

KESKKONNA IONISEERIVA KIIRGUSE SEIRE 2011. AASTA TULEMUSED

EESSÕNA

Keskkonna ioniseeriva kiirguse seire (kiirgusseire) üldiseks eesmärgiks on informatsiooni kogumine kõigi keskkonnasfäärade radioaktiivsuse tasemete kohta eesmärgiga kaitsta inimest ja elusloodust ioniseeriva kiirguse kahjuliku mõju eest. Keskkonna kiirgusseire tulemused on oluliseks taustinformatsiooniks kiiritustasemeid reguleerivate normatiivide väljatöötamisel ning 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 jt õnnetuste korral, mille tagajärjel toimub radioaktiivse materjali 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 (nt 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 ja 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, HELCOM soovitus nr 26/3.

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

Sisukord

EESSÕNA

1. MÕISTED	3
2. KIIRGUSSEIRE 2011. AASTAL	4
2.1 ATMOSFÄÄRI KIIRGUSSEIRE	5
2.1.1 Gammakiirguse doosikiiruse seire	5
2.1.2 Õhukandeliste osakeste seire	8
2.2 PINNAVETE SEIRE	12
2.3 JOOGIVEE SEIRE	13
2.4 PIIMA SEIRE	14
2.5 TOIDUAINETE SEIRE	15
2.5.1 Päevase toiduratsiooni seire	15
2.5.2 Metsaseente ja -marjade seire	16
2.5.3 Ulukiliha seire	16
2.5.4 Eesti päritolu toiduainete seire	17
2.6 KIIRGUSTEGEVUSKOHTADE LÄHIALADE SEIRE	18
2.7 MEREKESKKONNA SEIRE	20
LÕPPSÕNA	

1. MÕISTED

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

Efektivdoos – inimese kogu keha kiiritusdoos. Saadakse kui ekvivalentdoos igale koele või organile korrutatakse läbi vastava koefaktoriga ning summeeritakse. Ühik siivert, sümbol Sv.

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

Ioniseeriv kiirgus – kiirguskaitse seisukohalt on ioniseeriv kiirgus selline kiirgus, mis on võimeline bioloogilises koes ioonpaare tekitama. Näited on alfaosakeste kiirgus, beetakiirgus, gammakiirgus, röntgenkiirgus ja neutronite kiirgus.

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

Radionukliid - radioaktiivne nukliid ehk aatomituum, mis on võimeline iseeneslikult lagunema ja mida eristatakse massi ja aatomnumbri järgi.

Kiiritus – inimese mõjutamine ioniseeriva kiirgusega, kusjuures kiirituse toimet mõõdetakse doosi suurusega.

Neeldunud doos – energia hulk, mille ioniseeriv kiirgus annab üle aine– näiteks inimkoe massiühikule, seda väljendatakse ühikuga grei (Gy).

Radioaktiivne saastumine – radioaktiivsete ainete esinemine esemete või inimkeha sees või pinnal või sellises kohas, kus nad on ebasoovitavad või kahjulikud.

Kiirgustegevus - 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 2011. AASTAL

2011. aastal jälgiti atmosfääri üldise gammakiirguse taset ja atmosfääri õhukandeliste osakeste radioaktiivsust, mõõdeti pinnavee, joogivee, Eestis toodetud toorpiima, inimese üldise toiduratsiooni ning erinevate toiduainete (sh metsaseente ja -marjade) radioaktiivsust. Kuna Eesti osaleb Läänemere Keskkonnakaitsekomisjoni (HELCOM) mereseire programmis, siis on kiirgusseiresse lülitatud ka merekeskkonna 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 2011. aastal kiirgusosakonna laboris riikliku kiirgusseire raames 242 proovi.

Kiirgusseire programmi täitmise käigus määrati proovides kunstlike radionukliidide ^{137}Cs ja ^{90}Sr ning looduslike radionukliidide ^7Be , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{228}Ra ja ^3H aktiivsuskontsentratsioon. Jaapani Fukushima Daiichi tuumajaama õnnetuse järgselt detekteeriti lisaks ka kunstlike radionukliidide ^{131}I ja ^{134}Cs esinemine atmosfääris. Täpsema ülevaate proovide arvu, neis analüüsitud radionukliidide ja proovivõtmise sageduse kohta annab järgnev tabel (vt Tabel 1).

Tabel 1. 2011. 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	2	4	^{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	5	7	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Metsamarjad	1 kord aastas	6	7	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Toiduinained	1 kord aastas	kaubandusvõrk	14	^{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	4	16	^3H	Bq/l
Õhukandelised osakesed	1 kord nädalas	3	161	^{137}Cs , ^7Be , ^{131}I , ^{134}Cs	Bq/m ³
Gammakiirguse doosikiirus	pidev	10 jaama	pidev	Gammakiirguse doosikiirus	nSv/h
Merevesi	1 kord aastas	5	5	^{137}Cs	Bq/m ³
Meretaimed	1 kord aastas	2	2	^{137}Cs	Bq/kg
Merekalad	1 kord aastas	1	1	^{137}Cs	Bq/kg

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

2.1 ATMOSFÄÄRI KIIRGUSSEIRE

Atmosfääri seire põhieesmärgiks on teistest riikidest lähtuva radioaktiivse saastumise varane avastamine, mis võimaldab õigeaegselt vastu võtta otsuseid vastuabinõude kohta. Selleks jälgitakse kümne automaatjaamaga reaalajas atmosfääri summaarset gammakiirgust üle kogu Eesti territooriumi. Lisaks mõõdetakse süstemaatiliselt 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.

Kõik vaatlusjaamad va Tallinna jaam asuvad meteoroloogiajaamades. Mõõtmised toimuvad avatud maastikul 2-3 meetri kõrgusel maapinnast. Mõõtejaamade asukohad ja täpsed koordinaadid on esitatud tabelis (vt Tabel 2).

Tabel 2. Atmosfääri radioaktiivsuse seire vaatlusvõrk

Vaatlusjaam	Gamma-kiirguse doosikiiruse mõõtmine reaalajas	Õhukandeliste osakeste ja aerosoolide kogumine filterseadmete abil	Koordinaadid	
			Põhjalaius	Idapikkus
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 22 53	24 30 00
Sõrve	X		57 54 45	22 03 25
Tallinn	X		59 26 55	22 43 00
Tõravere		X	58 15 53	26 27 42
Türi	X		58 48 34	25 24 35
Valga	X		57 47 18	26 02 00
Võru	X		57 50 43	27 01 10

2.1.1 Gammakiirguse doosikiiruse seire

Atmosfäärist ja maapinnast lähtuvat üldise gammakiirguse taset jälgiti reaalajas 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 täisautomaatsest PMS-jaamast (*Permanant Measuring Station*),

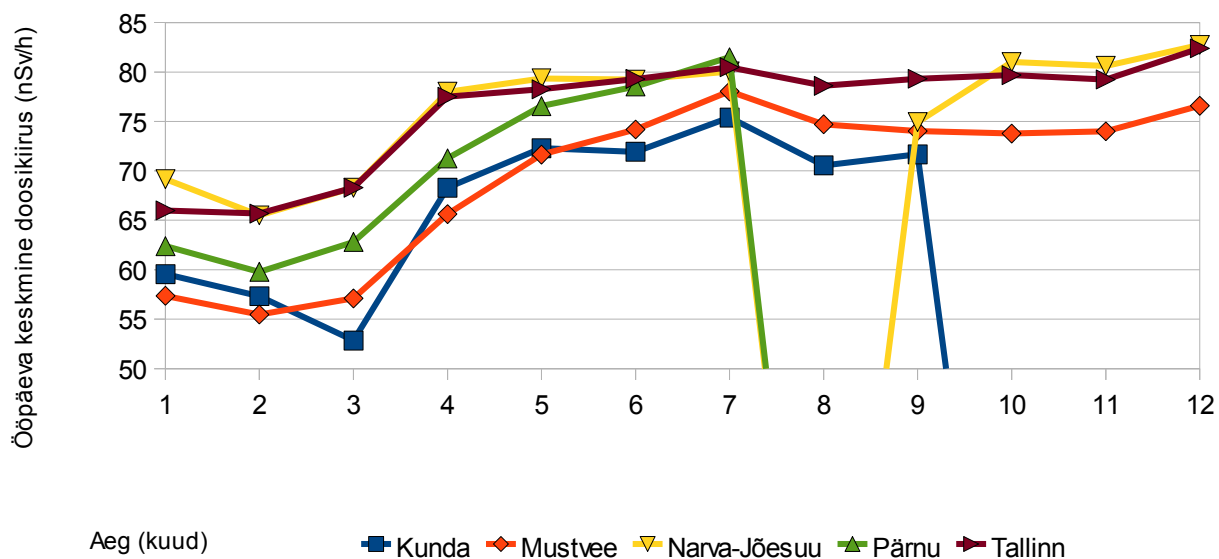
asukohaga Tallinn, Pärnu, Narva-Jõesuu, Mustvee, Valga, Kunda, Kärkla, kus on kasutusel kahte tüüpi detektorid. Geiger-Müller detektor mõõdab summaarse gammakiirguse doosikiirust ning NaI(Tl) kristallil baseeruv detektor gammakiirgust spektraalsel kujul. Viimane võimaldab teha vahet loodusliku ja tehisliku päritoluga radionukliidide poolt tekitatud doosikiirusel ja 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 üks kord ööpäevas Keskkonnaameti serverisse, vajadusel on võimalust andmete edastamist sagedamaks muuta, näiteks hädaolukorras. Kõigis jaamades on võimalik reguleerida mõõtmiste integratsiooniaega ja andmete edastamise intervalli. Kindlaksmääratud tasemest kõrgema väärtuse avastamisel saadab jaam keskserverile häireteate. Automaatjaamade poolt genereeritud alarmteadete edastamiseks on rakendatud operatiivne infosüsteem, mis tagab Keskkonnaameti valvemeeskonna kohese teavitamise. Õhuseire andmed edastatakse iga kümne minuti tagant ka Itaalias Ispras asuvalle EURDEP-andmebaasi (*EURDEP- European Radiological Data Exchange Platform*), kus need on kättesaadavad teistele asutustele ja Euroopa avalikkusele (<http://eurdep.jrc.it/>). Automaatjaamade poolt mõõdetud tulemused on esitatud ka Keskkonnaameti koduleheküljel (<http://www.keskkonnaamet.ee/keskkonnakaitse/kiirgus-3/varajane-hoiatamine/>), kus on jälgitav andmete pikaajaline arhiiv.

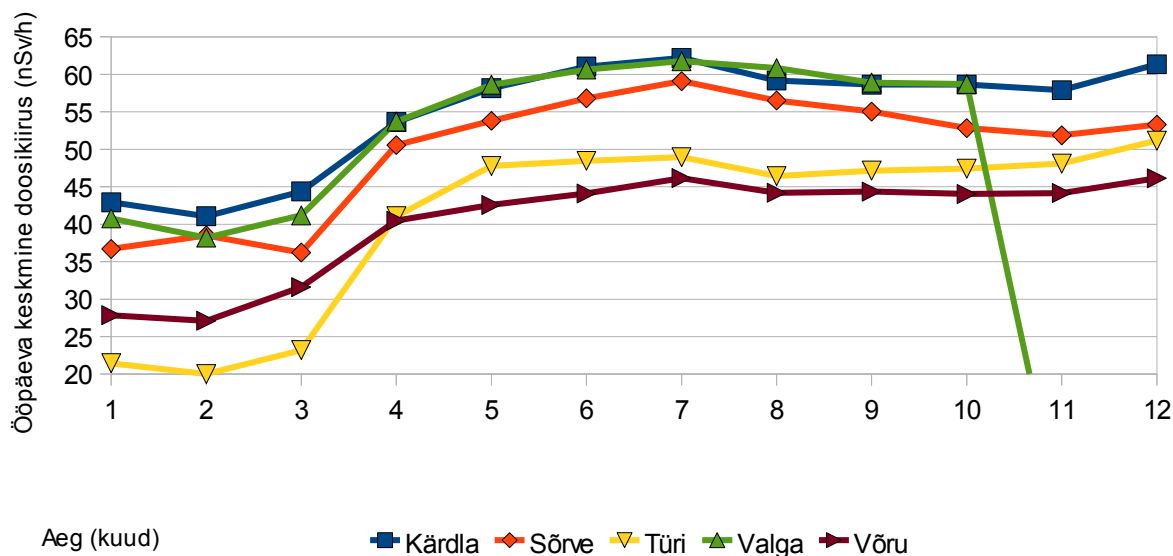
Kuude keskmised gammakiirguse doosikiiruse väärtused 2011. aastal jäid Eesti erinevates piirkondades automaatjaamade poolt mõõdetud andmete põhjal vahemikku 23–82 nSv/h. Aasta keskmised tulemused olid järgmised: Mustvees 69 nSv/h, Narva-Jõesuus 76 nSv/h, Pärnus 70 nSv/h, Tallinnas 76 nSv/h, Valgas 53 nSv/h, Kärklal 55 nSv/h, Kundas 67 nSv/h, Sõrves 50 nSv/h, Türil 41 nSv/h ja Võru jaamas 40 nSv/h. Aasta keskmine gammakiirguse doosikiirus üle kogu vaatlusvõrgu oli 60 nSv/h, mis on sarnane viimaste aastate keskmisele tulemusele. Selline kiirgusfoon põhjustab inimesele aastas keskmiselt 0,5 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi. Gammakiirguse doosikiiruse looduslik varieeruvus võib ulatuda kuni 300 nSv/h.

Kõrgendatud väärtused üksikutel päevadel on põhjustatud eelkõige sademetest, mis „pesevad“ atmosfäärist välja looduslikke radionukliide. Doosikiiruse miinimum talvisel ajal on tingitud lumikattest. Gammakiirguse doosikiiruse kõikumine 2011. aastal erinevates seirejaamades on ära toodud joonistel (vt Joonis 1a ja Joonis 1b). Seirejaamade tehniliste rikete tõttu puuduvad teisel poolaastal osaliselt andmed Kunda, Pärnu ja Valga jaamas.

Joonis 1a: Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) 2011. aastal, mõõdetud Kunda, Mustvee, Narva-Jõesuu, Pärnu ja Tallinna jaamas.



Joonis 1b: Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) 2011. aastal, mõõdetud Kärkla, Sõrve, Türi, Valga ja Võru jaamas.



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 ette antud alarmi taset ületavaid väärtusi ei fikseeritud üheski jaamas.

2011. a. lõpus kinnitati Eesti-Sveitsi koostööprogramm, mille raames sai rahastuse projekt „Eesti kiirgusseire uuendamine“, mille raames vahetatakse välja kõik olemasolevad gammakiirguse seirejaamad ja kavandatakse vähemalt 15 automaatse seirejaamaga võrku. Projekti tegevused käivituvad 2012. a. alguses.

2.1.2 Õhukandeliste osakeste seire

Atmosfääriosakeste ja aerosoolide radioaktiivsuse seiret viiakse läbi kolmes jaamas: Harkus, Narva-Jõesuus ja Tõraveres. Jaamades eksponeeritakse filtreid mõõteajaga üks nädal ning analüüsitakse seejärel gamma-spektromeetriselt Keskkonnaameti kiirgusosakonna laboris. Eesmärgiks on täpselt identifitseerida radionukliidid ning määrata nende sisaldus õhus. Võrreldes automaatjaamade poolt fikseeritud tasemetega võimaldab suurte õhukoguste filtreerimine ja filtrite gamma-spektromeetrisel 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 leidub atmosfääris alati) ja kunstliku isotoobi ^{137}Cs nukliidide aktiivsuskontsentratsiooni. Radioaktiivset saastumist väljendavate teiste võimalike indikaatorisotoopide (^{60}Co , ^{106}Ru jt) ja looduslike terrestriliste radioisotoopide nukliidide sisaldus oli väiksem meetodi tundlikkuse lävest, välja arvatud Jaapani Fukushima tuumajaama õnnetuse järgsel perioodil, kui õhus detekteeriti kunstlike radionukliidide ^{131}I ja ^{134}Cs esinemine. Fukushima tuumajaama õnnetuse järgselt (2011. a. märtsis) tihendati ajutiselt filtrite eksponeerimise sagedust kaks korda.

Harkus on alates 1995. aastast kasutusel TA Konstrueerimisbüroo poolt valmistatud suure võimsusega õhuproovide filterseade, kus pumbatakse õhk läbi klaasfiiber filtri (kuni 2010. aasta lõpuni olid kasutuses Petrianovi filtrid).

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 60 km kaugusel Eesti piirist. Seade kogub õhuosakesi ja aerosoole klaasfiiber filtrile.

1997. aastal paigaldati Kagu-Eestisse Tõraveresse väiksema võimsusega õhuproovide filterseade Hunter JL-150 (Senya OÜ, Soome). Jaamas on kasutusel samuti klaasfiiber filtrid.

^7Be ja ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsiooni väärtused Harku filterjaama õhus ulatusid 2011. aastal maksimaalselt vastavalt kuni $4,2 \cdot 10^{-3}$ Bq/m³ ning kuni $1,2 \cdot 10^{-4}$ Bq/m³. Aasta keskmised tulemused nimetatud jaama poolt mõõdetuna olid vastavalt $1,9 \cdot 10^{-3}$ Bq/m³ ja $1,8 \cdot 10^{-5}$ Bq/m³.

Narva-Jõesuu filterjaama õhus oli ^7Be aktiivsuskontsentratsioon maksimaalselt kuni $6,0 \cdot 10^{-3}$ Bq/m³ ning ^{137}Cs tase kuni $4,1 \cdot 10^{-4}$ Bq/m³. Aasta keskmised tulemused olid vastavalt $2,8 \cdot 10^{-3}$ Bq/m³ ja $2,1 \cdot 10^{-5}$ Bq/m³.

Tõravere filterjaamas mõõdeti ^7Be maksimaalseks tulemuseks $7,0 \cdot 10^{-3}$ Bq/m³ ja ^{137}Cs maksimaalseks tulemuseks $2,3 \cdot 10^{-4}$ Bq/m³. Aasta keskmised väärtused olid vastavalt $3,2 \cdot 10^{-3}$ Bq/m³ ja $3,1 \cdot 10^{-5}$ Bq/m³.

Aasta keskmiste kontsentratsioonide arvutamisel ^{137}Cs puhul on arvesse võetud vaid neid nädalaid, kui reaalselt nimetatud radionukliidi olemasolu mõõtmisel detekteeriti. Nimelt, nagu joonistel (Joonis 1a ja Joonis 2b) on näha, jääb ^{137}Cs tase õhus tihti allapoole mõõtemetodi määramistundlikkuse taset. Tõraveres asuva filterseadme puhul mängib rolli ka asjaolu, et sealse seadme pumpamisvõimsus on mitu korda väiksem kui näiteks Narva-Jõesuus.

Mõõdetud ^7Be tulemused on lähedased eelmiste aastate keskväertustele neist seirejaamadest. ^{137}Cs aasta keskmised kontsentratsioonid kõigis jaamades olid mõnevõrra suuremad, kui eelnevatel aastatel. Põhjuseks on aset leidnud õnnetus Fukushima tuumajaamas, mille tagajärjel paiskus õhku radioaktiivne tseesium ning ajutiselt tõusis ^{137}Cs kontsentratsioon õhus. Siiski oli tegemist väga väikese kontsentratsiooni tõusuga ja inimestele see mitte mingisugust ohtu ei kujutanud.

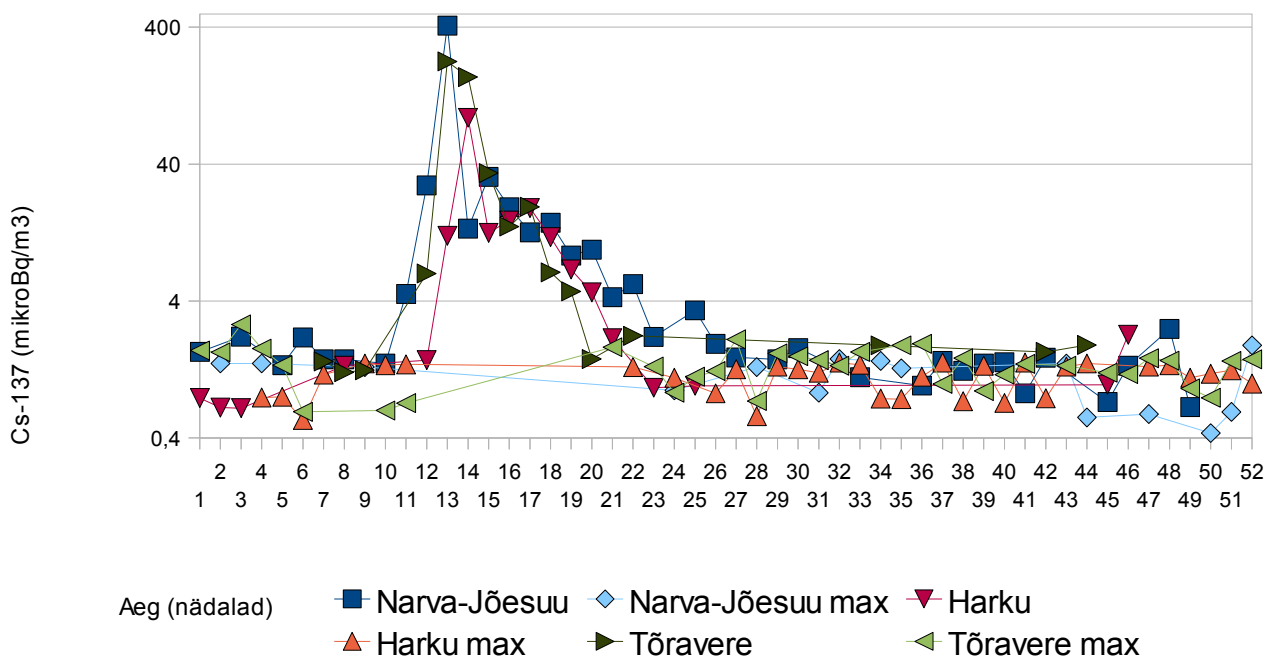
Õhuproovides sisalduv ^{137}Cs pärineb lisaks veel peamiselt kahest allikast: kuuekümnendatel läbiviidud tuumakatsetustest põhjustatud atmosfääri globaalne saastumine ja maapinnale sadenenud Tšernobõli päritoluga radioaktiivne saaste, mida näiteks ilmastikutingimuste, aga ka metsa- ja rabapõlengute tõttu uuesti atmosfääri paisatakse. See on eelkõige seletuseks Narva-Jõesuus ja Harkus mõõdetud õhu ^{137}Cs sisalduste mõningasele erinevusele.

^{131}I ja ^{134}Cs esinemine õhus Fukushima tuumajaama õnnetuse järgselt detekteeriti Eestis õhufiltrites, mis olid eksponeeritud 2011. aasta 12. nädalal ehk ajaperioodil 21. märts kuni 27. märts ehk siis rohkem kui nädal peale õnnetust. Viimati oli nimetatud isotoope mõõdetavas koguses võimalik täheldada maikuu- aasta 19. nädalal ehk ajaperioodil 9. mai kuni 14. mai eksponeeritud filtritel.

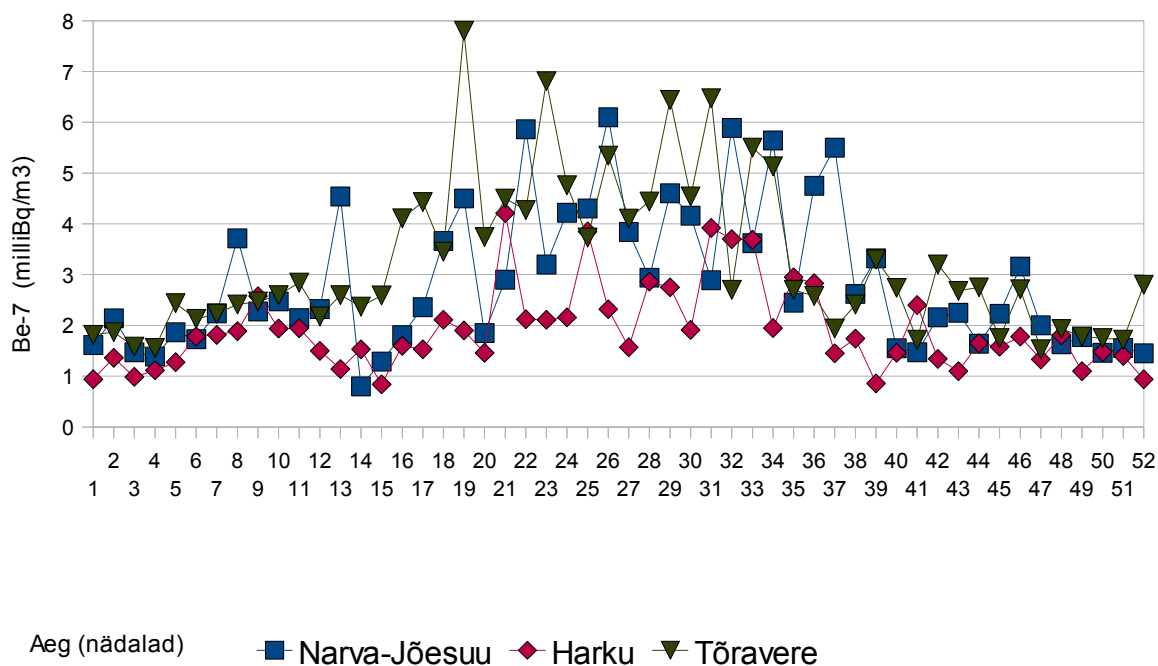
Kõrgeim mõõdetud joodi aktiivsuskontsentratsioon jäi alla $1,2 \text{ mBq/m}^3$, mis ei ole tervisele ohtlik. Tegemist on väga väikese kogusega, mida on võimalik tuvastada vaid väga täpsete laboratoorsete analüüsidega. Eesti seaduste kohaselt on ^{131}I vabastamistasemeks 1000 Bq/kg ehk kõik kogused alla nimetatud taseme on inimese tervisele ohutud. Kuna 1 kuupmeetri õhku võib lugeda ligikaudu võrdväärseks 1 kiloga, siis õhus tuvastatud radioaktiivse joodi kogus on üle miljoni korra väiksem sellest tasemest, mis eeldaks sekkumismeetmete kasutamist.

^{137}Cs ja ^7Be aktiivsuskontsentratsioonide kõikumised 2011. aasta jooksul erinevates filterjaamades on toodud joonistel (vt Joonis 2a, Joonis 2b) ning ^{131}I ja ^{134}Cs esinemine õhus Fukushima õnnetuse järgselt joonistel 2c ja 2 d.. Graafikutel toodud "maksimaalsed väärtused" (max) väljendavad olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui toodud väärtus.

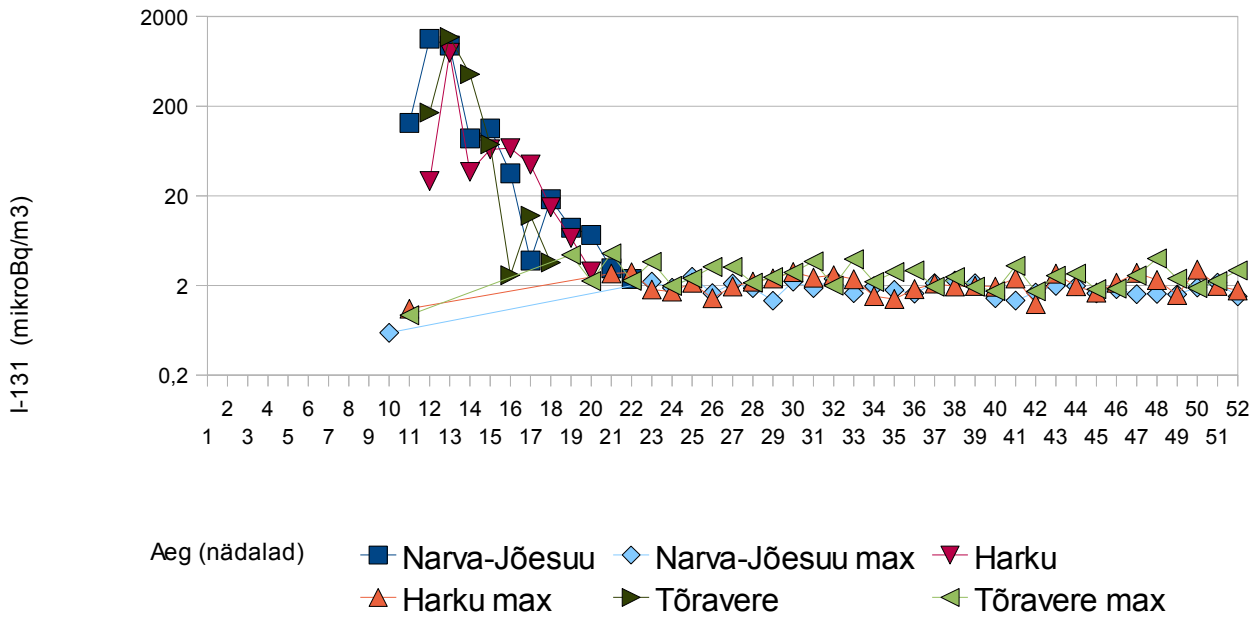
Joonis 2a: ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) õhus, mõõdetud Harku, Narva-Jõesuu ja Tõravere jaamas 2011. aastal (*max väärtus väljendab olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui toodud väärtus*).



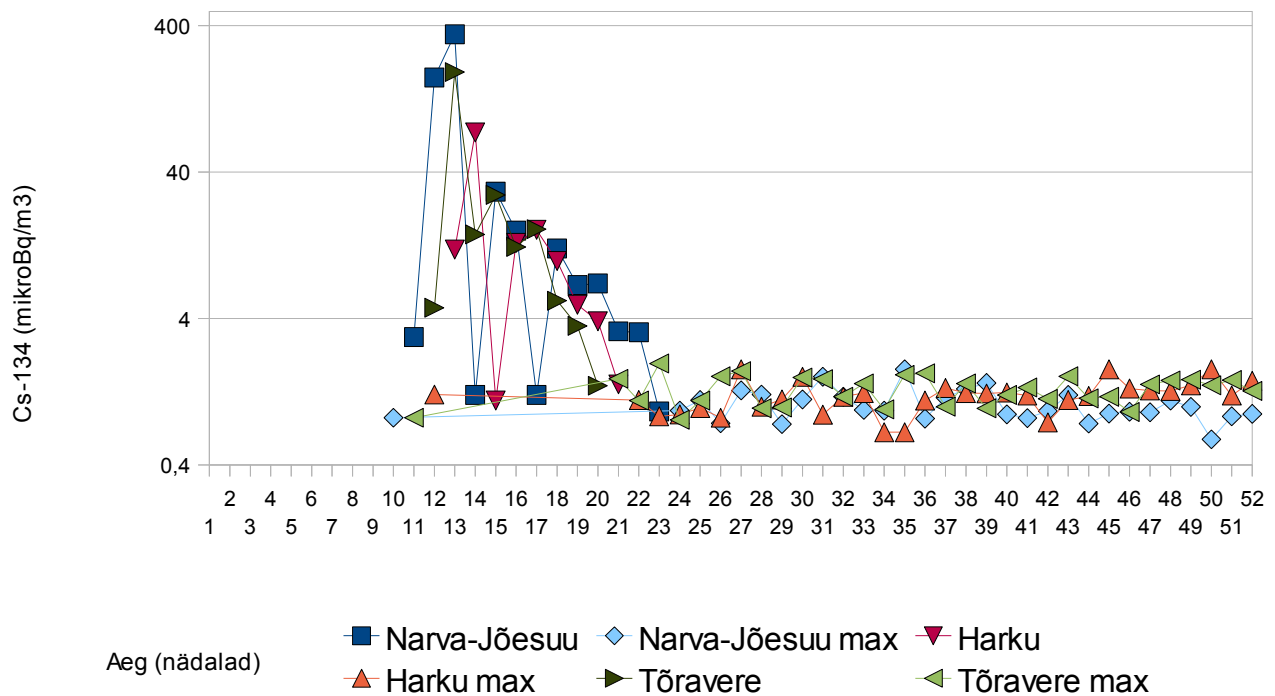
Joonis 2b: ^7Be aktiivsuskontsentratsioon (mBq/m^3) õhus, mõõdetud Harku, Narva-Jõesuu ja Tõravere jaamas 2011. aastal.



Joonis 2c : ^{131}I aktiivsuskontsentratsioon ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) õhus, mõõdetud Harku, Narva-Jõesuu ja Tõravere jaamas 2011. aastal (*max väärtus väljendab olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui toodud väärtus*).



Joonis 2d: ^{134}Cs aktiivsuskontsentratsioon ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) õhus, mõõdetud Harku, Narva-Jõesuu ja Tõravere jaamas 2011. 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 kui suurimate Balti merre suubuvate jõgede radioaktiivsust. Neist esimese vesi iseloomustab väga ulatuslikku valgala, kuhu jäävad ka Eesti ning 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 vee proov võetakse Sindi maantee silla vahetust lähedusest. Narva jõest võetakse veeproov umbes 7 km kauguselt jõe suudmest ülesvoolu Narva ja Narva-Jõesuu vahelise maantee äärest. Jõe vee proovid (mahuga 30 liitrit) koguti kord kvartalis.

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

¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioon jõgede vees on osutunud väga madalaks, jäädes allapoole analüüsimeetodi tundlikkuse läve (vt Tabel 3). 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 ¹³⁷Cs aastas. Soome lahes on ¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioon vees viimastel aastatel 14-50 Bq/m³, mis ületab umbes suurusjärgu võrra vastavaid väärtusi pinnavees.

Tabel 3. ¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l) Narva ja Pärnu jõe vees 2011. aastal.

Proovi nimetus	Seirejaama koordinaadid		Proovivõtu kuupäev	Analüüsitud proovi kogus (l)	¹³⁷ Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l)
	Põhjalaius	Idapikkus			
Narva jõe vesi	59 25 50	28 07 41	20.04.2011	34,2	<0,005
			09.06.2011	34,2	<0,004
			11.08.2011	34,2	<0,004
			19.10.2011	34,2	<0,005
Pärnu jõe vesi	58 25 02	24 40 16	08.04.2011	32,4	<0,004
			03.06.2011	36,0	<0,004
			18.08.2011	34,2	<0,004
			24.10.2011	30,6	<0,004

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 poolaastas kunstlike radionukliidide ^{137}Cs ja ^{90}Sr ning ^3H sisaldust pinnaveest toodetud joogivees (Ülemiste Veepuhastusjaamast väljastatavas joogivees). Lisaks jälgiti Kambrium-Vendi veekihistu põhjaveest toodetud joogivees loodusliku päritoluga raadiumi isotoopide ^{226}Ra ja ^{228}Ra sisaldust Maardu linnas. Kõik joogivee proovid (mahuga 50 l ja 10 l) võeti lõpptarbija juurest kraanist (PERH Mustamäe korpuse ja Maardu perearstikeskuse veekraanist).

Joogivee proovides oli ^{137}Cs , ^{90}Sr ja ^3H aktiivsuskontsentratsioon allpool kasutatud meetodi määramistundlikkuse taset (vt Tabel 4). 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 4. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l) pinnaveest toodetud joogivees 2011. 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	22.02.2011 Sütiste tee 19, Tallinn	25,4	<0,004	8	<0,002	<3
	18.10.2011 Sütiste tee 19, Tallinn	26	<0,004	8	<0,003	<3

Tulemused esitatud 95% tõenäosusega.

Kambrium-vendi veekihistu põhjaveest toodetud joogivees Maardu linnas on Keskkonnaameti poolt läbi viidud seire kohaselt raadiumi isotoopide ^{228}Ra ja ^{226}Ra sisaldused olnud vastavalt kuni 0,55 Bq/l ja 0,76 Bq/l (vt Tabel 5). Eeldades, et inimene tarbib 730 liitrit joogivett aastas, põhjustab sellise joogivee aastane tarbimine kuni 0,4 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi, mis ületab mitmekordselt Eesti seadusandluses joogivee efektiivdoosile kehtestatud indikaatornäitajat (0,1 mSv). Kõrge raadiumi isotoopide sisaldus Kambrium-Vendi põhjavees on seotud geoloogiliste iseärasustega. Teiste veekomplekside põhjavees on raadiumi sisaldus tehtud uuringute põhjal enamasti märgatavalt väiksem.

Tabel 5. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l) Kambrium-Vendi põhjaveest toodetud joogiveses 2011. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev, koht	²²⁸ Ra (Bq/l)	²²⁶ Ra (Bq/l)	³ H (Bq/l)
Kambrium-Vendi joogivesi puurkaevust kat. nr. 379, Maardu, ringi tn. 13a	23.02.2011 Haigla 2, Maardu	0,55±0,05*	0,67±0,10*	<3**
Kambrium-Vendi joogivesi puurkaevust kat. nr. 379, Maardu, ringi tn. 13a-ga	31.10.2011 Haigla 2, Maardu	0,54±0,03*	0,78±0,10*	<3**

* Määramatus väljendab kahekordset statistilist hälvet.

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

2.4 PIIMA SEIRE

Piima proovid koguti kuude keskmiste proovidena, mis iseloomustavad Harjumaal, Järvamaal ja Lääne-Virumaal kokku ostetud toorpiima. Kuude keskmised proovid ühendati vastava kvartali keskmiseks prooviks, mida analüüsiti. Andmed piima radioaktiivsuse kohta on toodud tabelis (vt Tabel 6).

Tabel 6. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l) Eestis toodetud piimas 2011. aastal.

Proovi esinduspiirkond	I kvartal			II kvartal			III kvartal			IV kvartal		
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁴⁰ K
Harjumaa	<0,23**	<0,02**	42,0±6,0*	<0,23**	0,03±0,01***	31,8±5,2*	<0,17**	<0,02**	39,0±5,3*	<0,25**	<0,02**	42,0±5,8*
Järvamaa	<0,14**	<0,02**	41,4±5,2*	<0,21**	<0,02**	31,4±5,1*	<0,22**	<0,02**	36,1±5,3*	<0,14**	<0,02**	36,3±4,5*
Lääne-Virumaa	<0,14**	<0,02**	39,2±5,1*	<0,17**	<0,02**	39,0±5,8*	<0,14**	<0,02**	39,6±5,1*	<0,16**	<0,02**	43,0±5,4*

* Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur 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 põhjustavad inimestes ainult tühise efektiivdoosi. Näiteks saab väikelaps (1-2 aastane), kes tarvitab aastas 180 liitri lehmapiima, nimetatud isotoopide sissevõttust oodatava efektiivdoosi kuni 0,0005 mSv ning täiskasvanu 0,0006 mSv. ¹³⁷Cs ja ⁹⁰Sr sisalduse jälgimine piimas on siiski väga oluline baasandmete saamiseks, mida kasutada näiteks hädaolukordades, kuna need isotoobid migreeruvad kiiresti keskkonnast toiduainetesse.

Loodusliku päritoluga ^{40}K annab 180 liitri aastase piima tarbimise juures väikelapsele (1-2 a) kuni 0,3 mSv suuruse aastase efektiivdoosi ning täiskasvanule sama koguse tarbimise juures 0,05 mSv suuruse doosi.

2.5 TOIDUAINETE SEIRE

2.5.1 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 0,035 Bq ning ^{40}K vähem kui 82,9 Bq (vt Tabel 7).

Tabel 7. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/päevas) inimese poolt päevas sissesöödavas toiduratsioonis 2011. 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	22.02.2011	0,13±0,05*	0,035±0,010***	82,9±8,8*
	18.10.2011	< 0,12**	0,033±0,010***	66,0±7,2*
Inimese ühe päeva kogu toit Tartu Ülikooli Kliinikum	21.02.2011	0,10±0,07*	<0,02**	56,3±6,1*
	19.10.2011	0,12±0,05*	<0,03**	73,3±7,8*

* 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 tehlike radionukliidide arvelt vähem kui 0,001 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi ning ^{40}K arvelt kuni 0,2 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 sissevõetust 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 8). Näitena võib tuua, et kui inimene sööb selliseid seeni aasta jooksul umbes 5 kg on kunstliku radionukliidi ^{137}Cs poolt põhjustatud oodatavaks efektiivdoosiks 0,0002 kuni 0,01 mSv ning loodusliku ^{40}K poolt põhjustatud efektiivdoosiks kuni 0,003 mSv.

Tabel 8. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) metsaseentes ja -marjades 2011. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovivõtu kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Pilvikud+puravikud	Kirde-Eesti (Narva-Jõesuu)	11.08.2011	168±13*	88±7*
Sirmikud	Kirde-Eesti (Narva-Jõesuu)	11.08.2011	6,6±0,6*	94±14*
Pilvikud	Kirde-Eesti (Kurtina)	05.09.2011	16,5±0,7*	69±9*
Puravikud+kuuse- ja kaseriisikad +kukeseened	Kirde-Eesti (Kurtina)	05.09.2011	29,9±1,6*	48±12*
Pohlad	Kirde-Eesti (Narva-Jõesuu)	11.08.2011	3,0±0,3*	29±3*
Pohlad	Kirde-Eesti (Kurtina)	05.09.2011	3,3±0,3*	29±3*
Mustikad	Harjumaa (Padise vald)	03.08.2011	7,4±0,6*	20,9±2,4*
Kultuurmustikad	Tartumaa (Maarjamaa talu)	11.08.2011	< 0,21**	7,3±4,4*

*Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

2.5.3 Ulukiliha seire

Kaubandusvõrgust ostetud uluki (metssea) lihas analüüsiti ^{137}Cs ja ^{40}K sisaldus. Tulemused on toodud tabelis (vt Tabel 9).

Tabel 9. ^{137}Cs ja ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l) ulukilihas 2011. aastal.

Proovi nimetus	Proovi esitamise kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg) määrgkaalu kohta	^{40}K (Bq/kg) määrgkaalu kohta
Metssealiha	15.02.2011	11,8±0,5	101±11

Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

2.5.4 Eesti päritolu toiduainete seire

Analüüsi Eestis toodetud ja enimtarbitavate toiduainete radioaktiivsust. Tulemused on toodud tabelis (vt Tabel 10). Proovid koguti kaubandusvõrgust.

Tabel 10: ^{137}Cs ja ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) erinevates toiduainetes 2011. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovi esitamise kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Kanaliha	„Pelgulinna Selver“	28.02.2011	< 0,21**	115±13*
Veiseliha	„Viimsi Lihapood“	15.02.2011	< 0,17**	83±9*
Sealiha	„Viimsi Lihapood“	15.02.2011	< 0,17**	115±13*
Lambaliha	„Viimsi Lihapood“	15.02.2011	0,43±0,11*	108±12*
Porgand	Prisma Peremarket	01.08.2011	< 0,20**	31±6*
Kartul „Marabel“ (Laheotsa talu)	Prisma Peremarket	01.08.2011	< 0,17**	96±11*
Kartul „Varajane flavia“ (kasvatatud Tartumaal)	Prisma Peremarket	01.08.2011	< 0,24**	86±10*
Mahe öko rukki täisterajahu (OÜ Väandra Leib)	Prisma Peremarket	01.08.2011	< 0,24**	136±16*
Täistera nisujahu „Eesti mahe“ (Raismiku talu)	Prisma Peremarket	01.08.2011	< 0,21**	91±11*
Kalew kõrgeima kvaliteediga Eesti Nisujahu	Prisma Peremarket	01.08.2011	< 0,24**	31±6*
Lastetoit, AS Salvest (Kaerapuder mustika ja vaarikaga)	Prisma Peremarket	08.02.2011	1,77±0,12*	3,9±2,5*
Lastetoit, AS Salvest (Köögiljaraguu)	Prisma Peremarket	08.02.2011	< 0,10**	42±5*
Rapsiõli „Olivia“ (rafineeritud), AS Werol	Prisma Peremarket	08.02.2011	< 0,11**	< 5,0**
Mesi, Hany OÜ	Prisma Peremarket	08.02.2011	< 0,12**	< 5,0**

*Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

Uuritud toiduainete tarbimisest saadav efektiivdoos on väike. Näiteks 10 kg lambaliha söömine põhjustab täiskasvanud inimesel ^{137}Cs poolt väiksema efektiivdoosi kui 0,00006 mSv. Kõikide teiste tabelis toodud toiduainete samas koguses tarbimine põhjustab oluliselt väiksema efektiivdoosi. ^{40}K poolt põhjustatav efektiivdoos jääb sama koguse tarbimise juures kõigis tabelis toodud toiduainete puhul väiksemaks kui 0,008 mSv.

10 kg AS Salvest lastetoidu (kaerapuder mustika ja vaarikatega) söömine põhjustab väikelapsele vanuses 1-2 aastat ^{137}Cs poolt väiksema efektiivdoosi kui 0,0002 mSv ning ^{40}K poolt väiksema kui 0,002 mSv.

2.6 KIIRGUSTEGEVUSKOHTADE LÄHIALADE SEIRE

Proovid võeti Eesti ühe suurima kiirgustegevuskoha – AS A.L.A.R.A lähialade looduskeskkonnast. Analüüsiti objekti lähiümbruses 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 kolmest Paldiski objekti ja ühest Tammiku objekti kontrollpuuraugust. Enamus proovides oli ^3H kontsentratsioon väga madal, jäädes alla mõõtemetodi määramistundlikkuse taset (vt Tabel 11). Kõrgeim tase- 116 Bq/l määrati IV kvartalil Tammiku objekti puurkaevu vees. Nimetatud kontsentratsiooni võib samuti pidada ohutuks. Saasteainete olemasolul nende sattumine linna joogivette oleks vähe tõenäoline kuna kohalikku joogivett ammutatakse põhjaveekihi, mis ei ole ühenduses pinnaveekihtidega. Keskkonnaamet on määranud eelnevatel aastatel ka Pakri poolsaarel ^{137}Cs sisaldust vetikates, merevees, setetes ja kalades. Tulemused on olnud madalad.

Tabel 11. ³H aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l) AS A.L.A.R.A objektide kontrollpuuraukude vees 2011. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev	³ H (Bq/l)
Puurauk PA1 (Paldiski objekt)	15.03.2011	< 3*
	15.06.2011	4,5±1,5**
	19.09.2011	< 3*
	19.12.2011	< 3*
Puurauk PA6 (Paldiski objekt)	15.03.2011	< 3*
	15.06.2011	< 3*
	19.09.2011	< 3*
	19.12.2011	< 3*
Puurauk PA9 (Paldiski objekt)	15.03.2011	< 3*
	15.06.2011	< 3*
	19.09.2011	< 3*
	19.12.2011	< 3*
Puurauk TA5 (Tammiku objekt)	15.03.2011	< 3*
	15.06.2011	6,3±1,5**
	21.09.2011	< 3*
	19.12.2011	116±4**

*Tulemused esitatud 95% tõenäosusega.

**Määramatus väljendab kahekordset statistilist hälvet.

Lisaks korjati seeni ja marju nimetatud objektide lähiümbruses, eesmärgiga teha kindlaks saaste deponeerumine. Analüüsitulemused näitavad, et olulist saastet ei esine (vt Tabel 12). ¹³⁷Cs kontsentratsioon seentes ja marjades on väga madal ja seega ei saa seostada otseselt selle päritolu AS A.L.A.R.A kiirgustegevusest. Analüüsiti ka loodusliku päritoluga ⁴⁰K sisaldust proovides.

Tabel 12. ¹³⁷Cs ja ⁴⁰K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) AS A.L.A.R.A objektide lähimbruse looduskeskkonnas kasvavates seentes ja marjades 2011. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovivõtu kuupäev	¹³⁷ Cs (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)
Metsaseened (liik määramata)	Paldiski objekti ümbrus	21.09.2011	6,3±0,4*	86±11*
Metsamarjad (põldmarjad)		18.08.2011 ja 21.09.2011	38,9±3,0*	111±29*
Metsaseened (puravikud+kukeseed+pilvikud)	Tammiku objekti ümbrus	04.08.2011	< 0,14**	45,5±5,6*
Metsamarjad (metsmaasikad+met svaarikad)		20.07.2011	1,4±0,3*	55,6±8,7*
Metsamarjad (mustikad)		04.08.2011	10,9±1,0*	22,0±2,6*

*Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

Näitena võib tuua, et sellised seened põhjustavad nende 5 kg tarbimise juures ¹³⁷Cs poolt kuni 0,003 mSv suuruse ja ⁴⁰K poolt samuti kuni 0,003 mSv suuruse efektiivdoosi.

2.7 MEREKESKKONNA SEIRE

2011. aasta merekeskkonna seire raames koguti Mereinstituudi poolt Läänemerest vee proove viiest HELCOM mereseire programmi raames Eestile määratud statsionaarsest jaamast. Proovides määrati gamma-spektromeetrilisel meetodil ¹³⁷Cs sisaldus. Tulemused jäid vahemikku 16-28 Bq/m³ (vt Tabel 13).

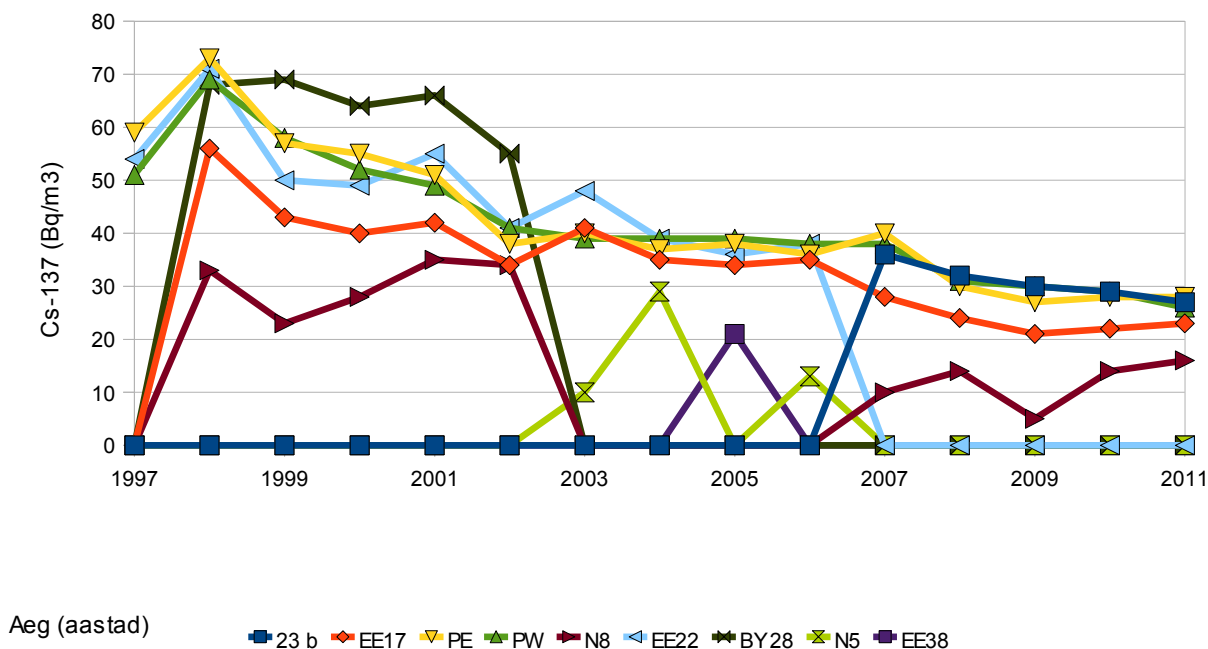
Tabel 13. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/m^3) Soome lahe pinnavees 2011. aastal.

Proovivõtujaam ja koordinaadid	Proovivõtu kuupäev	Üldine sügavus (m)	Temperatuur, °C	Soolsus ‰	^{137}Cs Bq/m^3
23 b 59°18'20" N, 23°17'27" E	07.06.2011	83	13,38	6,37	27±3
EE17 59°43'02"N, 25°00'52"E	07.06.2011	113	7,97	5,92	23±3
PE 59°22'47"N, 24°09'14"E	07.06.2011	20	13,25	6,35	28±3
PW 59°20'08"N, 24°02'03"E	07.06.2011	19	15,37	6,42	26±3
N8 59°28'30"N, 28°00'17"E	07.06.2011	12	15,88	1,27	16±2

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).

Joonis 3: ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/m^3) Soome lahe pinnavees 1997.-2011.aastal.



Lisaks analüüsiti merekeskkonnas elavate kalade ning vetikate radioaktiivsust. ¹³⁷Cs sisaldus kalades (räimedes) ja meretaimes (põisadrus) on toodud tabelites (vt Tabel 14 ja Tabel 15). Näitena võib tuua, et süües aasta jooksul 5 kg selliseid kalu, põhjustab see inimesele aastase efektiivdoosi u 0,0002 mSv.

Tabel 14. ¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) merekalades (räim) 2011. aastal.

Proovivõtupaik ja koordinaadid	Proovivõtu kuupäev	¹³⁷Cs (Bq/kg)
Sillamäe 59°26' N; 27°54' E	04.05.2011	3,0± 0,2

Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

Tabel 15. ³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) meretaimes (Focus Vesiculosus) 2011. aastal.

Proovivõtupaik ja koordinaadid	Proovivõtu kuupäev	³⁷Cs (Bq/kg)
Paldiski 59°21' N; 24°02' E	12.11.2011	12,4±0,8
Kunda 59°32' N; 26°40' E	31.10.2011	12,9±0,7

Tulemused esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

Sarnaselt mereveega on ka meretaimes ja -kalades ³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioon aastatega aeglaselt vähenenud.

LÕPPSÕNA

Keskkonna kiirgusseire programmi raames jälgiti 2011. aastal summaarse gammakiirguse doosikiirust, õhukandelist osakeste ja aerosoolide radioaktiivsust ning radionukliidide sisaldust pinna- ja joogivees, piimas, inimese päevases toiduratsioonis, erinevates toiduainetes, metsaseentes ja -marjades, metslooma lihas 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, välja arvatud ^{137}Cs kontsentratsiooni ajutine tõus märtsis peale õnnetust Fukushima tuumajaamas. Samal perioodil detekteeriti õhus ka ^{131}I ja ^{134}Cs olemasolu. Nimetatud isotoope oli mõõdetavas koguses võimalik täheldada kõige hilisemalt maikuus. Teistes keskkonna proovides peale õhu Fukushima õnnetuse mõju ei täheldatud.

2011. aastal analüüsitud proovide radionukliidide sisaldust võib pidada väikeseks va loodusliku päritoluga raadiumi sisaldus kambrium-vendi põhjavees, mis ületab selle 730 liitri aastase tarbimise juures seadusega kehtestatud efektiivdoosi indikaatornäitajat.

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.

Koostas:

Monika Lepasson
kiirgusseire büroo juhataja