



KESKKONNAAMET

KINNITATUD
kiirgusosakonna juhataja
10.05.2012 korraldusega nr KO 1-15/48

KESKKONNA IONISEERIVA KIIRGUSE SEIRE 2012. 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 põhistanstandardite 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 2012. AASTAL.....	4
2.1 ATMOSFÄÄRI SEIRE.....	5
2.1.1 Gammakiirguse doosikiiruse seire.....	6
2.1.2 Õhukandelistel osakeste seire.....	9
2.2 PINNAVETE SEIRE.....	12
2.3 JOOGIVEE SEIRE.....	13
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.....	17
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.

Efektivdoos 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 looduslike radionukliide töödeldakse nende radioaktiivsuse, lõhustatavuse või tuumasünteesi omaduste pärast.

2. KIIRGUSSEIRE 2012. AASTAL

2012. 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 2012. aastal kiirgusosakonna laboris riikliku kiirgusseire raames 275 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. 2012. 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	16	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Metsamarjad	1 kord aastas	6	7	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Toiduained	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	154	^{137}Cs , ^7Be , ^{131}I	Bq/m ³
Gammakiirguse doosikiirus	pidev	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	1	4	^{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 Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut, 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 10 automaatjaamaga reaalajas 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 vaatlusjaamu 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 mõõtmise reaalajas	Õhukandeliste osakeste ja aerosoolide kogumine filterseadmete abil	Koordinaadid	
			N	E
Harku		X	59° 23' 50"	24°36' 7"
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 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 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 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 ka Keskkonnaameti koduleheküljel (<http://www.keskkonnaamet.ee/keskkonnakaitse/kiirgus-3/varajane-hoiatamine/>), kus on jälgitav andmete pikaajaline arhiiv

Kuude keskmised gammakiirguse doosikiiruse väärtused 2012. aastal jäid Eesti erinevates piirkondades automaatjaamade poolt mõõdetud andmete põhjal vahemikku 30–88 nSv/h. Aasta keskmised tulemused on märgitud tabelis (vt Tabel 3).

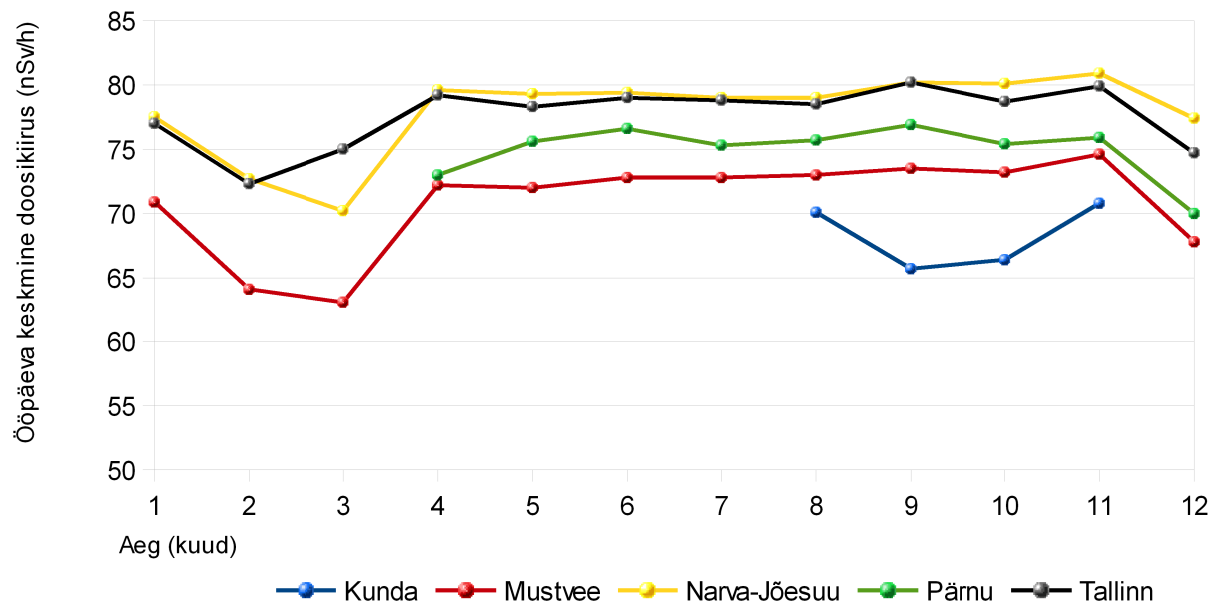
Tabel 3. Gammakiirguse doosikiiruse keskmised väärtused seirejaamades 2012. aastal.

Seirejaama asukoht	nSv/h
Mustvee	71
Narva-Jõesuu	78
Pärnu	75
Tallinn	77
Valga	84
Kärdla	55
Kunda	68
Sõrve	51
Türi	43
Võru	42

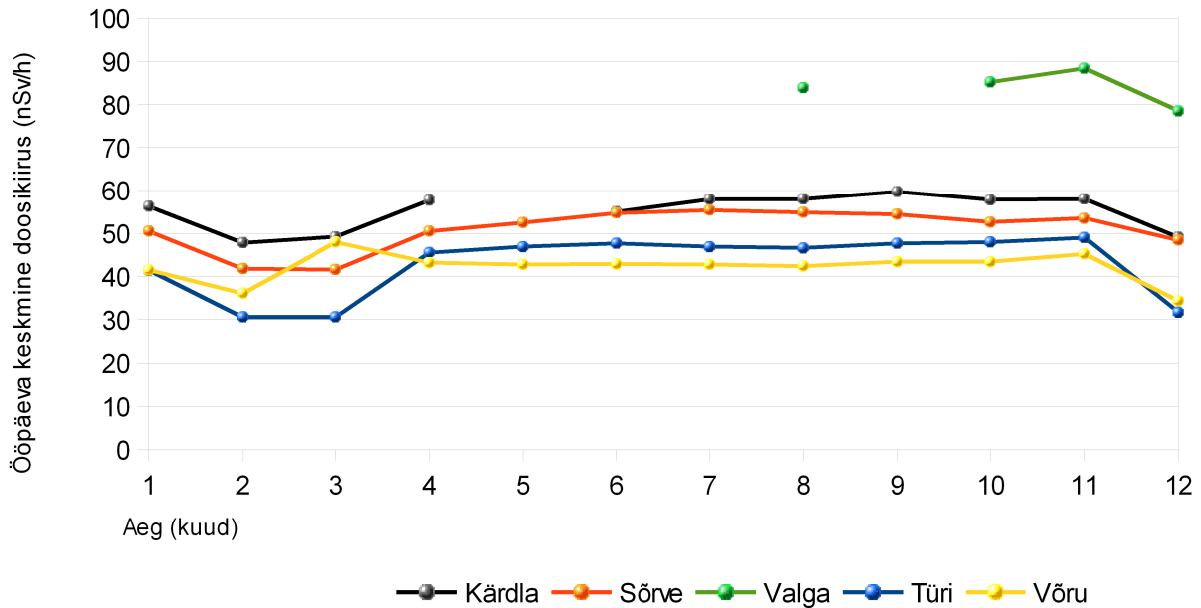
Aasta keskmine gammakiirguse doosikiirus üle kogu vaatlusvõrgu oli 64 nSv/h, mis on sarnane viimaste aastate keskmisele tulemusele. Selline kiirgusfoon põhjustab inimesele aastas keskmiselt 0,56 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi. Looduslikult võib esineda kordades kõrgemaid gammakiirguse doosikiiruse tasemeid kui seirejaamad 2012. aastal registreerisid.

Kõrgendatud väärtused üksikudel päevadel on põhjustatud eelkõige sademetest, mis „pesevad“ atmosfäärist välja looduslike radionukliide. Doosikiiruse miinimum talvisel ajal on tingitud lumikattest. Gammakiirguse doosikiiruse kõikumine 2012. aastal erinevates seirejaamades on ära toodud joonistel (vt Joonis 1a ja Joonis 1b). Seirejaamade tehniliste rikete tõttu puuduvad osaliselt andmed Kunda, Pärnu ja Valga jaamade kohta. Valga jaamas mõõdetud tulemused on mõnevõrra kõrgemad kui varasematel aastatel ning selle põhjuseks on jaama asukoha muutus.

Joonis 1a: Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) 2012. aastal, mõõdetud Kunda, Mustvee, Narva-Jõesuu, Pärnu ja Tallinna jaamas.



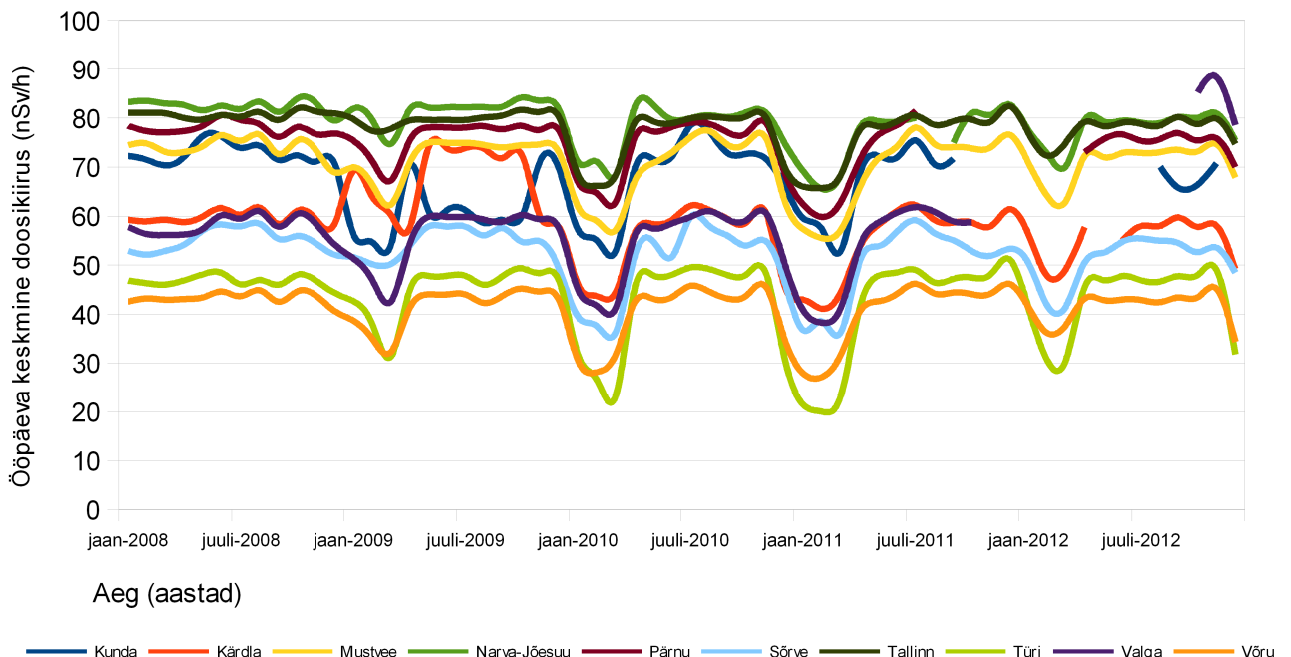
Joonis 1b: Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) 2012. aastal, mõõdetud Kärkla, Sõrve, Valga, Türi, ja Võru jaamas.



Gammakiirgus on PMS tüüpi jaamade andmetel põhjustatud valdavalt looduslikest radionukliididest. Tehsilike 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 5 aasta kohta on esitatud joonisel (vt Joonis 1c).

Joonis 1c: Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) aastatel 2008-2012.



Eesti-Šveitsi koostööprogrammi projekti „Eesti kiirgusseire uuendamine“ raames alustati 2012. aastal riigihanke läbiviimiseks tehnilise spetsifikatsiooni koostamist uue seirevõrgu soetamiseks. Šveitsi toetusel vahetatakse projekti raames välja Eestis paiknevad 10 gammakiirgust automaatselt registreerivat seirejaama ja selle asemel kavandatakse uut vähemalt 15 seirejaamaga võrku. Projekti tulemusel on Eesti jaamadega paremini kaetud, suureneb oluliselt seirevõrgu töökindlus ja kaasajastub andmeedastus kindlustades elanikele õigeaegse ja asjakohase teabe kiirgusolukorra kohta riigis. Kui kõik läheb plaanipäraselt, siis hakkavad uued seirejaamad tööle 2013. a. lõpuks.

2.1.2 Õhukandeliste osakeste seire

Atmosfääriosakeste ja aerosoolide radioaktiivsuse seiret viiakse läbi Harku, Narva-Jõesuu ja Tõravere filterjaamades. Jaamades hoitakse filtreid mõõteajaga üks nädal ja analüüsitakse seejärel gamma-spektromeetriselt 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-spektromeetiline 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 terrestriliste radioisotopide nukliidide sisaldus oli väiksem meetodi tundlikkuse lävest. Välja arvatud 2012. aasta alguses (5ndal nädalal), kui detekteeriti õhus ajutiselt ^{131}I olemasolu. Radioaktiivse joodi sattumist atmosfääri seostati Ungaris asuva tehasega, mis toodab radioisotoope meditsiiniliseks otstarbeks. Mõõdetud ^{131}I aktiivsuskontsentratsioon oli $3,37 \cdot 10^{-6}$, mis on väga väike suurus ning inimese tervisele mingisugust ohtu ei kujuta.

Alates 1995. aastast on Harkus kasutusel TA Konstrueerimisbüroo poolt valmistatud suure võimsusega õhuproovide filterseade, kus pumbatakse õhk läbi klaasfiiberfiltri (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 70 km kaugusel Eesti piirist. Seade kogub õhuosakesi ja aerosoole klaasfiiberfiltrile.

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

^7Be ja ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsiooni väärtused Harku filterjaama õhus ulatusid 2012. aastal maksimaalselt vastavalt kuni $3,3 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja kuni $1,5 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$. Aasta keskmised tulemused nimetatud jaama poolt mõõdetuna olid vastavalt $1,8 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja $1,3 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$.

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

Tõravere filterjaamas mõõdeti ^7Be maksimaalseks tulemuseks $7,9 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja ^{137}Cs maksimaalseks tulemuseks $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$. Aasta keskmised väärtused olid vastavalt $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja $1,4 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$.

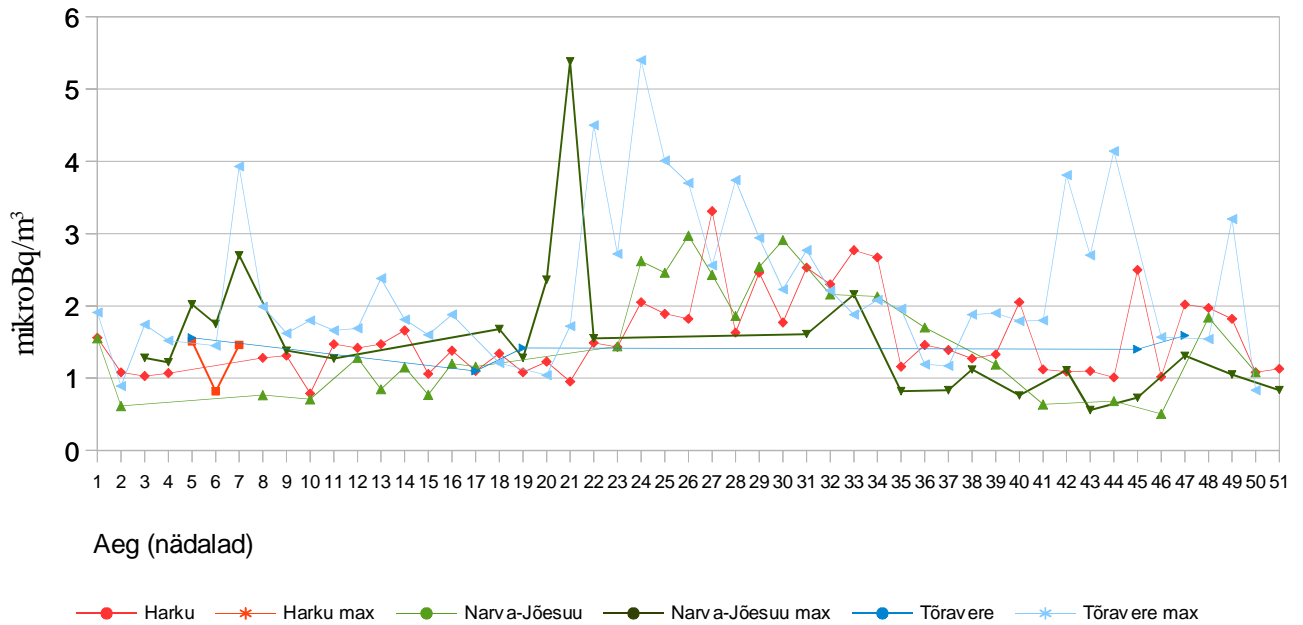
Aasta keskmiste kontsentratsioonide arvutamisel ^{137}Cs puhul on arvesse võetud vaid neid nädalaid, kui reaalselt nimetatud radionukliidi olemasolu mõõtmisel detekteeriti. Joonistel 1a ja 2b on näha, et ^{137}Cs tase õhus jääb tihti allapoole mõõtemetodi määramistundlikkuse taset. Tõraveres ja Harkus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

Mõõdetud ^7Be tulemused on lähedased eelmiste aastate keskväärtustele neist seirejaamadest. 2012. aastal olid ^{137}Cs aasta keskmised kontsentratsioonid kõigis jaamades mõnevõrra väiksemad, kui 2011. aastal. Põhjuseks 2011. aasta kevadel Fukushima tuumajaamas toimunud õnnetus, mille tagajärjel tõusis lühiajaliselt tseesiumi kontsentratsioon õhus ning mis mõjutas aasta keskmist tulemust.

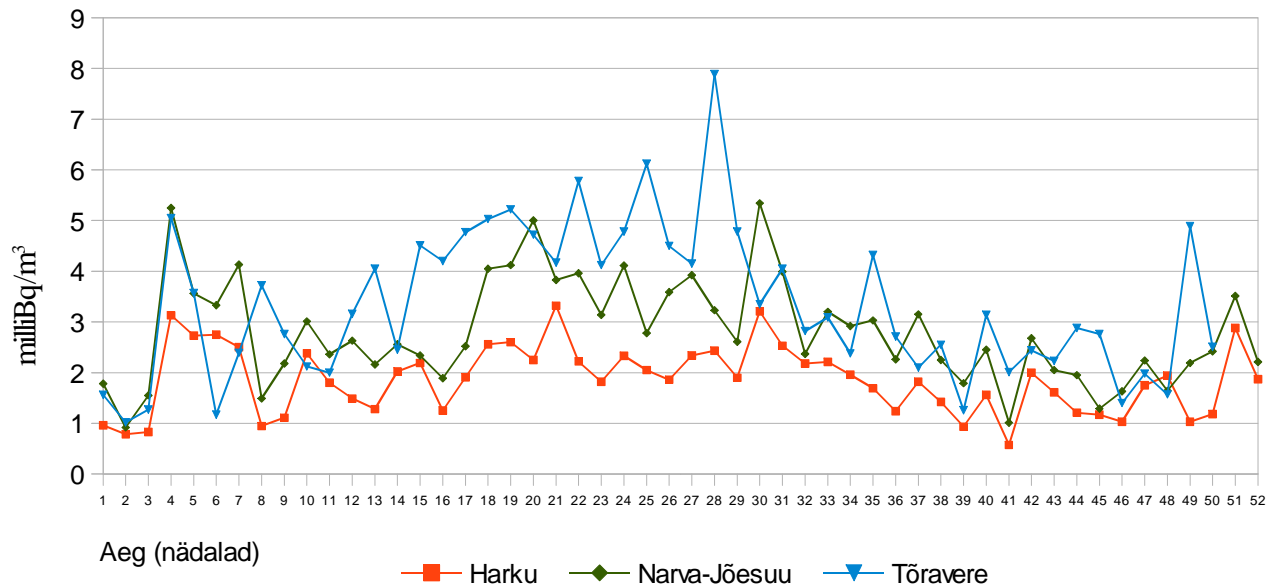
Õhuproovides sisalduv ^{137}Cs pärineb peamiselt kuuekümnendatel läbiviidud tuumakatsetustest põhjustatud atmosfääri globaalsest saastumisest ja maapinnale sadenenud Tšernobõli päritoluga radioaktiivsest saastest, mida näiteks ilmastikutingimuste, aga ka metsa- ja rabapõlengute tõttu uuesti atmosfääri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

^{137}Cs ja ^7Be aktiivsuskontsentratsioonide kõikumised 2012. 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).

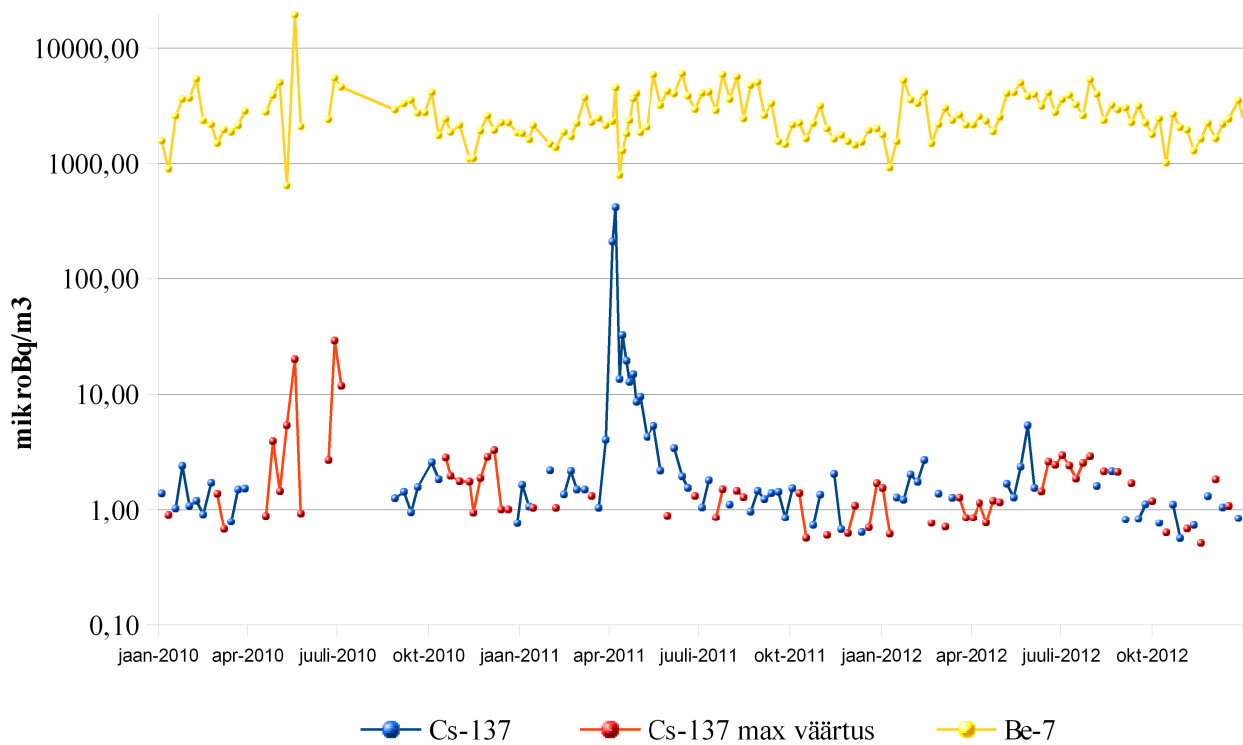
Joonis 2a: ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) õhus, mõõdetud Harku, Narva-Jõesuu ja Tõravere filterjaamas 2012. aastal (*max väärtus väljendab olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui toodud väärtus*).



Joonis 2b: ^7Be aktiivsuskontsentratsioon (mBq/m^3) õhus, mõõdetud Harku, Narva-Jõesuu ja Tõravere filterjaamas 2012. aastal.



Joonis 2c: ^{137}Cs ja ^7Be aktiivsuskontsentratsioon (mBq/m^3) õhus, mõõdetud Narva-Jõesuu filterjaamas 2010-2012. aastal.



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 maantee silla 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. 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 2012. aastal.

Proovi nimetus	Koordinaadid		Proovivõtu kuupäev	Analüüsitud proovi kogus (l)	^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l)
	N	E			
Narva jõe vesi	59°25' 50"	28°7' 42"	10.04.2012	34,2	< 0,003
			01.06.2012	32,4	< 0,004
			27.08.2012	34,2	< 0,004
			17.10.2012	34,2	< 0,005
Pärnu jõe vesi	58°25' 2"	24°40' 15"	28.03.2012	32,4	< 0,003
			01.06.2012	30,6	< 0,004
			30.08.2012	30,6	< 0,004
			23.10.2012	32,4	< 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). Lisaks on seirekavas ette nähtud proovi kogumine Kambrium-Vendi veekihistu põhjaveest, mida on ka eelnevatel aastatel kogutud Maardust Kallavere haigla veekraanist. 2012. aastal aga selgus, et Maardus ei kasutata enam joogiveeks Kambrium-Vendi põhjavett vaid, et alates 20. detsembrist 2011 on Maardu Kallavere piirkonna ühisveevärgi torustikud ühendatud Tallinna torustikega ehk kasutusel on pinnaveest toodetud joogivesi.

Kõik joogivee proovid (mahuga 50 l ja 10 l) võeti lõpptarbija juurest kraanist (PERH Mustamäe korpuse ja Maardu Kallavere haigla 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 2012. 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	01.03.2012 Sütiste tee 19, Tallinn	27	< 0,003	8	< 0,003	<3
	24.10.2012 Sütiste tee 19, Tallinn	34,2	< 0,002	8	< 0,002	<3

Tulemused esitatud 95% tõenäosusega.

Maardu linnas jäid läbiviidud seire kohaselt raadiumi isotoopide ²²⁸Ra ja ²²⁶Ra sisaldused joogivees vastavalt kuni 0,06 Bq/l ja 0,09 Bq/l (vt Tabel 6). Eelnevatel aastatel on olnud tulemused oluliselt suuremad. Põhjus on selles, nagu juba eelpool kirjeldatud ehk Maardu linnas toimusid muudatused joogiveega varustamisel ehk joogiveena võeti kasutusele pinnavesi.

Eeldades, et inimene tarbib 730 liitrit joogivett aastas, põhjustab sellise joogivee aastane tarbimine tühise 0,05 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi, mis on väiksem kui Eesti seadusandluses joogivee efektiivdoosile kehtestatud indikaatornäitaja (0,1 mSv). Olgu võrdluseks toodud, et eelnevatel aastatel, kui seal oli joogiveena kasutusel veel Kambrium-Vendi põhjaveekihi pärinev joogivesi, põhjustas sellise joogivee tarbimine aastas inimesele isegi kuni 0,9 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi.

Tabel 6. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l) Kallavere haigla joogivees 2012. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev, koht	²²⁸ Ra (Bq/l)	²²⁶ Ra (Bq/l)	³ H (Bq/l)
Pinnaveest toodetud joogivesi	06.03.2012 Haigla 2, Maardu	0,061 ± 0,025*	0,088 ± 0,012*	< 3**
Pinnaveest toodetud joogivesi	17.10.2012 Haigla 2, Maardu	0,034 ± 0,013*	0,041 ± 0,007*	< 3**

* Määramatus väljendab kahekordset statistilist hälvet.

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

2.4 PIIMA SEIRE

Piimaproovid koguti kuude keskmiste proovidena, mis iseloomustavad Harjumaal, Tartumaal ja Saaremaal 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 2012. aastal.

		Harjumaa	Tartumaa	Saaremaa
I kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,15**	< 0,14**	< 0,14**
	⁹⁰ Sr	< 0,020**	< 0,025**	< 0,020**
	⁴⁰ K	51,5 ± 3,0*	44,9 ± 4,0	49,0 ± 4,0*
II kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,18**	< 0,18**	< 0,15**
	⁹⁰ Sr	< 0,028**	< 0,020**	< 0,020**
	⁴⁰ K	59,7 ± 5,2*	48,5 ± 4,5*	53,0 ± 4,1*
III kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,14**	< 0,20**	< 0,14**
	⁹⁰ Sr	< 0,020**	< 0,020**	< 0,025**
	⁴⁰ K	41,4 ± 3,4*	45,8 ± 4,5	46,4 ± 3,7*
IV kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,14**	< 0,15**	< 0,19**
	⁹⁰ Sr	< 0,020**	< 0,028**	< 0,020**
	⁴⁰ K	49,7 ± 4,1*	41,5 ± 4,4*	41,7 ± 4,4*

* Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

** Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

Andmetest järeldub, et praegusel ajal on Eestis toodetud piimas tehislake 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 0,0004 mSv ning täiskasvanu sama koguse tarbimisel 0,0005 mSv. ¹³⁷Cs ja ⁹⁰Sr sisalduse jälgimine piimas on siiski väga oluline baasandmete saamiseks, mida kasutada näiteks hädaolukordades, sest need isotoobid migreeruvad kiiresti keskkonnast toiduainetesse.

Loodusliku päritoluga ⁴⁰K annab 180 liitri aastase piima tarbimise juures väikelapsele (1-2 a) kuni 0,5 mSv suuruse aastase efektiivdoosi ja täiskasvanule sama koguse tarbimise juures 0,07 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 leivatooded 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 0,052 Bq ning ^{40}K vähem kui 110 Bq (vt Tabel 8).

Tabel 8. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/päevas) inimese poolt päevas sissesöödavas toiduratsioonis 2012. 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	02.03.2012	$0,09 \pm 0,03^*$	$< 0,03^{**}$	$107 \pm 4^*$
	23.10.2012	$< 0,13^{**}$	$0,052 \pm 0,010^{***}$	$110 \pm 12^*$
Inimese ühe päeva kogu toit Tartu Ülikooli Kliinikum	05.03.2012	$< 0,09^{**}$	$< 0,026^{**}$	$51,0 \pm 4,0^*$
	25.10.2012	$0,12 \pm 0,04^*$	$0,037 \pm 0,010^{***}$	$102 \pm 8^*$

* 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 tehilike radionukliidide arvelt 0,001 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi ja ^{40}K arvelt 0,25 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 ^{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 0,009 mSv ning loodusliku ^{40}K poolt põhjustatud efektiivdoosiks kuni 0,003 mSv, mis on väga väikesed suurused.

Tabel 9. ^{137}Cs ja ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) metsaseentes ja -marjades 2012. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovivõtu kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Metsaseened				
Kukeseened	Kirde-Eesti (Kurtna)	31.07.2012	24,0 ± 1,4	95 ± 17
Kaseriiskikad	Kirde-Eesti (Kurtna)	03.09.2012	94 ± 5	43 ± 13
Puravikud	Kirde-Eesti (Kurtna)	03.09.2012	55,6 ± 3	54 ± 12
Pilvikud	Kirde-Eesti (Kurtna)	03.09.2012	29,4 ± 1,1	51 ± 7
Pilvikud	Kirde-Eesti (Kurtna)	03.09.2012	17,1 ± 1	57 ± 8
Kuuseriiskikad	Kirde-Eesti (Kurtna)	03.09.2012	132 ± 1	62 ± 10
Sirmikud	Kirde-Eesti (Narva-Jõesuu)	27.08.2012	1,6 ± 0,4	76 ± 10
Segaseened	Kirde-Eesti (Narva-Jõesuu)	27.08.2012	49 ± 2	46 ± 10
Kukeseened	Ostetud kaubandusvõrgust (OÜ Eesti And)	20.09.2012	25,0 ± 2	97 ± 8
Metsamarjad				
Mustikad	Kirde-Eesti (Kurtna)	31.07.2012	1,6 ± 0,3	11,4 ± 5,5
Metsmaasikad	Kirde-Eesti (Kurtna)	31.07.2012	4,1 ± 0,6	52,4 ± 10
Pohlad	Kirde-Eesti (Kurtna)	03.09.2012	6,9 ± 0,8	15,4 ± 7,1
Pohlad	Kirde-Eesti (Narva-Jõesuu)	27.08.2012	5,1 ± 0,5	29,5 ± 3,5
Mustikad	Iisaku vald (Ida-Virumaa)	27.08.2012	14,8 ± 1,2	14,8 ± 1,2

Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

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. ¹³⁷Cs ja ⁴⁰K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l) ulukilihas 2012. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovi esitamise kuupäev	¹³⁷ Cs (Bq/kg) märgkaalu kohta	⁴⁰ K (Bq/kg) märgkaalu kohta
Metssealiha	kaubandusvõrk	21.05.2012	63 ± 5	108 ± 8
Põdraliha	kaubandusvõrk	21.05.2012	26,6 ± 2,1	104 ± 8

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: ¹³⁷Cs ja ⁴⁰K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) erinevates toiduainetes 2012. aastal.

Proovi nimetus	Proovi esitamise kuupäev	¹³⁷ Cs (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)
Kanaliha (AS Tallegg)	22.02.2012	< 0,10**	111 ± 8*
Veiseliha (As Rakvere Lihakombinaat)	22.02.2012	0,32 ± 0,06*	112 ± 8*
Sealiha (As Rakvere Lihakombinaat)	22.02.2012	0,16 ± 0,05*	107 ± 8*
Lambaliha (Viimsi LT OÜ)	13.09.2012	9,8 ± 0,8*	103 ± 8*
Porgand (Kadarbiku köögivilj)	20.09.2012	< 0,25**	30 ± 5*
Porgand (Laheotsa talu)	20.09.2012	< 0,20**	63 ± 6*
Kartul „Laura“ (Laheotsa talu)	20.09.2012	< 0,18**	99 ± 8*
Mahe kartul „Salome“ (Koorti kartul)	20.09.2012	< 0,18**	114 ± 8*
Mahe rukki täisterajahu (OÜ Väandra Leib)	20.09.2012	< 0,14**	142 ± 9*
Mahe nisu täisterajahu (OÜ Väandra Leib)	20.09.2012	< 0,16**	106 ± 7*
Mahe odrajahu (OÜ Väandra Leib)	20.09.2012	< 0,19**	134 ± 9*
Lastetoit “Põnn” neljaviljapuder vaarikatega (AS Salvest)	22.02.2012	< 0,10**	27,0 ± 2,3*
Lastetoit “Põnn” porgandipüree maksaga (AS Salvest)	22.02.2012	< 0,10**	65,5 ± 5,0*
Kanamunad (AS MAAG)	09.05.2012	< 0,10**	40,7 ± 3,3*
Koha kala (AS M.V. Wool)	08.05.2012	5,0 ± 0,6*	112 ± 11*

*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 0,001 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.

10 kg AS Salvest lastetoidu (neljaviljapuder vaarikatega) söömine põhjustab väikelapsele vanuses 1-2 aastat ^{137}Cs poolt väiksema efektiivdoosi kui 0,00001 mSv ja ^{40}K poolt väiksema kui 0,01 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 ^{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 12). Kõrgeim tase, 247 Bq/l määrati II kvartalil Tammiku objekti puurkaevu vees.

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 ^{137}Cs 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 2012. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev	³ H (Bq/l)
Puurauk PA1 (Paldiski objekt)	20.03.2012	< 3*
	11.06.2012	< 3*
	24.09.2012	< 3*
	19.11.2012	< 3*
Puurauk PA6 (Paldiski objekt)	20.03.2012	< 3*
	11.06.2012	< 3*
	24.09.2012	< 3*
	19.11.2012	< 3*
Puurauk PA9 (Paldiski objekt)	20.03.2012	< 3*
	12.06.2012	< 3*
	24.09.2012	< 3*
	19.11.2012	< 3*
Puurauk TA5 (Tammiku objekt)	20.03.2012	9,3 ± 1,7**
	11.06.2012	247 ± 6**
	24.09.2012	< 3*
	14.11.2012	6,6 ± 1,6**

*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. Analüüsi ka loodusliku päritoluga ⁴⁰K sisaldust proovides.

Tabel 13. ¹³⁷Cs ja ⁴⁰K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) AS A.L.A.R.A objektide lähiumbruse looduskeskkonnas kasvavates seentes ja marjades 2012. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovivõtu kuupäev	¹³⁷ Cs (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)
Metsaseened				
Riisikad	Paldiski	24.09.2012	< 0,32**	49 ± 7*
Männiriisikad	Paldiski	24.09.2012	12 ± 1*	70 ± 7*
Kitsemamplid	Tammiku	12.09.2012	151 ± 5*	70 ± 12*
Männiriisikad	Tammiku	12.09.2012	78 ± 6*	78 ± 8*
Kivipuravikud	Tammiku	12.09.2012	36 ± 3*	63 ± 7*
Pilvikud	Tammiku	12.09.2012	74 ± 6*	106 ± 10*
Segaseened	Tammiku	12.09.2012	73 ± 4*	53 ± 11*
Metsamarjad				
Põldmarjad	Paldiski	24.09.2012	< 0,44**	61 ± 7*
Metsmaasikad	Tammiku	25.07.2012	1,74 ± 0,28*	58,6 ± 8,4*
Mustikad	Tammiku	25.07.2012	8,8 ± 0,4*	12,4 ± 3*
Pohlad	Tammiku	12.09.2012	5,8 ± 0,6*	61 ± 7*

*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 0,003 mSv suuruse efektiivdoosi.

2.7 MEREKESKKONNA SEIRE

2012. aasta merekeskkonna seire raames koguti Mereinstituudi poolt Läänemerest vee proove viiest HELCOM mereseire programmi raames Eestile määratud statsionaarsest jaamast.

Soome lahe pinnavee proovides määrati gamma-spektromeetrilisel meetodil ¹³⁷Cs ja ⁴⁰K sisaldus. ¹³⁷Cs tulemused jäid vahemikku 11-25 Bq/m³ (vt Tabel 14).

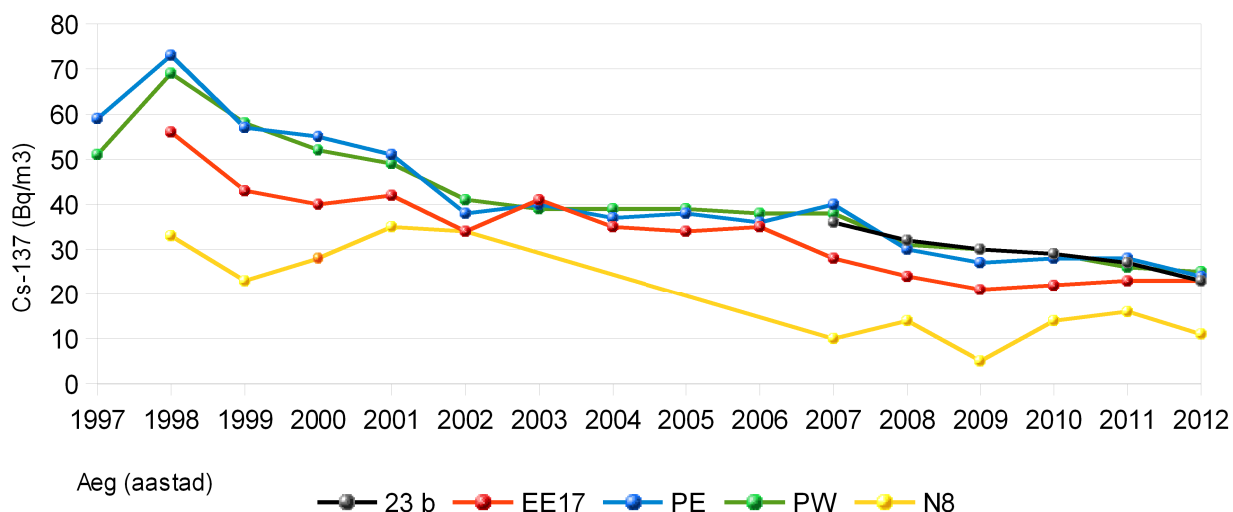
Tabel 14. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/m^3) Soome lahe pinnavees 2012. aastal.

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°17'27"	30.05.2012	88	10	5,7	23 ± 3	1970 ± 180
EE17	59°43'02"	25°00'52"	30.05.2012	110	10	5,3	23 ± 3	1940 ± 170
PE	59°22'47"	24°09'14"	30.05.2012	20	11,5	5,8	24 ± 3	2120 ± 190
PW	59°20'08"	24°02'03"	30.05.2012	18	11,5	5,9	25 ± 3	2100 ± 190
N8	59°28'30"	28°00'17"	29.05.2012	11	14	2,3	11 ± 2	1210 ± 110

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 mõõdukat ^{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 1997.-2012. 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 stües aasta jooksul 5 kg selliseid kalu, põhjustab see täiskasvanule inimesele ^{137}Cs poolt väiksema efektiivdoosi kui 0,0004 mSv ja ^{40}K poolt väiksema kui 0,005 mSv. Sarnaselt

mereveega on ka meretaimes ja -kalades ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon aastatega aeglaselt vähenenud.

Tabel 15. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) merekalades ja meretaimes 2012. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtukoht	Proovivõtu kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Merekalad				
Ahven	Sillamäe piirkond	10.12.2012	$6,8 \pm 0,3$	158 ± 17
Lest	Pakri laht	10.04.2012	$3,3 \pm 0,3$	104 ± 12
Räim	Kunda laht	27.09.2012	$3,9 \pm 0,2$	106 ± 11
Meritint	Kunda laht	27.09.2012	$4,1 \pm 0,2$	104 ± 11
Meretaimed				
Focus Vesiculosus	Pakri laht	04.10.2012	$12,5 \pm 1$	825 ± 88
Focus Vesiculosus	Kunda laht	02.10.2012	$11,3 \pm 1$	731 ± 79

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

2012. aastal lisandus kiirgusseire programmi mere põhjasetete proovide võtmine ja analüüsimine jaamadest EE17 ja 23B, mis 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. ^{137}Cs ja ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) meresetetes 2012. aastal.

Proovivõtu jaam	Koordinaadid NE	Proovivõtu kuupäev	Üldine sügavus (m)	Proovi kihi sügavus (cm)	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
EE17	59°43'2" 25°0'52"	28.08.2012	110	0-2	272 ± 27*	840 ± 150*
				2-4	165 ± 18*	880 ± 140*
				4-6	16 ± 5*	960 ± 120*
				6-8	3,5 ± 1,0*	900 ± 80*
				8-10	<3**	980 ± 80*
				10-12	<3**	900 ± 80*
				12-14	<3**	980 ± 80*
				14-16	<3**	980 ± 80*
				16-18	<3**	975 ± 80*
				18-20	<3**	935 ± 75*
23b	59°18'21" 23°17'24"	28.08.2012	87	0-2	213 ± 20*	920 ± 120*
				2-4	240 ± 21*	950 ± 115*
				4-6	260 ± 24*	855 ± 125*
				6-8	232 ± 20*	900 ± 102*
				8-10	202 ± 17*	810 ± 90*
				10-12	221 ± 19*	800 ± 90*
				12-14	149 ± 13*	860 ± 90*
				14-16	131 ± 12*	870 ± 90*
				16-18	63 ± 7*	970 ± 100*
				18-20	49 ± 7*	920 ± 110*

*Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

2.8 PINNASE SEIRE

2012. aastal lisandus seireprogrammi pinnases esinevate radionukliidide mõõtmine. Proovivõtupunktid asuvad pinnavee (Pärnu ja Narva jõe) proovivõtupunktide lähedal.

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).

^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioonid pinnaseproovides vähenesid sügavuse kasvuga ja jäid Narva jõe äärest võetud proovis vahemikku 1,6 - 51 Bq/kg ning Pärnu jõe äärest võetud proovis 3,2 - 6,3 Bq/kg. Proovide tulemuste erinevus tuleneb eelkõige sellest, et Tšernobõli avariid järgselt sadenes just Kirde-Eestis radioaktiivne ^{137}Cs maapinnale.

Tulemustest järeldub, et ^{137}Cs on akumulierenud peamiselt pinnase pealmisesse kihti. Loodusliku isotoobi ^{40}K aktiivsuskontsentratsioonid näitavad vaevumärgatavat kasvu sügavuse kasvades, ^{226}Ra ja ^{232}Th aktiivsuskontsentratsioonid on erinevatel sügavustel sarnased.

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 2012. 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)
Pinnas Narva jõe äärest, u 7 km kauguselt jõe suudmest ülesvoolu Narva ja Narva-Jõesuu vahelise maantee äärest	59°25'49" 28°7'41"	17.10.2012	0-5	51,0 ± 2,0	397 ± 43	36 ± 3	16 ± 3
			5-10	46,8 ± 1,8	424 ± 45	36 ± 3	20 ± 3
			10-15	3,3 ± 0,3	462 ± 48	31 ± 3	18 ± 2
			15-20	1,6 ± 0,3	430 ± 45	25 ± 3	15 ± 2
Pinnas Pärnu jõe äärest, Sindi maantesilla vahetust lähedusest	58°24'59" 24°40'12"	23.10.2012	0-5	6,3 ± 0,4	546 ± 57	16 ± 2	20 ± 2
			5-10	5,7 ± 0,6	550 ± 59	17 ± 2	20 ± 3
			10-15	4,5 ± 0,3	546 ± 57	16 ± 2	21 ± 3
			15-20	3,2 ± 0,2	540 ± 56	15 ± 2	21 ± 2

Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

LÕPPSÕNA

Keskkonna kiirgusseire programmi raames jälgiti 2012. 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.

2012. 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 tehislisest 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