

KESKKONNA IONISEERIVA KIIRGUSE SEIRE

2003. AASTA TULEMUSED

EESSÕNA

Ioniseeriva kiirguse seire (edaspidi kiirgusseire) käigus kogutakse informatsiooni kõigi keskkonnasfääride radioaktiivsuse tasemete kohta, kuid kiirgusseire esmaseks ülesandeks on avastada ja jälgida inimtegevuse poolt esile kutsutud radioaktiivsuse tõusu, pannes pearõhu tehnilike radioisotoopide leviku uurimisele. Vastavalt viimasele on kiirgusseire oluliseks väljundiks hoiatava informatsiooni andmine keskkonna radioaktiivse saastumise kohta võimalike suuremastaabiliste kiirgusavariide korral naaberriikides. Keskkonna kiirgusseire tulemused on oluliseks taustinformatsiooniks kiiritustasemeid reguleerivate normatiivide väljatöötamisel ning kasutatavad ka keskkonnateaduslike uuringutes.

Kiirgusseire teostamisel arvestatakse, et radioaktiivseid isotoope sisaldavad ained liiguvad looduskeskkonna eri sfäärides küllalt erinevalt. Näiteks tuumaavariides satub radioaktiivne saaste eelkõige atmosfääri, kus ta viibib küll lühiajaliselt, kuid võib siiski kanduda üle laialdase maa-ala. Hüdroosfääri satub radioaktiivne saaste eelkõige atmosfääri kaudu, kuigi tuumaobjektide vahetus läheduses olevad veekogud võivad saastuda ka otseselt. Radioaktiivsete ainete viibimisaeg hüdroosfääris on oluliselt pikem. Maapind, veekogude põhjasetted ja osa elusloodusest toimivad radioaktiivsete ainete deponeerijatena, kuigi ka seal toimub aeglane migratsioon. Inimesele otseselt mõjuva ioniseeriva kiirguse ohtlikkuse seisukohalt on nimetatud sfäärid samuti erinevad. Kõige kriitilisem (kuigi kõige lühiajalisema mõjuga) on selles aspektis atmosfäär, kuna õhu sissehingamisel satuvad radioaktiivsed saasteained otseselt organismi. Ohtlik on ka inimese toiduahelaga seotud biosfääri ja hüdroosfääri osade saastumine. Radioaktiivsete ainete erinev mobiilsus keskkonnasfäärides ja ohtlikkuse määr on seega olulisteks teguriteks strateegia väljatöötamisel ning meetodite valikul keskkonna kiirgusseire teostamiseks.

Euroopa Liidu maades on keskkonna kiirgusseires rakendatud ühtne meetodika, mis on kirjeldatud Euroopa Komisjoni soovitusel 8. juunist 2000. Vastavalt nendele jälgitakse peamiselt kunstlike radioisotoopide ^{137}Cs ja ^{90}Sr sisaldust atmosfääris, pinna- ja joogivees, toiduainetest piimas ning üldise taustinfo saamiseks inimtoidu keskmises päevaratsioonis. Arvestades Eesti peatset liitumist EL-iga järgitakse ka Kiirguskeskuse poolt teostatavas keskkonna kiirgusseire programmis nimetatud soovitusi. Kuna Eesti osaleb Läänemere Keskkonnakaitsekomisjoni (HELCOM) mereseire programmis, siis on kiirgusseiresse lülitatud ka merekeskkonna jälgimine.

Kiirguskeskuse partneriks oli atmosfääriseire võrgu tehnilisel teenindamisel Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut, piimaproovide võtmisel Veterinaar- ja Toiduamet ning merekeskkonna proovide võtmisel FIE Mart Saarso. Kõik radiomeetrilised analüüsid on teostatud Kiirguskeskuse laboratooriumis.

KOKKUVÕTE

Keskkonna kiirgusseire programmi raames jälgiti summaarse gammakiirguse doosikiirust, õhukandeliste osakeste ja aerosoolide radioaktiivsust ning kunstlike radioaktiivsete isotoopide sisaldust pinna- ja joogivees, piimas, päevas toiduratsioonis ja merekeskkonna proovides Soome lahe piires.

Gammakiirguse doosikiirust jälgiti võimaliku radioaktiivse saastumise kiireks avastamiseks ööpäevaringselt automaatjaamade abil 10 vaatlusjaamas. Automaatjaamade võrgu poolt saadud tulemused on kättesaadavad Kiirguskeskuse interneti koduleheküljel (www.envir.ee/kiirgus/). Gammakiirguse doosikiiruse aasta keskmine üle vaatlusvõrgu oli 83 nSv/h, mis on lähedane viimaste aastate keskmisele. Gammakiirguse kõrgendatud väärtused üksikutel päevadel on põhjustatud sademete poolt atmosfäärist välja pestud looduslikest radioisotoopidest. Gammakiirgus pärineb valdavalt looduslikest radioisotoopidest. Kunstlike radioisotoopide tekitatud doosikomponent jäi arvutusvigade piirimaile ja moodustas vähem kui 10% summaarsest doosikiirusest. Varase hoiatamise süsteemis ette antud alarmi taset (300 nSv/h) ületavaid väärtusi ei fikseeritud üheski jaamas.

Õhukandeliste osakeste radioaktiivsust mõõdeti Narva-Jõesuus, Harkus ning Tõraveres. Üldistatult võib Narva-Jõesuu ja Harku filtrite analüüsi lõplike väärtuste põhjal järeldada, et nende piirkondade õhus oli ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon 2003. aasta keskmisena vastavalt $4,6 \cdot 10^{-6}$ ja $1,8 \cdot 10^{-6}$ Bq/m³. Sellise õhu sissehingamisel on ^{137}Cs poolt saadav oodatav kiirgusdoos marginaalse suurusega, jäädes alla taset 1 nSv aastas.

Atmosfääri kiirgusseire tulemused kinnitavad, et Eestit ümbritsevates tuumaelektrijaamades pole toimunud olulist radioisotoopide pihkumist. Väga väikene ^{137}Cs sisaldus õhus on tingitud peamiselt atmosfääri globaalsest saastumisest, kuid Kirde-Eestis kevad-suvisel ajal teatud määral ka Tsernobõli katastroofist pärinevast maapinnale sadestunud radioaktiivsest saastest.

Pinnavete seireks valiti Narva ja Pärnu jõgi kui suurima vooluhulgaga Balti merre suubuvad jõed. ^{137}Cs sisaldus jõgede vees oli olenevalt proovist 4-6 Bq/m³, mis on väiksem kasutatud meetodi määramistundlikkuse tasemest ning on üldiselt suurusjärg madalam Soome lahe pinnavee keskmisest.

^{137}Cs eriaktiivsus oli joogivee kõigis uuritud proovides allpool määramistundlikkuse taset, mis on umbes tuhat korda väiksem EL Joogiveedirektiiviga määratletud jälgimistasemest.

Eestis toodetud piimas on praegusel ajal kunstlike radionukliidide aktiivsuskontsentratsioon väga madal ning nad tekitavad inimestes ainult tühise oodatava kiirgusdoosi, mille maksimumväärtus väikelapsel võib ulatuda 0,004 mSv aastas. Analoogiline on olukord ka inimese keskmise päevase toiduratsiooniga, millise tarbimisel aasta vältel saadakse oodatav kiirgusdoos alla 0,001 mSv.

Merekeskkonna seires jälgiti kunstlike radioisotoopide aktiivsuskontsentratsiooni HELCOM-i mereseire programmi raames Eestile määratud viies statsionaarses jaamas. 2003. aasta andmete järgi on pindmises merevees ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon muutunud vähe, kuid pikemas perspektiivis võib täheldada mõõdukat langustendentsi. ^{137}Cs aktiivsuskontsentratsioon kalades ja põisadrus on viimase kuue aasta jooksul aeglaselt vähenenud, vastavalt 12 Bq/kg kuni 7 Bq/kg ning 26 Bq/kg kuni 15 Bq/kg. Soome lahest püütud räime tarbimisel kogu 2003 aasta jooksul ei ületaks saadav oodatav kiirgusdoos 0,017 mSv.

SUMMARY

In the framework of the programme for monitoring of environmental ionizing radiation the total gammadose rate, radioactivity of airborne particles and aerosols, and content of artificial radioisotopes in the river and drinking water, in the milk produced in Estonia, in the total diet and in the marine samples from the Gulf of Finland were surveyed.

The total gammadose rate was observed on-line in 10 monitoring stations by means of automatic equipment. The data measured by this network is available for review at the webpage of the Estonian Radiation Protection Centre (www.envir.ee/kiirgus). The annual average for the network was 84 nSv/h which is comparable with the dose rate level of recent years. There were observed short periods of increased values of gammaradiation caused by natural radioisotopes scavenged down from atmosphere. The value of the dose components corresponding to artificial isotopes remains close to the errors of calculations and was less than 10% of the total gammadose rate. No gammadose rate values above the alarm level for the early warning system (300 nSv/h) were detected in any station.

In 2003 the radioactivity of airborne particles and aerosols was measured at Harku, Narva-Jõesuu and Tõravere. At Narva-Jõesuu the mean activity of ^{137}Cs in the air was $4.6 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$ and at Harku $1.8 \cdot 10^{-6} \text{ Bq/m}^3$. Other artificial radioisotopes indicating a substantial release of radioactive material from a nuclear power plant have not been detected. The trivial concentration of ^{137}Cs in the atmosphere is caused by the global fallout, however, in the eastern part of country the peak activity values were caused by the Chernobyl contamination re-suspended to the atmosphere.

The ^{137}Cs content in water of the Narva and Pärnu river was monitored. In case of both rivers, the content was less than $4\text{-}6 \text{ Bq/m}^3$, the sensitivity level of the method used, and it is less by the order of magnitude of the content in the surface water of the Gulf of Finland.

The ^{137}Cs activity concentration in drinking water in Tallinn and Tartu is below the detection level of analytical method, i.e. less than 4.5 Bq/m^3 .

In the milk produced in Estonia the ^{137}Cs content is very low but still detectable in many cases. The final values obtained varied between 0.09 and 0.45 Bq/l. At the maximum ^{137}Cs content the committed dose for infant due to the annual use of milk is around 0.004 mSv. The concentration of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the daily diet is also very low, the mean daily intake of these nuclides is 0.19 and 0.05 Bq, correspondingly. The committed dose from the annual intake of food is around 0.001 mSv.

Samples from marine environment were taken in five monitoring stations scheduled for Estonia in the frame of HELCOM MORS programme. The activity of ^{137}Cs in the surface water of Gulf of Finland decreased from the year 2002 insignificantly, though general trend of decrease is still observable. The ^{137}Cs content in fishes (*Baltic herring*) and aquatic plants (*Fucus vesiculosus*) has been slowly decreasing reaching in 2003 the values of 7 and 16 Bq/kg, correspondingly. The committed dose received by inhabitants due to the use of such fish for food during 2003 will be around 0.017 mSv.

ATMOSFÄÄRI KIIRGUSSEIRE

Atmosfääri seiret teostatakse teistest riikidest lähtuva võimaliku radioaktiivse saastumise varaseks avastamiseks, mis võimaldab teha õigeaegselt otsuseid vastuabinõude kohta. Sellest lähtuvalt pandi seirevõrgu rajamisel rõhk operatiivsusele ja arvestati vajadusega haarata seire alla eelkõige Eesti piirialad ning suuremate linnade ümbrus. Kiirguskeskuse seirealases tegevuses on see suund kõige olulisema tähtsusega, kuna peale rahvusvahelise eelhoiatuse on see ainuke kiire moodus varakult avastada Eesti kohale kanduvat radioaktiivset saastet.

Rahvusvahelise praktika järgi toimub tegevus kahes suunas:

- automaatjaamadega jälgitakse avatud maastikul atmosfääri gammakiirguse doosikiirust reaalsajas;
- radioaktiivsete isotoopide sisaldust jälgitaks nii õhu tahketes osakestes ja aerosoolides kui ka gaasilistes komponentides, analüüsides õhu filtreerimise teel saadud proove.

Võimaliku radioaktiivse saaste leviku varajases hoiatussüsteemis need kaks suunda täiendavad teineteist. Pidevalt töötavad automaatjaamad reageerivad operatiivselt õhu radioaktiivsuse tõusule, mis võib näiteks juhtuda lähedal toimuvate tuumaõnnetuste korral ja mida iseloomustab sündmuste kiire dünaamika. Saadav informatsioon on aluseks elanikkonna teavitamisele kiirgusohust ja kiirguskaitsealaste kiireloomuliste meetmete rakendamisele. Kaugemal toimuvate tuumaõnnetuste puhul saaste hajub atmosfääris ja jõuab meie territooriumi kohale teatud viivitusega, andes seega ajalise reservi õhuproovide kogumiseks ja filtrite gamma-spektromeetriliseks analüüsiks. Õhuproovide mõõtmisega on võimalik identifitseerida kunstlike radioaktiivsete isotoopide väga väikest (suurusjärgus $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) kontsentratsiooni tõusu õhus. Filtrite mõõtetulemusi saab kasutada Eesti territooriumi radioaktiivse saastumise pikaajalise prognoosi koostamiseks, mis on aluseks eelkõige inimese toiduahelale suunatud kiirguskaitsemeetmete väljatöötamisele.

Väline gammakiirgus

Atmosfäärist ja mõõtejaama lähiümbruse maapinnast lähtuvat gammakiirgust jälgiti automaatanduritega reaalsajas, kusjuures mõõdeti nii summaarset doosikiirust kui ka erinevate radioisotoopide gruppide poolt tekitatud doosikiiruse komponente.

Seirevõrk koosnes 2002. aastal 10 automaatjaamast, mis on võimelised mõõtetulemusi esialgselt analüüsima ja alarminfot avaliku telefonivõrgu kaudu iseseisvalt edastama. Mõõteandmete ülekandmine andmekogusse toimub Kiirguskeskuses asuva päringuserveri abil normaalolukorras üks kord ööpäevas, kuid saastumise ilmnemisel vastavalt vajadusele tihedamini. Seirevõrgu kirjeldus on toodud tabelis 1.

Kolmes jaamas – Narva-Jõesuus, Võrus ja Sõrves – toimus γ -kiirguse jälgimine reaalsajas telefonivõrku ühendatud allsüsteemi AAM-95 SYSTEM abil. Nimetatud süsteemis mõõdetakse ainult summaarse gammakiirguse doosikiirust GM detektoritega. Mõõtmistel saadakse integreeritud doosikiirused 15- ja 60-minutiliste perioodide kohta.

Tabel 1. Atmosfääri kiirgusseire vaatlusvõrk: määratavad parameetrid ning jaamade koordinaadid

Nr.	Vaatlusjaam	γ -kiirguse doosikiiruse seire	Õhuosakesed ja aerosoolid	Koordinaadid	
				Põhjalaius	Idapikkus
1.	Harku		F	59 23 50	24 35 58
2.	Kunda	A		59 31 05	26 32 44
3.	Kärdla	A		58 59 38	22 49 19
4.	Mustvee	A		58 51 55	26 57 09
5.	Narva-Jõesuu	A	F	59 27 46	28 02 45
6.	Pärnu	A		58 22 53	24 30 00
7.	Sõrve	A		57 54 45	22 03 25
8.	Tallinn	A		59 26 55	22 43 00
9.	Tõravere		F	58 15 53	26 27 42
10.	Türi	A		58 48 34	25 24 35
11.	Valga	A		57 47 18	26 02 00
12.	Võru	A		57 50 43	27 01 10

A - γ -kiirguse doosikiiruse mõõtmine reaalsajas,

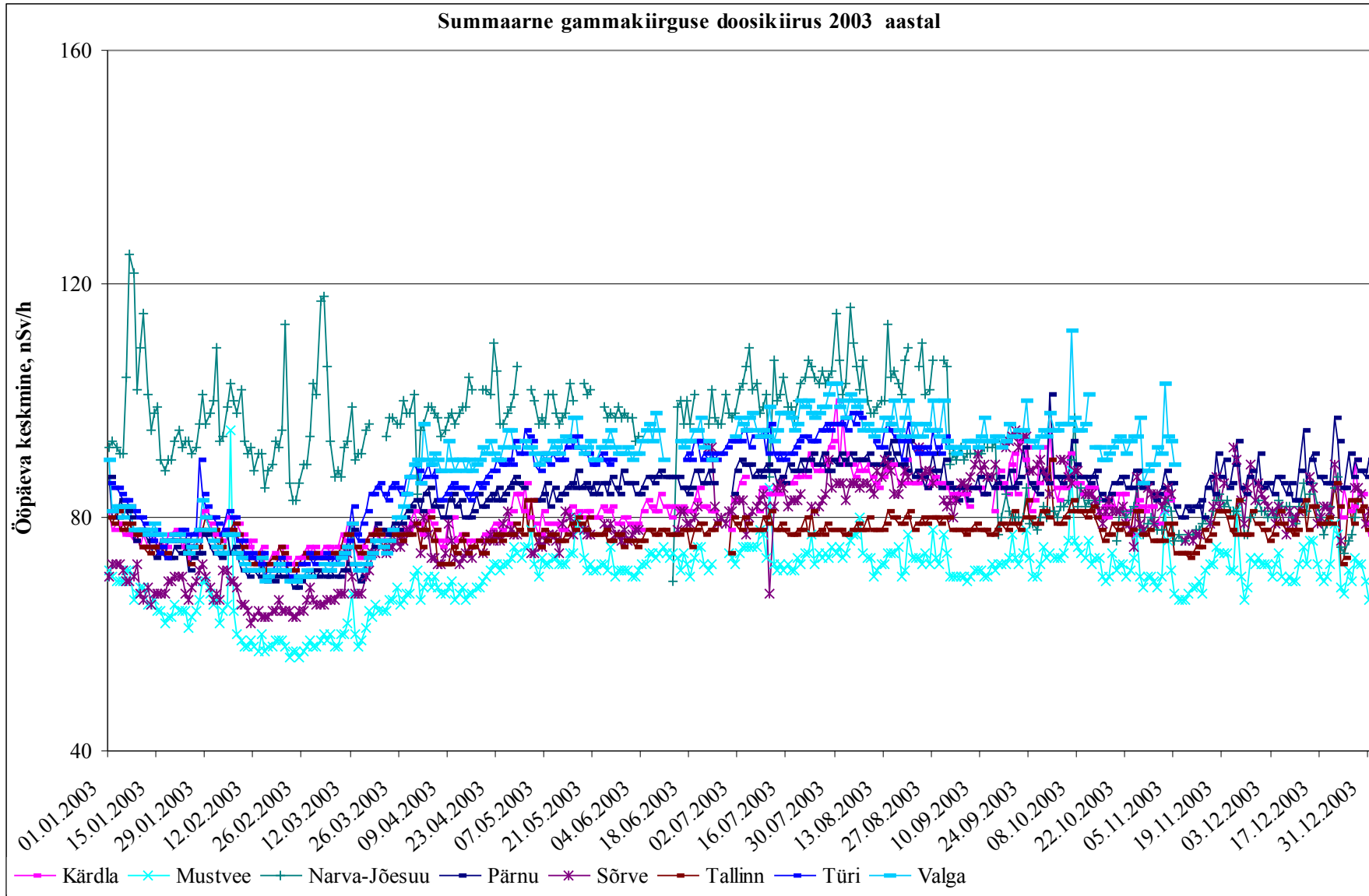
F - õhuosakeste ja aerosoolide kogumine filterseadmete abil.

Kunda, Tiirikoja, Valga, Kärdla, Pärnu, Türi ja Tallinna (Kopli) jaamades on rakendatud uue põlvkonna gammakiirguse mõõtmise PMS tüüpi automaatjaamad. PMS tüüpi jaamades kasutatakse kahte tüüpi detektoreid, milledest üks mõõdab summaarse γ -kiirguse doosikiirust ning teine, NaI(Tl) kristallil baseeruv detektor, γ -kiirgust spektraalsel kujul. Viimane võimaldab identifitseerida üksikuid isotoope ja arvutada erinevaid doosikomponente. PMS jaam registreerib summaarse doosikiiruse väärtuse nii 10-minutilise kui ka ühetunnise intervalli kohta.

Automaatjaamade poolt genereeritud alarmteadete edastamiseks on rakendatud operatiivne infosüsteem, mis tagab Päästeameti, Keskkonnaministeeriumi ja Kiirguskeskuse töötajate kohese teavitamise ja võimaldab spetsialistidel juba 10-15 min jooksul alustada olukorra analüüsiga.

Üldistatud tulemuste näitena gammakiirguse summaarse doosikiiruse kohta 2003 aastal on joonisel 1 toodud andmed 8 vaatlusjaamast. Jooksvalt esitatakse automaatjaamade poolt saadud tulemused EKK interneti koduleheküljel aadressiga www.envir.ee/kiirgus/. Jaamade asukohad on toodud Eesti skemaatilisel kaardil aktiivsete ikoonidena, jälgitav on ka andmete pikaajaline arhiiv.

Gammakiirgus doosikiiruse aasta keskmine üle vaatlusvõrgu oli 83 nSv/h, mis on lähedane viimaste aastate keskmisele. Kõrgendatud väärtused üksikutel päevadel on põhjustatud sademete poolt atmosfäärist välja pestud peamiselt looduslikest radioisotoopidest. Doosikiiruse miinimum talvisel ajal sõltub lumikatte paksusest ja kestvusest antud piirkonnas. Narva-Jõesuu jaama andmed on muutlikud ja peegeldavad lisaks ümbritseva keskkonna gammakiirgusele ka filterseadme filtrile kogunenud radionukliidide gammakiirgust. Narva-Jõesuu jaama andmeid saab seega kasutada ainult atmosfäärsel radioaktiivse saastumise varaseks hoiatamiseks.



Gammakiirguse doos on PMS tüüpi jaamade andmetel põhjustatud valdavalt looduslikest radioisotoopidest. Kunstlike radioisotoopide tekitatud doosikomponent jäi spektri töötlemise arvutusvigade piirimaile ja moodustas vähem kui 10% summaarsest doosikiirusest. Varase hoiatamise süsteemis ette antud alarmi taset (0,3 $\mu\text{Sv/h}$) ületavaid väärtusi ei fikseeritud üheski jaamas.

Õhukandeline radioaktiivsus

Selle tegevussuuna eesmärgiks on täpselt identifitseerida kunstlikke radionukliide ning määrata nende minimaalseid sisaldusi õhus. Võrreldes tasemetega, millele reageerivad doosikiirust mõõtvad automaatjaamad, võimaldab suurte õhukoguste filtreerimine ja filtrite gamma-spektromeetiline analüüs avastada õhus kaks kuni kolm suurusjärku väiksemaid aktiivsuskontsentratsioone.

Selle seireliigi raames jälgiti radionukliidide sisaldust õhuga kanduvates tahketes osakestes ja aerosoolides.

Proovide kogumist viidi aastaringelt läbi kolmes vaatlusjaamas (vt tabel 1):

– Narva-Jõesuus, kus on kasutusel suure võimsusega (900 m³ õhku tunnis) filterseade *Snow White*, mis kogub õhuosakesi ja aerosoole klaasfiiber filtrile;

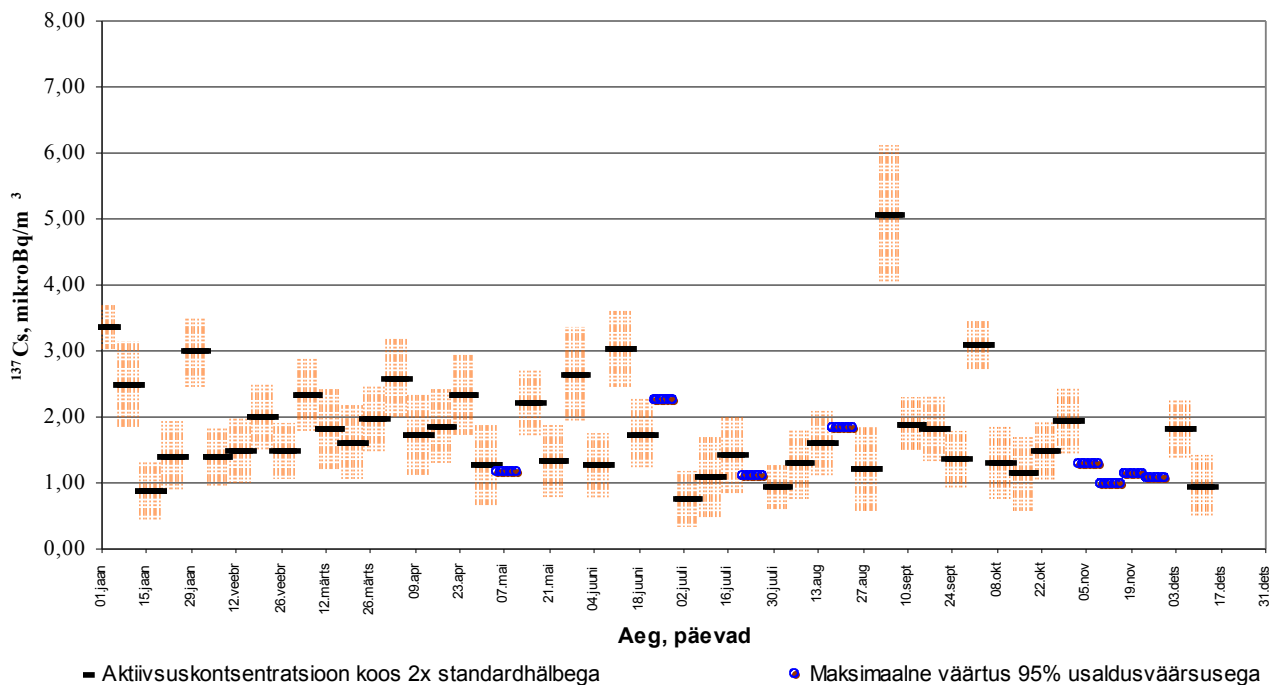
– Tõraveres, kus rakendati väiksema võimsusega (150 m³ õhku tunnis) *The Hunter* tüüpi filterseadet, mis kasutab samuti klaasfiiber filtrit;

– Harkus võeti proove õhu pumpamise teel läbi FPP tüüpi filtri (~2000 m³ õhku tunnis), mis võimaldab filtreerida põhiliselt õhuosakesi ning väiksema saagisega ka aerosoole;

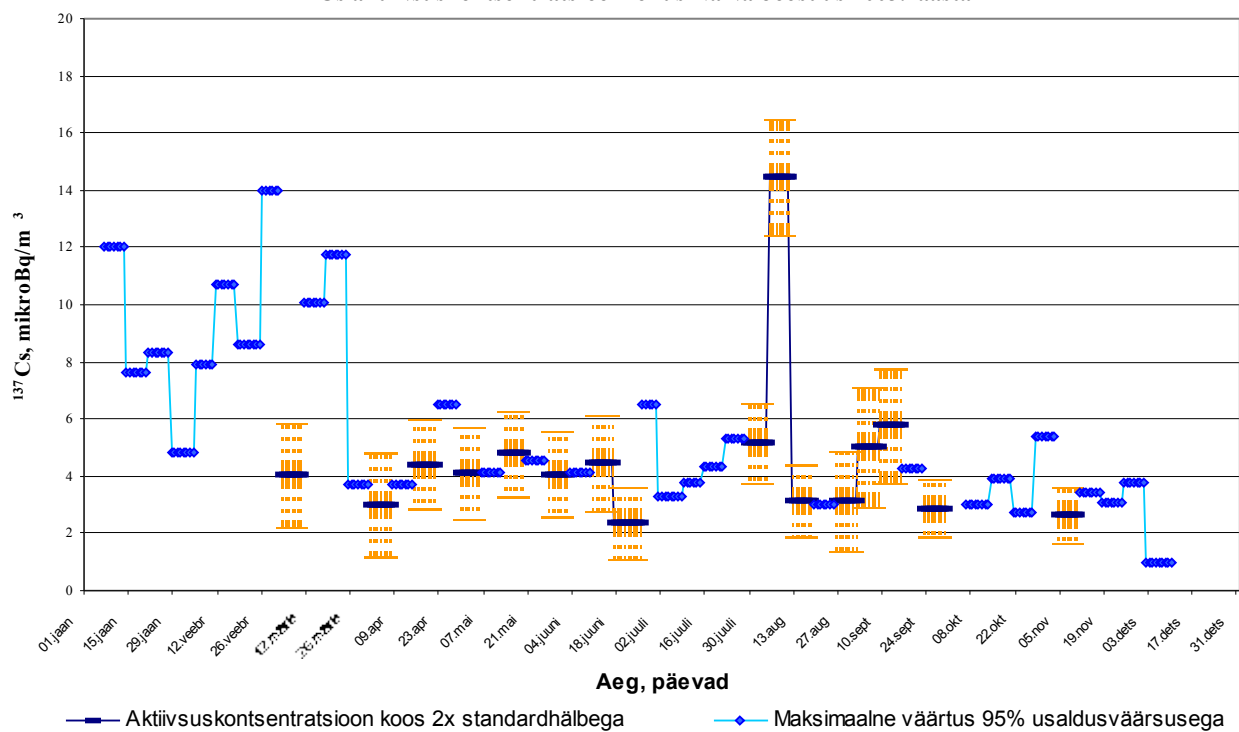
Filtrite ekspositsiooniaeg oli üks nädal. Indikaatorisotoopide nukliidide kontsentratsiooni olulisel tõusul eksponeeritakse filtreid aga lühemat aega ja teostatakse nende operatiivne analüüs.

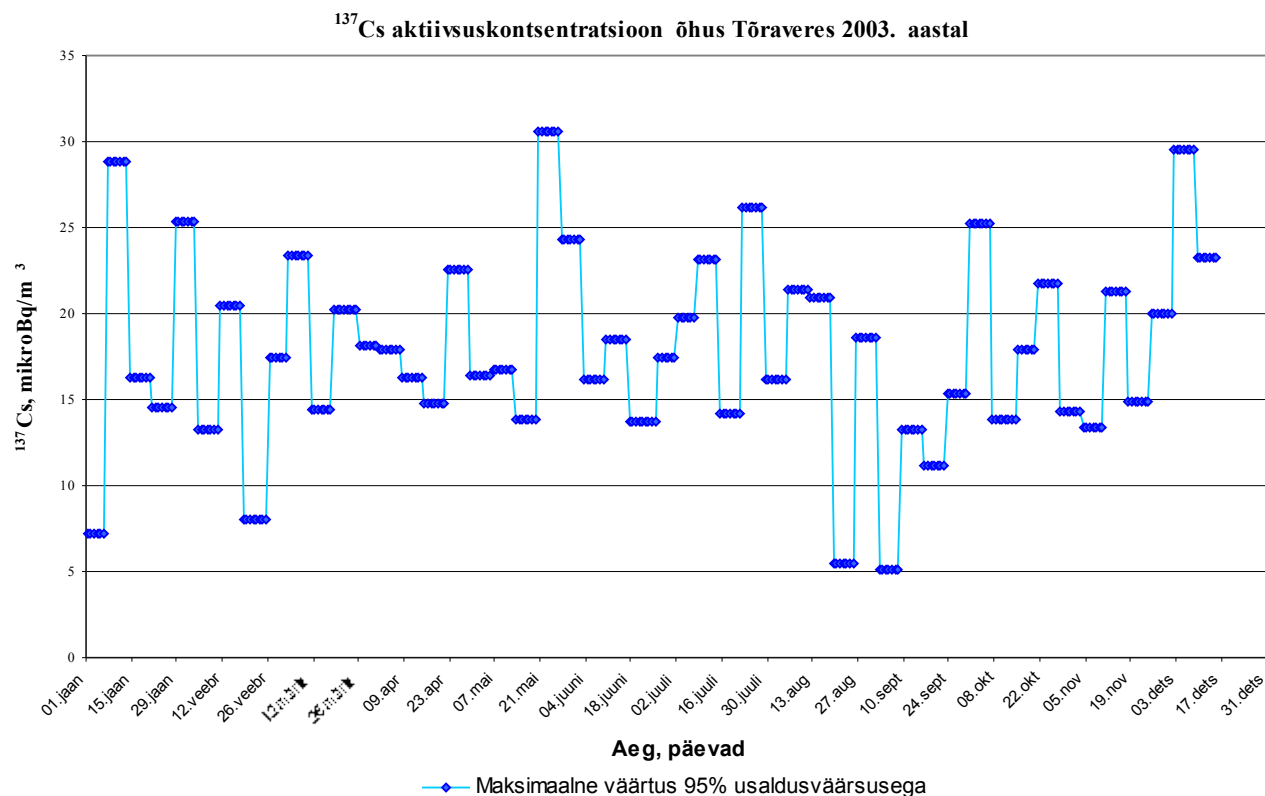
Praegusel ajal on atmosfääri radioaktiivsus väga madal ning kasutatav seiremeetod võimaldab filtritel usaldusväärselt mõõta ainult loodusliku kosmogeense isotoobi ⁷Be ja kunstliku isotoobi ¹³⁷Cs nukliidide aktiivsuskontsentratsiooni. Radioaktiivset saastumist väljendavate teiste võimalike indikaatorisotoopide (⁶⁰Co, ^{103,106}Ru jt) ja looduslike terestriiliste radioisotoopide nukliidide sisaldus oli väiksem meetodi tundlikkuse lävest. ¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioonid 2003. aastal on toodud joonistel 2-4. Graafikutel toodud “Maksimaalsed väärtused” väljendavad olukorda, kui radionukliidi olemasolu ei detekteeritud ja tema sisaldus proovis on väiksem kui toodud väärtus.

¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioon õhus Harkus 2003. aastal



¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioon õhus Narva-Jõesuus 2003. aastal



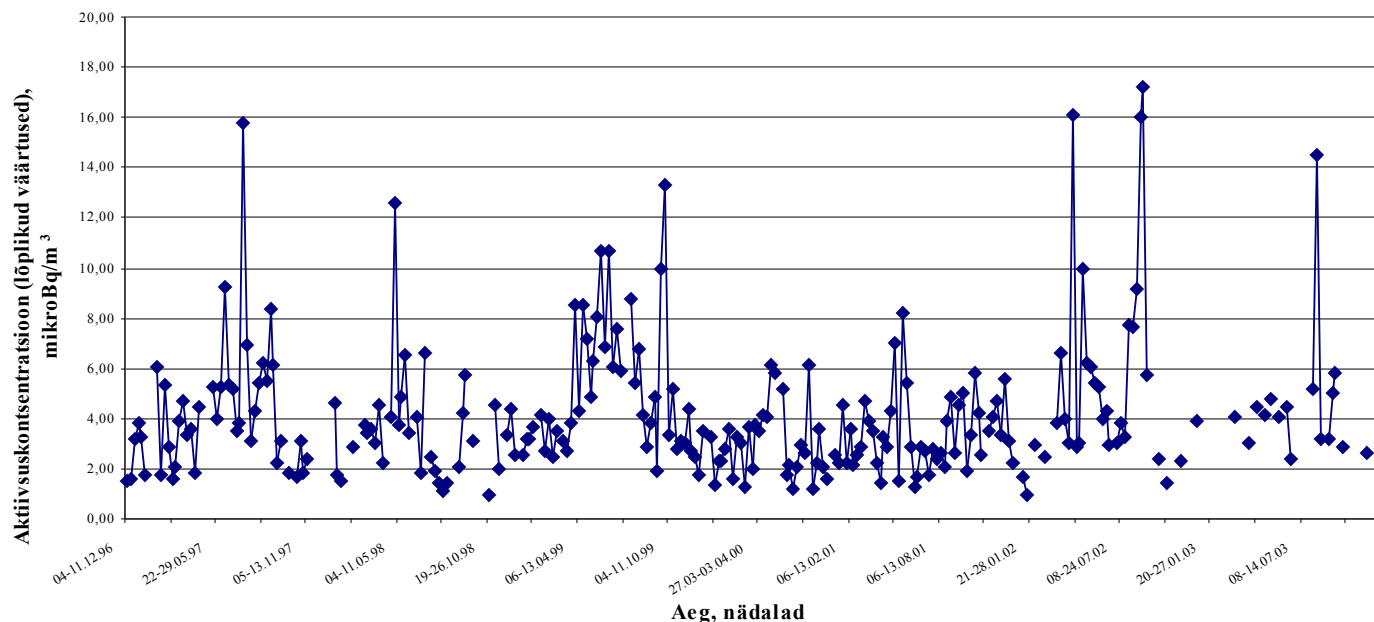


Kokkuvõtvalt võib Narva-Jõesuu ja Harku filtrite analüüsi lõplike väärtuste põhjal järeldada, et nende piirkondade õhus oli ¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioon 2003. aasta keskmisena vastavalt $4,6 \cdot 10^{-6}$ ja $1,8 \cdot 10^{-6}$ Bq/m³. Sellise õhu sissehingamisel on ¹³⁷Cs poolt saadav oodatav kiirgusdoos marginaalse suurusega jäädes alla taset 1 nSv aastas.

Tõravere filtritel ei ületanud ¹³⁷Cs sisaldus mitte ühelgi nädalal meetodi tundlikkuse piiri. See on tingitud asjaolust, et Tõravere filterseadme pumpamisvõimsus on 6 korda väiksem kui Narva-Jõesuus. Joonisel 4 järeldub, et Tõravere õhus ¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioon praktiliselt ei ületanud taset 30 µBq/m³, mis on kolm suurusjärku madalam Euroopa Komisjoni soovitatud informeerimistasemest.

Atmosfääriosakeste seire tulemused kinnitavad, et Eestit ümbritsevates tuumaelektrijaamades pole toimunud olulist radioisotoopide pihkumist. Väga väikene ¹³⁷Cs sisaldus õhus on tingitud peamiselt atmosfääri globaalsest saastumisest. Kirde-Eestis võib siiski teatud ¹³⁷Cs sisalduse tõusu kevad-suvisel ajal põhjustada ka Tšernobõli katastroofist pärineva maapinnale sadestunud radioaktiivse saaste kandumine atmosfääri tuulte mõjul.

Mitmeaastane andmerida Narva-Jõesuu kohta on esitatud joonisel 5. Üldise seaduspärasusena võib täheldada ¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsiooni tõusu suvekuudel, mis on seletatav maapinnale sadestunud radionukliidide kandumisega tuulte mõjul, aga ka metsa- ja rabatulekahjude käigus atmosfääri.

¹³⁷Cs Narva-Jõesuu õhus aastatel 1997-2003

PINNAVETE KIIRGUSSEIRE

Jõgede vee radioaktiivsuse jälgimine võimaldab hinnata maismaalt merre kantavate radioaktiivsete ainete koguhulka. Ka siin pakuvad peamist huvi kunstlikud isotoobid, mille merekeskkonda koormav koguaktiivsus sõltub jõgede valgalade radioaktiivse saastumise tasemest ja merre kantavast veehulgast. Veeproove võeti Soome lahte suubuvast Narva jõest ja Liivi lahte suubuvast Pärnu jõest. Neist esimese vesi iseloomustab väga ulatuslikku valgala, kuhu jäävad ka Eesti ning Loode-Venemaa Tšernobõli tuumakatastroofi käigus enim saastunud alad. Pärnu jõe valgalal on deponeerunud põhiliselt globaalsest atmosfäärisaastumisest pärinevad radioisotoobid. Seirejaamad on valitud selliselt, et proovides oleks välistatud merevee mõju (tabel 2).

Tulemustest järeldub, et ¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioon Narva ja Pärnu jõe vees on väga madal, olles kaks suurusjärku väiksem Euroopa Komisjoni soovituslikust informeerimistasemest. Arvestades jõgede keskmisi aastasi vooluhulki, kantakse nende poolt merre vähem kui 50 ja 10 GBq ¹³⁷Cs aastas. Soome lahes on ¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioon vees viimastel aastatel 20-50 Bq/m³, mis ületab umbes suurusjärgu võrra vastavaid väärtusi Narva ja Pärnu jõe vees.

Tabel 2. ¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioonid Narva ja Pärnu jõe vees

Jõgi	Seirejaama koordinaadid		Proovivõtu kuupäev	Analüüsitud proovi kogus, liitrid	¹³⁷ Cs aktiivsuskontsentratsioon (Bq/m ³)
	Põhjalaius	Idapikkus			
Narva	59 25 13	28 08 09	25.03.2003	32,4	<5,69*
			04.09.2003	32,4	<6,92
			23.11.2003	32,4	<4,39
Pärnu	58 25 02	24 40 16	18.02.2003	32,6	<3,58
			08.09.2003	34,8	2,47±1,37**
			10.12.2003	33,8	<2,63

* maksimaalne väärtus 95% usaldusväärsusega

** määramatusvahemik väljendab gamma-spektromeetrilise mõõtmise kahekordset statistilist standardhälvet

JOOGIVEE, PIIMA JA PÄEVASE TOIDURATSIOONI SEIRE

Joogivee ja toidu seire võimaldab hinnata inimeste poolt sissevõetud radionukliidide hulka ja sellest tingitud oodatavat kiirgusdoosi. Joogivee kiirgusseire raames jälgiti kunstlike radioisotoopide ^{137}Cs ja ^{90}Sr ning tritiumi nukliidide sisaldust Eesti suuremates linnades. Inimese päevases toiduratsioonis määrati ^{137}Cs ja ^{90}Sr ning piimas lisaks nendele ka ^{40}K aktiivsuskontsentratsioonid.

Joogivee proovides oli kõikide nimetatud nukliidide aktiivsuskontsentratsioon allpool kasutatud meetodi määramistundlikkuse taset (vt tabel 3). Võrdluseks võib nimetada, et määramistundlikkusele vastavad ^{137}Cs ja ^{90}Sr sisaldused on umbes tuhat korda väiksemad Maailma Tervishoiuorganisatsiooni poolt soovitatud jälgimistasemest.

Tabel 3. Joogivee analüüside tulemused

Proovi nimetus	Proovivõtu kuupäev, koht	Analüüsitud proovi kogus, liitrid	^{137}Cs , Bq/l	^{90}Sr , Bq/l	^3H , Bq/l
AS Tallinna Vesi, Ülemiste Vee-puhastusjaamast väljastatav joogivesi	12.05.2003, Sütiste tee 19, Tallinn	50	<0,00174*	<0,0035	<5,2
	19.12.2003, Sütiste tee 19, Tallinn	30	<0,0032	<0,0043	<5,44
AS Tartu Vesi, kvaternaari veekihi proov,	26.05.2003, Lossi 36, Tartu	50 l	<0,00125	<0,0035	<5,2
	01.11.2003, Lossi 36, Tartu	50 l	<0,0032	Ei määratud	Ei määratud

* maksimaalne väärtus 95% usaldusväärsusega

Piimaproovid koguti kuude keskmiste proovidenä, mis iseloomustavad Jõgevamaa, Tartumaa, Võrumaa ja Järvamaa piires toodetud piima. Kuude keskmised proovid ühendati vastava kvartali keskmiseks prooviks, mida ka tegelikult analüüsiti. Andmed piima radioaktiivsuse kohta on toodud tabelis 4.

Andmetest järeldub, et praegusel ajal on Eestis toodetud piimas kunstlike radioisotoopide aktiivsuskontsentratsioon väga madal ning nad tekitavad inimestes ainult tühise kiirgusdoosi. Näiteks saab väikelaps, kes tarvitab aastas 180 l lehmapiima, nimetatud isotoopide sissevõetust summaarse oodatava kiirgusdoosi 0,004 mSv. See moodustab ainult ühe tuhandiku aastasest looduslikust kiirgusdoosist. ^{137}Cs ja ^{90}Sr sisalduse jälgimine piimas on siiski väga oluline radioloogilise saastumise korral, kuna need isotoobid migreeruvad väga kiiresti toiduainetesse.

Tabel 4. Eestis toodetud piima radioisotoopne koostis, aktiivsuskontsentratsioonid (Bq/l)

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
Jõgevamaa	0,45±0,08*	< 0,021**	56,8±3,6	0,154±0,058	–	61,2±4,0	0,11±0,04	< 0,013	57,2±3,6	0,088±0,051	< 0,029	60,8±3,9
Tartumaa	<0,14	< 0,024	56,4±3,4	0,090±0,037	–	61,8±3,8	0,13±0,06	< 0,017	60,8±4,0	<0,169	< 0,030	57,5±4,5
Võrumaa	<0,073	< 0,026	58,4±3,5	0,143±0,040	–	61,0±3,8	<0,13	< 0,018	61,3±4,2	<0,168	< 0,023	65,4±4,8
Järvamaa	<0,15	< 0,024	54,9±3,7	0,225±0,083	–	66,4±4,7	<0,08	< 0,017	63,7±4,0	<0,084	0,064±0,016	62,3±4,6

* määramatusvahemik väljendab gamma-spektromeetrilise mõõtmise kahekordset statistilist standardhälvet

** maksimaalne väärtus 95% tõenäosusega

Inimese päevase toiduratsiooni proovina käsitleti toidukogust, mille statsionaaris olev haige saab päeva jooksul, kaasa arvatud ka joogid. Toiduratsiooni proovides jälgiti ainult kunstlike radionukliidide ¹³⁷Cs ja ⁹⁰Sr sisaldusi. Tulemused on toodud tabelis 5.

Tabel 5. Päeva toiduratsiooniga sissesöödavad radionukliidid

Proovi nimetus	Proovi võtmise kuupäev	Cs-137 (Bq/päevas)	Sr-90 (Bq/päevas)
Statsionaari haige ühe päeva toidukogus, joogid kaasa arvatud	07.05.2003	0,22±0,08*	<0,025**
“	18.12.2003	0,26±0,07	<0,041

* määramatusvahemik väljendab gamma-spektromeetrilise mõõtmise kahekordset statistilist standardhälvet

** maksimaalne väärtus 95% tõenäosusega

Määrangute järgi sisaldab päevane toiduratsioon ¹³⁷Cs ja ⁹⁰Sr nukliide keskmiselt vastavalt 0,24 Bq ja vähem kui 0,025 – 0,04 Bq. Aasta jooksul sellise isotoopse koostisega toidu söömisel saab täiskasvanud inimene vähem kui 0,001 mSv suuruse oodatava kiirgusdoosi.

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

MEREKESKKONNA KIIRGUSSEIRE

Merekeskkonna seires jälgiti kunstlike radioisotoopide aktiivsuskontsentratsiooni HELCOM mereseire

programmi raames Eestile määratud viies statsionaarses jaamas, millede koordinaadid, aga samuti kogutud proovide tüübid ja analüüsitulemused, on toodud tabelis 5.

Tabel 5. Merekeskkonna seire vaatlusjaamade võrk ja tulemused 2003 aastal

Proovi tüüp	Proovivõtu aeg	Vaatlusjaam	Koordinaadid		¹³⁷ Cs aktiivsuskontsentratsioon
			Põhjalaius	Idapikkus	
Merevesi pinnalt	27.05.03	N5	59 28 30	28 00 05	10±2 * (Bq/m ³)
	26.05.03	EE17	59 43 00	25 01 00	41±5 “
	29.05.03	PE	59 22 48	24 09 18	40±5 “
	29.05.03	PW	59 20 30	24 02 00	39±3 “
	29.05.03	EE22	59 26 00	23 09 00	48±4 “
Kalad (räim)	26.11.03	Narva laht	59 28 00	27 45 00	5,8±0,5 (Bq/kg märgkaalu kohta)
	03.11.03	Lahepera laht	59 22 00	24 10 00	7,4±1,2 “
Kalad (kilu)	26.11.03	Narva laht	59 28 00	27 45 00	7,0±0,8 “
	03.11.03	Lahepera laht	59 22 00	24 10 00	7,3±0,9 “
Meretaimed (põisadru)	26.11.03	Narva laht	59 28 00	27 45 00	14,6±1,9 (Bq/kg kuivkaalu kohta)
	12.11.03	Lahepera laht	59 22 00	24 10 00	17,1±3,2 “

*määramatusvahemik väljendab gamma-spektromeetrilise mõõtmise kahekordset statistilist standardhälvet

Merevee radioaktiivsuse kohta Eesti seirejaamades on andmeid alates 1997. aastast (joonis 6). Nendele ja naaberriikide andmetele toetudes saab üldise seaduspärasusena välja tuua ¹³⁷Cs sisalduse suurenemise idast läände. Ilmselt on see tingitud madalama ¹³⁷Cs sisaldusega vee sissekandest suurte jõgede poolt lahe idaosas (vt. tabel 2). Kuigi andmed samades jaamades on aastate lõikes muutlikud, võib pikemas perspektiivis täheldada mõõdukat ¹³⁷Cs sisalduse vähenemist. Väga muutlikud on andmed jaamast N8, mis on valdavalt tingitud Narva jõe poolt merre kantud puhtama vee erinevast segunemisastmest mereveega eri aastatel.

¹³⁷Cs aktiivsuskontsentratsioon kalades ja põisadrus on viimase kuue aasta jooksul aeglaselt vähenenud, vastavalt 12 Bq/kg kuni 7 Bq/kg ning 26 Bq/kg kuni 15 Bq/kg. Sarnaselt mereveega on üldiselt täheldatav, et ¹³⁷Cs sisaldus biotas on Soome lahe idaosas madalam võrreldes läänepoolse osaga.

Kuna räim on eestlastele väga oluline toidukala, siis pakub huvi, kui suure kiirgusdoosi ¹³⁷Cs arvel võivad inimesed tema tarbimisest saada. Võttes aluseks väga äärmusliku toitumisharjumuse, kui inimene tarbib iga päev 0,5 kg Soome lahest püütud räime (fileena), saab välja arvutada, et 2003. aasta jooksul söödud kalast saadav oodatav kiirgusdoos on 0,017 mSv.

