

Kiviõli linna joogivee radionukliidide sisaldusest tarbijate tervisele tuleneva mõju
hinnang

Alar Polt
Kliima- ja kiirgusosakonna kiirgusseire büroo
Keskkonnaamet

Tallinn 2023

lk. 1 (7)

Sisukord

1. Ülesande püstitus
2. Lähteandmed
3. Joogivee tarbimisest saadavad kiirgusdoosid elanike eri vanuserühmadele
4. Joogivee tarbijate arv vanusegruppide lõikes
5. Kiviõli linna joogivee radionukliidide sisaldusest tingitud stohhastiliste tervisekahjustuste riski hinnang
6. Viited

1. Ülesande püstitus

Eestis joogiveena tarvitatava vee kvaliteedinõuded on kehtestatud sotsiaalministri 24. septembri 2019. a määrusega nr 61 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ja analüüsimeetodid ning tarbijale teabe esitamise nõuded“. Nimetatud määrus on kehtestatud „Veeseaduse“ paragrahvi 85 lõike 2, § 85³ lõike 2, § 85⁴ lõike 6 ja § 85⁷ lõike 4 alusel ning tagab Eestis kehtivate joogivee kvaliteedinõuete, veevarustussüsteemi riskihindamise- ja juhtimise, tarbimiskoha veevärgi riskihindamise ning joogivee kvaliteedinäitajate piirväärtuste järgimise nõuetest tehtavate erandite kohaldamise tingimuste ja korra vastavuse Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivide 2020/2184/EL ja 2013/51/EURATOM nõuetele.

Määruse nr 61 paragrahv 7 „Radioloogilised kvaliteedinäitajad“ sätestab radioloogilise näitajana indikaatiivdoosi väärtuse 0,10 mSv (millisiivertit). Mõeldud on ühe inimese poolt joogivee tarbimisest saadavat oodatavat efektiivdoosi, kui tarbimine toimub aasta jooksul.

Paragrahvi 3 „Joogivee kvaliteet“ lõige 2: „Joogivee mikrobioloogilised kvaliteedinäitajad, keemilised kvaliteedinäitajad ja indikaatorid (organoleptilisi omadusi mõjutavad ja üldist reostust iseloomustavad näitajad) **ei tohi ületada** käesoleva määruse §-des 4-6 ning § 12¹ lõikes 2 sätestatud piirsisaldusi ja §-s 7 sätestatud **parameetri kontrollväärtusi, välja arvatud käesoleva paragrahvi lõikes 3 sätestatud tingimustel.**“ (Esile toodud on käesoleva hinnangu seisukohalt oluline teksti osa.)

Paragrahvi 3 lõige 3: „Joogiveele esitatud piirsisalduste või **parameetri kontrollväärtuste ületamisel korraldab Terviseamet terviseriski hindamise**, vajaduse korral koostöös ekspertidega, ja inimese tervise kaitsmise vajaduse korral abinõude programmi väljatöötamise, mille kulud katab joogiveekäitleja, kui joogivee kvaliteedi halvenemine on tingitud joogivee käitleja tegevusest. **Kui lubatust kõrgemate näitajate puhul ei kaasne ohtu inimese tervisele, võib seda vett kasutada joogivee otstarbeks.**“

Käesolev töö on osa nimetatud terviseriski hinnangust. Eesmärgiks on Kiviõli linna joogivee radioloogilise analüüsi tulemuste alusel hinnata inimeste hulka, kellel antud vee joogiveena tarbimine võib põhjustada vähki haigestumist (sealhulgas nii surmaga lõppevat kui ka ravile alluvat) või järeltulijatel kaasasündinud väärarenguid. Teiste sõnadega, töö eesmärgiks on hinnata ohu ulatust.

Käesolevas töös ei käsitleta antud olukorra säilitamise või selle muutmise vajaduse üle otsustamise jaoks olulisi sotsiaalmajanduslikke ja sotsiaalpsühholoogilisi aspekte.

2. Lähteandmed

OÜ Järve Biopuhastus on edastanud Terviseametile ja Keskkonnaameti kliima- ja kiirgusosakonnale andmed Kiviõli linna joogivee radioloogiliste parameetrite mõõtetulemuste kohta (tabel 1).

Tabel 1. Kiviõli linna joogivee radioloogilise uuringu tulemused.

jrk nr	proovivõtu koht	proovivõtu aeg	labor	Ra-226 Bq/l	Ra-228 Bq/l	oodatav efektiivdoos mSv
1	Kiviõli, Viru 14 liitumispunkt	2023	TÜ	0,207±0,017	0,342±0,045	0,215±0,023

Märkus: TÜ – Tartu Ülikooli Katsekoja Tuumaspektroskoopia labor

3. Joogivee tarbimisest saadavad kiirgusdoosid elanike eri vanuserühmadele

Rahvusvaheline Kiirguskaitsekomisjon (ICRP) on töötanud välja erinevate radionukliidide sissevõtmist saadavate kiirgusdooside doosikoefitsiendid eri vanuserühmadele. Eestis on doosikoefitsiendid ära toodud keskkonnaministri 14.10.2022. a määruses nr 48 „Kiirgustöötaja ja elaniku efektiivdooside seire ja hindamise kord, kiirgus- ja koefaktori väärtused ning radionukliidide sissevõtmist põhjustatud dooside hindamiseks kasutatavate doosikoefitsientide väärtused“.

Tabel 2. Raadiumi isotoopide Ra-226 ja Ra-228 sissevõtmist põhjustatud dooside doosikoefitsiendid (keskkonnaministri määrus nr 48) ning eri vanusegruppide poolt ööpäevas joodava vee kogused (Joogivee radioaktiivsusest põhjustatud terviseriski hinnang. Kiirguskeskus. Tallinn 2005).

vanusegrupp (aastad)	Ra-226 Sv/Bq	Ra-228 Sv/Bq	joodava vee kogus ööpäevas (l)
vanus<1	$4,7 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	0,5
1<vanus<2	$9,6 \cdot 10^{-7}$	$5,7 \cdot 10^{-6}$	0,75
2<vanus<7	$6,2 \cdot 10^{-7}$	$3,4 \cdot 10^{-6}$	0,75
7<vanus<12	$8,0 \cdot 10^{-7}$	$3,9 \cdot 10^{-6}$	1
12<vanus<17	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$5,3 \cdot 10^{-6}$	1,5
vanus>17	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$6,9 \cdot 10^{-7}$	2

Toodud andmete alusel on arvatud Kiviõli linna joogivee joomisest aasta jooksul põhjustatud oodatavad efektiivdoosid eri vanuserühmadesse kuuluvatele inimestele.

Radionukliidi poolt joogivees põhjustatav oodatav efektiivdoos on arvatud järgmise valemiga:

$$E_{\text{Ra-226}} = C_{\text{Ra-226}} \times h(g)_{\text{Ra-226}} \times q \times 1000,$$

$$E_{\text{Ra-228}} = C_{\text{Ra-228}} \times h(g)_{\text{Ra-228}} \times q \times 1000$$

$E_{\text{Ra-226,228}}$ – vastava radionukliidi aastase tarbimise põhjustatav oodatav efektiivdoos, mSv

$C_{\text{Ra-226}}$ – Ra-226 aktiivsuskontsentratsioon vees, Bq/l

$C_{\text{Ra-228}}$ – Ra-228 aktiivsuskontsentratsioon vees, Bq/l

$h(g)_{\text{Ra-226,228}}$ – elanike eri vanuserühmade g efektiivdoosi koefitsiendid $h(g)$ raadiumi nukliidide sissesöömisel, Sv/Bq

q – aastas tarbitava vee hulk, l

Oodatava efektiivdoosi koguväärtus on arvatud valemiga:

$$E_{\text{kogu}} = E_{\text{Ra-226}} + E_{\text{Ra-228}}, \quad \text{mSv}$$

Tulemused on toodud tabelis 3.

Tabel 3. Kiviõli linna joogivee aastasest tarbimisest saadud oodatavad efektiivdoosid eri vanusegruppide esindajatele.

	vanusegruppi kuuluva inimese oodatav efektiivdoos mSv					
	<1	1-2	2-7	7-12	12-17	>17
Kiviõli linna joogivesi	2,050	0,588	0,353	0,547	1,162	0,215

4. Joogivee tarbijate arv vanusegruppide lõikes

Et hinnata joogivee radioaktiivsuse mõju ulatust joogivee tarbijate eri vanusegruppidele, on vaja teada nende vanusegruppide suurust. OÜ Järve Biopuhastus andmetel on joogivee tarbijate koguarv 4964 inimest. Elanike vanuseline koosseis ei ole täpselt teada, kuid Statistikaamet on välja töötanud mudeli, mis võimaldab Eesti rahvaarvu ja vanuselist koosseisu hinnata kuni 2080. aastani. Statistikaameti interaktiivne andmebaas annab 2023. aasta Eesti elanike jagunemise vanusegruppidesse järgnevalt:

Tabel 4. Mudel RV086: Prognoositav rahvaarv vanuse ja soo järgi, 2023

vanusegrupp	protsent rahvaarvust
vanus<1	1,005977 %
1<vanus<2	1,021709 %
2<vanus<7	5,314185 %
7<vanus<12	5,389363 %
12<vanus<17	5,791195 %
vanus>17	81,477571 %

Tabel 5. Kiviõli linna joogivee tarbijate eeldatav arv vanusegruppide lõikes:

	tarbijate koguarv	tarbijate arv vanusegrupis					
		<1	1-2	2-7	7-12	12-17	>17
Kiviõli linna joogivesi	4964	50	51	264	267	287	4045

5. Kiviõli linna joogivee radionukliidide sisaldusest tingitud stohhastiliste tervisekahjustuste riski hinnang

Stohhastiliste tervisekahjustuste s.o. vähi ja pärilikkuse defektide tekkimise riski hindamiseks kasutatakse Rahvusvahelise Kiirguskaitsekomisjoni poolt väljatöötatud nominaalseid tõenäosuskoeffitsiente (ICRP. 1991 Publication 60), mida väljendatakse eluaja jooksul raske

tervisekahjustuse tekkimise tõenäosusega efektiivdoosi ühiku kohta (tabel 6).

Tabel 6. Stohhastiliste efektide tõenäosuskordajad.

Tõenäosuskordaja ($\times 10^{-5}$ mSv⁻¹)			
surmaga lõppev vähk	mittesurmov vähk	rasked pärilikud defektid	kokku
5,0	1,0	1,3	7,3

Allpool on kasutatud summaarset tõenäosuskordajat $P_T = 7,3 \cdot 10^{-5}/\text{mSv}$.

Stohhastilise tervisekahjustuse tekkimise risk $R(g)$ inimesele on eeltoodud tõenäosuskordaja ja isiku poolt saadava oodatava efektiivdoosi korrutis.

$$R(g) = P_T \times E(g)$$

P_T – stohhastiliste tervisekahjustuste tekkimise summaarne tõenäosuskordaja

$E(g)$ – inimrühma g esindaja poolt saadav oodatav efektiivdoos, mSv (tabel 3)

Tabel 7. Stohhastilise tervisekahjustuse tekkimise individuaalne risk Kiviõli linna joogivee tarbimisest vanusegruppide lõikes:

	Stohhastilise tervisekahjustuse risk sõltuvalt vanusest					
	<1	1-2	2-7	7-12	12-17	>17
Kiviõli linna joogivesi	0,000150	0,0000429	0,0000258	0,0000400	0,0000849	0,0000157

Inimeste arv inimrühmas $N(g)$, kellel on eluaja jooksul oodatav stohhastilise iseloomuga tervisekahjustuse tekkimine antud kiirusdoosi toimetel, on arvutatud järgmise valemiga:

$$N(g) = R(g) \times n(g)$$

$n(g)$ – oodatava efektiivdoosi $E(g)$ saanud inimeste arv (tarbijate arv vanusegrupis g , tabel 5)

Tulemused on toodud tabelis 8.

Tabel 8. Kiviõli linna joogivee looduslike radioaktiivsete lisandite tõttu stohhastilise iseloomuga tervisekahjustusi saavate inimeste tõenäolise arvu hinnang vanusegruppide kaupa.

	tarbijate koguarv	tarbijate arv, kellel oodatavalt tekib stohhastiline tervisekahjustus					
		vanus vee tarbimise ajal					
		<1	1-2	2-7	7-12	12-17	>17
Kiviõli linna joogivesi	4964	0,00747	0,00218	0,00681	0,0107	0,0244	0,0634

Tabelis 8 toodud tulemustest on näha, et Kiviõli linna joogivee tarbijate hulk on liialt väike, et oleks tõenäoline antud piirkonna mistahes vanusegruppi kuuluva elaniku vähki haigestumine eluaja jooksul või raskete väärengute avaldumine järglastel aastastest joogivee tarbimisest saadava kiirusdoosi tagajärjel. Summaarselt üle vanusegruppide tuleb stohhastilise iseloomuga tervisekahjustusi saavate inimeste arvuks 0,11.

Juhime siinkohal tähelepanu asjaolule, et kollektiivsete mõjude arvutamisel tuleb arvutustulemust tõlgendada kui tõenäosusjaotuse maksimumi asukohta. Reaalsuses ei saa haigestuda 0,11 inimest. Tulemus peab olema täisarv. Võib hinnata, et Kiviõli linna joogivee radioloogilise mõju tõttu eluaja jooksul vähki haigestuvate inimeste arv on suurima tõenäosusega null.

6. Viited

1. Sotsiaalministri 24. septembri 2019. a määrus nr 61 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ja analüüsimetodid ning tarbijale teabe esitamise nõuded“ (<https://www.riigiteataja.ee/akt/126092019002?leiaKehtiv>).
2. Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv (EL) 2020/2184 olmevee kvaliteedi kohta (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX:32020L2184>).
3. Euroopa Liidu Nõukogu direktiiv 2013/51/EURATOM (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX:32013L0051>).
4. Keskkonnaministri 2022. a. määrus nr 48 „Kiirgustöötaja ja elaniku efektiivdooside seire ja hindamise kord, kiirgus- ja koefaktori väärtused ning radionukliidide sissevõtmust põhjustatud dooside hindamiseks kasutatavate doosikoefitsientide väärtused“ (<https://www.riigiteataja.ee/akt/118102022005>).
5. Kiirguskeskus, 2005, „Joogivee radioaktiivsusest põhjustatud terviseriski hinnang. Aruanne töövõtulepinguga nr 9.3-4/1110 26. oktoobrist 2005 tellitud uurimustöö täitmisest.“ (<http://www.yva.ee/parveto/Architec/Nomme/Thematic/Vesi/joogivesi.htm>).
6. Statistikaamet. Rahvastiku interaktiivne andmebaas (https://andmed.stat.ee/et/stat/rahvastik_rahvastikunaitajad-ja-koosseis_rahvaarv-ja-rahvastiku-koosseis/RV086).
7. ICRP. 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on the Radiological Protection. ICRP Publication 60.