



Center za fizikalne meritve
Laboratorij za dozimetrijo

Številka poročila: LDOZ-4352/2026
Datum: 17.07.2026

Poročilo o pregledu rentgenskega aparata PLANMECA - PROMAX 3D

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

Številka pregledanega vira (ZVD): 4352
Koda vira: ZT-DR (Zobni panoramski RTG - digitalni)
Datum pregleda: 08.07.2026
Veljavnost pregleda: 08.07.2027

Dokument je lahko izdelan v elektronski ali tiskani obliki in vsebuje skupaj 12 strani. Poročilo vsebuje priloge:
→ Poročilo o meritvah sevalnih razmer
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: ANDRAŽ KORITNIK, mag. med. fiz.

Poročilo pregledal: mag. BOŠTJAN DROLČ, 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:	PLANMECA
Tip naprave:	PROMAX 3D
Številka naprave:	KPP19106837
Tip RTG cevi:	D-054SB
Številka RTG cevi:	1G47684
Napetost:	60 kV - 90 kV
Tok:	1 mA - 16 mA
Gorišča:	0,5 mm
Filtracija:	2,5 mm Al + 0,5 mm Cu (CBCT)
Datum začetka uporabe:	12.05.2023



Slika 1: Rentgenski aparat PLANMECA PROMAX 3D

2 Namen uporabe vira

Namen uporabe:	Uporabljal se bo samo za panoramsko slikanje zob. Ob nadgradnji (zamenjava detektorja) pa bi aparat omogočal tudi CBCT slikanje (trenutno ni predvideno).
Uporabnik vira:	ZDRAVSTVENI DOM BREŽICE ČERNELČEVA CESTA 8 8250 Brežice

3 Namestitev rentgenskega aparata

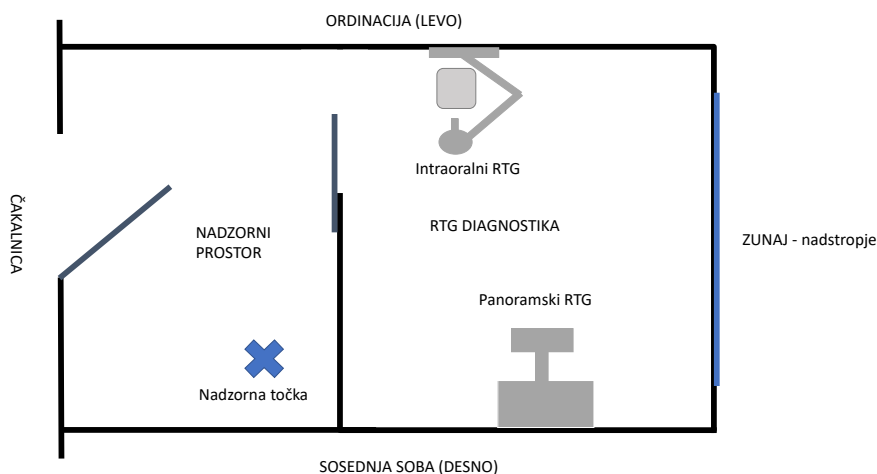
Namestitev: Stacionarni

Lokacija: Zobna RTG diagnostika

Razvrstitev območij

Nadzorovana: Zobna RTG diagnostika (prostor kjer se nahajajo RTG aparati).

Opazovana: Niso določena.



Slika 2: Shematski tlorski prostorov.

4 Osebe

Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji: Tina Nikolić

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-6510
Datum izdaje:	03.01.2024
Avtor:	dr. JAKA KOVAČ, univ. dipl. fiz.

Varstvo pacientov

Oznaka dokumenta:	PRP-6512
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:*	18601-4/2024-4
Datum izdaje:	31.01.2024
Veljavnost dovoljenja:**	31.01.2029

*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 se nahaja v zaščitnem ohišju.
Zaščita prostora:	Prostor ima deloma masivne stene, montažne stene (tudi predelna stena proti nadzorni točki) pa so obložene z namenskimi zaščitnimi mavčnimi ploščami (2 plošči). Masivne stene so obložene z eno zaščitno mavčno ploščo. Vrata niso dodatno ščitena pred sevanjem.
Varnostni sistemi:	Stikalo za izklop v sili na aparatu.
Opozorilni sistemi:	Zvočni signal med ekspozicijo.
Administrativni ukrepi:	
Varovalna oprema:	Za paciente je na razpolago svinčeno pregrinjalo (predpasnik).
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 EKSPOZICIJI	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 (slika homogenega objekta)	✗	
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.

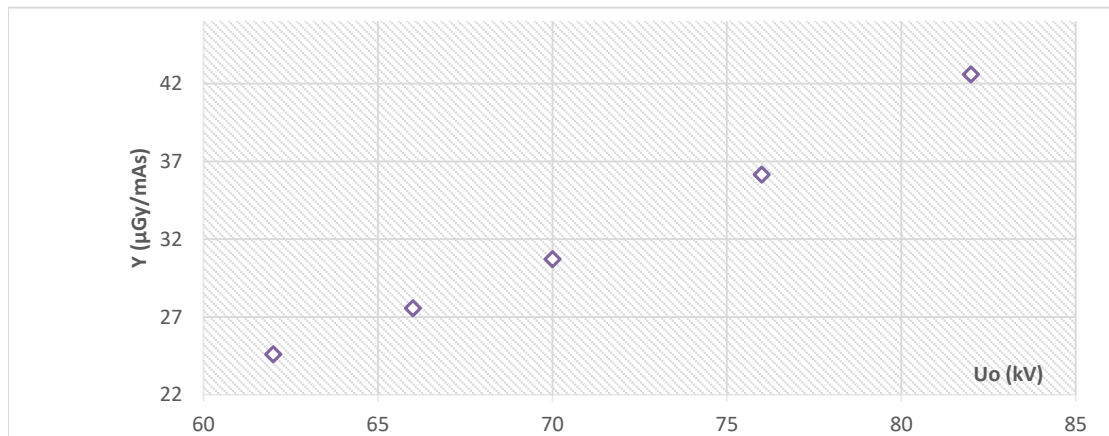
Dopustno odstopanje: Absolutni standard za zobno rentgensko diagnostiko ne obstaja.

Nastavitve in pogoji: FDD: 0,48 m

U_0 (kV)	I (mA)	t (s)	K (mGy)	K/t (mGy/s)	$*Y=K/P_{It}$ ($\mu\text{Gy/mAs}$)	$**HVL$ (mm Al)
62	5,0	13,9	7,42	0,52	24,6	2,84
66	8,0	16,3	15,59	0,96	27,5	3,02
70	12,5	16,6	27,66	1,64	30,7	3,20
76	11,0	16,3	28,13	1,72	36,2	3,49
82	11,0	16,6	33,75	2,01	42,6	3,78

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

** Ocenjena razpolovna debelina (HVL)



Odvisnost specifične vrednosti kerme Y od anodne napetosti U_0

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 2,1 mm Al merjeno pri 70 kV (oz. 2,3 mm Al merjeno pri 80 kV).

Nastavitve in pogoji: Napetost: 70 kV

<i>filter</i> (mm Al)	<i>K</i> (mGy)	<i>K/Ko</i> (%)	
HVL =	3,2 mm Al		✓ iz output-a

4.2. Ujemanje izmerjenih vrednosti z nastavljenimi

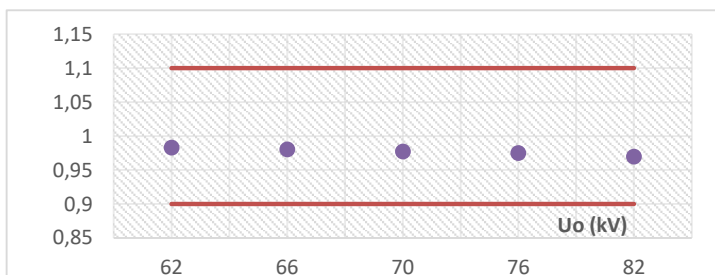
4.2.1. Ujemanje nastavljenih vrednosti anodne napetosti z izmerjenimi

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: -

<i>Anodna napetost (kV)</i>			
<i>nastavljena</i>	<i>izmerjena</i>	<i>odstopanje</i>	
62	61,0	1,7%	✓
66	64,7	1,9%	✓
70	68,4	2,3%	✓
76	74,1	2,5%	✓
82	79,5	3,0%	✓



Odstopanje izmerjene vrednosti Uo od izbrane

4.2.2. Ujemanje nastavljenih vrednosti trajanja ekspozicije z izmerjenimi

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

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

Nastavitve in pogoji: -

Nastavljen čas: 16,30 s
 Meritev: 16,31 s
 Odstopanje: 0,1% ✓

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:	66 kV
Tok:	8 mA
Čas eksp.:	16,3 s

	<i>U_o</i> (kV)	<i>t</i> (s)	<i>K</i> (mGy)	
	64,7	16,3	15,56	
	64,7	16,3	15,57	
	64,7	16,3	15,59	
<i>povprečje</i>	64,7	16,3	15,57	
<i>Najv. odst.</i>	0,0%	0,0%	0,1%	✓
<i>1 SD (%)*</i>	0,0%	0,0%	0,1%	

* relativno standardno odstopanje v %

7. OBSEVANOST PACIENTOV

7.1. Obsevanost pacientov pri panoramskem slikanju zob

Namen in izvedba testa: Na podlagi meritve produkta doze in površine sevalnega polja DAP pri ekspozicijskih parametrih, ki se uporabljajo za panoramsko slikanje zob odraslega pacienta, preverimo obsevanost pacientov.

Dopustno odstopanje: Izmerjen DAP ne sme preseči diagnostičnega referenčnega nivoja DRN.

Nastavitve in pogoji: Način: 3/5 (M) velikost

Napetost: 66 kV

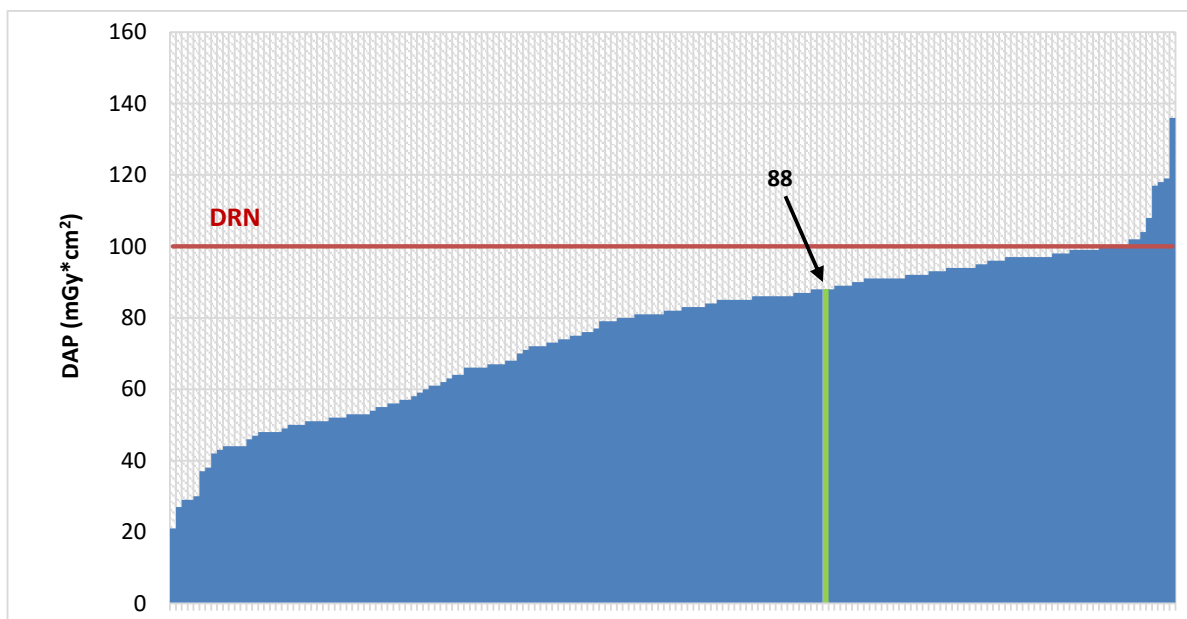
Tok: 8 mA

Čas eksp.: 16,3 s

Meritev DAP: 88 mGy·cm²

DRN: 100 mGy·cm²

Razmerje: 88% ✓



Aktualne vrednosti DAP izmerjene pri panoramskem slikanju zob na rentgenskih aparatih v Sloveniji.

7.2. Preverjanje vgrajenega merilnika DAP

Namen in izvedba testa: Delovanje vgrajenega merilnika produkta doze in površine polja DAP neodvisno preverimo z merjenjem kerme v zraku K in površine polja z GAF filmom ali pa z neodvisnim merilnikom DAP.

Dopustno odstopanje: Odstopanje izpisane vrednosti DAP od izmerjene 25%.

Nastavitve in pogoji: -

Panoramsko slikanje

<i>Uo</i> (kV)	<i>I</i> (mA)	<i>t</i> (s)	<i>K</i> (mGy)	<i>DAP (mGy*cm²)</i>		<i>Razlika</i> (%)	
				<i>na aparatu</i>	<i>izmerjen</i>		
62	5	13,9	7,42	41	42	-2%	✓
66	8	16,3	15,59	102	88	17%	✓
70	13	16,6	27,66	185	155	19%	✓
76	11	16,3	28,13	190	158	20%	✓
82	11	16,6	33,75	230	189	21%	✓

Površina 5,9 cm² merjena na 49 cm
Kerma v zraku merjena na razdalji 48 cm

10 Strokovno mnenje in predlagani ukrepi

Opravljen je bil letni pregled panoramskega zobnega rentgenskega aparata Planmeca ProMax 3D v ZD Brežice. Aparat omogoča le panoramsko slikanje zob, a ga je mogoče nadgraditi za izvedbo CBCT preiskav (ob nabavi dodatnega detektorja). V sklopu pregleda smo preverili tehnične parametre rentgenskega aparata, ukrepe varstva pred sevanji in opravili meritve sevalnih razmer pri delovanju aparata.

Od prejšnjega pregleda pri načinu uporabe 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.

Preverili smo tudi pravilnost vrednosti DAP, ki jo izpiše rentgenski aparat. Izpisane vrednosti se dobro ujemajo z izmerjenimi (odstopanje znaša do 20 %).

Obsevanost pacientov

Aparat ima prednastavljene vrednosti ekspozicijskih parametrov za posamezno preiskavo, ki jih izvajalec posega izbere z izbiro velikosti pacienta (na razpolago je 5 stopenj/velikosti: XS, S, M, L in XL).

Za panoramsko slikanje odraslih pacientov se bo predvidoma izbralo srednjo velikost pacienta - M (eksp. parametri: 66 kV, 8 mA, 16,3 s), pri katerih je bila izmerjena vrednost DAP (produkt doze in površine sevalnega polja) 88 mGy*cm². Slovenski diagnostičen referenčni nivo (DRN) pri panoramskem slikanju je 100 mGy*cm². Izmerjena vrednost DAP je pod ravno nacionalnega DRN-ja.

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 oz. malo nad njim (pod 1 µSv/h na dostopnih mestih). V diagnostiki so hitrosti doze visoke, pri simuliranem slikanju smo ob pacientu izmerili okoli 1,1 µSv na ekspozicijo.

Ukrepi varstva pred sevanji

Za izvajalca slikanje osebna varovalna oprema ni potrebna, za paciente je na razpolago svinčeno pregrinjalo/plašč.

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

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):	4352
Koda vira:	ZT-DR (Zobni panoramski RTG - digitalni)
Datum meritev:	08.07.2026
Datum poročila:	17.07.2026
Meritve opravil:	ANDRAŽ KORITNIK, mag. med. fiz.
Proizvajalec (Tip naprave):	PLANMECA (PROMAX 3D)
Številka naprave:	KPP19106837
Tip, številka RTG cevi:	D-054SB, 1G47684
Napetost, tok:	60 kV - 90 kV, 1 mA - 16 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 - brez fantoma
Napetost:	78 kV
Tok/tokovni sunek:	10 mA
Lokacija:	Zobna RTG diagnostika
Ostalo	16,3 s

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	0,3	
Za steno nadzorngga prostora	0,3	
Delno odprta vrata (ob odprtini vrati)		0,07
Delno odprta vrata (ob vratih)	18	
Sosednja ordinacija (levo) za steno	0,1	
Sosednji prostor (desno) za steno	0,1	
Ob pacientu		1,1