



Center za fizikalne meritve
Laboratorij za dozimetrijo

Številka poročila: LDOZ-4351/2025
Datum: 20.06.2025

Poročilo o pregledu rentgenskega aparata **PLANMECA - PROX**

Naročnik:	ZDRAVSTVENI DOM BREŽICE (144) ČERNELČEVA CESTA 8 8250 Brežice
Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji:	PATRICIJA GRAMC
Številka pregledanega vira (ZVD):	4351
Koda vira:	ZR-DR (Zobni intraoralni rentgenski aparat - digitalni)
Datum pregleda:	20.06.2025
Veljavnost pregleda:	20.06.2026
Poslano:	Dokument je lahko izdelan v elektronski ali tiskani obliki in vsebuje skupaj 11 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!
Pregled vira opravil in poročilo izdelal:	Naročnik, Uprava RS za varstvo pred sevanji, Arhiv ZVD
Poročilo pregledal:	ANDRAŽ KORITNIK, mag. med. 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-1O) in Pravilnikom o uporabi virov sevanja in sevalni dejavnosti (Uradni list RS, št. 27/18).

1 Podatki o rentgenskem aparatu

Proizvajalec:	PLANMECA
Tip naprave:	PROX
Številka naprave:	ITPX19040238
Tip RTG cevi:	D-041SB
Številka RTG cevi:	1J95669
Napetost:	60 kV do 70 kV
Tok:	2 mA do 8 mA
Gorišča:	0,4 mm
Filtracija:	2,5 mm Al
Datum začetka uporabe:	07.12.2023



Slika 1: Rentgenski aparat PLANMECA PROX

2 Namen uporabe vira

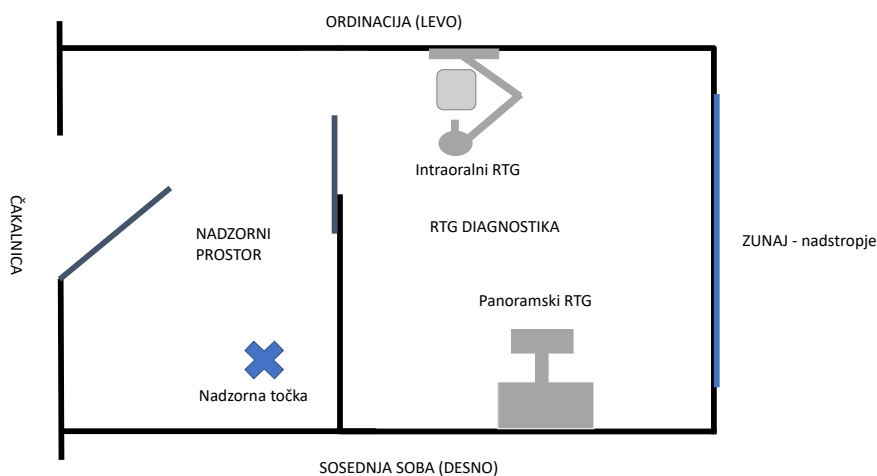
Namen uporabe:	Intraoralno rentgensko slikanje zob
Uporabnik vira:	ZDRAVSTVENI DOM BREŽICE ČERNELČEVA CESTA 8 8250 Brežice

3 Namestitev rentgenskega aparata

Namestitev:	Stacionarni
Lokacija:	Zobna RTG diagnostika

Razvrstitev območij

Nadzorovana:	Območje prostora zobne diagnostike z RTG aparati do okoli 1 m od slikanega pacienta.
Opazovana:	Preostali deli prostora zobne diagnostike, kjer so nameščeni RTG aparati.



Slika 2: Shematski tloris prostorov.

4 Osebje

Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji:	GRAMC PATRICIJA
Število delavcev:	1 radiološka inženirka in nekaj zobozdravnikov
Razvrstitev delavcev:	Niso razvrščeni kot sevanju izpostavljeni delavci.
Dozimetrija:	Mesečno (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-6509
Datum izdaje:	03.01.2024
Avtor:	dr. JAKA KOVAČ, univ. dipl. fiz.

Varstvo pacientov

Oznaka dokumenta:	PRP-6511
Datum izdaje:	03.01.2024
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:*	18601-3/2024-2
Datum izdaje:	31.01.2024
Veljavnost dovoljenja:**	31.01.2029

*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:	Rtg cev je v zaščitnem svinčenem ohišju
Zaščita prostora:	Stene prostora so masivne, le proti nadzornem prostoru je montažna stena. Vrata in stena proti nadzornem prostoru so dodatno zaščitene s svinčeno pločevino.
Varnostni sistemi:	Jih ni.
Opozorilni sistemi:	Zvočni in svetlobni signal med ekspozicijo.
Administrativni ukrepi:	Ni posebnih administrativnih ukrepov.
Varovalna oprema:	Zaščita za ščitnico za paciente. Za izvajalca slikanja zaščita ni potrebna.
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 nastavitev		
4.3.1.	Ponovljivost	✓	+
4.3.2.	Linearnost	✗	
4.4.	Velikost gorišč	✗	
5.	AVTOMATSKI SISTEMI	P	Ocena
5.1.	Osnovna nastavitve sistema		
5.1.1.	Sistemska doza K _{ss}	✗	
5.1.2.	Ponovljivost	✗	
5.2.	Pravilno delovanje nastavitev		
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 nastavitev (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 (#CB2-07040134) s sondo vgrajena (#CB2-07040134)

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	5	50	0,11	2,2	46,3	2,34
63	6	80	0,24	3,0	50,9	2,44
66	7	100	0,39	3,8	56,4	2,52
70	8	125	0,61	4,9	62,6	2,68

* 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

filter (mm Al)	K (mGy)	K/Ko (%)
0	0,782	100,0
2	0,451	57,7
3	0,360	46,0
HVL =	2,6 mm Al	



4.2. Ujemanje izmerjenih vrednosti z nastavljenimi

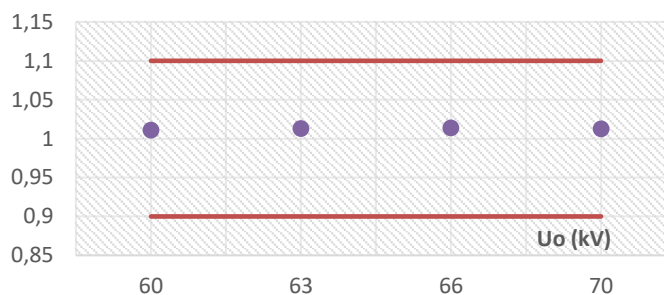
4.2.1. Ujemanje nastavljenih vrednosti anodne napetosti z izmerjenimi

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	60,7	1,1% ✓
63	63,8	1,3% ✓
66	66,9	1,4% ✓
70	70,9	1,3% ✓



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	50,7	1,4% ✓
80	79,8	0,2% ✓
100	100,4	0,4% ✓
125	124,9	0,0% ✓

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:	63 kV
Tok:	8 mA
Čas eksp.:	100 ms

Meritev:	Uo (kV)	t (ms)	K (mGy)	
	63,8	99,4	0,396	
	63,7	100,4	0,398	
	63,7	100,4	0,398	
povprečje	63,8	100,0	0,397	
Najv. odst.	0,1%	0,7%	0,2%	✓
1 SD (%)*	0,1%	0,6%	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

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: 63 kV
 Tok: 8 mA
 Čas eksp.: 100 ms

Prostorska ločljivost: 10,0 lp/mm

Kontrastna ločljivost: 6 od 6 (vidnost obj.)

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: 63 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 μGy za digitalne slikovne sprejemnike.

Nastavitve in pogoji:

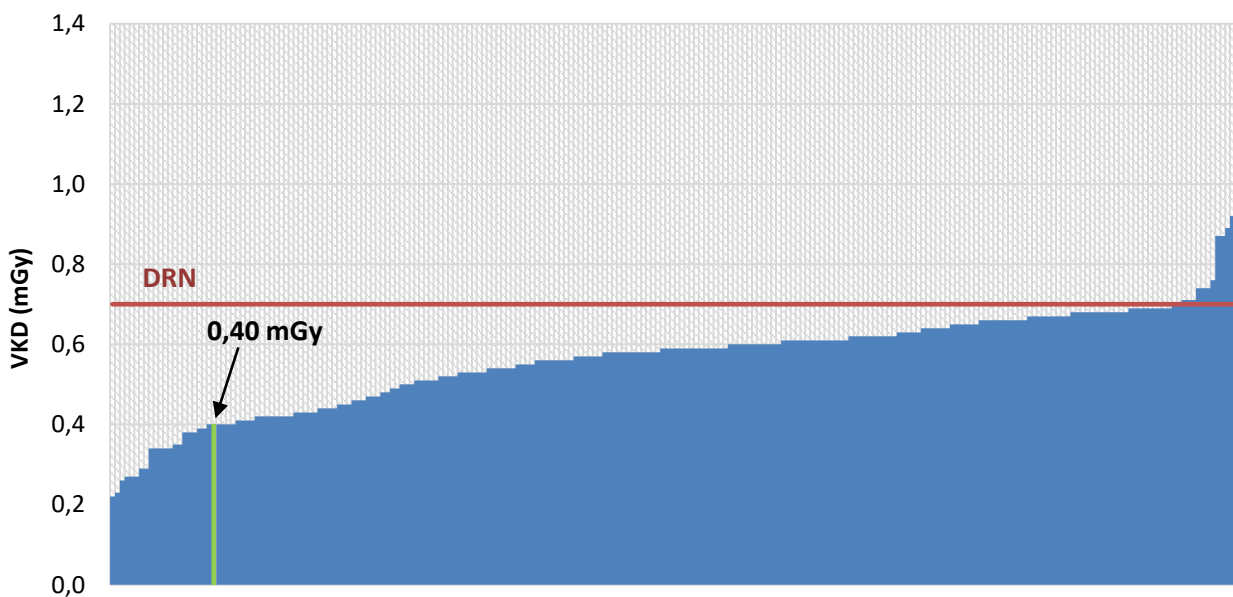
Napetost:	63 kV
Tok:	8 mA
Čas eksp.:	100 ms

Meritve VKD: 0,40 mGy

DRN: 0,7 mGy

Razmerje: 57% ✓

Meritve Kss: 97 μGy ✓



VKD izmerjene v Sloveniji v letu 2024, kjer se pri slikanju uporablja direktna digitalna radiografija.

10 Strokovno mnenje in predlagani ukrepi

Opravili smo letni pregled rentgenskega aparata za intraoralno slikanje zob Planmeca ProX. RTG aparat je nameščen v zobni diagnostiki v ZD Brežice. Preverili smo tehnično kakovost novega rentgenskega aparata, izvajanje ukrepov varstva pred sevanji in meritve sevalnih razmer med delovanjem aparata.

Pri načinu uporabe aparata ni prišlo do sprememb.

Meritve parametrov tehnične kakovosti

Rentgenski aparat je 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.

Obsevanost pacientov

Za slikanje zgornje petice odraslih pacientov se bo predvidoma uporabljala nastavitev 63 kV, 8 mA in 100 ms. Pri teh parametrih je bila izmerjena vstopna kožna doza (VKD) 0,40 mGy, kar je pod slovenskim diagnostičnim referenčnim nivojem (0,70 mGy za direktno digitalno tehniko slikanja).

Meritve sevalnih razmer

Aparat je nameščen v zobni diagnostiki v ZD Brežice. Diagnostični prostor, kjer je nameščen rentgenski aparat, je dodatno ščiteno pred sevanjem in omogoča varno izvajanje sevalne dejavnosti. V sosednjih prostorih so hitrosti doz le na ravni naravnega ozadja. V diagnostiki so hitrosti doze visoke, pri simuliranem slikanju smo ob pacientu izmerili 0,9 μ Sv na ekspozicijo.

Ukrepi varstva pred sevanji

Opozorilni zvočni signal na aparatu je v času pregleda deloval brezhibno. Za paciente je na voljo zaščita.

Ostale 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):	4351
Koda vira:	ZR-DR (Zobni intraoralni rentgenski aparat - digitalni)
Datum meritev:	20.06.2025
Datum poročila:	20.06.2025
Meritve opravil:	ANDRAŽ KORITNIK, mag. med. fiz.
Proizvajalec (Tip naprave):	PLANMECA (PROX)
Številka naprave:	ITPX19040238
Tip, številka RTG cevi:	D-041SB, 1J95669
Napetost, tok:	60 kV do 70 kV, 2 mA do 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. 1303
POGOJI MERITVE	
Tip meritve:	simulirano delovanje - vodni fantom.
Napetost:	70 kV
Tok/tokovni sunek:	8 mA
Lokacija:	Zobna RTG diagnostika
Ostalo	$t = 200$ 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 ($\mu\text{Sv/h}$)	Hitrost doze ($\mu\text{Sv/h}$)
Ozadje	0,1	
Nadzorno mesto	0,1	
Za vrati nadzorngga prostora	0,1	
Za steno nadzorngga prostora	0,1	
Sosednja ordinacija (levo) za steno	0,1	
Sosednji prostor (desno) za steno	0,1	
Ob fantomu		0,9

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):	4351
Koda vira:	ZR-DR (Zobni intraoralni rentgenski aparat - digitalni)
Datum meritev:	20.06.2025
Datum poročila:	20.06.2025
Meritve v koristnem snopu opravil:	ANDRAŽ KORITNIK, mag. med. fiz.
Proizvajalec (Tip naprave):	PLANMECA (PROX)
Številka naprave:	ITPX19040238
Tip, številka RTG cevi:	D-041SB, 1J95669
Napetost, tok:	60 kV do 70 kV, 2 mA do 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 vgrajena št. CB2-07040134
POGOJI MERITVE	
Lokacija:	Zobna RTG diagnostika
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	0,25	0,11
63	0,48	0,24
66	0,70	0,39
70	1,00	0,61