



Center za fizikalne meritve  
Laboratorij za dozimetrijo

Številka poročila: LDOZ-4351/2023  
Datum: 04.01.2024

## 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:	07.12.2023
Veljavnost pregleda:	07.12.2024
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! Naročnik, Uprava RS za varstvo pred sevanji, Arhiv ZVD
Pregled vira opravil in poročilo izdelal:	dr. JAKA KOVAČ, 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-10) in Pravilnikom o uporabi virov sevanja in sevalni dejavnosti (Uradni list RS, št. 27/18).

## 1 Podatki o rentgenskem aparatu

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



Slika 1: Rentgenski aparat PLANMECA PROX

## 2 Namen uporabe vira

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

### 3 Namestitev rentgenskega aparata

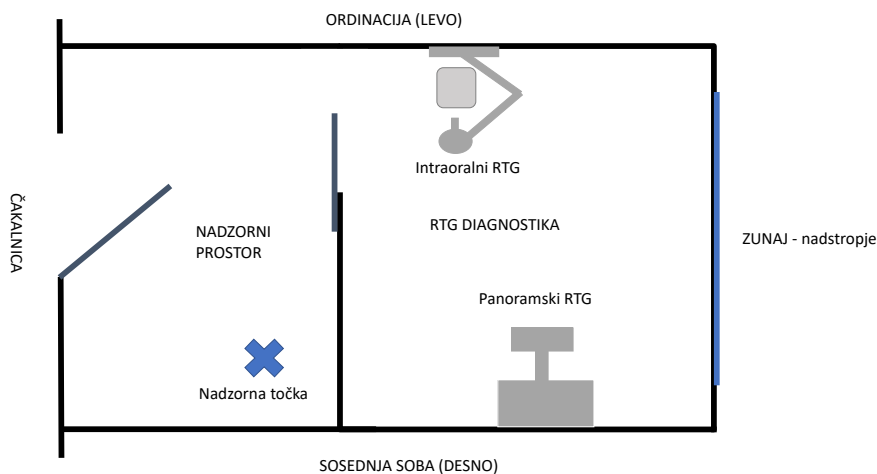
**Namestitev:** Stacionarni

**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:*	
Datum izdaje:	
Veljavnost dovoljenja:**	

\*Podatki o dovoljenjih so informativne narave, kjer poskušamo čim bolj ažurno posodobljati 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 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.	Kompensacija spremembe objekta (debelina, sestava)	✗	
5.2.2.	Kompensacija 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 (#CB2-14061205) s sondo Notranja (#CB2-14061205)

### 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: 31 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	2	50	0,04	1,0	38,8	2,28
63	4	100	0,20	2,0	47,5	2,47
66	6	200	0,64	3,2	51,2	2,55
70	8	320	1,53	4,8	57,3	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

**HVL = 2,7 mm Al** ✓

## 4.2. Ujemanje izmerjenih vrednosti z nastavljenimi

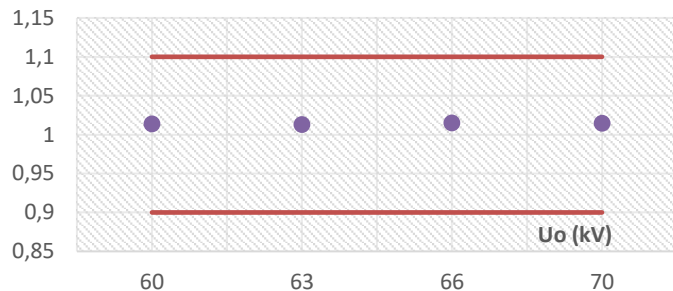
### 4.2.1. Ujemanje nastavljenih vrednosti anodne napetosti z izmerjenimi

**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	60,8	1,4% ✓
63	63,8	1,3% ✓
66	67,0	1,5% ✓
70	71,0	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	40,6	18,7% ✓
100	100,4	0,4% ✓
200	200,2	0,1% ✓
320	320,2	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:	63 kV
Tok:	8 mA
Čas eksp.:	100 ms



Meritev:	Uo (kV)	t (ms)	K (mGy)	
	63,9	99,4	0,385	
	64,1	99,9	0,387	
	64,0	99,9	0,386	
povprečje	64,0	99,7	0,386	
Najv. odst.	0,2%	0,3%	0,2%	✓
1 SD (%)*	0,2%	0,3%	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: **IBA DigiDent**  
 Napetost: 63 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

**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  $\mu\text{Gy}$  za digitalne slikovne sprejemnike.

**Nastavitve in pogoji:**

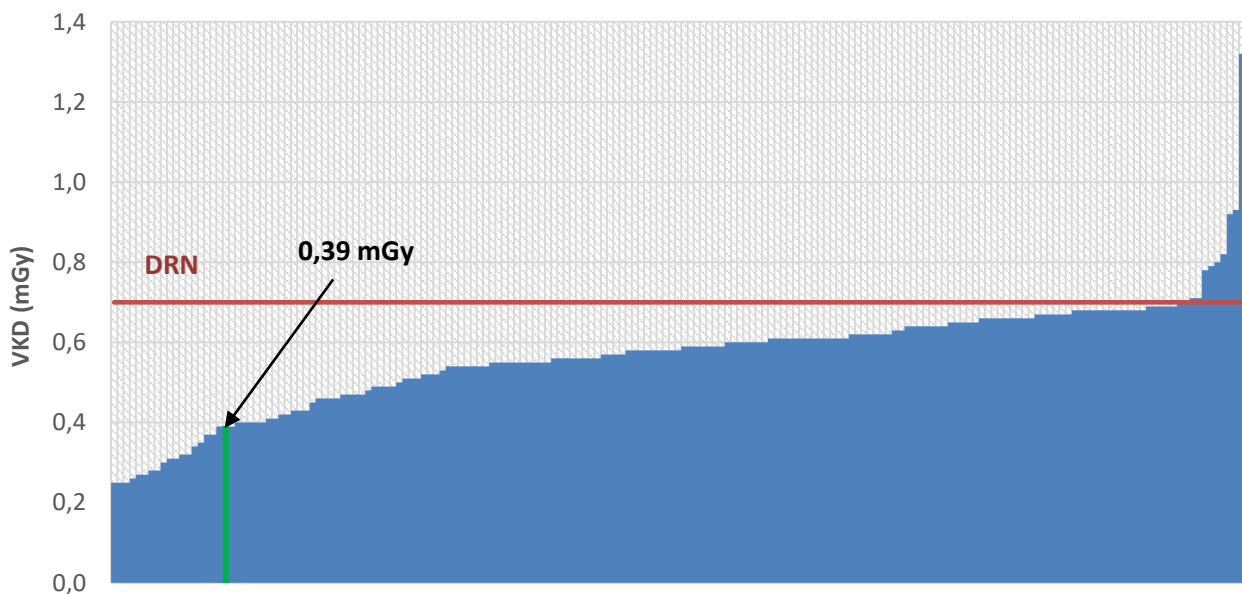
Napetost:	63 kV
Tok:	8 mA
Čas eksp.:	100 ms

Meritve VKD: 0,39 mGy

DRN: 0,7 mGy

Razmerje: 56% ✓

Meritve Kss: 64  $\mu\text{Gy}$  ✓



VKD izmerjene v Sloveniji v letu 2022, kjer se pri slikanju uporablja direktna digitalna radiografija.

## 10 Strokovno mnenje in predlagani ukrepi

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

### **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) 0,39 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 0,38  $\mu$ 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**

Rentgenski aparat je nov, v skladu z veljavno zakonodajo je potrebno na Upravi RS za varstvo predsevanji zaprositi za Dovoljenje za uporabo rentgenskega aparata.

---

**Stanje naprave:** Glede na opravljen pregled aparat razvrstimo v razred N (nov)

---

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>	4351
<b>Koda vira:</b>	ZR-DR (Zobni intraoralni rentgenski aparat - digitalni)
<b>Datum meritev:</b>	07.12.2023
<b>Datum poročila:</b>	04.01.2024
<b>Meritve opravil:</b>	dr. JAKA KOVAČ, univ. dipl. fiz.
<b>Proizvajalec (Tip naprave):</b>	PLANMECA (PROX)
<b>Številka naprave:</b>	ITPX19040238
<b>Tip, številka RTG cevi:</b>	D-041SB, 1J95669
<b>Napetost, tok:</b>	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 (verzija 7): *Merjenje doze in hitrosti doze s prenosnimi merilniki ionizirajočega sevanja.*

<b>MERILNIKI</b>	
<b>Merilnik hitrosti doze:</b>	VICTOREEN 451P sonda vgrajena št. 7917
<b>POGOJI MERITVE</b>	
<b>Tip meritve:</b>	normalno delovanje
<b>Napetost:</b>	70 kV
<b>Tok/tokovni sunek:</b>	8 mA
<b>Lokacija:</b>	Zobna diagnostika v prostorih ZD Brežice
<b>Ostalo</b>	t = 200 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 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	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 pacientu		0,38

## 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:	07.12.2023
Datum poročila:	04.01.2024
Meritve v koristnem snopu opravil:	dr. JAKA KOVAČ, univ. dipl. 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 (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. CB2-14061205
POGOJI MERITVE	
Lokacija:	Zobna diagnostika v prostorih ZD Brežice
Pogoji okolja:	Popravek zaradi temperature in tlaka ni potreben
Temperatura:	
Tlak:	
Razdalja gorišče - merilnik:	31 cm

Tabela 2: Meritve kerme v zraku.

U <sub>o</sub> (kV)	I <sub>t</sub> (mAs)	K (mGy)
60	0,10	0,04
63	0,40	0,20
66	1,20	0,64
70	2,56	1,53