



Center za fizikalne meritve
Laboratorij za dozimetrijo

Številka poročila: LDOZ-3620/2024
Datum: 09.07.2024

Poročilo o pregledu rentgenskega aparata CARESTREAM - CS 2200

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

Številka pregledanega vira (ZVD): 3620
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:	CARESTREAM
Tip naprave:	CS 2200
Številka naprave:	GEXK004
Tip RTG cevi:	CEI OCX/65-GC
Številka RTG cevi:	1070868
Napetost:	60 kV / 70 kV
Tok:	7 mA
Gorišča:	0,7 mm
Filtracija:	> 1,5 mm Al
Datum začetka uporabe:	27.09.2018



Slika 1: Rentgenski aparat CARESTREAM CS 2200

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: Zobna ordinacija v dislocirani ambulanti na Trdinovi 1, 8250 Brežice

Razvrstitev območij

Nadzorovana: Del ordinacije do razdalje 1 m od slikanega pacienta.

Opazovana: Preostali del ordinacije.



Slika 2: Shematski tloris namestitve RTG aparata v zobni ambulanti.

4 Osebe

Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji: GRAMC PATRICIJA

Število delavcev: 1

Razvrstitev delavcev: Razred B.

Dozimetrija: Mesečna (ZVD).

Ocena letnih doz: Zelo nizka (pod 0,1 mSv).

Dozna ograda: 0,1 mSv mesečno.

Zdravniški pregledi: -

Usposabljanje osebja: Potrebno opraviti vsakih 5 let.

5 Dokumenti sistema varstva pred sevanji

Varstvo delavcev in posameznikov iz prebivalstva

Oznaka dokumenta:	NVD-4265
Datum izdaje:	02.10.2018
Avtor:	dr. JAKA KOVAČ, univ. dipl. fiz.

Varstvo pacientov

Oznaka dokumenta:	PRP-6769
Datum izdaje:	09.07.2024
Avtor:	NINA ŠKOF, 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:*	18601-176/2018-2
Datum izdaje:	12.11.2018
Veljavnost dovoljenja:**	12.11.2023

*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 dodatno ščitena pred ionizirajočim sevanjem a so stene masivne.
Varnostni sistemi:	Posebnih varnostnih sistemov ni.
Opozorilni sistemi:	Zvočni signal na aparatu med ekspozicijo.
Administrativni ukrepi:	
Varovalna oprema:	Ustrezna svinčena ščitnična zaščita.
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 _{ss}	✗	
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: 23 cm

Uo (kV)	I (mA)	t (ms)	K (mGy)	K/t (mGy/s)	*Y=K/P _{it} (μGy/mAs)	**HVL (mm Al)
60	7	50	0,28	5,7	42,4	1,90
60	7	100	0,56	5,7	42,6	1,92
70	7	200	1,58	7,9	59,5	2,25
70	7	320	2,50	7,9	59,1	2,26

* 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 = 2,3 mm Al ✓

4.2. Ujemanje izmerjenih vrednosti z nastavljenimi

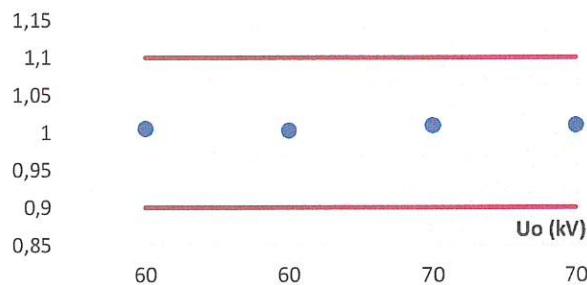
4.2.1. Ujemanje nastavljenih vrednosti anodne napetosti z izmerjenimi

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	60,3	0,5% ✓
60	60,2	0,3% ✓
70	70,7	1,0% ✓
70	70,7	1,0% ✓



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	49,2	1,7% ✓
100	98,8	1,2% ✓
200	199,3	0,4% ✓
320	318,7	0,4% ✓

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:	70 kV
Tok:	7 mA
Čas eksp.:	72 ms

Meritev:	Uo (kV)	t (ms)	K (mGy)	
	70,7	70,8	0,564	
	70,9	70,8	0,553	
	70,7	70,8	0,554	
povprečje	70,8	70,8	0,557	
Najv. odst.	0,2%	0,0%	1,3%	✓
1 SD (%)*	0,1%	0,0%	1,1%	* 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: IBA DigiDent Napetost: 70 kV Tok: 7 mA Čas eksp.: 72 ms

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

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: 70 kV Tok: 7 mA Čas eksp.: 72 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:

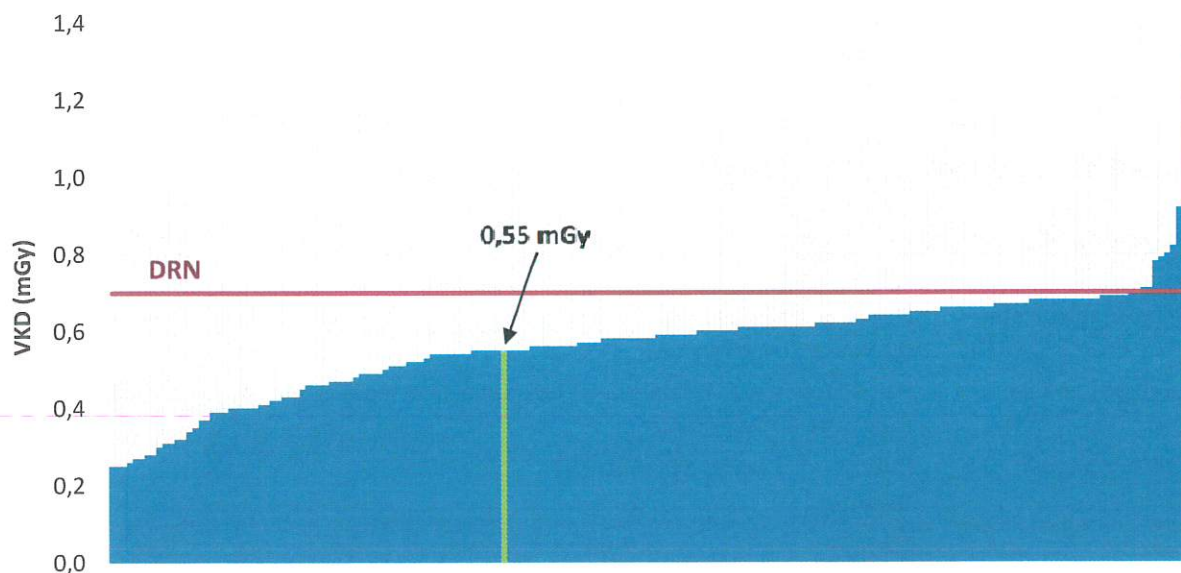
Napetost:	70 kV
Tok:	7 mA
Čas eksp.:	72 ms

Meritve VKD: 0,55 mGy

DRN: 0,7 mGy

Razmerje: 79% ✓

Meritve Kss: 117 μ Gy ✓



VKD izmerjene v Sloveniji v letu 2022, 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_o</i> (kV)	<i>I</i> (mA)	<i>t</i> (ms)	<i>K</i> (mGy)		<i>Razlika</i> (%)	
			<i>na aparatu</i>	<i>izmerjeno</i>		
60	7	50	0,30	0,28	7%	✓
60	7	100	0,61	0,56	8%	✓
70	7	200	1,71	1,58	9%	✓
70	7	320	2,73	2,50	9%	✓

10 Strokovno mnenje in predlagani ukrepi

Opravljen je bil redni letni pregled intraoralnega zobnega rentgenskega aparata Carestream CS 2200. V sklopu pregleda samo opravili pregled tehnične kakovosti rentgenskega aparata, izmerili sevalne razmere pri njegovi uporabi in preverili ukrepe varstva pred sevanji. Pri uporabi RTG aparata od prejšnjega leta ni prišlo do sprememb.

Meritve parametrov tehnične kakovosti

Rentgenski aparat je tehnično brezhiben, vsi 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.

Preverili smo tudi pravilnost vrednosti doze, ki jih izpiše rentgenski aparat. Izpisane vrednosti na aparatu so malenkost višje od izmerjenih. Odstopanje znaša do največ 9 %.

Obsevanost pacientov

Izmerjena vstopna kožna doza (VKD) pri ekspozicijskih parametrih, ki se uporabljajo za slikanje zgornje petice odraslih pacientov (70 kV, 7 mA, 72 ms) je bila 0,55 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 vendar so stene masivne, tako da v sosednjih prostorih ni zaznati sevanja and naravnim ozadjem (izjema je del čakalnice, tik pred vrati v ordinacijo). V ordinaciji ob pacientu so hitrosti doze relativno visoke. Ob simuliranem slikanju smo ob pacientu izmerili dozo 0,72 μ Sv. Slikanje se praviloma izvaja v ordinaciji tako, da se izvajlka slikanj umakne na oddaljenost cca 2-3 m od pacienta. Doza, ki jo prejme na ekspozicijo v tem primeru ne presega 0,02 μ Sv.

Ukrepi varstva pred sevanji

Varovalna oprema je ustrezna in na voljo v zadostnem številu.

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

Pregledani ukrepi in ostale pripombe

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

Naročnik:	ZDRAVSTVENI DOM BREŽICE, ČERNELČEVA CESTA 8, 8250 Brežice
Številka pregledanega vira (ZVD):	3620
Koda vira:	ZR-DR (Zobni intraoralni rentgenski aparat - digitalni)
Datum meritev:	05.07.2024
Datum poročila:	09.07.2024
Meritve opravil:	NINA ŠKOF, dipl. fiz.
Proizvajalec (Tip naprave):	CARESTREAM (CS 2200)
Številka naprave:	GEXK004
Tip, številka RTG cevi:	CEI OCX/65-GC, 1070868
Napetost, tok:	60 kV / 70 kV, 7 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: 7 mA

Lokacija: Zobna ordinacija v dislocirani ambulanti na Trdinovi 1, 8250 Brežice

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 (μSv)
Ozadje	0,1	
KUHINJA		
sredina	0,3	
ČAKALNICA		
za vrati	1,5	
za steno	0,1	
SOSEDNI PREGRAJEN PROSTOR		
za pregrado	4,4	
ZUNAJ (1. nadstropje)		
pred oknom ordinacije	-	
V ORDINACIJI		
nadzorna točka		0,02
ob pacientu		0,74
ob pisalni mizi	5,2	

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):	3620
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):	CARESTREAM (CS 2200)
Številka naprave:	GEXK004
Tip, številka RTG cevi:	CEI OCX/65-GC, 1070868
Napetost, tok:	60 kV / 70 kV, 7 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: Zobna ordinacija v dislocirani ambulanti na Trdinovi 1, 8250 Brežice

Pogoji okolja: Popravek zaradi temperature in tlaka ni potreben

Temperatura:

Tlak:

Razdalja gorišče - merilnik: 0,23 m

Tabela 2: Meritve kerme v zraku.

U _o (kV)	I _t (mAs)	K (mGy)
60	0,70	0,56
70	1,40	1,58