

KESKKONNA IONISEERIVA KIIRGUSE SEIRE 2014. AASTA TULEMUSED

EESSÕNA

Keskkonna ioniseeriva kiirguse seire (edaspidi kiirgusseire) üldiseks eesmärgiks on informatsiooni kogumine kõigi keskkonnasfääride radioaktiivsuse tasemete kohta eesmärgiga kaitsta inimest ja elusloodust ioniseeriva kiirguse kahjuliku mõju eest. Keskkonna kiirgusseire tulemused on oluliseks taustinformatsiooniks kiiritustasemeid reguleerivate normatiivide väljatöötamisel ja kasutatavad ka keskkonnateaduslikes uuringutes.

Kiirgusseire esmaseks ülesandeks on avastada ja jälgida inimtegevuse poolt esile kutsutud radioaktiivsuse tõusu, pannes pearõhu kunstlike radioisotoopide leviku uurimisele. Oluliseks väljundiks on hoiatava informatsiooni andmine keskkonna radioaktiivse saastumise kohta võimalike tuumaavariide korral naaberriikides ja teiste õnnetuste korral, mille tagajärjel toimub radioaktiivse saaste vabanemine keskkonda.

Looduslike kiirgusallikatega tingitud kiiritusdoose elanikkonnale uuritakse eelkõige teadusuuringute käigus ja juhtudel kui on alust arvata, et looduslikud radionukliidid põhjustavad elanike kiirituse olulist suurenemist (näiteks radoon pinnases ja hoonete siseõhus ning joogivees esinevad looduslikud radionukliidid).

Euroopa Liidu liikmesriigina on Eestil kohustus järgida Euroopa Aatomienergiaühenduse EURATOM Asutamislepingu artiklite 35 ja 36 nõudeid. Artikkel 35 sätestab, et liikmesriik peab looma vajalikud vahendid õhu, vee ja pinnase radioaktiivsustaseme pidevseireks ning põhistandardite järgimiseks. Artikli 36 kohaselt tuleb seireandmed edastada etteantud vormis perioodiliselt Euroopa Komisjonile tagamaks võimaluse elanikkonna kiirguskoormuse hindamiseks. Eestis on EURATOM asutamislepingu kiirguskaitset puudutavate nõuete praktiliseks täideviijaks Keskkonnaamet. Euroopa Liidu liikmesriikides on keskkonna kiirgusseires rakendatud ühtne meetodika, mis on kirjeldatud Euroopa Komisjoni soovitusel 2000/473/Euratom 8. juunist 2000. Lisaks on kiirgusseire alusdokumentideks kiirgusseadus, keskkonnaseire seadus, EN direktiiv 2013/59/EURATOM, 87/600/EURATOM ja HELCOM soovitus nr 26/3.

Arvestades Eesti väikest pindala ning looduskeskkonna reostumise võimalust mõnes naaberriigis toimunud ulatusliku kiirgushädaolukorra või tuumavarii tagajärjel, käsitletakse seireprogrammis Eestit ühe geograafilise regioonina.

SISUKORD

EESSÕNA.....	1
1. MÕISTED	3
2. KIIRGUSSEIRE 2014. AASTAL.....	4
2.1 ATMOSFÄÄRI SEIRE.....	5
2.1.1 Gammakiirguse doosikiiruse seire.....	6
2.1.2 Õhukandelistest osakeste seire.....	11
2.2 PINNAVETE SEIRE	14
2.3 JOOGIVEE SEIRE	15
2.4 PIIMA SEIRE	17
2.5 TOIDU SEIRE	18
2.5.1 Inimese päevase toiduratsiooni seire.....	18
2.5.2 Metsaseente ja -marjade seire.....	18
2.5.3 Ulukiliha seire.....	19
2.5.4 Eesti päritolu toiduainete seire.....	20
2.6 KIIRGUSTE GEVUSKOHTADE LÄHIALADE SEIRE.....	21
2.7 MEREKESKKONNA SEIRE.....	23
2.8 PINNASE SEIRE	27
LÕPPSÕNA	28

1. MÕISTED

Aktiivsus on tuumasiirete toimumise kiirus radioaktiivses aines. Kasutatakse radionukliidi hulga mõõtmiseks. Ühik on bekerell ja sümbol Bq. 1 Bq on üks spontaanne tuumasiire sekundis.

Efektiivdoos on inimese kogu keha kiiritusdoos. Saadakse kui ekvivalentdoos igale koele või organile korrutatakse läbi vastava koefaktoriga ning summeeritakse. Ühik on siivert ja sümbol Sv.

Ekvivalentdoos on inimese koe või organi kiiritusdoos. Saadakse kui neeldunud doos korrutatakse kiirgusfaktoriga, mis võimaldab arvesse võtta erinevate kiirgusliikide erinevat tervisekahjulikkust koele.

Ioniseeriv kiirgus on kiirgus, mis on võimeline bioloogilises koes ionipaare tekitama. Näiteks alfaosakeste kiirgus, beeta-, gamma- ja röntgenkiirgus ning neutronite kiirgus.

Radioaktiivsus on aatomituumade omadus iseeneslikult laguneda, mille tulemusena vabaneb energia ja üldjuhul tekivad uued tuumad. Protsessiga kaasneb tavaliselt ka kiirguse emissioon.

Radionukliid on selline aatomituum, mis on võimeline iseeneslikult lagunema ning seda eristatakse massi ja aatomnumbri järgi.

Kiiritus on inimese mõjutamine ioniseeriva kiirgusega. Kiirituse toimet mõõdetakse doosi suurusega.

Neeldunud doos on energia hulk, mille ioniseeriv kiirgus annab üle aine – näiteks inimkoe massiühikule. Seda väljendatakse ühikuga grei (sümbol Gy), kus üks grei võrdub ühe džauliga kilogrammi kohta.

Radioaktiivne saastumine on radioaktiivse aine olemasolu materjalide pinnal või sees, inimese kehas või mujal, kus radioaktiivne aine on soovimatu või ohtlik.

Kiirgustegevus on mis tahes tegevus, mis suurendab või võib suurendada inimese kiiritust tehisallikate kiirgusest või looduslikest kiirgusallikatest, kui looduslikke radionukliide töödeldakse nende radioaktiivsuse, lõhustatavuse või tuumasünteesi omaduste pärast.

2. KIIRGUSSEIRE 2014. AASTAL

2014. aastal jälgiti atmosfääri üldise gammakiirguse taset ja atmosfääri õhukandeliste osakeste radioaktiivsust. Mõõdeti pinnase, pinna- ja joogivee, Eestis toodetud toorpiima, inimese päevase toiduratsiooni ning erinevate toiduainete (sh metsaseente ja -marjade) radioaktiivsust. Kuna Eesti osaleb Läänemere Keskkonnakaitsekomisjoni (HELCOM) mereseire programmis, siis on kiirgusseire programmi lülitatud ka merekeskkonna (merevesi, -vetikad, -kalad, -setted) jälgimine. Inimtegevuse mõju hindamisel jälgiti Eesti ühe suurema kiirgustegevuskoha, AS A.L.A.R.A Paldiski ja Tammiku objektide ümbruses looduskeskkonna radioaktiivsuse taset. Kokku uuriti 2014. aastal kiirgusosakonna laboris riikliku kiirgusseire raames 271 proovi.

Kiirgusseire programmi täitmise käigus määrati proovides kunstlike radionukliidide ^{137}Cs , ^{131}I , ^3H , ^{90}Sr , ^{60}Co ja ^{54}Mn ning looduslike radionukliidide ^7Be , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{228}Ra ja ^{232}Th aktiivsuskontsentratsioone. Täpsema ülevaate proovide arvu, neis analüüsitud radionukliidide ja proovivõtmise sageduse kohta annab järgnev tabel (vt Tabel 1).

Tabel 1. 2014. aastal kogutud proovide iseloomustavad andmed.

Proovi nimetus	Proovivõtu sagedus	Proovivõtu kohtade arv	Proovide arv aastas	Analüüsitud radionukliidid	Ühik
Jõgede vesi	1 kord kvartalis	2	8	^{137}Cs	Bq/l
Joogivesi	2 korda aastas	3	6	^{137}Cs , ^{90}Sr , ^3H , ^{226}Ra , ^{228}Ra	Bq/l
Inimese päevane toiduratsioon	2 korda aastas	2	4	^{137}Cs , ^{40}K , ^{90}Sr	Bq/päevas
Piim	1 kord kvartalis	3	12	^{137}Cs , ^{40}K , ^{90}Sr	Bq/l
Metsaseened	1 kord aastas	6	12	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Metsamarjad	1 kord aastas	4	7	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Toiduained	1 kord aastas	kaubandusvõrk	18	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Ulukiliha	1 kord aastas	kaubandusvõrk	1	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
AS A.L.A.R.A kontrollpuurkaevude vesi	1 kord kvartalis	5	19	^3H	Bq/l
Õhukandelised osakesed	1 kord nädalas	3	148	^{137}Cs , ^7Be , ^{131}I , ^{60}Co , ^{54}Mn	Bq/m ³
Gammakiirguse doosikiirus	pidevalt reaajas	15 seirejaama (jaanuar-märts 10 seirejaama)	pidev	gammakiirguse doosikiirus	nSv/h
Merevesi	1 kord aastas	5	5	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/m ³
Meretaimed	1 kord aastas	2	2	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Merekalad	1 kord aastas	2	2	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Meresetted	1 kord aastas	2	19	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Pinnas	1 kord aastas	2	8	^{137}Cs , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th	Bq/kg

Keskkonnaameti koostööpartneriks olid atmosfääri seires Eesti Keskkonnaagentuur, piimaproovide võtmisel Veterinaar- ja Toiduamet, merekeskkonna proovide võtmisel TTÜ Meresüsteemide Instituut ning inimese päevase toiduratsiooni proovide võtmisel haiglate toitlustusteenistuse töötajad. Ülejäänud proovid koguti Keskkonnaameti spetsialistide poolt.

2.1 ATMOSFÄÄRI SEIRE

Atmosfääri seire põhieesmärgiks on teistest riikidest lähtuva radioaktiivse saastumise varane avastamine, mis võimaldab õigeaegselt vastu võtta otsuseid vastuabinõude kohta. Selleks jälgitakse automaatmõõtejaamadega reaajas atmosfääri gammakiirguse taset üle kogu Eesti. Lisaks mõõdetakse õhuga kanduvate osakeste radioaktiivsust kolmes filterjaamas. Seirevõrku on haaratud Eesti piirialad ning suuremate linnade ümbrus. Peale rahvusvahelise eelhoiatuse on see ainuke kiire moodus varakult avastada Eesti kohale kanduv radioaktiivne saaste.

Eesti-Šveitsi koostööprogrammi projekti „Eesti kiirgusseire võrgu uuendamine“ raames vahetati 2014. aastal välja 1997. aastast töötavad gamma-kiirguse automaatmõõtejaamad. Endise 10 seirejaama asemel alustas 2014. aasta aprillis tööd 15 uut spektromeetrist seirejaama (SARA, AGS711F, tootja Envinet GmbH). Täiendavad seirejaamad alustasid tööd Tõraveres, Kuusikul, Viljandis, Lääne-Nigulas ja Väike-Maarjas. Seoses osade meteoroloogiaväljakute asukohtade muutusega muutusid seirejaamade asukohad ka Valga, Pärnu ja Valga jaamas (jäädes siiski samasse piirkonda) ning Kärkla asemel alustas seirejaam tööd Ristnas. Sama projekti raames vahetati 2014. aasta märtsi alguses välja ka Tallinn-Harku aeroloogiajaamas paiknev amortiseerunud õhuproovide filterseade. Uus soetatud filterseade (SnowWhite JL-900, tootja Senya Oy) ületab varemalt kasutusel olnud seadet nii võimsuse, täpsuse kui ka töökindluse poolest. Projekti elluviimine viis Eesti maa-ala kiirgusseire- ja hoiatussüsteemi võimekuse Euroopa Liidu arenenumate liikmesriikide tasemele ning kindlustab elanikele õigeaegse ja asjakohase teabe kiirgusolukorra kohta riigis.

Kõik seirejaamad asuvad Keskkonnaagentuuri meteoroloogiaväljakutel (va Tallinna seirejaam, mis asub Kopli 76 sisehoovis). Mõõtmised toimuvad avatud maastikul 1,5 meetri kõrgusel maapinnast (va Tallinna jaam, mis asub u 5 m kõrgusel maapinnast). Seirejaamade asukohad ja koordinaadid on esitatud tabelis (vt Tabel 2a ja Tabel 2b).

Tabel 2a. Atmosfääri radioaktiivsuse seire vaatlusvõrk, mis oli töös kuni 2014. a. märtsi lõpuni.

Seirejaam	Gammakiirguse doosikiiruse mõõtmise reaalajas	Õhukandeliste osakeste ja aerosoolide kogumine filterseadmetega	Koordinaadid	
			N	E
Harku		X	59° 23' 50"	24° 35' 58"
Kunda	X		59° 31' 05"	26° 32' 44"
Kärdla	X		58° 59' 38"	22° 49' 19"
Mustvee	X		58° 51' 55"	26° 57' 09"
Narva-Jõesuu	X	X	59° 27' 46"	28° 02' 45"
Pärnu	X		58° 25' 15"	24° 27' 56"
Sõrve	X		57° 54' 45"	22° 03' 25"
Tallinn	X		59° 26' 55"	24° 43' 00"
Tõravere		X	58° 15' 50"	26° 27' 43"
Türi	X		58° 48' 34"	25° 24' 35"
Valga	X		57° 47' 23"	26° 02' 05"
Võru	X		57° 50' 43"	27° 01' 10"

Tabel 2b. Atmosfääri radioaktiivsuse seire vaatlusvõrk, mis alustas tööd 2014. a. aprillist.

Seirejaam	Gammakiirguse doosikiiruse mõõtmise reaalajas	Õhukandeliste osakeste ja aerosoolide kogumine filterseadmetega	Koordinaadid	
			N	E
Harku		X	59° 23' 50"	24° 35' 58"
Kunda	X		59° 31' 17"	26° 32' 28"
Kuusiku	X		58° 58' 23"	24° 44' 03"
Lääne-Nigula	X		58° 57' 04"	23° 48' 56"
Mustvee	X		58° 51' 55"	26° 57' 07"
Narva	X		59° 23' 22"	28° 06' 32"
Narva-Jõesuu		X	59° 27' 46"	28° 02' 45"
Pärnu	X		58° 25' 11"	24° 28' 11"
Ristna	X		58° 55' 15"	22° 03' 60"
Sõrve	X		57° 54' 49"	22° 03' 29"
Tallinn	X		59° 26' 51"	24° 42' 53"
Tõravere	X	X	58° 15' 50"	26° 27' 42"
Türi	X		58° 48' 31"	25° 24' 33"
Valga	X		57° 47' 24"	26° 02' 15"
Viljandi	X		58° 22' 40"	25° 36' 01"
Võru	X		57° 50' 46"	27° 01' 10"
Väike-Maarja	X		59° 08' 29"	26° 13' 51"

2.1.1 Gammakiirguse doosikiiruse seire

Kuni 2014. aasta märtsi lõpuni jälgiti atmosfäärist ja maapinnast lähtuvat üldise gammakiirguse taset reaajas kahe sõltumatu automaatvõrgu abil. Üks alamvõrk koosnes kolmest Soome päritolu AAM-95 tüüpi jaamast (asukohaga Sõrve, Türi, Võru) ning mõõtis Geiger-Müller detektoriga summaarse gammakiirguse doosikiirust. Teine alamvõrk koosnes seitsmest Taani päritolu täisautomaatselt PMS-jaamast (*Permanent Measuring Station*), asukohaga Tallinn, Pärnu, Narva-Jõesuu, Mustvee, Valga, Kunda ja Kärkla, kus olid kasutusel kahte tüüpi detektorid. Geiger-Müller detektor mõõtis summaarse gammakiirguse doosikiirust ning NaI(Tl) kristallil baseeruv detektor gammakiirgust spektraalsel kujul. PMS-jaamad töötasid pidevalt reaajas alates 1997. aastast kuni 2014. aasta märtsini.

2014. aasta märtsi lõpus vana seirevõrk demonteeriti ning alustasid tööd 15 uut spektromeetrilist seirejaama (SARA, AGS711F, tootja Envinet GmbH). Kõigis seirejaamades on kasutusel mõõtedetektoritena Geiger-Müller detektor, mis mõõdab summaarse gammakiirguse doosikiirust (nSv/h) ja NaI kristallil baseeruv detektor, mis mõõdab gammakiirgust spektraalsel kujul võimaldades identifitseerida radionukliide ja teha vahet eri radionukliidide poolt tekitatud doosikiirustel. Viimastest tähtsaim on tehislisest radionukliididest põhjustatud komponent, mida võrreldakse etteantud alarmitasemega. Alarmitaset ületava kiirgustaseme puhul edastavad jaamad automaatselt teate Keskkonnaameti kiirgusosakonna 24/7 valvemeeskonnale, kes 10-15 minuti jooksul analüüsivad saadud informatsiooni ja vajadusel teavitavad teisi asjakohaseid asutusi ning elanikkonda.

Tavaolukorras edastatakse andmed seirejaamadest GSM-võrgu kaudu iga 10 minuti tagant serverisse. Kõigis jaamades on võimalik reguleerida mõõtmiste integratsiooniaega ja andmete edastamise intervalli. Õhuseire andmed edastatakse reaajas ka Itaalias Ispras asuvale EURDEP-andmebaasi (*EURDEP- European Radiological Data Exchange Platform*), kus need on kättesaadavad teistele asutustele ja Euroopa avalikkusele (<http://eurdep.jrc.ec.europa.eu>). Automaatjaamade poolt mõõdetud tulemused on esitatud Keskkonnaameti koduleheküljel (<http://www.keskkonnaamet.ee/keskkonnakaitse/kiirgus-3/varajane-hoiatamine/>), kus on jälgitav andmete pikaajaline arhiiv.

Kuude keskmised gammakiirguse doosikiiruse väärtused 2014. aastal jäid Eesti erinevates piirkondades automaatjaamade poolt mõõdetud andmete põhjal vahemikku 31–109 nSv/h. Aasta ja kuude keskmised tulemused on märgitud tabelis (vt Tabel 3a ja Tabel 3b).

Tabel 3a. Gammakiirguse doosikiiruse keskmised väärtused seirejaamades, mis alustasid tööd 2014. aasta aprillis.

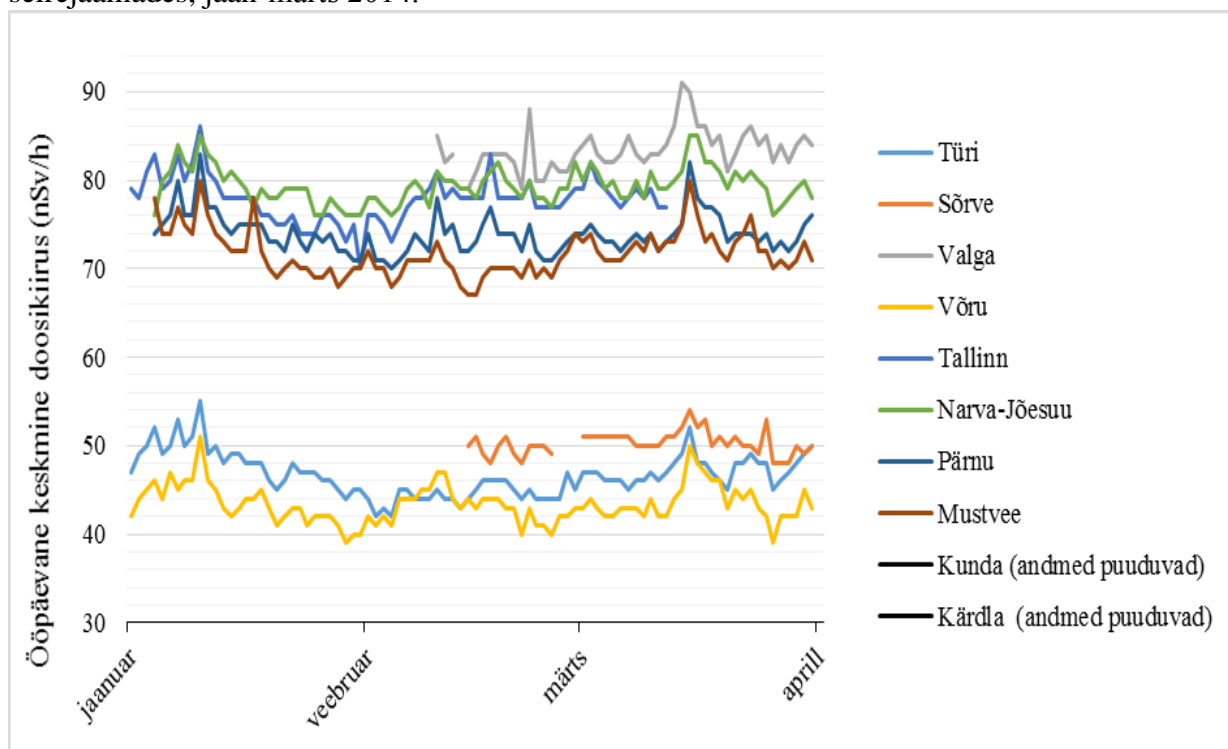
Aasta 2014	Apr	Mai	Juun	Juul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Keskmine
Kunda	58	59	58	60	60	58	58	57	54	58
Võru	69	71	70	72	74	70	68	67	63	69
Narva-Jõesuu	97	99	98	105	109	101	99	96	89	99
Mustvee	37	38	39	40	42	40	39	39	36	39
Väike-Maarja	68	68	68	71	73	69	67	66	62	68
Tõravere	59	60	59	62	63	61	60	60	55	60
Ristna	39	41	42	43	42	41	40	40	39	41
Kuusiku	46	47	48	49	50	48	47	47	44	47
Valga	75	75	74	77	78	75	74	72	68	74
Viljandi	48	49	49	50	50	49	48	47	45	48
Lääne-Nigula	49	51	52	54	53	52	50	50	48	51
Pärnu	57	32	33	34	34	33	33	33	31	36
Türi	57	58	58	62	60	59	58	57	54	58
Sõrve	37	38	39	40	39	38	38	38	36	38
Tallinn	43	43	44	44	45	44	44	44	42	44

Tabel 3b. Gammakiirguse doosikiiruse keskmised väärtused seirejaamades, mis töötasid kuni 2014. aasta märtsi lõpuni.

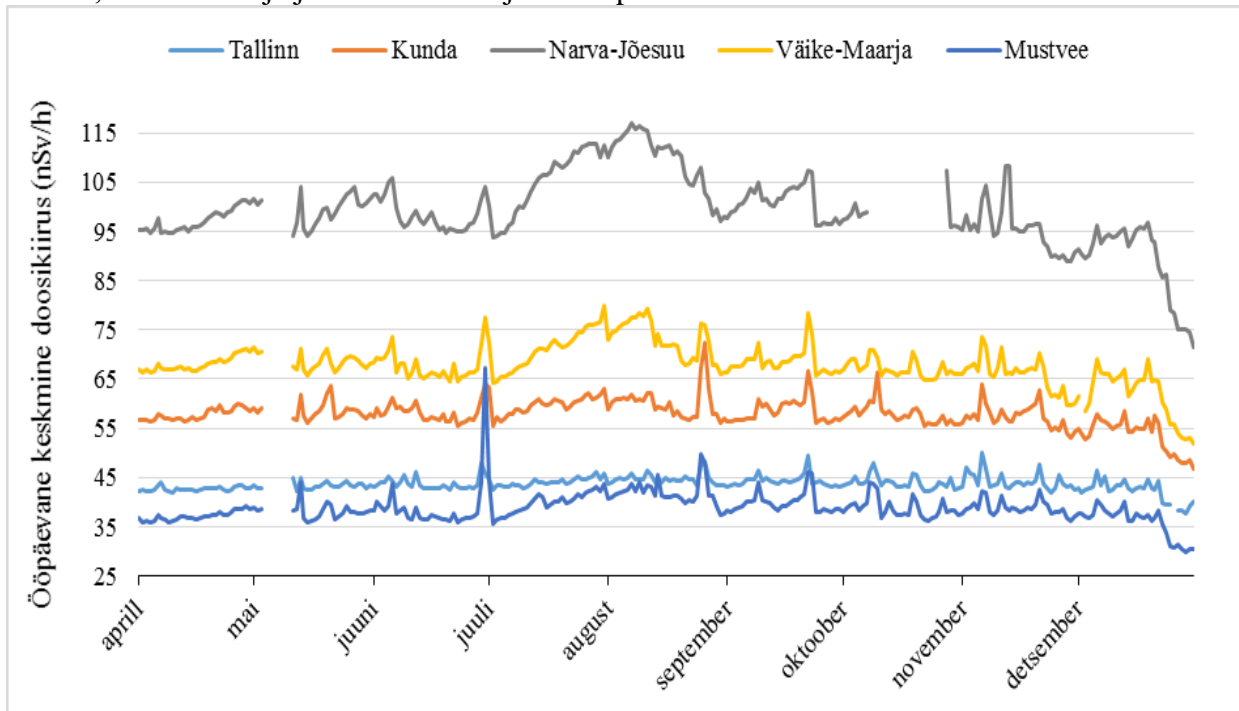
Aasta 2014	Jaan	Veeb	Märts	Keskmine
Kunda	-	-	-	-
Võru	43	43	43	43
Narva-Jõesuu	79	79	80	79
Mustvee	72	70	72	71
Valga	-	82	84	83
Pärnu	74	73	74	74
Türi	48	44	47	46
Sõrve	-	49	50	50
Tallinn	77	77	78	77
Kärdla	-	-	-	-

Aasta keskmine gammakiirguse doosikiirus üle kogu seiresvõrgu on sarnane viimaste aastate keskmisele tulemusele. Selline kiirgusfoon põhjustab inimesele aastas keskmiselt 0,5 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi. Looduslikult võib esineda kordades kõrgemaid gammakiirguse doosikiiruse tasemeid kui seirejaamad 2014. aastal registreerisid. Kõrgendatud väärtused üksikutel päevadel on põhjustatud eelkõige sademetest, mis „pesevad“ atmosfäärist välja looduslikke radionukliide. Doosikiiruse miinimum talvisel ajal on tingitud lumikattest. Gammakiirguse doosikiiruse kõikumine 2014. aastal erinevates seirejaamades on ära toodud joonistel (vt Joonis 1a, 1b, 1c ja 1d). Tehnilistel põhjustel puuduvad osaliselt mõõteandmed mõnes seirejaamas.

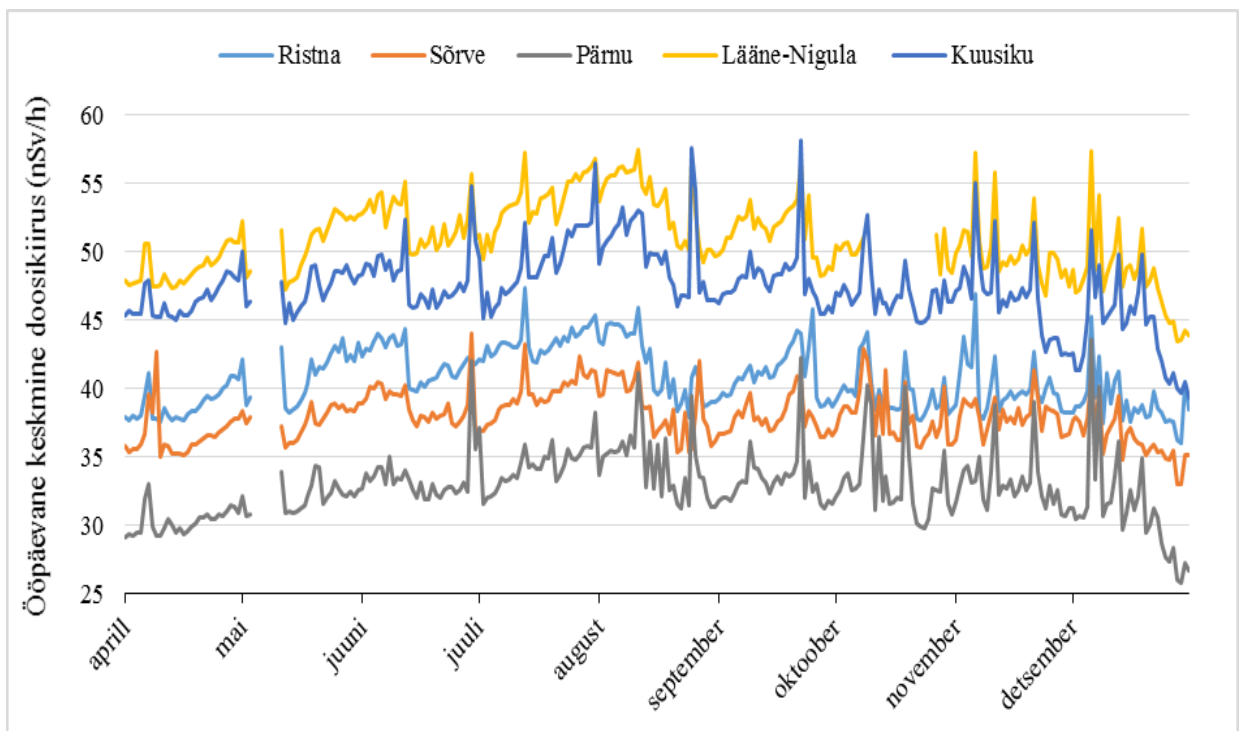
Joonis 1a. Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) mõõdetud PMS ja ALNOR tüüpi seirejaamades, jaan-märts 2014.



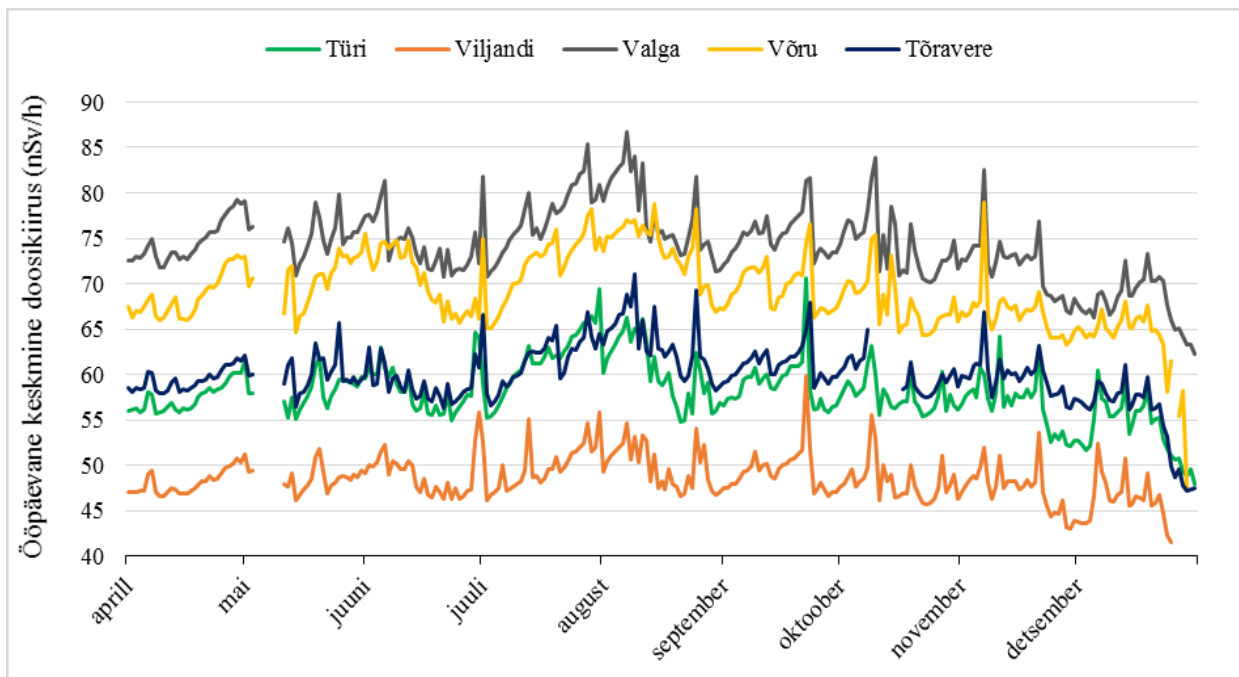
Joonis 1b. Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) mõõdetud Tallinna, Kunda, Narva-Jõesuu, Väike-Maarja ja Mustvee seirejaamas apr-dets 2014.



Joonis 1c. Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) mõõdetud Ristna, Sõrve, Pärnu, Lääne-Nigula ja Kuusiku seirejaamas apr-dets 2014.



Joonis 1d. Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) Türi, Viljandi, Valga, Võru, Tõravere seirejaamas apr-dets 2014.



Gammakiirgus on seirejaamade andmetel põhjustatud valdavalt looduslikest radionukliididest. Tehislike radionukliidide tekitatud doosikomponent jäi spektri töötlemise arvutusvigade piirimaile ja moodustas vähem kui 10 % summaarsest doosikiirusest. Varase hoiatamise süsteemis etteantud alarmi taset ületavaid väärtusi ei fikseeritud üheski jaamas.

2.1.2 Õhukandeliste osakeste seire

Atmosfääriosakeste ja aerosoolide radioaktiivsuse seiret viiakse läbi Harku, Narva-Jõesuu ja Tõravere filterjaamas. Jaamades hoitakse filtreid mõõteajaga üks nädal ja analüüsitakse seejärel gamma-spektromeetriliselt Keskkonnaameti kiirgusosakonna laboris. Eesmärgiks on täpselt identifitseerida radionukliidid ja määrata nende sisaldus õhus. Võrreldes automaatjaamade poolt fikseeritud tasemetega võimaldab suurte õhukoguste filtreerimine ja filtrite gamma-spektromeetriline analüüs avastada õhus kaks kuni kolm suurusjärku väiksemaid aktiivsuskontsentratsioone. Atmosfääri radioaktiivsus on väga madal ning kasutatav seiremeetod võimaldab tavaolukorras (kui ei ole toimunud radioaktiivse aine pihkumist atmosfääri) mõõta ainult loodusliku kosmogeense isotoobi ^7Be (mida esineb atmosfääris alati) ja kunstliku isotoobi ^{137}Cs nukliidide aktiivsuskontsentratsiooni. Radioaktiivset saastumist väljendavate teiste võimalike indikaatorisotopide ja looduslike terestriiliste radioisotopide nukliidide sisaldus oli väiksem meetodi tundlikkuse lävest. Kahel nädalal aastas tuvastati siiski ^{60}Co ja ^{54}Mn ja ühel korral aastas ^{131}I esinemine õhus.

Alates 1995. aastast kuni 2014. a. aprillini oli Harkus kasutusel TA Konstrueerimisbüroo poolt valmistatud suure võimsusega õhuproovide filterseade, mis pumpas õhku läbi klaasfiiberfiltrit. 2014. aasta aprillis asendati amortiseerunud seade suure võimsusega õhuproovide filterseadmega Snow White JL-900 (Senya OÜ, Soome). Samasugune seade on kasutusel ka Narva-Jõesuus.

Narva-Jõesuusse paigaldati suure võimsusega õhuproovide filterseade Snow White JL-900 1996. aasta lõpus eesmärgiga avastada võimalikult vara õhu saastumine juhul, kui peaks toimuma avariid Leningradi tuumaelektrijaamas Sosnovõi Boris, mis asub umbes 70 km kaugusel Eesti piirist. Seade kogub õhuosakesi ja aerosoole klaasfiiberfiltrile.

1997. aastal paigaldati Kagu-Eestisse Tõraveresse väiksema võimsusega õhuproovide filterseade Hunter JL-150 (Senya OÜ, Soome). Samuti on jaamas kasutusel klaasfiiberfiltrid.

^{7}Be aktiivsuskontsentratsioon ulatus Harku filterjaama õhus 2014. aastal kuni $5,8 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ning ^{137}Cs tase kuni $2,16 \cdot 10^{-6}$. Aasta keskmised tulemused olid vastavalt $2,66 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja $1,11 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$.

Narva-Jõesuu filterjaama õhus ulatus ^{7}Be aktiivsuskontsentratsioon kuni $5,9 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ning ^{137}Cs tase kuni $3,96 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$. Aasta keskmised tulemused olid vastavalt $2,99 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja $1,42 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$. Aasta 42. nädalal tuvastati ^{131}I esinemine õhus ning mõõdeti selle aktiivsuskontsentratsiooniks $3,72 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$. Lisaks tuvastati aasta 8.-9. nädalal ^{60}Co ja ^{54}Mn olemasolu kontsentratsioonides vastavalt $2,23 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$ ja $3,87 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$ ning 35.-36. nädalal ^{54}Mn $1,16 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$.

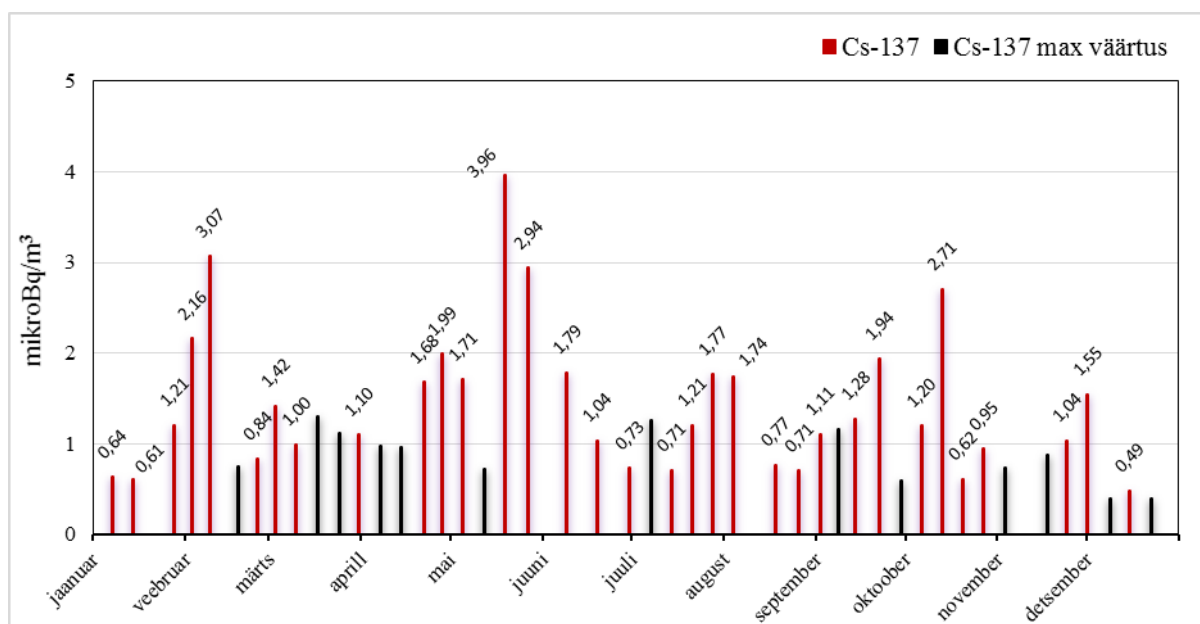
Tõravere filterjaama õhus ulatus ^{7}Be aktiivsuskontsentratsioon kuni $6,3 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja ning ^{137}Cs tase kuni $2,55 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$. Aasta keskmised tulemused olid vastavalt $3,41 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja $1,63 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$.

Aasta keskmiste kontsentratsioonide arvutamisel ^{137}Cs puhul on arvesse võetud vaid neid nädalaid, kui realselt nimetatud radionukliidi olemasolu mõõtmisel detekteeriti. Joonisel 2a on näha, et ^{137}Cs tase õhus jääb tihti allapoole mõõtemetodi määramistundlikkuse taset. Tõraveres asuva filterseadme pumpamisvõimsus on mitu korda väiksem kui Narva-Jõesuus ja Harkus ning seetõttu detekteeritakse seal ^{137}Cs esinemine harvemini. Mõõdetud ^{7}Be ja ^{137}Cs tulemused on lähedased eelmiste aastate keskväärtustele neist seirejaamadest.

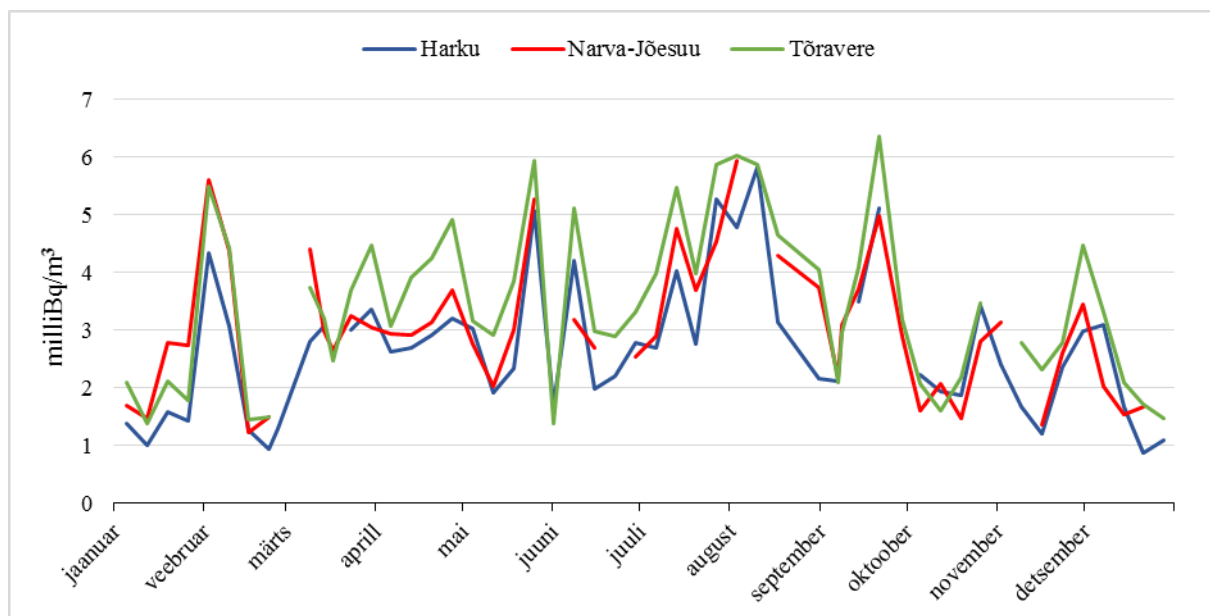
Õhuproovides sisalduv ^{137}Cs pärineb peamiselt kuuekümnendatel läbiviidud tuumakatsetustest põhjustatud atmosfääri globaalsest saastumisest ja maapinnale sadenenud Tšernobõli päritoluga radioaktiivsest saastest, mida näiteks ilmastikutingimuste, aga ka metsa- ja rabapõlengute tõttu uuesti atmosfääri paisatakse. See on eelkõige seletuseks Narva-Jõesuus ja Harkus mõõdetud õhu ^{137}Cs sisalduste mõningasele erinevusele.

^{137}Cs ja ^{7}Be aktiivsuskontsentratsioonide kõikumised 2014. aasta jooksul on toodud joonistel (vt Joonis 2a, Joonis 2b, Joonis 2c). Graafikutel toodud "maksimaalsed väärtused" (max) väljendavad olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui toodud väärtus. Joonisel 2c on ära toodud ^{137}Cs ja ^{7}Be aktiivsuskontsentratsioonid Narva-Jõesuus viimase nelja aasta jooksul (2011-2014).

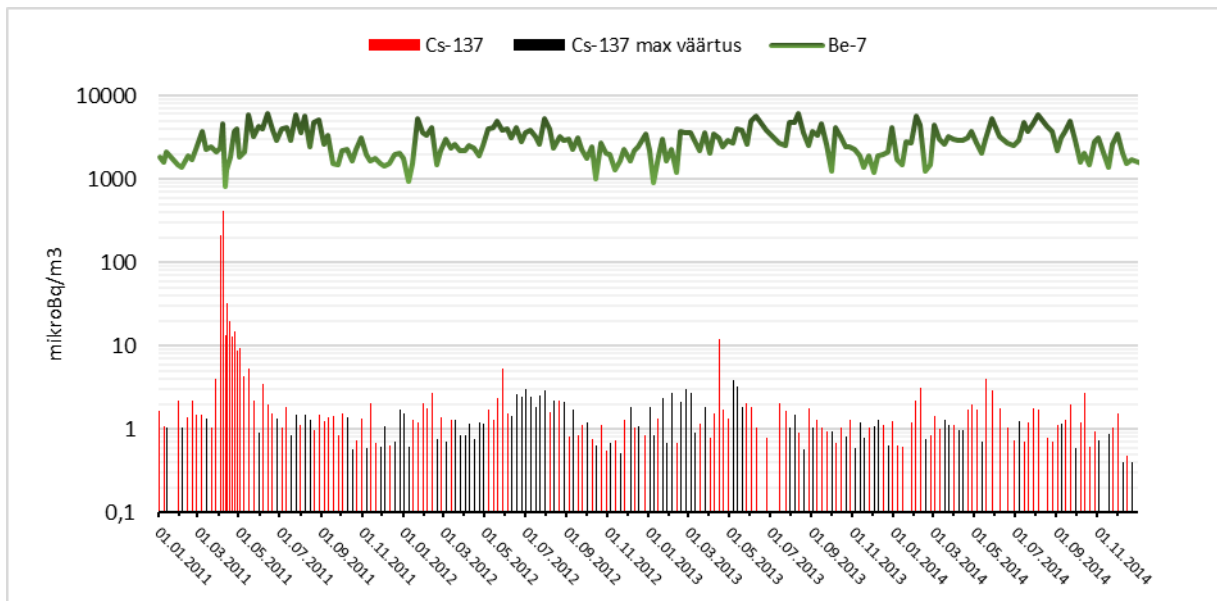
Joonis 2a. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) õhus, mõõdetud Narva-Jõesuu filterjaamas 2014. aastal (*max väärtus väljendab olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui toodud väärtus*).



Joonis 2b. ^7Be aktiivsuskontsentratsioon (mBq/m^3) õhus, mõõdetud Harku, Narva-Jõesuu ja Tõravere filterjaamas 2014. aastal.



Joonis 2c. ^{137}Cs ja ^7Be aktiivsuskontsentratsioon ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) õhus, mõõdetud Narva-Jõesuu filterjaamas 2011.-2014. aastal (*max väärtus väljendab olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui toodud väärtus*).



2.2 PINNAVETE SEIRE

Pinnavete kiirgusseire raames jälgiti Soome lahte suubuva Narva jõe ja Liivi lahte suubuva Pärnu jõe radioisotoopide sisaldust. Neist esimese vesi iseloomustab väga ulatuslikku valgala, kuhu jäävad ka Eesti ja Loode-Venemaa Tšernobõli tuumakatastroofi käigus saastunud alad. Pärnu jõe valgala on deponeerunud põhiliselt globaalsest atmosfäärisaastumisest pärinevad radioisotoobid.

Seirejaamad jõgedel on valitud selliselt, et proovides oleks välistatud merevee mõju. Pärnu jõe proovid kogutakse Sindi maanteesilla vahetust lähedusest. Narva jõest võetakse need ligikaudu 7 km kauguselt jõe suudmest ülesvoolu Narva ja Narva-Jõesuu vahelise maantee äärest. Veeproovid (mahuga 30 liitrit) koguti jõgedest kord kvartalis.

Jõgede radioaktiivsuse jälgimine võimaldab hinnata maismaalt merre kantavate radioaktiivsete ainete koguhulka. Peamist huvi pakuvad kunstlikud isotoobid, mille merekeskkonda koormav koguaktiivsus sõltub jõgede valgala radioaktiivse saastumise tasemest ja merre kantavast veehulgast.

^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon jõgede vees on osutunud väga madalaks, jäädes allapoole analüüsimeetodi tundlikkuse läve (vt Tabel 4). Viimane on kaks suurusjärku väiksem Euroopa Komisjoni soovituslikust informeerimistasemest, mis on 1 Bq/l. Arvestades jõgede keskmisi aastasi vooluhulki, kantakse nende poolt merre vähem kui 50 GBq ^{137}Cs aastas.

Tabel 4. ¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l) Narva ja Pärnu jõe vees 2014. aastal.

Proovi nimetus	Koordinaadid		Proovivõtu kuupäev	Analüüsitud proovi kogus (l)	¹³⁷ Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l)
	N	E			
Pärnu jõe vesi	58°25' 01"	24°40' 14"	08.03.2014	34,2	< 0,003
			02.06.2014	36,0	< 0,003
			08.09.2014	34,2	< 0,002
			29.10.2014	35,6	< 0,004
Narva jõe vesi	59°25' 50"	28°07' 41"	22.04.2014	36,0	< 0,003
			11.06.2014	34,2	< 0,003
			28.08.2014	36,0	< 0,003
			16.10.2014	36,0	< 0,003

Tulemused esitatud 95% tõenäosusega.

2.3 JOOGIVEE SEIRE

Joogivee seire võimaldab hinnata inimeste poolt sissevõetud radionukliidide hulka ja sellest tingitud oodatavat efektiivdoosi. Joogivee kiirgusseire raames jälgiti kord poole aasta jooksul kunstlike radionukliidide ¹³⁷Cs ja ⁹⁰Sr ning ³H sisaldust pinnaveest toodetud joogivees (Ülemiste Veepuhastusjaamast väljastatavas joogivees) ning looduslike radionukliidide ²²⁸Ra ja ²²⁶Ra sisaldust põhjaveest toodetud joogivees.

Kõik joogivee proovid (mahuga 50 l ja 10 l) võeti lõpptarbija juurest kraanist (PERH Mustamäe korpuse, Sillamäe haigla ja Nõmme polikliiniku veekraanist).

Pinnaveest toodetud joogivee proovides oli ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr ja ³H aktiivsuskontsentratsioon allpool kasutatud meetodi määramistundlikkuse taset (vt Tabel 5). Võrdluseks võib nimetada, et määramistundlikkusele vastavad ¹³⁷Cs ja ⁹⁰Sr sisaldused on umbes tuhat korda väiksemad Maailma Tervishoiuorganisatsiooni poolt soovitatud jälgimistasemetest. ³H sisaldus on märgatavalt väiksem Eesti seadusandluses nimetatud nukliidile kohaldatud piirtasemest, mis on 100 Bq/l.

Tabel 5. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l) pinnaveest toodetud joogiveses 2014. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev, koht	Analüüsitud proovi kogus (l)	¹³⁷ Cs (Bq/l)	Analüüsitud proovi kogus (l)	⁹⁰ Sr (Bq/l)	³ H (Bq/l)
AS Tallinna Vesi, Ülemiste Vee-puhastusjaamast väljastatav joogivesi	28.02.2014 Sütiste tee 19, Tallinn	25,4	< 0,004	8	< 0,003	<3
	17.10.2014 Sütiste tee 19, Tallinn	36,0	< 0,002	8	< 0,004	<3

Tulemused esitatud 95% tõenäosusega.

Sillamäe haiglast ja Nõmme polikliinikust võetud põhjaveest toodetud joogivee proovide radionukliidide sisaldused on ära märgitud tabelis (vt Tabel 6).

Eeldades, et inimene tarbib 730 liitrit joogivett aastas, põhjustab AS Sillamäe Veevõrk poolt väljastatava joogivee aastane tarbimine 0.09 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi, mis on lähedane Eesti seadusandluses joogivee efektiivdoosile kehtestatud indikaatornäitajale (0,1 mSv) ning Nõmme piirkonnas AS Tallinna Vesi poolt väljastatud joogivesi 0,28 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi, mis ületab joogivee efektiivdoosile kehtestatud indikaatornäitajat (0,1 mSv). Looduslikku päritolu raadiumi isotoobid esinevad kõrgemates kontsentratsioonides peamiselt kambrium-vendi veekompleksi põhjavees.

Tabel 6. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l) põhjaveest toodetud joogiveses 2014. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev, koht	²²⁸ Ra (Bq/l)	²²⁶ Ra (Bq/l)	³ H (Bq/l)
AS Sillamäe Veevõrk poolt väljastatav joogivesi (põhjaveest toodetud joogivesi)	22.04.2014 Kajaka 9, Sillamäe (Sillamäe Haigla SA veekraanist)	0,140 ± 0,013*	0,141 ± 0,021*	< 3**
AS Sillamäe Veevõrk poolt väljastatav joogivesi (põhjaveest toodetud joogivesi)	16.10.2014 Kajaka 9, Sillamäe (Sillamäe Haigla SA veekraanist)	0,137 ± 0,022*	0,137 ± 0,021*	< 3**
AS Tallinna Vesi poolt väljastatav joogivesi (põhjaveest toodetud joogivesi)	28.02.2014 Jaama 11, Tallinn (Nõmme Tervisekeskus/ polikliinik)	0,400 ± 0,023*	0,400 ± 0,059*	< 3**
AS Tallinna Vesi poolt väljastatav joogivesi (põhjaveest toodetud joogivesi)	29.10.2014 Jaama 11, Tallinn (Nõmme Tervisekeskus/ polikliinik)	0,400 ± 0,022*	0,400 ± 0,060*	< 3**

* Määramatus väljendab kahekordset statistilist hälvet.

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

2.4 PIIMA SEIRE

Piimaproovid koguti kuude keskmiste proovidena, mis iseloomustavad Järvamaal, Saaremaal ja Viljandimaal kokku ostetud toorpiima. Kuude keskmised proovid ühendati vastava kvartali keskmiseks prooviks, mida analüüsiti. Andmed piima radioaktiivsuse kohta on toodud tabelis (vt Tabel 7).

Tabel 7. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l) Eestis toodetud ja eri piirkondades kokku ostetud piimas 2014. aastal.

		Järvamaa	Saaremaa	Viljandimaa
I kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,14**	< 0,17**	< 0,14**
	⁹⁰ Sr	< 0,022**	< 0,03**	< 0,03**
	⁴⁰ K	59,1 ± 4,6*	51,0 ± 4,0*	51,8 ± 4,0*
II kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,14**	< 0,14**	< 0,14**
	⁹⁰ Sr	0,024 ± 0,010***	< 0,023**	< 0,023**
	⁴⁰ K	38,1 ± 3,1*	46,8 ± 4,0*	43,6 ± 3,5*
III kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,14**	< 0,20**	< 0,18**
	⁹⁰ Sr	< 0,020**	< 0,022**	0,033 ± 0,010***
	⁴⁰ K	49,7 ± 4,0*	39,3 ± 4,3*	45,4 ± 4,3*
IV kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,14**	< 0,14**	< 0,14**
	⁹⁰ Sr	< 0,022**	< 0,020**	0,023 ± 0,010***
	⁴⁰ K	44,7 ± 4,0*	49,5 ± 4,0*	54,3 ± 5,0*

* Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetur k=2).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

***Määramatus väljendab kahekordset statistilist hälvet.

Andmetest järeldub, et praegusel ajal on Eestis toodetud piimas tehnilike radionukliidide ¹³⁷Cs ja ⁹⁰Sr aktiivsuskontsentratsioon väga madal ning need põhjustavad inimestele ainult tühise efektiivdoosi. Näiteks saab väikelaps (1-2 aastane), kes tarvitab aastas 180 liitri lehmapiima, nimetatud isotoopide sissevõtmist oodatava efektiivdoosi kuni 0,0009 mSv ning täiskasvanu sama koguse tarbimisel 0,0006 mSv. ¹³⁷Cs ja ⁹⁰Sr sisalduse jälgimine piimas on siiski väga oluline baasandmete saamiseks, mida kasutada näiteks kiirgushädaolukordades, sest need isotoobid migreeruvad kiiresti keskkonnast toiduainetesse.

Loodusliku päritoluga ⁴⁰K annab 180 liitri aastase piima tarbimise juures väikelapsele (1-2 a) kuni 0,4 mSv suuruse aastase oodatava efektiivdoosi ja täiskasvanule sama koguse tarbimise juures 0,07 mSv suuruse efektiivdoosi.

2.5 TOIDU SEIRE

2.5.1 Inimese päevase toiduratsiooni seire

Inimese päevase toiduratsiooni proovina käsitleti toidukogust, mille haiglas, statsionaaris olev haige saab päeva jooksul, kaasa arvatud leivatooted ja joogid. Toiduratsiooni proovides jälgiti kunstlike radionukliidide ^{137}Cs ja ^{90}Sr ja loodusliku radionukliidi ^{40}K sisaldust. Proovid võeti kahel korral aastas SA Põhja-Eesti Regionaalhaigla Mustamäe korpuse ja SA TÜ Kliinikumi köögist. Määrangute järgi sisaldas päevane toiduratsioon ^{137}Cs ja ^{90}Sr nukliide vastavalt vähem kui 0,12 Bq ja kuni 0,027 Bq ning ^{40}K kuni 118 Bq (vt Tabel 8).

Tabel 8. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/päevas) inimese poolt päevas sissesöödavas toiduratsioonis 2014. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev	^{137}Cs (Bq/päevas)	^{90}Sr (Bq/päevas)	^{40}K (Bq/päevas)
Inimese ühe päeva kogu toit SA PERH Mustamäe korpuses	26.02.2014	< 0,12**	$0,027 \pm 0,010$ ***	$118 \pm 5^*$
	17.10.2014	< 0,06**	< 0,022**	$105 \pm 8^*$
Inimese ühe päeva kogu toit Tartu Ülikooli Kliinikum	28.02.2014	< 0,07**	< 0,020**	$100 \pm 4^*$
	30.10.2014	< 0,08**	< 0,026**	$94 \pm 5^*$

* Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur $k=2$).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

***Määramatus väljendab kahekordset statistilist hälvet.

Aasta jooksul sellise isotoopse koostisega toidu söömisel saab täiskasvanud inimene tehilike radionukliidide arvelt kuni 0,0008 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi ja ^{40}K arvelt kuni 0,27 mSv suuruse efektiivdoosi.

Uuritud proov esindab Eesti elanike keskmist toidu tarbimist ja arvutatud oodatav efektiivdoos väljendab seega toiduga saadavat keskmist sisekiiritust. Juhul, kui lisaks tavatoiduainetele tarbitakse loodusest korjatud marju ja seeni, võib sissevõttust tingitud kiiritusdoos olla ülaltoodust mõnevõrra suurem, jäädes siiski mitu suurusjärku allapoole märgatavat tervisekahjustust põhjustavat taset.

2.5.2 Metsaseente ja -marjade seire

Looduskeskkonnas kasvanud seente ja marjade seires jälgiti gammakiirgust emiteeriva kunstliku radioisotoobi ^{137}Cs ja loodusliku päritolu ^{40}K aktiivsuskontsentratsiooni Kirde-Eestis Tšernobõli katastroofi käigus saastunud aladelt korjatud metsaseentes ja -marjades (vt Tabel 9). Näitena võib tuua, et kui täiskasvanud inimene sööb selliseid seeni aasta jooksul umbes 5 kg on kunstliku radionukliidi ^{137}Cs poolt põhjustatud oodatavaks efektiivdoosiks kuni 0,02 mSv ning loodusliku ^{40}K poolt põhjustatud efektiivdoosiks kuni 0,004 mSv, mis on väga väikesed

suurused. Lisaks analüüsiti kaubandusvõrgust ostetud seente radionukliidide sisaldust, mille kasvupiirkond pole täpselt teada.

Tabel 9. ^{137}Cs ja ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) metsaseentes ja -marjades 2014. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovivõtu kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Metsaseened				
Lambatatikud	Kirde-Eesti (Narva-Jõesuu)	28.08.2014	362 ± 20	66 ± 20
Lambatatikud	Kirde-Eesti (Sillamäe ümbrus)	28.08.2014	19 ± 2	37 ± 14
Puravikud	Kirde-Eesti (Kurtna)	09.09.2014	41 ± 3	53 ± 6
Pilvikud	Kirde-Eesti (Kurtna)	09.09.2014	15 ± 2	115 ± 13
Kaseriisikad	Kirde-Eesti (Kurtna)	09.09.2014	24 ± 2	79 ± 10
Lambatatikud	Kirde-Eesti (Kurtna)	09.09.2014	48 ± 3	41 ± 10
Metsamarjad				
Pohlad	Kirde-Eesti (Narva-Jõesuu)	28.08.2014	$3,7 \pm 0,5$	27 ± 7
Mustikad	Kirde-Eesti (Illuka)	28.08.2014	81 ± 6	22 ± 2
Pohlad	Kirde-Eesti (Kurtna)	09.09.2014	10 ± 1	30 ± 8

Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur $k=2$).

Lisaks analüüsiti radionukliidide sisaldust Paldiskis ja Tammikul kasvavates metsaseentes ja -marjades vt punkt 2.6.

2.5.3 Ulukiliha seire

Kaubandusvõrgust ostetud uluki (põdra) lihas analüüsiti ^{137}Cs ja ^{40}K sisaldus. Tulemused on toodud tabelis (vt Tabel 10).

Tabel 10. ^{137}Cs ja ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l) ulukilihas 2014. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovi ostmise kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg) määrgkaalu kohta	^{40}K (Bq/kg) määrgkaalu kohta
Põdraliha	kaubandusvõrk	01.08.2014	$10,8 \pm 1,0$	119 ± 9

Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur $k=2$).

2.5.4 Eesti päritolu toiduainete seire

Analüüsiiti Eestis toodetud ja enimtarbitavate toiduainete radioaktiivsust. Tulemused on toodud tabelis (vt Tabel 11). Proovid koguti kaubandusvõrgust.

Tabel 11. ^{137}Cs ja ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) erinevates toiduainetes 2014. aastal.

Proovi nimetus	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Kanaliha (Talleegg)	< 0,12**	121 ± 9*
Lambaliha (Viimsi LT OÜ)	< 0,15**	104 ± 8*
Sealiha (AS Rakvere Lihakombinaat)	< 0,14**	121 ± 9*
Weiseliha (AS Rakvere Lihakombinaat)	< 0,29**	111 ± 8*
Juurvili (kaalikas)	< 0,12**	108 ± 8*
Juurvili (peet)	< 0,11**	110 ± 8*
Aedvili (kapsas)	< 0,14**	50 ± 5*
Aedvili (kartul, Söödi talu)	< 0,14**	99 ± 8*
Aedvili (kartul, TÜ Talukartul)	< 0,18**	132 ± 10*
Aedvili (küüslauk)	< 0,12**	132 ± 10*
Aedvili (porgand, Laheotsa OÜ)	< 0,26**	37 ± 5*
Aedvili (sibul)	< 0,12**	39 ± 3*
Teravili (nisujahu Kalew, Tartu Miil)	< 0,11**	46 ± 4*
Teravili (täistera nisujahu, Kivisaare Veski OÜ)	< 0,10**	79 ± 6*
Teravili (mahe öko rukk täisterajahu, Väandra ökopagar)	< 0,14**	126 ± 10*
Seamaks (AS Rakvere Lihakombinaat)	< 0,15**	89 ± 7*
Kala (ahven, M.V. Wool)	5,5 ± 0,6*	82 ± 8*
Kala (haug, M.V. Wool)	4,0 ± 0,4*	92 ± 7*

*Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

Uuritud toiduainete tarbimisest saadav oodatav efektiivdoos on väike. Näiteks 10 kg ahvena söömine põhjustab täiskasvanud inimesel ^{137}Cs poolt efektiivdoosi 0,0007 mSv. Kõikide teiste tabelis toodud toiduainete samas koguses tarbimine põhjustab ^{137}Cs poolt oluliselt väiksema efektiivdoosi. ^{40}K poolt põhjustatav efektiivdoos jääb sama koguse tarbimise juures kõigis tabelis toodud toiduainete puhul väiksemaks kui 0,008 mSv.

2.6 KIIRGUSTEGEVUSKOHTADE LÄHIALADE SEIRE

Proovid võeti Eesti ühe suurima kiirgustegevuskoha – AS A.L.A.R.A lähialade looduskeskkonnast. Nimetatud asutuse põhitegevuseks on Eestis tekkivate radioaktiivsete jäätmete käitlemine ja ladustamine. Analüüsi objekt lähimbruses kasvavate seente ja marjade ^{137}Cs ja ^{40}K sisaldust ning ^3H sisaldust AS A.L.A.R.A kontrollpuurkaevude vees (kaevu sügavused u 10 m). Lisaks teostavad kiirgustegevuskoha operaatorid iseseisvalt seiret vastavalt kiirgustegevusloa tingimustele ja esitavad aruanded Keskkonnaametile.

Veeproovid (mahuga 1,5 l) võeti kord kvartalis neljast Paldiski objekti ja ühest Tammiku objekti kontrollpuurauugust. Enamus proovides oli ^3H kontsentratsioon väga madal, jäädes alla mõõtemetodi määramistundlikkuse taset (vt Tabel 12).

Tabel 12. ^3H aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l) AS A.L.A.R.A objektide kontrollpuuraukude vees 2014. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev	^3H (Bq/l)
Puurauk PA1 (Paldiski objekt)	12.03.2014	< 3*
	25.06.2014	< 3*
	16.09.2014	< 3*
	15.12.2014	< 3*
Puurauk PA6 (Paldiski objekt)	12.03.2014	< 3*
	25.06.2014	< 3*
	16.09.2014	< 3*
	15.12.2014	< 3*
Puurauk PA9 (Paldiski objekt)	12.03.2014	< 3*
	25.06.2014	< 3*
	16.09.2014	< 3*
	15.12.2014	< 3*
Puurauk TA5 (Tammiku objekt)	12.03.2014	$7,9 \pm 1,7^{**}$
	25.06.2014	< 3*
	16.09.2014	< 3*
	15.12.2014	< 3*
Suubla vesi (Paldiski objekt)	25.06.2014	< 3*
	16.09.2014	< 3*
	15.12.2014	< 3*

*Tulemused esitatud 95% tõenäosusega.

**Määramatus väljendab kahekordset statistilist hälvet.

Saasteainete olemasolul nende sattumine linna joogivette ei oleks kuigi tõenäoline, sest kohalikku joogivett ammutatakse põhjaveekihi, mis ei ole ühenduses pinnaveekihtidega. Pakri poolsaarel, AS A.L.A.R.A lähistel, on eelnevatel aastatel mõõdetud ^{137}Cs sisaldust ka vetikates, merevees ja kalades. Tulemused on olnud madalad.

Lisaks korjati seeni ja marju nimetatud objektide lähiümbrusest, eesmärgiga teha kindlaks saaste deponeerumine. Analüüsitulemused näitavad, et olulist saastet ei esine (vt Tabel 13). ^{137}Cs kontsentratsioon seentes ja marjades on väga madal ning seega ei saa seostada otseselt selle päritolu AS A.L.A.R.A kiirgustegevusest. Analüüsi ka loodusliku päritoluga ^{40}K sisaldust proovides. Radionukliidide sisaldus Tammiku ja Paldiski objektide ümbruse seentes ja marjades on samas suurusjärgus kui Eesti teistes piirkondades kasvavates seentes ja marjades (vt aruande alapunkt 2.5.2).

Tabel 13. ^{137}Cs ja ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) AS A.L.A.R.A objektide lähiümbruse looduskeskkonnas kasvavates seentes ja marjades 2014. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovivõtu kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Metsaseened				
Lambatatikud	Paldiski	05.09.2014	$0,7 \pm 0,2^*$	$55 \pm 5^*$
Lambatatikud	Tammiku	16.09.2014	$21 \pm 2^*$	$45 \pm 11^*$
Pilvikud	Tammiku	01.10.2014	$23 \pm 2^*$	$49 \pm 10^*$
Männiriisikad	Tammiku	01.10.2014	$43 \pm 3^*$	$68 \pm 15^*$
Kitsemamaplid	Tammiku	01.10.2014	$172 \pm 13^*$	$90 \pm 9^*$
Lilla ebaheinikud	Tammiku	01.10.2014	$2,7 \pm 0,4^*$	$119 \pm 11^*$
Metsamarjad				
Põldmarjad	Paldiski	05.09.2014	$< 0,12^{**}$	$65 \pm 5^*$
Metsmaasikad	Tammiku	07.07.2014	$1,5 \pm 0,2^*$	$68 \pm 6^*$
Mustikad	Tammiku	08.08.2014	$12 \pm 1^*$	$32 \pm 3^*$
Pohlad	Tammiku	16.09.2014	$5,2 \pm 0,6^*$	$19 \pm 7^*$

*Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur $k=2$).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

Näitena võib tuua, et sellised seemed põhjustavad täiskasvanule 5 kg tarbimise juures ^{137}Cs poolt kuni $0,01$ mSv suuruse ja ^{40}K poolt kuni $0,004$ mSv suuruse oodatava efektiivdoosi.

2.7 MEREKESKKONNA SEIRE

2014. aasta merekeskkonna seire raames koguti TTÜ Meresüsteemide Instituudi poolt Läänemerest vee proove viiest HELCOM mereseire programmi raames Eestile määratud statsionaarsest jaamast. Soome lahe pinnavee proovides määrati gamma-spektromeetrilisel meetodil ^{137}Cs ja ^{40}K sisaldus. ^{137}Cs tulemused jäid vahemikku 13-25 Bq/m³ (vt Tabel 14).

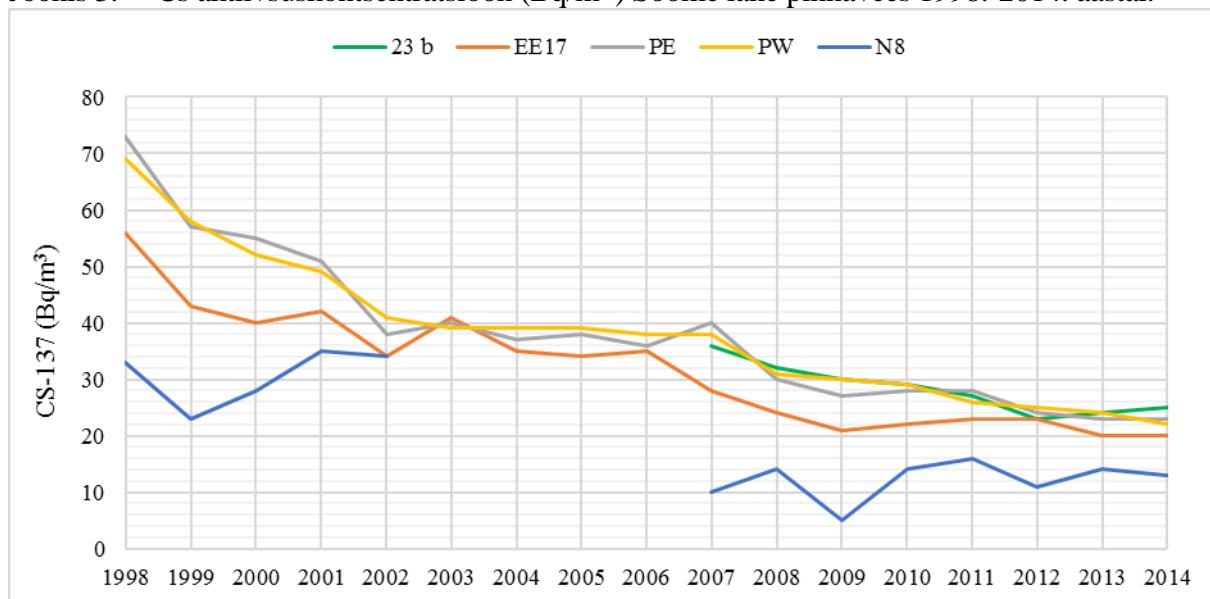
Tabel 14. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/m³) Soome lahe pinnavees 2014. aastal.

Proovi- võtu- jaam	Koordinaadid		Proovivõtu kuupäev	Üldine sügavus (m)	Tem- peratuur °C	Soolsus ‰	^{137}Cs Bq/m ³	^{40}K Bq/m ³
	N	E						
23 b	59°18'39"	23°16'93"	25.08.2014	84	17,16	6,23	25 ± 3	2140 ± 190
EE17	59°43'00"	25°00'87"	25.08.2014	110	17,62	5,49	20 ± 3	1870 ± 200
PE	59°22'80"	24°09'25"	25.08.2014	20	18,11	5,7	23 ± 2	2130 ± 190
PW	59°20'05"	24°01'94"	25.08.2014	18	17,83	5,66	22 ± 3	2100 ± 230
N8	59°28'46"	28°00'48"	25.08.2014	11	18,21	3,71	13 ± 2	1420 ± 130

Tulemused esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

Merevee radioaktiivsuse kohta Eesti seirejaamades on olemas andmed alates 1997. aastast. Kuigi andmed samades jaamades on aastate lõikes muutlikud, võib siiski täheldada mõõdukalt ^{137}Cs kontsentratsiooni vähenemist (vt Joonis 3). Põhjuseks on radioaktiivne lagunemine, areaalne segunemine, põhjasettesse sidumine ja veevahetus. Samuti on vähenenud radioaktiivsete ainete sissevool.

Joonis 3. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/m^3) Soome lahe pinnavees 1998.-2014. aastal.



Lisaks analüüsiti merekeskkonnas elavate kalade ja vetikate radioaktiivsust. ^{137}Cs sisaldus kalades ja meretaimes (põisadrus) on toodud tabelis (vt Tabel 15). Näitena võib tuua, et süües aasta jooksul 5 kg selliseid kalu, põhjustab see täiskasvanule inimesele ^{137}Cs poolt väiksema efektiivdoosi kui 0,0002 mSv ja ^{40}K poolt väiksema kui 0,004 mSv. Sarnaselt mereveega on ka meretaimeses ja -kalades ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon aastatega aeglaselt vähenenud.

Tabel 15. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) merekalades ja meretaimeses 2014. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtukoht	Koordinaadid NE	Proovivõtu kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Merekalad					
Räim	Aseri	59°27'57"; 26°51'58"	16.09.2014	3,2 ± 0,2	114 ± 4
Lest	Pakri laht	59°20'9"; 24°3'20"	16.09.2014	2,8 ± 0,2	106 ± 7
Meretaimed					
Focus Vesiculosus	Kunda laht	59°32'51"; 26°39'3"	11.10.2014	10,0 ± 1,0	634 ± 45
Focus Vesiculosus	Pakri laht	59°21'42"; 24°02'20"	26.10.2014	9,8 ± 1,2	551 ± 32

Tulemused esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

Analüüsiti ka põhjasetete proove, mis võeti jaamadest EE17 ja 23B ning milles mõõdeti inimtekkelise ^{137}Cs ja loodusliku isotoobi ^{40}K sisaldust. Tulemused on toodud tabelis (vt Tabel 16). ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon meresetetes 2012.-2014. aastal proovikihtide kaupa on toodud joonistel (vt Joonis 4a ja Joonis 4b).

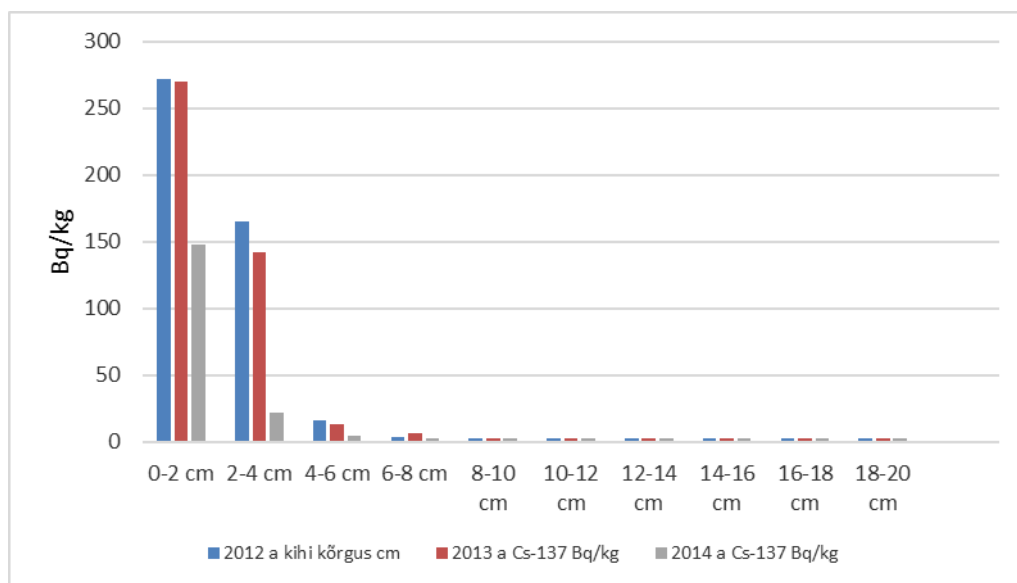
Tabel 16. ^{137}Cs ja ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) meresetetes 2014. aastal.

Proovivõtu jaam	Koordinaadid NE	Proovivõtu kuupäev	Üldine sügavus (m)	Proovi kihi sügavus (cm)	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
EE17	59°43,12' 25°00,94'	05.11.2014	109	0-2	148 ± 8*	1020 ± 100*
				2-4	22 ± 2*	1120 ± 70*
				4-6	5 ± 1*	1010 ± 80*
				6-8	<3**	1090 ± 80*
				8-10	<3**	1090 ± 80*
				10-12	<3**	1040 ± 75*
				12-14	<3**	1070 ± 90*
				14-16	<3**	1090 ± 80*
				16-18	<3**	1030 ± 80*
				18-20	tulemus puudub	
23b	59°18,2798' 23°17,2357'	07.11.2014	84	0-2	180 ± 14*	940 ± 120*
				2-4	162 ± 13*	900 ± 100*
				4-6	200 ± 16*	970 ± 90*
				6-8	234 ± 18*	990 ± 80*
				8-10	237 ± 18*	880 ± 80*
				10-12	233 ± 18*	890 ± 70*
				12-14	224 ± 17*	880 ± 75*
				14-16	192 ± 15*	880 ± 70*
				16-18	92 ± 7*	920 ± 70*
				18-20	53 ± 5*	900 ± 70*

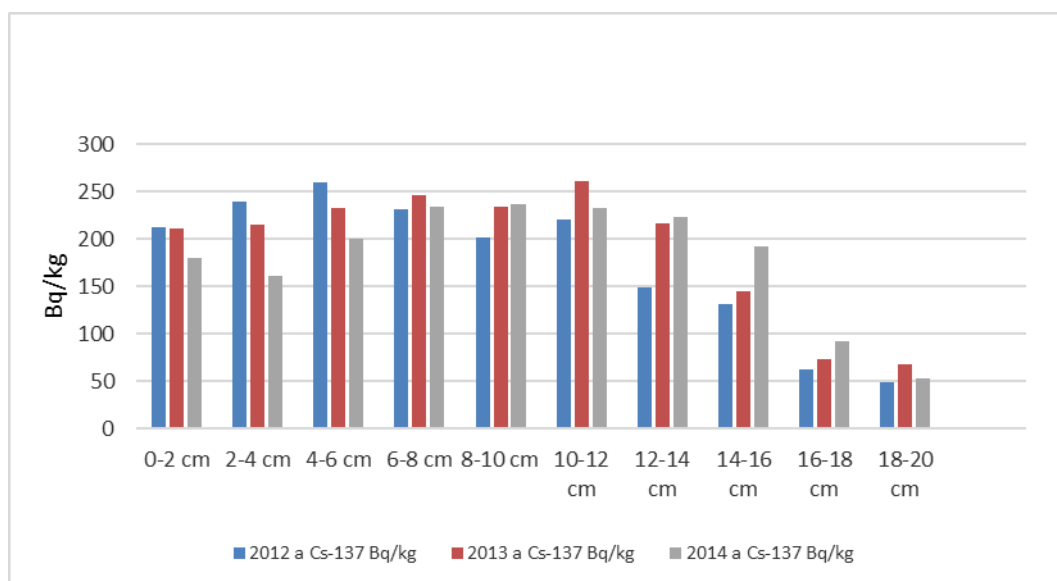
*Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

Joonis 4a. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) meresetetes seirejaamas EE17 2012.-2014. aastal proovikihtide kaupa.



Joonis 4b. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) meresetetes seirejaamas 23b 2012.-2014. aastal proovikihtide kaupa.



2.8 PINNASE SEIRE

Pinnase seire proovivõtupunktid asusid 2014. aastal Lügane vallas Aa külas ning Illuka vallas Konsu külas.

Mõlemast asukohast võeti proov võrdhaarse kolmnurga (külje pikkus 1 m) igast tipust 20 cm sügavuseni kasutades pinnasepuuri ning lõigati läbi 5 cm kihtideks. Kõigi kolme proovi samalt sügavuselt kogutud proovikihid liideti ja analüüsiti. Kokku analüüsiti seega 8 proovi. Proovides mõõdeti inimtekkelise ^{137}Cs ja looduslike isotoopide ^{40}K , ^{226}Ra ja ^{232}Th aktiivsuskontsentratsioone (Bq/kg). Tulemused on toodud tabelis (vt Tabel 17).

Maailma keskmine looduslikult esineva ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon pinnase pindmistes kihtides on 412 Bq/kg, jäädes piirkonniti vahemikku 140 kuni 850 Bq/kg. ^{226}Ra maailma keskmine tase pinnases on 32 Bq/kg, jäädes vahemikku 17-60 Bq/kg ja ^{232}Th keskmine tase 45 Bq/kg, jäädes piirkonniti vahemikku 11-64 Bq/kg (UNSCEAR 2000).

Tabel 17. ^{137}Cs , ^{40}K , ^{226}Ra ja ^{232}Th aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) pinnase erinevatel sügavustel 2014. aastal.

Proovi nimetus	Koordinaadid NE	Proovivõtu kuupäev	Üldine sügavus (cm)	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)	^{226}Ra (Bq/kg)	^{232}Th (Bq/kg)
Lügane vald, Aa (Lügane mõisa lähistelt)	59° 25'33" 27° 8' 42"	16.10.2014	0-5	100 ± 8	430 ± 30	40 ± 4	18 ± 2
			5-10	77 ± 6	460 ± 30	48 ± 4	20 ± 2
			10-15	23 ± 2	390 ± 30	40 ± 4	18 ± 2
			15-20	20 ± 2	405 ± 30	40 ± 4	20 ± 2
Illuka vald, Konsu (Räätsma järvest u 50 m)	59° 14' 10" 27° 33' 12"	16.10.2014	0-5	46 ± 4	320 ± 30	16 ± 2	14 ± 2
			5-10	27 ± 2	390 ± 30	13 ± 2	16 ± 2
			10-15	7,3 ± 0,6	360 ± 30	13 ± 2	14 ± 2
			15-20	1,2 ± 0,2	370 ± 30	13 ± 2	14 ± 2

Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

LÕPPSÕNA

Keskkonna kiirgusseire programmi raames jälgiti 2014. aastal summaarse gammakiirguse doosikiirust, õhukandeliste osakeste ja aerosoolide radioaktiivsust ning radionukliidide sisaldust pinna- ja joogivees, piimas, inimese päevases toiduratsioonis, erinevates toiduainetes, metsaseentes ja -marjades, metslooma lihas, pinnases ning merekeskkonnas. Lisaks teostati ühe Eesti suurima ohuga kiirgustegevuskoha lähialade keskkonnaseiret.

Gammakiirgus on automaatjaamade andmetel põhjustatud valdavalt looduslikest radionukliididest. Tehislike radionukliidide sisaldust looduskeskkonnas võib pidada väikeseks. Automaatjaamadele ette antud alarmi taset ületavaid väärtusi ei fikseeritud üheski jaamas. Gammakiirguse tase automaatjaamade lõikes ei ole aastatega kuigivõrd muutunud. Olulisi muutusi ei ole ka ^{137}Cs sisalduses õhukandelistes osakestes.

2014. aastal analüüsitud proovide radionukliidide sisaldust võib pidada väikeseks. Eestis ei ole töötavaid tuumarajatisi, seega puudub ka radiaotiivsete ainete emissioon. Ohuallikaks on seega väljastpoolt riigipiiri tulenev saaste.

Võrdluseks aruandes kirjeldatud efektiivdooside suurustele võib välja tuua, et ÜRO aatomikiirguse mõjude teadusliku komitee (UNSCEAR; United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) andmetel saab elanik aastas kõigist allikatest kokku u 3 mSv suuruse efektiivdoosi, millest 2,4 mSv saadakse looduslikest ja 0,6 mSv tehislimest allikatest. Põhilise kiiritusdoosi saavad inimesed seega looduslikest allikatest. Umbes poole elaniku kiiritusdoosist põhjustab maapinnast pärinev looduslikku päritolu radioaktiivne gaas radoon. Radooniuuringute aruannetega on võimalik tutvuda Keskkonnaameti Interneti koduleheküljel.

Aruande koostajad:

Monika Lepasson, Keskkonnaameti kiirgusosakonna kiirgusseire büroo juhataja;
Uko Rand, Keskkonnaameti kiirgusosakonna kiirgusseire büroo peaspetsialist