . Na ozařovací stůl se položí fantom pro ověření polohy izocentra (obr. 7) a vyrovná se pomocí laserů tak, aby radiokontrastní kulička ve středu fantomu byla umístěna v izocentru.

KVS a KVD se umístí do základní pracovní polohy. RTG rastrová deska (obr. 10) se přilepí na povrch KVD tak, aby osa svazku RTG záření přibližně procházela jejím středem. Vybere se režim pro skiografii / skiaskopii a nasnímá se obraz fantomu.

Rastrová deska se na povrchu KVD posune tak, aby středový kříž rastrové desky byl nastaven na střed obrazu kuličky fantomu. Poloha se zkontroluje pomocí skiografického / skiaskopického snímku. Další skiografické snímky se pořídí s ramenem LU v polohách  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  a  $270^\circ$ .

Pořízené snímky se zvětší na maximální velikost.

- Pomocí digitálního měřítka se změří vodorovná, svislá a celková vzdálenost mezi středem radiokontrastní kuličky a středovým křížem rastrové desky.
- Zobrazí se digitální mřížka (je-li to možné) a pomocí digitálního měřítka se změří vodorovná, svislá a celková vzdálenost mezi středem radiokontrastní kuličky a centrální značkou digitální mřížky.

Vyhodnocuje se maximální velikost změřené vzdálenosti.

**Tolerance:** Vzdálenost ve vodorovném a svislém směru:  $\leq 1,5$  mm

Celková vzdálenost:  $\leq 2$  mm

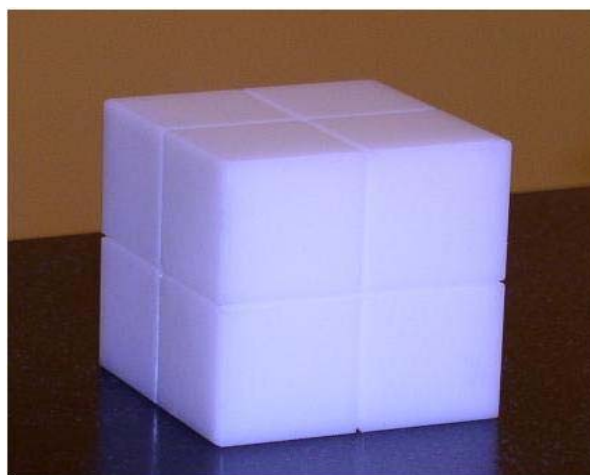
**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Změřená vzdálenost  $\leq$  uvedená tolerance

Nevyhovuje = Změřená vzdálenost  $>$  uvedená tolerance

**Frekvence kontrol:** Týdně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

Obr. 7: Fantom pro ověření polohy izocentra



#### IV.5.3.2. Ověření polohy cílového objemu použitím ortogonálních 2D snímků

**Poznámka:**

Fantom pro ověření polohy izocentra (obr. 7) se naskenuje na CT se vzdáleností CT řezů maximálně 2,5 mm. Na TPS se vytvoří zkušební plán s poli pro polohu ramene LU 0°, 90°, 180° a 270°. Izocentrum polí se umístí do středu radiokontrastní kuličky, která je umístěna ve středu fantomu. Vytvořený plán se přenese k ozáření a ke kontrole polohy včetně DRR na lineární urychlovač.

**Cíl kontroly:** Ověření shody polohy cílového objemu s polohou referenčních obrazů pomocí ortogonálních 2D snímků. Kontrola zahrnuje ověření procesu od plánování na TPS po ověření na LU.

**Poznámka:**

Ověření se provádí pro kV zobrazovací systémy, které používají k přesnému nastavení pacienta ortogonální 2D snímky.

Zkouška se provádí pro klinicky používané dvojice úhlů ramene LU tak, aby každý měsíc byla vyzkoušena jedna z těchto dvojic.

Kontroluje se celý proces od pořízení CT řezů, přes vytvoření plánu na TPS a jeho odeslání na LU a kV zobrazovací systém, až po kontrolu polohy cílového objemu na LU. Pokud nejsou limity splněny, je třeba ověřit přesnost všech jednotlivých kroků.

**Použité pomůcky:** Fantom pro ověření polohy izocentra.

**Způsob kontroly:** Porovnáním referenčních DRR s ortogonálními 2D snímky kV zobrazovacího systému.

**Postup kontroly:**

Na ozařovací stůl se položí fantom pro ověření polohy izocentra (obr. 7) a vyrovná se pomocí laserů tak, aby radiokontrastní kulička byla umístěna v izocentru. Z ozařovací fronty verifikačního systému se vybere pacient, pro kterého byl vytvořen na TPS zkušební plán. Vybere se režim pro skiaskopii nebo skiagrafii. LU se nastaví tak, aby byly na kV zobrazovacím systému pořízeny dva ortogonální snímky odpovídající referenčním DRR.

Porovnání obrazů se provede automatickým porovnáním obrazů.

Vyhodnocují se hodnoty požadovaného posuvu ozařovacího stolu automaticky stanovené systémem po provedeném porovnání obrazů.

**Tolerance:**  $\leq 1$  mm

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Požadovaný posun stolu  $\leq$  uvedená tolerance.

Nevyhovuje = Požadovaný posun stolu  $>$  uvedená tolerance.

**Frekvence kontrol:** Měsíčně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

### IV.5.3.3. Ověření polohy cílového objemu použitím CBCT

**Cíl kontroly:** Ověření shody polohy cílového objemu s polohou referenčních obrazů pomocí CBCT. Kontrola zahrnuje ověření procesu od plánování na TPS po ověření na LU.

**Poznámka:**

Kontroluje se celý proces od pořízení CT řezů, přes vytvoření plánu na TPS a jeho odeslání na LU a kV zobrazovací systém, až po kontrolu polohy cílového objemu na LU. Pokud nejsou limity splněny, je třeba ověřit přesnost všech jednotlivých kroků.

**Použité pomůcky:** Fantom pro ověření polohy izocentra.

**Způsob kontroly:** Porovnáním 3D referenčních obrazů s CBCT z kV zobrazovacího systému

**Postup kontroly:**

Na ozařovací stůl se položí fantom pro ověření polohy izocentra (obr. 7) a vyrovná se pomocí laserů tak, aby radiokontrastní kulička byla umístěna v izocentru. KVD a KVS se umístí do základní pracovní polohy. Z ozařovací fronty verifikačního systému se vybere pacient, pro kterého byl vytvořen na TPS zkušební plán. Provede se akvizice CBCT projekce fantomu.

Porovnání obrazů se provede automatickým porovnáním obrazů.

Vyhodnocují se hodnoty požadovaného posuvu ozařovacího stolu automaticky stanovené systémem po provedeném porovnání obrazů.

U kV zobrazovacích systémů s pracovními polohami KVD stanovenými výrobcem se postupuje obdobně pro všechny pracovní polohy KVD.

**Poznámka pro kV zobrazovací systém XVI:**

Ke kontrole XVI lze též použít měřicí zařízení ball-bearing (obr. 8), dodávané společně s XVI, a to včetně referenčních obrazů.

**Tolerance:** Vzdálenost v jednotlivých směrech:  $\leq 1$  mm

Celková vzdálenost:  $\leq 2$  mm

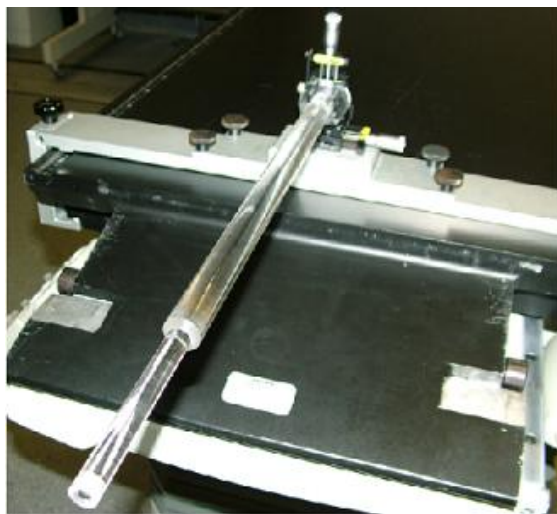
**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Změřená vzdálenost  $\leq$  uvedená tolerance

Nevyhovuje = Změřená vzdálenost  $>$  uvedená tolerance

**Frekvence kontrol:** Měsíčně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

Obr. 8: Ball-bearing firmy Elekta



#### IV.5.3.4. Automatický posuv stolu pro ortogonální 2D snímky a CBCT

**Cíl kontroly:** Ověření přesnosti automatického posuvu stolu při porovnání ortogonálních 2D snímků a CBCT s referenčními obrazy.

**Použité pomůcky:** Fantom pro ověření polohy izocentra, radiokontrastní kuličky o průměru cca 1 mm.

**Způsob kontroly:** Kontrolou přesnosti výpočtu požadovaného posuvu stolu a přesnosti provedení požadovaného posuvu.

##### **Postup kontroly:**

Na horní plochu fantomu pro ověření polohy izocentra (obr. 7) se přilepí 2 cm laterálně a 2 cm longitudinálně od středu fantomu ve směru od ramene LU radiokontrastní kulička. Další kulička se přilepí na fantom zprava při pohledu k rameni LU, 2 cm nahoru a 2 cm longitudinálně od středu fantomu ve směru od ramene LU. Fantom se položí na ozařovací stůl a vyrovná se pomocí laserů tak, aby radiokontrastní kuličky na povrchu fantomu byly umístěny v průsečíku laserových zaměřovačů.

Z ozařovací fronty verifikačního systému a v kV zobrazovacím systému se vybere pacient, pro kterého byl na TPS vytvořen zkušební plán a referenční obrazy.

##### a) Ortogonální 2D snímky

Vybere se režim pro skiaskopii nebo skiografii. LU se nastaví tak, aby byly na kV zobrazovacím systému pořízeny dva ortogonální snímky odpovídající referenčním DRR.

Porovnání obrazů se provede automatickým porovnáním obrazů.

Automatickým nastavením se provede posuv stolu. Měřítkem se stanoví odchylka laserových zaměřovačů a radiokontrastních kuliček v jednotlivých směrech.

Vyhodnocuje se odchylka mezi vypočteným a známým posuvem stolu v jednotlivých směrech a odchylka mezi známou a změřenou vzdáleností radiokontrastních kuliček od laserových zaměřovačů.



## b) CBCT

Stejná kontrola se provede pro 3D porovnání obrazů. Provede se akvizice CBCT projekce fantomu.

Porovnání obrazů se provede automatickým porovnáním obrazů automatickým matchingem, automatickým nastavením se provede posuv stolu. Měřítkem se stanoví odchylka laserových zaměřovačů a radiokontrastních kuliček v jednotlivých směrech.

Vyhodnocuje se odchylka mezi vypočteným a známým posuvem stolu v jednotlivých směrech a odchylka mezi známou a změřenou vzdáleností radiokontrastních kuliček od laserových zaměřovačů.

**Tolerance:**  $\leq 1,5$  mm.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Odchylka  $\leq$  uvedená tolerance

Nevyhovuje = Odchylka  $>$  uvedená tolerance

**Frekvence kontrol:** Týdně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

## IV.6. KONTROLA KVALITY OBRAZU

### IV.6.1. Kontrola kvality 2D zobrazení

#### IV.6.1.1. Rozlišení při nízkém kontrastu pro 2D zobrazení

**Cíl kontroly:** Ověření, že rozlišení při nízkém kontrastu při skiaskopii a skiagrafii při specifikovaném nastavení parametrů kV zobrazovacího systému odpovídá hodnotě udané výrobcem.

**Použité pomůcky:** Fantom pro kontrolu rozlišení při nízkém kontrastu, 1 mm Cu filtr.

**Způsob kontroly:** Stanovením rozlišení při nízkém kontrastu z projekce fantomu pomocí kV zobrazovacího systému.

#### **Postup kontroly:**

Rameno LU se nastaví do takové polohy, aby osa svazku RTG záření směřovala kolmo k podlaze. Fantom pro kontrolu rozlišení při nízkém kontrastu (obr. 9) se položí na povrch KVD a vyrovná se tak, aby šipka na jeho povrchu směřovala k rameni LU. 1 mm Cu filtr se připevní na výstup kolimátoru KVS. Vymezovače pole se nastaví na plochu filtru. Ověří se, že velikost kolimace nepřesahuje rohy Cu filtru.

Pokud výrobce předepisuje pro provedení zkoušky jinou geometrii, respektuje se předpis výrobce.

Pokud 1mm Cu filtr nelze připevnit na výstup kolimátoru KVS, položí se na fantom.

Pokud KVS není vybaven nastavitelným kolimátorem, vybere se pro tento test výrobcem předepsaná kolimační kazeta.

Vybere se režim pro skiaskopii nebo skiagrafii. Nastaví se hodnoty stanovené pro tuto zkoušku výrobcem.

- OBI: expoziční parametry: Pulsed Fluoro, (2 x 2 párovací mód), 75 kV, 25 mA, 4 ms, ABC off  
 geometrické nastavení: poloha KVS (100, 0), poloha KVD (-40,0,0)
- XVI: expoziční parametry: „PlanarView“, kolimační kazeta S20  
 geometrické nastavení: kolimační kazeta S20  
 rameno KVD na *Small FOV* (obr. 5)  
 fantom na desce stolu se svým středem v izocentru

Geometrie nastavení a expoziční parametry se při PZ zaznamenají. Při ZPS a ZDS se používá stejné nastavení jako při PZ.

Zapne se svazek RTG záření a provede se vyhodnocení zachyceného obrazu.

Vyhodnocuje se počet viditelných disků.

**Poznámka určená pro provedení zkoušky pomocí fantomu Ledds TOR 18FG:**

Pro jiný typ fantomu se postupuje analogicky dle návodu k obsluze fantomu.

Nastaví se parametry zobrazovacího okna tak, aby byl viditelný světlý kroužek uvnitř bílého čtverce a černý kroužek uvnitř černého čtverce.

Začne se počítat od nejtmašího disku (umístěn přibližně na 10 hod.) k nejsvětlejšímu, který lze ještě rozlišit. Z tabulky 2 se určí rozlišení při nízkém kontrastu pro počet viditelných disků.

**Tolerance:** min. 12 disků.

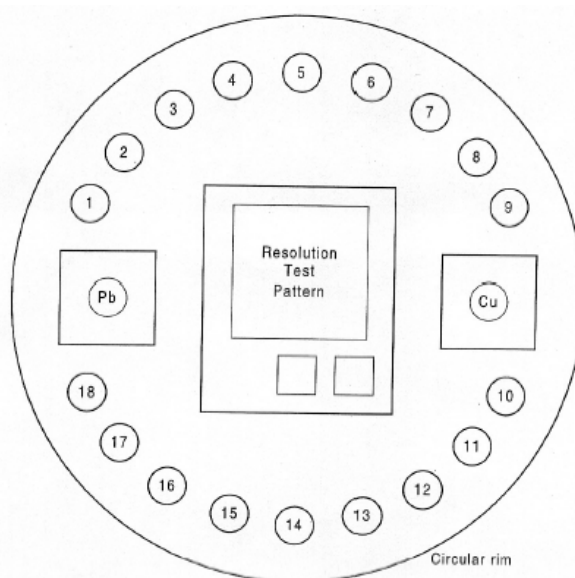
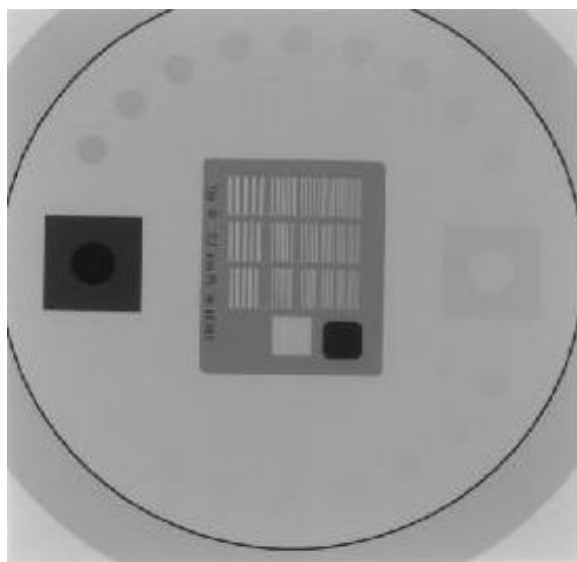
**Vyhodnocení:** Vyhovuje = počet rozliš. disků  $\geq 12$ .

Nevyhovuje = počet rozliš. disků  $< 12$ .

**Frekvence kontrol:** Měsíčně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

Obr. 9: Fantom pro kontrolu rozlišení Ledds TOR 18FG



Na fantomu Leeds TOR 18FG je 18 disků o průměru 8 mm s rozsahem kontrastu uvedeném v tabulce č. 2.

Součástí fantomu je i 1 mm Cu filtr.

Tabulka č. 2: Hodnoty nízkého kontrastu pro fantom Leeds TOR 18FG

Tabulka pro OBI Varian:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14,90%	13,20%	11,40%	9,70%	7,80%	6,70%	5,99%	4,70%	3,99%
10	11	12	13	14	15	16	17	18
3,47%	3,01%	2,33%	2,01%	1,61%	1,45%	1,22%	1,03%	0,81%

Tabulka pro XVI Elekta:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16,00%	14,50%	12,30%	10,80%	8,60%	7,60%	6,60%	5,50%	4,50%
10	11	12	13	14	15	16	17	18
3,90%	3,30%	2,70%	2,30%	1,80%	1,60%	1,35%	1,15%	0,90%

#### IV.6.1.2. Prostorové rozlišení pro 2D zobrazení

**Cíl kontroly:** Ověření, že prostorové rozlišení pro 2D zobrazení při specifikovaném nastavení parametrů kV zobrazovacího systému odpovídá hodnotě udané výrobcem.

**Použité pomůcky:** Fantom pro kontrolu rozlišení, případně zeslabující fantom nebo filtr.

**Způsob kontroly:** Stanovením prostorového rozlišení z projekce fantomu pomocí kV zobrazovacího systému.

##### Postup kontroly:

Rameno LU se nastaví do takové polohy, aby osa svazku RTG záření směřovala kolmo k podlaze. Fantom pro kontrolu rozlišení (obr. 9) se umístí stejně jako ve zkoušce *Rozlišení při nízkém kontrastu pro 2D zobrazení*. Při manuálním nastavení expozičních parametrů se ověří, že v dráze svazku RTG záření nejsou žádné předměty nebo filtrace. Pokud se používají výrobcem nastavené parametry expozice, bude třeba použít zeslabující fantom případně filtr dle předpisu výrobce.

Zcela se otevřou clony kolimátoru na maximální velikost pole. Pokud KVS není vybaven nastavitelným kolimátorem, vybere se pro tento test výrobcem předepsaná kolimační kazeta. Vybere se režim pro skiaskopii nebo skiagrafii. Nastaví se hodnoty stanovené pro tuto zkoušku výrobcem.

OBI: expoziční parametry: Pulsed Fluoro, (2 x 2 párovací mód), 45 kV, 50 mA, 6 ms, ABC off

geometrické nastavení: poloha KVS (100, 0), poloha KVD (-40,0,0)

XVI: Použije obraz zachycený při zkoušce *Rozlišení při nízkém kontrastu pro 2D zobrazení*.

Geometrie nastavení a expoziční parametry se při PZ zaznamenají. Při ZPS a ZDS se používá stejné nastavení jako při PZ.

Zapne se svazek RTG záření a provede se vyhodnocení zachyceného obrazu. Obraz se zvětší. Jas a kontrast se nastaví na nejostřejší zobrazení.

Vyhodnocuje se ještě vizuálně rozlišitelný počet čar na mm (lp/mm).

##### Poznámka určená pro provedení zkoušky pomocí fantomu Leeds TOR 18FG:

Pro jiný typ fantomu se postupuje analogicky dle návodu k obsluze fantomu.

Počítání skupin čar probíhá v pořadí určeném směrem šipek ↘↗↘.

Prostorové rozlišení fantomu TOR 18FG (obr. 9) je v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3: Hodnoty prostorového rozlišení pro fantom Leeds TOR 18FG

Pořadí skupiny - prostorové rozlišení v lp/mm						
1 - 0,50	4 - 0,71	7 - 1,00	10 - 1,40	13 - 2,00	16 - 2,80	19 - 4,00
2 - 0,56	5 - 0,80	8 - 1,12	11 - 1,60	14 - 2,24	17 - 3,15	20 - 4,50
3 - 0,63	6 - 0,90	9 - 1,25	12 - 1,80	15 - 2,50	18 - 3,55	21 - 5,00

**Tolerance:** min. 1,3 lp/mm.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = systém rozliší 1,3 lp/mm.

Nevyhovuje = systém nerozliší 1,3 lp/mm.

**Frekvence kontrol:** Měsíčně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS

#### IV.6.1.3. Měření vzdálenosti, plochy a úhlu pro 2D zobrazení

**Cíl kontroly:** Ověření, že kV zobrazovací program pracuje s přesností prováděných měření v rozsahu  $\pm 2$  mm nebo 1 % z toho, co nastane dříve. Nástroje pro měření vzdálenosti, plochy a úhlu jsou ověřovány za účelem ujištění se, že kV zobrazovací systém lze použít jak pro klinické zobrazení tak i pro kvalitativní hodnocení klinické situace.

**Použité pomůcky:** Rastrová deska.

**Způsob kontroly:** Určením odchylky délky, plochy a úhlu od nominální hodnoty.

##### Postup kontroly:

Rameno LU se ustaví do polohy  $0^\circ$ . Rastrová deska se nastaví a zorientuje v izocentru vůči zaměřovacímu kříži LU. Rameno LU se nastaví do takové polohy, aby osa svazku RTG záření směřovala kolmo k podlaze.

Zcela se otevřou clony kolimátoru na maximální velikost pole. Pokud KVS není vybaven nastavitelným kolimátorem, vybere se pro tento test výrobcem předepsaná kolimační kazeta. Vybere se režim pro skiaskopii nebo skiografii. Nastaví se hodnoty stanovené pro tuto zkoušku výrobcem.

OBI: expoziční parametry: Pulsed Fluoro, 45 kV, 25 mA, 4 ms, ABC off  
geometrické nastavení: poloha KVS (100, 0), poloha KVD (-40,0,0)

XVI: expoziční parametry: „PlanarView“

geometrické nastavení: kolimační kazeta S20

rameno KVD na *Small FOV* (obr. 5)

Geometrie nastavení a expoziční parametry se při PZ zaznamenají. Při ZPS a ZDS se používá stejné nastavení jako při PZ.

Zapne se svazek RTG záření a provede se vyhodnocení zachyceného obrazu.

##### a) Měření vzdálenosti:

Nástrojem pro měření délky se změří podle obr. 10 Měření délky vzdálenost mezi páry čar vymežujících vzdálenost 10 cm x 10 cm. Stanoví se odchylka od nominální hodnoty. Pro přesnější měření lze využít funkci zvětšení.

b) Měření úhlu:

Nástrojem pro měření úhlů se změří podle obr. 10 Měření úhlů úhel, který svírá diagonála mezi dvěma libovolnými rohy čtverce 10 cm x 10 cm a základnou tohoto čtverce. Stanoví se odchylka od nominální hodnoty. Pro přesnější měření lze využít funkci zvětšení.

c) Měření plochy:

Zvolí se nástroj pro stanovení plochy. Pomocí desky pro kalibraci clon, která je na obr. 10 Měření plochy, se nakreslí čtverec 10 cm x 10 cm. Zaznamenají se hodnoty velikosti výšky a šířky zobrazené v informačním okénku na monitoru. Stanoví se odchylka od nominální hodnoty. Pro přesnější měření lze využít funkci zvětšení.

Pro délky se vyhodnocuje maximální odchylka naměřená hodnoty od 10 cm.

$$\Delta A = \max(\text{abs}(A - 10 \text{ cm}))$$

Pro úhly se vyhodnocuje maximální odchylka naměřené hodnoty od 45°.

$$\Delta \alpha = \max(\text{abs}(\alpha - 45^\circ))$$

**Tolerance:**  $\Delta A \leq 2 \text{ mm}$  a  $\Delta \alpha \leq 1,0^\circ$

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = Odchylka  $\leq$  uvedená tolerance.

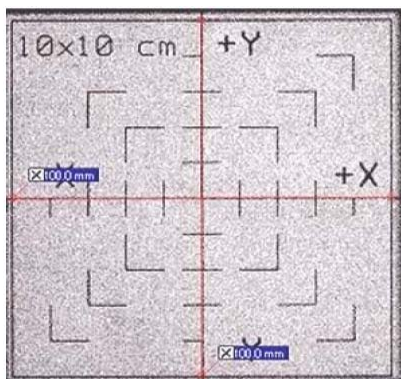
Nevyhovuje = Odchylka  $>$  uvedená tolerance.

**Frekvence kontrol:** Měsíčně.

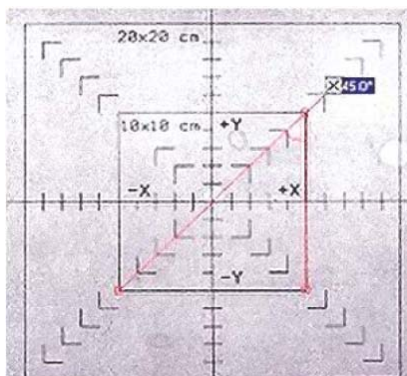
**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

Obr. 10: Rastrové desky pro kalibraci clon

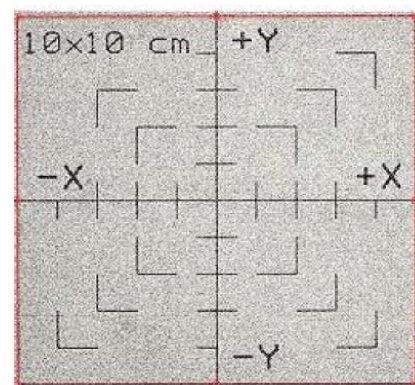
Měření délky



Měření úhlů



Měření plochy



#### IV.6.2. CBCT kvalita obrazu

**Použité pomůcky:** Fantom pro kontrolu CBCT kvality obrazu.

Pro zkoušku by měl být použit stejný fantom, s jakým se prováděl akceptační test nebo PZ.

Pro OBI je doporučen typ Catphan 504, obr. 11.

Pro XVI je doporučen typ Catphan 503, obr. 11.

**Nastavení fantomu:**

Transportní obal fantomu Catphan se postaví na stůl.

Fantom Catphan se připevní na konec transportního obalu na stole. Fantom je na straně ramene LU a přesahuje v celé své délce okraj ozařovacího stolu.

Pomocí vodováhy a stavěcích šroubů se fantom vyrovná do vodorovné polohy.

Pomocí značek na své horní straně se vyrovná do podélné osy LU.

Horizontálními pohyby stolu se fantom umístí tak, aby podélný laser a boční lasery protínaly třetí značku od ramene LU, to znamená prostřední značku na horní straně fantomu.

Vertikálním pohybem stolu se umístí fantom tak, aby boční lasery protínaly boční značky fantomu.

### Nastavení kV zobrazovacího systému:

Vybere se režim pro CBCT. Nastaví se hodnoty stanovené pro tuto zkoušku výrobcem.

3D zobrazení se pořídí s plnou rotací ramene LU, to je v rozsahu  $-180^\circ$  až  $+180^\circ$ .

OBI: expoziční parametry: 125 kV, 80mA, 25 ms,  
geometrické nastavení: KVS (100,0), KVD (-50,0,0) cm.  
filtr: *Half Fan* bowtie i *full-fan* bowtie (obr. 12)  
rekonstrukční matice: 512 x 512 pixelů v řezu  
tloušťka řezu: 2,5 mm.

XVI: expoziční parametry: „*VolumeView Acquisition*“  
geometrické nastavení: kolimační kazeta *S20*  
rameno KVD na *Small FOV* (obr. 5)  
předdefinovaná akvizice: „*CAT-Image Quality*“,  
Při vyhodnocení se průměruje přes 3 řezy, což odpovídá tloušťce řezu 1,5 mm.

Geometrie nastavení a expoziční parametry se při PZ zaznamenají. Při ZPS a ZDS se používá stejné nastavení jako při PZ.

Obr. 11: Fantom pro kontrolu CBCT kvality obrazu Catphan



Obr. 12: Bowtie



Half-fan bowtie



Full-fan bowtie

#### IV.6.2.1. Převod hustoty materiálu na Hounsfieldovy jednotky

**Cíl kontroly:** Ověření závislosti HU na hustotě materiálu.

**Poznámka:**

Ověření se provádí pro kV zobrazovací systémy, do kterých lze vložit převodní tabulku závislosti hustoty materiálu na HU.

**Způsob kontroly:** Porovnáním naměřených a nominálních hodnot HU.

**Postup kontroly:**

Dle návodu k použití se vybere ten řez CatPhan fantomu, který obsahuje modul s materiály známých hustot a slouží ke kontrole převodu hustoty materiálu na HU (insert CTP404, obr. 13). V každé homogenní substanci se zakreslí ROI tak, aby nepřesahoval hranice substance.

Stanoví se střední hodnota hustoty vyjádřená v HU ve všech ROI a ověří se, že odpovídají požadované specifikaci v dokumentaci k fantomu (tabulka č. 4).

Vyhodnocuje se rozdíl mezi stanovenými HU a jednotkami uvedenými v manuálu fantomu Catphan.

**Tolerance:** Hodnota HU v manuálu fantomu Catphan  $\pm 40$  HU.

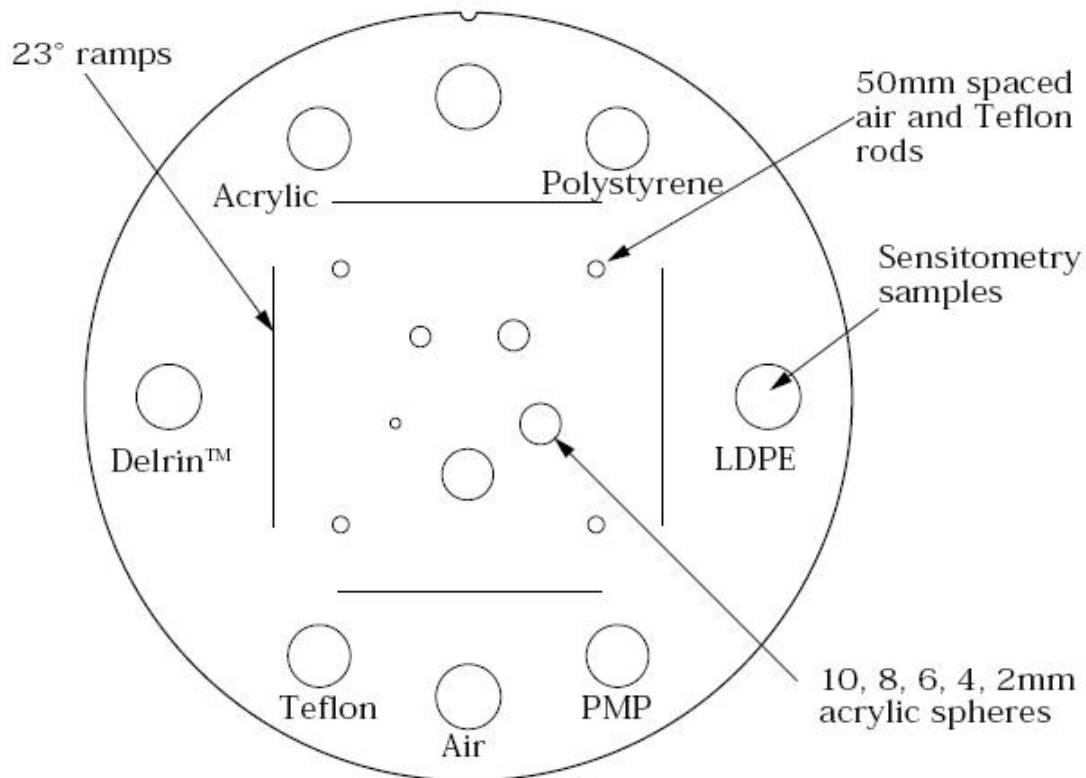
**Vyhodnocení:** Vyhovuje = HU jsou v uvedené toleranci

                  Nevyhovuje = HU nejsou v uvedené toleranci

**Frekvence kontrol:** Půlročně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

Obr. 13: Insert CTP404 fantomu Catphan



Tabulka č. 4: HU pro materiály v Insertu CTP404

Materiál	Air	PMP	LDPE	Polystyrene	Acrylic	Delrin	Teflon
Očekávané HU	-1000	-200	-100	-35	120	340	990

#### IV.6.2.2. Rozlišení při nízkém kontrastu pro CBCT

**Cíl kontroly:** Ověření, že rozlišení při nízkém kontrastu pro CBCT při specifikovaném nastavení parametrů kV zobrazovacího systému odpovídá hodnotě udané výrobcem.

**Způsob kontroly:** Stanovením počtu kruhových disků rozlišitelných na získaných skenech nebo výpočtem.

**Postup kontroly:**

Dle návodu k použití k fantomu se vybere ten řez CatPhan fantomu, který obsahuje modul pro kontrolu rozlišení při nízkém kontrastu (insert CTP515, obr. 14, nebo insert CTP404, obr. 13).

Metodika A:

Použije se insert CTP515.

Vyhodnocuje se ještě vizuálně rozlišitelný počet čar na mm (lp/mm). Obraz se zvětší. Jas a kontrast se nastaví na nejostřejší zobrazení. Ověří se, že je viditelný minimálně disk o průměru 15 mm. Na základě viditelnosti dalších disků se, dle specifikace udané v dokumentaci k fantomu, stanoví hodnota rozlišení při nízkém kontrastu.

Metodika B:

Použije se insert CTP515.

V ploše polystyrénové a LPDE oblasti se zakreslí ROI o rozměrech 0,4 cm x 0,4 cm.

Tloušťka řezu se volí dle doporučení výrobce.

Stanoví se střední hodnota hustoty a standardní odchylka hustoty v obou ROI.

Kontrast se spočítá dle vzorce:

$$Low\_contrast\_visibility = \frac{6,5}{\left[ \frac{(Mean_{polystyrene} - Mean_{LDPE})}{\left[ \frac{SD_{polystyrene} + SD_{LDPE}}{2} \right]} \right]} * 100(\%)$$

- kde:  $Mean_{polystyrene}$  je střední hodnota hustoty polystyrénu  
 $Mean_{LDPE}$  je střední hodnota hustoty LDPE  
 $SD_{polystyrene}$  je standardní odchylka hustoty polystyrénu  
 $SD_{LDPE}$  je standardní odchylka hustoty LPDE

Koeficient 6,5 je získán ze vzorce:  $(CT_{est\ polyst} - CT_{est\ LDPE}) / 10$

- kde:  $CT_{est\ polyst}$  je hodnota hustoty polystyrénu v HU podle tabulky 4.  
 $CT_{est\ LDPE}$  je hodnota hustoty LDPE v HU podle tabulky 4.

**Tolerance:** Metodika A: Ještě je viditelný 15 mm disk v oblasti Supra-Slice.

Metodika B:  $Low\_contrast\_visibility \leq 2\%$ .

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = rozlišení je v uvedené toleranci.

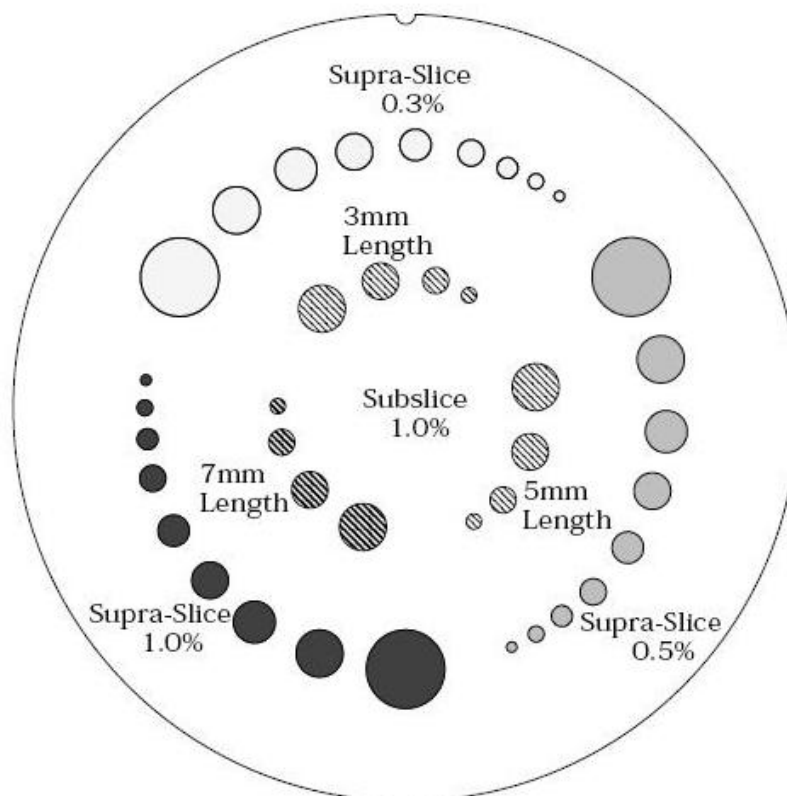
Nevyhovuje = rozlišení není v uvedené toleranci.



**Frekvence kontrol:** Půlročně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

Obr. 14: Insert CTP515 fantomu Catphan



#### IV.6.2.3. Prostorové rozlišení pro CBCT

**Cíl kontroly:** Ověření, že prostorové rozlišení pro CBCT s KVD při specifikovaném nastavení parametrů kV zobrazovacího systému odpovídá hodnotě udané výrobcem.

**Způsob kontroly:** Stanovením počtu párů čar/mm rozlišitelných na získaných skenech.

##### Postup kontroly:

Dle návodu k použití se vybere ten řez CatPhan fantomu, který obsahuje modul pro kontrolu prostorového rozlišení (insert CTP528, obr. 15). Obraz se zvětší. Jas a kontrast se nastaví na nejostřejší zobrazení.

Vyhodnocuje se ještě vizuálně rozlišitelný počet čar na mm (lp/mm).

**Tolerance:** OBI: viditelné prostorové rozlišení pro Half Fan  $\geq 6$  lp/mm (6. skupina).

OBI: viditelné prostorové rozlišení pro Full Fan  $\geq 7$  lp/mm (7. skupina).

XVI: viditelné prostorové rozlišení  $\geq 7$  lp/mm (7. skupina)

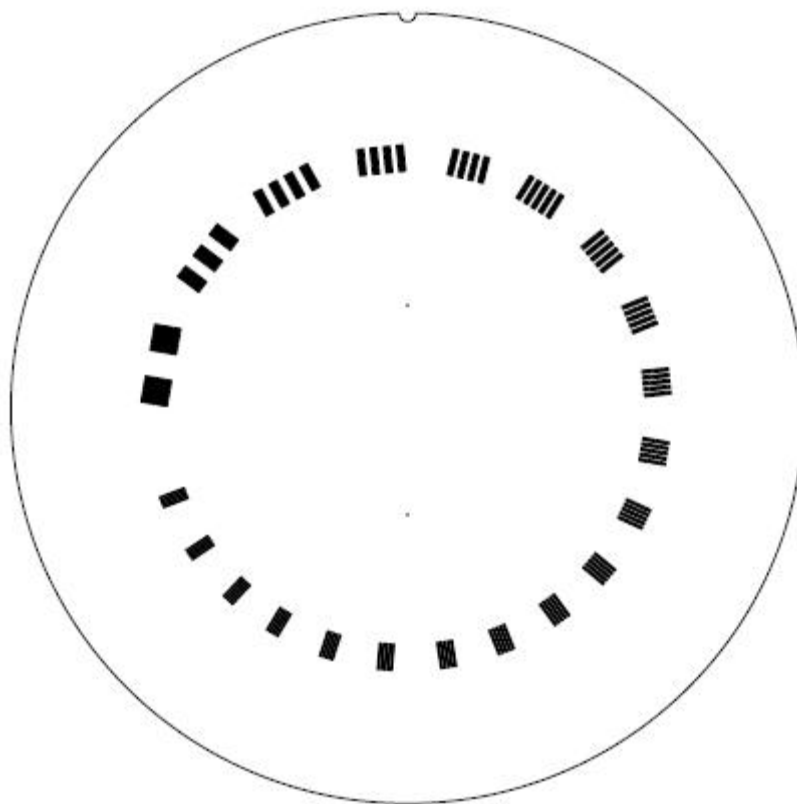
**Vyhodnocení:** Vyhovuje = prostorové rozlišení je v uvedené toleranci.

Nevyhovuje = prostorové rozlišení není v uvedené toleranci.

**Frekvence kontrol:** Půlročně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

Obr. 15: Insert CTP528 fantomu Catphan



#### IV.6.2.4. Ověření homogenity obrazu pro CBCT

**Cíl kontroly:** Ověření homogenity obrazu pro CBCT.

**Způsob kontroly:**

Metodika A:

Stanovením odchylky HU od definované hodnoty.

Metodika B:

Stanovením rozdílu zobrazované homogenity v homogenní oblasti fantomu.

**Postup kontroly:**

Dle návodu k použití pro CatPhan fantom se vybere ten řez, který obsahuje modul pro kontrolu homogenity obrazu (insert CTP486, obr. 16).

Měření se provádí v bodech se souřadnicemi  $(0, Y, 0)$ ,  $(-5, Y, 0)$ ,  $(5, Y, 0)$ ,  $(0, Y, -5)$  a  $(0, Y, 5)$ , kde  $Y$  je vzdálenost řezu od osy svazku RTG záření. Použité jednotky míry jsou centimetry.

V měřících bodech se vytvoří ROI o velikosti přibližně 1 cm x 1 cm. Požadovanou velikost ROI obvykle přesně specifikuje výrobce.

Metodika A:

V každém ROI se stanoví střední hodnota HU. Žádná z hodnot ve stanovených oblastech se nesmí lišit od nominální hodnoty 0 HU pro vodu o  $\pm 40$  HU.

Vyhodnocuje se maximální absolutní odchylka HU od nulové hodnoty.

**Metodika B:**

V každém ROI se stanoví střední hodnota hustoty.

Vyhodnocuje se maximální odchylka středních hodnot hustot v % dle vzorce:

$$\frac{Mean (high) - Mean (low)}{Mean (high)} * 100 (\%)$$

Kde *Mean (high)* a *Mean (low)* jsou maximální a minimální hodnoty středních hodnot hustot v měřicích bodech.

**Tolerance:** Metodika A:  $\pm 40$  HU.

Metodika B:  $\leq 2\%$

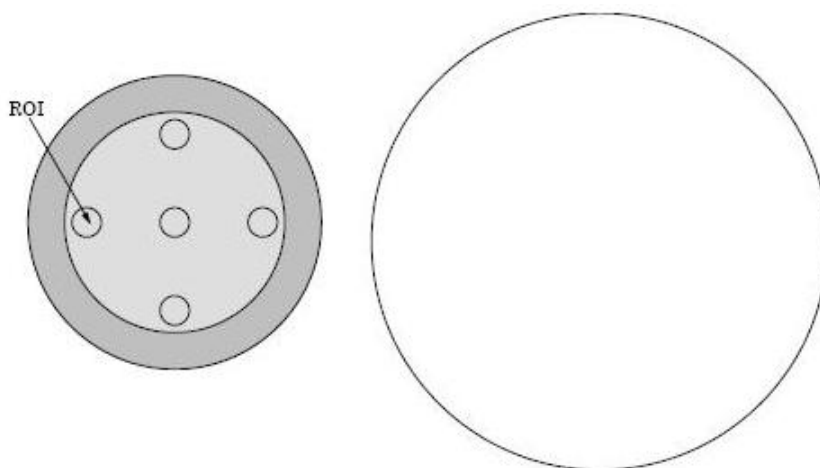
**Vyhodnocení:** Vyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $\leq$  uvedená tolerance.

Nevyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $>$  uvedená tolerance.

**Frekvence kontrol:** Půlročně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

Obr. 16: Insert CTP486 fantomu Catphan



#### IV.6.2.5. Měření vzdálenosti pro CBCT

**Cíl kontroly:** Ověření přesnosti stanovení vzdálenosti na rekonstruovaných řezech.

**Způsob kontroly:** Stanovením vzdálenosti mezi definovanými body fantomu.

**Postup kontroly:**

Dle návodu k použití CatPhan fantomu se vybere ten řez, který obsahuje modul vhodný pro měření vzdálenosti (insert CTP404, obr. 17).

Pro ověření přesnosti stanovení vzdálenosti v transverzálním řezu se pomocí nástrojů pro měření délky změří ve vertikálním směru vzdálenost mezi středy insertů vzduchu a v horizontálním směru vzdálenost mezi středy insertů Deldrinu a LDPE. Nominální vzdálenost je 11,7 cm.

Pro ověření přesnosti stanovení vzdálenosti v sagitálním nebo koronálním řezu se pomocí nástrojů pro měření délky změří vzdálenost mezi prvním a posledním bodem fantomu. Body jsou viditelné při maximálním jasů. Nominální vzdálenost je 11,0 cm.

Vyhodnocuje se odchylka mezi skutečnou vzdáleností ve fantomu a naměřenou hodnotou.

**Poznámka pro kV zobrazovací systém OBI:**

Měření se provede pro *Half Fan* a *Full fan* mód.

**Tolerance:**  $\leq 1$  mm

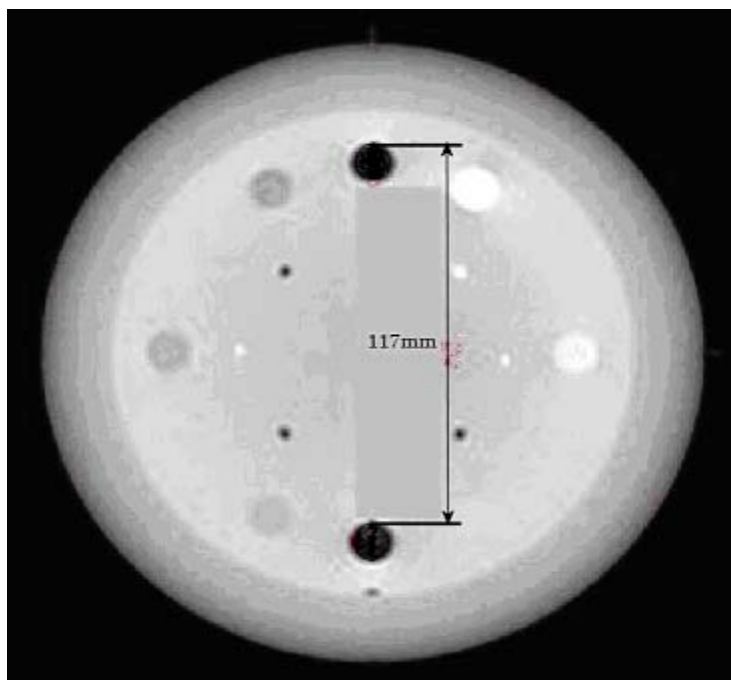
**Vyhodnocení:** Vyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $\leq$  uvedená tolerance.

Nevyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $>$  uvedená tolerance.

**Frekvence kontrol:** Půlročně.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

Obr. 17: Insert CTP404 fantomu Catphan - měření délky v transverzálním řezu



## IV.7. PARAMETRY RTG SVAZKU

### Nastavení urychlovače:

Pokud není v následující kapitole uvedeno jinak, nastaví se poloha ramene tak, aby osa RTG svazku směřovala kolmo k podlaze.

#### IV.7.1. Napětí rentgenky

**Použité pomůcky:** Neinvazivní kVp-metr, měřidlo délky.

**Způsob kontroly:** Měřením.

**Postup kontroly:**

Na osu svazku RTG záření se umístí detektor kVp-metru. Vzdálenost ohnisko – detektor kVp-metru je 100 cm, popřípadě nejbližší možná vzdálenost, neumožňuje-li konstrukce kV zobrazovacího systému vzdálenost 100 cm nastavit.

Ve vhodném měřicím rozsahu se provedou min. 3 měření při napětí na rentgence 60 kV, 80 kV, 100 kV a 120 kV nebo při napětích blízkých k těmto hodnotám při nastavení obvykle používaného proudu na rentgence a se zatěžovacím časem přibližně 0,1 s.

Při napětí 80 kV se dále provede měření při nejnižším a nejvyšším možném nastavení proudu rentgenkou.

**Poznámka:**

Jako alternativa výše uvedeného nastavení napětí a proudu lze vycházet z nabídky expozičních parametrů, které nabízí kV zobrazovací systém při klinickém resp. servisním módu.

Pro jednotlivá nastavení se stanoví průměrná hodnota odečtu kVp-metru a variační koeficient.

Variační koeficient se počítá dle vzorce:

$$r = (100/R_{\emptyset}) * [\sum (R_{\emptyset} - R_i)^2 / (n-1)]^{1/2} \quad [\%]$$

kde :  $R_i$  je i-tá hodnota odečtu pro dané napětí

$R_{\emptyset}$  je průměrná hodnota odečtů pro dané napětí

$n$  označuje celkový počet odečtů pro jedno nastavení napětí

$\sum$  značí sumaci pro  $i = 1$  až  $n$

Vyhodnocuje se relativní odchylka průměrné hodnoty odečtu kVp-metru a jmenovité hodnoty napětí rentgenky a dále velikost variačního koeficientu.

**Tolerance:** Relativní odchylka  $\leq 10 \%$ .

Variační koeficient  $\leq 5\%$ .

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $\leq$  uvedená tolerance.

Nevyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $>$  uvedená tolerance.

**Frekvence kontrol:** ZDS.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZPS nebo ZDS.

#### IV.7.2. Proud rentgenky a elektrické množství

**Cíl kontroly:** Ověření přesnosti napájecího proudu a elektrického množství.

**Poznámka:**

Tato zkouška je prováděna, pokud je dostupný vhodný měřicí bod. Tuto zkoušku se doporučuje provádět ve spolupráci se servisním technikem generátoru. Zkouška nesmí být prováděna osobami bez platného osvědčení o odborné kvalifikaci v elektrotechnice dle vyhlášky č. 50/1978 Sb. minimálně § 6.

**Použité pomůcky:** mA/mAs metr.

**Způsob kontroly:** Měřením.

**Postup kontroly:**

Postupem uvedeným v návodu k RTG generátoru se pro hodnoty proudu a pulzního času uvedené v PZ určí odchylka změřeného proudu a pulzního času od hodnot indikovaných kV zobrazovacím systémem.

Vyhodnocuje se odchylka naměřených hodnot od hodnot indikovaných.

**Tolerance:** Odchylka proudu  $\leq 5\%$  a 0,5 mA.

Odchylka pulzního času  $\leq 3$  ms.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $\leq$  uvedená tolerance.

Nevyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $>$  uvedená tolerance.

**Frekvence kontrol:** ZDS.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZDS.

### IV.7.3. Ověření první polotloušťky

**Cíl kontroly:** Ověření, zda není první polotloušťka menší než minimální přípustná hodnota uvedená v tabulce č. 5.

**Poznámka:**

Polotloušťka svazku  $d_{1/2}$  (mm Al) je definována jako tloušťka hliníku v mm potřebná ke snížení odezvy detektoru ve vzduchu na jednu polovinu původní hodnoty a závisí na napětí na rentgence a celkové filtraci.

Celková filtrace je stanovitelná pouze nepřímo měřením polotloušťky pro danou hodnotu napětí na rentgence s použitím grafů nebo tabulek.

**Použité pomůcky:** Elektrometr, ionizační komora, sada Al desek o tloušťkách 0,1 mm až 6,0 mm a o velikosti minimálně 10 cm x 10 cm, stojan.

**Způsob kontroly:** Měřením.

**Postup kontroly:**

Ionizační komora se připojí k elektrometru a umístí se na osu svazku RTG záření. Měření se provede v geometrii úzkého svazku, při doporučené vzdálenosti ionizační komora - ohnisko rentgenky 100 cm. Vzdálenost Al desky – ionizační komora je minimálně 30 cm. Expoziční hodnoty jsou 80 kV a 5 mAs, popř. jiné blízké expoziční hodnoty, pokud doporučené hodnoty nelze jednoduše nastavit, a nebo lze použít expoziční hodnoty, při kterých bylo ověření provedeno při PZ.

Do proměnné  $A_D$  se zaznamená odečet ionizační komory pro měření bez vložených Al desek. Dále se postupně vkládají Al desky a zaznamenávají se příslušné odečty ionizační komory. Vyberou se dvě hodnoty odečtů (jedna vyšší než  $\frac{1}{2} \cdot A_D$ , druhá nižší než  $\frac{1}{2} \cdot A_D$ ), které jsou nejbližší hodnotě  $\frac{1}{2} \cdot A_D$ . Z těchto hodnot se interpolací pomocí následujícího vzorce vypočte hodnota první polotloušťky.

První polotloušťka se vypočte podle vztahu:

$$d_{1/2} = \frac{t_B * \ln(2A_A / A_D) - t_A * \ln(2A_B / A_D)}{\ln(A_A / A_B)}$$

kde:  $A_D$  je odečet detektoru bez vložených Al desek,  
 $A_A$  je odečet detektoru nad  $\frac{1}{2} * A_D$   
 $A_B$  je odečet detektoru pod  $\frac{1}{2} * A_D$   
 $t_A$  je odpovídající tloušťka Al desek pro odečet detektoru nad  $\frac{1}{2} * A_D$   
 $t_B$  je odpovídající tloušťka Al desek pro odečet detektoru pod  $\frac{1}{2} * A_D$

Místo výpočtu pomocí předchozího vzorce lze polotloušťku stanovit grafickou interpolací pomocí semilogaritmické stupnice.

Vypočtená hodnota první polotloušťky se porovná s minimální přípustnou hodnotou uvedenou v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5: Minimální přípustné hodnoty první polotloušťky:

Napětí rentgenky-nastavená hodnota [kV]	minimální přípustná první polotloušťka Al [mm]
<50	použije se lineární extrapolace
50	1,5
60	1,8
70	2,1
80	2,3
90	2,5
100	2,7
110	3,0
120	3,2
130	3,5
140	3,8
150	4,1
>150	použije se lineární extrapolace

**Tolerance:** První polotloušťka nesmí být menší než příslušná hodnota z tabulky č. 5.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = vyhodnocované hodnoty vyhovují předepsané toleranci  
 Nevyhovuje = vyhodnocované hodnoty nevyhovují předepsané toleranci.

**Frekvence kontrol:** ZDS.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZDS.

#### IV.7.4. Index přenosové kermey

**Cíl kontroly:** Ověření indexu přenosové kermey svazku RTG záření.

**Použité pomůcky:** Elektrometr, ionizační komora, Al deska tloušťky 25 mm, barometr, teploměr, Sr kontrolní zdroj s teploměrem.

**Způsob kontroly:** Dozimetrickým stanovením ověřované veličiny.

**Poznámka:**

Index přenosové kermy je definován jako kerma ve vzduchu (mGy) vztažená k elektrickému množství  $Q$  (mAs) vynásobená kvadrátem vzdálenosti zdroj-ionizační komora (100 cm). Index přenosové kermy za zeslabovací vrstvou 25 mm Al je nezávislý na vlastní filtraci. Index přenosové kermy je charakteristický pouze pro materiál anody, napětí rentgenky a druh RTG generátoru.

**Postup kontroly:**

a) Index přenosové kermy:

Ionizační komora se připojí k elektrometru a provede se kontrola správnosti odečtu v kontrolním Sr zdroji. Komora se poté umístí se na osu svazku RTG záření do vzdálenosti 100 cm od ohniska rentgenky. Do svazku ve vzdálenosti minimálně 40cm nad ionizační komoru se umístí zeslabovací vrstva 25mm Al. Z okolí ionizační komory se odstraní rozptylové materiály, které by mohly ovlivnit měření. Pomocí clon nebo kolimační kazety se nastaví pole 10 cm x 10 cm nebo jiné nejbližší dovolené pole.

Metodika pro OBI:

Nastaví se napětí 80 kV a postupně se nastavují hodnoty proudu a času dle tabulky. č. 6. Pro každou kombinaci nastavených parametrů se zaznamená odezva detektoru.

Tabulka č. 6: Kombinace proudu a času pro měření indexu přenosové kermy při napětí na rentgence 80 kV.

<b>Proud (mA)</b>	<b>Čas (ms)</b>	<b>Q (mAs)</b>
100	100	10
200	100	20
400	100	40
500	100	50
100	40	4
100	3000	300

Metodika pro XVI:

Nastaví se napětí 100 kV, hodnota proudu 40 mA a čas 40 ms. Provede se trojexpozice (méně snímků systém neumožňuje jednorázově provést). Pro stejné hodnoty napětí a času se postupně nastaví proud na hodnoty 80 mA, 160 mA a 250 mA a zaznamená se odezva detektoru.

Pro oba systémy:

Zaznamenané odezvy se vztáhnou na 1 mAs.

Pro každou hodnotu proudu se stanoví index přenosové kermy ze vztahu:

$$TK = N_k * R * K_{t,p} * K_{en} \cdot r^2 \quad (\mu\text{Gym}^2/\text{mAs})$$

kde:  $N_k$  je kermový kalibrační faktor ionizační komory  
 $R$  je odečet elektrometru vztažený na 1mAs  
 $K_{t,p}$  je korekce na tlak a teplotu  
 $K_{en}$  je opravný faktor energetické závislosti ionizační komory  
 $r^2$  je vzdálenost zdroj-ionizační komora



Vyhodnocuje se odchylka vypočteného indexu přenosové kermý od hodnot, které byly získány při PZ.

**Tolerance:** Odchylka  $\leq 5\%$ .

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = odchylka  $\leq$  uvedená tolerance.

Nevyhovuje = odchylka  $>$  uvedená tolerance.

**Frekvence kontrol:** ZDS.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZDS.

#### IV.7.5. Linearita a reprodukovatelnost indexu přenosové kermý

**Cíl kontroly:** Stanovení linearitý a reprodukovatelnostý indexu přenosové kermý.

**Použité pomůcky:** Elektrometr, ionizační komora, Al deska tloušťky 25 mm.

**Způsob kontroly:** Dozimetrickým stanovením ověřované veličiny.

**Postup kontroly:**

a) Linearita indexu přenosové kermý:

Z hodnot indexů přenosové kermý, které byly získány měřením v kapitole *Index přenosové kermý*, se stanoví  $TK_{MAX}$  a  $TK_{MIN}$  jako maximální a minimální změřené hodnoty  $TK$ .

Linearita indexu přenosové kermý se vypočítá dle vzorce:

$$l = [(TK_{MAX} - TK_{MIN}) / ((TK_{MAX} + TK_{MIN})/2)] [\%]$$

kde:  $TK_{MAX}$  je maximální hodnota indexu přenosové kermý

$TK_{MIN}$  je minimální hodnota indexu přenosové kermý

b) Reprodukovatelnost indexu přenosové kermý:

Metodika pro OBI:

Pro kombinace napětí a proudu uvedené v tabulce č. 7 se zaznamená vždy nejméně pět odečtů elektrometru.

Tabulka č. 7: Kombinace proudu a času pro měření reprodukovatelnostý indexu přenosové kermý.

Napětí (kV)	Čas (ms)	Proud (mA)	Q (mAs)
55	500	400	200
65	400	500	200
80	100	400	40
100	200	100	20
120	300	150	45

Metodika pro XVI:

Pro všechny klinicky používané kombinace přednastavení napětí a elektrického množství se zaznamená vždy nejméně pět odečtů detektoru.

Pro oba systémy dále:

Pro jednotlivá nastavení se stanoví průměrná hodnota odečtu detektoru a variační koeficient. Variační koeficient se počítá dle vzorce:

$$r = (100/R_{\emptyset}) * [\sum(R_{\emptyset} - R_i)^2 / (n-1)]^{1/2} \quad [\%]$$

kde:  $R_i$  je i-tá hodnota odečtu pro dané napětí  
 $R_{\emptyset}$  je průměrná hodnota odečtů pro dané nastavení  
 $n$  označuje celkový počet odečtů pro jedno nastavení napětí  
 $\sum$  značí sumaci pro  $i = 1$  až  $n$

Vyhodnocuje se linearita a reprodukovatelnost.

**Tolerance:** Linearita < 20 %

Reprodukovatelnost < 5%.

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $\leq$  uvedená tolerance.

Nevyhovuje = vyhodnocované hodnoty > uvedená tolerance.

**Frekvence kontrol:** ZDS.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZDS.

#### IV.7.6. Vstupní povrchová kerma

**Cíl kontroly:** Ověření, zda se hodnota vstupní povrchové kermy shoduje s hodnotami specifikovanými v PZ.

**Použité pomůcky:** Elektrometr, ionizační komora, barometr, teploměr, fantom s tloušťkou ekvivalentní vrstvě 20 cm vody.

**Způsob kontroly:** Měřením.

#### **Postup kontroly:**

Rameno LU se nastaví do takové polohy, aby osa svazku RTG záření směřovala kolmo k podlaze. KVS se nastaví do základní pracovní polohy. Deska stolu se umístí 10 cm pod izocentrum. Na stůl se položí fantom s tloušťkou ekvivalentní vrstvě 20 cm vody. Ionizační komora se připojí k elektrometru a umístí se na fantom na osu svazku RTG záření. Pro všechny klinicky používané hodnoty napětí a elektrického množství se změří odezva detektoru.

Vstupní povrchová kerma se stanoví ze vztahu:

$$K = N_k * R * K_{t,p} * K_{en}$$

kde:  $N_k$  je kermový kalibrační faktor ionizační komory  
 $R$  je odečet detektoru  
 $K_{t,p}$  je korekce na tlak a teplotu  
 $K_{en}$  je opravný faktor energetické závislosti ionizační komory

Vyhodnocuje se odchylka vstupní povrchové kermy z měření od hodnot, které byly získány při PZ.

#### **Poznámka:**

Pokud byla při PZ použita jiná než výše popsaná geometrie, je ji třeba dodržet.

**Tolerance:** Odchylka  $\leq 5\%$ .

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = odchylka  $\leq$  uvedená tolerance.

Nevyhovuje = odchylka  $>$  uvedená tolerance.

**Frekvence kontrol:** ZDS.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZDS.

#### IV.7.7. Poměr zeslabení materiálu mezi pacientem a KVD

**Cíl kontroly:** Ověření, zda poměr zeslabení materiálu mezi pacientem a KVD nepřekročí předepsané tolerance.

**Použité pomůcky:** Elektrometr, ionizační komora, měřidlo délky, Al deska tloušťky 25 mm, stojan.

**Způsob kontroly:** Měřením.

##### **Postup kontroly:**

Rameno LU se nastaví do takové polohy, aby osa svazku RTG záření směřovala kolmo k podlaze. KVS se nastaví do základní pracovní polohy. Ionizační komora se připojí k elektrometru a umístí se na ozařovací stůl do vzdálenosti cca 100 cm od zdroje na osu svazku RTG záření. Zaznamená se vzdálenost ohnisko - ionizační komora  $r_T$ .

Minimálně 25 cm nad ionizační komoru se do držáku stojanu vloží Al deska tloušťky 25 mm.

Zvolí se napětí 80 kV a velikost pole 10 cm x 10 cm nebo nejbližší možné nastavení. Provede se expozice a zaznamená se odezva detektoru  $R_T$ .

Ionizační komora se přemístí pod patientský stůl a zaznamená se vzdálenost ohnisko - ionizační komora  $r_B$ . Provede se expozice a zaznamená se odezva detektoru  $R_B$ .

Poměr zeslabení se spočítá dle vztahu:

$$T_R = R_T / R_B * r_T^2 / r_B^2$$

kde:  $R_T$  je hodnota odezvy detektoru ve vzduchu nad ozařovacím stolem

$R_B$  je hodnota odezvy detektoru ve vzduchu pod ozařovacím stolem

$r_T$  a  $r_B$  jsou odpovídající vzdálenosti ionizační komory od ohniska

Vyhodnocuje se velikost poměru zeslabení materiálem mezi pacientem a KVD.

**Tolerance:** Dle specifikace výrobce; současně hodnota  $T_R$  pro patientský stůl při napětí na rentgence 80 kV musí být  $\leq 1,25$ .

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $\leq$  uvedená tolerance.

Nevyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $>$  uvedená tolerance.

**Frekvence kontrol:** ZDS.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZDS.

#### IV.7.8. Kermový index pro CBCT

**Cíl kontroly:** Ověření, zda se hodnoty kermového indexu pro CBCT shodují s hodnotami specifikovanými v PZ.

##### **Poznámka:**

Tato kontrola se provádí pro systémy používající 3D-rotační CBCT akvizici.

Základní veličinou používanou v dozimetrii výpočetní tomografie je kermový index výpočetní tomografie. Kermový index výpočetní tomografie ve vzduchu ( $C_{a,100}$ ) je dle TRS 457 [10] definován jako

$$C_{a,100} = \frac{1}{NT} \int_{-50}^{+50} K(z) dz$$

kde:  $K(z)$  je „kermový“ profil ve směru osy rotace  
 $z$  je osa rotace (kolmá na rovinu axiálního řezu)  
 $NT$  je nominální šířka ozářené (vykolimované) oblasti

Pro CBCT režim kV zobrazovacího systému je třeba tuto veličinu modifikovat. Kermový index pro CBCT odpovídá integrálu kermového profilu přes dostatečně dlouhou oblast, vydělenému šířkou CBCT skenu v rovině izocentra. Tato veličina je v praxi obtížně měřitelná, protože nominální šířka ozářené oblasti je zpravidla větší než délka CT ionizační komory.

Proto Amer et al [11] navrhli měřit kermový index pro CBCT ve fantomu standardní 10 cm dlouhou CT ionizační komorou a položit  $NT = 100$  mm. Zároveň prokázali, že takto změřený vážený kermový index pro CBCT ( $C_{w,CB}$ ) je ve středu CBCT skenu o 9 % vyšší než  $C_{w,CB}$  vypočtený integrací váženého kermového profilu přes oblast dlouhou 40 cm a vydělený longitudinální šířkou CBCT skenu v rovině izocentra. Měření CT ionizační komorou tak dává užitečný konzervativní odhad  $C_{w,CB}$  přes celý CBCT sken. Jelikož jsou fantomy pro měření kermového indexu výpočetní tomografie široké obvykle jen 14 cm, je nutné (pokud jsou k dispozici odpovídající přídavné materiály) tyto fantomy pro účely měření kermového indexu pro CBCT „prodloužit“ přiložením přídavných materiálů tak, aby veličina  $C_{w,CB}$  nebyla podhodnocena v důsledku chybějícího rozptylu.

**Použité pomůcky:** Elektrometr, válcová CT ionizační komora, barometr, teploměr, fantom pro měření kermového indexu výpočetní tomografie z PMMA Ø 160 mm (hlavový CT fantom), fantom pro měření kermového indexu výpočetní tomografie z PMMA Ø 320 mm (tělový CT fantom), přídavné PMMA materiály.

**Způsob kontroly:** Měřením.

### Postup kontroly:

Hlavový a posléze tělový fantom se umístí svojí podélnou osou do podélné osy LU tak, aby po vložení válcové CT ionizační komory ležel střed aktivní délky komory ve středu skenované oblasti. Před a za fantom (v longitudinálním směru) se umístí přídavné materiály pro zajištění dostatečného rozptylu.

#### a) měření $C_{PMMA,100,c,CB}$

Do centrálního otvoru fantomu se vloží válcová CT ionizační komora. Do ostatních otvorů se vloží příslušné inserty. Proveďte se 3D-akvizice s použitím skenovacích hodnot, které jsou doporučeny výrobcem, resp. které byly použity při PZ.

Pomocí níže uvedeného vzorce se stanoví  $C_{PMMA,100,c,CB}$

$$C_{PMMA,100,CB} = \frac{1}{100} \int_{-50}^{+50} K(z) dz$$

#### b) měření $C_{PMMA,100,p,CB}$

Válcová CT ionizační komora se postupně vloží do bočních otvorů na pozice 0°, 90°, 180° a 270°; do ostatních otvorů se vždy vloží inserty. Opět se provede akvizice a pro každou polohu se pomocí výše uvedeného vzorce stanoví kermový index pro CBCT.

- c) stanovení  $C_{w,CB}$   
 $C_{w,CB}$  se spočítá ze vztahu:

$$C_{w,CB} = 1/3 C_{PMMA,100,c,CB} + 2/3 C_{PMMA,100,p,CB}$$

kde:  $C_{PMMA,100,c,CB}$  je hodnota kermového indexu pro CBCT v ose CT fantomu a  $C_{PMMA,100,p,CB}$  je průměrná hodnota kermového indexu pro CBCT při měření s ionizačními komorami umístěnými v postranních otvorech CT fantomu na pozici 0°, 90°, 180° a 270°

Vyhodnocuje se rozdíl změřené hodnoty  $C_{w,CB}$  a hodnoty uvedené výrobcem nebo hodnoty z PZ.

**Poznámka:**

Navržená metoda je vhodná pro ZPS, příp. pro ZDS a měla by být navázána na metodiku použitou při PZ. Metodu lze použít i pro PZ, pokud se uvede, že nahodnocuje veličinu vážený kermový index pro CBCT asi o 10%. Pokud při zkoušce nebudou k dispozici přídatné materiály pro zajištění dostatečného rozptylu, je toto nutné též uvést do protokolu o zkoušce.

**Tolerance:** 20%

**Vyhodnocení:** Vyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $\leq$  uvedená tolerance.

Nevyhovuje = vyhodnocované hodnoty  $>$  uvedená tolerance.

**Frekvence kontrol:** ZDS.

**Dokumentace výsledku:** Výsledek je zaznamenán do protokolu ZDS.

## V. PŘEHLED ZKOUŠEK PROVOZNÍ STÁLOSTI, DLOUHODOBÉ STABILITY A PŘEJÍMACÍCH ZKOUŠEK

### **Přejímací zkouška**

PZ zahrnuje kontrolu průvodní dokumentace, označení na vnitřní a vnější části zdroje, označení ovládacích prvků přístroje a stupnic, správnost provedení světelných návěští, bezpečnost pohybů, které mohou ohrozit pacienta, provedení výchozí revize elektrického zařízení a zajištění minimálních požadavků na softwarové vybavení.

PZ nezahrnuje převzetí zdroje uživatelem od dodavatele, protože se nepředpokládá, že osoba provádějící PZ je přítomna při provádění akceptačních testů.

Součástí PZ jsou všechny testy uvedené v kapitolách *Přejímací zkoušky* a *Zkoušky dlouhodobé stability*.

### **Zkoušky dlouhodobé stability**

ZDS obsahují všechny testy uvedené v kapitole *Zkoušky dlouhodobé stability* a musí je provádět osoba mající příslušné povolení SÚJB a řídit fyzická osoba se zvláštní odbornou způsobilostí.

ZDS nezahrnují výrobcem předepsané testy, které výrobce buď přímo v dokumentaci nebo v písemných prohlášeních označil za testy vyhrazené pro provádění servisními technikami firmy.

### **Zkoušky provozní stálosti**

ZPS obsahují všechny testy uvedené v kapitole *Zkoušky dlouhodobé stability*, s výjimkou těch, které mají ve frekvenci kontrol uvedenou pouze ZDS. Dle četnosti provádění se dělí na denní, týdenní, měsíční a půlroční.

Půlroční zkoušky se provádí ve stejném rozsahu jako ZDS, s výjimkou těch, které mají ve frekvenci kontrol uvedenou pouze ZDS. Půlroční zkoušky se provádějí jedenkrát v roce, s šestiměsíčním odstupem od ZDS.

ZPS nezahrnují výrobcem předepsané testy, které výrobce buď přímo v dokumentaci nebo v písemných prohlášeních označil za testy vyhrazené pro provádění servisními technikami firmy. Též nejsou zahrnuty úkony potřebné k údržbě počítače a softwarového vybavení. Jedná se například o údržbu a zálohování databází, analýzu a defragmentaci disku, kontrolu teploty prostředí a další práce spojené s údržbou předepsanou výrobcem.

### **Poznámka:**

Součástí týdenních zkoušek jsou denní zkoušky. Součástí měsíčních zkoušek jsou týdenní a denní zkoušky. Součástí půlročních zkoušek jsou denní, týdenní a měsíční zkoušky.

## Přejímací zkoušky

	Vymezení kontroly	Kapitola	Tolerance
1.	Klasifikace	III.1.1.	F
2.	Vysokofrekvenční (VF) vyzařování	III.1.2.	F
3.	Označení na vnějším povrchu přístroje	III.1.3.	F
4.	Označení uvnitř přístroje	III.1.4.	F
5.	Označení ovládacích prvků a přístrojů	III.1.5.	F
6.	Vybavení pohyblivých částí stupnicemi a indikacemi	III.1.6.	F
7.	Světelná návěští a tlačítka	III.1.7.	F
8.	Průvodní dokumentace	III.1.8.	F
9.	Návod k použití	III.1.8.1.	F
10.	Technický popis	III.1.8.2.	F
11.	Ovládání pohybů části přístrojů z ozařovny	III.1.9.1.	F
12.	Ovládání pohybů části přístrojů z vnějšku ozařovny	III.1.9.2.	F
13.	Napájení	III.2.1.	F
14.	Kryty a ochranná víka	III.2.2.	F
15.	Spojení s ochrannou soustavou	III.2.3.	F
16.	Zkouška a testy dle ČSN EN 60601-1-4	III.3.	F

## Zkoušky dlouhodobé stability

	Vymezení kontroly	Systém	Kapitola	Tolerance
1.	Signalizace v ozařovně		IV.1.1.1.	F
2.	Signalizace u vstupních dveří do ozařovny		IV.1.1.2.	F
3.	Signalizace v místě obsluhy		IV.1.1.3.	F
4.	Shoda indikace polohy na řídicích konzolách LU a kV zobrazovacího systému.		IV.1.2.	1 mm / 0,5°
5.	Vstupní dveře do ozařovny		IV.2.1.	F
6.	Systém přerušení záření		IV.2.2.	F
7.	Antikolizní systém		IV.2.3.	F
8.	Ovládání pohybů		IV.3.1.	F
9.	Nouzové zastavení motorů		IV.3.2.	3°/ 10 mm
10.	Varování při nedokončení pohybu		IV.3.3.	F
11.	Kontrola kolimačních kazet a filtrační kazety		IV.4.1.	F
12.	Volba parametrů kolimace a filtrace, nastavení KVD, KVS a ramena LU		IV.4.2.	F
13.	Rozsah pohybu detektoru obrazu		IV.5.1.1	v návodu
14.	Přesnost polohy detektoru obrazu		IV.5.1.2	1 mm/2 mm
15.	Automatické nastavení polohy detektoru obrazu do pracovní polohy		IV.5.1.3	2 mm
16.	Rozsah pohybu RTG zdroje		IV.5.2.1	v návodu
17.	Přesnost polohy RTG zdroje		IV.5.2.2	1 mm/2 mm
18.	Nastavení RTG zdroje do pracovní polohy		IV.5.2.3	F
19.	Ověření polohy izocentra použitím ortogonálních 2D		IV.5.3.1	1,5 mm/2 mm

	snímků		
20.	Ověření polohy cílového objemu použitím ortogonálních 2D snímků	IV.5.3.2	1,5 mm
21.	Ověření polohy cílového objemu použitím CBCT	IV.5.3.3	1,5 mm/2 mm
22.	Automatický posuv stolu pro ortogonální 2D snímky a CBCT	IV.5.3.4	1,5 mm
23.	Rozlišení při nízkém kontrastu pro 2D zobrazení	IV.6.1.1	12 disků
24.	Prostorové rozlišení pro 2D zobrazení	IV.6.1.2	1,3 lp/mm
25.	Měření vzdálenosti, plochy a úhlu pro 2D zobrazení	IV.6.1.3	2 mm/1°
26.	Převod hustoty materiálu na HU	IV.6.2.1	±40 HU
27.	Rozlišení při nízkém kontrastu pro CBCT	IV.6.2.2	15 mm disků nebo 2%
28.	Prostorové rozlišení pro CBCT	IV.6.2.3	6-7 lp/mm
29.	Ověření homogenity obrazu pro CBC	IV.6.2.4	±40 HU nebo 2%
30.	Měření vzdálenosti pro CTCB	IV.6.2.5	1 mm
31.	Napětí rentgenky	IV.7.1	10%/ 5%
32.	Proud rentgenky a elektrické množství	IV.7.2	(5% a 0,5mA)/ 3ms
33.	Ověření první polotloušťky	IV.7.3	Tab. č. 5
34.	Index přenosové kermly	IV.7.4	5%
35.	Linearita a reprodukovatelnost indexu přenosové kermly	IV.7.5	20% / 5%
36.	Vstupní povrchová kerma	IV.7.6	5%
37.	Poměr zeslabení materiálu mezi pacientem a KVD	IV.7.7	1,25
38.	Kermový index pro CBCT	IV.7.8	20%

## Pololetní zkoušky

	Vymezení kontroly	System	Kapitola	Tolerance
1.	Převod hustoty materiálu na HU		IV.6.2.1	±40 HU
2.	Rozlišení při nízkém kontrastu pro CBCT		IV.6.2.2	15 mm disků nebo 2%
3.	Prostorové rozlišení pro CBCT		IV.6.2.3	6-7 lp/mm
4.	Ověření homogenity obrazu pro CBCT		IV.6.2.4	±40 HU nebo 2%
5.	Měření vzdálenosti pro CTCB		IV.6.2.5	1 mm



## Měsíční zkoušky

	Vymezení kontroly	Systém	Kapitola	Tolerance
1.	Nouzové zastavení motorů		IV.3.2.	3°/ 10 mm
2.	Volba parametrů kolimace a filtrace, nastavení KVD, KVS a ramena LU		IV.4.2.	F
3.	Rozsah pohybu detektoru obrazu		IV.5.1.1	v návodu
4.	Přesnost polohy detektoru obrazu		IV.5.1.2	1 mm/2 mm
5.	Automatické nastavení polohy detektoru obrazu do pracovní polohy		IV.5.1.3	2 mm
6.	Rozsah pohybu RTG zdroje		IV.5.2.1	v návodu
7.	Přesnost polohy RTG zdroje		IV.5.2.2	1 mm/2 mm
8.	Nastavení RTG zdroje do pracovní polohy		IV.5.2.3	F
9.	Ověření polohy cílového objemu použitím ortogonálních 2D snímků		IV.5.3.2	1,5 mm
10.	Ověření polohy cílového objemu použitím CBCT		IV.5.3.3	1,5 mm/2 mm
11.	Rozlišení při nízkém kontrastu pro 2D zobrazení		IV.6.1.1	12 disků
12.	Prostorové rozlišení pro 2D zobrazení		IV.6.1.2	1,3 lp/mm
13.	Měření vzdálenosti, plochy a úhlu pro 2D zobrazení		IV.6.1.3	2 mm/1°

## Týdenní zkoušky

	Vymezení kontroly	Systém	Kapitola	Tolerance
1.	Systém přerušení záření		IV.2.2.	F
2.	Ovládání pohybů		IV.3.1.	F
3.	Varování při nedokončení pohybu		IV.3.3.	F
4.	Kontrola kolimačních kazet a filtrační kazety		IV.4.1.	F
5.	Ověření polohy izocentra použitím ortogonálních 2D snímků		IV.5.3.1	1,5 mm/2 mm
6.	Automatický posuv stolu pro ortogonální 2D snímky a CBCT		IV.5.3.4	1,5 mm

## Denní zkoušky

	Vymezení kontroly	Systém	Kapitola	Tolerance
1.	Signalizace v ozařovně		IV.1.1.1.	F
2.	Signalizace u vstupních dveří do ozařovny		IV.1.1.2.	F
3.	Signalizace v místě obsluhy		IV.1.1.3.	F
4.	Shoda indikace polohy na řídicích konzolách LU a kV zobrazovacího systému.		IV.1.2.	1 mm / 0,5°
5.	Vstupní dveře do ozařovny		IV.2.1.	F
6.	Antikolizní systém		IV.2.3.	F

## VI. PŘÍKLAD PROTOKOLŮ ZKOUŠEK

Protokoly zkoušek je třeba na každém pracovišti modifikovat podle konkrétních podmínek:

- typ přístroje
- vybavení pracoviště měřicími přístroji
- požadavky výrobce kV zobrazovacího systému na systém zkoušek

K protokolu při archivaci na pracovišti by měly být přiloženy všechny dokumenty, z nichž se kontrolované parametry vyhodnocují, a to po celou dobu povinné archivace, která je stanovena vyhláškou SÚJB č. 307/2002 Sb. v platném znění v § 80 odst. 3 na dobu:

- životnosti přístroje pro PZ
- tří let pro ZDS
- jednoho roku pro ZPS

Některé dokumenty je nezbytné skladovat v elektronické podobě, např. 2D snímky nebo CBCT akvizice.

Držitel povolení:	Č. protokolu/rok:
Druh zkoušky: Zkouška dlouhodobé stability	Strana:
Zařízení:	

## I. BEZPEČNOSTNÍ, VÝSTRAŽNÉ A INDIKAČNÍ SYSTÉMY

### Signalizace stavu (metodika č. IV.1.1.)

Funkčnost

Signalizace	Způsob signalizace	Výsledné hodnocení
Signalizace v ozařovně	optická	
Signalizace u vstupních dveří do ozařovny	optická	
Signalizace v místě obsluhy světelná	optická akustická	

TAB I/ 1

### Shoda indikace polohy na řídicích konzolách LU a kV zobrazovacího systému

(metodika č. IV.1.2.)

Tolerance: 1 mm, 0,5°

Položka	Odchylka	Výsledné hodnocení
Rameno LU		
Stůl - laterálně		
Stůl - longitudinálně		
Stůl - vertikálně		

TAB I/ 2

## II. MECHANICKÉ A ELEKTRICKÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY

### Vstupní dveře do ozařovny (metodika č. IV.2.1.)

Funkčnost

Způsob kontroly	Výsledné hodnocení
Otevřené dveře	
Otevření dveří	

TAB II/ 1

### Systém přerušování záření (metodika č. IV.2.2.)

Funkčnost

Způsob přerušování	Umístění tlačítka	Výsledné hodnocení
Přerušování záření z kV zobrazovacího systému	nožní pedál	
Přerušování záření z LU	konzola LU	

TAB II/ 2

### Antikolizní systém (metodika č. IV.2.3.)

Funkčnost

Přerušovaný pohyb	Výsledné hodnocení
Přerušování pohybu LU a stolu z KVD a KVS	
Přerušování pohybu KVD a KVS z LU	
Přerušování pohybu KVD a KVS z KVD a KVS	

Umístění antikolizního systému na KVD a KVS	Výsledné hodnocení
Rameno KVD	
Kryt KVD	
Rameno KVS	
Kryt KVS	

TAB II/ 3

Držitel povolení:	Č. protokolu/rok:
Druh zkoušky: Zkouška dlouhodobé stability	Strana:
Zařízení:	

### III. ELEKTRICKY VYVOLANÉ POHYBY

#### Ovládání pohybů (metodika č. IV.3.1.)

Funkčnost

Pohyb	Výsledné hodnocení
Pohyb KVD - ozařovna	
Pohyb KVS - ozařovna	
Pohyb KVD - ovladovna	
Pohyb KVS - ovladova	

TAB III/ 1

#### Nouzové zastavení motorů (metodika č. IV.3.2.)

Funkčnost

Umístění tlačítka	Označení tlačítka	Výsledné hodnocení
Ruční ovladač LU		
Ruční ovladač kV zobrazovacího systému		
Stůl		

TAB III/ 2

#### Varování při nedokončení pohybu (metodika č. IV.3.3.)

Funkčnost

Přerušený pohyb	Způsob signalizace	Výsledné hodnocení
Vyklápění KVD	optická akustická	
Posuvný pohyb KVD	optická akustická	
Vyklápění KVS	optická akustická	
Posuvný pohyb KVS	optická akustická	

TAB III/ 3

### IV. CELISTVOST kV ZOBRAZOVACÍHO SYSTÉMU A PŘÍSLUŠENSTVÍ

#### Kontrola kolimačních kazet a filtrační kaze (metodika č. IV.4.1.)

Funkčnost

Kazety	Výsledné hodnocení
Kolimační kazety	
Filtrační kazety	

TAB IV/ 1

#### Volba parametrů kolimace a filtrace, nastavení KVD, KVS a ramena LU (metodika č. IV.4.2.)

Funkčnost

Kontrolovaný parametr	Výsledné hodnocení
Kolimační a filtrační kazeta (clony kolimačního systému)	
Filtrační kazety	
Poloha KVD a KVS	
Poloha ramene LU	

TAB IV/ 2

Držitel povolení:	Č. protokolu/rok:
Druh zkoušky: Zkouška dlouhodobé stability	Strana:
Zařízení:	

## V. MECHANICKÉ A OPTICKÉ PARAMETRY

### Rozsah pohybu detektoru obrazu (metodika č. IV.5.1.1.)

Tolerance: viz. návod

Poloha KVD		Rozsah [mm]	Naměřeno [mm]	Odchylka [mm]	Výsledné hodnocení
Vertikální směr	nahoře				
	dole				
Svisle -30 cm	laterálně +				
	laterálně -				
	longitudinálně +				
	longitudinálně -				
Svisle -50 cm	laterálně +				
	laterálně -				
	longitudinálně +				
	longitudinálně -				
Svisle -70 cm	laterálně +				
	laterálně -				
	longitudinálně +				
	longitudinálně -				

TAB V/1

### Přesnost polohy detektoru obrazu (metodika č. IV.5.1.2.)

a) Kontrola vzdálenosti KVD od izocentra

Tolerance: odečtená hodnota: 1 mm; změřená hodnota: 2 mm

Poloha ramene LU:

Poloha KVD	Naměřeno		Odchylka		Výsledné hodnocení
	Odečet [cm]	Měření [cm]	Odečet [cm]	Měření [cm]	
0,0 cm					
-30,0 cm					
-50,0 cm					
-70,0 cm					

TAB V/2

b) Kontrola offsetu

Tolerance: 2 mm

Poloha ramene LU:

Odchylka [cm]	Výsledné hodnocení

TAB V/3

c) Kontrola vzdálenosti KVD od izocentra

Tolerance: odečtená hodnota: 1 mm; změřená hodnota: 2 mm

Poloha ramene LU:

Zesilovač obrazu	Naměřeno		Odchylka		Výsledné hodnocení
	Odečet [cm]	Měření [cm]	Odečet [cm]	Měření [cm]	
lat. +10,0 cm					
lat. -10,0 cm					
long. +10,0 cm					
long. - 0,0 cm					

TAB V/4

Držitel povolení:	Č. protokolu/rok:
Druh zkoušky: Zkouška dlouhodobé stability	Strana:
Zařízení:	

#### Automatické nastavení polohy detektoru obrazu do pracovní polohy (metodika č. IV.5.1.3.)

a) Kontrola vzdálenosti KVD od izocentra

Tolerance: 2 mm

Hodnota od výrobce	Naměřeno [cm]	Odchylka [cm]	Výsledné hodnocení
526 cm			

TAB V/ 5

b) Kontrola polohy KVD v osách kolmých ke svazku RTG záření

Tolerance: 2 mm

Směr	Poloha	Odchylka [mm]	Výsledné hodnocení
Laterální	Small		
	Medium		
	Large		
Longitudinální			

TAB V/ 6

#### Rozsah pohybu RTG zdroje (metodika č. IV.5.2.1.)

Tolerance: viz. návod

Poloha KVS	Rozsah [mm]	Naměřeno[mm]	Odchylka [mm]	Výsledné hodnocení
Nahoře				
Dole				

TAB V/ 7

#### Přesnost polohy RTG zdroje (metodika č. IV.5.2.2.)

Tolerance: odečtená hodnota: 1 mm; změřená hodnota: 2 mm

Poloha ramene LU:

Poloha KVS	Naměřeno		Odchylka		Výsledné hodnocení
	Odečet [cm]	Měření [cm]	Odečet [cm]	Měření [cm]	
80,0 cm					
100,0 cm					

TAB V/ 8

#### Nastavení RTG zdroje do pracovní polohy (metodika č. IV.5.2.3.)

Funkčnost

Kontrolovaný parametr	Výsledné hodnocení
KVS je v klidovém stavu. Nelze spustit svazek RTG	
KVS je v pracovní poloze. Drží pevně bez jakékoliv vůle.	

TAB V/ 9

**Ověření polohy izocentra použitím ortogonálních 2D snímků (metodika č. IV.5.3.1.)**

Tolerance: jeden směr: 1 mm; celková vzdálenost: 2 mm

Poloha ramene LU	Kulička - rastrová deska [mm]		Kulička - digitální mřížka [mm]		Výsledné hodnocení
	jeden směr	celková vzdál.	jeden směr	celková vzdál.	
0°					
90°					
180°					
270 °					

TAB V/ 10

Držitel povolení:	Č. protokolu/rok:
Druh zkoušky: Zkouška dlouhodobé stability	Strana:
Zařízení:	

#### Ověření polohy cílového objemu použitím ortogonálních 2D snímků (metodika č. IV.5.3.2.)

Tolerance: 1 mm

Posuv stolu	Odchylka [mm]	Výsledné hodnocení
Laterálně		
Longitudinálně		
Vertikálně		

TAB V/ 11

#### Ověření polohy cílového objemu použitím CBCT (metodika č. IV.5.3.3.)

Tolerance: jeden směr: 1 mm; celková vzdálenost: 2 mm

Posuv stolu	Odchylka [mm]	Výsledné hodnocení
Laterálně		
Longitudinálně		
Vertikálně		
Celková vzdálenost		

TAB V/ 12

#### Automatický posuv stolu pro ortogonální 2D snímky a CBCT (metodika č. IV.5.3.4.)

Tolerance: jeden směr: 1 mm; celková vzdálenost: 2 mm

Posuv stolu	Odchylka kulička - laser [mm]	Posuv vypočtený - známý [mm]	Výsledné hodnocení
Laterálně			
Longitudinálně			
Vertikálně			

TAB V/ 13

## VI. KONTROLA KVALITY OBRAZU

#### Rozlišení při nízkém kontrastu pro 2D zobrazení (metodika č. IV.6.1.1.)

Tolerance: 12 disků

Počet disků	Výsledné hodnocení

TAB VI/ 1

#### Prostorové rozlišení pro 2D zobrazení (metodika č. IV.6.1.2.)

Tolerance: 1,3 lp/mm

Počet čar	Výsledné hodnocení

TAB VI/ 2

#### Měření vzdálenosti, plochy a úhlu pro 2D zobrazení (metodika č. IV.6.1.3.)

a) Měření vzdálenosti

Tolerance: 2 mm

Směr	Změřená vzdálenost [mm]	Odchylka [mm]	Výsledné hodnocení
Laterálně			
Longitudinálně			

TAB VI/ 3



Držitel povolení:	Č. protokolu/rok:
Druh zkoušky: Zkouška dlouhodobé stability	Strana:
Zařízení:	

b) Měření úhlu

Tolerance: 1°

Počátek diagonály	Odchylka [°]	Výsledné hodnocení
┌		
└		

TAB VI/ 4

c) Měření plochy

Tolerance: 2 mm

Směr	Změřená vzdálenost [mm]	Odchylka [mm]	Výsledné hodnocení
Laterálně			
Longitudinálně			

TAB VI/ 5

**Převod hustoty materiálu na HU (metodika č. IV.6.2.1.)**

Tolerance: ± 40 HU

Materiál	Air	PMP	LDPE	Polystyr.	Acrylic	Delrin	Teflon
<b>Předpis</b>	-1000 HU	-200 HU	-100 HU	-35 HU	120 HU	340 HU	990 HU
<b>Měření</b>							
<b>Odchylka</b>							
<b>Hodnocení</b>							

TAB VI/ 6

**Rozlišení při nízkém kontrastu pro CBCT (metodika č. IV.6.2.2.)**

Tolerance: 15 mm disk v Supra-Slice oblasti

Počet disků	Výsledné hodnocení

TAB VI/ 7

**Prostorové rozlišení pro CBCT (metodika č. IV.6.2.3.)**

Tolerance: Half Fan: 6 lp/mm; Full Fan: 7 lp/mm

Filtr	Počet čar	Výsledné hodnocení
Half Fan		
Full Fan		

TAB VI/ 8

**Ověření homogenity obrazu pro CBCT (metodika č. IV.6.2.4.)**

Tolerance: ±40 HU

Maxi. hustota [HU]	Min. hustota [HU]	Odchylka [HU]	Výsledné hodnocení

TAB VI/ 9

**Měření vzdálenosti pro CBCT (metodika č. IV.6.2.5.)**

Tolerance: 1 mm

Směr	Požadavek [mm]	Měření [mm]	Odchylka [mm]	Výsledné hodnocení
Laterálně	117,0			
Longitudinálně	117,0			
Vertikálně	110,0			

TAB VI/ 10

Držitel povolení:	Č. protokolu/rok:
Druh zkoušky: Zkouška dlouhodobé stability	Strana:
Zařízení:	

## VII. PARAMETRY RTG SVAZKU

### Napětí rentgenky (metodika č. IV.7.1.)

Tolerance: přesnost 10 % od nominální hodnoty; reprodukovatelnost  $r < 5\%$

Nastaveno				Změřeno			Výsledné hodnocení
U [kV]	Q [mAs]	ohnisko	U [kV]	Průměr U [kV]	Odchylka [%]	Reprod. [%]	

TAB VII/ 1

### Proud rentgenky a elektrické množství (metodika č. IV.7.2.)

Tolerance: přesnost proud  $\pm(5\% \text{ a } 0,5\text{mA})$

Nastaveno I [mA]	Tolerance I [mA]	Změřeno I [mA]	Výsledné hodnocení

TAB VII/ 2

Tolerance: pulzní čas  $\leq 3\text{ms}$

Nastaveno čas [ms]	Tolerance čas [ms]	Změřeno čas [ms]	Výsledné hodnocení
	3ms		
	3ms		

TAB VII/ 3

### Ověření první polotloušťky (metodika č. IV.7.3.)

Tolerance: viz. metodika - tab. č 5

Popis svazku:

U [kV]			
Q [mAs]			
Přídavná filtrace [mm Al]			
R			
odečet-průměr	$A_D$	$A_A$	$A_B$
Změřená polotloušťka [mm Al]			
Výsledné vyhodnocení			

TAB VII/ 4

### Index přenosové kermy (metodika č. IV.7.4.)

Tolerance: 5% od hodnot z PZ

Nastaveno		Změřeno			Výsledné hodnocení
I [mAs]	t [ms]	Index př. kermy [ $\mu\text{Gym}^2/\text{mAs}$ ]	Ref. hodnota [ $\mu\text{Gym}^2/\text{mAs}$ ]	Odchylka [%]	

TAB VII/ 5

Držitel povolení:	Č. protokolu/rok:
Druh zkoušky: Zkouška dlouhodobé stability	Strana:
Zařízení:	

**Linearita a reprodukovatelnost indexu přenosové kermy (metodika č. IV.7.5.)**

Tolerance: linearita 20%

$TK_{MAX}$ [ $\mu Gy m^2/mAs$ ]	$TK_{MIN}$ [ $\mu Gy m^2/mAs$ ]	Linearita [%]	Výsledné hodnocení

TAB VII/ 6

Tolerance: reprodukovatelnost 5%

Nastaveno			Změřeno		Výsledné hodnocení
U [kV]	I [mA]	t [ms]	Odezva [ $\mu Gy m^2$ ]	Reprod. [%]	

TAB VII/ 7

**Vstupní povrchová kerma (metodika č. IV.7.6.)**

Tolerance: 5% od hodnot z PZ

Nastaveno			Změřeno			Výsledné hodnocení
U [kV]	I [mAs]	t [ms]	Kerma [ $\mu Gy$ ]	Ref. hodnota Kerma [ $\mu Gy$ ]	Odchylka [%]	

TAB VII/ 8

**Poměr zeslabení materiálu mezi pacientem a receptorem RTG obrazu kerma (metodika č. IV.7.7.)**

Tolerance: specifikace výrobce; 1,25 Nastavené parametry svazku:

$r_T$	$r_B$	$R_T$	$R_B$	$T_R$	Výsledné hodnocení

TAB VII/ 9

Držitel povolení:	Č. protokolu/rok:
Druh zkoušky: Zkouška dlouhodobé stability	Strana:
Zařízení:	

**Kermový index pro CBCT (metodika č. IV.7.8.)**

a) hlavový fantom

Nastavené parametry svazku:

název předvolby:

Tolerance: 20% od specifikace výrobce, resp. hodnoty získané při PZ

Poloha sondy	střed	0°	90°	180°	270°
Odezva 1 [mGy]					
Odezva 2 [mGy]					
Odezva 2 [mGy]					
Průměr [mGy]					
Veličina	Změřená [mGy]	Referenční [mGy]	Odchylka [%]	Výsledné hodnocení	
C <sub>PMMA,100,c,CB</sub>		XXXX	XXXX		
C <sub>PMMA,100,p,CB</sub>		XXXX	XXXX		
C <sub>w.,CB</sub>					

TAB VII/ 10

b) břišní fantom

Nastavené parametry svazku:

název předvolby:

Tolerance: 20% od specifikace výrobce, resp. hodnoty získané při PZ

Poloha sondy	střed	0°	90°	180°	270°
Odezva 1 [mGy]					
Odezva 2 [mGy]					
Odezva 2 [mGy]					
Průměr [mGy]					
Veličina	Změřená [mGy]	Referenční [mGy]	Odchylka [%]	Výsledné hodnocení	
C <sub>PMMA,100,c,CB</sub>		XXXX	XXXX		
C <sub>PMMA,100,p,CB</sub>		XXXX	XXXX		
C <sub>w.,CB</sub>					

TAB VII/ 11

## **VII. VYBAVENÍ A POMŮCKY PRO PROVÁDĚNÍ TESTŮ**

### **PŘEJÍMACÍ ZKOUŠKY**

Návod k použití,  
Technický popis  
Zpráva o revizi elektrického zařízení

### **ZKOUŠKY DLOUHODOBÉ STABILITY**

#### **MECHANICKÉ A OPTICKÉ PARAMETRY**

Měřidlo délky  
Fantom pro ověření polohy izocentra  
Rastrová deska  
Radiokontrastní kuličky o průměru cca 1 mm

#### XVI

Ball-bearing

#### **KONTROLA KVALITY OBRAZU**

Leeds TOR 18FG: Fantom pro kontrolu rozlišení s 1 mm Cu filtrem

#### OBI

Rastrová deska  
Catphan 504: Fantom pro kontrolu CBCT kvality obrazu

#### XVI

Catphan 503: Fantom pro kontrolu CBCT kvality obrazu

#### **PARAMETRY RTG SVAZKU**

##### **Měřicí přístroje**

Elektrometr s detektorem ionizujícího záření  
Ionizační komora pro měření RTG svazků  
Sr kalibrační zdroj s teploměrem  
Neinvazivní kVp metr  
mA/mAs metr

##### **Měřidla a pomůcky**

Měřidlo délky  
Barometr  
Teploměr  
Sada Al desek o tloušťkách 0,1 mm až 6,0 mm a o velikosti minimálně 10 cm x 10 cm  
Stojan  
Al deska tloušťky 25 mm

Fantom s tloušťkou ekvivalentní vrstvě 20 cm vody  
Hlavový fantom pro měření CTKI z PMMA Ø 160 mm  
Břišní fantom pro měření CTKI z PMMA Ø 320 mm  
Válcová CTKI měřící ionizační komora

**Poznámka:**

1. Nepřesnost měřících přístrojů musí být menší než 1/3 tolerancí stanovených pro měřené hodnoty.
2. Nepřesnost dozimetru je maximálně  $\pm 10 \%$ , doporučená nepřesnost je maximálně  $\pm 5 \%$  v rozsahu energií 20 kV až 150 keV.
3. Energetická závislost je maximálně  $\pm 10 \%$ ,
4. Měřicí rozsah je 0,1 mGy až 50 mGy.
5. Testovací fantomy a zeslabující pomůcky:
  - a) vnější rozměry těchto pomůcek musí být větší než rozměr RTG svazku pro testovanou geometrii
  - b) Al deska tloušťky 25 mm musí být o čistotě Al nejméně 99,5% a s tolerancí tloušťky maximálně  $\pm 0,5$  mm
  - c) Sada desek-filtrů pro měření zeslabení musí být z Al o čistotě nejméně 99,8%

## VIII. LITERATURA

- [1] ČSN EN 60601-1 Zdravotnické elektrické přístroje – Všeobecné požadavky na bezpečnost
- [2] ČSN EN 60601-1-1 Zdravotnické elektrické přístroje – Všeobecné požadavky na bezpečnost - Požadavky na bezpečnost zdravotnických elektrických systému
- [3] ČSN EN 60601-1-3 Zdravotnické elektrické přístroje – Všeobecné požadavky na bezpečnost - Ochrana před diagnostickým rtg zařízením
- [4] ČSN EN 60601-1-4 Zdravotnické elektrické přístroje – Všeobecné požadavky na bezpečnost - Programovatelné zdravotnické elektrické systémy
- [5] ČSN EN 60601-2-44 - 1 Zdravotnické elektrické přístroje – Výpočetní tomografy
- [6] ČSN EN 60 336 Rentgenové zářiče pro lékařskou diagnostiku – Charakteristiky ohnisek
- [7] ČSN EN 61223-3-1, část 3-1: přejímací testy- proces zobrazování u rentgenových skiagrafičických a skiaskopických zařízení
- [8] nařízení vlády č. 11/2002 Sb. v platném znění
- [9] ČSN ISO 3864 Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky
- [10] IAEA TRS 457 Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Vienna, 2007
- [11] Amer A. et al. Imaging doses from the Elekta Synergy X-ray cone beam CT system. The British Journal of Radiology. 2007, 80, 476-482