

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

**RADIONUKLIDOVÉ OZAŘOVAČE**

**SÚJB**

# OBSAH

ÚVOD	1
1. POHYBY PŘÍSTROJE A JEJICH OZNAČENÍ	3
2. BEZPEČNOSTNÍ, VÝSTRAŽNÉ A INDIKAČNÍ SYSTÉMY	5
2.1 Signalizace stavu přístroje	5
2.2 Vstup do ozařovny	5
2.3 Nouzové uzavření zdroje záření	5
2.4 Antikolizní systém	6
2.5 Koncové polohy	6
2.6 Aretace stolu	6
2.7 Ovládání pohybu ozařovače a stolu	6
2.8 Rychlost pohybu ozařovače a stolu	7
2.9 Zbytkové pohyby ozařovače a stolu	7
2.10 Funkčnost volby režimů	7
2.10.1 Funkčnost ozařovacích modů	7
2.10.2 Pohybová terapie	7
2.11 Ozařovací pomůcky	8
2.11.1 Vizuální kontrola stavu ozařovacích pomůcek	8
2.11.2 Poloha ozařovacích pomůcek	8
2.11.3 Zámky ozařovacích pomůcek	8
2.11.4 Elektronická indikace a blokování ozařovacích pomůcek	8
2.12 Systém sledování pacienta	9
3. MECHANICKÉ PARAMETRY A SHODA MECHANICKÝCH A OPTICKÝCH PARAMETRŮ	10
3.1 Přesnost stupnic rotačních a posuvných pohybů	10
3.1.1 Kontrola nulové polohy ramene	10
3.1.2 Přesnost rotačních stupnic	11
3.1.3 Stupnice úhlové rychlosti	11
3.1.4 Stupnice pro posuvný pohyb (délkové stupnice)	11
3.2. Kontrola automatického nastavení polohy	12
3.3 Souhlas mezi geometrickou osou kolimátoru, osou otáčení kolimátoru a světelnou osou	12
3.3.1 Souhlas geometrické osy kolimátoru a osy otáčení kolimátoru	13
3.3.2 Souhlas mezi osou otáčení kolimátoru a světelnou osou	13
3.4 Poloha izocentra	13
3.5 Světelné zaměřovače	14

3.6	Mechanický zaměřovač a optický dálkoměr	15
3.7	Symetrie kolimátoru, rovnoběžnost a kolmost lamel	15
3.8	Velikost světelného pole	16
4.	CHARAKTERISTIKY RADIAČNÍHO POLE	17
4.1	Velikost pole záření	17
4.1.1	Souhlas světelné osy a osy svazku záření	17
4.1.2	Souhlas velikosti pole záření a údaje na stupnici	18
4.1.3	Souhlas světelného pole a pole záření	18
4.2	Homogenita pole záření	19
4.2.1	Časová stabilita homogenity	21
4.2.2	Stabilita homogenity v závislosti na úhlu ramene	21
4.3	Symetrie pole záření	21
4.3.1	Časová stabilita symetrie	22
4.3.2	Stabilita symetrie v závislosti na úhlu ramene	22
4.4	Polostín pole záření	22
4.5	Unikající záření	23
4.5.1	Záření pronikající kolimačním zařízením	23
4.5.2	Unikající záření vně maximálního pole záření	23
4.5.3	Neužitečné záření ve stavu svazek vypnut	24
5.	DOZIMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY	25
5.1	Absorbovaná dávka v referenčním bodě	25
5.2	Faktory velikosti pole	25
5.3	Závislost dávkového příkonu na ozařovací vzdálenosti	26
5.4	Klínové faktory	26
5.5	Faktory podložky	27
5.6	Faktory dalších stínících prvků	27
5.7	Faktory zeslabení stínícím blokem	27
6	MONITOROVÁNÍ DÁVKY	28
6.1	Časovač	28
6.1.1	Správná funkce časovače	28
6.1.2	Přesnost nastaveného času	28
6.1.3	Vliv otevření a uzavření zdroje	28
6.1.4	Uchování údaje o čase ozáření	29
6.2	Stabilita kermového příkonu	29
7.	OZAŘOVACÍ STŮL	30
7.1	Svislý pohyb	30
7.2	Izocentrické otáčení stolu	30

7.3	Pevnost stolu	30
7.3.1	Příčná pevnost	30
7.3.2	Podélná pevnost	31
7.4	Stálost nastavené výšky stolu	31
8.	TĚSNOST UZAVŘENÉHO RADIONUKLIDOVÉHO ZÁŘIČE	32
9.	PŘEHLED ZKOUŠEK PROVOZNÍ STÁLOSTI A ZKOUŠEK DLOUHODOBÉ STABILITY	33
9.1	Denní kontroly	34
9.2	Týdenní kontroly	34
9.3	Měsíční kontroly	35
9.4	Roční kontroly	36
9.4	Kontroly zahrnuté pouze ve zkoušce dlouhodobé stability	37
	PŘÍLOHA I : ZÁVĚREČNÉ SHRNU TÍ ZKOUŠKY DLOUHODOBÉ STABILITY	38
	PŘÍLOHA II : NÁLEŽITOSTI METODIKY A PROTOKOLU ZKOUŠKY	42
	PŘÍLOHA III : REFERENČNÍ PODMÍNKY	44
	PŘÍLOHA IV : VYBAVENÍ A POMŮCKY POTŘEBNÉ K PROVÁDĚNÍ KONTROL	45
	PŘÍLOHA V : TERMINOLOGIE	46
	LITERATURA	54

# ÚVOD

Tento dokument shrnuje požadavky SÚJB, příslušných norem ČSN IEC a ČSN EN a doporučení odborné společnosti SROBF ČLS JEP pro radionuklidové ozařovače (dále též „přístroj“ nebo „ozařovač“) používané v radioterapii v České republice.

Dokument je určen jako podklad pro vypracování programu zabezpečování jakosti, zejména pro zkoušky provozní stálosti (denní, týdenní, měsíční, roční kontroly) a zkoušky dlouhodobé stability dle požadavků Vyhlášky č. 307/2002 Sb.

Navržený systém kontrol obsahuje stručný popis kontroly příslušného parametru, hodnocení výsledků, frekvenci jejího provádění a případně také popis metody provedení kontroly.

Uvedenými kontrolami se ověřuje bezpečná a správná funkce základní konstrukce ozařovače. V případě použití přídavných zařízení, které mohou funkci přístroje ovlivnit, je třeba do systému kontrol zahrnout i kontroly dalších parametrů. Ve výběru by dále měly být i zkoušky, které doporučuje výrobce.

Frekvence kontrol zde doporučená vychází ze zkušeností získaných na radioterapeutických pracovištích v České republice a současně respektuje doporučení významných národních a mezinárodních společností a organizací (AAPM, IEC, WHO). Mimo pravidelné kontroly je nutno po každém zásahu do systému (oprava, mechanická nehoda apod.) zkontrolovat všechny parametry, které mohly být tímto zásahem ovlivněny.

Pro hodnocení výsledků kontrol je zde uváděna „tolerance“ v souladu s anglickými termíny „tolerance“ (ČSN IEC 976, ČSN IEC 977, AAPM 40) a „tolerance level“ (WHO 1988). Hodnoty tolerancí vycházejí z akčních limitů doporučení SROBF ČLS JEP, kde to bylo možné, byla snaha najít oporu pro toleranční hodnotu v ČSN. Tolerance je, v souladu s předchozím textem, vyjádřena:

- 1) jako hodnota v mm, stupních, mGy/h či jiných jednotkách, s níž se porovnává naměřená hodnota (např. koincidence bočních zaměřovačů nebo průměr kružnice při kontrole polohy izocentra) nebo rozdíl naměřené a nominální hodnoty (např. přesnost optického dálkoměru).
- 2) jako hodnota v %, s níž se porovnává odchylka naměřené hodnoty od referenční hodnoty vyjádřená jako  $\Delta = 100 \cdot (M_{\text{měř}} - M_{\text{ref}}) / M_{\text{ref}}$  [%], kde  $M_{\text{měř}}$  je naměřená hodnota a  $M_{\text{ref}}$  je referenční hodnota stanovená např. při přijímací zkoušce.

Tam, kde to má smysl, tj. kde tolerance představují limitní odchylky na obě strany od požadované hodnoty, je třeba uvedené hodnoty chápat jako hodnoty  $\pm$ , přestože to není v textu ani v tabulkách explicitně uvedeno.

Jestliže při zkoušce provozní stálosti odchylka naměřené hodnoty od referenční hodnoty určitého parametru nebo naměřená hodnota určitého parametru překročí

toleranci, je nutné zařízení odstavit z klinického provozu a závadu odstranit, popř. omezit rozsah činností tak, aby odchylka daného parametru neovlivnila přesnost nebo bezpečnost aplikace ozáření. Každopádně by měla následovat zkouška dlouhodobé stability dotčených parametrů.

U některých parametrů se provádí pouze kontrola funkčnosti, přičemž při nefunkčnosti je nutné před pokračováním v provozu provést nápravu, obdobně jako při překročení tolerance.

Je-li překročena tolerance u zkoušky dlouhodobé stability, lze jako vodítko použít tabulky v Příloze I.

Zejména u denních zkoušek provozní stálosti (např. kapitola 3.5 a, b) se pro rychlé ověření některých parametrů používá postup, který nevychází z definice daného parametru, ale využívá relativní porovnání nezávislých parametrů. Je-li při takové zkoušce překročena toleranční hodnota, je potřeba ověřit absolutní nastavení jednotlivých parametrů.

Pokud jsou v textu uvedeny metody kontrol, jedná se o metody doporučené, nikoliv závazné. Uživatel může používat i jiné postupy, jejichž výsledky jsou prokazatelně srovnatelné s výsledky metod obsažených v tomto dokumentu.

V Příloze IV. je uvedeno doporučené základní přístrojové vybavení, které je potřebné k zajištění předepsaných kontrol. Předpokládá se, že uživatel bude na některé zkoušky mít sadu vlastních speciálních pomůcek, kterým bude uzpůsobena i popsaná metodika kontrol. V tomto případě je třeba vytvořit odpovídající metodiky kontrol.

V závěru dokumentu (Příloha V) je uvedena terminologie - souhrn nejdůležitějších pojmů a jejich definic vyskytujících se v textu.

Dokument nezahrnuje metodiku stanovení dávky v referenčním bodě, která je zpracována v samostatném dokumentu SROBF, ani problematiku monitorování pracoviště a osob.

# 1. POHYBY PŘÍSTROJE A JEJICH OZNAČENÍ

U radioterapeutických přístrojů se definují následující osy a směry pohybu:

Osa (1)	Otáčení ramene
Osa (2)	Boční naklápění ozařovací hlavice
Osa (3)	Čelní naklápění ozařovací hlavice
Osa (4)	Otáčení kolimačního zařízení
Osa (5)	Izocentrické otáčení ozařovacího stolu
Osa (6)	Otáčení desky stolu kolem excentrické podpěry
Směr (9)	Svislý posuv desky stolu
Směr (10)	Příčný posuv desky stolu
Směr (11)	Podélný posuv desky stolu
Směr (13)	Posuv zdroje záření od podlahy při ramenu v nulové úhlové poloze

*Podrobnější informace jsou uvedeny v ČSN EN 61217*

Pro snadnější vyjádření prostorových vztahů definujeme následující pojmy:

a) u rotačních ozařovačů :

- hlavní horizontální rovina  
je vodorovná rovina obsahující osu 1
- hlavní sagitální rovina  
je svislá rovina obsahující osu 1
- hlavní transversální rovina  
je svislá rovina kolmá na osu 1 a obsahující osu 4

b) u statických ozařovačů :

- hlavní sagitální rovina  
je svislá rovina obsahující osu 2
- hlavní transversální rovina  
je svislá rovina kolmá na osu 2 a procházející středem zdroje záření

Hlavními osami rozumíme průsečnice hlavních rovin.

Dále definujeme základní polohu a hlavní polohy ozařovače:

- základní poloha ozařovače
  - a) u rotačních ozařovačů :  
úhel ramene  $0^\circ$ , osa svazku směřuje svisle dolů
  - b) u statických ozařovačů :  
hlavice v nejnižší poloze, osa svazku směřuje svisle dolů
- hlavní polohy ozařovače
  - a) u rotačních ozařovačů :
    - 1) základní poloha
    - 2) polohy dosažené otáčením ramene kolem osy 1 o  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  nebo  $270^\circ$  ze základní polohy bez jiných změn nastavení
  - b) u statických ozařovačů :
    - 1) základní poloha
    - 2) polohy dosažené otáčením hlavice kolem osy 2 o  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  nebo  $270^\circ$  ze základní polohy bez jiných změn nastavení



## 2. BEZPEČNOSTNÍ, VÝSTRAŽNÉ A INDIKAČNÍ SYSTÉMY

### 2.1 Signalizace stavu přístroje

Kontroluje se funkčnost zobrazení stavu ozařovače na panelu pro řízení léčby. Dále se kontroluje funkčnost světelných návěští na ozařovací hlavici (např. pomocí videosystému) a výstražná indikace u vstupu do ozařovny včetně nezávislého monitoru záření.

kontrola funkčnosti signalizace  
frekvence kontrol : denně

### 2.2 Vstup do ozařovny

Kontroluje se, zda bezpečnostní spínač přeruší záření v okamžiku otevření dveří, resp. při přerušení světelné závoře. To se týká všech vstupních dveří do ozařovny a do prostor, kde je použit tento způsob jištění. U dveří vybavených zařízením, které zabraňuje sevření těla mezi dveře a vstupní otvor (např. tlakový spínač), se kontroluje i funkčnost tohoto zařízení.

kontrola funkčnosti  
frekvence kontrol : denně

### 2.3 Nouzové uzavření zdroje záření

Kontroluje se

a) funkce tlačítka STOP na ovládacím panelu

kontrola funkčnosti  
frekvence kontrol : denně

b) uzavření zdroje záření při výpadku napájení

kontrola funkčnosti  
frekvence kontrol : týdně

c) funkce dálkového uzavření kolimačního zařízení z ovladovny

kontrola funkčnosti  
frekvence kontrol : týdně

d) je-li to možné, kontroluje se 1 krát ročně možnost ručního uzavření zdroje, minimálně je potřeba zkontrolovat přítomnost kliky pro ruční uzavření v blízkosti ozařovače.

kontrola funkčnosti  
frekvence kontrol: ročně

## 2.4 Antikolizní systém

Je-li ozařovač vybaven antikolizním systémem, který zabrání kolizi hlavice (případně i jiné části ozařovače) s pacientem nebo jiným předmětem během pohybu přístroje, kontroluje se denně funkčnost tohoto systému.

kontrola funkčnosti  
frekvence kontrol : denně

## 2.5 Koncové polohy

Kontroluje se funkčnost zabezpečení koncových poloh pohybů (koncových spínačů).

kontrola funkčnosti  
frekvence kontrol : ročně

## 2.6 Aretace stolu

Kontroluje se funkčnost aretace plovoucí desky stolu.

kontrola funkčnosti  
frekvence kontrol : denně

## 2.7 Ovládání pohybu ozařovače a stolu

Kontroluje se, zda není možné spustit pohyb vyžadující současný stisk dvou tlačítek stisknutím pouze jednoho tlačítka.

kontrola funkčnosti  
frekvence kontrol : denně

## 2.8 Rychlost pohybu ozařovače a stolu

Měří se rychlost otáčení ramene a rychlosti svislého, příčného a podélného posunu desky stolu. Kontrola se provádí 1 x ročně a rychlosti se srovnávají s hodnotami zjištěnými při přijímací zkoušce.

tolerance specifikovaná při přijímací zkoušce frekvence kontrol : ročně
---

## 2.9 Zbytkové pohyby ozařovače a stolu

Kontroluje se, zda při zastavení pohybu ramene ozařovače nebo stolu nepřekročí zbytkový pohyb hodnoty specifikované při přijímací zkoušce.

tolerance specifikovaná při přijímací zkoušce frekvence kontrol : ročně
---

## 2.10 Funkčnost volby režimů

### 2.10.1 Funkčnost ozařovacích modů

U ozařovačů schopných pracovat v různých pracovních modech (lékařský, fyzikální, servisní) se provádí týdně kontrola funkčnosti těchto pracovních modů.

kontrola funkčnosti frekvence kontrol : týdně
--

### 2.10.2 Pohybová terapie

Jestliže je ozařovač určen pro stacionární i pohybovou terapii (tj. pohyb ramene, ozařovacího stolu nebo kolimačního systému v průběhu ozařování), kontroluje se, zda není možno spustit záření, dokud není provedena odpovídající volba na ovládacím panelu ozařovače. (Volba se provádí před každým ozařováním). Kontroluje se také, zda při pohybové terapii je na ovládacím panelu signalizován směr pohybu a jeho rychlost. Dále se kontroluje, zda veškeré pohyby lze zastavit zřetelně označeným ovládacím prvkem (STOP tlačítka) umístěným jak na ručním ovladači v ozařovně tak na ovládacím panelu.

kontrola funkčnosti frekvence kontrol STOP tlačítka : denně volba typu terapie: měsíčně
--

## 2.11 Ozařovací pomůcky

Provádějí se kontroly všech ozařovacích pomůcek, které se používají při ozařování pacientů (klínové filtry, držáky bloků, fixační zařízení,...)

### **2.11.1 Vizualní kontrola stavu ozařovacích pomůcek**

Provádí se vizualní kontrola, popř. ověření mechanické soudržnosti uchopením do ruky, ozařovacích pomůcek.

kontrola funkčnosti frekvence kontrol : denně
--

### **2.11.2 Poloha ozařovacích pomůcek**

Kontroluje se, zda držáky ozařovacích pomůcek (klínové filtry, vykrývací bloky a pod.) umožňují reprodukovatelné umístění těchto pomůcek.<sup>1</sup> Dále se kontroluje, zda úhel podkladové roviny pomůcek (roviny podložky) a osy svazku záření je stabilní při libovolné poloze ramene a ozařovací hlavice.

tolerance : 2 mm frekvence kontrol : ročně
---

### **2.11.3 Zámky ozařovacích pomůcek**

Kontroluje se funkčnost bezpečnostních zámků klínů a držáků bloků a pod.

kontrola funkčnosti frekvence kontrol : měsíčně
--

### **2.11.4 Elektronická indikace a blokování ozařovacích pomůcek**

Kontroluje se funkčnost případné elektronické indikace ozařovacích pomůcek (klíny, držáky bloků, homogenizační filtry, tubusy) a funkčnost případného blokování při nesprávném vložení nebo nesouhlasné volbě na panelu pro řízení léčby.

kontrola funkčnosti frekvence kontrol : měsíčně
--

---

<sup>1</sup> Reprodukovatelnost polohy se měří v ozařovací vzdálenosti, pro kterou je daná pomůcka určena (tedy v místě, kde se má nacházet pacient), nikoli v místě uložení pomůcky.

## 2.12 Systém sledování pacienta

Kontroluje se, zda je možno pacienta během ozařování nepřetržitě sledovat jak opticky (televizní okruh), tak akusticky.

kontrola funkčnosti frekvence kontrol : denně
--

### 3. MECHANICKÉ PARAMETRY A SHODA MECHANICKÝCH A OPTICKÝCH PARAMETRŮ

V dalším budeme předpokládat, že ozařovač je vybaven optickým systémem, který simuluje pole záření a osu svazku pomocí světelného pole a světelné osy. Uvedené kontroly jsou navrženy pro pravoúhlý osově symetrický kolimátor. Je-li přístroj vybaven jiným druhem kolimátoru (tubusy pevné velikosti, kombinace pohyblivých lamel a pevného tubusu, "asymetrický" kolimátor apod.), je nutno přiměřeně upravit množství a druh kontrolovaných parametrů.

#### 3.1 Přesnost stupnic rotačních a posuvných pohybů

Požadovaná přesnost parametrů, které ovlivňují nastavení pole záření vzhledem k pacientovi, by měla zajistit, že odchylka v oblasti ozařovaného objemu pacienta nepřekročí 2 mm. To je základ pro toleranční hodnoty geometrických parametrů. Požadavku na přesnost nastavení 2 mm v oblasti ozařovaného objemu pacienta odpovídá požadavek na toleranci pro stupnice otáčení ramene, kolimátoru a izocentrické otáčení stolu  $0,5^\circ$ . Nedovoluje-li to přesnost nastavení úhlu, je možné přijmou větší toleranci, maximálně však  $1^\circ$ .

Požadovaná přesnost nastavení nulové polohy pro boční nebo čelní naklápění ozařovací hlavičky závisí na používané technice ozařování. Pro techniku SSD, kdy se světelná osa nastavuje na viditelnou značku na těle pacienta, postačí rovněž tolerance  $0,5^\circ$  (max.  $1^\circ$ ). Pro izocentrické ozařování (ISO) nebo pro techniku SSD, kdy nepoužíváme k nastavení značku na pacientovi (např. pro úhel ramene  $180^\circ$ ), odpovídá odchylce 2 mm v úrovni cílového objemu úhlová odchylka  $0,1^\circ$ , max  $0,2^\circ$ !

##### 3.1.1 Kontrola nulové polohy ramene

Zkouškou se ověřuje, zda při nulové hodnotě otočení ramene směřuje osa svazku záření svisle dolů.

Kontrola nulové polohy ramene se provádí např. spuštěním olovnice na zem. Olovnice je upevněna přibližně ve výšce izocentra tak, aby splývala se světelnou osou. Na zemi se označí na papír průmět světelného kříže a poloha hrotu olovnice. Odečte se vzdálenost mezi oběma vyznačenými body, která se přepočítá na stupně. Zkouškou se současně ověřuje přesnost nulové polohy pro případné boční nebo čelní naklápění ozařovací hlavičky. Musí být ověřen souhlas světelné osy s osou svazku záření, jinak je nutno olovnici spustit přesně z izocentra a střed pole záření na podlaze určit pomocí filmu (viz 4.1).

Kontrola nulové polohy pro statické ozařovače se provádí obdobně jako pro rotační ozařovače, včetně limitů a frekvencí kontrol. Nelze zde samozřejmě využít izocentrum. Pro kontrolu jednoduchých ozařovačů bez světelné osy postačí (pro účely, pro které se pravděpodobně bude ozařovač používat) kontrola vodováhou, která se přiloží k rovným součástem kolmým na kolimační zařízení.

tolerance : $0,5^\circ - 1^\circ$ (hlavičky, ISO: $0,1^\circ - 0,2^\circ$ ) frekvence kontrol : měsíčně
--

### 3.1.2 Přesnost rotačních stupnic

Kontrola přesnosti<sup>1</sup> stupnice otáčení ramene, kolimátoru a ozařovacího stolu, popř. bočního a čelního naklápění ozařovací hlavičky, se provádí alespoň pro dvě hodnoty z rozsahu stupnice.

Pro kontrolu stupnice otáčení ramene můžeme použít olovnici a vodováhu s využitím zkontrolované světelné osy.

Nulovou polohu kolimátoru (a rovněž otočení o 90°) můžeme zkontrolovat tak, že do přibližné polohy izocentra umístíme průsvitný papír ve svislé rovině, ve které leží osa otáčení ramene. Na papír vyznačíme okraje světelného pole pro nastavení ramene 90° a 270° a změříme úhel mezi oběma okraji. Odchyłka je polovina změřeného úhlu. Pro zkontrolování přesnosti polohy stolu pro 0° a 90° (popř. 270°) lze využít polohu, kdy je podélná osa stolu rovnoběžná se zkontrolovaným bočním (sagitálním) laserem.

tolerance : 0,5° - 1° frekvence kontrol : ročně
--

### 3.1.3 Stupnice úhlové rychlosti

Odchyłka skutečné úhlové rychlosti pohybu od nastavené hodnoty se udává v procentech nastavené hodnoty. Kontroluje se alespoň pro 3 hodnoty (nejmenší a největší nastavitelná rychlost a alespoň jedna další hodnota). Kontrolu je možné provádět i pomocí. Metoda kontroly závisí na konkrétním typu přístroje, může být účelné kontrolovat počáteční a koncový bod a odzářený čas.

tolerance : 2% frekvence kontrol : měsíčně
---

### 3.1.4 Stupnice pro posuvný pohyb (délkové stupnice)

Přesnost<sup>1</sup> stupnic ověřujeme alespoň pro 2 hodnoty z rozsahu stupnice. Pro klinické aplikace bude mnohdy postačující ověřovat relativní hodnotu, tj. porovnat rozdíl indikovaných hodnot pro dvě různé polohy se změřenou vzdáleností těchto poloh.

tolerance : 2 mm frekvence kontrol : měsíčně
---

---

<sup>1</sup> Přesností stupnice rozumíme absolutní hodnotu rozdílu mezi údajem kontrolované stupnice a údajem nezávislého zkalibrovaného měřidla za stejných podmínek.

### 3.2 Kontrola automatického nastavení polohy

Umožňuje-li systém nastavení ozařovače nebo stolu do předvolené polohy, kontrolujeme přesnost, s jakou je předvolená poloha dosažena. S toleranční hodnotou srovnáváme rozdíl mezi předvolenou a dosaženou (indikovanou) hodnotou.

tolerance : 2 mm, 0,5° - 1° frekvence kontrol : měsíčně
--

### 3.3 Souhlas mezi geometrickou osou kolimátoru, osou otáčení kolimátoru a světelnou osou

#### a) geometrická osa kolimátoru

Geometrickou osou kolimátoru rozumíme osu objemu vymezeného vnitřními hranami lamel kolimátoru. Ke zjištění polohy této osy je možno užít například následující metodu:

Kolimátor uzavřeme tak, aby vyznačil velmi malé pole (je-li to možné, pak by velikost pole neměla být větší než 2cm x 2cm pro nejčastěji používanou ozařovací vzdálenost, není-li to možné, použijeme nejmenší nastavitelné pole). Za průsečík geometrické osy s rovinou vedenou kolmo k předpokládanému směru osy rotace kolimátoru považujeme střed průmětu světelného pole do této roviny. Metoda je však použitelná jen v případě, že zdroj světla leží v geometrické ose kolimátoru.

#### b) osa otáčení kolimátoru

Nejvhodnější metodou pro určení osy otáčení kolimátoru je použít otáčení, při kterém se s kolimačním zařízením pohybuje i zdroj světla (např. optický dálkoměr ozařovače Chisobalt), respektive mechanický pointer nebo jiný předmět, který rovněž rotuje s kolimačním zařízením. Na papír v rovině kolmé k ose otáčení označíme průsečík světelného ukazatele nebo pointeru s rovinou pro několik poloh v celém rozsahu otáčení. Střed nejmenší kružnice opsané těmito průsečíkům pak představuje průsečík osy otáčení kolimátoru s danou rovinou.

Pro kontrolu je možné rovněž použít změnu polohy geometrické osy kolimátoru (zjištěné dle bodu a) při otáčení kolimátoru, nebo i změnu polohy světelné osy, závisí-li na otáčení kolimátoru. Je potřeba mít stále na paměti, že výsledek může být ovlivněn nesprávnou polohou světelného zdroje. Následující kontroly (3.3.1 a 3.3.2) je proto potřeba chápat zejména tak, že překročení tolerance je jasným signálem, že některý parametr není v pořádku, uspokojivý výsledek ještě není potvrzením, že je seřízení kolimačního zařízení správné.

#### c) světelná osa

Za průsečík světelné osy s rovinou kolmou k ose otáčení kolimátoru v uvažované vzdálenosti považujeme průmět světelného kříže do této roviny.



### 3.3.1 Souhlas geometrické osy kolimátoru a osy otáčení kolimátoru

Vyhodnocujeme průměr kružnice vzniklé zaznamenáváním průsečíku geometrické osy kolimátoru pro různé polohy otáčení kolimátoru. Kontrolu provádíme v normální ozařovací vzdálenosti, jednou měsíčně pro základní polohu přístroje a při roční zkoušce pro všechny hlavní polohy.

tolerance : 2 mm $\phi$ frekvence kontrol: pro základní polohu : měsíčně pro hlavní polohy : ročně
---

### 3.3.2 Souhlas mezi osou otáčení kolimátoru a světelnou osou

Vzdálenost průsečíků osy otáčení kolimátoru a světelné osy s rovinou kolmou k ose otáčení kolimátoru v normální ozařovací vzdálenosti musí být menší než 2 mm. V případě, že dochází k pohybu světelné osy s otáčením kolimátoru, je nutné ověřit, že podmínka je splněna pro všechny polohy kolimátoru.

tolerance : 2 mm frekvence kontrol: pro základní polohu : týdně pro hlavní polohy: ročně
---

Po ověření souhlasu geometrické osy kolimátoru, osy otáčení kolimátoru a světelné osy (tj. splnění všech výše uvedených podmínek) považujeme uvedené tři osy za shodné. Tam, kde je v dalším textu použit termín "osa kolimátoru" bez dalšího rozlišení, o jakou osu se jedná, můžeme z praktických důvodů použít světelnou osu. Je však nutné si uvědomit, že výše definované osy jsou sice dobrou pomůckou pro jednoduché kontroly stability kolimačního zařízení ozařovače, pro správnou aplikaci ozáření je však rozhodující osa svazku záření.

### 3.4 Poloha izocentra (jen u rotačních ozařovačů)

Izocentrum je definováno jako střed nejmenší koule, kterou prochází osa svazku záření při otáčení ramene kolem osy 1. Pro lokalizaci izocentra můžeme použít světelnou osu, případně mechanický pointer. Musí však být ověřena shoda světelné osy (pointeru) s osou svazku záření, difference na úrovni povolené tolerance je příliš velká a může výsledek znehodnotit. Ke stanovení izocentra podle definice je potřeba použít skiografické filmy, takový postup je však velmi pracný (viz ČSN IEC 976).

Použijeme-li k simulaci osy svazku záření světelnou osu, můžeme použít následující metodu. Do roviny kolmé k ose 1, která prochází v blízkosti předpokládaného izocentra, umístíme papír, na který minimálně pro všechny hlavní polohy přístroje zakreslíme směr světelné osy. Jde o třírozměrný problém, zaznamenáváme tedy i případnou změnu polohy osy svazku podél osy otáčení ramene. Střed takto vytvořené "obálky" považujeme za izocentrum.

Maximální odchylka osy svazku od izocentra nesmí přesáhnout 2 mm. Při jakékoliv metodě by neměl být průměr obálky větší než 4 mm.

Velikost obálky postačí vyhodnocovat jedenkrát ročně, kontrolu umístění izocentra, třeba i jen jednoduchou, je ale potřeba provádět měsíčně, protože se kontroluje vztah dalších parametrů k izocentru (světelné zaměřovače).

tolerance : 4 mm $\phi$ frekvence kontrol : měsíčně velikost obálky: ročně
--

### 3.5 Světelné zaměřovače

Světelné zaměřovače slouží k vyznačení hlavních rovin, popř. hlavních os. Při kontrolách a, b ale nejde o kontrolu absolutního nastavení, nýbrž o kontrolu relativního nastavení více nezávislých parametrů.

Kontroluje se:

a) souhlas bočních zaměřovačů se světelnou osou a navzájem v místě izocentra

tolerance : 2 mm frekvence kontrol : denně
---

b) zda v základní poloze ozařovače souhlasí průmět světelné osy do hlavní horizontální roviny s průmětem sagitálního laseru

tolerance : 2 mm frekvence kontrol : denně
---

c) seřízení světelných zaměřovačů do izocentra (stanoveného dle odst. 3.4)

tolerance : 2 mm frekvence kontrol : měsíčně
---

e) ortogonalita světelných rovin

Kontroluje se vodorovnost, popřípadě svislost, světelných rovin a jejich kolmost, popř. rovnoběžnost, vzhledem k ose rotace ramene.

tolerance : 0,5 ° frekvence kontrol : ročně
--

### 3.6 Mechanický zaměřovač a optický dálkoměr

#### a) ozařovací vzdálenost

Kontroluje se, zda přesnost určení vzdálenosti od izocentra nebo referenčního bodu v normální ozařovací vzdálenosti, popř. vzdálenosti od zdroje záření, je lepší než 2 mm pro používané ozařovací vzdálenosti (alespoň v rozsahu normální ozařovací vzdálenosti  $\pm 25$  cm).

Denně se provádí kontrola v základní poloze pro normální ozařovací vzdálenost, týdně se provádí kontrola v základní poloze i pro další SSD a měsíčně se kontroluje přesnost stanovení normální ozařovací vzdálenosti ve všech hlavních polohách ozařovače.

*Optický dálkoměr může být konstruován takovým způsobem, že ho lze využít k indikaci osy svazku záření. Jestliže se tak používá, musí být shoda s osou svazku záření kontrolována stejně jako u světelné osy (3.3.2 a 4.1.1).*

tolerance : 2 mm
frekvence kontrol :
pro základní polohu:
mechanický zaměřovač: denně
optický dálkoměr NTD: denně
NTD $\pm 25$ :      týdně
pro hlavní polohy: měsíčně

#### b) souhlas mechanického zaměřovače s osou kolimátoru

Kontroluje se, zda se koncový bod mechanického zaměřovače neodchyluje od osy kolimátoru (světelné osy) o více než 2 mm. Tato kontrola se provádí pro všechny hlavní polohy přístroje při libovolné rotaci kolimátoru (případně zaměřovače) kolem osy 2 pro všechny používané ozařovací vzdálenosti (SSD).

tolerance :2 mm
frekvence kontrol:
pro základní polohu: denně
pro hlavní polohy: měsíčně

### 3.7 Symetrie kolimátoru, rovnoběžnost a kolmost lamel

Symetrie, rovnoběžnost a kolmost lamel kolimátoru se kontroluje pro hlavní polohu přístroje pro 2 polohy kolimátoru navzájem pootočené o  $90^\circ$  kolem osy 4 a pro rameno otočené do polohy  $90^\circ$  (popř.  $270^\circ$ ) tak, aby se dosáhlo takových 4 poloh kolimátoru, kdy je každá lamela vodorovně a nahoře. Zkouška se provádí pro velikost pole 10cm x 10cm a maximální v normální ozařovací vzdálenosti.

a) symetrie kolimátoru

Symetrie se ověřuje měřením vzdáleností mezi světelnou osou a středy protilehlých stran světelného pole. Vyhodnocuje se rozdíl mezi nejmenší a největší naměřenou hodnotou. Týdně se provádí jen kontrola v základní poloze pro pole 10cmx10cm při úhlu kolimátoru 0°, kompletní zkouška se provádí ročně.

tolerance : 2 mm frekvence kontrol : základní poloha, pole 10x10: týdně hlavní polohy: ročně
---

b) rovnoběžnost a kolmost lamel kolimátoru

Rovnoběžnost a kolmost se kontroluje přímým měřením úhlů sevřených dostupnými páry lamel kolimátoru nebo měřením úhlů stran světelného pole.

tolerance : 0,5° frekvence kontrol : ročně
---

### 3.8 Velikost světelného pole

Měří se skutečná velikost světelného pole na hlavních osách v používaných ozařovacích vzdálenostech. Při zkouškách provozní stálosti se stanovuje odchylka od referenční hodnoty stanovené při přijímací zkoušce (zkoušce dlouhodobé stability) a ta se srovnává s toleranční hodnotou.

Týdně se kontroluje pole 10cm x 10cm pro normální ozařovací vzdálenost v základní poloze.

Měsíčně se provádí měření pro pole 10cm x 10cm a maximální pole. V případě, že se používají různé stupnice pro několik ozařovacích vzdáleností, provádí se kontrola pro jednu velikost pole pro všechny stupnice.

Ročně se provádí kontrola v základní poloze (ZP) pro 3 velikosti ozařovacího pole (nejmenší nastavitelná hodnota, pole 10cm x 10cm, největší nastavitelná hodnota) a pro jednu velikost pole se kontrola provádí i pro všechny hlavní polohy přístroje.

tolerance : 2 mm frekvence kontrol : základní poloha, 1 pole : týdně ZP, 2 pole, různá SSD: měsíčně pro všechny hlavní polohy: ročně
--

## 4. CHARAKTERISTIKY POLE ZÁŘENÍ

Hloubka referenční roviny ve vodě pro záření gama  $^{60}\text{Co}$  a  $^{137}\text{Cs}$  je 5 cm.

Normální ozařovací vzdálenost (NTD - normal treatment distance) pro záření gama je stanovená vzdálenost měřená podél osy svazku záření od zdroje záření

- k izocentru (pro rotační ozařovače, u nichž se převážně používají techniky s fixní vzdáleností zdroj - izocentrum (SAD))
- nebo ke stanovené rovině (pro ozařovače, u nichž se převážně používají ozařovací techniky s fixní vzdáleností zdroj - povrch pacienta (SSD)).

### 4.1 Velikost pole záření

Velikost pole záření je dána rozměrem plochy vymezené 50% izodozní křivkou (100% odpovídá dávce na ose svazku záření) ve vodě v rovině kolmé k ose svazku záření v normální ozařovací vzdálenosti. Rovina leží v referenční hloubce, fantom přesahuje nejméně o 5 cm svazek záření a hloubka fantomu je nejméně o 10 cm větší než hloubka roviny. Následující kontroly se provádějí měsíčně pro pole 10x10 cm<sup>2</sup> pro jednu z hlavních poloh (střídavě) a ročně v základní poloze pro velikosti pole 5x5, 10x10 a 30x30 cm<sup>2</sup> (resp. pole maximálních rozměrů) a pro pole 10x10 cm<sup>2</sup> v ostatních hlavních polohách. Kontroly 4.1.1 a 4.1.3 se provádějí jednou ročně pro jedno pole v základní poloze i v 1,5 násobku normální ozařovací vzdálenosti. Tolerance pro tuto vzdálenost je dvojnásobná oproti toleranci v normální ozařovací vzdálenosti.

Pro relativní měření lze pro zjednodušení použít i jinou hloubku než referenční.

#### 4.1.1 Souhlas světelné osy a osy svazku záření

Stanovuje se vzdálenost mezi průměty světelné osy a osy svazku záření do roviny kolmé k ose svazku záření v normální ozařovací vzdálenosti. Pro pole 10cmx10cm navíc jedenkrát ročně pro základní polohu v 1,5 násobku NTD.

Kontrola se provádí např. pomocí filmu nastaveného do příslušné vzdálenosti (NTD, resp 1,5 NTD), na který se přilepí papír k zakreslení světelného pole a vpichem se vyznačí rohy světelného pole. Film se překryje vrstvou vodě ekvivalentního materiálu o tloušťce odpovídající referenční hloubce a ozáří se stanovenou dávkou. Pro účely zjištění zčernání odpovídajícího 50% dávce se neexponovaná část filmu ozáří poloviční dávkou (pozor na dávku při otevírání a zavírání zdroje) za naprosto stejných podmínek. Po vyvolání se film denzitometricky vyhodnotí a stanoví se rozměry a poloha pole záření. Průsečík jeho úhlopříček definuje střed pole záření, který je průmětem osy svazku záření (centrálního paprsku).

tolerance : 2 mm (1,5 NTD: 4 mm) frekvence kontrol: pro 1 pole 10x10 cm <sup>2</sup> : měsíčně pro 3 velikosti pole: ročně 1,5 NTD 1 pole : ročně, tolerance 4 mm
---

#### 4.1.2 Souhlas velikosti pole záření a údaje na stupnici

Kontroluje se, zda skutečná velikost pole záření (4.1) odpovídá údajům na stupnici. Kontrola se může provádět pomocí filmové dozimetrie na základě hodnocení filmů exponovaných podle bodu 4.1.1 nebo ve vodním fantomu na základě hodnocení dávkových profilů změřených v normální ozařovací vzdálenosti.

Při zkouškách provozní stálosti se vyhodnocuje odchylka od referenčního stavu zjištěného při přijímací zkoušce (zkoušce dlouhodobé stability) s tolerancí max. 2 mm.

Pro zkoušku dlouhodobé stability je tolerance 3 mm do rozměru velikosti pole 20 cm, nad rozměr 20 cm pak 1,5 % z rozměru pole, maximálně však 5 mm.

tolerance: 2 mm
<i>pro ZDS</i>
<i>pro pole menší nebo rovno 20x20 cm<sup>2</sup>: 3 mm</i>
<i>pro pole větší než 20x20 cm<sup>2</sup>: 1,5 %, max. 5 mm</i>
frekvence kontrol:
pro pole 10x10 cm <sup>2</sup> : měsíčně
pro 3 velikosti pole: ročně

#### 4.1.3 Souhlas světelného pole a pole záření

Stanovuje se maximální vzdálenost měřená na hlavních osách mezi kterýmkoliv okrajem světelného pole a okrajem pole záření.

Lze použít film ozářený podle 4.1.1. Při zkouškách provozní stálosti se vyhodnocuje odchylka od referenčního stavu zjištěného při přijímací zkoušce (zkoušce dlouhodobé stability) s tolerancí max. 2 mm.

Při zkoušce dlouhodobé stability se hodnotí skutečná vzájemná odchylka světelného pole a pole záření, tolerance je 2 mm do rozměru velikosti pole 20 cm, nad rozměr 20 cm pak 1 % z rozměru pole, maximálně však 3 mm. Pro kontrolu v 1,5 násobku normální ozařovací vzdálenosti, ve které se pro základní polohu jedenkrát ročně hodnotí pole 10cmx10cm, je tolerance 4 mm.

tolerance: 2 mm
<i>pro ZDS</i>
<i>pro pole menší nebo rovno 20x20 cm<sup>2</sup>: 2 mm</i>
<i>pro pole větší než 20x20 cm<sup>2</sup>: 1 %, max. 3 mm</i>
frekvence kontrol:
pro 1 pole 10x10 cm <sup>2</sup> : měsíčně
pro 3 velikosti pole: ročně
1,5 NTD 1 pole : ročně, tolerance 4 mm

#### 4.2 Homogenita pole záření

Homogenita, symetrie a polostín pole záření se stanovují z dávkových profilů změřených ve vodním fantomu malou ionizační komorou (objem  $\leq 0,3 \text{ cm}^3$ ) nebo jinou metodou s dostatečným rozlišením v referenční hloubce 5 cm a to na hlavních osách polí záření o velikosti 5x5, 10x10 a 30x30  $\text{cm}^2$  (nebo největší rozměr čtvercového pole). Pro izocentrické ozařovače je v normální ozařovací vzdálenosti detektor, pro neizocentrické ozařovače je v NTD povrch fantomu.

Homogenita a symetrie se stanovují v homogenizované oblasti pole záření, která je definována plochou vymezenou spojnicemi bodů ležících na hlavních osách a diagonálách čtvercových polí podle tabulky 4.1 a obr. 1.

Homogenita je poměr maximální absorbované dávky k minimální absorbované dávce v homogenizované oblasti pole záření (zprůměrované z plochy ne větší než 1  $\text{cm}^2$ ), obojí v referenční hloubce. Homogenita podle této definice se stanovuje jen při zkoušce dlouhodobé stability.

*Celý koncept homogenity a symetrie je odvozen jako paralela k lineárním urychlovačům a z důvodu jednotnosti byla ponechána obdobná definice, přestože fyzikální a technické mechanismy ovlivňující tyto parametry nejsou stejné. **Uvedené tolerance jsou rovněž z doporučení pro urychlovače elektronů.** Jde nepochybně o parametry klinicky významné, případná velká hodnota homogenity u radionuklidového ozařovače může být důvodem k redukci klinických indikací, její zmenšení technickými úpravami se však nedá běžně předpokládat. Naopak hodnota symetrie blíží se tolerančním hodnotám by měla být u kobaltových ozařovačů alarmující. Cílem následujících zkoušek je tedy zejména ověřování, že distribuce dávky je stabilní. Protože jde o relativní měření, není podstatné přesné dodržování doporučených parametrů (referenční hloubka), použitá geometrie měření by však měla být pečlivě reprodukována.*

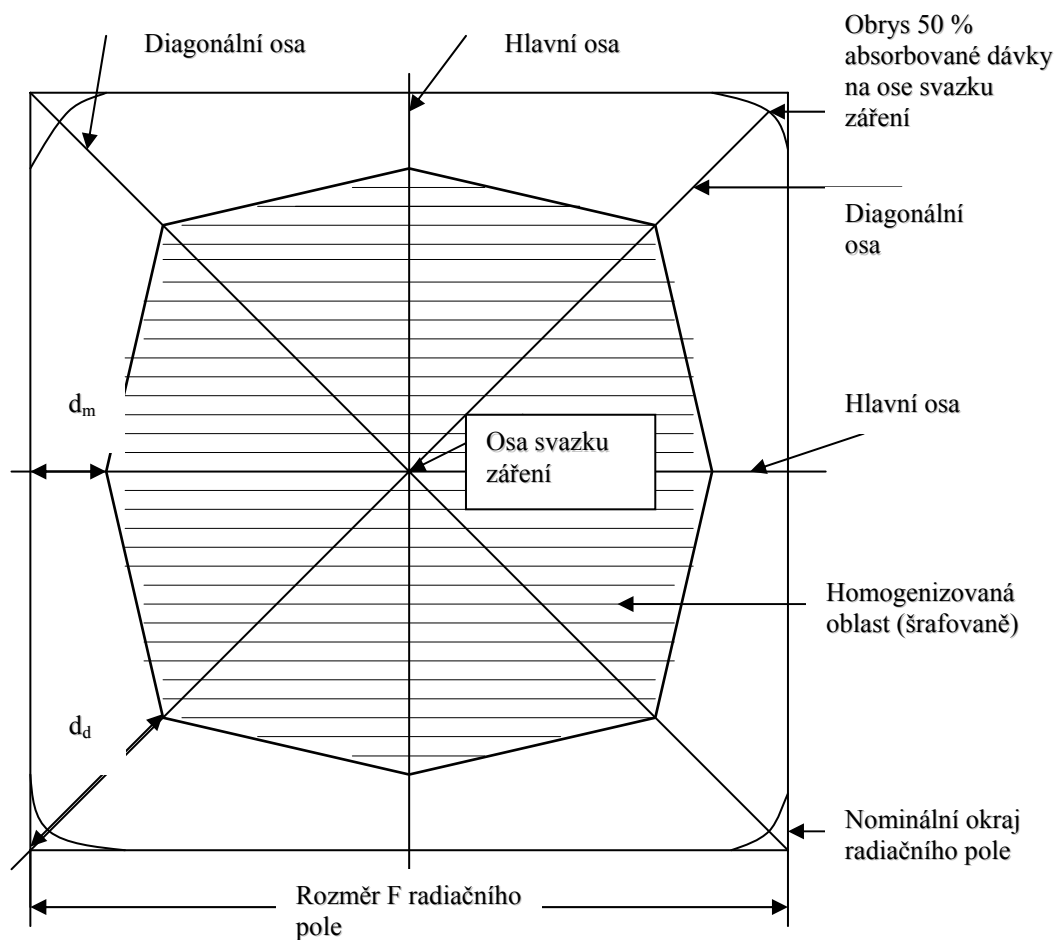
Tolerance pro lineární urychlovače: pro pole menší nebo rovno 30x30 $\text{cm}^2$ : 1.06 pro pole větší než 30x30 $\text{cm}^2$ : 1.10 frekvence kontrol: ročně
--

**TABULKA 4.1**  
**HOMOGENIZOVANÁ OBLAST PRO ZÁŘENÍ GAMA PODLE OBR. 1**

Velikost čtvercového pole záření $F/\text{cm}/*$	Hlavní osa $d_m/\text{cm}/$	Diagonála $d_d/\text{cm}/$
$F \leq 10$	1	2
$10 < F \leq 30$	$0,1 F$	$0,2 F$
$30 < F$	3	6

\* Pro neizocentrické ozařování je  $F$  dáno 50% izodozní křivkou v referenční hloubce.

**Obr. 1** Homogenizovaná oblast (vyznačená šrafovaně)





#### 4.2.1 Časová stabilita homogenity

Časová stabilita homogenity se kontroluje pro základní polohu ozařovače např. ve fantomu připevněném k ozařovací hlavici. Kontroly se provádějí pro jedno pole o rozměru alespoň 10cmx10cm, jeho rozměr je vhodné přizpůsobit případně používané měřicí pomůcce nebo přístroji. Stanovuje se odezva detektoru umístěného v referenční hloubce na ose svazku záření a v laterálních bodech, které leží (symetricky vzhledem k ose svazku záření) na hlavních osách pole záření ve 2/3 vzdálenosti mezi středem a okraji pole záření. Dále se vypočítají poměry dávek v laterálních bodech a dávky na ose svazku záření a hodnoty každého poměru se porovnají s výsledkem referenčního měření provedeného v době přijímací zkoušky (ZDS). S toleranční hodnotou 2 % se srovnává maximální odchylka hodnoty daného poměru od hodnoty zjištěné při referenčním měření. Je-li zajištěna přesná reprodukovatelnost polohy měřicích bodů, je možné toleranci snížit až na 1 %.

tolerance: 2 % frekvence kontrol: měsíčně
--

#### 4.2.2 Stabilita homogenity v závislosti na úhlu ramene

Stabilita homogenity v závislosti na úhlu ramene se kontroluje měřením ve stejných bodech a pro stejné pole záření jako časová stabilita homogenity. Měření se ale provádí pro všechny hlavní polohy ozařovače a hodnoty každého poměru se porovnávají pro různé úhly ramene. S toleranční hodnotou 2 % se srovnává procentuální rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší hodnotou daného poměru. Je-li zajištěna přesná reprodukovatelnost polohy měřicích bodů, je možné toleranci snížit až na 1%.

tolerance: 2 % frekvence kontrol: ročně
--

#### 4.3 Symetrie pole záření

Symetrie pole záření se stanovuje z dávkových profilů změřených v odstavci 4.2. Stanovuje se v homogenizované oblasti pole záření definované v odstavci 4.2.

Symetrie je definována jako maximální poměr absorbovaných dávek (větší k menší) v bodech ležících symetricky vzhledem k ose svazku záření v referenční hloubce. Symetrie podle této definice se stanovuje jen při zkoušce dlouhodobé stability.

tolerance : 1.03 frekvence kontrol: ročně
--

##### 4.3.1 Časová stabilita symetrie

Časová stabilita symetrie se kontroluje pro základní polohu ozařovače např. ve fantomu připevněném k ozařovací hlavici. Kontroly se provádějí pro jedno pole

o rozměru alespoň 10cmx10cm, jeho rozměr je vhodné přizpůsobit případně používané měřicí pomůcce nebo přístroji. Stanovuje se odezva detektoru umístěného v referenční hloubce v laterálních bodech, které leží (symetricky vzhledem k ose svazku záření) na hlavních osách pole záření ve 2/3 vzdálenosti mezi středem a okraji pole záření. Dále se vypočítá poměr dávek těchto bodů. Hodnoty poměru se porovnávají s výsledkem referenčního měření provedeného v době přijímací zkoušky (ZDS). S toleranční hodnotou 2 % se srovnává maximální odchylka hodnoty poměru od hodnoty zjištěné při referenčním měření. Je-li zajištěna přesná reprodukovatelnost polohy měřicích bodů, je možné toleranci snížit až na 1%.

tolerance: 2 % frekvence kontrol: měsíčně
--

#### 4.3.2 Stabilita symetrie v závislosti na úhlu ramene

Stabilita symetrie v závislosti na úhlu ramene se kontroluje měřením ve stejných bodech a pro stejné pole záření jako časová stabilita symetrie. Měření se ale provádí pro všechny hlavní polohy ozařovače a hodnoty poměru se porovnávají pro různé úhly ramene. S toleranční hodnotou 2 % se srovnává procentuální rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší hodnotou tohoto poměru. Je-li zajištěna přesná reprodukovatelnost polohy měřicích bodů, je možné toleranci snížit až na 1 %.

tolerance: 2 % frekvence kontrol: ročně
--

#### 4.4 Polostín pole záření

*Polostín pole záření je opět parametr, jehož absolutní hodnota je sice klinicky významná, při periodických zkouškách však má smysl sledovat jen jeho případné relativní změny.*

Polostín pole záření se stanovuje z dávkových profilů na hlavních osách pole záření změřených v odstavci 4.2.

Velikost polostínu je definována jako vzdálenost mezi 80% a 20% dávky na hlavních osách pole záření. Hodnoty 80% a 20% dávky jsou stanoveny vzhledem k dávce na ose svazku záření.

Polostín se stanoví pro pole 5x5, 10x10 a 30x30 cm<sup>2</sup> (nebo největší rozměr čtvercového pole) a porovná se s referenčními hodnotami polostínu stanovenými při přijímací zkoušce. Tolerance pro tuto odchylku je 2 mm. Měření se provádí pouze v rámci zkoušky dlouhodobé stability.

tolerance : 2 mm frekvence kontrol : ročně
---

#### 4.5 Unikající záření

##### 4.5.1 Záření pronikající kolimačním zařízením

Kontroluje se, zda ve stavu ozařovače svazek zapnut (beam on) pro všechny velikosti pole zeslabí kolimační zařízení záření tak, aby absorbovaná dávka v normální ozařovací vzdálenosti v kterémkoliv místě oblasti chráněné kolimačním zařízením, nepřekročila 2% maximální absorbované dávky pro ozařovací pole 10 cm x 10 cm, měřené na ose svazku záření ve stejné vzdálenosti.

Kontrola se provádí např. pomocí filmu umístěného kolmo k ose svazku záření do normální ozařovací vzdálenosti, při minimální velikosti pole, přičemž případný otvor se stíní alespoň dvěma desetinovými tloušťkami absorpčního materiálu. Do takto zjištěného bodu maxima unikajícího záření se umístí detektor s maximálním průřezem 1 cm<sup>2</sup>. Měření se provádí ve vzduchu, s build-up návlekem. Měření se provádí pouze v rámci zkoušky dlouhodobé stability a to jen v tom případě, kdy od posledního měření došlo k takovému zásahu do kolimačního zařízení, který by mohl tento parametr ovlivnit. Podrobnosti viz ČSN EN 60601-2-11.

tolerance : 2% frekvence kontrol : podle potřeby
---

Pro zařízení s maximální velikostí pole záření větší než 500 cm<sup>2</sup> v normální ozařovací vzdálenosti se dále kontroluje, zda pro všechna čtvercová pole součin průměrné absorbované dávky způsobené zářením pronikajícím kolimační zařízení a oblasti vymezené maximálním polem záření nepřekročí 1/10 součinu maximální absorbované dávky na ose svazku záření a plochy svazku záření pro pole 10 x 10 cm<sup>2</sup>, vše v normální ozařovací vzdálenosti.

#### 4.5.2 Unikající záření vně maximálního pole záření

Měření se provádí pouze v rámci zkoušky dlouhodobé stability a to jen v tom případě, kdy od posledního měření došlo k takovému zásahu do kolimačního zařízení, který by mohl tento parametr ovlivnit. Podrobnosti viz ČSN EN 60601-2-11.

Kontroluje se, zda je ozařovač vybaven stíněním zdroje, které zeslabí záření, je-li ovládací mechanismus svazku v jiné poloze než svazek vypnut:

a) V kruhu o poloměru 2 m se středem na ose svazku záření, ležícím v rovině kolmé k ose svazku záření v normální ozařovací vzdálenosti a vně oblasti maximálního pole záření, dávkový příkon v důsledku unikajícího záření nepřekročí maximální hodnotu 0,2% a průměrnou hodnotu 0,1% maximálního dávkového příkonu, naměřeného v průsečíku osy svazku záření a dané roviny při velikosti pole 10 x 10 cm<sup>2</sup>.

Při této kontrole musí být kolimační systém zcela uzavřen a oblast maximálního pole záření musí být zeslabena třemi desetinovými tloušťkami vhodného absorpčního materiálu. Měření by mělo být zprůměrováno přes oblast nepřesahující 100 cm<sup>2</sup>, provádí se s build-up návlekem.

Bod maxima unikajícího záření se stanoví pomocí filmu umístěného na ozařovací stůl mimo oblast maximálního pole záření.

Průměrná hodnota unikajícího záření se měří asi v 16 bodech rovnoměrně rozložených ve výše popsané oblasti.

tolerance : pro maximální dávku : 0.2% pro průměrnou dávku : 0.1% frekvence kontrol : podle potřeby
--

- b) Kontroluje se, zda dávkový příkon způsobený unikajícím zářením ve vzdálenosti 1m od zdroje nepřesáhne 0,5% maximálního dávkového příkonu na ose svazku záření měřeného ve vzdálenosti 1 m od zdroje záření.

tolerance : 0.5% frekvence kontrol : podle potřeby
---

#### 4.5.3 Neužitečné záření ve stavu svazek vypnut

Měření se provádí pouze v rámci zkoušky dlouhodobé stability a to jen v tom případě, kdy od posledního měření došlo k takovému zásahu do ochranného stínění zařízení, který by mohl tento parametr ovlivnit. Podrobnosti viz ČSN EN 60601-2-11. Kontroluje se, zda při poloze svazek vypnut nepřekročí dávkový příkon způsobený neužitečným zářením, měřený ve vzdálenosti 1 m od zdroje záření, hodnotu 0,02 mGy/h. Měří se střední hodnota na povrchu oblasti nepřesahující 100 cm<sup>2</sup>. Dále se kontroluje, že v kterékoliv snadno dostupné poloze ve vzdálenosti 5 cm od povrchu ochranného stínění nepřekročí dávkový příkon způsobený neužitečným zářením hodnotu 0,2 mGy/h. Měří se střední hodnota na povrchu oblasti nepřesahující 10 cm<sup>2</sup>. Tyto meze platí pro zdroj záření o maximální jmenovité aktivitě.

tolerance : v 1 m: 0,02 mGy v 5 cm: 0,2 mGy frekvence kontrol : podle potřeby
---

## 5. DOZIMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY

Při uvedení radionuklidového ozařovače do provozu, po výměně zdroje a po každém větším zásahu do kolimačního zařízení je bezpodmínečně nutné provést kompletní dozimetrické měření zahrnující měření dávkového příkonu v referenčním bodě, určení dávkové distribuce pro pole záření, která svou velikostí dostatečně pokrývají používaný rozsah vždy alespoň v rovinách hlavních os čtvercových polí, a stanovení závislosti dávkového příkonu na velikosti ozařovacího pole a na vzdálenosti SSD. Stanovení dávkové distribuce filmovou dozimetrií nelze pro tyto účely považovat za dostatečně přesné.

Tyto naměřené hodnoty, po nezávislém ověření vybraných parametrů, jsou pak používány jako hodnoty referenční při kontrolách uvedených v bodech 5.1 až 5.3. Odchylku  $\Delta$  měřené hodnoty ( $M_m$ ) od referenční hodnoty ( $M_{ref}$ ) definujeme jako:

$$\Delta = 100 \cdot (M_m - M_{ref}) / M_{ref} \quad [\%]$$

### 5.1 Absorbovaná dávka v referenčním bodě

Stanovení dávky v referenčním bodě, který leží v hloubce referenční roviny (5 cm pod povrchem fantomu) na ose svazku záření, se provádí pro pole 10cm x 10cm. Vzdálenost zdroj-detektor je pro izocentrické ozařování rovna normální ozařovací vzdálenosti, pro neizocentrické ozařování je rovna normální ozařovací vzdálenosti + referenční hloubka. Postupuje se podle Doporučení SROBF: Stanovení absorbované dávky v referenčním bodě.

Naměřená hodnota se srovnává s referenční hodnotou korigovanou na rozpad radionuklidu.

tolerance : 2% frekvence kontrol : ročně
---

### 5.2 Faktory velikosti pole

Faktor velikosti pole (output factor - OF), je dán poměrem

$$OF = D_{a,b} / D_{10,10}$$

kde  $D_{a,b}$  je dávkový příkon pro pole  $a$  cm x  $b$  cm a  $D_{10,10}$  je dávkový příkon pro pole 10cm x 10cm. Měření se provádí v hloubce referenční roviny na ose svazku záření. Vzdálenost zdroj-detektor je stejná jako v kapitole 5.1.

Kontrola se provádí nejméně pro 3 čtvercová pole (pole 10cm x 10cm, nejmenší a největší používaný rozměr pole) a dále pro úzká obdélníková pole, např.

5 cm x 20 cm a 20 cm x 5 cm. S toleranční hodnotou 1 % se srovnává procentuální odchylka stanovené hodnoty od referenční hodnoty faktoru daného pole.

tolerance : 1 % frekvence kontrol : ročně
--

### 5.3 Závislost dávkového příkonu na ozařovací vzdálenosti

Měření se provádí nejméně pro 3 vzdálenosti SSD (normální ozařovací vzdálenost a dále nejmenší a největší používaná ozařovací vzdálenost) při nezměněné velikosti kolimačního otvoru.

Pro ozařovací vzdálenost SSD se stanoví poměr

$$R_{SSD} = D_{SSD}/D_{NTD}$$

kde  $D_{SSD}$  je dávkový příkon pro vzdálenost SSD a  $D_{NTD}$  je dávkový příkon pro normální ozařovací vzdálenost. Tento poměr je porovnán s poměrem referenčním.

tolerance : 2% frekvence kontrol : ročně
---

### 5.4 Klínové faktory

Klínový faktor (wedge factor - WF), je dán poměrem

$$WF = D_{10,10,W}/D_{10,10}$$

kde  $D_{10,10,W}$  je průměrná hodnota dávkového příkonu pro pole 10cm x 10cm s klínovým filtrem ve dvou polohách kolimátoru a  $D_{10,10}$  je dávkový příkon pro pole 10cm x 10cm bez klínového filtru. Měření se provádí v hloubce referenční roviny na ose svazku záření. Vzdálenost zdroj-detektor je stejná jako v kapitole 5.1. Dávkový příkon se měří komorou o objemu  $\leq 0.3 \text{ cm}^3$ , přičemž osa cylindrické komory je kolmá ke gradientu klínového filtru. Měření se provádí pro dvě polohy klínového filtru dosažené rotací kolimačního systému o  $180^\circ$ , přičemž naměřené hodnoty se nesmějí lišit o více než 2%. Pokud se liší o více než 2%, je nutné zkontrolovat polohu komory na ose svazku záření, příp. správné umístění klínu na podložce.

Kontrola se provádí pro každý filtr, s toleranční hodnotou 2 % se srovnává odchylka stanovené hodnoty od referenční hodnoty faktoru daného klínu.

Má-li klín více poloh (tj. více možností způsobu zasunutí), nesmějí se jednotlivé hodnoty lišit o více než 1 %.

*Klínový faktor závisí i na velikosti pole a při zadávání parametrů ozařovače do plánovacího systému může být vyžadován i pro jiné velikosti polí než 10 cm x 10 cm.*

tolerance : 2% frekvence kontrol : ročně
---

## 5.5 Faktory podložky

Pro každou podložku pod bloky se stanovuje faktor podložky (tray factor - TF), který je dán poměrem

$$TF = D_{10,10, \text{podl}} / D_{10,10}$$

kde  $D_{10,10, \text{podl}}$  je dávkový příkon pro pole 10cm x 10cm s podložkou pod bloky a  $D_{10,10}$  je dávkový příkon pro otevřené pole 10cm x 10cm. Měření se provádí v hloubce referenční roviny na ose svazku záření. Vzdálenost zdroj-detektor je stejná jako v kapitole 5.1.

Kontrola se provádí pro všechny používané podložky pod bloky, s toleranční hodnotou 1 % se srovnává procentuální odchylka stanovené hodnoty od referenční hodnoty faktoru pro danou podložku.

*Je-li podložka opatřena po celé ploše otvory pro uchycení bloků, je potřeba faktor určit na základě měření ve větším počtu reprezentativních bodů.*

tolerance : 1% frekvence kontrol : ročně
---

## 5.6 Faktory dalších stínících prvků

Při ozařování pacientů může dojít k zeslabení záření i dalšími použitými pomůckami, nejčastěji prvky fixačního zařízení. Nejsou-li tyto prvky zahrnuty ve výpočtu ozařovacího plánu jako součást obrysu těla v CT řezu, je potřeba provést korekci dodatečným výpočtem podobně jako u podložky bloku, stejným způsobem se provádí i měření. S toleranční hodnotou 1 % se srovnává procentuální odchylka stanovené hodnoty od referenční hodnoty faktoru daného prvku.

tolerance : 1% frekvence kontrol : ročně
---

## 5.7 Faktory zeslabení stínícím blokem

Smyslem zkoušky je ověřit kvalitu materiálu pro stínící bloky, popřípadě technologii odlévání. Provádí se v rámci zkoušky provozní stálosti podle potřeby pracoviště, zejména při nové šarži slitiny, pro ověření technologie odlévacího procesu pravidelně. Měří se v normální ozařovací vzdálenosti, ve volném vzduchu s built-up návlekm. Měření se provádí v geometrii úzkého svazku, pole záření musí být tak malé, jak to dovoluje velikost detektoru. Faktor zeslabení stínícím blokem (BF) je dán poměrem

$$BF = D_{\text{blok+podl}} / D_{\text{podl}}$$

kde  $D_{\text{blok+podl}}$  je dávkový příkon pro malé pole s blokem a s podložkou pod bloky a  $D_{\text{podl}}$  je dávkový příkon pro tutéž velikost pole jen s podložkou pod bloky. Tento poměr se porovnává s referenční hodnotou faktoru zeslabení stínícím blokem.

## 6. MONITOROVÁNÍ DÁVKY

### 6.1 Časovač<sup>1</sup>

#### 6.1.1 Správná funkce časovače

Denně se kontroluje, zda se řídicí časovač zapne v okamžiku zahájení ozařování a vypne při ukončení ozařování.

kontrola funkčnosti frekvence kontrol : denně
--

#### 6.1.2 Přesnost nastaveného času

Ověřuje se souhlas mezi nastaveným časem a skutečným ozařovacím časem. Kontrola se provádí jedenkrát týdně pro čas 2 minuty. Jednou ročně se provádí měření i pro dobu 4 minuty.

tolerance : 0.5 % frekvence kontrol : týdně 2 časy : ročně
--

#### 6.1.3 Vliv otevření a uzavření zdroje

Stanovuje se faktor otevření a uzavření zdroje, tj. časová korekce, která postihuje fakt, že určitá část ozáření je realizována v době, kdy ozařovač přechází ze stavu svazek vypnut do stavu svazek zapnut a obráceně.

Tuto dobu zjistíme např. tak, že pro standardní ozařovací podmínky změříme odečet dozimetru  $R_1$  aplikovaný jednorázovým ozářením časem  $t$  ( $t > 60$  s) a ve stejné konfiguraci odečet dozimetru  $R_2$  aplikovaný dvojnásobným ozářením časem  $t/2$ . Hodnotu korekčního faktoru  $\Delta t$  vypočteme ze vztahu

$$\Delta t = (R_2 - R_1) \cdot t / (2R_1 - R_2).$$

Nebo lze použít grafickou metodu, kdy se vynesou hodnoty dávky v závislosti na nastaveném ozařovacím čase a lineární extrapolací se zjistí čas, pro který je nulová dávka.

---

<sup>1</sup> U ozařovačů, které jsou vybaveny monitorem dávky, pomocí něhož se aplikuje předepsaná dávka, je nutné provádět kontroly monitoru obdobně jako u urychlovačů elektronů, viz Doporučení SÚJB - Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii v České republice - Urychlovače elektronů.



Opravný faktor vypočítaný podle uvedeného vzorce se od stanovené doby ozáření odečítá (tj. má-li vypočtený faktor kladné znaménko, dojde ke zkrácení ozařovacího času).

Na chybu v dávce způsobenou otevřením a uzavřením zdroje záření je nutné provádět opravu (korekcí ozařovacího času), překročí-li korekční faktor hodnotu 0,5s.

tolerance : 0,5 s frekvence kontrol : ročně
--

#### 6.1.4 Uchování údajů o čase ozařování

Ověřuje se, zda při poruše napájecí sítě zůstane informace zobrazená na displeji časovače uložena v paměti s možností ji znovu zobrazit po dobu nejméně 20 minut. Kontrola se provádí pouze v rámci zkoušky dlouhodobé stability.

kontrola funkčnosti frekvence kontrol : ročně
--

#### 6.2 Stabilita kermového příkonu

Ověřuje se, že kermový příkon v referenčním bodě se mění jen v souladu s rozpadem radionuklidu.

Tuto kontrolu lze provádět buď stejným způsobem jako v kapitole 5.1 nebo jednodušším způsobem pomocí rutinního dozimetru s komorou umístěnou v jednoduchém fantomu nebo ve vzduchu (s build-up návlekm). Je vhodné měřit jak příkon, tak odezvu za čas nastavený časovačem.

S toleranční hodnotou se porovnává procentuální rozdíl mezi změřenou hodnotou (korigovanou na tlak, teplotu a rozpad radionuklidu) a referenční hodnotou zjištěnou za stejných geometrických podmínek při stanovení dávky podle kapitoly 5.1.

Pokud se v rámci programu zabezpečování kvality provádí pravidelné měření dávky na pacientech (in-vivo dozimetrie), postačí uvedenou kontrolu provádět jedenkrát za měsíc.

tolerance : 2 % frekvence kontrol : týdně
--

## 7. OZAŘOVACÍ STŮL

Pokud není stanoveno jinak, provádějí se kontroly stolu za těchto podmínek :

- přístroj v základní poloze,
- úhel izocentrického otáčení stolu  $0^\circ$ ,
- úhel otáčení desky stolu  $0^\circ$ ,
- hodnota na stupnici ukazující výšku stolu 0 cm (deska stolu ve výšce izocentra),

Kontroly přesnosti stupnic ozařovacího stolu jsou v kapitolách 3.1.2 a 3.1.4

### 7.1 Svislý pohyb

Ověřuje se souhlas pohybu stolu se svislým směrem. Kontrola se provádí pro povrch stolu v normální ozařovací vzdálenosti a pro polohu o 20 cm níže. Měří se vzdálenost průmětů olovnice spuštěné z pevného bodu na desku stolu, popř. vzdálenost průmětů světelné osy, u které byla s dostatečnou přesností ověřena svislost. Stůl je přitom zatížen hmotností 30 kg rozloženou na stole po délce 1 m.

tolerance : 2 mm frekvence kontrol : ročně
---

### 7.2 Izocentrické otáčení stolu

Zkouškou se ověřuje, zda osa otáčení stolu prochází izocentrem. Stůl se otáčí v rozsahu svého maximálního úhlu a na jeho povrch se vyznačuje poloha izocentra. Lze použít průmět zkontrolované světelné osy. Vyhodnocuje se průměr vzniklé kružnice (vlastní posunutí osy je polovina průměru). Stůl je přitom zatížen hmotností 30 kg rozloženou na stole po délce 1 m.

tolerance : 4 mm $\phi$ frekvence kontrol : ročně
--

### 7.3 Pevnost stolu

Pevnost stolu (příčná a podélná) se kontroluje jen v rámci zkoušky dlouhodobé stability

#### 7.3.1 Příčná pevnost

Podélný posuv stolu se nastaví na maximální vysunutí (tj. ke stojanu) a stůl se zatíží hmotností 135 kg po délce 2 m, která působí při nulovém příčném posunutí v izocentru. Změří se výška středu stolu v hlavní transverzální rovině pro nulové

vysunutí a maximální příčné vysunutí na každou stranu. S toleranční hodnotou se srovnává maximální rozdíl změřených výšek.

tolerance : 5 mm frekvence kontrol : ročně
---

### **7.3.2 Podélná pevnost**

Stůl se vysune co nejméně, ale tak, aby ještě obsahoval izocentrum. Zatíží se hmotností 30 kg, rozloženou po délce 1m od vysunutého konce desky stolu a příčný posuv stolu je na nule. Změří se výška povrchu desky stolu v úrovni izocentra. Potom se podélný posuv nastaví na maximální vysunutí (tj. ke stojanu) a stůl se zatíží hmotností 135 kg, rozloženou po délce 2 m a působící v izocentru. Opět se změří výška povrchu desky stolu v úrovni izocentra. S toleranční hodnotou se srovnává rozdíl obou změřených výšek.

tolerance : 5 mm frekvence kontrol : ročně
---

### **7.4 Stálost nastavené výšky stolu**

Měří se pokles výšky stolu při zatížení závažím o hmotnosti 135 kg po dobu 10 minut.

tolerance : 2 mm frekvence kontrol : ročně
---

## 8. TĚSNOST UZAVŘENÉHO RADIONUKLIDOVÉHO ZÁŘIČE

Kontrola těsnosti uzavřeného radionuklidového zářiče (URZ), který je součástí radionuklidového ozařovače, se provádí v souladu s Vyhláškou 307/2002 Sb. (§71 a Příloha č. 7 a § 72)) nepřímo měřením otěru těch částí zařízení, které přicházejí do kontaktu se zářičem, postupem podle české technické normy ČSN 40 43 02 nejméně jednou za rok v rámci zkoušky provozní stálosti URZ a jednou za tři roky v rámci zkoušky dlouhodobé stability URZ.

Dostupné části kolimačního systému se důkladně otřou kouskem vhodného materiálu s vysokou absorpční kapacitou, který je navlhčený kapalinou, která nekoroduje materiál clon. Pak se změří aktivita celého použitého materiálu. Je-li naměřena hodnota menší než 20 Bq, považuje se URZ za těsný.

tolerance : 20 Bq frekvence kontrol : 1x ročně v rámci zkoušek provozní stálosti 1x za tři roky v rámci zkoušek dlouhodobé stability
---

## 9. PŘEHLED ZKOUŠEK PROVOZNÍ STÁLOSTI A ZKOUŠEK DLOUHODOBÉ STABILITY

**Zkoušky provozní stálosti** obsahují denní, týdenní, měsíční a roční kontroly, jejich přehled je v tabulkách 9.1 až 9.4.

Je potřeba zdůraznit, že účelem zkoušek provozní stálosti je zjišťovat, zda došlo ke změnám hodnot funkčních charakteristik vůči hodnotám zjištěným při přijímací zkoušce v době instalace zařízení. Je tedy možné používat metodiky, které zjišťují, třeba i nepřímo, jen relativní změny sledované veličiny. **Pro takové zkoušky, které jsou založeny na jiných metodách než přijímací zkouška, je však nutné, aby byly provedeny v době instalace zařízení současně s přijímací zkouškou a získala se tak referenční hodnota, která odpovídá výsledku přijímací zkoušky.** Totéž platí o zkoušce dlouhodobé stability, jsou-li výsledky této brány jako referenční hodnoty.

Při zkouškách provozní stálosti se nemusí provádět pravidelné zkoušky těch funkcí a vlastností radionuklidového ozařovače, kterých se nevyužívá. Na druhé straně je potřeba rozšířit soubor o zkoušky, které nejsou v tomto dokumentu, ale jsou doporučeny výrobcem nebo dovozcem zařízení ( a na základě toho pak i navrženy při přijímací zkoušce popř. zkoušce dlouhodobé stability).

### **Zkoušky dlouhodobé stability**

Ve zkouškách dlouhodobé stability by měly být zahrnuty téměř všechny zkoušky, které jsou v tomto dokumentu uvedeny. Zkoušky, o kterých se nepředpokládá, že budou součástí zkoušek provozní stálosti jsou zvlášť uvedeny v tabulce 9.5.

Metodiky musí být ale navrženy tak, aby se měřila absolutní hodnota parametrů a ne jen relativní změny.

Parametry, jejichž kontrola je navržena 1 x ročně, by se tedy měly kontrolovat jednou při zkoušce provozní stálosti a jednou při zkoušce dlouhodobé stability. **Doporučuje se provádět roční zkoušku provozní stálosti zhruba v polovině období mezi dvěma zkouškami dlouhodobé stability, aby se minimalizoval interval, po kterém je parametr ověřován.**

Zkouška dlouhodobé stability se však neprovádí jen v pravidelných intervalech, ale i po úpravě, která by mohla ovlivnit vlastnost nebo parametr ověřovaný při zkoušce dlouhodobé stability a po nevyhovujícím výsledku zkoušky provozní stálosti (vyhláška 307/2002 Sb., § 71 odst. (2)). Z toho důvodu je optimálním řešením, když povolení SÚJB pro provádění zkoušky dlouhodobé stability vlastní držitel povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření (nemocnice) a zkoušku provádí místní fyzik, který je osobou se zvláštní odbornou způsobilostí.

V případě, že držitel povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření nevlastní povolení SÚJB pro provádění zkoušky dlouhodobé stability, musí si k provádění zkoušky dlouhodobé stability příslušnou osobu přizvat. Tato zkouška se provádí za přítomnosti místního fyzika. Jednak proto, aby bylo možné navázat relativní měření zkoušek provozní stálosti na výsledky získané při ZDS a jednak kvůli vyhodnocení a analýze zkoušek provozní stálosti za uplynulý rok.

Poznámky k následujícím tabulkám:

\*) kontrola se provádí pro základní polohu nebo jen jednu z hlavních poloh ozařovače

\*\*\*) kontrola se provádí pro všechny hlavní polohy ozařovače

F - kontrola funkčnosti

## 9.1 Denní kontroly

Vymezení kontroly	Kapitola	Tolerance
1. Signalizace stavu přístroje	2.1	F
2. Vstup do ozařovny	2.2	F
3. Funkce tlačítka STOP na ovládacím panelu	2.3, 2.10.2	F
4. Antikolizní systém	2.4	F
5. Aretace stolu	2.6	F
6. Ovládání pohybu ozařovače a stolu	2.7	F
7. Stav ozařovacích pomůcek (vizuální kontrola)	2.11.1	F
8. Systém sledování pacienta (zvuk, obraz)	2.12	F
9. Souhlas bočních zaměřovačů se světelnou osou	3.5. a	2 mm
10. Souhlas sagitálního laseru se světelnou osou	3.5. b	2 mm
11. Přesnost optického dálkoměru (NTD, základní poloha)	3.6	2 mm
12. Délka mechanického zaměřovače	3.6	2 mm
13. Souhlas mechanického zaměřovače se světelnou osou	3.6	2 mm
14. Funkčnost časovače	6.1.1	F

## 9.2 Týdenní kontroly

Vymezení kontroly	Kapitola	Tolerance
1. Nouzové uzavření zdroje	2.3	F
2. Dálkové uzavření kolimátoru	2.3	F
3. Funkčnost ozařovacích modů	2.10.1	F
4. Souhlas osy otáčení kolimátoru a světelné osy *	3.3.2	2 mm $\phi$
5. Přesnost optického dálkoměru (NTD $\pm$ 25 cm)*	3.6	2 mm
6. Symetrie světelného pole ( 1 pole, jeden úhel kolim.)*	3.7	2 mm
7. Shoda velikosti světelného pole s údajem na stupnici*	3.8	2 mm
8. Přesnost nastaveného času	6.1.2	0.5%
9. Stabilita kermového příkonu	6.2	2%

## 9.3 Měsíční kontroly

Vymezení kontroly	Kapitola	Tolerance
1. Volba stacionární nebo pohybové terapie, indik. směru	2.10.2	F
2. Zámky ozařovacích pomůcek	2.11.3	F
3. Elektronická indikace a blokování u ozař. pomůcek	2.11.4	F
4. Kontrola nulové polohy ramene	3.1.1	0,5° (0,1°)
5. Stupnice úhlové rychlosti	3.1.3	2%
6. Stupnice pro posuvný pohyb	3.1.4	2 mm
7. Kontrola automatického nastavení	3.2	2 mm, 0,5°
8. Souhlas osy otáčení kolimátoru a geometrické osy	3.3.1	2 mm
9. Poloha izocentra	3.4	4 mm $\phi$
10. Seřízení světelných zaměřovačů do izocentra	3.5 c	2 mm
11. Přesnost optického dálkoměru **	3.6	2 mm
12. Přesnost mechanického zaměřovače **	3.6	2 mm
13. Velikost světelného pole (2 velikosti, různá SSD) *	3.8	2 mm
14. Souhlas světelné osy a osy svazku záření *	4.1.1	2 mm
15. Souhlas velikosti pole záření s údajem na stupnici*	4.1.2	2 mm
16. Souhlas světelného pole a pole záření*	4.1.3	2 mm
17. Časová stabilita homogenity	4.2.1	2%
18. Časová stabilita symetrie	4.3.1	2%

## 9.4 Roční kontroly

Vymezení kontroly	Kapitola	Tolerance
1. Ruční uzavírání zdroje	2.3	F
2. Koncové polohy	2.5	F
3. Rychlost pohybu ozařovače a stolu	2.8	specifik.
4. Zbytkové pohyby - rotační pohyby	2.9	0,5° / 2°
- posuvné pohyby	2.9	10 mm
5. Nastavení ozařovacích pomůcek - a) poloha	2.11.2	2 mm
- b) kolmost	2.11.2	
6. Přesnost rotačních stupnic	3.1.2	0,5-1°
7. Souhlas osy otáčení kolimátoru a geometrické osy **	3.3.1	2 mm $\phi$
8. Souhlas osy otáčení kolimátoru a světelné osy **	3.3.2	2 mm
9. Ortogonalita světelných rovin	3.5 d	0,5°
10. Symetrie kolimátoru	3.7	2 mm
11. Rovnoběžnost a kolmost lamel	3.7	0,5°
12. Shoda velikosti světelného pole s údajem na stupnici**	3.8	2 mm
13. Souhlas světelné osy a osy svazku záření **	4.1.1	2 mm
14. Souhlas velikosti pole záření s údajem na stupnici**	4.1.2	2 mm
15. Souhlas světelného pole a pole záření**	4.1.3	2 mm
16. Úhlová stabilita homogenity pole záření **	4.2.2	2%
17. Úhlová stabilita symetrie pole záření **	4.3	2%
18. Absorbovaná dávka v referenčním bodě	5.1	2%
19. Faktory velikosti pole	5.2	2%
20. Závislost dávkového příkonu na ozařovací vzdálenosti	5.3	2%
21. Klínové faktory	5.4	2%
22. Faktory podložky	5.5	1%
23. Faktory dalších stínících prvků	5.6	1%
24. Faktor zeslabení stínícím blokem	5.7	
25. Přesnost nastaveného času (2 časy)	6.1.2	0,5 %
26. Vliv otevření a uzavření zdroje	6.1.3	0,5 s
27. Uchování údaje o čase ozařování	6.1.4	F
28. Svislý pohyb ozařovacího stolu	7.1	2 mm
29. Izocentrické otáčení ozařovacího stolu	7.2	4 mm $\phi$
30. Stálost nastavené výšky stolu	7.4	2 mm
31. Těsnost uzavřeného radionuklidového zářiče	8	20 Bq



## 9.5 Kontroly zahrnuté pouze ve zkoušce dlouhodobé stability

Vymezení kontroly	Kapitola	Tolerance
1. Homogenita pole záření	4.2	
2. Symetrie pole záření	4.3	
3. Polostín pole záření	4.4	2 mm
4. Záření pronikající kolimačním zařízením	4.5.1	2 %
5. Unikající záření vně maximálního pole záření – a)	4.5.2	0,2%/0,1%
b)	4.5.2	0,5%
6. Neužitečné záření ve stavu svazek vypnut	4.5.3	1 m: 0,02 mGy/h 5cm: 0,2 mGy/h
7. Uchování údaje o čase ozařování	6.1.4	F
8. Pevnost stolu	7.3	5 mm

# PŘÍLOHA I

## ZÁVĚREČNÉ SHRNUÍ ZKOUŠKY DLOUHODOBÉ STABILITY

Tolerance doporučené v tomto dokumentu jsou navrženy tak, aby byly splněny požadavky na radikální nádorovou terapii. Na řadě pracovišť jsou ale stále staré ozařovače, které těmto požadavkům nejsou schopny vyhovět, zejména pro příliš velké odchylky geometrických parametrů. Takové ozařovače mohou být používány jen v omezeném rozsahu, v podstatě jen pro paliativní a nenádorovou radioterapii. Tolerance parametrů pro zkoušky provozní stálosti pak musí vycházet z konkrétních vlastností daného přístroje.

Jako vodítko pro hodnocení výsledku zkoušky dlouhodobé stability může sloužit následující obsah této přílohy.

*Text přílohy byl převzat v doslovném znění z obecnějšího dokumentu, některé poznámky nebo vysvětlivky, které předpokládají celý text, se mohou jevit jako nesmyslné, nicméně byly ponechány.*

## ZÁVĚREČNÉ SHRNTÍ ZKOUŠKY DLOUHODOBÉ STABILITY RADIOTERAPEUTICKÉHO OZAŘOVAČE

Ozařovač – specifikace <sup>1</sup>	
Název, typ, výrobní číslo, rok instalace	
Pracoviště, kde je ozařovač instalován (název, adresa)	
Zkoušku provedl (držitel povolení, zkušební tým)	
Datum zkoušky	
Závěr zkoušky	<b>Ozařovač vyhovuje požadavkům kategorie A.</b> <sup>2</sup>
	<b>Ozařovač vyhovuje požadavkům kategorie B.</b> <sup>3</sup>
	<b>Ozařovač nevyhovuje požadavkům pro klinický provoz.</b> <sup>4</sup>
Poznámka, doporučení <sup>5</sup>	
Jméno a podpis osoby řídící zkoušku	

Vysvětlivky:

Požadavky **kategorie A** = požadavky pro radikální nádorovou radioterapii

Požadavky **kategorie B** = požadavky pro paliativní a nenádorovou radioterapii

<sup>1</sup> Radionuklidový ozařovač, urychlovač elektronů, terapeutický rentgen, URZ v brachyterapii.

<sup>2</sup> Pokud všechny parametry ozařovače vyhovují tolerancím pro kategorii A, uvedeným v tabulce 1 resp. 4 a zároveň výsledek žádného dalšího testovaného parametru, uvedeného v tabulce 2, nebrání zařazení ozařovače do kategorie A nebo klinickému provozu.

<sup>3</sup> Pokud všechny parametry ozařovače vyhovují tolerancím pro kategorii B, uvedeným v tabulce 1 resp. 3, a nebo se nepoužívají (v souladu s Programem zabezpečování jakosti a navazující dokumentací), a zároveň výsledek žádného dalšího testovaného parametru, uvedeného v tabulce 2, nebrání klinickému provozu.

<sup>4</sup> Pokud alespoň jeden parametr ozařovače, uvedený v tabulce 1 resp. 3 (resp.4), nevyhovuje tolerancím pro kategorii B (resp. A) nebo pokud alespoň jeden další testovaný parametr, uvedený v tabulce 2, brání klinickému provozu.

<sup>5</sup> Lze uvést např., zda schválené metodiky pro ZDS (definice parametrů a postupy stanovení) jsou v souladu s příslušným doporučením SÚJB nebo zda se odlišují a v čem. Nebo lze upozornit pracoviště na to, zda se jedná o nedostatek odstranitelný (např. u dozimetrických veličin) nebo neodstranitelný (např. poloha izocentra).

**Tabulka 1:**  
**RADIONUKLIDOVÝ OZAŘOVAČ – VYBRANÉ PARAMETRY**

Testovaný parametr	pro kategorii A		pro kategorií B	
	tolerance	vyhovuje: ANO/NE/ nepoužívá se*	tolerance	vyhovuje: ANO/NE/ nepoužívá se*
<b>bezpečnostní parametry</b>				
signalizace stavu přístroje	funkční		funkční	
dveřní ochranný prvek	funkční		funkční	
audiovizuální monitor	funkční		funkční	
koncové polohy	funkční		funkční	
ruční ovladač + STOP tlačítka	funkční		funkční	
kontrola nouzového uzavření zdroje (při výpadku energie, STOP tlačítko)	funkční		funkční	
funkce stopek při výpadku energie (uchování údajů)	funkční		funkční	
souhlas mezi nastaveným a odzářeným časem	0,5 %		1 %	
<b>mechanické parametry</b>				
přesnost stupnic	1°, 2 mm		2°, 2 mm	
přesnost ozařovací vzdálenosti (pro NTD*)	2 mm		4 mm	
osa rotace kolimátoru – geometrická osa	2 mm $\phi$		4 mm $\phi$	
osa rotace kolimátoru – světelná osa	2 mm		4 mm	
světelné pole – indikované pole**	3 mm		5 mm	
geometrie kolimátoru: symetrie, rovnoběžnost a kolmost lamel	2 mm, 1°		4 mm, 2°	
poloha izocentra	4 mm $\phi$		6 mm $\phi$	
<b>dozimetrické parametry a charakteristiky radiačního pole</b>				
dávka v referenčním bodě	2 %		2 %	
stabilita faktorů velikosti pole	2 %		2 %	
stabilita klínových faktorů	2 %		2 %	
radiační pole – indikované pole**	3 mm		5 mm	

radiační pole – světelné pole** (vzdálenost mezi okraji polí)	3 mm		5 mm	
radiační osa – světelná osa	2 mm		4 mm	
homogenita radiačního pole**	1,10		1,16	
symetrie radiačního pole**	1,03		1,06	

\*Nepoužívání některých prvků či technik musí být dokumentováno v Programu zabezpečování jakosti.

\*\*Uvede se výsledek pro referenční pole a referenční podmínky, v NTD. V případě, že pro jiné než referenční pole překročí výsledek toleranci, uvede se to do tabulky 2.

\*NTD – normální ozařovací vzdálenost = standardní ozařovací vzdálenost

**Tabulka 2:**  
**DALŠÍ PARAMETRY TESTOVANÉ PŘI ZKOUŠCE DLOUHODOBÉ STABILITY,**  
**KTERÉ NEVYHOVUJÍ TOLERANCI UVEDENÉ V METODICE PRO ZDS.**  
(nezahrnuté v předchozí tabulce)

Testovaný parametr	Tolerance (uvedená v metodice pro ZDS)	Výsledek

ZÁSADNÍ NEVYHOVUJÍCÍ PARAMETRY BRÁNÍCÍ ZAŘAZENÍ OZAŘOVAČE DO KATEGORIE A NEBO KLINICKÉMU PROVOZU (PLYNOUCÍ Z TABULKY 2):

## PŘÍLOHA II

### NÁLEŽITOSTI METODIKY A PROTOKOLU ZKOUŠKY

Náležitosti metodiky a protokolu zkoušky jsou popsány v příloze č. 6 k vyhlášce č. 307/2002 Sb.:

#### Vzorová metodika

- identifikace osoby žádající o povolení provádění zkoušek v oblasti radiační ochrany
- osoba, která vypracovala metodiku
- druh zkoušky
- zdroj ionizujícího záření (ZIZ), pro který je metodika vypracována
- literatura, odkazy na normu
- seznam přístrojů a pomůcek
- dokumentace k zařízení požadovaná k provedení zkoušky
- pro každý test musí být uvedeno:
  - charakteristika měřeného parametru
  - přístroje a pomůcky
  - postup měření a způsob získávání výsledků měření (popis měření, schéma geometrického uspořádání, použité veličiny, jednotky)
  - výpočet, algoritmus, interpretace
  - tolerance měřeného parametru, požadavky na přesnost a reprodukovatelnost měření
  - hodnocení

#### Vzorový protokol měření

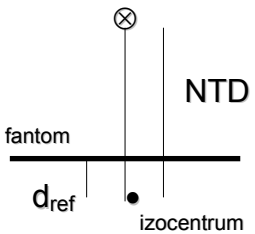
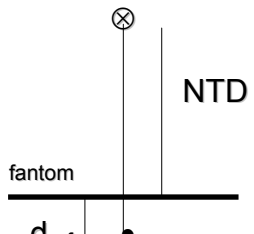
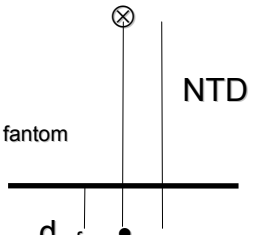
- číslo protokolu
- identifikace osoby vlastníci povolení k provádění zkoušek včetně čísla povolení a doby jeho platnosti
- druh a předmět zkoušky, identifikace metodiky použité při měření
- kdo zkoušku provedl
- datum provedení zkoušky
- identifikace pracoviště, na kterém byla zkouška provedena, umístění ZIZ
- podrobná identifikace zkoušeného ZIZ (jeho komponenty, typ, výrobní čísla, datum výroby, datum instalace)
- předložená požadovaná dokumentace
- použité přístroje a pomůcky (datum poslední kalibrace)
- seznam měřených parametrů
- části každého testu:
  - název parametru
  - podmínky měření
  - záznam výsledků měření (počet provedených měření, použité veličiny a jednotky)

- výsledek měření, přesnost, reprodukovatelnost, tolerance a zjištěná odchylka od tolerancí
  - hodnocení ano/ne
- souhrnný přehled výsledků jednotlivých testů zkoušky (parametr, požadavek, naměřená hodnota, hodnocení ano/ne)
- návrh rozsahu zkoušek dlouhodobé stability a provozní stálosti, jedná-li se o přijímací zkoušku
- datum vyhotovení protokolu
- podpis osoby řídící zkoušku a statutárního orgánu držitele povolení

# PŘÍLOHA III

## REFERENČNÍ PODMÍNKY

**TABULKA III**  
**GEOMETRICKÉ PODMÍNKY PRO STANOVENÍ DÁVKY V REFERENČNÍM BODĚ,**  
**HOMOGENITY, SYMETRIE, POLOSTÍNU A VELIKOSTI POLE ZÁŘENÍ**

při stanovení	pro izocentrické ozařování (X, gamma)	pro neizocentrické ozařování (X, gamma)
dávky v referenčním bodě, homogenity, symetrie a polostínu radiačního pole		
velikosti radiačního pole	dtto	

Vysvětlivky: NTD standardní ozařovací vzdálenost

- ⊗ zdroj
- detektor
- $d_{ref}$  hloubka referenční roviny



## PŘÍLOHA IV

# VYBAVENÍ A POMŮCKY POTŘEBNÉ K PROVÁDĚNÍ KONTROL

### II.1 Základní vybavení k provádění předepsaných kontrol

přístroj, zařízení	min. počet
Substandardní kalibrovaný* dozimetr nebo elektrometr	1
Kalibrovaná* ionizační komora pro substandardní dozimetr	1
Kontrolní zdroj (Sr + Y) pro substandardní dozimetr	1
Rutinní dozimetr	1
Ionizační komora pro rutinní dozimetr	1
Kontrolní zdroj pro rutinní dozimetr	1
Ionizační komora pro relativní měření o objemu $\leq 0,3 \text{ cm}^3$	1
Vodní fantom (minimálně 40cm x 40cm x 30cm)	1
Ruční densitometr	1
Stopky	1
Teploměr	1
Tlakoměr	1
Přesné délkové měřidlo (do 1 m)	1
Posuvné měřítko	1
Vodováha	1
Olovnice	1
Úhloměr	1
Závaží o celkové hmotnosti 135 kg	1
Přístroj pro měření úrovně radiace*	1
Desky z voděekvivalentního materiálu o celkové tloušťce min. 15 cm	
Stojany, držáky a podobná zařízení	
Prodlužovací kabely k detektorům v dostatečném počtu	
Verifikační filmy	

\*) platná kalibrace v autorizovaném metrologickém středisku

### II.2 Další doporučené přístroje a vybavení

Automatický densitometr	1
Automatický vodní fantom	1
Fantom z pevné látky (min. 40 cm x 40 cm x 30 cm)	1
Přístroj pro rychlou kontrolu pole záření (příkon, homogenita, symetrie)	1
Souřadnicový zapisovač	1
Osobní počítač	1

# PŘÍLOHA V

## TERMINOLOGIE

Tato příloha obsahuje definice pojmů použitých v tomto dokumentu a některých dalších souvisejících pojmů. U definic resp. pojmů převzatých z jiné publikace je tato publikace uvedena (popř. i s označením termínu ve zdrojové publikaci). Citace publikací jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

### **Absorbovaná dávka** /Absorbed dose/

Střední sdělená energie předaná ionizujícím zářením do látky; je určena jako podíl  $d\varepsilon/dm$ , kde  $d\varepsilon$  je střední sdělená energie předaná ionizujícím zářením do látky o hmotnosti  $dm$

$$D = d\varepsilon/dm \text{ [Gy]}$$

(ČSN IEC 788, rm-13-08)

### **Clona** /Diaphragm/

Zařízení pro vymezení svazku, buď s pevným nebo nastavitelným otvorem, prakticky rovinné

(BJR Supplement 25, ČSN IEC 788, rm-37-29)

### **Časovač** viz řídící časovač

### **Dávkový příikon** /Absorbed dose rate/

Absorbovaná dávka za jednotku času; je stanovena jako podíl  $dD/dt$ , kde  $dD$  je přírůstek absorbované dávky za časový interval  $dt$

$$D = dD/dt \text{ [Gy.s}^{-1}\text{]}$$

(ČSN IEC 788, rm-13-09)

### **Desetinová tloušťka**

tloušťka specifikovaného materiálu, který zeslabuje v podmínkách širokého svazku rentgenového záření nebo záření gama s určitou energií záření nebo s určitým spektrem do té míry, že kermový příikon, expoziční příikon nebo dávkový příikon se sníží na jednu desetinu hodnoty naměřené bez tohoto materiálu.

(ČSN IEC 788, rm-13-43)

**Faktor podložky /Tray factor/**

je dán poměrem

$$TF = D_{10,10, \text{podl}} / D_{10,10}$$

kde  $D_{10,10, \text{podl}}$  je dávkový příkon pro pole 10cm x 10cm s podložkou pod bloky a  $D_{10,10}$  je dávkový příkon pro otevřené pole 10cm x 10cm (bez podložky).

**Faktor rozptylu /Scatter factor - SF/**

Faktor rozptylu v bodě ve vodním fantomu ozářeném fotonovým svazkem je dán poměrem mezi celkovou absorbovanou dávkou a absorbovanou dávkou pouze od primárních fotonů ve stejné hloubce na ose svazku záření.

(BJR Supplement 25)

**Faktor velikosti pole /Output factor/**

je dán poměrem

$$OF = D_{a,b} / D_{10,10}$$

kde  $D_{a,b}$  je dávkový příkon pro pole  $a$  cm x  $b$  cm a  $D_{10,10}$  je dávkový příkon pro pole 10cm x 10cm.

**Faktor zeslabení stínícím blokem**

je dán poměrem

$$BF = D_{\text{blok+podl}} / D_{\text{podl}}$$

kde  $D_{\text{blok+podl}}$  je dávkový příkon pro pole s blokem a s podložkou pod bloky a  $D_{\text{podl}}$  je dávkový příkon pro pole s podložkou pod bloky.

**Geometrická osa kolimátoru**

Osa objemu vymezeného vnitřními hranami lamel kolimátoru.

**Hlavní polohy ozařovače**

a) rotační ozařovače :

1) základní poloha

2) polohy dosažené otáčením ramene kolem osy 1 o  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  nebo  $270^\circ$  ze základní polohy bez jiných změn nastavení.

b) statické ozařovače :

1) základní poloha

2) polohy dosažené otáčením hlavice kolem osy 2 o  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  nebo  $270^\circ$  ze základní polohy bez jiných změn nastavení.

**Hloubková dávka /Depth dose/**

Absorbovaná dávka ve specifikované hloubce pod vstupním povrchem ozářeného objektu, obvykle na ose svazku záření.

(ČSN IEC 788, rm-13-51)

**Homogenita radiačního pole / Flatness of radiation field /**

Poměr maximální absorbované dávky k minimální absorbované dávce v homogenizované oblasti radiačního pole v referenční hloubce.

**Homogenizovaná oblast /Flattened area/**

Plocha vymezená spojnicemi bodů ležících na hlavních osách a diagonálách radiačního pole ve stanovené vzdálenosti od osy svazku záření .

Toto je jedna z možných definic homogenity a homogenizované oblasti.

**Izocentrum /Isocentre/**

Střed nejmenší koule, kterou prochází osa svazku záření při rotaci ramene kolem osy 1.

(ČSN IEC 788, rm-37-32)

**Klínový faktor /Wedge factor/**

je dán poměrem

$$WF = D_{10,10, w} / D_{10,10}$$

kde  $D_{10,10, w}$  je dávkový příkon pro pole 10cm x 10cm s klínovým filtrem a  $D_{10,10}$  je dávkový příkon pro otevřené pole 10cm x 10cm (bez klínového filtru).

**Klínový filtr /Wedge filter/**

Filtr, který způsobuje plynulou změnu přenosu v celém poli záření nebo v jeho části.

(ČSN IEC 788, rm-35-10)

**Kolimátor** viz Zařízení pro vymezení svazku

**Kontrola funkčnosti**

Má-li se kontrolou zjistit, zda dané zařízení, systém, signalizace apod. funguje nebo nefunguje, není pro ni stanovena tolerance, ale rozumí se, že při nefunkčnosti je nutné před pokračováním v provozu provést nápravu, obdobně jako při překročení tolerance.

**Mechanický zaměřovač (pointr)**

Mechanické zařízení vyznačující místo vstupu centrálního paprsku v ozařovacím poli a zároveň vyznačující vzdálenost SSD.

**Monitor dávky (systém monitorování dávky) /Dose monitoring system/**

Přístrojový systém pro měření a zobrazení veličiny záření, přímo souvisící s absorbovanou dávkou, může zahrnovat prostředky k ukončení ozařování po dosažení předvolené hodnoty.

(ČSN IEC 788, rm-33-01)

**Normální ozařovací vzdálenost /Normal treatment distance - NTD/**

Stanovená vzdálenost měřená podél osy svazku záření od zdroje záření k izocentru nebo, pro přístroje bez izocentra ke stanovené rovině.

(ČSN EN 60601-2-11, 2.108)

**NTD** viz normální ozařovací vzdálenost

**Optický dálkoměr /Optical distance indicator/**

Světelné zařízení vyznačující vzdálenost SSD, popř. místo vstupu osy svazku záření.

**Osa svazku záření (centrální paprsek) /Radiation beam axis/**

U symetrického svazku záření přímka procházející středem zdroje záření a polovinou spojnice mezi účinnými okraji zařízení pro vymezení svazku.

(BJR Supplement 25, ČSN IEC 788, rm-37-06)

**Otevření zdroje záření**

Přechod přístroje ze stavu svazek vypnut do stavu svazek zapnut.

**Ozařovací čas /Irradiation time/**

Čas ozařování, určený podle specifických metod, kdy obvykle veličina záření překračuje stanovenou úroveň.

(ČSN IEC 788, rm-36-11)

**Ozařovací hlavice /Radiation head/**

Část ozařovače, z níž vychází svazek záření.

(ČSN IEC 788, rm-20-06)

**Ozařovací stůl**

Zařízení určené k uložení pacienta při ozařování.

**Ozařovna /Treatment room/**

Místnost, v níž se na pacienta působí ionizujícím zářením a která je stavebně vybavena podle požadavků na ochranu před zářením a mechanickou podporu.

(ČSN IEC 788, rm-20-23)

**Panel pro řízení léčby (řídící, ovládací panel) /Treatment control panel/**

Panel, kterým se řídí ozařování pacienta.

(ČSN IEC 788, rm-33-05)

**Pole záření, radiační pole, ozařované pole /Radiation field/**

Pro účely doporučení se myslí průřez svazku záření vymezeného geometrií kolimačního systému v rovině kolmé k ose svazku záření. Definice podle ČSN IEC 788 je: Oblast na povrchu, kterým proniká svazek záření, kde intenzita záření překračuje specifickou nebo specifikovanou úroveň. Podobná definice je i v ČSN EN 60601-2-11

(BJR Supplement 25, ČSN IEC 788, rm-37-07)

**Polostín radiačního pole /Radiation field penumbra/**

Obecně prostor v okolí svazku záření, kde hodnota fluence záření se nachází mezi dvěma specifikovanými nebo specifickými zlomky hodnoty, měřené v ose svazku záření, obě hodnoty se měří ve stejném průřezu. Konkrétně pro radioterapii je to vzdálenost mezi 80% a 20% dávky na hlavních osách radiačního pole. Hodnoty 80% a 20% dávky jsou stanoveny vzhledem k dávce na ose svazku záření v referenční hloubce. (ČSN IEC 788, rm-37-08)

**Povrchová dávka /Surface dose/**

Absorbovaná dávka, včetně vlivu zpětného rozptylu, v místě vstupního povrchu ozářeného objektu, obvykle na ose svazku záření.  
(ČSN IEC 788, rm-13-50)

**Procentuální hloubková dávka /Percentage depth dose - PDD/**

V procentech vyjádřený poměr absorbované dávky v jakékoli hloubce k absorbované dávce ve specifikovaném bodu na ose svazku záření.  
(ČSN IEC 788, rm-13-52)

**PSF /Peak scatter factor/**

Zvláštní případ faktoru rozptylu, kdy bod měření leží na ose svazku záření v hloubce maximální dávky.  
(BJR Supplement 25)

**Radiační apertura /Radiation aperture/**

Okénko v ochranném stínění zdroje záření nebo zařízení pro vymezení svazku, určené k průchodu svazku záření.  
(ČSN IEC 788, rm-37-26)

**Radiační pole viz pole záření**

**Radionuklidový (tele)terapeutický ozařovač /Radionuclide beam therapy equipment/**

Zařízení určené pro terapeutické ozařování, v němž se jako zdroje záření používá uzavřených radionuklidových zářičů.  
(ČSN IEC 788, rm-24-01)

**Radionuklidový zdroj /Radioactive source /**

Množství radioaktivního materiálu, majícího jak aktivitu, tak měrnou aktivitu nad specifickou úrovní.  
(ČSN IEC 788, rm-20-02)

**Rameno (rameno ozařovače) /Gantry/**

Část přístroje nesoucí ozařovací hlavici a umožňující její pohyby.  
(ČSN EN 60601-2-11, 2.105 )

**Rotační ozařovač (ozařovač pro pohybovou terapii)**

Přístroj určený pro rotační nebo kyvadlové ozařování pohyblivým svazkem záření gama, jehož zdroj se pohybuje po kružnici nebo po kruhovém oblouku.

**Řídící časovač (časovač) /Controlling timer/**

Zařízení, které měří dobu ozařování a po uplynutí přednastavené doby ukončí ozařování. (podle ČSN IEC 788: Časovač, měnící provozní stav ozařovače na konci předvoleného časového intervalu nebo na konci předvoleného celkového času, který může sestávat z dílčích časových intervalů).  
(ČSN EN 60601-2-11, 2.103, ČSN IEC 788, rm-83-04)

**SAD /Source - Axis Distance/**

Vzdálenost měřená podél osy svazku záření od zdroje záření k izocentru.

**SSD** viz vzdálenost zdroj záření kůže

Rovněž technika ozařování vycházející z pevné vzdálenosti SSD

**Statický ozařovač (ozařovač pro terapii stacionárními poli)**

Přístroj určený pro ozařování nepohyblivým svazkem záření gama.

**Svazek vypnut /Beam OFF/**

Stav, ve kterém je zdroj záření plně odstíněn a je v poloze, ve které může být zajištěn

(ČSN EN 60601-2-11, 2.101)

**Svazek zapnut /Beam ON/**

Stav, ve kterém je zdroj záření plně vystavený pro radioterapii

(ČSN EN 60601-2-11, 2.102)

**Svazek záření /Radiation beam/**

Prostor, vymezený prostorovým úhlem a obsahující tok ionizujícího záření vycházejícího ze zdroje záření, považovaného za bodový zdroj.

(ČSN IEC 788, rm-37-05)

**Světelné pole /Light field/**

Viditelně osvětlená oblast simulující pole záření.

(ČSN IEC 788, rm-37-09)

**Světelný zaměřovač (laser)**

Zařízení instalované na stěně příp. stropu místnosti určující polohu izocentra.

**Symetrie radičního pole /Symmetry of radiation field/**

Maximální poměr absorbovaných dávek v bodech ležících symetricky vzhledem k ose svazku záření v homogenizované oblasti pole záření v referenční hloubce.

**Systém vymezení svazku, kolimační systém /Beam limiting system/**

Soubor částí včetně jejich geometrického uspořádání, přispívající k vymezení svazku záření.

(ČSN IEC 788, rm-37-27)

**Tolerance /Tolerance/**

Tolerance slouží k hodnocení výsledků kontrol při zkouškách provozní stálosti a zkouškách dlouhodobé stability. Jestliže odchylka naměřené hodnoty od referenční hodnoty určitého parametru nebo naměřená hodnota určitého parametru překročí toleranci, je nutné zařízení odstavit z klinického provozu a závadu odstranit. Ve výjimečných případech lze připustit omezený provoz zařízení pro ty úkony, na jejichž kvalitě se nepřipustná hodnota daného parametru neprojeví. Při přijímacích zkouškách by u žádného testovaného parametru neměly být hodnoty tolerancí překročeny. Tolerance je vyjádřena:

- 1) jako hodnota v mm či stupních, s níž se porovnává naměřená hodnota (např. koincidence bočních zaměřovačů nebo průměr kružnice při kontrole polohy

izocentra) nebo rozdíl naměřené a nominální hodnoty (např. přesnost optického dálkoměru).

jako hodnota v %, s níž se porovnává odchylka naměřené hodnoty od referenční hodnoty vyjádřená jako  $\Delta = 100 \cdot (M_{\text{měř}} - M_{\text{ref}}) / M_{\text{ref}}$  [%], kde  $M_{\text{měř}}$  je naměřená hodnota a  $M_{\text{ref}}$  je referenční hodnota stanovená při přejímací zkoušce (např. stálost dávky).

2) jako bezrozměrné číslo, se kterým se porovnává stanovený poměr naměřených hodnot (např. homogenita radiačního pole).

3) jako krajní body intervalu, v němž se musí stanovený poměr naměřených hodnot nacházet (např. stabilita homogenity radiačního pole).

Tam, kde to má smysl, tj. kde tolerance představují limitní odchylky na obě strany od požadované hodnoty, je třeba uvedené hodnoty chápat jako hodnoty  $\pm$ , přestože to není v textu ani v tabulkách explicitně uvedeno.

### **Tubus /Beam applicator/**

Zařízení obvykle připojené k sestavě zdroje záření a vykonávající alespoň jednu z následujících funkcí

- indikace osy svazku záření
- indikace pole záření
- zajištění minimální vzdálenosti od zdroje záření ke vstupnímu povrchu
- kompresní zařízení

Tubus může zahrnovat ochranné stínění a sloužit jako zařízení pro vymezení svazku

(ČSN IEC 788, rm-37-30)

### **Unikající záření /Leakage radiation/**

Ionizující záření, které proniklo ochranným stíněním zdroje záření resp. kolimačním zařízením.

(ČSN IEC 788, rm-11-15)

### **Uzavření zdroje záření**

Přechod přístroje ze stavu svazek zapnut do stavu svazek vypnut.

### **Uzavřený radionuklidový zářič - URZ / Sealed radioactive source/**

Radionuklidový zářič, jehož úprava, např. zapouzdrněním nebo ochranným překryvem, zabezpečuje zkouškami ověřenou těsnost a vylučuje tak, za předvídatelných podmínek použití a opotřebování, únik radionuklidů ze zářiče.

(Vyhláška 307/2002 Sb., viz rovněž ČSN IEC 788, rm-20-03)



**Velikost ozařovaného pole, velikost pole /Irradiation field size/**

Rozměry oblasti vymezené 50% izodozní křivkou v rovině kolmé k ose svazku záření v normální ozařovací vzdálenosti.

(ČSN IEC 788, rm-37-11)

**Vstupní zaměřovač, pointr /Front pointer/**

Světelné nebo mechanické zařízení určené k indikaci osy svazku záření a bodu jejího vstupu do pacienta.

(ČSN IEC 788, rm-35-12)

**Výstupní dávka /Exit dose/**

Absorbovaná dávka v bodu na povrchu, kterým vychází svazek z ozářeného objektu, obvykle na ose svazku záření.

(ČSN IEC 788, rm-13-53)

**Výstupní zaměřovač (pointr) /Back pointer/**

Světelné nebo mechanické zařízení určené k indikaci osy svazku záření a bodu jejího výstupu z pacienta.

(ČSN IEC 788, rm-35-13)

**Vzdálenost zdroj záření – kůže, SSD /(Radiation) source to skin distance/**

Vzdálenost od povrchu zdroje záření ke vstupnímu povrchu.

(ČSN IEC 788, rm-37-14, BJR Supplement 25)

**Základní poloha ozařovače (přístroje)**

a) rotační ozařovače :

úhel ramene  $0^{\circ}$ , osa svazku směřuje svisle dolů.

b) statické ozařovače :

hlavice v nejnižší poloze, osa svazku směřuje svisle dolů.

**Zařízení pro vymezení svazku, kolimační zařízení, kolimátor /Collimator, Beam limiting device/**

Zařízení pro vymezení pole záření. V odborné veřejnosti je zažitý pojem kolimátor a tento pojem je používán i v tomto dokumentu, i když termín kolimátor je normou ČSN IEC 788 vymezen jen pro radionuklidové zobrazovací zařízení

(ČSN IEC 788, rm-37-28)

**Závěrka, závěr /Shutter/**

Prostředek k otevření nebo uzavření radiační apertury nebo k přenosu zdroje záření tak, že umožní průchod svazku záření nebo mu zabrání

(ČSN IEC 788, rm-24-02)

**Zdroj záření /Radiation source/**

Radioaktivní zdroj.

(ČSN IEC 788, rm-20-01)

## LITERATURA

AAPM (AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE):  
Comprehensive QA for radiation oncology : Report of AAPM Radiation Therapy  
Committee Task Group 40. Med.Phys. 21 (1994), 581 - 618.

BRAHME A.: Accuracy requirements and quality assurance of external beam therapy  
with photons and electrons. Acta Oncol. 15 Suppl. 1, 1988.

BIR (BRITISH INSTITUTE OF RADIOLOGY): Central Axis Depth Dose Data for Use  
in Radiotherapy, Brit. J. Radiol. Suppl. 25, 1996.

ČSN 40 4302: Uzavřené radionuklidové zářiče. Stupně odolnosti a metody zkoušení.  
Vydavatelství ÚNM, Praha 1985.

ČSN ISO 31-9 Veličiny a jednotky. Část 9: Atomová a jaderná fyzika. Český  
normalizační institut, Praha 1996.

ČSN ISO 31-10 Veličiny a jednotky. Část 10: Jaderné reakce a ionizující záření.  
Český normalizační institut, Praha 1996.

ČSN EN 60601-1-1 ed.2 (36 4800): Zdravotnické elektrické přístroje – Část 1-1:  
Všeobecné požadavky na bezpečnost – Skupinová norma: Požadavky na  
bezpečnost zdravotnických elektrických systémů. Český normalizační institut, Praha,  
2001.

ČSN EN 61217 (364766): Radioterapeutické přístroje - Souřadnice, pohyby a  
stupnice. Český normalizační institut, Praha 2001.

ČSN IEC 788 (84 0003): Lékařská radiologie - Terminologie. Český normalizační  
institut, Praha 1997.

ČSN EN 60601-2-11 (364800): Zdravotnické elektrické přístroje - Část 2: Zvláštní  
požadavky na bezpečnost ozařovačů pro gamaterapii. Český normalizační institut,  
Praha 1999.

SROBF ČLS (SPOLEČNOST RADIAČNÍ ONKOLOGIE, BIOLOGIE A FYZIKY  
ČESKÉ LÉKAŘSKÉ SPOLEČNOSTI J.E.PURKYNĚ): Doporučení pro zajištění  
kvality v radioterapii : Stanovení absorbované dávky v referenčním bodě. SZÚ,  
Praha 1994.

SROBF ČLS (SPOLEČNOST RADIAČNÍ ONKOLOGIE, BIOLOGIE A FYZIKY  
ČESKÉ LÉKAŘSKÉ SPOLEČNOSTI J.E.PURKYNĚ): Doporučení pro zajištění  
kvality v radioterapii : Úvod k fyzikálním aspektům. SZÚ, Praha 1995.

SROBF ČLS (SPOLEČNOST RADIAČNÍ ONKOLOGIE, BIOLOGIE A FYZIKY  
ČESKÉ LÉKAŘSKÉ SPOLEČNOSTI J.E.PURKYNĚ): Doporučení pro zajištění  
kvality v radioterapii : Radionuklidové ozařovače. SZÚ, Praha 1994.

SROBF ČLS (SPOLEČNOST RADIAČNÍ ONKOLOGIE, BIOLOGIE A FYZIKY ČESKÉ LÉKAŘSKÉ SPOLEČNOSTI J.E.PURKYNĚ): Doporučení pro zajištění kvality v radioterapii : Simulátory. SZÚ, Praha 1994.

SÚJB (STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST): Doporučení – Zpracování programu zabezpečování jakosti pro provádění předepsaných zkoušek zdrojů ionizujícího záření, 1999

SÚJB (STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST): Doporučení - Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii v České republice - Radionuklidové ozařovače, 1998.

SÚJB (STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST): Vyhláška č. 307/2002 Sb. o požadavcích na zajištění radiační ochrany.

Další související publikace SÚJB viz <http://www.sujb.cz>

ZÁKON ze dne 24. ledna 1997 o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. Sbírka zákonů č.18/1997.

WHO (WORLD HEALTH ORGANISATION): Quality Assurance in Radiotherapy, Geneva 1988.