

Kiirgusohutushinnang/ töökoha kiirgusseire

Dokumendi number:	KOH-2025-02
Väljaandmise kuupäev:	15.01.2025
Möötelabor:	Radexpert OÜ
Möötmiste teostajad ja hinnangu koostajad:	Kalle Kepler, diagn. radiol. meditsiinifüüsika ekspert Anatoli Vladimirov, diagn. radiol. meditsiinifüüsika ekspert
Möötevahendid:	Seiredosimeeter Atomtex AT1121 (sn 43131), kalibreeritud 04.12.2023, Koeekvivalentne keha KT-dosifantoom (Ø 32 cm)
Alused:	<ol style="list-style-type: none">1. Kiirgusseadus (RT I, 30.06.2023, 26);2. Keskkonnaministri 16.11.2016 määrus nr 52 „Kiirgusallika asukohaks olevate ruumide nõuded, ruumide ja kiirgusallika märgistamise nõuded, radioaktiivsete kiirgusallikate kategooriad ning radionukliidide aktiivsustasemed„ (RT I, 10.09.2022, 4) (edaspidi ka kui määrus nr 52);3. Tervise- ja töoministri 19.12.2018 määrus nr 71 „Meditsiinikiirituse protseduuride kiirgusohutusnõuded, meditsiinikiirituse protseduuride kliinilise auditi nõuded, diagnostilised referentsväärtused ja nende määramise nõuded, 1“ (RT I, 25.10.2024, 1) (edaspidi ka kui määrus nr 71)4. Vabariigi Valitsuse 15.09.2016 määrus nr 97 „Kiirgustöötaja ja elaniku efektiivdoosi ning silmaläätse, naha ja jäsemete ekvivalentdoosi piirmäärad“ (RT I, 31.07.2018, 12) (edaspidi ka kui määrus nr 97)5. Vabariigi Valitsuse 11.01.2000 määrus nr 12 „Isikukaitsevahendite valimise ja kasutamise kord“ (RT I, 15.05.2021, 3; edaspidi kui määrus nr 12)6. Keskkonnaministri 14.10.2022 määrus nr 48 „Kiirgustöötaja ja elaniku efektiivdooside seire ja hindamise kord, kiirgus- ja koefaktori väärtused ning radionukliidide sissevõtmust põhjustatud dooside hindamiseks kasutatavate doosikoefitsientide väärtused“ (RT I, 18.10.2022, 5; edaspidi kui määrus nr 48)
Kiirgustegevusluba omava (või taotleva) asutuse nimi ja aadress:	Eesti Kohtuekspertiisi Instituut, Tervise 20, Tallinn 13419
Kiirgustegevuse asukoht:	EKEI Lõuna-Eesti kohtuarstlik ekspertiisiosakond, Ravila 19 (Biomeedikum), Tartu
Kiirgustegevus:	Kompuutertomograafi kasutamine diagnostilises radioloogias
Möötmiste kuupäev:	13.01.2025

Kiirgusallika kirjeldus

Kompuutertomograafilisi uuringuid kontrollitud ruumis tehakse kompuutertomograafia, mis on liigitatav elektrilise meditsiinilise röntgenkiirgusseadmena. Kompuutertomograaf koosneb kõrgepingegeneraatorist, patsiendilauast ja tomostatiivil paiknevatest komponentidest, sh röntgentorust. Seadme käivitamine toimub juhtpuldil, mis asub varjestatud puldiruumis. Kiirgusseadme andmed on esitatud tabelis 1.

Tabel 1. Kompuutertomograafi andmed.

Asukoht	KT-uuringuruum
Seadme nimetus	Kompuutertomograaf
Kasutus	Statsionaarne
Valmistaja	GE Hangwei Medical Systems Co, LTD (USA/Hiina)
Mudel	Optima CT520
Seadme number	CBDBG2000033HM
Röntgentoru mudel	46-309300G3
Röntgentoru number	159485BI2
Maksimaalne torupinge	140 kV
Maksimaalne toruvool	350 mA
Väljalaskeaasta	2020

Röntgenseadme kvaliteedimõõdistamise tulemused on Radexpert OÜ katselabori katsetunnistusel 25-005-1347-02 (mõõtmiste kuupäev 13.01.2025).

Röntgenseadme ohutustamine toimub vastavalt kiirgustegevusloa taotlusega esitatud kiirgusallikate ohutustamise kavale.

Kiirgustegevuse asukohta iseloomustus

Kiirgustegevus toimub mitmekorruselise kivist hoone esimesel korrusel paiknevas KT-uuringuruumis (vt joonis 1), kus paikneb kompuutertomograaf GE Hangwei Medical Systems Co Optima CT520 (vt tabel 1).

KT-uuringuruumi kõrvalruumideks on puldiruum, koridor ja vahekoridor. KT-uuringuruumi ümbritsevad kiviseinad on vähemalt 20 cm ja varjestatud 2,5 mm pliiga. Puldiruumi ja KT-uuringuruumi vahel on vähemalt 2,5 mm pliiekvivalendiga vaateaken. KT-uuringuruumi ja koridori vaheline liuguks on 2,0 mm pliiga varjestatud puidust. KT-uuringuruumi ja puldiruumi vaheline uks on 2,0 mm pliiga varjestatud puidust. KT-uuringuruumi ja parkla vahelises seinas on umbes 2 m kõrgusel kinni ehitatud ja 2,25 mm pliiga varjestatud aken. KT-uuringuruum on määratletud kontrollialana ja tähistatud kiirgusohumärgisega. Lukustatav puldiruum on määratletud jälgimisalaks ja tähistatud kiirgusohumärgisega.

Kiirgustegevuse kirjeldus

B-kategooria kiirgustöötaja asub KT-uuringu ajal puldiruumis vaateakna taga. Uuringu ajal on KT-uuringuruumi ukсед suletud. KT-uuringu ajal uuringuruumis keegi ei viibi.

Dosimeetrilised mõõtetulemused on esitatud tabelis 2, mõõtekohad näidatud joonisel 1. Keskmise mõõdetud looduslik kiirgusfoon on $0,096 \mu\text{Sv/h} \pm 0,014 \mu\text{Sv/h}$.

KT-uuringut teostava töötaja ja KT-uuringuruumi kõrvalruumides viibivate teiste isikute oodatavaid kiirgusdoose hinnati arvutuslikult, võttes arvesse kiirgusohutushinnangus toodud kiirgustöötaja töökoha ja muude mõõtekohtade doosikiiruse mõõtetulemusi (ilma loodusliku foonita), ning lisaks järgmist: prognoositavat aastast arvu (maksimaalselt 100) ja tüüpilist säriaeg 23 s.

Dooside arvutus

1. Oodatav aastane doos mõõtepunktis 1
 - Oodatav aastane ambientne doosiekvivalent:
 $0,62 \mu\text{Sv/h} / 3600 \text{ s} \cdot 100 \cdot 23 \text{ s} = 0,40 \mu\text{Sv}$.
 - Oodatav aastane efektiivdoos: $0,40 \mu\text{Sv} / 1,55 = 0,26 (\pm 0,04) \mu\text{Sv}$.
2. Oodatav aastane doos mõõtepunktis 2

- Oodatav aastane ambientne doosiekvivalent:
 $0,35 \mu\text{Sv/h} / 3600 \text{ s} \cdot 100 \cdot 23 \text{ s} = 0,226 \mu\text{Sv}$.
 - Oodatav aastane efektiivdoos: $0,226 \mu\text{Sv} / 1,55 = 0,15 (\pm 0,02) \mu\text{Sv}$.
3. Oodatav aastane doos mõõtepunktis 3
- Oodatav aastane ambientne doosiekvivalent:
 $0,51 \mu\text{Sv/h} / 3600 \text{ s} \cdot 100 \cdot 23 \text{ s} = 0,32 \mu\text{Sv}$.
 - Oodatav aastane efektiivdoos: $0,32 \mu\text{Sv} / 1,55 = 0,21 (\pm 0,03) \mu\text{Sv}$.
4. Oodatav aastane doos mõõtepunktis 4
- Oodatav aastane ambientne doosiekvivalent:
 $0,20 \mu\text{Sv/h} / 3600 \text{ s} \cdot 100 \cdot 23 \text{ s} = 0,128 \mu\text{Sv}$.
 - Oodatav aastane efektiivdoos: $0,128 \mu\text{Sv} / 1,55 = 0,083 (\pm 0,012) \mu\text{Sv}$.
5. Oodatav aastane doos mõõtepunktis 5
- Oodatav aastane ambientne doosiekvivalent:
 $1,2 \mu\text{Sv/h} / 3600 \text{ s} \cdot 100 \cdot 23 \text{ s} = 0,78 \mu\text{Sv}$.
 - Oodatav aastane efektiivdoos: $0,78 \mu\text{Sv} / 1,55 = 0,50 (\pm 0,07) \mu\text{Sv}$.
6. Oodatav aastane doos mõõtepunktis 7
- Oodatav aastane ambientne doosiekvivalent:
 $0,114 \mu\text{Sv/h} / 3600 \text{ s} \cdot 100 \cdot 23 \text{ s} = 0,073 \mu\text{Sv}$.
 - Oodatav aastane efektiivdoos: $0,073 \mu\text{Sv} / 1,55 = 0,047 (\pm 0,007) \mu\text{Sv}$.
7. Doosikiirus mõõdetud 1 m kaugusel vesifantoomist, imiteerides avariolukorda
- Oodatav ambientne doosiekvivalent: $64000 \mu\text{Sv/h} / 3600 \text{ s} \cdot 23 \text{ s} = 409 \mu\text{Sv}$.
 - Oodatav efektiivdoos: $409 \mu\text{Sv} / 1,55 = 264 \mu\text{Sv}$.

Oodatavad kiirgusdoosid on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 2 võrrelduna doosipiiranguga, mille aluseks on ICRP soovitude kohaselt kiirgustöötaja kiirituse aastasest piirmäärast¹ (20 mSv) madalam tase ja elanikukiirituse aastasest piirmäärast¹ (1 mSv) madalam tase, antud juhul kolmkümmend protsenti (300 μSv) vastavalt tunnustatud kiirguskaitse tavale². Oodatav aastane efektiivdoos on arvatud ambientse doosiekvivalendi põhjal BIR² ja ICRP 74³ järgi.

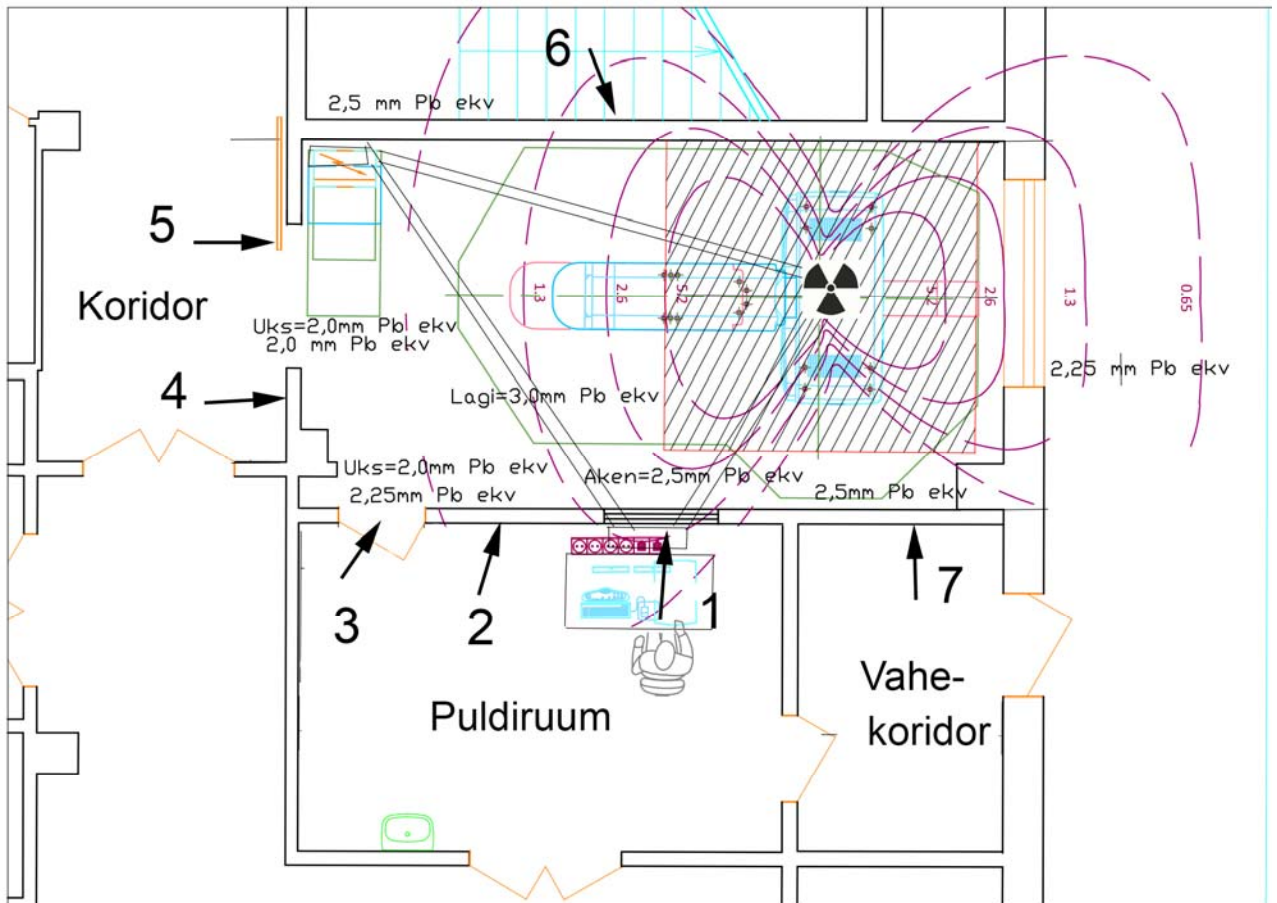
¹ Vabariigi Valitsuse määrus nr 97 (15.09.2016) „Kiirgustöötaja ja elaniku efektiivdoosi ning silmaläätse, naha ja jäsemete ekvivalentdoosi piirmäärad“

² British Institute of Radiology (2012). Radiation shielding for diagnostic radiology

³ ICRP (1996). ICRP Publication 74. Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation

Tabel 2. Mõõtetulemused mõõtekohtade järgi.

Kompuutertomograaf: GE Hangwei Medical Systems Co Optima CT520				
Protokoll: PEA-VAAGEN				
Seadme nominaalsed ja eelseadistatud parameetrid: 120 kV; 230 mA				
Mõõtekoht	Mõõtekoha kirjeldus	Mõõdetud ambientse doosikiiruse ekvivalent, $\mu\text{Sv/h}$	Oodatav aastane efektiivdoos, μSv	Aastane doosipiirang, μSv
1	Ülesvõttetegija töökoht (mõõdetud puldiruumis 90 cm kaugusel pliiklaasist vaateaknast rinna kõrgusel)	0,72 ($\pm 0,10$)	0,26 ($\pm 0,04$)	≤ 2000
2	Ülesvõttetegija töökoht puldiruumis seina taga (mõõdetud 30 cm kaugusel seinast, rinna kõrgusel)	0,45 ($\pm 0,06$)	0,15 ($\pm 0,02$)	≤ 2000
3	Puldiruumis ukse taga (mõõdetud 30 cm kaugusel uksest, rinna kõrgusel)	0,60 ($\pm 0,09$)	0,21 ($\pm 0,03$)	≤ 2000
4	Koridoris seina taga (mõõdetud 30 cm kaugusel seinast, rinna kõrgusel)	0,30 ($\pm 0,04$)	0,083 ($\pm 0,012$)	≤ 300
5	Koridoris ukse taga (mõõdetud 30 cm kaugusel uksest, rinna kõrgusel)	1,31 ($\pm 0,19$)	0,50 ($\pm 0,07$)	≤ 300
6	Trepikoja seina pinnla (mõõdetud 30 cm kaugusel seinast, rinna kõrgusel)	looduslik foon	0	≤ 300
7	Vahekoridoris seina pinnal (mõõdetud 30 cm kaugusel seinast, rinna kõrgusel)	0,21 ($\pm 0,03$)	0,047 ($\pm 0,007$)	≤ 300
A	Avariiolukorra imiteerimiseks mõõdetud doosikiirus 1 m kaugusel koeekvivalentsest fantoomist	64000 (± 9120)	264	-



Joonis 1. Kompuutertomograafi asukohta ja mõõtekohtade skeem.

Järeldused:

1. Kompuutertomograafi asukohaks oleva KT kabineti seinad, ukсед ja vaateaken tagavad röntgenseadme prognoositud talitlemisel piisava kiirgusvarjestuse kõrvalruumides viibivatele isikutele.
2. Isikukaitsevahendeid ei kasutata, kuna ükski isik ei viibi kunagi uuringu ajal kompuutertomograafia kabinetis.
3. Jälgimisala moodustavad kontrollialaga (komputertomograafia kabinetiga) vahetult piirnev ruum, milleks on puldiruum. Jälgimisala ja kontrolliala on kiirgusohumärgisega tähistatud.
4. Arvestades mõõtetulemusi ja ülesvõtete arvu ei ületa kiirgustöötaja poolt ühe aasta jooksul saadud efektiivdoos kiirgustöötaja kutsekiirituse piirmäära 20 millisiivertit ega doosipiirangut 2 mSv. Koridoris ja kõrvalruumides viibiva isiku poolt saadud efektiivdoos (elanikukiiritus) ei ületa aastas doosipiirangut 0,3 millisiivertit.
5. Kui avariina käsitleda olukorda, kus seadme rikke tõttu ei lülitu ekspositsioon välja (mis on äärmiselt vähetõenäoline), siis maksimaalne ekspositsioon antud seadmetel saab olla kestusega 35 s, millele vastaks kompuutertomograafia kabinetis 1 m kaugusel ülesvõttelauast oodatav efektiivdoos ligikaudu 260 μ Sv. Püsikiirituse olukord ei ole elektriliste kiirgusseadmete korral kohaldatav.
6. Kiirgustöötaja doosipiirangu aluseks on ICRP [1] soovitude kohaselt kiirgustöötaja aastasest efektiivdoosi piirmäärast madalam tase. BIRi [2] soovitude kohaselt võiks diagnostilises radioloogias töötavate kiirgustöötajate jaoks võtta doosipiirangu, mis moodustab kiirgustöötaja aastasest piirmäärast (Eestis kehtivate nõuete [3] järgi 20 mSv) 30%, st 6 mSv. Käesolevas hinnangus toodud mõõtmistulemuste põhjal võiks see olla veel väiksem, st 10% kutsekiirituse piirmäärast ehk 2 mSv. Vastavalt ka elanikukiirituse doosipiiranguks võiks võtta 30% elaniku aastasest piirmäärast (Eestis kehtivate nõuete järgi 1 mSv [4]), st 300 μ Sv.

MÄRKUSED Arvutustes kasutati efektiivdoosi, õhukerma ja ambientse doosiekvivalendi vahelisi koefitsiente vastavalt röntgentoru erinevate pingete korral tekitatud röntgenkiirguse spektrile, mis on toodud tabelis 3 [2, 4].

Tabel 3. Efektiivdoosi, õhukerma ja ambientse doosiekvivalendi vahelised koefitsiendid ICRP [4] ja BIRi juhendi [2] järgi.

Toru pinge, kV	K/E	H*(10)/K
70	1,64	1,22
85	1,38	1,31
100	1,22	1,38
125	1,06	1,46

Viidatud allikad:

1. ICRP (2008). ICRP Publication 103. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection
2. BIR (2012). Radiation shielding for diagnostic radiology. British Institute of Radiology
3. Vabariigi Valitsuse määrus nr 97 (15.09.2016) „Kiirgustöötaja ja elaniku efektiivdoosi ning silmaläätse, naha ja jäsemete ekvivalentdoosi piirmäärad“
4. ICRP (1996). ICRP Publication 74. Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation

Koostaja Anatoli Vladimirov

/allkirjastatud digitaalselt/

Laborijuhataja Kalle Kepler

/allkirjastatud digitaalselt/

OÜ Radexpert, Starkopfi 11-1, 51011 Tartu, tel: 56612643

e-post: info@radexpert.eu

www.radexpert.eu