



Center za fizikalne meritve  
Laboratorij za dozimetrijo

Številka poročila: LDOZ-3767/2024  
Datum: 09.07.2024

## Poročilo o pregledu rentgenskega aparata MYRAY - HYPERSPHERE

Naročnik: ZDRAVSTVENI DOM BREŽICE (144)  
ČERNELČEVA CESTA 8  
8250 Brežice

Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji: PATRICIJA GRAMC

Številka pregledanega vira (ZVD): 3767  
Koda vira: ZR-DR (Zobni intraoralni rentgenski aparat - digitalni)  
Datum pregleda: 05.07.2024  
Veljavnost pregleda: 05.07.2025

Dokument je lahko izdelan v elektronski ali tiskani obliki in vsebuje skupaj 12 strani. Poročilo vsebuje priloge:  
→ Poročilo o meritvah sevalnih razmer  
→ Poročilo o merjenju kerme v zraku v koristnem snopu rtg aparata  
Brez dovoljenja laboratorija je dokument dovoljeno reproducirati samo v celoti!

Poslano: Naročnik, Uprava RS za varstvo pred sevanji, Arhiv ZVD

Pregled vira opravil in poročilo izdelal: NINA ŠKOF, dipl. fiz.

  
elektronsko  
podpisano  
Nina Škof, dipl. fiz.

Poročilo pregledal:

  
elektronsko  
podpisano  
dr. Jaka Kovač, univ. dipl. fiz.

Pregled je bil opravljen skladno z Zakonom o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti – ZVISJV-1 (Uradni list RS, št. 76/17, 26/19, 172/21 in 18/23 – ZDU-10) in Pravilnikom o uporabi virov sevanja in sevalni dejavnosti (Uradni list RS, št. 27/18).

## 1 Podatki o rentgenskem aparatu

Proizvajalec:	MYRAY
Tip naprave:	HYPERSPHERE
Številka naprave:	706H0487
Tip RTG cevi:	Toshiba D-041
Številka RTG cevi:	8A34440
Napetost:	60 kV - 70 kV
Tok:	8 mA
Gorišča:	0,4 mm
Filtracija:	2,0 mm Al
Datum začetka uporabe:	03.10.2019



Slika 1: Rentgenski aparat MYRAY HYPERSPHERE

## 2 Namen uporabe vira

Namen uporabe:	Intraoralno slikanje zob.
Uporabnik vira:	ZDRAVSTVENI DOM BREŽICE ČERNELČEVA CESTA 8 8250 Brežice

### 3 Namestitev rentgenskega aparata

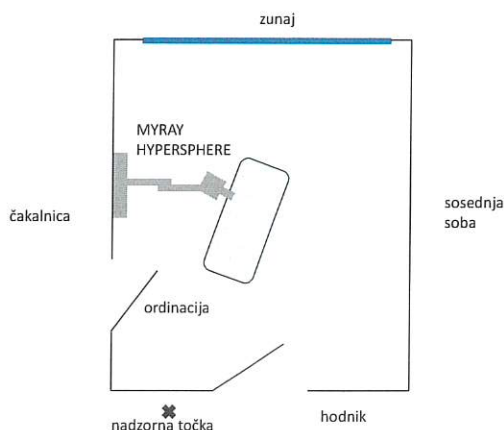
**Namestitev:** Stacionarni

**Lokacija:** Zdravstvena postaja Bizeljsko, Bizeljska cesta 49

#### Razvrstitev območij

**Nadzorovana:** Del ordinacije v območju 1 m od slikanega pacienta.

**Opazovana:** Preostal del ordinacije.



Slika 2: Shematski tlorski načrt ordinacije in okolice.

### 4 Osebj

**Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji:** GRAMC PATRICIJA

**Število delavcev:** 1 zobozdravnica

**Razvrstitev delavcev:** Niso razvrščeni kot sevanju izpostavljeni delavci.

**Dozimetrija:** Mesečna (ZVD).

**Ocena letnih doz:** Zanemarljiva (pod 0,01 mSv).

**Dozna ograda:** 0,1 mSv/mesec

**Zdravniški pregledi:** Niso potrebni.

**Usposabljanje osebja:** Potrebno je redno usposabljanje na 5 let.

## 5 Dokumenti sistema varstva pred sevanji

### Varstvo delavcev in posameznikov iz prebivalstva

Oznaka dokumenta:	NVD-4723
Datum izdaje:	07.10.2019
Avtor:	dr. JAKA KOVAČ, univ. dipl. fiz.

### Varstvo pacientov

Oznaka dokumenta:	PRP-4724
Datum izdaje:	07.10.2019
Avtor:	dr. JAKA KOVAČ, univ. dipl. fiz.

## 6 Dovoljenja upravnih organov

### Dovoljenje za izvajanje sevalne dejavnosti

Oznaka dovoljenja:*	1600-3/2020-7
Datum izdaje:	29.01.2020
Veljavnost dovoljenja:	09.02.2030

### Dovoljenje za uporabo vira sevanja / Vpis v register virov

Oznaka dovoljenja/vpisa v register:*	18601-2/2020-2
Datum izdaje:	29.01.2020
Veljavnost dovoljenja:**	29.01.2025

\*Podatki o dovoljenjih so informativne narave, kjer poskušamo čim bolj ažurno posodabljati podatke, ki nam jih posreduje upravni organ ali naročnik.

\*\* Uporaba vira sevanja brez veljavnega dovoljenja za izvajanje sevalne dejavnosti ni dovoljena.

## 7 Opis zaščite pred sevanjem

Zaščita vira:	Rentgenska cev je v zaščitnem ohišju.
Zaščita prostora:	Ordinacija ni posebej ščitena pred sevanjem.
Varnostni sistemi:	Posebni varnostni sistemov ni.
Opozorilni sistemi:	Opozorilni zvočni in svetlobni signal na aparatu med ekspozicijo.
Administrativni ukrepi:	-
Varovalna oprema:	-
Merilniki sevanja:	Posebni merilniki sevanja niso potrebni.

## 8 Seznam preverjanih parametrov tehnične kakovosti

1.	OZNAČEVANJE	P	Ocena
1.1.	Tip in številka rentgenske cevi	✓	+
1.2.	Velikost in oznaka gorišč	✓	+
1.3.	Filtracija koristnega snopa sevanja	✓	+
2.	NADZOR EKSPOZICIJ	P	Ocena
2.1.	Delovanje nadzorne plošče	✓	+
2.2.	Delovanje stikal za proženje	✓	+
2.3.	Varnostni in opozorilni sistemi	✓	+
3.	OMEJEVANJE KORISTNEGA SNOPA	P	Ocena
3.1.	Delovanje zaslonk / preverjanje velikosti polja	✓	+
3.2.	Ujemanje koristnega snopa z indikacijo (kongruenca)	✗	
4.	GENERATOR in CEV RTG APARATA	P	Ocena
4.1.	Lastnosti spektra koristnega snopa		
4.1.1.	Specifična ekspozicijska doza (Y)	✓	+
4.1.2.	Razpolovna debelina (HVL)	✓	+
4.2.	Ujemanje izmerjenih vrednosti z nastavljenimi		
4.2.1.	Anodna napetost	✓	+
4.2.2.	Trajanje ekspozicij	✓	+
4.2.3.	Frekvenca slik	✗	
4.3.	Pravilno delovanje nastavitvev		
4.3.1.	Ponovljivost	✓	+
4.3.2.	Linearnost	✗	
4.4.	Velikost gorišč	✗	
5.	AVTOMATSKI SISTEMI	P	Ocena
5.1.	Osnovna nastavitvev sistema		
5.1.1.	Sistemska doza K <sub>ss</sub>	✗	
5.1.2.	Ponovljivost	✗	
5.2.	Pravilno delovanje nastavitvev		
5.2.1.	Kompenzacija spremembe objekta (debelina, sestava)	✗	
5.2.2.	Kompenzacija spremembe spektra (kV)	✗	
5.2.3.	Pravilno delovanje vseh merilnih celic	✗	
5.2.4.	Pravilno delovanje drugih nastavitvev (hitrostni razred...)	✗	

6. TEHNIČNA KAKOVOST SLIK		P	Ocena
6.1.	Odsotnost artefaktov	✓	+
6.2.	Fizikalne lastnosti slik		
6.2.1.	prostorska ločljivost	✓	+
6.2.2.	kontrastna ločljivost	✓	+
6.2.3.	dinamično območje	✓	+
6.3.	Merljivi parametri na slikah	✘	
7. OBSEVANOST PACIENTOV		P	Ocena
7.1.	Meritve s simulacijo pacienta	✓	+
7.2.	Točnost prikaza dozimetričnih podatkov	✓	+

- P: ✓ *Parameter smo preverjali*  
 ✘ *Parameter se pri tej vrsti aparata ne preverja*

- Ocena: + *merjeni parameter je v okviru dopustnih odstopanj oziroma pričakovanih vrednosti*  
 – *merjeni parameter ni v okviru dopustnih odstopanj oziroma pričakovanih vrednosti*



## 9 Poročilo o meritvah parametrov tehnične kakovosti

**Uporabljeni merilnik:** RTI Piranha (#CB2-14061027) s sondo Notranja (#CB2-14061027)

### 4. GENERATOR IN RTG CEV APARATA

#### 4.1. Lastnosti spektra koristnega snopa

##### 4.1.1. Meritve specifične ekspozicijske doze in razpolovne debeline

**Namen in izvedba testa:** Z meritvijo specifične ekspozicijske doze (kerme v zraku) Y preverjamo ustreznost spektra rentgenskih žarkov za uporabo v diagnostični radiologiji.

**Dopustno odstopanje:** Absolutni standard za zobno rentgensko diagnostiko ne obstaja.

**Nastavitve in pogoji:** FDD: 32 cm

Uo (kV)	I (mA)	t (ms)	K (mGy)	K/t (mGy/s)	*Y=K/P <sub>It</sub> (μGy/mAs)	**HVL (mm Al)
60	8	50	0,19	3,9	48,3	1,67
65	8	100	0,45	4,5	57,3	1,85
65	8	200	0,91	4,6	58,0	1,85
70	8	320	1,64	5,1	65,5	1,96

\* Specifična vrednost Kerme (Y) je izračunana na razdalji enega metra.

\*\* Ocenjena razpolovna debelina (HVL)

##### 4.1.2. Razpolovna debelina (HVL) - izmerjena

**Namen in izvedba testa:** Meritev razpolovne debeline je posredno merilo za ustreznost filtracije primarnega snopa rentgenskega sevanja.

**Dopustno odstopanje:** HVL vsaj 1,5 mm Al merjeno pri napetostih do 70 kV.

**Nastavitve in pogoji:** Napetost: 70 kV

**HVL = 2,0 mm Al** ✓

## 4.2. Ujemanje izmerjenih vrednosti z nastavljenimi

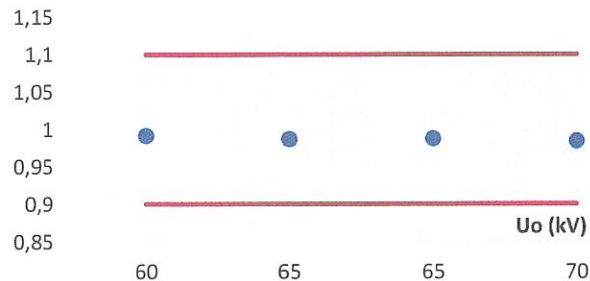
### 4.2.1. Ujemanje nastavljenih vrednosti anodne napetosti z izmerjenimi

**Namen in izvedba testa:** Meritev anodne napetosti v koristnem snopu sevanja se mora ujemati z nastavljenimi vrednostmi na aparatu.

**Dopustno odstopanje:** Meritev napetosti ne sme odstopati več kot 10 % oziroma 10 kV odstopati od nastavljene vrednosti.

**Nastavitve in pogoji:** -

Anodna napetost (kV)		
nastavljena	izmerjena	odstopanje
60	59,5	0,8% ✓
65	64,2	1,3% ✓
65	64,2	1,2% ✓
70	68,9	1,5% ✓



Ujemanje anodne napetosti z nastavljeno vrednostjo.

### 4.2.2. Ujemanje nastavljenih vrednosti trajanja ekspozicije z izmerjenimi

**Namen in izvedba testa:** Če je čas trajanja ekspozicije nastavljen, se mora ujemati z izmerjenimi vrednostmi.

**Dopustno odstopanje:** Ekspozicijski čas ne sme več kot 20% odstopati od nastavljene vrednosti.

**Nastavitve in pogoji:** -

Čas ekspozicije (ms)		
nastavljen	izmerjen	odstopanje
50	48,7	2,6% ✓
100	98,9	1,1% ✓
200	198,3	0,9% ✓
320	318,2	0,6% ✓

## 4.3. Pravilno delovanje nastavitvev

### 4.3.1. Ponovljivost ekspozicij

**Namen in izvedba testa:** Preverja se konstantnost delovanja rentgenske cevi z meritvijo kratkoročne ponovljivosti napetosti U, ekspozicijskega časa t in kerme v zraku K.

**Dopustno odstopanje:** Največje odstopanje od povprečne vrednosti meritve napetosti U, ekspozicijskega časa t ali kerme v zraku K ne sme odstopati več kot 20% od povprečne vrednosti.

**Nastavitve in pogoji:**

Napetost:	60 kV
Tok:	8 mA
Čas eksp.:	100 ms



Meritev:	Uo (kV)	t (ms)	K (mGy)	
	59,3	98,4	0,385	
	59,1	98,4	0,384	
	59,2	98,4	0,384	
povprečje	59,2	98,4	0,384	
Najv. odst.	0,2%	0,0%	0,2%	✓
1 SD (%)*	0,2%	0,0%	0,2%	* relativno standardno odstopanje v %

## 6. TEHNIČNA KAKOVOST SLIK

### 6.2. Fizikalne lastnosti slik

#### 6.2.1. Prostorska ločljivost in 6.2.2. Kontrastna ločljivost

<b>Namen in izvedba testa:</b>	Prostorsko in kontrastno ločljivost ter dinamično območje slik preverjamo s pomočjo slikanja testnih fantomov.
<b>Dopustno odstopanje:</b>	Ni absolutnega standarda.
<b>Nastavitve in pogoji:</b>	Fantom: <b>IBA DigiDent</b> Napetost: 60 kV Tok: 8 mA Čas eksp.: 100 ms

Prostorska ločljivost: 6,3 lp/mm  
 Kontrastna ločljivost: vidni so 4 objekti od 4

#### 6.2.3. Dinamično območje

<b>Namen in izvedba testa:</b>	Prostorsko in kontrastno ločljivost ter dinamično območje slik preverjamo s pomočjo slikanja testnih fantomov.
<b>Dopustno odstopanje:</b>	Na sliki testnega fantoma morajo biti razločeni območji za simulacijo kariesa in območji za simulacijo dlesni in lica.
<b>Nastavitve in pogoji:</b>	Fantom: <b>Leeds TO UniDENT</b> Napetost: 60 kV Tok: 8 mA Čas eksp.: 100 ms

Razločeni območji za simulacijo kariesa? DA ✓  
 Razločeni območji za simulacijo dlesni in lica? DA ✓

## 7. OBSEVANOST PACIENTOV

### 7.1. Meritve vstopne kožne doze VKD in doze na slikovni sprejemnik Kss

**Namen in izvedba testa:** Na podlagi meritve vstopne kožne doze VKD pri ekspozicijskih parametrih, ki se uporabljajo za slikanje zgornje petice odraslega pacienta, preverimo obsevanost pacientov. Meritve doze na slikovni sprejemnik Kss opravimo s fantomom 6 mm Al.

**Dopustno odstopanje:** Izmerjena VKD ne sme preseči diagnostičnega referenčnega nivoja DRN. Doza na slikovni sprejemnik ne sme preseči 200  $\mu$ Gy za digitalne slikovne sprejemnike.

**Nastavitve in pogoji:**

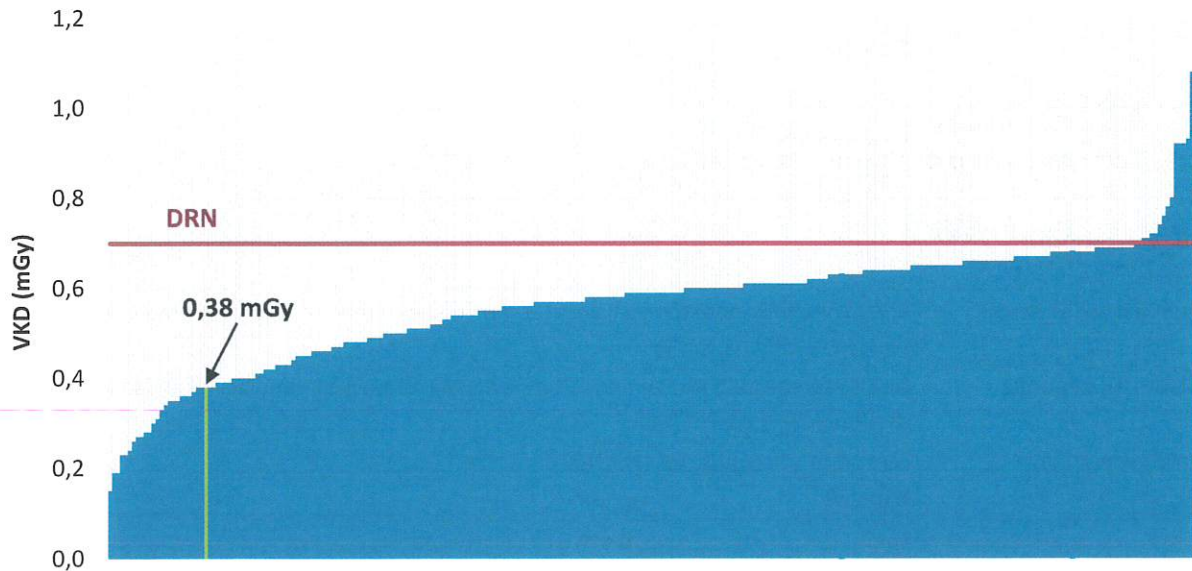
Napetost:	60 kV
Tok:	8 mA
Čas eksp.:	100 ms

Meritve VKD: 0,38 mGy

DRN: 0,7 mGy

Razmerje: 54% ✓

Meritve Kss: 84  $\mu$ Gy ✓



VKD izmerjene v Sloveniji v letu 2023, kjer se pri slikanju uporablja direktna digitalna radiografija.

## 7.2. Točnost prikaza dozimetričnih podatkov

**Namen in izvedba testa:** Če aparat izpisuje vrednost doze za pacienta, se mora ta ujemati z meritvijo.  
**Dopustno odstopanje:** Odstopanje izpisane vrednosti doze od izmerjene ne sme presežati 25%.  
**Nastavitve in pogoji:** -

<i>U<sub>o</sub></i> (kV)	<i>I</i> (mA)	<i>t</i> (ms)	<i>DAP (mGy cm<sup>2</sup>)</i>		<i>Razlika</i> (%)	
			<i>na aparatu</i>	<i>izmerjeno</i>		
60	8	50	5,90	5,33	11%	✓
65	8	100	13,50	12,65	7%	✓
65	8	200	26,80	25,61	5%	✓
70	8	320	48,50	46,27	5%	✓

## 10 Strokovno mnenje in predlagani ukrepi

Opravljen je bil redni letni pregled nrentgenskega aparata Myray HYPERSPHERE, ki je nameščen v ordinaciji Zdravstvene postaje Bizeljsko. V sklopu pregleda samo opravili pregled tehnične kakovosti rentgenskega aparata, izmerili sevalne razmere pri njegovi uporabi in preverili ukrepe varstva pred sevanji.

### *Meritve parametrov tehnične kakovosti*

Rentgenski aparat je brezhiben, merjeni parametri so bili v času pregleda v okviru dopustnih odstopanj oziroma pričakovanih vrednosti.

S pomočjo testnega fantoma smo preverili tudi kakovost slik na zaslonu. Kontrastna in prostorska ločljivost sta primerni, slika je brez vidnih artefaktov ali popačitev.

### *Obsevanost pacientov*

Izmerjena vstopna kožna doza (VKD) pri ekspozicijskih parametrih, ki se uporabljajo za slikanje zgornje petice odraslih pacientov (60 kV, 8 mA, 100 ms) je bila 0,38 mGy. Uporablja se digitalna tehnika slikanja (direktna digitalna radiografija), kjer je uradni diagnostični referenčni nivo za slikanje zgornje petice 0,70 mGy. Izmerjena VKD je pod referenčnim nivojem.

### *Meritve sevalnih razmer*

Ordinacija ni posebej ščitena pred sevanjem, a omogoča varno izvajanje sevalne dejavnosti. Stene so masivne. Hitrosti doze so nekoliko povišane le pred okni in vrati v ordinacijo, kjer smo med simulirano ekspozicijo izmerili hitrost doze do največ okoli 25  $\mu\text{Sv/h}$ . Na nadzorni točki, ki je v sosednjem prostoru (na hodniku, za steno) je hitrost doze med slikanjem na ravni naravnega ozadja. V ordinaciji so hitrosti doze med slikanje relativno visoke. Med časom trajanja ene ekspozicije smo ob pacientu (fantomu) izmerili prejeto efektivno dozo 0,83  $\mu\text{Sv}$ .

### *Ukrepi varstva pred sevanji*

Za izvajalca slikanj osebna varovalna oprema ni potrebna, za paciente se po potrebi uporabi svinčen plašč.

Opozorilni zvočni in svetlobni signal na aparatu je v času pregleda deloval brezhibno.

### *Ostale posebnosti in odstopanja*

Brez posebnosti.

---

**Stanje naprave:** Glede na opravljen pregled aparat razvrstimo v razred A (brezhiben)

---

A - aparat je brezhiben; N - aparat je nov; AB - aparat izpolnjuje kriterije sprejemljivosti, vendar z nekaterimi omejitvami (starost, tehnološka zastarelost, iztrošenost); B - potreben je servis; C - predlagamo odpis aparata; D - aparat ni več v uporabi; P - aparat se ne uporablja, ker je v okvari; R - aparat je v rezervi

## Priloga 1 Poročilo o meritvah sevalnih razmer

### Podatki o viru sevanja

<b>Naročnik:</b>	ZDRAVSTVENI DOM BREŽICE, ČERNELČEVA CESTA 8, 8250 Brežice
<b>Številka pregledanega vira (ZVD):</b>	3767
<b>Koda vira:</b>	ZR-DR (Zobni intraoralni rentgenski aparat - digitalni)
<b>Datum meritev:</b>	05.07.2024
<b>Datum poročila:</b>	09.07.2024
<b>Meritve opravil:</b>	NINA ŠKOF, dipl. fiz.
<b>Proizvajalec (Tip naprave):</b>	MYRAY (HYPERSPHERE)
<b>Številka naprave:</b>	706H0487
<b>Tip, številka RTG cevi:</b>	Toshiba D-041, 8A34440
<b>Napetost, tok:</b>	60 kV - 70 kV, 8 mA

Vse izmerjene količine odražajo meritve v času pregleda vira sevanja na lokaciji meritve, pri navedenih pogojih uporabe in trenutnem stanju vira sevanja.

### Meritve doz/hitrosti doz

Meritve doz/hitrosti doz so bile izvedene po internem delovnem postopku delovnem postopku ZVD oznaka DP-LDOZ-4.01 (verzija 7): *Merjenje doze in hitrosti doze s prenosnimi merilniki ionizirajočega sevanja.*

#### MERILNIKI

**Merilnik hitrosti doze:** VICTOREEN 451P sonda Vgrajena št. 323B

#### POGOJI MERITVE

**Tip meritve:** simulirano delovanje - slikanje vodnega fantoma

**Napetost:** 70 kV

**Tok/tokovni sunek:** 8 mA

**Lokacija:** Zdravstvena postaja Bizeljsko, Bizeljska cesta 49

**Ostalo**  $t = 250$  ms

Negotovost meritve doz ali dozne hitrosti je navedena v postopku DP-LDOZ-4.01 (verzija 7) in jo poročamo na zahtevo naročnika.

Tabela 1: Meritve hitrosti doz -  $H^*(10)/t$ 

Merilno mesto	Hitrost doze ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Doza ( $\mu\text{Sv}$ )
Ozadje	0,1	
<b>HODNIK</b>		
za vrati	5,2	
za steno (nadzorna točka)	0,1	
<b>ČAKALNICA</b>		
za vrat	4,7	
za steno	0,1	
<b>ZUNAJ</b>		
za okni	25	
<b>V ORDINACIJI</b>		
ob pacientu		0,83

## Priloga 2 Poročilo o merjenju kerme v zraku v koristnem snopu rentgenskega aparata

### Podatki o viru sevanja

Naročnik:	ZDRAVSTVENI DOM BREŽICE, ČERNELČEVA CESTA 8, 8250 Brežice
Številka pregledanega vira (ZVD):	3767
Koda vira:	ZR-DR (Zobni intraoralni rentgenski aparat - digitalni)
Datum meritev:	05.07.2024
Datum poročila:	09.07.2024
Meritve v koristnem snopu opravil:	NINA ŠKOF, dipl. fiz.
Proizvajalec (Tip naprave):	MYRAY (HYPERSPHERE)
Številka naprave:	706H0487
Tip, številka RTG cevi:	Toshiba D-041, 8A34440
Napetost, tok:	60 kV - 70 kV, 8 mA

Vse izmerjene količine odražajo meritve v času pregleda vira sevanja na lokaciji meritve, pri navedenih pogojih uporabe in trenutnem stanju vira sevanja.

### Meritve kerme v zraku

Meritve Kerme v zraku (K) so izvedene po internem delovnem postopku ZVD z oznako DP-LDOZ-3.01 (verzija 6): *Merjenje dozimetričnih količin v koristnem snopu rentgenskega aparata.*

Pri izmerjeni vrednosti kerme v zraku (K) je upoštevan popravek zaradi tlaka in temperature, če je bila meritev izvedena z ionizacijsko celico. Meritve so opravljene pri različnih nastavitvah anodne napetosti ( $U_0$ ) ter produkta toka in ekspozicijskega časa ( $It$ ). Razširjena merilna negotovost izražena kot standardna negotovost rezultata meritve s pokritjem  $k = 2$  (stopnja zaupanja 95%) je manjša od 10%.

#### MERILNIKI

Merilnik kerme v zraku: RTI Piranha sonda Notranja št. CB2-14061027

#### POGOJI MERITVE

Lokacija: Zdravstvena postaja Bizeljsko, Bizeljska cesta 49

Pogoji okolja: Popravek zaradi temperature in tlaka ni potreben

Temperatura:

Tlak:

Razdalja gorišče - merilnik: 0,32 m

Tabela 2: Meritve kerme v zraku.

U <sub>o</sub> (kV)	I <sub>t</sub> (mAs)	K (mGy)
60	0,40	0,19
65	0,80	0,45
70	2,56	1,64