

KESKKONNA IONISEERIVA KIIRGUSE SEIRE 2015. 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 metoodika, mis on kirjeldatud Euroopa Komisjoni soovitus 2000/473/Euratom 8. juunist 2000. Lisaks on kiirgusseire alusdokumentideks kiirgusseadus, keskkonnaseire seadus, EN direktiiv 2013/59/EURATOM, 87/600/EURATOM ja HELCOM soovitus nr 26/3.

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

SISUKORD

EESSÕNA.....	1
1. MÕISTED.....	3
2. KIIRGUSSEIRE 2015. AASTAL.....	4
2.1 ATMOSFÄÄRI SEIRE.....	5
2.1.1 Gammakiirguse doosikiiruse seire.....	7
2.1.2 Õhukandeliste osakeste seire.....	10
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.....	16
2.5.3 Ulukiliha seire.....	17
2.5.4 Eesti päritolu toiduainete seire.....	18
2.6 KIIRGUSTEGEVUSKOHTADE LÄHIALADE SEIRE.....	19
2.7 MEREKESKKONNA SEIRE.....	21
2.8 PINNASE SEIRE.....	24
LÕPPSÕNA.....	25

1. MÕISTED

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

Efektiiendoos 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 2015. AASTAL

2015. 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 sisaldab kiirgusseire programm ka merekeskkonna (merevesi-, -vetikad, -kalad, -setted) jälgimist. Inimtegevuse mõju hindamisel jälgiti Eesti ühe suurema kiirgustegevuskoha, AS A.L.A.R.A Paldiski ja Tammiku objektide ümbruses looduskeskkonna radioaktiivsuse taset. Kokku uuriti 2015. aastal kiirgusosakonna laboris riikliku kiirgusseire raames 273 proovi.

Kiirgusseire programmi täitmise käigus määrati proovides kunstlike radionukliidide ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I , ^3H , ^{90}Sr ja ^{60}Co 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. 2015. aastal kogutud proovide iseloomustavad andmed.

Proovi nimetus	Proovivõtu sagedus	Proovivõtu kohtade arv	Proovide arv aastas	Analüüsitud radionukliidid	Ühik
Gammakiirguse doosikiirus	pidevalt reaalajas	15 automaatset seirejaama	pidev	gammakiirguse doosikiirus	nSv/h
Õhukandelised osakesed	1 kord nädalas	3	149	^{137}Cs , ^{134}Cs , ^7Be , ^{131}I , ^{60}Co	Bq/m ³
Jõgede vesi	1 kord kvartalis	2	8	^{137}Cs	Bq/l
Joogivesi	2 korda aastas	3	6	^{137}Cs , ^{90}Sr , ^3H , ^{226}Ra , ^{228}Ra	Bq/l
Inimese päevane toiduratsioon	2 korda aastas	2	4	^{137}Cs , ^{40}K , ^{90}Sr	Bq/päevas
Toiduained	1 kord aastas	kaubandusvõrk	16	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Ulukiliha	1 kord aastas	kaubandusvõrk	2	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Piim	1 kord kvartalis	3	12	^{137}Cs , ^{40}K , ^{90}Sr	Bq/l
Metsaseened	1 kord aastas	4	4	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Metsamarjad	1 kord aastas	6	11	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
AS A.L.A.R.A kontrollpuurkaevude vesi	1 kord kvartalis	5	20	^3H	Bq/l
Merevesi	1 kord aastas	5	5	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/m ³
Meretaimed	1 kord aastas	2	2	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Merekalad	1 kord aastas	2	2	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Merasetted	1 kord aastas	2	20	^{137}Cs , ^{40}K	Bq/kg
Pinna	1 kord aastas	2	8	^{137}Cs , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th	Bq/kg

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

2.1 ATMOSFÄÄRI SEIRE

Atmosfääri seire põhieesmärgiks on teistest riikidest lähtuva radioaktiivse saastumise varane avastamine, mis võimaldab õigeaegselt vastu võtta otsuseid vastuabinõude kohta. Selleks jälgitakse automaatsete seirejaamadega reaalsajas atmosfääri gammakiirgus taset üle kogu Eesti. Lisaks mõõdetakse õhuga kanduvate osakeste radioaktiivsust kolmes filterjaamas. Seirevõrku on haaratud Eesti piirialad ning suuremate linnade ümbrus. Peale rahvusvahelise eelhoiatuse on see ainuke kiire moodus varakult avastada Eesti kohale kanduv radioaktiivne saaste. Enamus seirejaamu asuvad Keskkonnaagentuuri meteoroloogiaväljakutel. Mõõtmised toimuvad automaatsete seirejaamadega avatud maastikul u 1,5 meetri kõrgusel maapinnast (va Tallinna jaam, mis asub u 5 m kõrgusel maapinnast). Seirejaamade asukohad ja koordinaadid on esitatud tabelis (vt Tabel 2). Automaatsete seirejaamade asukohad on graafiliselt kujutatud ka pildil (vt Pilt 1).

Atmosfääri seires kasutatavad kõik seadmed on hiljuti kas välja vahetatud või teostatud nende edaspidiseks tõrgeteta tööks vajalikud uuendused. Eesti-Šveitsi koostööprogrammi projekti „Eesti kiirgusseire võrgu uuendamine“ raames vahetati 2014. aastal välja 1997. aastast töötavad gammakiirguse automaatsed seirejaamad (Soome päritolu AAM-95 ja Taani päritolu PMS tüüpi jaamad). Endise 10 seirejaama asemel alustas 2014. aasta aprillis tööd 15 uut spektrometrilist seirejaama (SARA, AGS711F, tootja Envinet GmbH). Täiendavad seirejaamad alustasid tööd Tõraveres, Kuusikul, Viljandis, Lääne-Nigulas ja Väike-Maarjas. Seoses osade meteoroloogiaväljakute asukohtade muutusega muutusid seirejaamade asukohad ka Valga, Pärnu ja Valga jaamas (jäädes siiski samasse piirkonda), Narva-Jõesuus olnud automaatseirejaam koliti Narva Lennujaama ning Kärkla asemel alustas seirejaam tööd Ristnas. Sama projekti raames vahetati 2014. aasta märtsi alguses välja Tallinn-Harku aeroloogiajaamas paiknev amortiseerunud õhuproovide filterseade. Uus soetatud filterseade (SnowWhite JL-900, tootja Senya Oy) ületab varemalt kasutusel olnud seadet nii võimsuse, täpsuse kui ka töökindluse poolest. 2015. aastal uuendati ka Narva-Jõesuus paiknev õhuproovide filterseade SnowWhite JL-900 ehk vahetati välja seadme mõõtesüsteem ning muud seadme tööks vajalikud seadmeosad. Eesti-Šveitsi koostööprogrammi projekti elluviimine viis Eesti maa-ala kiirgusseire- ja hoiatussüsteemi võimekuse Euroopa Liidu arenenumate liikmesriikide tasemele ning kindlustab elanikele õigeaegse ja asjakohase teabe kiirgusolukorra kohta riigis. Lisaks alustas Keskkonnaamet 2015. aastal SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse toetusel projekti „Kiirgusseire läbiviimiseks vajalike töövahendite ja –seadmete soetamine“ raames Tõraveres paikneva õhuproovide filterseadme Hunter JL-150 uuendamise, mille käigus vahetati välja seadme mõõtesüsteem ja muud seadme tööd vajalikud seadmeosad.

Tabel 2. Atmosfääri radioaktiivsuse seire vaatlusvõrk.

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

Pilt 1. Automaatsete seirejaamade asukohad.



2.1.1 Gammakiirguse doosikiiruse seire

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

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

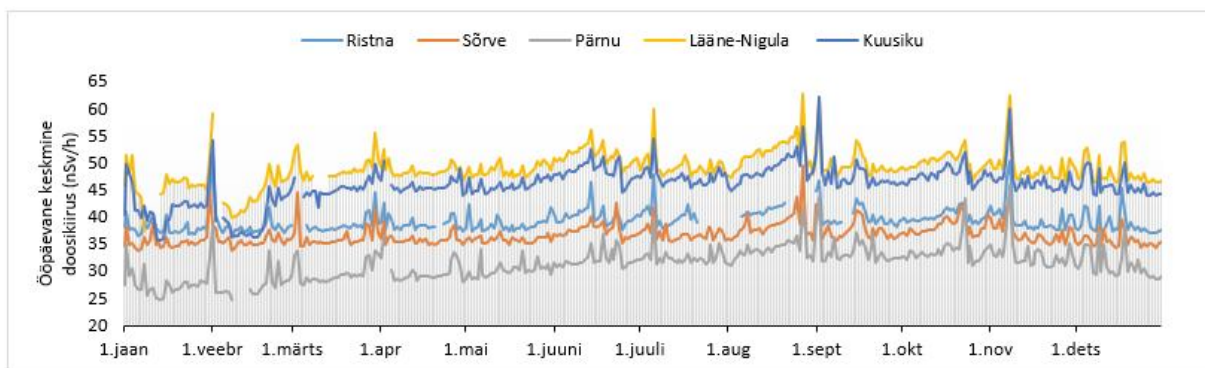
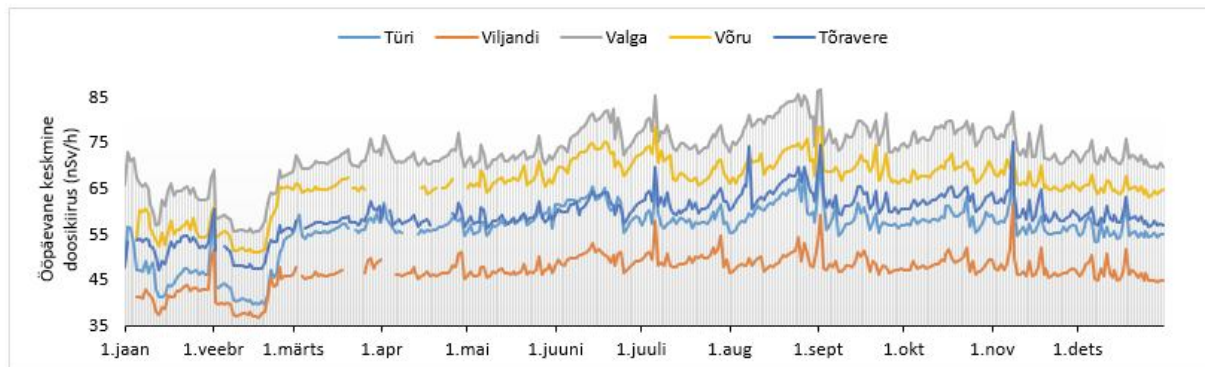
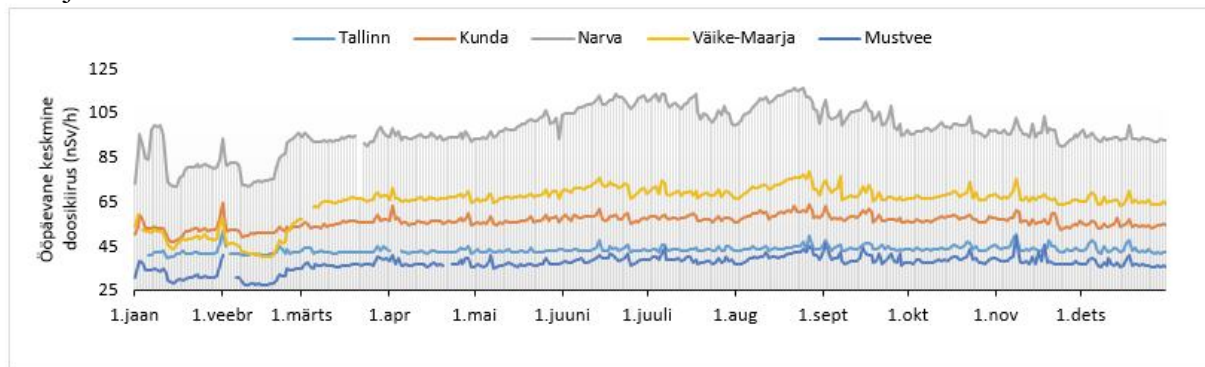
Kuude keskmised gammakiirguse doosikiiruse väärtused 2015. aastal jäid Eesti erinevates piirkondades automaatjaamade poolt mõõdetud andmete põhjal vahemikku 28–110 nSv/h. Aasta ja kuude keskmised tulemused on märgitud tabelis (vt Tabel 3).

Tabel 3. Summaarse gammakiirguse doosikiiruse (nSv/h) kuude keskmised väärtused seirejaamades 2015. aastal.

Kuu Seirejaam	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta keskmine
Kunda	52	55	55	56	56	58	58	60	58	57	56	55	56
Võru	55	65	65	65	67	72	70	71	70	69	67	65	67
Narva	83	93	93	95	99	109	108	110	103	98	96	94	98
Mustvee	32	37	37	37	37	39	39	41	40	39	39	37	38
Väike-Maarja	50	65	65	67	67	71	69	72	69	68	67	65	66
Tõravere	52	58	58	58	58	61	62	65	62	63	61	58	60
Ristna	38	38	38	39	39	40	40	41	40	40	40	39	39
Kuusiku	42	45	45	46	46	48	47	49	48	48	47	46	46
Valga	64	71	71	72	72	77	76	80	77	77	74	72	74
Viljandi	42	47	47	47	47	50	50	49	49	49	48	46	48
Lääne-Nigula	46	49	49	49	49	51	49	52	50	50	49	48	49
Pärnu	28	29	29	30	30	32	33	34	34	34	33	31	31
Türi	47	56	56	57	58	61	58	61	58	58	57	56	57
Sõrve	36	36	36	36	36	38	37	39	38	38	37	36	37
Tallinn	42	43	43	43	43	44	44	44	44	44	44	44	44

Aasta keskmine gammakiirguse doosikiirus üle kogu seirevõrgu on 54 nSv/h, mis on sarnane viimaste aastate keskmisele tulemusele. Selline kiirgusfoon põhjustab inimesele aastas keskmiselt 0,5 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi. Looduslikult võib esineda kordades kõrgemaid gammakiirguse doosikiiruse tasemeid kui seirejaamad 2015. 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 2015. aastal erinevates seirejaamades on ära toodud joonistel (vt Joonis 1).

Joonis 1. Summaarne gammakiirguse doosikiirus (nSv/h) mõõdetud automaatsetes seirejaamades 2015. aastal.



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

2.1.2 Õhukandeliste osakeste seire

Atmosfääriosakeste ja aerosoolide radioaktiivsuse seiret viiakse läbi Harku, Narva-Jõesuu ja Tõravere filterjaamas. Kõik filterjaamad koguvad õhuosakesi ja aerosoole klaasfiiberfiltrile. Filterjaamades hoitakse filtreid mõõteajaga üks nädal ja analüüsitakse seejärel gamma-spektromeetriliselt Keskkonnaameti kiirgusosakonna laboris. Eesmärgiks on täpselt identifitseerida radionukliidid ja määrata nende sisaldus õhus. Võrreldes automaatsete seirejaamade 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) mõõta ainult loodusliku kosmogeense isotoobi ^7Be (mida esineb atmosfääris alati) ja kunstliku isotoobi ^{137}Cs nukliidide aktiivsuskontsentratsiooni. Radioaktiivset saastumist väljendavate teiste võimalike indikaatorisotoopide ja looduslike terrestriliste radioisotoopide nukliidide sisaldus oli väiksem meetodi tundlikkuse lävest, välja arvatud märtsis, kui tuvastati Harkus ja Tõraveres ühel mõõtmisel ^{131}I esinemine õhus ning mais, kui tuvastati Narva-Jõesuus ühel mõõtmisel ^{134}Cs ja ^{60}Co esinemine õhus.

Harkus on alates 2014. aastast kasutusel suure võimsusega õhuproovide filterseade Snow White JL-900 (Senya OÜ, Soome). Varasemalt, aastatel 1995-2014, töötas Harkus TA Konstrueerimisbüroo poolt valmistatud filterseade. Narva-Jõesuusse paigaldati suure võimsusega õhuproovide filterseade Snow White JL-900 1996. aasta lõpus eesmärgiga avastada võimalikult vara õhu saastumine juhul, kui peaks toimuma avarii Leningradi tuumaelektrijaamas Sosnovõi Boris, mis asub umbes 70 km kaugusel Eesti piirist.

2015. aasta lõpus läbis filterseade põhjaliku uuenduse, mille käigus vahetati välja kõik olulised seadme tööks vajalikud komponendid.

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

^7Be aktiivsuskontsentratsioon ulatus Harku filterjaama ümbruse õhus 2015. aastal kuni $4,6 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ning ^{137}Cs tase kuni $1,19 \cdot 10^{-6}$. Aasta keskmised tulemused olid vastavalt $2,31 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja $7,76 \cdot 10^{-7} \text{ Bq/m}^3$. Märtsis, aasta 12. nädalal tuvastati ^{131}I esinemine õhus aktiivsuskontsentratsiooniga $3,22 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$.

Narva-Jõesuu filterjaama ümbruse õhus ulatus ^7Be aktiivsuskontsentratsioon kuni $4,4 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ning ^{137}Cs tase kuni $3,10 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$. Aasta keskmised tulemused olid vastavalt $2,18 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja $1,14 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$. Mais, aasta 21. nädalal tuvastati ^{134}Cs ja ^{60}Co esinemine õhus aktiivsuskontsentratsioonidega vastavalt $8,89 \cdot 10^{-7} \text{ Bq/m}^3$ ja $2,56 \cdot 10^{-7} \text{ Bq/m}^3$.

Tõravere filterjaama ümbruse õhus ulatus ^7Be aktiivsuskontsentratsioon kuni $5,8 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja ning ^{137}Cs tase kuni $2,37 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$. Aasta keskmised tulemused olid vastavalt $2,90 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ ja $1,45 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$. Märtsis, aasta 11. nädalal tuvastati ^{131}I esinemine õhus aktiivsuskontsentratsiooniga $5,98 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$.

Aasta keskmise kontsentratsiooni arvutamisel ^{137}Cs puhul on arvesse võetud vaid neid nädalaid, kui realselt nimetatud radionukliidi olemasolu mõõtmisel detekteeriti. Allpool toodud joonistel on näha, et ^{137}Cs tase õhus jääb tihti allapoole mõõtemetodi määramistundlikkuse taset. Tõraveres asuva filterseadme pumpamisvõimsus on mitu korda

väiksem kui Narva-Jõesuus ja Harkus ning seetõttu detekteeritakse seal ^{137}Cs esinemine kõige harvemini. Mõõdetud ^7Be ja ^{137}Cs tulemused on lähedased eelmiste aastate keskväärtustele neist seirejaamadest.

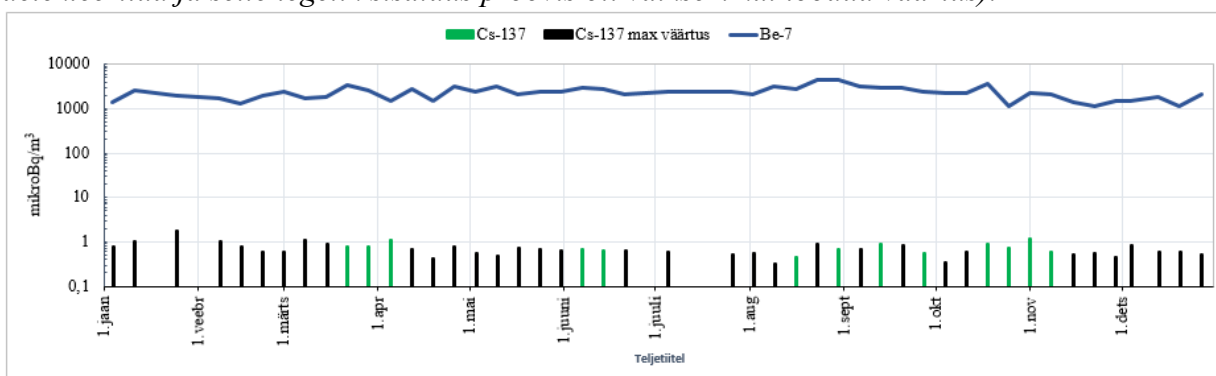
Õhuproovides sisalduv ^{137}Cs pärineb peamiselt kuuekümnendatel läbiviidud tuumakatsetustest põhjustatud atmosfääri globaalsest saastumisest ja maapinnale sadenenud Tšernobõli päritoluga radioaktiivsest saastest, mida näiteks ilmastikutingimuste, aga ka metsa- ja rabapõlengute tõttu uuesti atmosfääri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

^{137}Cs ja ^7Be aktiivsuskontsentratsioonide kõikumised 2015. aasta jooksul on toodud joonistel (vt Joonis 2a, 2b ja 2c). Graafikutel toodud “maksimaalsed väärtused” (max väärtus) väljendavad olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui toodud väärtus. Joonisel 3 on ära toodud ^{137}Cs ja ^7Be aktiivsuskontsentratsioonid Narva-Jõesuus viimase viie aasta jooksul (2011-2015).

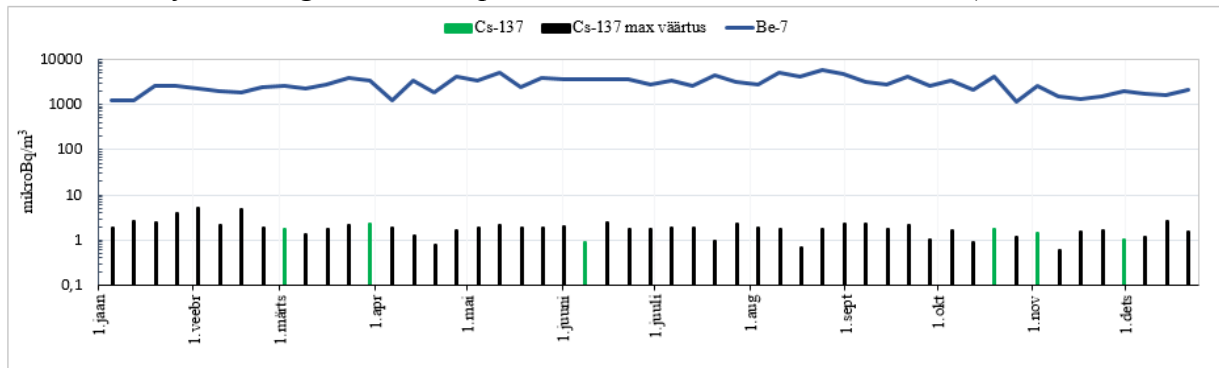
Joonis 2a. ^{137}Cs ja ^7Be aktiivsuskontsentratsioon ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) õhus, mõõdetud Narva-Jõesuu filterjaamas 2015. aastal (max väärtus väljendab olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui toodud väärtus).



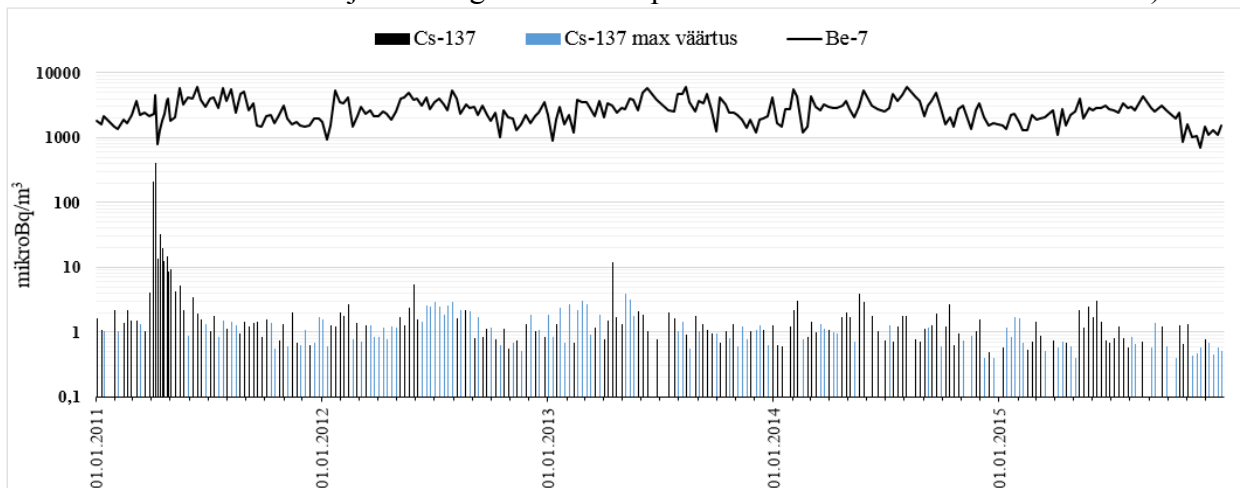
Joonis 2b. ^{137}Cs ja ^7Be aktiivsuskontsentratsioon ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) õhus, mõõdetud Harku filterjaamas 2015. aastal (max väärtus väljendab olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui toodud väärtus).



Joonis 2c ^{137}Cs ja ^7Be aktiivsuskontsentratsioon ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) õhus, mõõdetud Tõravere filterjaamas 2015. aastal (*max väärtus väljendab olukorda, kui radionukliidide olemasolu ei detekteeritud ja selle tegelik sisaldus proovis oli väiksem kui toodud väärtus*).



Joonis 3. ^{137}Cs ja ^7Be aktiivsuskontsentratsioon ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) õhus, mõõdetud Narva-Jõesuu filterjaamas 2011.-2015. 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 globaalselt atmosfäärisaastumisest pärinevad radioisotoobid.

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

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

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

Tabel 4. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l) Narva ja Pärnu jõe vees 2015. aastal.

Proovi nimetus	Koordinaadid		Proovivõtu kuupäev	Analüüsitud proovi kogus (l)	^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l)
	N	E			
Pärnu jõe vesi	58°25' 01"	24°40' 14"	24.03.2015	37,4	< 0,003
			13.06.2015	34,2	< 0,0022
			16.09.2015	34,2	< 0,0024
			19.11.2015	34,2	< 0,0026
Narva jõe vesi	59°25' 50"	28°07' 41"	14.04.2015	34,2	< 0,002
			15.06.2015	34,2	< 0,002
			31.08.2015	34,2	< 0,002
			26.11.2015	32,4	< 0,002

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 30 l ja 10 l) võeti lõpptarbija juurest kraanist (PERH Mustamäe korpuse, Sillamäe Haigla ja Nõmme Tervisekeskuse 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 joogiveses 2015. 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	05.03.2015 Sütiste tee 19, Tallinn	30	< 0,003	8	< 0,002	<3
	15.10.2015 Sütiste tee 19, Tallinn	32,4	< 0,002	8	< 0,002	<3

Tulemused esitatud 95% tõenäosusega.

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

Eeldades, et inimene tarbib 730 liitrit joogivett aastas, põhjustab AS Sillamäe Veevärk poolt väljastatava joogivee aastane tarbimine 0.12 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi ning Nõmme piirkonnas AS Tallinna Vesi poolt väljastatud joogivesi 0,15 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi, mis ületavad vähesel määral joogivee efektiivdoosile kehtestatud indikaatornäitajat (0,1 mSv). Looduslikku päritolu raadiumi isotoobid esinevad kõrgemates kontsentratsioonides peamiselt Kambrium-Vendi veekompleksi põhjavees.

Tabel 6. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l) põhjaveest toodetud joogiveses 2015. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev, koht	²²⁸ Ra (Bq/l)	²²⁶ Ra (Bq/l)	³ H (Bq/l)
AS Sillamäe Veevärk poolt väljastatav joogivesi (põhjaveest toodetud joogivesi)	15.06.2015 Kajaka 9, Sillamäe (Sillamäe Haigla SA veekraanist)	0,167 ± 0,030*	0,171 ± 0,030*	< 3**
AS Sillamäe Veevärk poolt väljastatav joogivesi (põhjaveest toodetud joogivesi)	26.11.2015 Kajaka 9, Sillamäe (Sillamäe Haigla SA veekraanist)	0,157 ± 0,024*	0,168 ± 0,025*	< 3**
AS Tallinna Vesi poolt väljastatav joogivesi (põhjaveest toodetud joogivesi)	13.06.2014 Jaama 11, Tallinn (Nõmme Tervisekeskus)	0,218 ± 0,034*	0,218 ± 0,033*	< 3**
AS Tallinna Vesi poolt väljastatav joogivesi (põhjaveest toodetud joogivesi)	19.11.2015 Jaama 11, Tallinn (Nõmme Tervisekeskus)	0,214 ± 0,023*	0,215 ± 0,031*	< 3**

* Määramatus väljendab kahekordset statistilist hälvet.

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

2.4 PIIMA SEIRE

Piimaproovid koguti kuude keskmiste proovidena, mis iseloomustavad Ida-Virumaal, Põlvamaal ja Tartumaal 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 2015. aastal.

		Ida-Virumaa	Põlvamaa	Tartumaa
I kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,14**	< 0,14**	< 0,14**
	⁹⁰ Sr	< 0,020**	< 0,020**	< 0,020**
	⁴⁰ K	33,1 ± 4,2*	48,5 ± 4,0*	46,3 ± 4,0*
II kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,14**	< 0,14**	< 0,14**
	⁹⁰ Sr	0,029 ± 0,010***	< 0,020**	< 0,020**
	⁴⁰ K	44,3 ± 3,3*	49,5 ± 4,0*	50,6 ± 4,0*
III kvartal	¹³⁷ Cs	0,24 ± 0,07*	< 0,14**	< 0,27**
	⁹⁰ Sr	< 0,021**	< 0,020**	0,027 ± 0,010***
	⁴⁰ K	62,9 ± 2,3*	50,6 ± 4,0*	43,0 ± 5,0*
IV kvartal	¹³⁷ Cs	< 0,14**	< 0,14**	< 0,14**
	⁹⁰ Sr	< 0,030**	< 0,030**	0,020**
	⁴⁰ K	63,4 ± 4,8*	48,2 ± 1,9*	51,8 ± 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 tehnilike radionukliidide ¹³⁷Cs ja ⁹⁰Sr aktiivsuskontsentratsioon väga madal ning need põhjustavad inimestele ainult tühise efektiivdoosi. Näiteks saab väikelaps (1-2 aastane), kes tarvitab aastas 180 liitri lehmapiima, nimetatud isotoopide sissevõttust oodatava efektiivdoosi kuni 0,0009 mSv ning täiskasvanu sama koguse tarbimisel 0,0007 mSv. ¹³⁷Cs ja ⁹⁰Sr sisalduse jälgimine piimas on siiski väga oluline baasandmete saamiseks, mida kasutada näiteks kiirgushädaolukordades, sest need isotoobid migreeruvad kiiresti keskkonnast toiduainetesse.

Loodusliku päritoluga ⁴⁰K annab 180 liitri aastase piima tarbimise juures väikelapsele (1-2 a) kuni 0,5 mSv suuruse aastase oodatava efektiivdoosi ja täiskasvanule sama koguse tarbimise juures 0,07 mSv suuruse efektiivdoosi.

2.5 TOIDU SEIRE

2.5.1 Inimese päevase toiduratsiooni seire

Inimese päevase toiduratsiooni proovina käsitleti toidukogust, mille haiglas, statsionaaris olev haige saab päeva jooksul, kaasa arvatud 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 0,1 Bq ja kuni 0,035 Bq ning ^{40}K kuni 97 Bq (vt Tabel 8).

Tabel 8. Radionukliidide aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/päevas) inimese poolt päevas sissesöödavas toiduratsioonis 2015. 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	04.03.2015	< 0,07**	$0,035 \pm 0,010^{***}$	$97 \pm 7^*$
	15.10.2015	< 0,08**	$0,026 \pm 0,010^{***}$	$94 \pm 7^*$
Inimese ühe päeva kogu toit Tartu Ülikooli Kliinikumis	10.03.2015	< 0,1**	< 0,020**	$71 \pm 3^*$
	20.10.2015	< 0,1**	$0,026 \pm 0,010^{***}$	$86,5 \pm 3,2^*$

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

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

***Määramatus väljendab kahekordset statistilist hälvet.

Aasta jooksul sellise isotoopse koostisega toidu söömisel saab täiskasvanud inimene tehilike radionukliidide arvelt kuni 0,0008 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi ja ^{40}K arvelt kuni 0,22 mSv suuruse efektiivdoosi.

Uuritud proov esindab Eesti elanike keskmist toidu tarbimist ja arvatud 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 0,004 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 2015. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovivõtu kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Metsaseened				
Segaseened	Narva-Jõesuu	29.07.2015	65,4 ± 5,0	58 ± 9
Segaseened	Kurtna	29.07.2015	36,8 ± 2,8	93 ± 8
Metsamarjad				
Mustikad	Narva-Jõesuu	29.07.2015	1,7 ± 0,3	24 ± 2
Mustikad	Illuka	29.07.2015	10,2 ± 0,8	26 ± 3
Metsmaasikad	Narva-Jõesuu	29.07.2015	10,7 ± 1,4	85 ± 12
Metsmaasikad	Kurtna	29.07.2015	6,3 ± 0,6	79 ± 7
Pohlad	Narva-Jõesuu	31.08.2015	3,3 ± 0,3	34 ± 3
Pohlad	Iisaku	31.08.2015	14,6 ± 1,2	31 ± 3
Pohlad	Kurtna	31.08.2015	8,1 ± 0,7	24 ± 7

Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

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

2.5.3 Ulukiliha seire

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

Tabel 10. ^{137}Cs ja ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l) ulukilihas 2015. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovi ostmise kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg) märgkaalu kohta	^{40}K (Bq/kg) märgkaalu kohta
Põdraliha	kaubandusvõrk	15.12.2015	13,4 ± 1,1	102 ± 9
Metssealiha	kaubandusvõrk	15.12.2015	78,6 ± 6	109 ± 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 2015. aastal.

Proovi nimetus	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Kanaliha (Talleegg)	< 0,12**	127 ± 10*
Lambaliha (Viimsi LT OÜ)	< 0,88 ± 0,10*	84 ± 8*
Sealiha (AS Rakvere Lihakombinaat)	< 0,13**	126 ± 10*
Veiseliha (Atria EestiAS)	< 0,13**	118 ± 10*
Juurvili (peet)	< 0,18**	124 ± 10*
Juurvili (kaalikas)	< 0,10**	81 ± 6*
Aedvili (mugulsibul, Säga Aaviku talu)	< 0,15**	50 ± 5*
Aedvili (lillkapsas)	< 0,20**	77 ± 6*
Aedvili (kartul Maret, Orava talu)	< 0,15**	141 ± 11*
Aedvili (porgand)	< 0,11**	69 ± 6*
Aedvili (kartul Laura)	< 0,12**	86 ± 7*
Teravili (Eesti Mahe täistera kaerahelbed, Zema Õkotalu OÜ)	< 0,16**	103 ± 8*
Teravili (Kalew Eesti nisujahu, Tartu Miil)	< 0,11**	44 ± 4*
Teravili (Kalew Eestimaine manna, Tartu Miil)	< 0,10**	34 ± 3*
Kala (ahven, M.V. Wool)	5,7 ± 0,5*	106 ± 8*
Kala (haug, M.V. Wool)	3,4 ± 0,3*	98 ± 8*

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

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

Uuritud toiduainete tarbimisest saadav oodatav efektiivdoos on väike. Näiteks 10 kg ahvena söömine põhjustab täiskasvanud inimesel ^{137}Cs poolt efektiivdoosi 0,0007 mSv. Kõikide teiste tabelis toodud toiduainete samas koguses tarbimine põhjustab ^{137}Cs poolt oluliselt väiksema efektiivdoosi. ^{40}K poolt põhjustatav efektiivdoos jääb sama koguse tarbimise juures kõigis tabelis toodud toiduainete puhul väiksemaks kui 0,009 mSv.

2.6 KIIRGUSTEGEVUSKOHTADE LÄHIALADE SEIRE

Proovid võeti Eesti ühe suurima kiirgustegevuskoha – AS A.L.A.R.A lähialade looduskeskkonnast. Nimetatud asutuse põhitegevuseks on Eestis tekkivate radioaktiivsete jäätmete käitlemine ja ladustamine. Analüüsi 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 neljast Paldiski objekti ja ühest Tammiku objekti kontrollpuurauugust. Enamus proovides oli ^3H kontsentratsioon väga madal, jäädes alla mõõtemetodi määramistundlikkuse taset (vt Tabel 12).

Tabel 12. ^3H aktiivsuskontsentratsioon (Bq/l) AS A.L.A.R.A objektide kontrollpuuraukude vees 2015. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev	^3H (Bq/l)
Puurauk PA1 (Paldiski objekt)	10.03.2015	< 3*
	17.06.2015	< 3*
	15.09.2015	< 3*
	16.12.2015	< 3*
Puurauk PA6 (Paldiski objekt)	10.03.2015	< 3*
	17.06.2015	< 3*
	15.09.2015	< 3*
	16.12.2015	< 3*
Puurauk PA9 (Paldiski objekt)	10.03.2015	< 3*
	17.06.2015	< 3*
	15.09.2015	< 3*
	16.12.2015	< 3*
Puurauk TA5 (Tammiku objekt)	10.03.2015	< 3*
	17.06.2015	< 3*
	15.09.2015	< 3*
	16.12.2015	< 3*
Suubla vesi (Paldiski objekt)	10.03.2015	< 3*
	17.06.2015	< 3*
	15.09.2015	< 3*
	16.12.2015	< 3*

*Tulemused esitatud 95% tõenäosusega.

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

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

Tabel 13. ^{137}Cs ja ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) AS A.L.A.R.A objektide lähikärbuse looduskeskkonnas kasvavates seentes ja marjades 2015. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Proovivõtu kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Metsaseened				
Lambatatikud	Paldiski	15.09.2015	$0,76 \pm 0,15^*$	$71 \pm 6^*$
Lambatatikud	Tammiku	15.09.2015	$28,0 \pm 1,4^*$	$41 \pm 7^*$
Metsamarjad				
Põldmarjad	Paldiski	15.09.2015	$< 0,18^{**}$	$74 \pm 6^*$
Pohlad	Tammiku	15.09.2015	$5,2 \pm 0,5^*$	$24 \pm 3^*$
Metsamaasikad	Tammiku	24.07.2015	$1,0 \pm 0,2^*$	$60 \pm 5^*$
Mustikad	Tammiku	24.07.2015	$7,0 \pm 0,6^*$	$21 \pm 2^*$

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

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

Näitena võib tuua, et sellised seened põhjustavad täiskasvanule 5 kg tarbimise juures ^{137}Cs poolt kuni 0,002 mSv suuruse ja ^{40}K poolt kuni 0,004 mSv suuruse oodatava efektiivdoosi.

2.7 MEREKESKKONNA SEIRE

2015. aasta merekeskkonna seire raames koguti TTÜ Meresüsteemide Instituudi poolt Läänemerest vee proove viiest HELCOM mereseire programmi raames Eestile määratud stantsionaarsest jaamast. Soome lahe pinnavee proovides määrati gamma-spektromeetrilisel meetodil ^{137}Cs ja ^{40}K sisaldus. ^{137}Cs tulemused jäid vahemikku 13-23 Bq/m³ (vt Tabel 14).

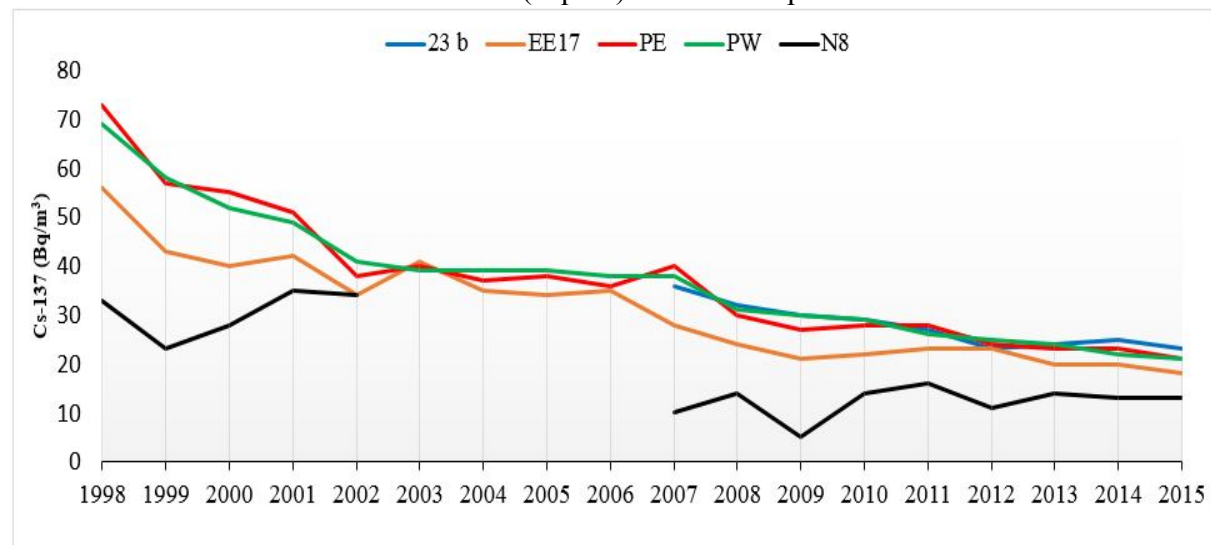
Tabel 14. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/m³) Soome lahe pinnavees 2015. aastal.

Proovi- võtu jaam	Koordinaadid NE	Proovivõtu kuupäev	Üldine sügavus (m)	Tempera- tuur °C	Soolsus ‰	^{137}Cs (Bq/m ³)	^{40}K (Bq/m ³)
23 b	N 59°18'247" E 23°17'24"	24.08.2015	84	17,6	6,034	23 ± 3	2300 ± 180
EE17	N 59°42'99" E 25°00'90"	27.08.2015	108	18,5	5,342	18 ± 2	1990 ± 160
PE	N 59°22'88" E 24°09'37"	27.08.2015	19,6	17,4	5,769	21 ± 2	2150 ± 180
PW	N 59°20'12" E 24°01'975"	27.08.2015	18	17,1	5,886	21 ± 2	2190 ± 170
N8	N 59°28'46" E 28°00'48"	28.08.2015	10	18,4	4,219	13 ± 2	1460 ± 100

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, põhjasettesse sidumine ja veevahetus. Samuti on vähenenud radioaktiivsete ainete sissevool.

Joonis 3. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/m³) Soome lahe pinnavees 1998.-2015. aastal.



Lisaks analüüsiti merekeskkonnas elavate kalade ja vetikate radioaktiivsust. ^{137}Cs sisaldus kalades ja meretaimes (põisadrus) on toodud tabelis (vt Tabel 15). Näitena võib tuua, et süües aasta jooksul 5 kg selliseid kalu, põhjustab see täiskasvanule inimesele ^{137}Cs poolt väiksema efektiivdoosi kui 0,0002 mSv ja ^{40}K poolt väiksema kui 0,003 mSv. Sarnaselt mereveega on ka meretaimes ja -kalades ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon aastatega aeglaselt vähenenud.

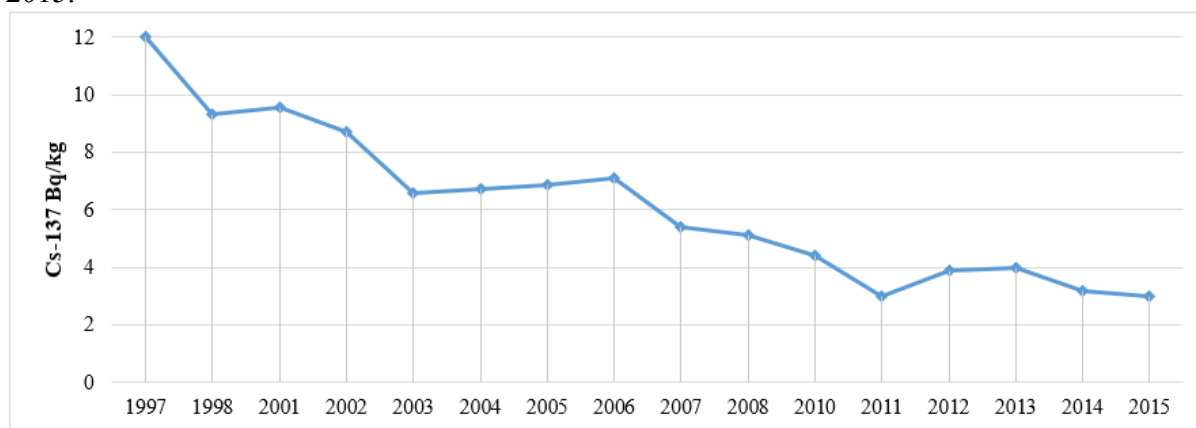
Joonis 4. ilmestab Läänemerest püütud räimes (*Clupea harengus membras*) sisalduvat ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsiooni vähenemist ajas.

Tabel 15. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) merekalades ja meretaimes 2015. aastal.

Proovi nimetus	Proovivõtu koht	Koordinaadid NE	Proovivõtu kuupäev	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
Merekalad					
Räim	Aseri	N 59°28'57" E 26°50'58"	05.11.2015	3,0 ± 0,3	110 ± 8
Lest	Pakri laht	N 59°20'24" E 24°02'49"	23.09.2015	2,8 ± 0,2	105 ± 8
Meretaimed					
<i>Focus Vesiculosus</i>	Kunda laht	N 59°32'51" E 26°39'04"	30.08.2015	10,0 ± 1,0	570 ± 50
<i>Focus Vesiculosus</i>	Pakri laht	N 59°21'59" E 24°02'04"	09.09.2015	8,0 ± 1,0	570 ± 50

Tulemused esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

Joonis 4. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) Soome lahest püütud räimes aastatel 1997 – 2015.



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

Tabel 16. ^{137}Cs ja ^{40}K aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) meresetetes 2015. aastal.

Proovi- võtu- jaam	Koordi- naadid NE	Proovivõtu kuupäev	Üldine sügavus (m)	Proovi kihi sügavus (cm)	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
EE17	N 59°42'59.4" E 25°00'54.0"	27.08.2015	108	0-2	247 ± 12*	1200 ± 135*
				2-4	251 ± 10*	1220 ± 100*
				4-6	153 ± 11*	1150 ± 130*
				6-8	21 ± 5*	1180 ± 110*
				8-10	8 ± 3*	1260 ± 90*
				10-12	4,4 ± 2,3*	1180 ± 90*
				12-14	4,2 ± 1,8*	1250 ± 80*
				14-16	<4**	1250 ± 80*
				16-18	<4**	1230 ± 80*
				18-20	<4**	1180 ± 70*
23b	N 59°10'56.9" E 23°10'20.6"	24.08.2015	84	0-2	190 ± 17*	920 ± 120*
				2-4	209 ± 17*	1010 ± 90*
				4-6	211 ± 20*	1060 ± 130*
				6-8	206 ± 18*	970 ± 120*
				8-10	234 ± 20*	980 ± 100*
				10-12	241 ± 22*	850 ± 110*
				12-14	232 ± 19*	970 ± 100*
				14-16	255 ± 22*	980 ± 120*
				16-18	228 ± 20*	880 ± 105*
				18-20	243 ± 19*	935 ± 90*

*Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

**Tulemus esitatud 95% tõenäosusega.

2.8 PINNASE SEIRE

Pinnase seire proovivõtupunktid asusid 2015. aastal Lääne-Saare ning Lääne-Nigula vallas.

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

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

Tabel 17. ^{137}Cs , ^{40}K , ^{226}Ra ja ^{232}Th aktiivsuskontsentratsioon (Bq/kg) pinnase erinevatel sügavustel 2015. 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)
Arandi (Lääne-Saare vald)	N 58° 18'16" E 22° 15' 23"	03.11.2015	0-5	10,4 ± 1,0	474 ± 30	13 ± 2	13 ± 2
			5-10	9,0 ± 1,0	480 ± 30	13 ± 2	13 ± 2
			10-15	3,6 ± 0,4	491 ± 32	12 ± 2	12 ± 2
			15-20	1,2 ± 0,3	521 ± 34	12 ± 2	12 ± 2
Taebla alevik (Lääne-Nigula vald)	N 58° 57' 04" E 23° 48' 54"	04.11.2015	0-5	11 ± 1	666 ± 45	23 ± 2	32 ± 3
			5-10	8,7 ± 0,7	636 ± 40	22 ± 2	31 ± 3
			10-15	5,5 ± 0,5	616 ± 40	22 ± 2	31 ± 3
			15-20	4,0 ± 0,4	663 ± 45	22 ± 2	31 ± 3

Tulemus esitatud laiendmääramatusega (kattetegur k=2).

LÖPPSÕNA

Keskkonna kiirgusseire programmi raames jälgiti 2015. 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 ¹³⁷Cs sisalduses õhukandelistes osakestes.

2015. aastal analüüsitud proovide radionukliidide sisaldust võib pidada väikeseks. Eestis ei ole töötavaid tuumarajatisi, seega puudub ka radioaktiivsete 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. Radooniuringute aruannetega on võimalik tutvuda Keskkonnaameti Interneti koduleheküljel.

Aruande koostajad:

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