



KESKKONNAAMET

KINNITATUD
kiirgusosakonna juhataja
.2013 korraldusega nr KO 1-15/

KESKKONNA IONISEERIVA KIIRGUSE SEIRE 2013. 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 soovitus 2000/473/Euratom 8. juunist 2000. Lisaks on kiirgusseire alusdokumentideks kiirgusseadus, keskkonnaseire seadus, EN direktiiv 96/29/EURATOM, EN direktiiv 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 regiooina.

Sisukord

EESSÕNA.....	1
1. MÕISTED	3
2. KIIRGUSSEIRE 2013. AASTAL.....	4
2.1 ATMOSFÄÄRI SEIRE.....	5
2.1.1 Gammakiirguse doosikiiruse seire.....	5
2.1.2 Õhukandelistest osakeste seire.....	9
2.2 PINNAVETE SEIRE.....	13
2.3 JOOGIVEE SEIRE.....	14
2.4 PIIMA SEIRE.....	15
2.5 TOIDU SEIRE.....	16
2.5.1 Inimese päevase toiduratsiooni seire.....	16
2.5.2 Metsaseente ja -marjade seire.....	17
2.5.3 Ulukiliha seire.....	18
2.5.4 Eesti päritolu toiduainete seire.....	18
2.6 KIIRGUSTE GEVUSKOHTADE LÄHIALADE SEIRE.....	19
2.7 MEREKESKKONNA SEIRE.....	21
2.8 PINNASE SEIRE.....	24
LÕPPSÕNA.....	26

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 ioonpaare 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 2013. AASTAL

2013. 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 2013. aastal kiirgusosakonna laboris riikliku kiirgusseire raames 285 proovi.

Kiirgusseire programmi täitmise käigus määrati proovides kunstlike radionukliidide ^{137}Cs , ^{131}I , ^3H ja ^{90}Sr 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. 2013. 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	5	^{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	16	^{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	2	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
AS A.L.A.R.A kontrollpuurkaevude vesi	1 kord kvartalis	5	20	^3H	Bq/l
Õhukandelised osakesed	1 kord nädalas	3	148	^{137}Cs , ^7Be , ^{131}I	Bq/m ³
Gammakiirguse doosikiirus	pidevalt reaalsajas	10 jaama	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	7	10	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Meresetted	1 kord aastas	2	20	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Pinnaseproov	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, kalaproovide võtmisel TÜ Eesti Mereinstituut 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 10 automaatjaamaga reaajas atmosfääri summaarset gammakiirgust üle kogu Eesti territooriumi. 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.

Enamus seirejaamu asuvad meteoroloogiajaamades. Mõõtmised toimuvad avatud maastikul 2-3 meetri kõrgusel maapinnast. Seirejaamade asukohad ja koordinaadid on esitatud tabelis (vt Tabel 2).

Tabel 2. Atmosfääri radioaktiivsuse seire vaatlusvõrk

Seirejaam	Gamma-kiirguse doosikiiruse mõõtmise reaajas	Õhukandeliste osakeste ja aerosoolide kogumine filterseadmete abil	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"

2.1.1 Gammakiirguse doosikiiruse seire

Atmosfäärist ja maapinnast lähtuvat üldise gammakiirguse taset jälgiti reaajas kahe sõltumatu automaatvõrgu abil. Vanem alamvõrk koosneb kolmest Soome päritolu AAM-95

tüüpi jaamast (asukohaga Sõrve, Türi, Võru). Nimetatud süsteem mõõdab Geiger-Müller detektoriga summaarse gammakiirguse doosikiirust. Üleriigilise võrgu uuem osa koosneb seitsmest Taani päritolu täisautomaatselt PMS-jaamast (*Permanent Measuring Station*), asukohaga Tallinn, Pärnu, Narva-Jõesuu, Mustvee, Valga, Kunda ja Kärdla, kus on kasutusel kahte tüüpi detektorid. Geiger-Müller detektor mõõdab summaarse gammakiirguse doosikiirust ning NaI(Tl) kristallil baseeruv detektor gammakiirgust spektraalsel kujul. Viimane võimaldab teha vahet loodusliku ja tehisliku päritoluga radionukliidide poolt tekitatud doosikiirusel ning identifitseerida radionukliide. Lisaks on PMS-jaamad varustatud vihmadetektori, temperatuuri- ja niiskussensoriga. PMS-jaamad töötavad pidevalt reaalajas alates 1997. aastast.

Tavaolukorras edastatakse seireandmed jaamadest telefonivõrgu kaudu iga 20 minuti tagant Keskkonnaameti serverisse. Kõigis jaamades on võimalik reguleerida mõõtmiste integratsiooniaega ja andmete edastamise intervalli. Kindlaks määratud tasemest kõrgema väärtuse avastamisel saadab jaam keskserverile häireteate. Automaatjaamade poolt genereeritud alarmteadete edastamiseks on rakendatud operatiivne infosüsteem, mis tagab Keskkonnaameti 24/7 valvemeeskonna kohese teavitamise. Õhuseire andmed edastatakse iga kahekümne minuti tagant 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 2013. aastal jäid Eesti erinevates piirkondades automaatjaamade poolt mõõdetud andmete põhjal vahemikku 22–87 nSv/h. Aasta keskmised tulemused on märgitud tabelis (vt Tabel 3).

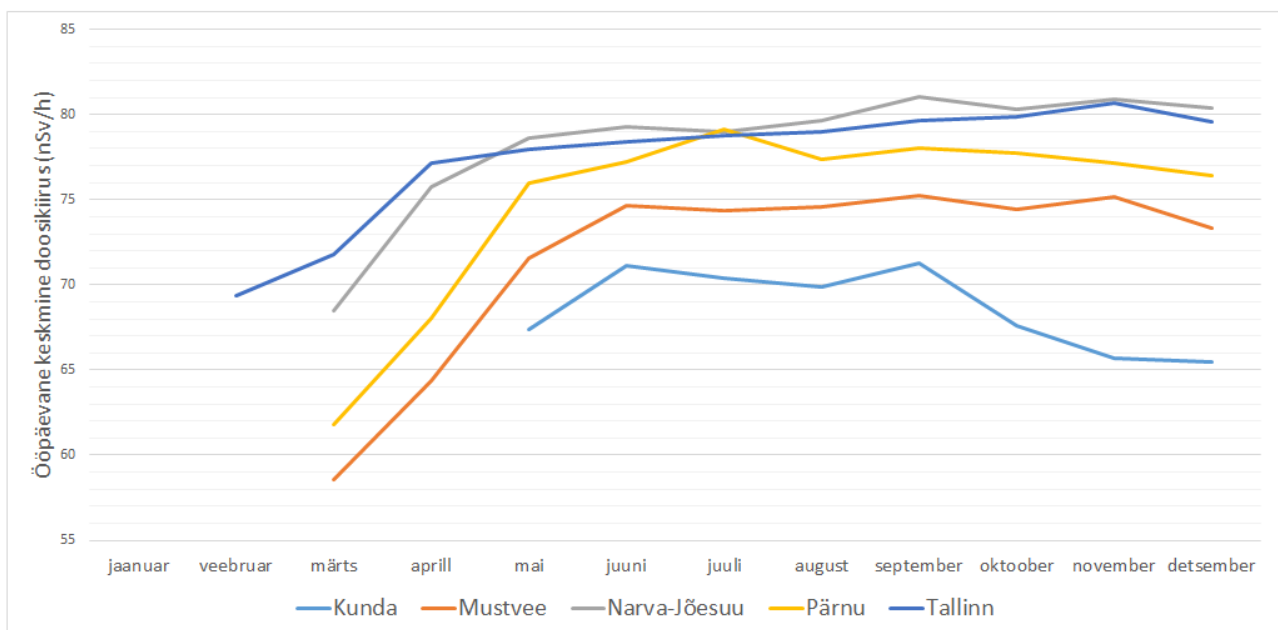
Tabel 3. Gammakiirguse doosikiiruse keskmised väärtused seirejaamades 2013. aastal.

Seirejaama asukoht	nSv/h
Mustvee	72
Narva-Jõesuu	78
Pärnu	75
Tallinn	78
Valga	80
Kärdla	57
Kunda	67
Sõrve	51
Türi	42
Võru	41

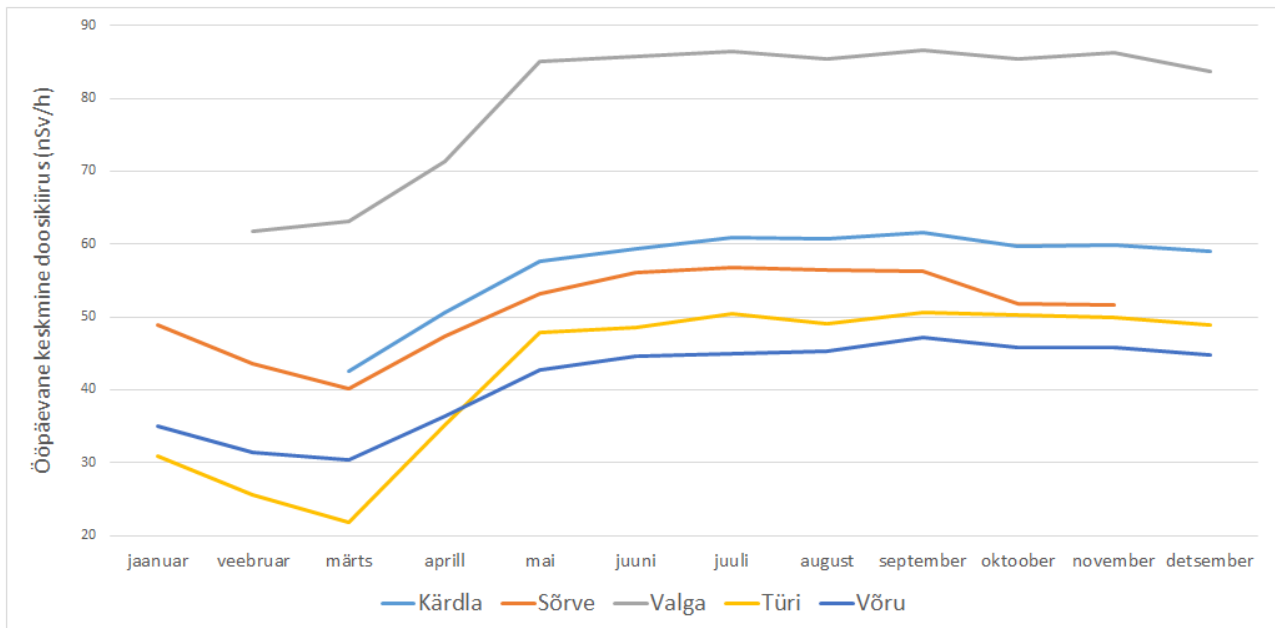
Aasta keskmine gammakiirguse doosikiirus üle kogu seiresvõrgu oli 64 nSv/h, mis on sarnane viimaste aastate keskmisele tulemusele. Selline kiirgusfoon põhjustab inimesele aastas keskmiselt 0,56 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi. Looduslikult võib esineda kordades kõrgemaid gammakiirguse doosikiiruse tasemeid kui seirejaamad 2013. 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 2013. aastal erinevates seirejaamades on ära toodud joonistel (vt Joonis 1a ja Joonis 1b). Tehnilistel põhjustel puuduvad osaliselt mõõteandmed mõnes seirejaamas.

Joonis 1a: Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) 2013. aastal, mõõdetud Kunda, Mustvee, Narva-Jõesuu, Pärnu ja Tallinna seirejaamas.



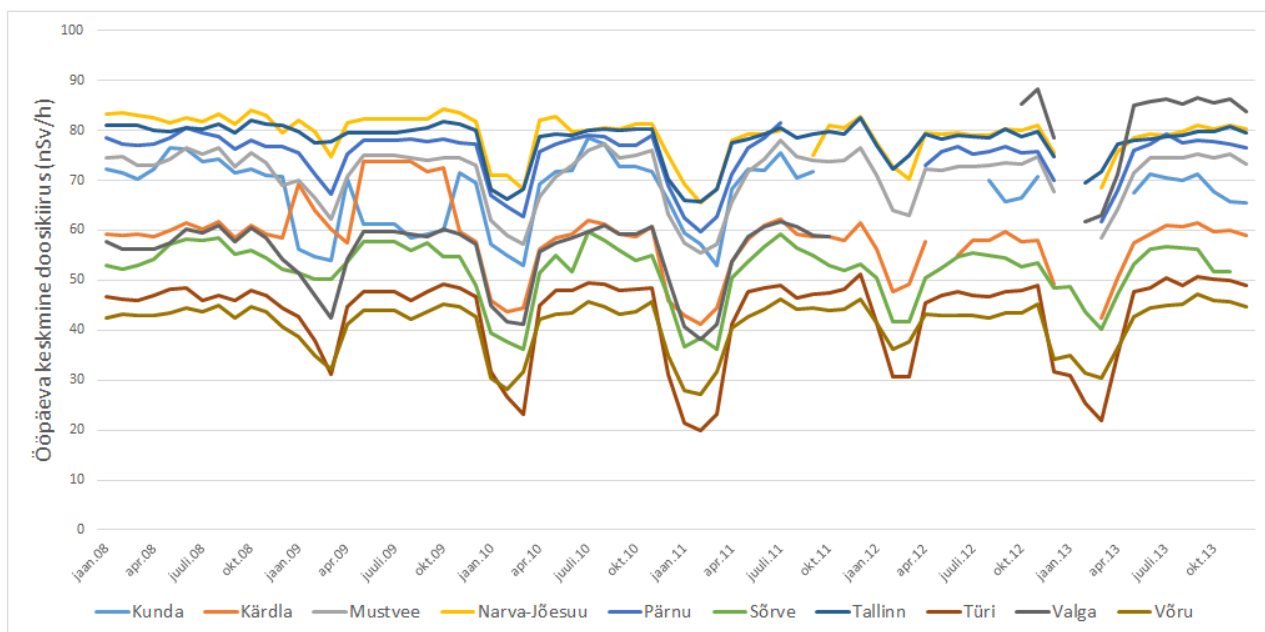
Joonis 1b: Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) 2013. aastal, mõõdetud Kärkla, Sõrve, Valga, Türi, ja Võru seirejaamas.



Gammakiirgus on PMS tüüpi jaamade 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.

Kiirgusseire võrgu poolt mõõdetud gammakiirguse doosikiiruse andmed viimase 6 aasta kohta on esitatud joonisel (vt Joonis 1c).

Joonis 1c: Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) aastatel 2008-2013.



Eesti-Šveitsi koostööprogrammi projekti „Eesti kiirgusseire uuendamine“ raames viidi 2013. aastal läbi riigihange uue seirevõrgu soetamiseks. Šveitsi toetusel vahetatakse projekti raames välja Eestis paiknevad 10 gammakiirgust automaatselt registreerivat seirejaama ja selle asemele rajatakse uus 15 seirejaamaga võrk. Projekti tulemusel on Eesti jaamadega paremini kaetud, suureneb oluliselt seirevõrgu töökindlus ja kaasajastub andmeedastus kindlustades elanikele õigeaegse ja asjakohase teabe kiirgusolukorra kohta riigis. Täiendavad seirejaamad hakkavad tööle Kuusikul, Lääne-Nigulas, Viljandis, Väike-Maarjas ja Tõraveres. Lisaks viiakse Kärdlas asuv seirejaam Ristnasse. Uued seirejaamad hakkavad tööle 2014. a. aprillis.

2.1.2 Õhukandeliste osakeste seire

Atmosfääriosakeste ja aerosoolide radioaktiivsuse seiret viiakse läbi Harku, Narva-Jõesuu ja Tõraveres filterjaamades. 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) usaldusväärselt mõõta ainult loodusliku kosmogeense isotoobi ^7Be (mida esineb atmosfääris alati) ja kunstliku isotoobi ^{137}Cs nukliidide aktiivsuskontsentratsiooni. Radioaktiivset saastumist väljendavate teiste võimalike indikaatorisotopide (^{60}Co , ^{106}Ru , ^{134}Cs jt) ja looduslike terrestriiliste radioisotopide nukliidide sisaldus oli väiksem meetodi tundlikkuse lävest.

Alates 1995. aastast on Harkus kasutusel TA Konstrueerimisbüroo poolt valmistatud suure võimsusega õhuproovide filterseade, kus pumbatakse õhk läbi klaasfiiberfiltrit. 2014. aasta aprillis vahetatakse nimetatud seade uue vastu. Kasutusele võetakse suure võimsusega õhuproovide filterseade Snow White JL-900 (Senya OÜ, Soome).

1996. aasta lõpus paigaldati Narva-Jõesuusse suure võimsusega õhuproovide filterseade Snow White JL-900 (Senya OÜ, Soome) eesmärgiga avastada võimalikult vara õhu saastumine juhul, kui peaks toimuma avarii 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.

^7Be aktiivsuskontsentratsiooni maksimaalne väärtus Harku filterjaama õhus oli 2013. aastal $4,1 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja aasta keskmine väärtus oli $2,1 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon määrati vaid aasta ühel nädalal so $9,8 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$ teistel nädalatel jäi ^{137}Cs tase alla analüüsi meetodi määramistundlikkuse taset.

Narva-Jõesuu filterjaama õhus oli ^7Be aktiivsuskontsentratsioon maksimaalselt kuni $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ning ^{137}Cs tase kuni $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Bq/m}^3$. Aasta keskmised tulemused olid vastavalt $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja $4,2 \cdot 10^{-5} \text{ Bq/m}^3$.

Tõraveres filterjaamas mõõdeti ^7Be maksimaalseks tulemuseks $5,7 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja aasta keskmine väärtus oli $3,4 \cdot 10^{-3}$. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon määrati vaid ühel nädalal aastas so $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Bq/m}^3$ teistel nädalatel jäi tase alla analüüsi meetodi määramistundlikkuse taset.

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 ja Harkus asuva filterseadme puhul mängib rolli asjaolu, et sealse seadme pumpamisvõimsus on mitu korda väiksem kui näiteks Narva-Jõesuus.

Mõõdetud ^7Be ja ^{137}Cs tulemused on lähedased eelmiste aastate keskväärtustele neist seirejaamadest. ^{137}Cs ajutist kõrgemat taset aprillis seostatakse Venemaal Elektrostalis metalli sulatus tehases toimunud õnnetusega, kus vanametalli hulgas sulatati üles ^{137}Cs allikas, mille tagajärjel ^{137}Cs sattus atmosfääri.

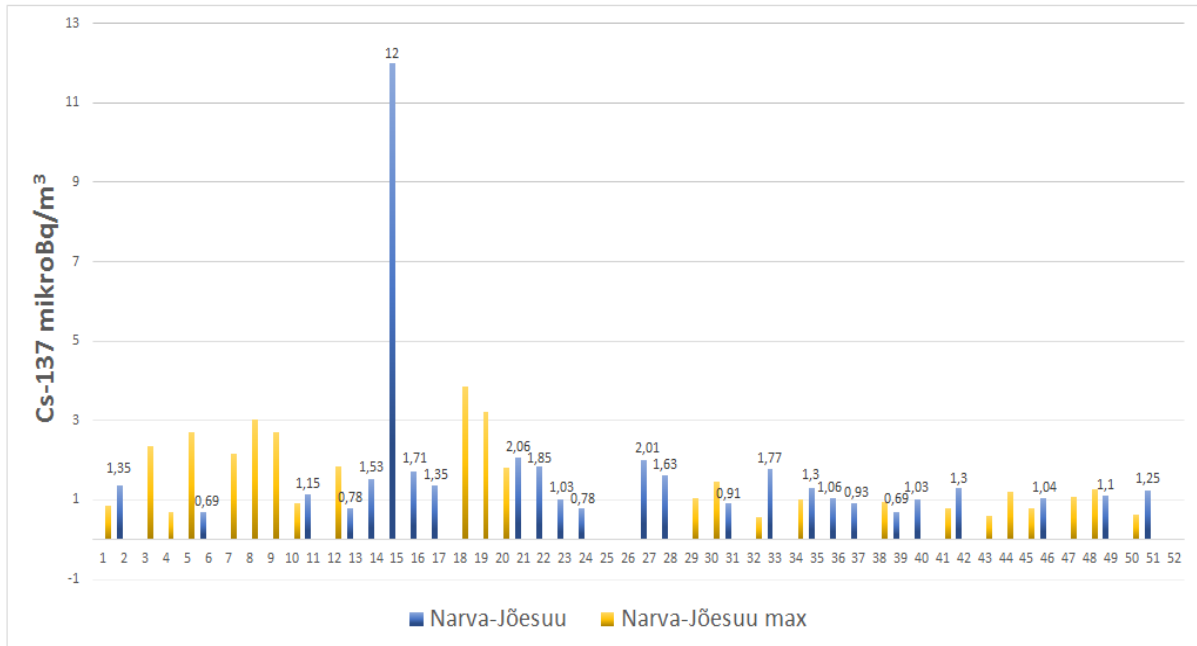
Õhuproovides sisalduv ^{137}Cs pärineb peamiselt kuuekümnendatel läbiviidud tuumakatsetustest põhjustatud atmosfääri globaalsest saastumisest ja maapinnale sadenenud Tšernobõli päritoluga radioaktiivsest saastest, mida näiteks ilmastikutingimuste, aga ka metsa- ja rabapõlengute tõttu uuesti atmosfääri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

^{137}Cs ja ^7Be aktiivsuskontsentratsioonide kõikumised 2013. aasta jooksul erinevates filterjaamades on toodud joonistel (vt Joonis 2a, Joonis 2b).

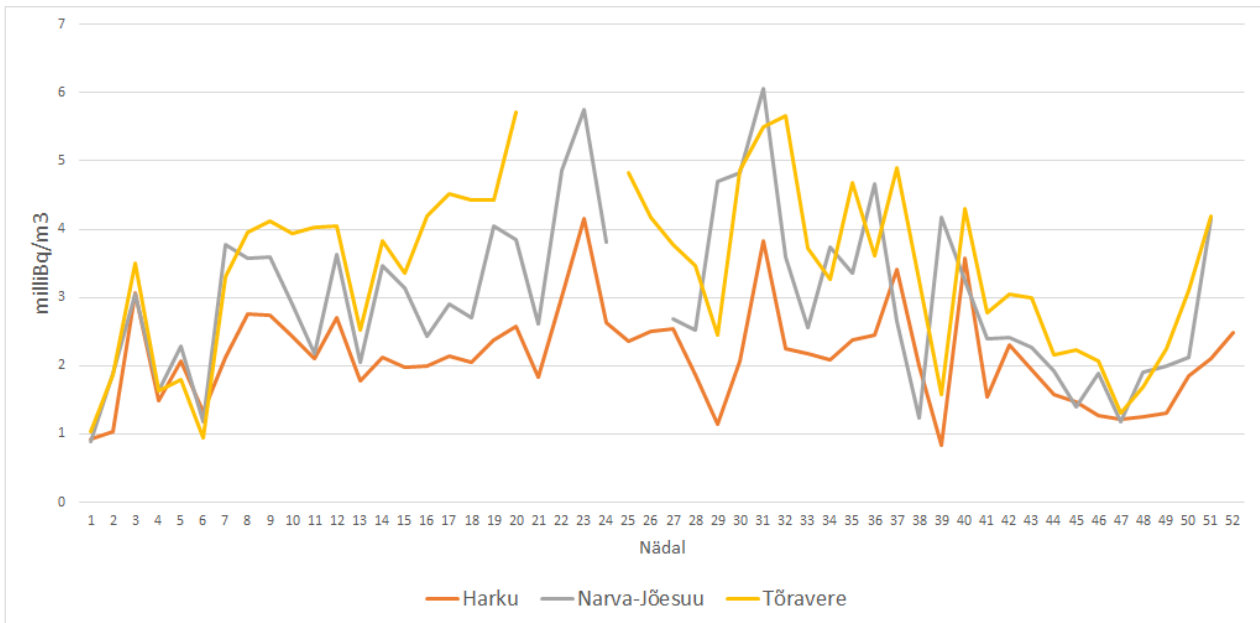
Graafikutel toodud “maksimaalsed väärtused” (max) väljendavad olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui

toodud väärtus. Joonisel 2c on ära toodud ^{137}Cs ja ^7Be aktiivsuskontsentratsioonid viimasel kolmel aastal (2010-2012).

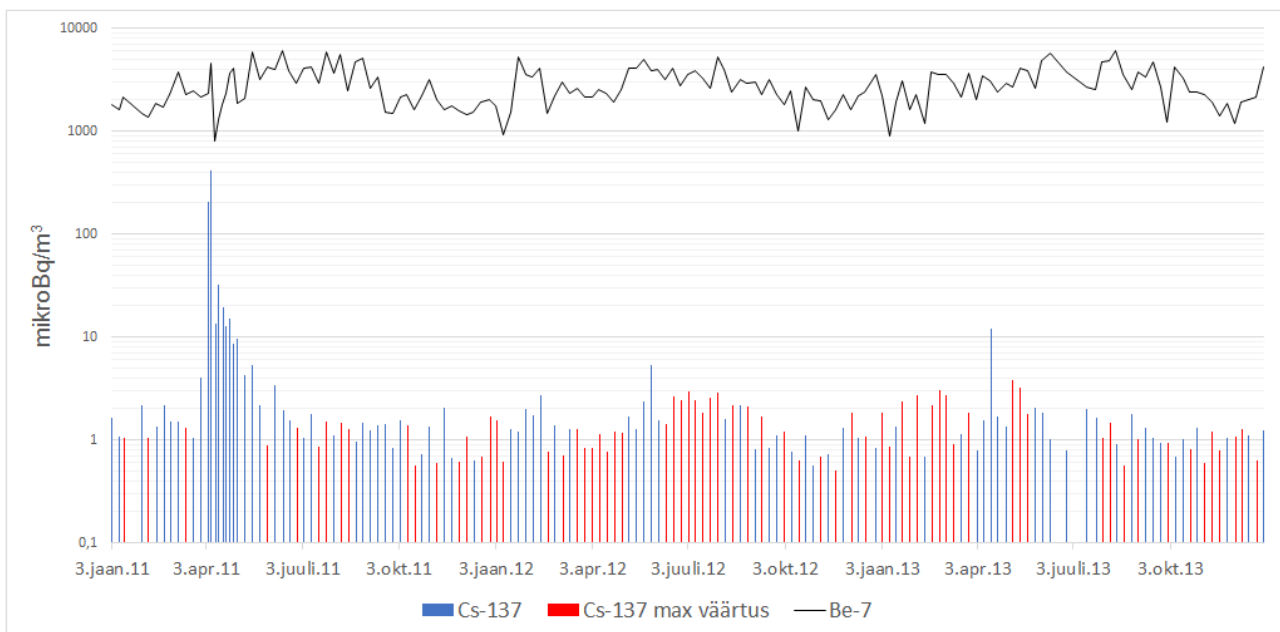
Joonis 2a: ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) õhus, mõõdetud Narva-Jõesuu filterjaamas 2013. aastal (*max väärtus väljendab olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui toodud väärtus*).



Joonis 2b: ^{7}Be aktiivsuskontsentratsioon (milliBq/m³) õhus, mõõdetud Harku, Narva-Jõesuu ja Tõravere filterjaamas 2013. aastal.



Joonis 2c: ^{137}Cs ja ^{7}Be aktiivsuskontsentratsioon (mikroBq/m³) õhus, mõõdetud Narva-Jõesuu filterjaamas 2011-2013. 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 valgatal on deponeerunud põhiliselt globaalsest atmosfäärisaastumisest pärinevad radioisotoobid.

Seirejaamad jõgedel on valitud selliselt, et proovides oleks välistatud merevee mõju. Pärnu jõe proovid kogutakse Sindi maantee sillal 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 valgatalde 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. Soome lahes on ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon vees viimastel aastatel 14-50 Bq/m³, mis ületab umbes suurusjärgu võrra vastavaid väärtusi pinnavees.

Tabel 4. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l) Narva ja Pärnu jõe vees 2013. aastal.

Proovi nimetus	Koordinaadid		Proovivõtu kuupäev	Analüüsitud proovi kogus (l)	^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l)
	N	E			
Narva jõe vesi	59°25' 50"	28°07' 41"	17.04.2013	34,2	< 0,004
			03.06.2013	36,0	< 0,003
			29.08.2013	36,0	< 0,003
			24.10.2013	36,0	< 0,003
Pärnu jõe vesi	58°25' 01"	24°40' 14"	30.04.2013	34,2	< 0,003
			04.06.2013	36,0	< 0,003
			28.08.2013	35,6	< 0,003
			21.10.2013	35,6	< 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 ^{137}Cs ja ^{90}Sr ning ^3H sisaldust pinnaveest toodetud joogivees (Ülemiste Veepuhastusjaamast väljastatavas joogivees) ning looduslike radionukliidide ^{228}Ra ja ^{226}Ra 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 ^{137}Cs , ^{90}Sr ja ^3H aktiivsuskontsentratsioon allpool kasutatud meetodi määramistundlikkuse taset (vt Tabel 5). Võrdluseks võib nimetada, et määramistundlikkusele vastavad ^{137}Cs ja ^{90}Sr 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 joogivees 2013. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev, koht	Analüüsitud proovi kogus (l)	^{137}Cs (Bq/l)	Analüüsitud proovi kogus (l)	^{90}Sr (Bq/l)	^3H (Bq/l)
AS Tallinna Vesi, Ülemiste Vee- puhastusjaamast väljastatav joogivesi	20.02.2013 Sütiste tee 19, Tallinn	34,2	< 0,003	8	< 0,005	<3
	18.10.2013 Sütiste tee 19, Tallinn	35,2	< 0,003	8	< 0,003	<3

Tulemused esitatud 95% tõenäosusega.

Sillamäe haiglast ja Nõmme polikliinikust võetud põhjaveest toodetud joogivee proovide radionukliidide sisaldused on ära märgitud tabelis (vt Tabel 6). Nimetatud asukohtadest võeti riikliku ioniseeriva kiirguse seire programmi raames proove esmakordselt.

Eeldades, et inimene tarbib 730 liitrit joogivett aastas, põhjustab AS Sillamäe Veevõrk poolt väljastatava joogivee aastane tarbimine $0,110 \pm 0,004$ 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 $0,281 \pm 0,014$ 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 joogivees 2013. 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)	17.04.2013 Kajaka 9, Sillamäe (Sillamäe Haigla SA veekraanist)	0,149 ± 0,015*	0,169 ± 0,025*	< 3**
AS Sillamäe Veevõrk poolt väljastatav joogivesi (põhjaveest toodetud joogivesi)	24.10.2013 Kajaka 9, Sillamäe (Sillamäe Haigla SA veekraanist)	0,154 ± 0,015*	0,159 ± 0,021*	< 3**
AS Tallinna Vesi poolt väljastatav joogivesi (põhjaveest toodetud joogivesi)	21.10.2013 Jaama 11, Tallinn (Nõmme Tervisekeskus/ polikliinik)	0,395 ± 0,022*	0,400 ± 0,057*	< 3**

* Määramatus väljendab kahekordset statistilist hälvet.

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

2.4 PIIMA SEIRE

Piimaproovid koguti kuude keskmiste proovidena, mis iseloomustavad Jõgevamaal, Põlvamaal ja Võrumaal 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 2013. aastal.

		Jõgevamaa	Põlvamaa	Võrumaa
I kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,19**	< 0,14**	< 0,21**
	⁹⁰ Sr	< 0,03**	< 0,028**	0,045 ± 0,010****
	⁴⁰ K	38,0 ± 4,4*	48,4 ± 4,0*	46,4 ± 4,7*
II kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,25**	< 0,17**	< 0,24**
	⁹⁰ Sr	< 0,023**	0,026 ± 0,010****	< 0,02**
	⁴⁰ K	35,9 ± 4,1*	57,8 ± 4,8*	47,8 ± 4,4*
III kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,29**	< 0,14**	< 0,14**
	⁹⁰ Sr	< 0,027**	< 0,026**	< 0,030**
	⁴⁰ K	35,5 ± 4,1*	50,1 ± 5,0*	54,5 ± 4,2*
IV kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,18**	< 0,18**	< 0,14**
	⁹⁰ Sr	< 0,025**	< 0,025**	< 0,025**
	⁴⁰ K	39,0 ± 4,3*	43,0 ± 3,1*	47,8 ± 4,0*

* Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

***Määramatus väljendab kahekordset statistilist hälvet

Andmetest järeldub, et praegusel ajal on Eestis toodetud piimas tehislise radionukliidide ^{137}Cs ja ^{90}Sr aktiivsuskontsentratsioon väga madal ning põhjustavad inimestes ainult tühise efektiivdoosi. Näiteks saab väikelaps (1-2 aastane), kes tarvitab aastas 180 liitri lehmapiima, nimetatud isotoopide sissevõtmist oodatava efektiivdoosi kuni 0,0012 mSv ning täiskasvanu sama koguse tarbimisel 0,0009 mSv. ^{137}Cs ja ^{90}Sr sisalduse jälgimine piimas on siiski väga oluline baasandmete saamiseks, mida kasutada näiteks hädaolukordades, sest need isotoobid migreeruvad kiiresti keskkonnast toiduainetesse.

Loodusliku päritoluga ^{40}K annab 180 liitri aastase piima tarbimise juures väikelapsele (1-2 a) kuni 0,4 mSv suuruse aastase efektiivdoosi ja täiskasvanule sama koguse tarbimise juures 0,06 mSv suuruse doosi.

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 0,13 Bq ja 0,057 Bq ning ^{40}K vähem kui 124 Bq (vt Tabel 8).

Tabel 8. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/päevas) inimese poolt päevas sissesöödavas toiduratsioonis 2013. 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	19.02.2013	< 0,09**	0,040 ± 0,010***	124 ± 6*
	18.10.2013	0,11 ± 0,04*	0,057 ± 0,010***	60 ± 5*
Inimese ühe päeva kogu toit Tartu Ülikooli Kliinikum	26.02.2013	< 0,13**	0,025 ± 0,010***	71 ± 4*
	16.10.2013	< 0,05**	< 0,026**	86 ± 3*

* 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 tehislise radionukliidide arvelt kuni 0,001 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi ja ⁴⁰K arvelt kuni 0,28 mSv suuruse doosi.

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 ¹³⁷Cs ja loodusliku päritolu ⁴⁰K 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 ¹³⁷Cs poolt põhjustatud oodatavaks efektiivdoosiks kuni 0,02 mSv ning loodusliku ⁴⁰K 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. ¹³⁷Cs ja ⁴⁰K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) metsaseentes ja -marjades 2013. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovivõtu kuupäev	¹³⁷ Cs (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)
Metsaseened				
Pilvikud	Kirde-Eesti (Narva-Jõesuu)	23.07.2013	27 ± 2	97 ± 9
Pilvikud	Kirde-Eesti (Kurtna)	23.07.2013	29 ± 3	72 ± 9
Kukeseened	Ostetud kaubandusvõrgust	23.08.2013	20 ± 2	129 ± 10
Kukeseened	Kirde-Eesti (Illuka)	29.08.2013	151 ± 11	114 ± 20
Puravikud	Kirde-Eesti (Illuka)	29.08.2013	112 ± 8	82 ± 8
Pruun sametpuravik	Kirde-Eesti (Narva-Jõesuu)	29.08.2013	287 ± 21	103 ± 10
Kukeseened	Kirde-Eesti (Kurtna)	29.08.2013	112 ± 9	140 ± 14
Pruun sametpuravik	Kirde-Eesti (Kurtna)	29.08.2013	69 ± 6	52 ± 13
Segaseened	Kirde-Eesti (Kurtna)	29.08.2013	86 ± 7	109 ± 12
Metsamarjad				
Pohlad	Kirde-Eesti (Narva-Jõesuu)	23.07.2013	4,0 ± 0,5	25 ± 7
Mustikad	Iisaku vald (Ida-Virumaa)	23.07.2013	19 ± 2	39 ± 5

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 (metssea- ja põdraliha) 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 2013. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovi esitamise kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg) määrgkaalu kohta	^{40}K (Bq/kg) määrgkaalu kohta
Metssealiha	kaubandusvõrk	26.08.2013	$3,7 \pm 0,3$	111 ± 8
Põdraliha	kaubandusvõrk	12.12.2013	$3,3 \pm 0,3$	111 ± 9

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

2.5.4 Eesti päritolu toiduainete seire

Analüüsiti 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 2013. aastal.

Proovi nimetus	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Kanaliha (Rannamõisa)	$< 0,16^{**}$	$87 \pm 7^*$
Lambaliha (Viimsi LT OÜ)	$0,92 \pm 0,11^*$	$103 \pm 8^*$
Sealiha (AS Rakvere Lihakombinaat)	$< 0,24^{**}$	$102 \pm 7^*$
Veiseliha (AS Rakvere Lihakombinaat)	$< 0,16^{**}$	$119 \pm 8^*$
Juurvili (kartul, sort: Anuscha)	$< 0,20^{**}$	$110 \pm 8^*$
Juurvili (kartul, sort: Marabel, 4-7 cm)	$< 0,12^{**}$	$81 \pm 6^*$
Juurvili (porgand)	$< 0,16^{**}$	$14 \pm 4^*$
Juurvili (kaalikas)	$< 0,40^{**}$	$49 \pm 7^*$
Köögivili (lillkapsas)	$< 0,21^{**}$	$84 \pm 6^*$
Köögivili (sibul)	$< 0,13^{**}$	$51 \pm 4^*$
Juurvili (peet)	$< 0,10^{**}$	$103 \pm 8^*$
Teravili (Mahe rukki täisterajahu, Vändra Leib OÜ)	$< 0,14^{**}$	$138 \pm 10^*$

Teravili (Mahe nisujahu pehme, Vändra Leib OÜ)	< 0,14**	80 ± 6*
Teravili (Mahe rukkijahu pehme, Anfang OÜ)	< 0,14**	52 ± 4*
Või (Originaal piimameister OTTO Ehe Eesti taluvõi, 80 %)	< 0,12**	7,8 ± 1,3*
Kala (ahven, M.V.Wool)	5,7 ± 0,5*	65 ± 5*
Kala (lest, M.V.Wool)	3,2 ± 0,4*	85 ± 7*

*Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

Uuritud toiduainete tarbimisest saadav oodatav efektiivdoos on väike. Näiteks 10 kg lambaliha söömine põhjustab täiskasvanud inimesel ¹³⁷Cs poolt efektiivdoosi 0,0001 mSv ning 10 kg ahvena söömine 0,0007 mSv. Kõikide teiste tabelis toodud toiduainete samas koguses tarbimine põhjustab ¹³⁷Cs poolt oluliselt väiksema efektiivdoosi. ⁴⁰K 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. Analüüsiti objekti lähiümbruses kasvavate seente ja marjade ¹³⁷Cs ja ⁴⁰K 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 kontrollpuuraugust. Enamus proovides oli ³H kontsentratsioon väga madal, jäädes alla mõõtemetodi määramistundlikkuse taset (vt Tabel 12).

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

Tabel 12. ³H aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l) AS A.L.A.R.A objektide kontrollpuuraukude vees 2013. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev	³ H (Bq/l)
Puurauk PA1 (Paldiski objekt)	26.03.2013	< 3*
	17.06.2013	< 3*
	03.10.2013	< 3*
	17.12.2013	< 3*
Puurauk PA6 (Paldiski objekt)	26.03.2013	< 3*
	17.06.2013	< 3*
	03.10.2013	< 3*
	17.12.2013	< 3*
Puurauk PA9 (Paldiski objekt)	26.03.2013	< 3*
	17.06.2013	< 3*
	03.10.2013	< 3*
	17.12.2013	< 3*
Puurauk TA5 (Tammiku objekt)	26.03.2013	< 3*
	17.06.2013	< 3*
	03.10.2013	< 3*
	17.12.2013	7,4 ± 1,6**
Suubla vesi (Paldiski objekt)	26.03.2013	< 3*
	17.06.2013	< 3*
	03.10.2013	< 3*
	17.12.2013	< 3*

*Tulemused esitatud 95% tõenäosusega.

**Määramatus väljendab kahekordset statistilist hälvet.

Lisaks korjati seeni ja marju nimetatud objektide lähiümbrusest, eesmärgiga teha kindlaks saaste deponeerumine. Analüüsitulemused näitavad, et olulist saastet ei esine (vt Tabel 13). ¹³⁷Cs kontsentratsioon seentes ja marjades on väga madal ning seega ei saa seostada otseselt selle päritolu AS A.L.A.R.A kiirgustegevusest. Analüüsiti ka loodusliku päritoluga ⁴⁰K 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. ¹³⁷Cs ja ⁴⁰K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) AS A.L.A.R.A objektide lähikümbruse looduskeskkonnas kasvavates seentes ja marjades 2013. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovivõtu kuupäev	¹³⁷ Cs (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)
Metsaseened				
Lambatatikud	Paldiski	21.08.2013	0,9 ± 0,2*	52 ± 6*
Kitsemamplid	Tammiku	11.09.2013	176 ± 13*	86 ± 9*
Puravikud	Tammiku	11.09.2013	46 ± 4*	74 ± 6*
Kukeseened	Tammiku	11.09.2013	33 ± 3*	118 ± 11*
Pilvikud	Tammiku	11.09.2013	45 ± 4*	86 ± 11*
Segaseened	Tammiku	11.09.2013	138 ± 10*	70 ± 18*
Metsamarjad				
Põldmarjad	Paldiski	21.08.2013	< 0,28**	61 ± 7*
Metsmaasikad	Tammiku	26.06.2013	1,3 ± 0,4*	44 ± 8*
Metsvaarikad	Tammiku	25.07.2013	0,23 ± 0,06*	58 ± 5*
Mustikad	Tammiku	25.07.2013	11 ± 1*	25 ± 3*
Pohlad	Tammiku	25.07.2013	11 ± 1*	35 ± 3*

*Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

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

2.7 MEREKESKKONNA SEIRE

2013. aasta merekeskkonna seire raames koguti TTÜ Meresüsteemide Instituudi poolt Läänemere vee proove viiest HELCOM mereseire programmi raames Eestile määratud stantsionaarsest jaamast.

Soome lahe pinnavee proovides määrati gamma-spektromeetrilisel meetodil ¹³⁷Cs ja ⁴⁰K sisaldus. ¹³⁷Cs tulemused jäid vahemikku 14-24 Bq/m³ (vt Tabel 14).

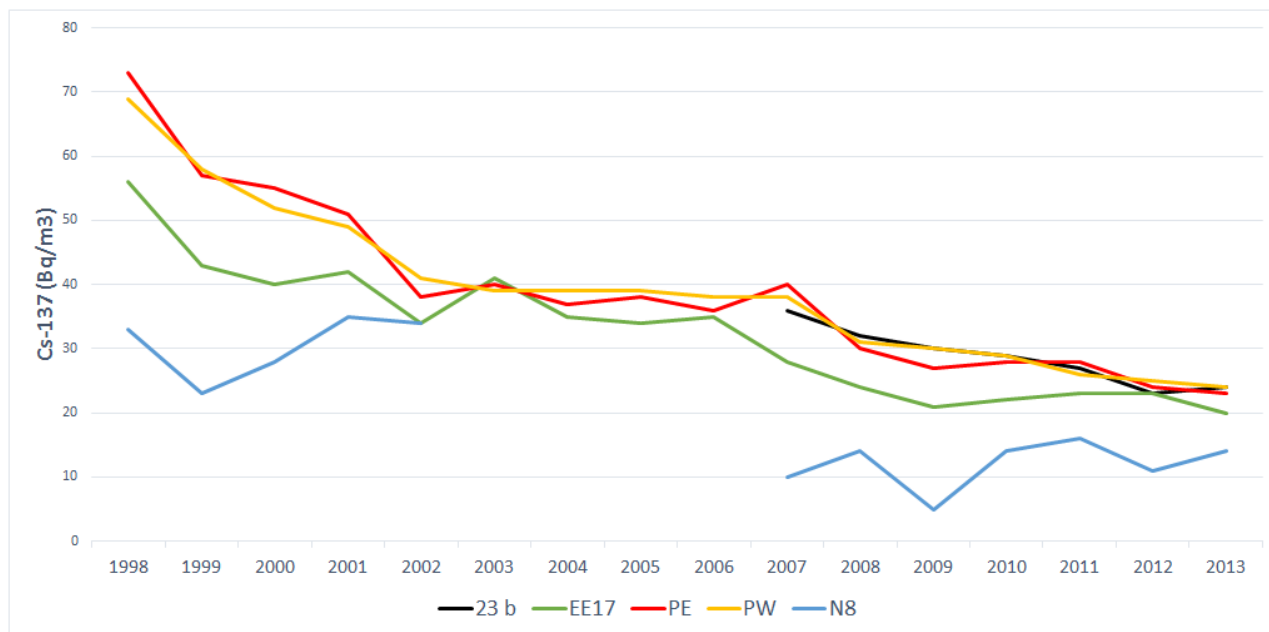
Tabel 14. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/m^3) Soome lahe pinnavees 2013. aastal.

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°18'20"	23°17'30"	09.09.2013	82	17,7	6	24 ± 3	2150 ± 190
EE17	59°43'04"	25°00'95"	12.09.2013	110	17,3	5,1	20 ± 2	1800 ± 180
PE	59°22'86"	24°09'42"	09.09.2013	20	17,7	6	23 ± 3	2140 ± 190
PW	59°20'12"	24°01'98"	09.09.2013	18	17,9	6	24 ± 3	2190 ± 180
N8	59°28'54"	28°00'36"	12.09.2013	11	17,3	0,7	14 ± 2	1270 ± 120

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 mõõdukast ^{137}Cs kontsentratsiooni vähenemist (vt Joonis 3). Põhjuseks on radioaktiivne lagunemine, areaalne segunemine, põhjasetesse sidumine ja veevahetus. Samuti on vähenenud radioaktiivsete ainete sissevool.

Joonis 3: ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/m^3) Soome lahe pinnavees 1998.-2013. aastal.



Lisaks analüüsiti merekeskkonnas elavate kalade ja vetikate radioaktiivsust. ^{137}Cs sisaldus kalades ja meretaimes (põisadrus) on toodud tabelites (vt Tabel 15). Näitena võib tuua, et süües aasta jooksul 5 kg selliseid kalu, põhjustab see täiskasvanule inimesele ^{137}Cs poolt väiksema efektiivdoosi kui 0,0005 mSv ja ^{40}K poolt väiksema kui 0,004 mSv. Sarnaselt mereveega on ka meretaimes ja -kalades ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon aastatega aeglaselt vähenenud.

Tabel 15. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) merekalades ja meretaimes 2013. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtukoht		Proovivõtu kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Merekalad					
Räim	Kunda laht	59°29'31"; 26°48'41"	15.09.2013	4,0 ± 0,3	106 ± 4
Lest	Pakri laht	59°23'32"; 24°0'21"	20.06.2013	4,3 ± 0,3	95 ± 5
Räim	Pärnu laht	58,41°; 24,47°	16.05.2013	3,5 ± 0,3	122 ± 6
Ahven	Pärnu laht	58,36°; 24,49°	12.05.2013	5,0 ± 0,4	110 ± 6
Ahven	Narva laht	59,42°; 27,71°	13.06.2013	6,2 ± 0,6	108 ± 8
Ahven	Liivi laht	58,37°; 22,98°	08.07.2013	7,7 ± 0,6	115 ± 8
Räim	Liivi laht	58,2°; 22,4°	17.05.2013	3,2 ± 0,3	106 ± 8
Ahven	Muuga laht	59,57°; 24,79°	08.05.2013	7,8 ± 0,6	114 ± 7
Kilu	Muuga laht	59,56°; 25,01°	10.05.2013	3,8 ± 0,4	125 ± 10
Ahven	Väinamere	58,98°; 23,44°	22.05.2013	7,6 ± 0,7	113 ± 9
Meretaimed					
Focus Vesiculosus	Kunda laht	59°32'50"; 26°39'	08.06.2013	10,0 ± 1,1	368 ± 27
Focus Vesiculosus	Pakri laht	59°21'38"; 24°02'18"	01.06.2013	16,9 ± 1,5	670 ± 50

Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

Analüüsiti ka põhjasetete proove, mis võeti jaamadest EE17 ja 23B (ühtivad merevee proovivõtu kohtadega) ning milles mõõdeti inimtekkelise ^{137}Cs ja loodusliku isotoobi ^{40}K sisaldust. Tulemused on toodud tabelis (vt Tabel 16).

Tabel 16. ¹³⁷Cs ja ⁴⁰K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) meresetetes 2013. aastal.

Proovivõtu jaam	Koordinaadid NE	Proovivõtu kuupäev	Üldine sügavus (m)	Proovi kihi sügavus (cm)	¹³⁷ Cs (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)
EE17	59°42,9925' 25°01,0546'	06.09.2013	109	0-2	270 ± 22*	1150 ± 70*
				2-4	142 ± 10*	1170 ± 80*
				4-6	14 ± 2*	1170 ± 60*
				6-8	6,3 ± 1,3*	1250 ± 60*
				8-10	<3**	1210 ± 50*
				10-12	<3**	1200 ± 70*
				12-14	<3**	1200 ± 70*
				14-16	<3**	1200 ± 50*
				16-18	<3**	1240 ± 50*
				18-20	<3**	1200 ± 80*
23b	59°18,1475' 23°17,1778'	06.09.2013	86	0-2	211 ± 21*	1080 ± 120*
				2-4	216 ± 17*	1060 ± 100*
				4-6	233 ± 19*	950 ± 90*
				6-8	247 ± 19*	990 ± 80*
				8-10	234 ± 18*	960 ± 80*
				10-12	262 ± 20*	910 ± 80*
				12-14	217 ± 18*	890 ± 80*
				14-16	145 ± 12*	910 ± 80*
				16-18	73 ± 7*	1020 ± 90*
				18-20	68 ± 6*	990 ± 90*

*Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

2.8 PINNASE SEIRE

Pinnase seire proovivõtupunktid asusid 2013. aastal mäksa vallas Mellistes ning Harku vallas Tabasalus.

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 ¹³⁷Cs ja looduslike isotoopide ⁴⁰K, ²²⁶Ra ja ²³²Th 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 2013. 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)
Mäksa vald, Melliste (Melliste järve põhjapoolne kallas)	58°19'49" 26°58'26"	16.10.2013	0-5	3,0 ± 0,3	385 ± 25	16 ± 2	14 ± 2
			5-10	5,1 ± 0,6	645 ± 40	23 ± 3	25 ± 3
			10-15	4,5 ± 0,5	656 ± 41	24 ± 3	24 ± 3
			15-20	4,2 ± 0,5	687 ± 43	25 ± 3	25 ± 3
Harku vald, Tabasalu (Tabasalu matkaraja lähistel)	59°26'17" 24°32'15"	27.11.2013	0-5	22,3 ± 1,3	646 ± 37	57 ± 4	48 ± 4
			5-10	17,2 ± 1,4	646 ± 40	62 ± 5	49 ± 4
			10-15	15,9 ± 1,1	668 ± 40	68 ± 5	48 ± 4
			15-20	7,6 ± 1,2	666 ± 44	70 ± 5	48 ± 5

Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

LÕPPSÕNA

Keskkonna kiirgusseire programmi raames jälgiti 2013. 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.

2013. 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 kõigest 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