



Center za fizikalne meritve
Laboratorij za dozimetrijo

Številka poročila: LDOZ-3767/2025
Datum: 11.11.2025

Poročilo o pregledu rentgenskega aparata **MYRAY - HYPERSPHERE**

Naročnik: ZDRAVSTVENI DOM BREŽICE (144)
ČERNELČEVA CESTA 8
8250 Brežice
Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji: TINA NIKOLIĆ

Številka pregledanega vira (ZVD): 3767
Koda vira: ZR-DR (Zobni intraoralni rentgenski aparat - digitalni)
Datum pregleda: 01.10.2025
Veljavnost pregleda: 01.10.2026

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: dr. TIMON MEDE, univ. dipl. fiz.

Poročilo pregledal:

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-1O) 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 / 65 / 70 kV
Tok:	8 mA
Gorišča:	0,4 mm
Filtracija:	2,0 mm Al @ 60 kV
Datum začetka uporabe:	03.10.2019



Slika 1: Rentgenski aparat MYRAY HYPERSPHERE

2 Namen uporabe vira

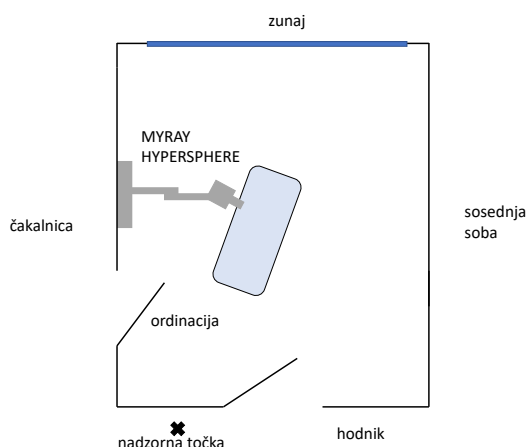
Namen uporabe:	Intraoralno slikanje zob.
Uporabnik vira:	ZDRAVSTVENI DOM BREŽICE ČERNELČEVA CESTA 8 8250 Brežice

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 diagram ordinacije in okolnih prostorov.

4 Osebe

Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji:	Tina Nikolić
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-7448
Datum izdaje:	11.11.2025
Avtor:	dr. TIMON MEDE, 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 posodabljeni 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:	Slepa kljuka na vratih s hodnika in iz čakalnice.
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)	x	
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	x	
4.3.	Pravilno delovanje nastavitev		
4.3.1.	Ponovljivost	✓	+
4.3.2.	Linearnost	x	
4.4.	Velikost gorišč	x	
5.	AVTOMATSKI SISTEMI	P	Ocena
5.1.	Osnovna nastavitve sistema		
5.1.1.	Sistemska doza K _{ss}	x	
5.1.2.	Ponovljivost	x	
5.2.	Pravilno delovanje nastavitev		
5.2.1.	Kompenzacija spremembe objekta (debelina, sestava)	x	
5.2.2.	Kompenzacija spremembe spektra (kV)	x	
5.2.3.	Pravilno delovanje vseh merilnih celic	x	
5.2.4.	Pravilno delovanje drugih nastavitev (hitrostni razred...)	x	

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 _{It} (μGy/mAs)	**HVL (mm Al)
60	8	50	0,19	3,9	48,3	1,76
65	8	100	0,45	4,6	58,2	1,93
60	8	140	0,56	4,0	51,0	1,77
65	8	200	0,92	4,6	59,1	1,92
70	8	320	1,68	5,3	67,3	2,07

* 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 =	2,1 mm Al	✓	iz output-a
--------------	------------------	---	-------------

4.2. Ujemanje izmerjenih vrednosti z nastavljenimi

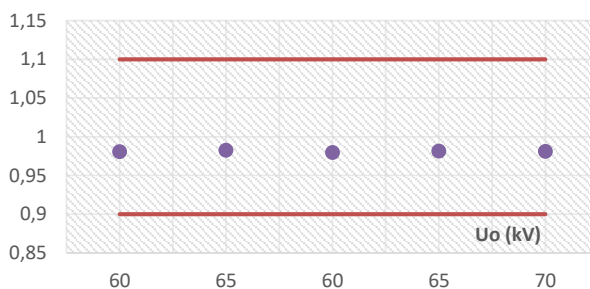
4.2.1. Ujemanje nastavljenih vrednosti anodne napetosti z izmerjenimi

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	58,9	1,9%	✓
65	63,9	1,7%	✓
60	58,8	2,0%	✓
65	63,8	1,8%	✓
70	68,7	1,9%	✓



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	98,4	1,6%	✓
140	138,5	1,1%	✓
200	198,8	0,6%	✓
320	318,2	0,6%	✓

4.3. Pravilno delovanje nastavitev

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	t	K	
	(kV)	(ms)	(mGy)	
	58,9	98,9	0,394	
	58,8	98,9	0,394	
	58,9	98,9	0,395	
povprečje	58,9	98,9	0,394	
Najv. odst.	0,1%	0,0%	0,1%	✓
1 SD (%)*	0,1%	0,0%	0,1%	* relativno standardno odstopanje v %

6. TEHNIČNA KAKOVOST SLIK

6.2. Fizikalne lastnosti slik

6.2.1. Prostorska ločljivost in 6.2.2. Kontrastna ločljivost

Namen in izvedba testa:	Prostorsko in kontrastno ločljivost ter dinamično območje slik preverjamo s pomočjo slikanja testnih fantomov.
Dopustno odstopanje:	Ni absolutnega standarda.
Nastavitve in pogoji:	Fantom: QUART dent/digitest M2 Napetost: 60 kV Tok: 8 mA Čas eksp.: 140 ms

Prostorska ločljivost: 10,0 lp/mm
 Kontrastna ločljivost: vidnih je 6 objektov od 6

6.2.3. Dinamično območje

Namen in izvedba testa:	Prostorsko in kontrastno ločljivost ter dinamično območje slik preverjamo s pomočjo slikanja testnih fantomov.
Dopustno odstopanje:	Na sliki testnega fantoma morajo biti razločeni območji za simulacijo kariesa in območji za simulacijo dlesni in lica.
Nastavitve in pogoji:	Fantom: Leeds TO UniDENT Napetost: 60 kV Tok: 8 mA Čas eksp.: 140 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

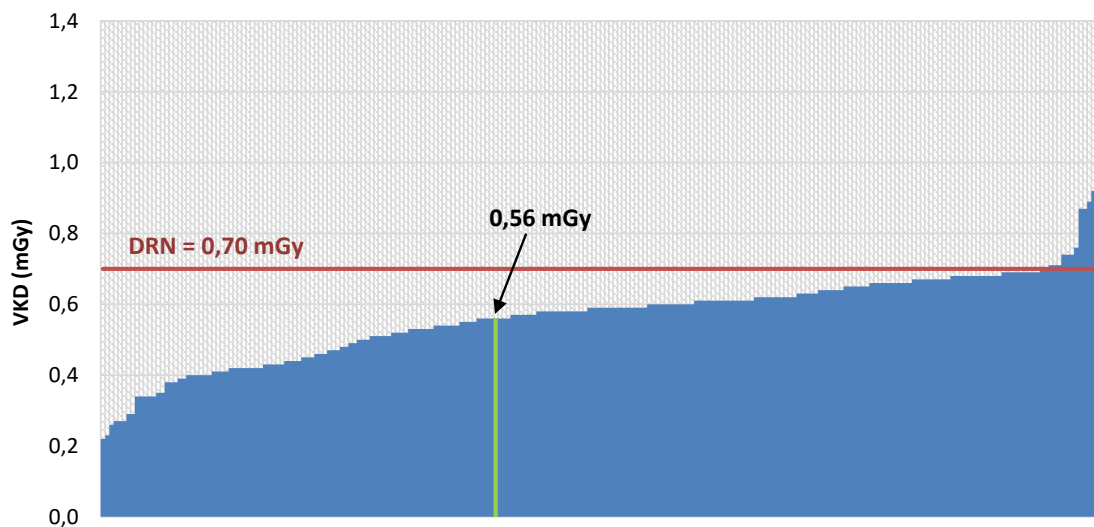
Namen in izvedba testa:	Na podlagi meritve vstopne kožne doze VKD pri ekspozicijskih parametrih, ki se uporabljajo za slikanje zgornje petice odraslega pacienta, preverimo obsevanost pacientov. Meritve doze na slikovni sprejemnik Kss opravimo s fantomom 6 mm Al.		
Dopustno odstopanje:	Izmerjena VKD ne sme preseči diagnostičnega referenčnega nivoja DRN. Doza na slikovni sprejemnik ne sme preseči 200 μ Gy za digitalne slikovne sprejemnike.		
Nastavitve in pogoji:	Napetost:	60 kV	
	Tok:	8 mA	
	Čas eksp.:	140 ms	

Meritev VKD: 0,56 mGy

DRN: 0,7 mGy

Razmerje: 80% ✓

Meritev Kss: 101 μ Gy



VKD izmerjene v Sloveniji v letu 2024, 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 presegati 25%.
Nastavitve in pogoji: -

<i>Uo</i> (kV)	<i>I</i> (mA)	<i>t</i> (ms)	<i>K (mGy)</i>		<i>Razlika</i> (%)	
			<i>na aparatu</i>	<i>izmerjena</i>		
60	8	50	0,24	0,19	27%	✗
60	8	100	0,49	0,39	24%	✓
65	8	100	0,56	0,45	23%	✓
60	8	140	0,68	0,56	22%	✓
65	8	200	1,12	0,92	21%	✓
70	8	320	2,04	1,68	21%	✓

<i>Uo</i> (kV)	<i>I</i> (mA)	<i>t</i> (ms)	<i>DAP (mGy cm²)</i>		<i>Razlika</i> (%)	
			<i>na aparatu</i>	<i>izmerjena</i>		
60	8	50	5,9	2,97	99%	✗
60	8	100	11,7	6,21	88%	✗
65	8	100	13,5	7,16	89%	✗
60	8	140	16,3	8,79	86%	✗
65	8	200	26,8	14,55	84%	✗
70	8	320	48,5	26,51	83%	✗

10 Strokovno mnenje in predlagani ukrepi

Opravljen je bil redni letni pregled intraoralnega rentgenskega aparata MYRAY HyperSphere, ki je nameščen v ordinaciji Zdravstvene postaje Bizeljsko. V sklopu pregleda smo 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 tehnično brezhiben, vsi merjeni ekspozicijski parametri so bili v času pregleda v okviru dopustnih odstopanj oziroma pričakovanih vrednosti.

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

Preverili smo tudi pravilnost vrednosti doze oziroma produkta doze in površine sevalnega polja (DAP). Izpisane vrednosti doze na aparatu se večinoma (razen za zelo kratke ekspozicijske čase) dobro ujemajo z izmerjenimi, odstopanje znaša do 25 %, kar je znotraj dovoljenih toleranc. Izpisane vrednosti DAP pa veljajo za primer krožne, ne pravokotne kolimacije snopa, zato so izmerjene vrednosti znatno nižje od izpisanih.

Obsevanost pacientov

Izmerjena vstopna kožna doza (VKD) pri ekspozicijskih parametrih, ki se uporabljajo za slikanje zgornje petice odraslih pacientov (60 kV, 8 mA, 140 ms) je bila 0,56 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 malenkost na ravno naravnega ozadja. V ordinaciji so hitrosti doze med slikanjem relativno visoke. V času trajanja ene ekspozicije smo ob pacientu (fantomu) izmerili prejeto efektivno dozo 0,73 μSv .

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

Potekla je veljavnost dovoljenja za uporabo rentgenskega aparata. Na Upravi RS za varstvo pred sevanji (URSVS) je potrebno zaprositi za njegovo podaljšanje. Aparat sicer trenutno ni v uporabi, saj paciente na rentgensko slikanje zob običajno pošiljajo v Brežice.

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

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:	01.10.2025
Datum poročila:	11.11.2025
Meritve opravil:	dr. TIMON MEDE, univ. dipl. fiz.
Proizvajalec (Tip naprave):	MYRAY (HYPERSPHERE)
Številka naprave:	706H0487
Tip, številka RTG cevi:	Toshiba D-041, 8A34440
Napetost, tok:	60 / 65 / 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 (Ver. 7): *Merjenje doze in hitrosti doze s prenosnimi merilniki ionizirajočega sevanja.*

MERILNIKI

Merilnik hitrosti doze:	VICTOREEN 451P sonda Vgrajena št. 834A
POGOJI MERITVE	
Tip meritve:	simulirano delovanje - Vodni fantom (5L) na stomatološkem stolu
Napetost:	70 kV
Tok/tokovni sunek:	8 mA
Lokacija:	Zdravstvena postaja Bizeljsko, Bizeljska cesta 49
Ostalo	$t = 250 \text{ ms}$

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

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

Merilno mesto	Hitrost doze ($\mu\text{Sv/h}$)	Doza (μSv)
Ozadje	0,1	
HODNIK		
za vrati	3,8	0,02
za steno (nadzorna točka)	0,2	
ČAKALNICA		
za vrati	3,9	0,01
za steno (pri stolih)	0,3	
ZUNAJ		
za okni	25	
V ORDINACIJI		
ob pacientu		0,73
ob vratih na hodnik		0,03
ob vratih v čakalnico		0,02

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:	01.10.2025
Datum poročila:	11.11.2025
Meritve v koristnem snopu opravil:	dr. TIMON MEDE, univ. dipl. fiz.
Proizvajalec (Tip naprave):	MYRAY (HYPERSPHERE)
Številka naprave:	706H0487
Tip, številka RTG cevi:	Toshiba D-041, 8A34440
Napetost, tok:	60 / 65 / 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 (Ver. 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.

Uo (kV)	It (mAs)	K (mGy)
60	0,40	0,19
65	0,80	0,45
60	1,12	0,56
65	1,60	0,92
70	2,56	1,68