



Center za fizikalne meritve
Laboratorij za dozimetrijo

Številka poročila: LDOZ-3620/2019
Datum: 11.12.2019

Poročilo o pregledu rentgenskega aparata CARESTREAM - CS 2200

Naročnik: ZDRAVSTVENI DOM BREŽICE (144)
ČERNELČEVA CESTA 8
8250 Brežice

Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji: MATJAŽ STRAŠEK, dr.dent.med.

Številka pregledanega vira (ZVD): 3620

Koda vira: ZR-DR (Zobni intraoralni rentgenski aparat - digitalni)

Datum pregleda: 04.12.2019

Veljavnost pregleda: 04.12.2020

Dokument vsebuje skupaj 16 strani in je izdelan lahko v elektronski ali tiskani obliki. Poročilo vsebuje:

- Poročilo o meritvah sevalnih razmer
- Poročilo o merjenju kerme v zraku v koristnem snopu rtg aparata
- Seznam preverjenih parametrov tehnične kakovosti
- Poročilo o meritvah parametrov tehnične kakovosti

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. JAKA KOVAČ, univ.dipl.fiz.

elektronsko podpisano
dr. Jaka Kováč, univ. dipl. fiz.

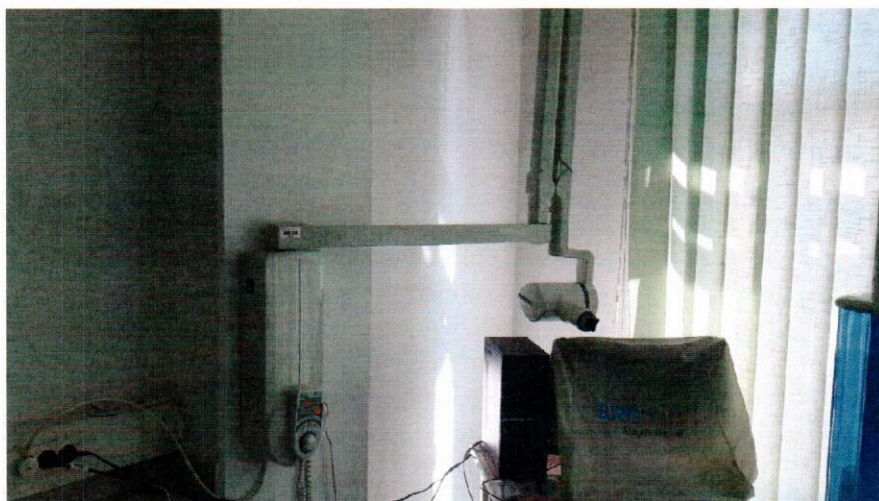
Poročilo pregledal: mag. BOŠTJAN DROLC, univ.dipl.fiz.

elektronsko podpisano
mag. Boštjan Drolc, univ. dipl. fiz.

Pregled je bil opravljen skladno z Zakonom o varstvu pred sevanji in jedrski varnosti (Uradni list RS 76/2017) in po Pravilniku o uporabi virov sevanja in sevalni dejavnosti (Uradni list RS, št. 27/2018).

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 Osebj

Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji:	MATJAŽ STRAŠEK, dr.dent.med.
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:	mag. BOŠTJAN DROLC, univ.dipl.fiz.

Varstvo pacientov

Oznaka dokumenta:	PRP-4288
Datum izdaje:	19.10.2018
Avtor:	dr. JAKA KOVAČ, univ.dipl.fiz.

6 Dovoljenja upravnih organov

Dovoljenje za izvajanje sevalne dejavnosti

Oznaka dovoljenja:*	18600-8/10
Datum izdaje:	09.02.2010
Veljavnost dovoljenja:	09.02.2020

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 in v pomoč stranki, kjer poskušamo čim bolj ažurirati podatke, ki nam jih pošlje bodisi upravni organ bodisi naročnik.

** Vpis v register je veljaven do konca veljavnosti dovoljenja za izvajanje sevalne dejavnosti.

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 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 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

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 0,64 mGy. Uporablja se digitalna tehnika slikanja (direktna digitalna radiografija), kjer je priporočen diagnostičen referenčni nivo za slikanje zgornje petice 0,70 mGy. Izmerjena VKD je pod priporočenim 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. V ordinaciji ob pacientu so hitrosti doze visoke. Ob simuliranem slikanju smo ob pacientu izmerili dozo 0,33 μ Sv. Slikanje se praviloma izvaja v ordinaciji tako, da se izvajalka slikanj umakne na oddaljenost cca 2-3 m od pacienta. Doza izvajalca na ekspozicijo v tem primeru ne presega 0,05 μ Sv.

Ukrepi varstva pred sevanji

Varovalna oprema je ustrezna in 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

Poročilo o meritvah sevalnih razmer

Meritve v skladu s spodaj navedenimi postopki so akreditirane po standardu SIST EN ISO/IEC 17025:2005, številka akreditacijske listine LP-032.



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:	04.12.2019
Meritve opravil:	dr. JAKA KOVAČ, univ.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

Meritve doz/hitrosti doz

Meritve doz/hitrosti doz so bile izvedene po internem delovnem postopku delovnem postopku ZVD oznaka DP-LDOZ-4.01 (Rev. 6): *Merjenje doze in hitrosti doze s prenosnimi merilniki ionizirajočega sevanja.*

MERILNIKI	
Merilnik hitrosti doze:	VICTOREEN 451P sonda vgrajena št. 7917
POGOJI MERITVE	
Tip meritve:	normalno delovanje
Napetost:	70 kV
Tok/tokovni sunek:	7 mA
Lokacija:	Zobna ordinacija v dislocirani ambulanti na Trdinovi 1, 8250 Brežice
Ostalo	t = 250 ms

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

Merilno mesto	Hitrost doze ($\mu\text{Sv/h}$)	Doza (μSv)
Ozadje	0,1	
KUHINJA		

nadaljevanje na naslednji strani

Tabela 1 – nadaljevanje s prejšnje strani

Merilno mesto	Hitrost doze ($\mu\text{Sv/h}$)	Doza (μSv)
sredina	0,6	
ČAKALNICA		
za vrati	0,7	
za steno	0,1	
SOSEDNJI PREGRAJEN PROSTOR		
za pregrado	3	
ZUNAJ (1. nadstropje)		
pred oknom ordinacije	10	
V ORDINACIJI		
nadzorna točka		0,02
ob pacientu		0,33
ob pisalni mizi	4	

Negotovost meritve doz ali dozne hitrosti je navedena v postopku DP-LDOZ-4.01 (Rev. 6) in jo poročamo na zahtevo naročnika.

Poročilo o merjenju kerme v zraku v koristnem snopu rtg aparata

Meritve so bile izvedene v skladu s spodaj navedenimi postopki in so akreditirane po standardu SIST EN ISO/IEC 17025:2005, številka akreditacijske listine LP-032.



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:	04.12.2019
Meritve v koristnem snopu opravil:	dr. JAKA KOVAČ, univ.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

Meritve kerme v zraku

Meritve Kerme v zraku (K) so izvedene po internem delovnem postopku ZVD z oznako DP-LDOZ-3.01 (Rev. 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. Količina Y je specifična vrednost kerme, preračunana na razdaljo 1 m od gorišča rentgenske cevi aparata. 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

Pogoji okolja: Popravek zaradi temperature in tlaka ni potreben

Temperatura:

Tlak:

Razdalja gorišče - merilnik: 0,23 m

Tabela 2: Meritve specifične kerme v zraku Y.

U_0 (kV)	I_t (mAs)	K (mGy)	$Y = K/I_t$ ($\mu Gy/mAs$)
60	0,35	0,30	44,7
60	0,70	0,59	44,7
70	1,40	1,71	64,7
70	2,24	2,73	64,6

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 (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	x	
7. OBSEVANOST PACIENTOV		P	Ocena
7.1.	Meritve s simulacijo pacienta	✓	+
7.2.	Točnost prikaza dozimetričnih podatkov	✓	+

P: ✓ *Parameter smo preverjali*

x *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*

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: 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	0,30	6,1	44,7	1,82
60	7	100	0,59	6,0	44,7	1,84
70	7	200	1,71	8,6	64,7	2,14
70	7	320	2,73	8,6	64,6	2,14

* 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 ✓

4.2. Ujemanje izmerjenih vrednosti z nastavljenimi

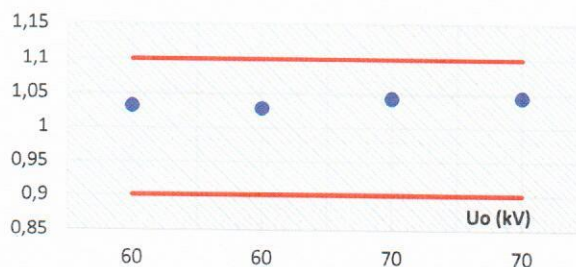
4.2.1. Ujemanje nastavljenih vrednosti anodne napetosti z izmerjenimi

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	61,9	3,2% ✓
60	61,7	2,9% ✓
70	73,0	4,3% ✓
70	73,1	4,5% ✓



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	48,7	2,6% ✓
100	98,9	1,1% ✓
200	198,7	0,6% ✓
320	318,2	0,6% ✓

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.: 50 ms

Meritev:	U _o (kV)	t (ms)	K (mGy)
	73,1	48,7	0,426
	73,2	48,7	0,426
	73,1	49,2	0,426
povprečje	73,1	48,9	0,426
Najv. odst.	0,1%	0,7%	0,1% ✓
1 SD (%)*	0,0%	0,6%	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: 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:	<table> <tr> <td>Fantom:</td> <td>Leeds TO UniDENT</td> </tr> <tr> <td>Napetost:</td> <td>70 kV</td> </tr> <tr> <td>Tok:</td> <td>7 mA</td> </tr> <tr> <td>Čas eksp.:</td> <td>85 ms</td> </tr> </table>	Fantom:	Leeds TO UniDENT	Napetost:	70 kV	Tok:	7 mA	Čas eksp.:	85 ms
Fantom:	Leeds TO UniDENT								
Napetost:	70 kV								
Tok:	7 mA								
Čas eksp.:	85 ms								

Razločeni območji za simulacijo kariesa? DA ✓
 Razločeni območji za simulacijo dlesni in lica? DA ✓

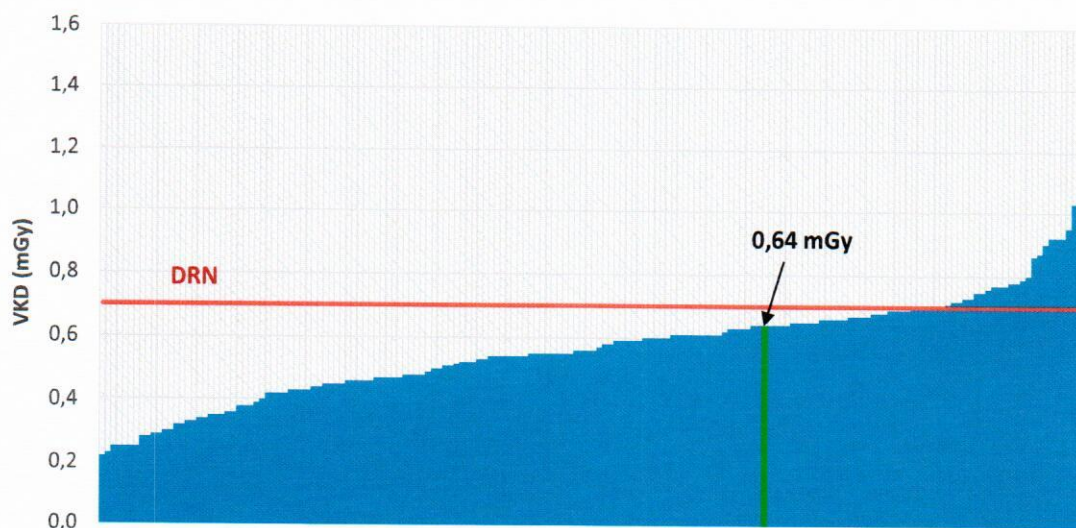
7. OBSEVANOST PACIENTOV

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:	<table> <tr> <td>Napetost:</td> <td>70 kV</td> </tr> <tr> <td>Tok:</td> <td>7 mA</td> </tr> <tr> <td>Čas eksp.:</td> <td>72 ms</td> </tr> </table>	Napetost:	70 kV	Tok:	7 mA	Čas eksp.:	72 ms
Napetost:	70 kV						
Tok:	7 mA						
Čas eksp.:	72 ms						

Meritev VKD: 0,64 mGy
 DRN: 0,70 mGy
 Razmerje: 91% ✓

Meritev Kss: 168 μ Gy ✓



VKD izmerjene v Sloveniji v letu 2018, 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: -

U_0 (kV)	I (mA)	t (ms)	K (mGy)		Razlika (%)	
			na aparatu	izmerjena		
60	7	50	0,30	0,30	1%	✓
60	7	100	0,60	0,59	1%	✓
70	7	200	1,71	1,71	0%	✓
70	7	320	2,73	2,73	0%	✓