



YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA SUOMESSA

Vuosiraportti 2005

STRÅLNINGSÖVERVAKNING AV MILJÖN I FINLAND

Årsrapport 2005

SURVEILLANCE OF ENVIRONMENTAL RADIATION IN FINLAND

Annual Report 2005

Raimo Mustonen (Ed.)

YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA SUOMESSA

Vuosiraportti 2005

STRÅLNINGSÖVERVAKNING AV MILJÖN I FINLAND

Årsrapport 2005

SURVEILLANCE OF ENVIRONMENTAL RADIATION IN FINLAND

Annual Report 2005

Raimo Mustonen (Ed.)

Dark Oy, Vantaa 2006

ISBN 952-478-136-0 (nid.)

ISBN 952-478-137-9 (pdf)

ISSN 1457-6082

MUSTONEN Raimo (toim.). *Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2005.*
STUK-B-TKO 7. Helsinki 2006. 65 s.

Avainsanat: säteilyvalvonta, ulkoinen säteily, ilma, laskeuma, vesi, maito, elintarvikkeet, ihminen

Esipuhe

Ympäristön säteilyvalvonnan päätavoitteena on olla jatkuvasti tietoinen siitä keinotekoisesta elinympäristössä esiintyvistä säteilystä, jolle väestö altistuu. Toisena tavoitteena on havaita kaikki merkittävät muutokset ympäristön säteilytasoissa ja radioaktiivisten aineiden esiintymisessä ympäristössä. Säteilyvalvonnalla varmistetaan, että väestön altistuminen säteilylle ei ole ristiriidassa säteilynsuojelun peruseräaatteiden kanssa ja että säteilylainsäädännössä asetettuja annosrajoja ei ylitetä. Jatkuvat toimisella säteilyvalvonnalla myös ylläpidetään ja kehitetään valmiutta reagoida nopeasti ja asiantuntevasti poikkeuksellisiin säteilytilanteisiin.

Ympäristön säteilyvalvontaan kuuluu keinotekoisien säteilyn ja keinotekoisien radioaktiivisten aineiden valvonta ympäristössä. Luonnonsäteily ja luonnon radioaktiiviset aineet eivät kuulu ympäristön säteilyvalvonnan piiriin, vaikka valtaosa väestön säteilyaltistuksesta saadaankin luonnonsäteilystä. Altistumista luonnonsäteilylle valvotaan erikseen silloin, kun on aiheellista epäillä, että luonnon radioaktiiviset aineet aiheuttavat väestölle poikkeuksellisen suuria säteilyannoksia (mm. radon sisäilmassa ja luonnon radioaktiiviset aineet talousvedessä).

Suomessa ympäristön säteilyvalvonnasta vastaa Säteilyturvakeskus (STUK). Valvontavelvoite perustuu Säteilyturvakeskuksesta annettuun asetukseen ja toisaalta säteilyasetukseen. Myös Euratom-sopimus velvoittaa Euroopan Unionin jäsenmaita jatkuvasti valvomaan radioaktiivisuuden tasoja ilmassa, vedessä ja maaperässä. Säteilyturvakeskuksen lisäksi myös Ilmatieteen laitos ja Puolustusvoimat seuraavat omilla havaintoasemillaan säteilyn esiintymistä ympäristössä.

Tämä raportti sisältää yhteenvedon ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista vuonna 2005 sekä eräitä vertailuja aikaisempien vuosien tuloksiin. Raportin tulokset ovat Säteilyturvakeskuksen, Ilmatieteen laitoksen ja Puolustusvoimien teknillisen tutkimuslaitoksen valvonta-asemilta. Ydinvoimalaitosten lähiympäristön säteilyvalvonnasta vastaavat voimayhtiöt ja niiden valvontatulokset raportoidaan erikseen raporttisarjassa STUK-B-YTO.

Säteilyturvakeskuksen yhteistyökumppanit ympäristön säteilyvalvonnassa keräävät ja toimittavat näytteitä analysoitavaksi, osallistuvat kokokehomittauksiin tai vastaavat keräysasemien toiminnasta. Säteilyturvakeskus haluaa kiittää hyvää yhteistyötä ulkoisen säteilyn valvontaverkon asemien hoitajia sekä seuraavia laitoksia: Puolustusvoimat, Ilmatieteen laitos, Lapin ilmatieteellinen tutkimuskeskus, Kaakkois-Suomen rajavartiosto, Lapin rajavartiosto, Ilmailulaitoksen Jyväskylän lentoasema, Kotkan pelastuskeskus, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Lapin ympäristökeskus, Oulun Vesi, Turun vesilaitos, Valio Oy, Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri/Kirurginen sairaala, Tampereen yliopistollinen keskussairaala, Lapin keskussairaala, Helsingin Yhteislyseo, Hatanpään yläaste ja lukio sekä Rovaniemen koulutoimi/Korkalovaaran yläaste ja lukio.

Tämä raportin tarkoituksena on antaa tietoa ympäristön säteilytilanteesta Suomessa kaikille asiasta kiinnostuneille. Säteilyturvakeskus toimittaa säännöllisesti valvontatietoja myös Euroopan komissiolle ja tämä raportti on yhteenvedo komissiolle toimitetuista tiedoista. Raportti on myös löydettävissä Säteilyturvakeskuksen kotisivuilta osoitteessa: www.stuk.fi.

Raimo Mustonen
Apulaisjohtaja

MUSTONEN Raimo (ed.). *Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2005.*
STUK-B-TKO 7. Helsingfors 2006. 65 s.

Nyckelord: strålningsövervakning, yttre strålning, luft, nedfall, vatten, mjölk, livsmedel, människa

Företal

Huvudsyftet med övervakningen av strålning i miljön är att man fortlöpande kan hålla reda på, vilken artificiell strålning befolkningen utsätts för. Ett annat syfte är att man kan upptäcka alla betydande förändringar av strålningsnivåerna i miljön och förekomsten av radioaktiva ämnen. Med övervakningen säkras, att befolkningen inte bestrålas i strid med huvudprinciperna för strålskydd och att dosgränserna i strålskyddslagstiftningen inte överskrids. Den kontinuerliga bevakningen också upprätthåller och utvecklar beredskapen att reagera snabbt och sakkunnigt i exceptionella strålningslägen.

Strålningsövervakning av miljön innehåller tillsyn av artificiell strålning och artificiella radioaktiva ämnen i miljön. Naturlig strålning och naturliga radioaktiva ämnen tillhör inte övervakningen fastän den största delen av befolkningens exposition för strålning fås från den naturliga strålningen. Exposition för den naturliga strålningen övervakas skilt, om det med fog kan misstänkas att naturliga radionuklider kan orsaka ovanliga höga stråldoser till befolkningen (till exempel radon i inomhusluft och naturliga radionuklider i dricksvatten).

I Finland är det Strålsäkerhetscentralen som ansvarar för övervakningen av strålning. Uppgiften ges i förordningen om Strålsäkerhetscentralen och förordningen om strålskydd. Euratomfördraget förpliktar medlemsländerna i Europeiska unionen att fortlöpande övervaka radioaktivitetsnivåerna i luft, vatten och jordmån. Förutom Strålsäkerhetscentralen följer också Meteorologiska institutet och Försvarsmakten med strålningen i miljön via sina egna mätstationer.

Rapporten innehåller sammandrag av övervakningsresultaten år 2005 samt några jämförelser med tidigare år. Mätningarna har gjorts på Strålsäkerhetscentralens, Meteorologiska institutets och Försvarsmaktens Tekniska Forskningscentralens mätstationer. Kraftbolagen ansvarar för strålövervakningen i kärnkraftverkens närområden, och om deras mätresultat rapporteras separat.

Strålsäkerhetscentralens samarbetspartners inom miljöstråltillsynen samlar in prov och sänder in dem till analys, deltar i helkroppsmätningar eller sköter mätstationernas verksamhet. Strålsäkerhetscentralen tackar följande institut för gott samarbete: Försvarsmakten, Meteorologiska institutet, Arktiskt forskningscentrum, Gränsbevakningen i sydöstra Finland, Gränsbevakningen i Lappland, Luftfartsverkets flygstation i Jyväskylä, Räddningscentralen i Kotka, Sydöstra Finlands miljöcentral, Norra Österbottens miljöcentral, Lapplands miljöcentral, Helsingfors och Nylands sjukvårdsdistrikt/Kirurgiska sjukhus, Vattenverk i Uleåborg och Åbo, Valio Ab, Tammerfors universitets centralsjukhus, Lapplands centralsjukhus, Gymnasiet Helsingin Yhteislyseo, Hatanpää högstadium och gymnasium och Rovaniemi skoldistrikt/Korkalovaara högstadium och gymnasium.

Syftet med denna rapport är att förmedla kunskap om strålningsläget i den finländska miljön till alla intresserade. Strålsäkerhetscentralen förmedlar regelbundet uppgifter om övervakningen till Europeiska kommissionen och denna rapport är ett sammandrag av de uppgifter som sänts till kommissionen. Rapporten kan hittas också på Strålsäkerhetscentralens hemsidor i adressen: www.stuk.fi.

Raimo Mustonen
Biträdande direktör

MUSTONEN Raimo (ed.). Surveillance of environmental radiation in Finland. Annual Report 2005. STUK-B-TKO 7. Helsinki 2006. 65 pp.

Key words: radiation surveillance, external radiation, airborne radioactivity, deposition, water, milk, foodstuffs, human body

Preface

The main goal of the surveillance of environmental radioactivity is to be always aware of levels of artificial radiation in the environment to which the public is exposed. Another goal is to detect all remarkable changes in levels of environmental radiation and radioactivity. Compliance with the basic safety standards laid down for protection of health of the general public against dangers arising from ionising radiation can be ensured with environmental radiation surveillance. Running of surveillance programmes on continuous basis also maintains and develops competence and readiness to respond to radiological emergencies.

Surveillance of environmental radiation contains surveillance of artificial radiation and artificial radioactive elements in the environment. Natural radiation and natural radioactive elements are not associated with the surveillance programme, although the greater part of the public exposure to radiation is caused by natural radiation. Exposure to natural radiation is controlled separately if there is reason to suspect, that natural radioactive elements cause unusual high exposure to the public (e.g. indoor radon and natural radionuclides in drinking water).

Surveillance of environmental radioactivity in Finland is one of the official obligations of the Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK). This obligation is based on the national and the European Communities' legislation. The Finnish radiation protection legislation appoints STUK as the national authority responsible for surveillance of environmental radioactivity, and the Euratom Treaty assumes continuous monitoring of levels of radioactivity in the air, water and soil in the Member States. In Finland, also the Finnish Meteorological Institute (FMI) and the Defence Forces are monitoring environmental radiation at their own stations.

This report summarises the results of environmental radiation surveillance in 2005. The report also contains some comparisons with results from the previous years. The results are collected from monitoring programmes of STUK, FMI and the Defence Forces Research Institute of Technology. Nuclear power plant licensees are responsible for environmental surveillance in the vicinity of nuclear power plants in Finland. Those results are reported elsewhere.

STUK's partners in surveillance of environmental radioactivity are collecting and delivering environmental samples for laboratory analyses, or are participating in whole-body counting. STUK would like to express its gratitude to the following institutions for the successful co-operation: Defence Forces, Finnish Meteorological Institute, Arctic Research Centre, Southeast Finland Regional Environment Centre, North Ostrobothnia Regional Environment Centre, Lapland Regional Environment Centre, Southeast Finland Frontier Guard District, Lapland Frontier Guard District, Jyväskylä Airport, Rescue Centre of Kotka, Water supply plants of Oulu and Turku, Valio Ltd., Hospital district of Helsinki and Uusimaa/Surgical Hospital, Tampere University Central Hospital, Lapland Central Hospital, Secondary school of Helsingin yhteislyseo, Secondary school of Hatanpää in Tampere, and Secondary school of Korkalovaara in Rovaniemi.

This report is addressed to all who are interested in environmental radioactivity in Finland. STUK delivers monitoring data also to the European Commission on regular basis, and this report is a summary of the results delivered to the Commission. The report is also available at the STUK's home pages www.stuk.fi.

Raimo Mustonen
Deputy Director

Sisällysluettelo

ESIPUHE	3
1 YHTEENVETO	9
2 ULKOINEN SÄTEILY	12
3 ULKOILMAN RADIOAKTIIVISET AINEET	18
4 ULKOILMAN KOKONAISBEETA-AKTIIVISUUS	25
5 LASKEUMAN RADIOAKTIIVISET AINEET	30
6 PINTAVEDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	34
7 JUOMAVEDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	38
8 MAIDON RADIOAKTIIVISET AINEET	42
9 ELINTARVIKKEIDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	47
10 RADIOAKTIIVISET AINEET IHMISESSÄ	55
11 RADIOAKTIIVISET AINEET ITÄMERESSÄ	61

Innehållsförteckning

FÖRETAL	4
1 SAMMANDRAG	10
2 EXTERN STRÅLNING	13
3 RADIOAKTIVA ÄMNEN I UTELUFT	19
4 TOTAL BETAAKTIVITET I UTELUFT	26
5 RADIOAKTIVA ÄMNEN I NEDFALL	31
6 RADIOAKTIVA ÄMNEN I YTVATTEN	35
7 RADIOAKTIVA ÄMNEN I DRICKSVATTEN	39
8 RADIOAKTIVA ÄMNEN I MJÖLK	43
9 RADIOAKTIVA ÄMNEN I LIVSMEDEL	49
10 RADIOAKTIVA ÄMNEN I MÄNNISKOKROPPEN	57
11 RADIOAKTIVA ÄMNEN I ÖSTERSJÖN	62

Contents

PREFACE	5
1 SUMMARY	11
2 EXTERNAL RADIATION	14
3 AIRBORNE RADIOACTIVE SUBSTANCES	20
4 GROSS BETA ACTIVITY OF GROUND-LEVEL AIR	27
5 RADIONUCLIDES IN DEPOSITION	32
6 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN SURFACE WATER	36
7 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN DRINKING WATER	40
8 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN MILK	44
9 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN FOODSTUFFS	51
10 RADIOACTIVITY IN MAN	58
11 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN THE BALTIC SEA	63

1 Yhteenveto

Tämä raportti on kansallinen yhteenveto ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista Suomessa vuonna 2005. Raporttiin ovat tuloksia toimittaneet Säteilyturvakeskuksen lisäksi myös Ilmatieteen laitos ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuudesta ja Puolustusvoimien teknillinen tutkimuslaitos ulkoilman radioaktiivisista aineista yhdellä valvontasemalla.

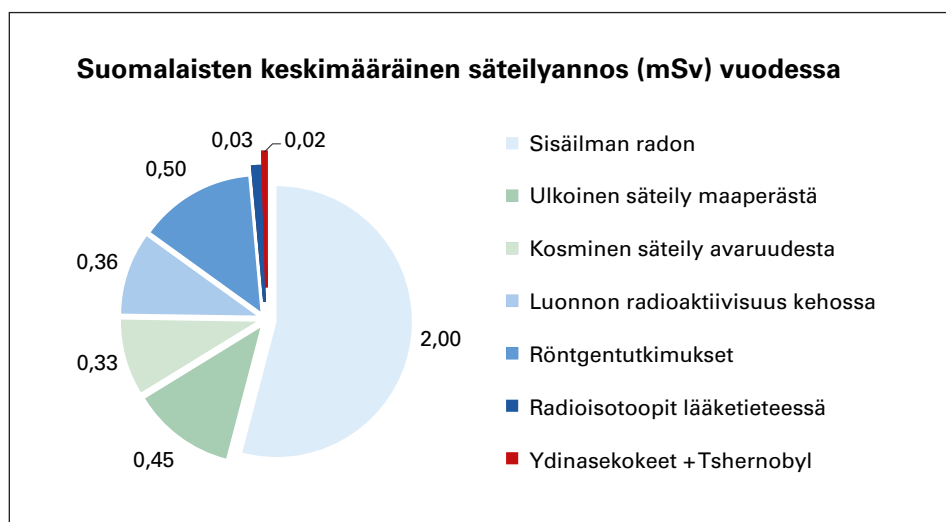
Ympäristön säteilyvalvontaohjelma sisältää ulkoisen annosnopeuden jatkuvan ja automaattisen monitoroinnin, ulkoilman radioaktiivisten aineiden ja kokonaisbeeta-aktiivisuuden monitoroinnin, radioaktiivisen laskeuman, pinta- ja juomaveden, maidon ja elintarvikkeiden radioaktiivisuuden säännöllisen monitoroinnin sekä ihmisen kehossa olevien radioaktiivisten aineiden monitoroinnin. Vuodesta 2002 lähtien on tässä valvontaraportissa esitetty myös yhteenveto Itämeren radioaktiivisuusvalvonnan tuloksista.

Vuoden 2005 tulokset osoittavat, että ympäristössä olevat keinotekoiset radioaktiiviset aineet ovat peräisin vuoden 1986 Tshernobylin onnettomuudesta ja ilmakehässä 1950- ja 1960-luvuilla tehdyistä ydinkokeista. Näiden lisäksi havaittiin

Kotkassa viisi kertaa erittäin pieniä määriä lyhytikäisiä radioisotooppeja ulkoilmassa. Niiden pitoisuudet olivat kuitenkin niin pieniä, ettei niiden esiintymisellä ollut mitään vaikutuksia ihmisten terveydelle.

Suomalaiset saavat eri säteilylähteistä keskimäärin vuoden aikana noin 3,7 millisievertin (mSv) säteilyannoksen. Valtaosa tästä säteilyannoksesta aiheutuu maaperässä olevista luonnon radioaktiivisista aineista ja kosmisesta säteilystä. Ympäristön keinotekoisien radioaktiivisten aineiden aiheuttama säteilyaltistus vuonna 2005 oli merkityksettömän pieni kokonaissäteilyaltistukseen verrattuna. Ympäristössä olevien keinotekoisien radioaktiivisten aineiden arvioidaan aiheuttaneen vuonna 2005 keskimäärin noin 0,02–0,03 mSv:n keskimääräisen säteilyannoksen, eli alle 1 %:n lisäyksen väestön kokonaissäteilyaltistukseen. Kuva 1.1 esittää suomalaisen keskimääräisen säteilyannoksen eri lähteet.

Vuoden 2005 tulokset osoittavat myös, että vuoden aikana ei tapahtunut sellaisia radioaktiivisten aineiden päästöjä ympäristöön, joilla olisi haitta-vaikutuksia ihmisen terveydelle tai ympäristölle.



Kuva 1.1. Suomalainen saa ionisoivasta säteilystä keskimäärin 3,7 millisievertin säteilyannoksen vuodessa. Tässä raportissa esitettävät säteilyaltistuksen lähteet aiheuttavat yhteensä noin 0,7 %:n osuuden koko annoskasta (punainen siivu kuvassa).

1 Sammandrag

Denna rapport är ett nationellt sammandrag av strålningsövervakning av miljön i Finland år 2005. Huvuddelen av resultaten är från Strålsäkerhetscentralen, men i rapporten ingår uppgifter även från Meteorologiska institutet angående total betaaktivitet i uteluft och från en mätstation vid Försvarsmaktens Tekniska Forskningsinstitut angående radioaktiva ämnen i uteluft.

Miljöstråltillsynens program omfattar fortlöpande automatisk monitorering av extern dosrat, monitorering av radioaktiva ämnen och total betaaktivitet i uteluft, regelbunden monitorering av radioaktivt nedfall, radioaktivitet i yt- och dricksvatten, mjölk och livsmedel samt radioaktiva ämnen i människokroppen. Från och med 2002 också ett sammandrag av radioaktivtetsövervakning i Österjön har inbakats i rapporten.

Resultaten för år 2005 visar, att de artificiella radioaktiva ämnena i miljön härrör från olyckan i Tjernobyl år 1986 och från kärnvapenprov i at-

mosfären på 1950- och 1960-talet. Fem gånger har dessutom observerats ytterst små mängder kortlivade radioisotoper i uteluften i Kotka. Dessa radio-nuklider förekom dock i så små halter, att de har inte haft någon inverkan på människors hälsa.

Finländarnas stråldos från olika strålningskällor är årligen i medeltal 3,7 millisievert (mSv). Huvuddelen därav härrör från naturliga radioaktiva ämnen i marken och från den kosmiska strålningen. Artificiella radioaktiva ämnen stod år 2005 för en obetydligt liten del av bestrålningen jämfört med den totalstråldosen. De artificiella ämnena i livsmiljön beräknas ha orsakat i medeltal cirka 0,02–0,03 mSv stråldos år 2005, eller mindre än 1% tillägg till befolkningens totalstråldos. Bild 1.2 visar olika källor av den totala stråldos, som finländarna årligen får.

Resultaten för Finland år 2005 visar också, att under året hände det inga sådana utsläpp av radioaktiva ämnen till miljön som skulle ha haft någon skadeverkan på människors hälsa eller på miljön.

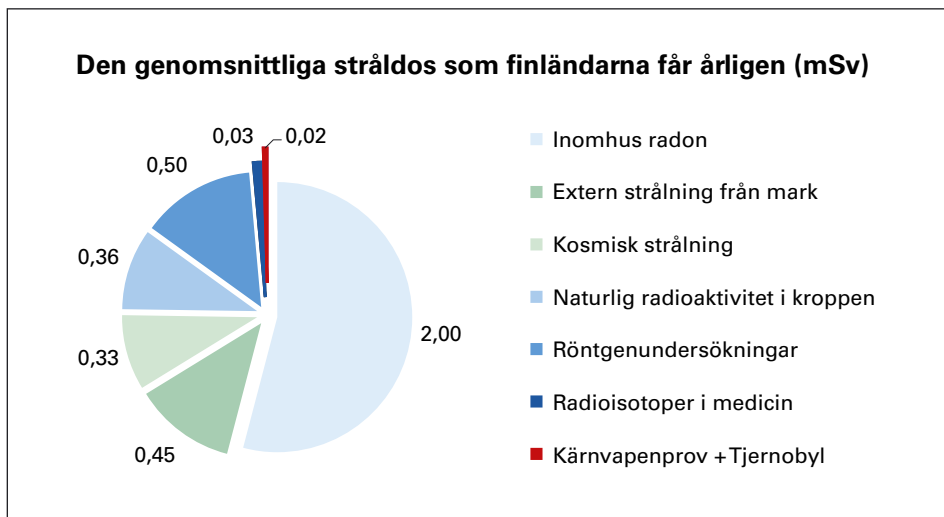


Bild 1.2. En finne får årligen från ioniserande strålning i genomsnitt 3,7 millisievert stråldos. De strålkällor som presenteras i denna rapport orsakar tillsammans ca 0,7% av den totala doskakan (den röda skivan i bilden).

1 Summary

This report is the national summary of the results obtained in surveillance of environmental radioactivity in Finland in 2005. The Finnish Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) has produced most of the results, but also the Finnish Meteorological Institute and the Defence Forces Research Institute of Technology have delivered results to this report, on gross beta activity in outdoor air and on airborne radioactive substances, respectively.

The surveillance programme on environmental radioactivity contains continuous and automated monitoring of external dose rate in air, regular monitoring of radioactive substances and gross beta activity in outdoor air, radioactive substances in deposition, in surface and drinking water, milk, foodstuffs, and in human body. Also a summary of radioactivity surveillance of the Baltic Sea was added in this report since 2002.

The results of 2005 show that artificial radionuclides in the environment originate from the Chernobyl accident in 1986 and from atmospheric nuclear tests performed in 1950's and 1960's. In

addition to these, very small amounts of short-lived artificial radioisotopes in outdoor air were detected five times in Kotka on the south coast of Finland. Their concentrations were, however, so small that their appearance had no impact to human health or the environment.

The average annual dose of Finns, received from different radiation sources, is about 3.7 millisievert (mSv). Majority of this annual dose is caused by natural radionuclides in soil and bedrock, and by the cosmic radiation. The exposure to radiation of artificial radionuclides in the environment in 2005 was insignificant compared with the total annual dose. In 2005, artificial radionuclides in the environment were estimated to cause about 0.02–0.03 mSv radiation dose, or less than 1% increase to the total radiation exposure of the population. Figure 1.3 show contribution of different sources of radiation in the total annual dose.

The results also show that in 2005 there were no such environmental releases of radioactive substances which would have any harmful effects on human health or the environment.

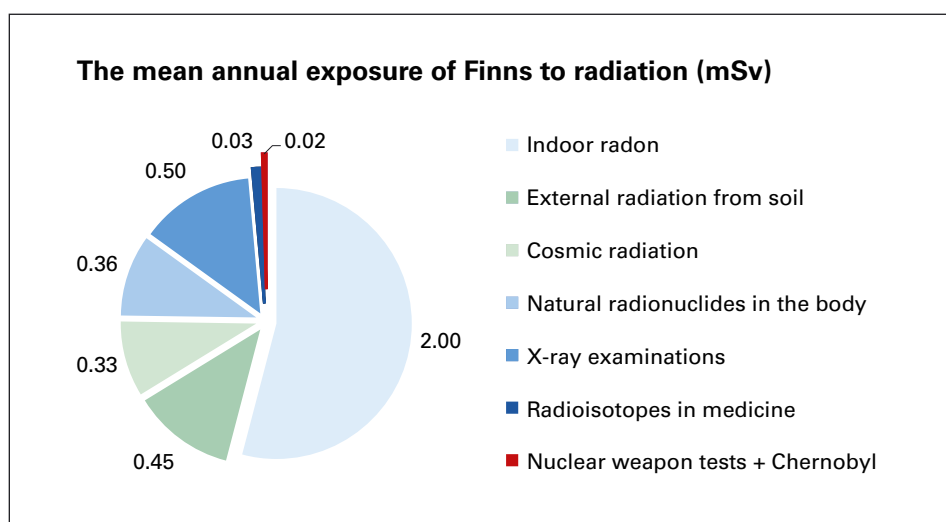


Fig. 1.3. A Finn gets annually about 3.7 millisievert dose from ionising radiation. The sources of radiation presented in this report cause in total about 0.7% of the total dose (the red slice in the figure).

2 Ulkoinen säteily

Suomessa ulkoisen säteilyn annosnopeutta valvotaan reaaliaikaisella ja kattavalla mittausasemaverkolla. STUKin ja paikallisten pelastusviranomaisten ylläpitämään automaattiseen valvontaverkkoon kuuluu noin 290 GM-antureilla varustettua mittausasemaa (kuva 2.1). Myös Ilmatieteen laitos ja Puolustusvoimat seuraavat ulkoisen säteilyn annosnopeutta omilla havaintoasemillaan. Lisäksi kunnilla on valmiudet ulkoisen säteilyn manuaaliseen valvontaan. Kuvassa 2.2 on esimerkki valvonta-aseman säteilyanturista.

Tulosten keruu

STUKin automaattisen valvontaverkon tuottamat mittaustulokset kerätään normaalisti kerran vuorokaudessa ja talletetaan säteilyvalvonnan tietojärjestelmään USVAan. Sen keskuslaitteisto sijaitsee STUKin tiloissa, ja tietoliikenne keskuslaitteiston ja mittausasemien välillä tapahtuu pääasiassa yleisen puhelinverkon kautta.

Hälytysten käsittely

Mikäli jollakin verkon asemalla säteilytaso ylittää hälytysrajan ($0,4 \text{ mikroSv h}^{-1}$), asema välittää hälytysviestin sekä USVAan että Helsingin hätäkeskukseen. Samalla käynnistyy automaattinen mittausasemien luku noin 100 km:n säteellä hälyttäneen aseman ympäristössä. Myös hälytyksen syyn selvittäminen alkaa välittömästi.

Säteilyannos

Suomessa ulkoisen säteilyn tausta-annosnopeus vaihtelee välillä $0,04\text{--}0,3 \text{ mikroSv h}^{-1}$ maaperästä,

vuodenajasta ja säätilasta riippuen. Vuoden 2005 aikana valvonnassa ei havaittu poikkeamia taustasäteilystä. Maaperässä olevista keinotekoisista radioaktiivisista aineista (lähinnä Tshernobyl-laskeumasta) aiheutui suomalaisille vuonna 2005 keskimäärin $0,017 \text{ milliSv:n}$ suuruinen ulkoisen säteilyn annos. Tämä on vain noin $1/25$ maaperän ja rakennusmateriaalien sisältämien luonnon radioaktiivisten aineiden aiheuttamasta keskimääräisestä ulkoisen säteilyn vuosiannoksesta.

Tulosten välittäminen eteenpäin

STUK toimitti vuonna 2005 päivittäin noin 260 mittausaseman yhden tunnin annosnopeustiedot julkisille [www-sivuilleen \(www.stuk.fi\)](http://www.stuk.fi). Kahdeksan aseman koko vuoden mittaustulokset on esitetty kuvassa 2.3.

STUK toimittaa päivittäin ulkoisen säteilyn mittaustuloksia myös Euroopan komissiolle sekä ylläpitää palvelinta, josta erikseen sovitut ulkopuoliset käyttäjät (mm. Itämeren maiden neuvoston jäsenvaltiot, ks. kuva 2.4) voivat halutessaan hakea Suomen säteilytietoja.

Yhteistyökumppanit

STUKin keskeiset yhteistyökumppanit valtakunnallisessa ulkoisen säteilyn valvonnassa ovat Hätäkeskuslaitos, paikalliset pelastusviranomaiset, Sisäasiainministeriö, Puolustusvoimat ja Ilmatieteen laitos.

Yhteyshenkilö: Juhani Lahtinen, Säteilyturvakeskus (juhani.lahtinen@stuk.fi)

2 Extern strålning

Den externa strålningsraten i Finland övervakas i realtid med ett heltäckande nät för övervakning av strålning. I Strålsäkerhetscentralens och de lokala räddningstjänstmyndigheternas automatiska övervakningsnät ingår ca 290 mätstationer som försetts med GM-detektorer (bild 2.1). Även Meteorologiska institutet och Försvarsmakten följer med den externa strålningsraten med sina egna mätstationer. Dessutom finns det beredskap i kommunerna att manuellt övervaka extern strålning. Ett exempel av en detektor vid en mätstation visas i bild 2.2.

Registrering av mätvärdena

Mätvärdena från Strålsäkerhetscentralens automatiska övervakningsnät registreras normalt en gång i dygnet och deponeras i stråltillsynens datasystem USVA. Dess centraldator finns på Strålsäkerhetscentralen och datatrafiken mellan centraldatorn och mätstationerna sker i huvudsak via det vanliga telefonnätet.

Hantering av alarm

Om strålningsnivån på någon mätstation i nätet överstiger larmgränsen 0,4 mikroSv h⁻¹, så sänder stationen ett alarmmeddelande till både USVA och Helsingforsregionens nödcentral. Samtidigt startar en automatisk avläsning av mätstationerna inom ca 100 km radie från den alarmerande stationen. Utredningen av orsaken till alarmet inleds även omedelbart.

Stråldos

I Finland varierar den extern strålningens bakgrundsdosrat inom intervallet 0,04–0,3 mikroSv h⁻¹

beroende på jordmån, årstid eller väderlek. Inga avvikelser från bakgrunds-nivån observerades i den externa strålningen under år 2005.

Den största delen av stråldosen från extern strålning förorsakas av naturlig radioaktivitet i jordmånen och den kosmiska strålningen. Artificiella radionuklider i jordmånen orsakade år 2005 i medeltal 0,017 milliSv stråldos till finlän-darna. Detta är ca 1/25 av den årliga externa dos, som naturliga radionuklider i jordmån och bygg-nadsmaterial orsakar.

Förmedling av mätvärdena

Under år 2005 visade Strålsäkerhetscentralen dagligen vissa en timmes mätvärden från ca 260 mätstationer på sina offentliga www-sidor (*www.stuk.fi*). Alla mätvärdena från åtta stationer finns i bild 2.3.

Strålsäkerhetscentralen sänder även dagligen mätvärden för den externa strålningen till Europakommissionen samt upprätthåller en server, där vissa andra parter (såsom medlemsländer i Östersjörådet, se bild 2.4) vid behov kan avläsa uppgifter om strålningen i Finland.

Samarbetspartner

Strålsäkerhetscentralens viktiga partner inom övervakningen av extern strålning är Nödcentralsverket och lokala räddningstjänstmyndigheter, Inrikesministeriet, Försvarsmakten och Meteorologiska institutet.

Kontaktperson: Juhani Lahtinen, Strålsäkerhetscentralen (*juhani.lahtinen@stuk.fi*)

2 External radiation

Finland has an automatic nation-wide monitoring network for external dose rate, which consists of some 290 stations equipped with GM tubes (Fig. 2.1). The maintenance and development of the network are carried out by STUK in close co-operation with local emergency authorities. In addition, the Finnish Meteorological Institute and the Defence Forces have their own monitoring stations, and the municipalities maintain readiness for performing manual radiation measurements in the case of an emergency. An example of a radiation detector is shown Figure 2.2.

Data collection

In normal conditions the monitoring results from the automatic network are collected once a day and stored in the data management system (USVA) of radiation surveillance. The central hardware of the USVA system is located in the facilities of STUK, and the data communication between the central equipment and monitoring stations is based mainly on the use of the public telephone network.

Handling of alarms

If the dose rate at any monitoring station exceeds a preset alarm level of 0.4 microSv h⁻¹ the station in question automatically sends alarm messages both to the USVA system and to the regional emergency response centre of Helsinki area. USVA then forwards the message to the GSM phones of radiation officers on duty and initiates a special procedure in order to gather the latest measurement data from the stations situated within a distance of about 100 kilometres from the station raising the alarm. Activities aiming at discovering the cause of the alarm will also be commenced as soon as possible after the alarm is given.

Radiation dose

The background dose rate in Finland varies from 0.04 to 0.3 microSv h⁻¹ depending on the soil type, season and weather conditions. During the year 2005 no radiation levels higher than normal background radiation were observed.

The major part of the radiation dose from external radiation is caused by natural radioactivity in the soil and by cosmic radiation. In 2005 artificial radionuclides in the soil were estimated to cause an average dose of 0.017 milliSv per capita in Finland. This is about one twenty-fifth of the annual external dose due to natural radioactivity in the soil and in construction materials.

Delivering of data

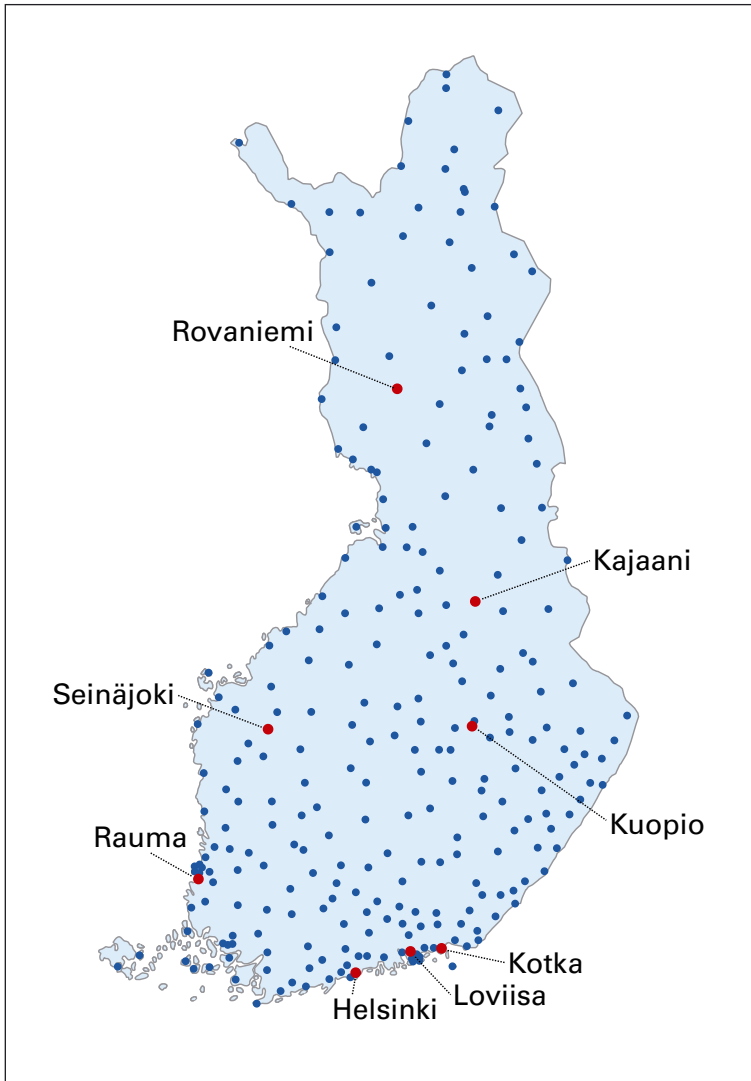
In 2005 one-specific-hour monitoring data from ca 260 stations were daily available on the public home pages of STUK (www.stuk.fi). The whole-year data from eight of the stations are shown in Fig. 2.3.

STUK sends dose rate data to the European Commission once a day and maintains a server that can be accessed by authorised other parties (like the member countries of the Council of the Baltic Sea States, see Fig. 2.4) whenever they are interested in the Finnish radiation data.

National co-operation partners

The most important co-operation partners of STUK within the monitoring of external radiation are the Emergency Response Centre Administration and local emergency response centres, Ministry of the Interior, Defence Forces and Finnish Meteorological Institute.

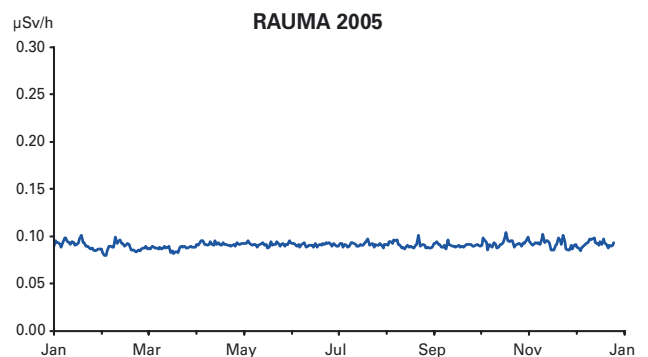
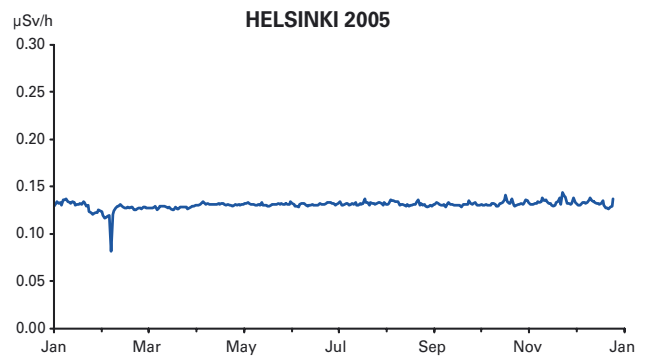
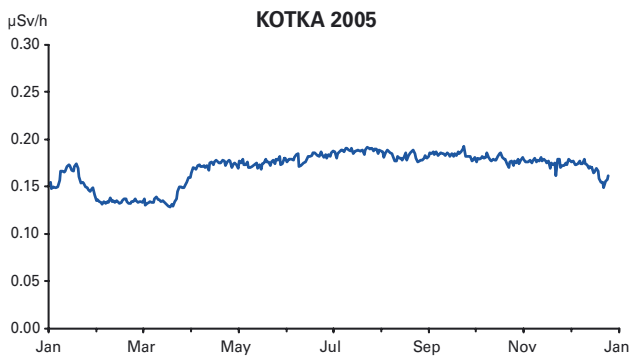
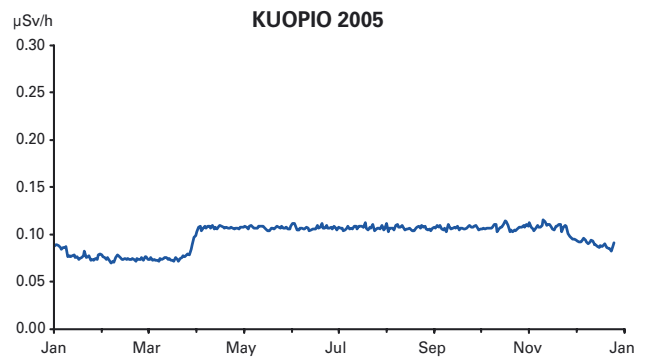
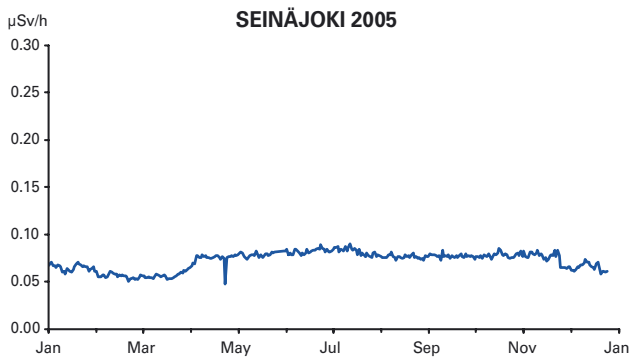
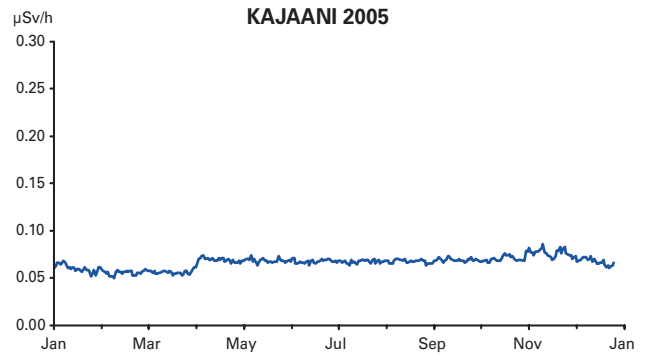
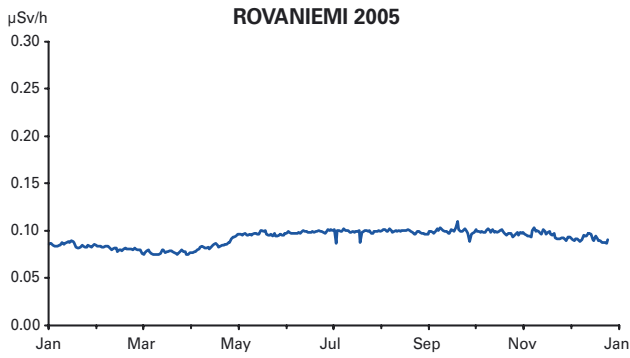
Contact person: Juhani Lahtinen, Radiation and Nuclear Safety Authority (juhani.lahtinen@stuk.fi)



Kuva 2.1. Ulkoisen säteilyn valvontaverkon automaattiset mittausasemat. Kuvassa nimettyjen asemien mittaustulokset on esitetty kuvassa 2.3.
Bild 2.1. Automatiska mätstationer i nätet för extern strålning. På bilden namnges de mätstationer, vars mätvärden finns i bild 2.3.
Fig. 2.1. Automatic dose rate monitoring stations. The names refer to stations whose results are shown in Fig. 2.3.



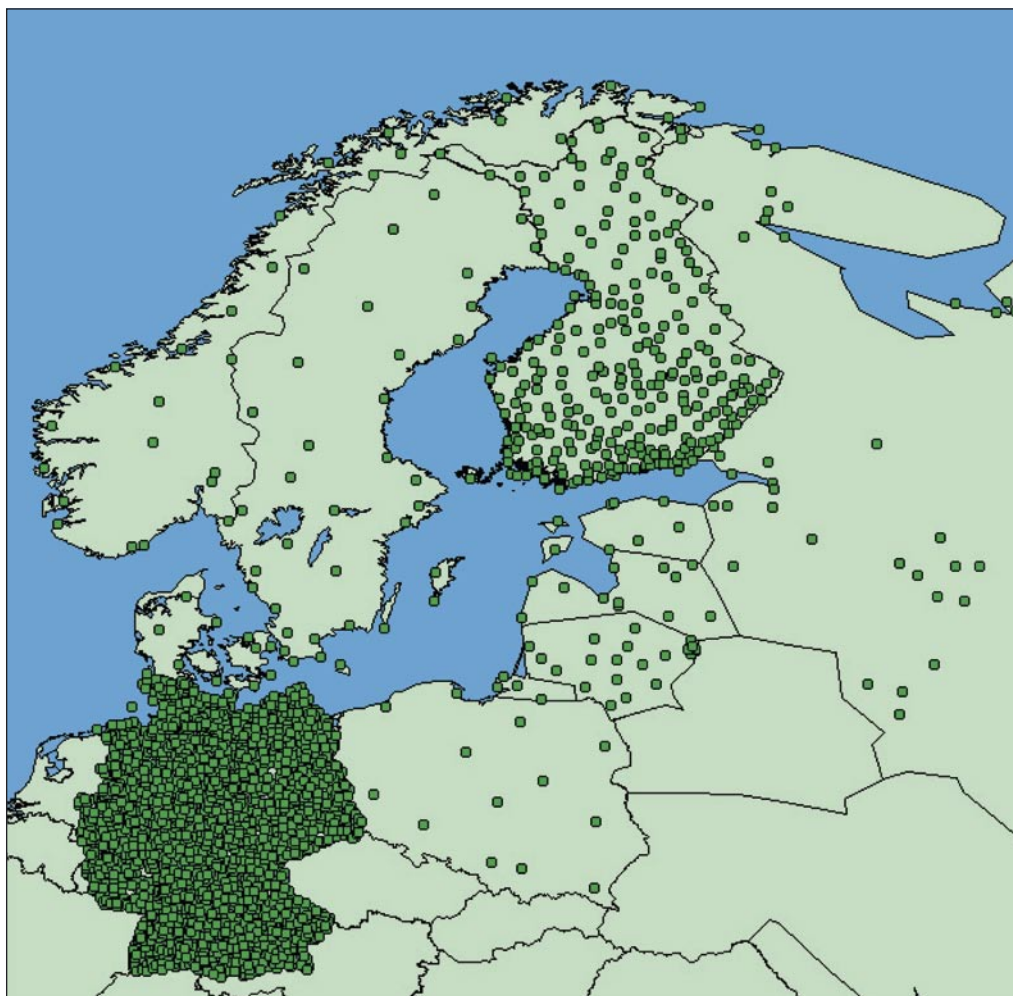
Kuva 2.2. Ulkoisen säteilyn valvonta-aseman mitausanturi (1652 Forssa).
Bild 2.2. Detektor vid en mätstation för extern strålning (1652 Forssa).
Fig. 2.2. Detector of an automatic dose rate monitoring station (1652 Forssa).



Kuva 2.3. Ulkoisen säteilyn annosnopeus kahdeksalla mittausasemalla vuonna 2005.

Bild 2.3. Externa dosrater vid åtta mätstationer år 2005.

Fig. 2.3. Observed radiation levels at eight monitoring stations in 2005.



Kuva 2.4. Itämeren maiden neuvostoon kuuluvien valtioiden ulkoisen säteilyn valvontaverkkojen automaattiset mittausasemat. Huom! Islanti ei näy kuvassa lainkaan ja Venäjän alueen asemista kartalla on esitetty vain läntisimmät.

Bild 2.4. Automatiska mätstationer i näten för extern strålning av medlemsländer i Östersjörådet. Observera att Island fattas på kartan och att bara de västligaste ryska mätstationer visas på bilden.

Fig. 2.4. Automatic dose rate monitoring stations of the member countries of the Council of the Baltic Sea States. Note that Iceland is not shown on the map at all and only the westernmost Russian stations are displayed.

3 Ulkoilman radioaktiiviset aineet

STUK valvoo pintailman radioaktiivisten aineiden pitoisuutta kahdeksalla ja Puolustusvoimat yhdellä paikkakunnalla eri puolilla Suomea (kuva 3.1). Molempien ydinvoimalaitosten ympäristössä – Loviisassa ja Olkiluodossa – on neljä voimayhtiöiden valvonta-asemaa. Yhteenveto voimalaitosten ympäristön säteilyvalvonnasta julkaistaan raporttisarjassa STUK-B-YTO.

Näytteiden keräys

Ulkoilman sisältämiä radioaktiivisia aineita valvotaan pumppaamalla suuri määrä ilmaa suodatimen läpi, johon ilmassa olevat radioaktiiviset aineet jäävät (kuva 3.2). Lasikuitusuodatin kerää radioaktiivisia aineita sisältävät hiukkaset. Aktiivihiihluodatin puolestaan pidättää kaasumaisia aineita kuten radioaktiivista jodia. Näytteet kerätään tehtävää varten suunnitelluilla kerääjillä. Helsingissä STUKin toimipisteessä sijaitseva laitteisto kerää, käsittelee ja analysoi näytteen sekä raportoi tulokset automaattisesti.

Näytteiden käsittely ja mittaus

Tarkkojen laboratoriossa tehtävien analyysien avulla suodattimista voidaan havaita hyvin pienet määrät radioaktiivisia aineita. Laboratoriossa lasikuitusuodatin mitataan gammaspektrometrillä. Radioaktiivisten aineiden havaitsemisraja ($\mu\text{Bq m}^{-3}$) on nuklidikohtainen ja riippuu mm. suodatetusta ilmamäärästä, näytteen sisältämisestä muista radio-

aktiivisista aineista, näytteen iästä, mittaussajasta, ilmaisimen havaitsemistehokkuudesta ja taustasuojasta (taulukko 3.1). Havaitsemisrajat ovat tyypillisesti alle miljardisosia siihen pitoisuuteen nähden, joka aiheuttaisi väestön suojaustoimenpiteitä. Gammaspektrometrinen analyysimenetelmä on akkreditoitu (FINAS T167).

Tulokset

Kuvassa 3.3 on esitetty ^{137}Cs -pitoisuuden viikko-keskiarvo havaintoasemittain. Kuva 3.4 puolestaan esittää Helsingin seudun ^{137}Cs -pitoisuuden vuorokausiarvot vuonna 2005. Kuvassa 3.5 ovat ^{137}Cs -pitoisuuden pitkän aikavälin tulokset Helsingin seudulla.

Pieniä määriä muita kuin Tshernobyl-onnettomuudesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin viisi kertaa vuoden aikana. Havainnot on esitetty taulukossa 3.2. Vastaavanlaisia normaalista poikkeavia havaintoja tehdään yleensä toistakymmentä kertaa vuodessa ja aineiden varmaa alkuperää on usein vaikea osoittaa. Radioaktiivisten aineiden määrät olivat kuitenkin niin pieniä, ettei niistä aiheudu terveyshaittoja. Vuonna 2005 suomalaiset saivat ulkoilman keino-tekaisista radioaktiivisista aineista keskimäärin noin 0,0000001 mSv:n säteilyannoksen.

Yhteyshenkilö: Teemu Siiskonen, Säteilyturvakeskus (teemu.siiskonen@stuk.fi)

3 Radioaktiva ämnen i uteluft

Strålsäkerhetscentralen övervakar halten av luftburna radioaktiva ämnen nära jordytan på åtta orter och Försvarmakten på en ort i Finland (bild 3.1). Nära kärnkraftverken i Lovisa och Olkiluoto har kraftbolagen fyra mätstationer, och deras resultat rapporteras på Strålsäkerhetscentralens rapportserie STUK-B-YTO.

Insamling av prov

Radioaktiva ämnen i uteluften övervakas genom att stora mängder luft pumpas genom ett filter, varvid de radioaktiva ämnena fastnar i filtret (bild 3.2). Ett glasfiberfilter fångar partiklar som kan innehålla radioaktiva partiklar, och ett filter av aktivt kol fångar gasformiga ämnen och t.ex. radioaktivt jod. Proven insamlas med en apparat som enkom planerats för detta ändamål. En utrustning på Strålsäkerhetscentralen i Helsingfors insamlar provet, hanterar och analyserar det samt rapporterar mätresultaten automatiskt.

Hantering och mätning av proven

Med hjälp av noggranna analyser i laboratorier kan ytterst små mängder radioaktiva ämnen som fastnat i filtren observeras. I laboratoriet glasfiberfiltren placeras i en plastburk och mäts med en gammasppektrometer. Observationsgränsen uttrycks i $\mu\text{Bq m}^{-3}$ och beror bl.a. på vilken nuklid det gäller, hur stor mängd luft som passerat fil-

tret, andra radioaktiva ämnen i provet, provets ålder, mättiden, detektorns känslighet samt skyddet mot bakgrundsstrålning (tabell 3.1). Observationsgränserna är i allmänhet under en miljarddel av den koncentrationsnivå som skulle föranleda åtgärder för att skydda befolkningen. Den gammasppektrometriska analysmetoden has akkrediterats av FINAS (FINAS T167).

Mätresultat

Bild 3.3 visar ^{137}Cs -koncentrationernas veckomedeltal på mätstationer under år 2005. Bild 3.4 visar dagliga ^{137}Cs -koncentrationer i Helsingfors år 2005 och bild 3.5 visar ^{137}Cs -koncentrationer på en längre tidsintervall i Helsingfors regionen.

Ytterst små mängder radioaktiva ämnen, som inte härrör från Tjernobyl olyckan, observerades fem gånger år 2005 (tabell 3.2). I allmänhet görs årligen ett tiotal motsvarande observationer som avviker från det normala och det är ofta svårt att fastställa varifrån ämnena kommit. Mängderna av radioaktiva ämnen var dock så små, att de inte utgorde en hälsorisk. År 2005 fick finländarna i medeltal ca. 0,0000001 mSv stråldos från artificiella radioaktiva ämnen i luften.

Kontaktperson: Teemu Siiskonen, Strålsäkerhetscentralen (teemu.siiskonen@stuk.fi)

3 Airborne radioactive substances

STUK operates eight sampling stations for nationwide monitoring of airborne radioactive substances. The Defence Forces has one station (Fig. 3.1). In addition, four samplers are located around each of the nuclear power plants in Loviisa and Olkiluoto. Their results are reported elsewhere.

Sampling

Sampling is performed using a specially designed sampler which filtrates large amounts of air (Fig. 3.2). Airborne radioactive particles are deposited on glassfibre filters whereas charcoal filters are used for gaseous species such as iodine. The samplers are manually operated but the one located in the headquarters of STUK, Helsinki, is fully automated: it filtrates radioactive substances from the air, monitors the dose rate above the filter in real time, changes the filter, prepares the filter for on-site high-resolution gamma-ray analysis and reports the data on [www-pages](#).

Pre-treatment and analysis

Small quantities of radioactive material may be detected in the samples using sophisticated laboratory analyses. In the laboratory the glass-fibre filters are substituted into plastic beakers and analysed with a high-resolution gamma-ray spectrometer. Nuclide-specific minimum detectable concentration ($\mu\text{Bq m}^{-3}$) depends on filtered air volume, the activity of other radionuclides in the

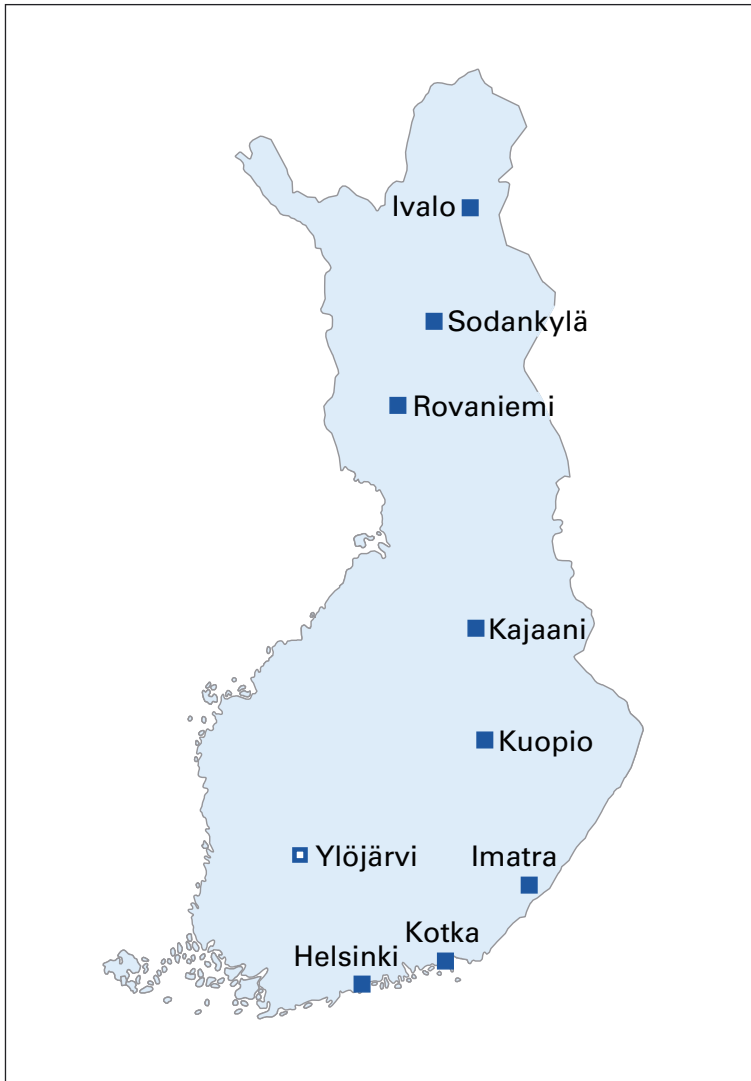
sample, the measuring time and decay time before the measurement, detection efficiency and the background shield (Table 3.1). Detection limits are typically a billion times smaller than the concentrations that may lead to protective action being taken. The used gamma-spectrometric method is accredited by FINAS (FINAS T167).

Results

Weekly averages of ^{137}Cs concentrations in outdoor air at the monitoring stations are shown in Figure 3.3. Figure 3.4 presents the daily ^{137}Cs concentrations in Helsinki and Figure 3.5 shows the long-time trend of ^{137}Cs concentration in the Helsinki area.

Very small quantities of radioactive substances, not originated from the Chernobyl accident, were detected in outdoor air five times in 2005 (Table 3.2). This is a typical number of such anomalous observations in a year. The concentrations of these radionuclides were, however, so small that they had no implications for health. Often the origin of these anomalous radionuclides is difficult to identify. Airborne artificial radioactive substances were estimated to cause a radiation dose of about 0,0000001 mSv per capita in Finland in 2005.

Contact person: Teemu Siiskonen, Radiation and Nuclear Safety Authority (teemu.siiskonen@stuk.fi)



Kuva 3.1. Ulkoilman ja laskeuman sisältämien radioaktiivisten aineiden monitorointiasemat. Puolustusvoimat ylläpitää Ylöjärven asemaa ja analysoi hiukkaskeräjästä näytteet. STUK ylläpitää muita asemia ja analysoi niiden näytteet.

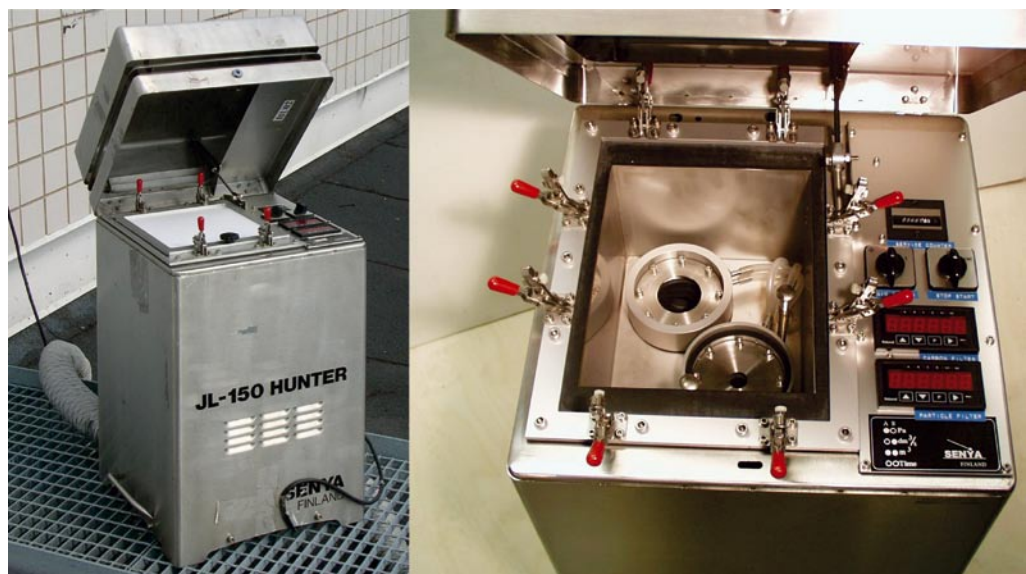
Bild 3.1. Mätstationer för radioaktiva ämnen i uteluft och nedfall. Försvarsmakten har en station i Ylöjärvi och analyserar luftproven. Strålsäkerhetscentralen upprätthåller de övriga stationerna och analyserar proven från dem.

Fig. 3.1. Sampling locations for airborne radioactive substances and deposition. The Defence Forces operates the station at Ylöjärvi.

Kuva 3.2. Hunter ilman aerosolien kerääjä.

Bild 3.2. Hunter samlaren som insamlar luftburen aerosoler.

Fig. 3.2. Hunter air sampler.



Taulukko 3.1. Hiukkaskerääjien virtausnopeudet, näyteenvaihtotiheydet, eräiden radionuklidien tyypilliset havaitsemisrajat sekä beryllium-7 (^7Be) pitoisuuden tyypilliset vaihteluvälit. ^7Be on luonnon radionuklidi, jota syntyy ilmakehässä kosmisen säteilyn ja ilmakehän atomien välisissä reaktioissa.

Tabell 3.1. Luftflödet genom filtret, provtagningsfrekvenserna, typiska observationsgränser för några radionuklider, samt typiska halter av beryllium-7 (^7Be). ^7Be är en naturlig radionuklid som skapas i reaktioner mellan kosmisk strålning och atomer i atmosfären.

Table 3.1. Flow rates of the air samplers, the sampling frequencies, typical detection limits for some radionuclides, and typical concentrations of Beryllium-7 (^7Be) in outdoor air. ^7Be is a natural radionuclide which originates as a result of nuclear reactions between the cosmic radiation and atoms of the atmosphere.

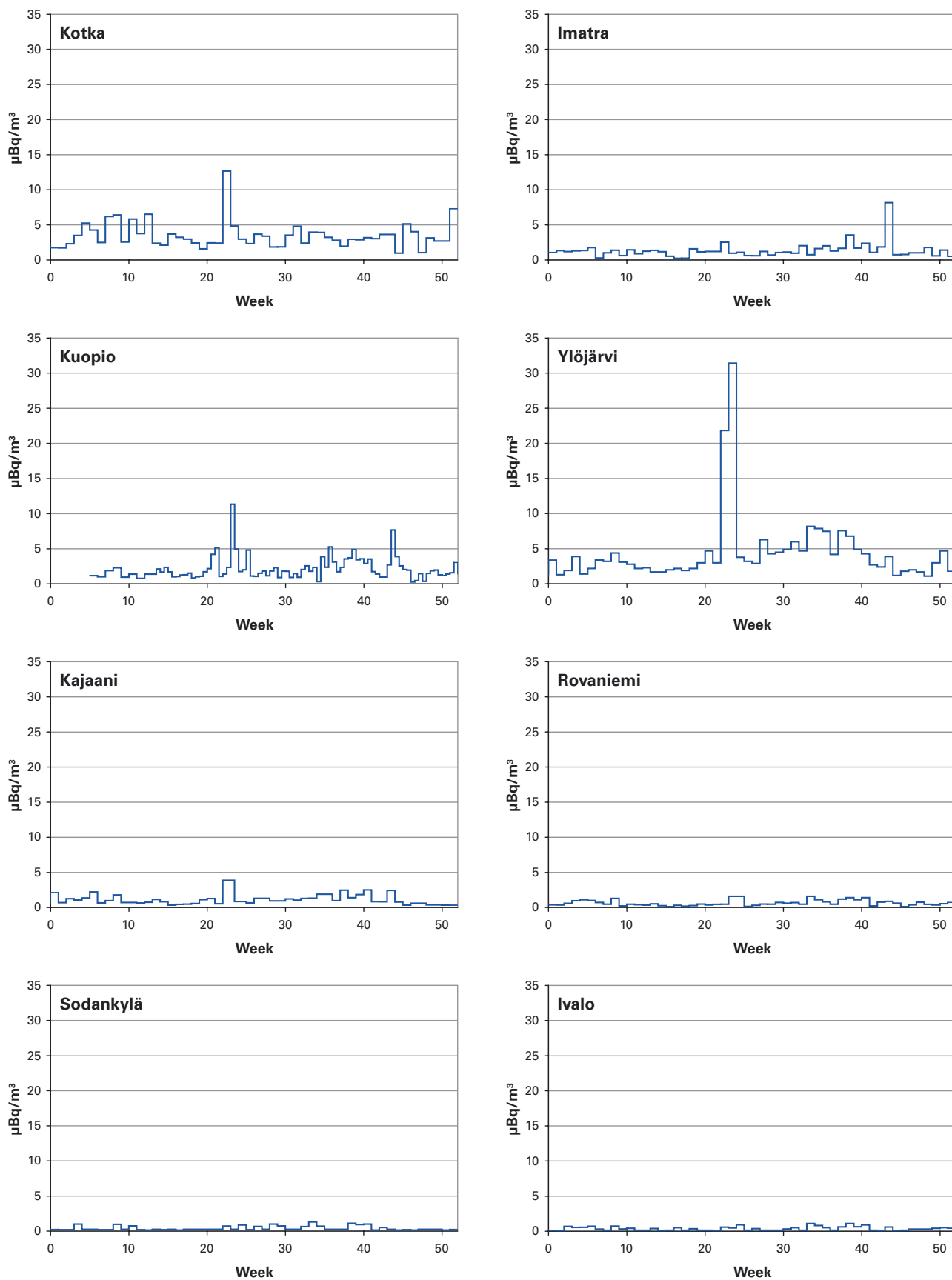
Site	Flow rate ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$)	Sampling frequency (wk^{-1})	Typical detection limit ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)			Detected ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) ^7Be
			^{134}Cs	^{137}Cs	^{131}I	
Helsinki	550	7	1.2	1.2	1.4	400–8000
Kotka	900	1	0.1	0.2	0.4	700–6000
Imatra	150	2	0.4	0.4	0.7	500–5000
Ylöjärvi	150	2	0.3	0.3	0.5	500–6000
Kuopio	150	2	0.3	0.4	0.8	400–8000
Kajaani	900	1	0.2	0.1	0.4	600–8000
Rovaniemi	900	1	0.2	0.2	0.6	600–5000
Sodankylä	150	2	0.5	0.5	1.4	600–4000
Ivalo	150	2	0.3	0.3	0.6	600–4000

Taulukko 3.2. Hiukkaskeräysasemilla tehdyt muiden kuin Tshernobylin onnettomuudesta peräisin olevien keinotekkoisten radioaktiivisten aineiden havainnot vuonna 2005.

Tabell 3.2. Observationer av de artificiella radionukliderna som inte härstammar från Tjernobyl olyckan i uteluften år 2005.

Table 3.2. Observations of artificial radionuclides other than those from the Chernobyl accident in outdoor air in 2005.

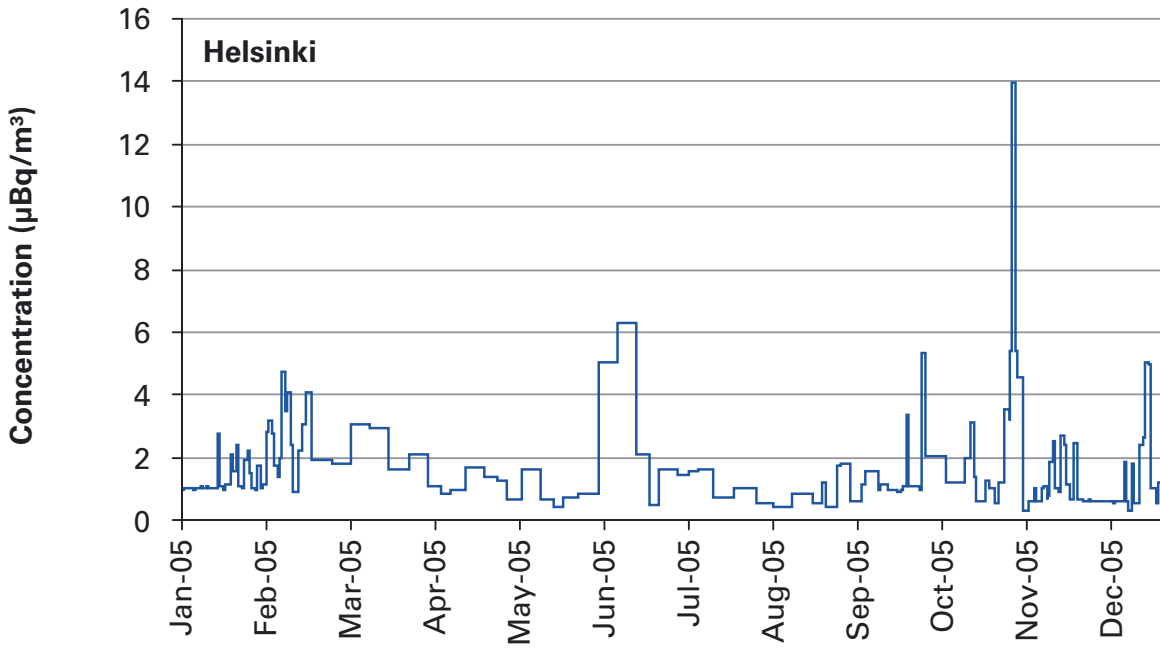
Sampling period	Site	Nuclide	Average concentration (one sigma uncertainty) $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
3.1.–17.1.2005	Kotka	^{131}I	0.2 (35%)
16.5.–23.5.2005	Kotka	^{60}Co	0.26 (12%)
22.8.–29.8.2005	Kotka	^{58}Co	0.25 (13%)
22.8.–29.8.2005	Kotka	^{124}Sb or ^{124}I	1.6 (14%) 2.2 (7%)
10.10.–17.10.2005	Kotka	^{131}I	0.32 (26%)



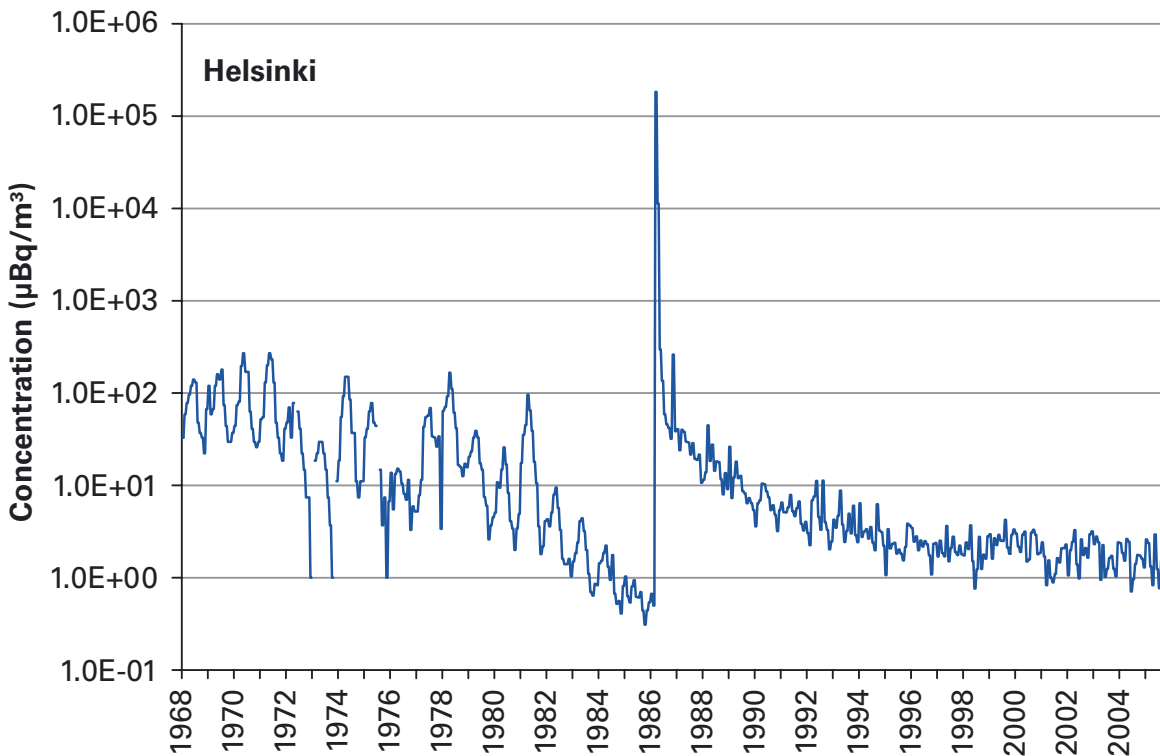
Kuva 3.3. ^{137}Cs -pitoisuuksien viikkokeskiarvot ulkoilmassa eri valvonta-aseilla vuonna 2005.

Bild 3.3. Veckomedeltal av ^{137}Cs -koncentrationer i uteluften på olika mätstationer år 2005.

Fig. 3.3. Weekly averages of airborne ^{137}Cs concentrations at different monitoring stations in 2005.



Kuva 3.4. Ilman ¹³⁷Cs-pitoisuuden vuorokausikeskiarvot Helsingissä vuonna 2005.
Bild 3.4. Dagliga medelvärden av ¹³⁷Cs-koncentration i uteluft i Helsingfors år 2005.
Fig. 3.4. Daily averages of airborne concentration of ¹³⁷Cs in Helsinki in 2005.



Kuva 3.5. Ilman ¹³⁷Cs-pitoisuus Helsingin seudulla vuosina 1968–2005. Ennen Tshernobylin onnettomuutta (v. 1986) esiintyvä ¹³⁷Cs on peräisin ilmakehässä tehdyistä ydinasekokeista. Tälle laskeumalle on tyypillistä kuvassa näkyvä vuodenaikaisvaihtelu.
Bild 3.5. Luftburen ¹³⁷Cs-koncentrationer i Helsingfors regionen åren 1968–2005. Före Tjernobyl olyckan år 1986, ¹³⁷Cs härstamade från kärnvapenprov i atmosfären. Årstidsvariationerna som framgår av bilden är typiska för detta gamla nedfallet.
Fig. 3.5. Airborne concentrations of ¹³⁷Cs in Helsinki in 1968–2005. Before the Chernobyl accident in 1986, ¹³⁷Cs originated from atmospheric nuclear weapon tests. The regular seasonal fluctuation seen in the figure was typical for this old deposition.

4 Ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuus

Ilmatieteen laitos on seurannut pintailman kokonaisbeeta-aktiivisuutta vuodesta 1959. Vuonna 2005 toiminnassa oli 10 viikkonäytteitä keräävää asemaa (kuva 4.1).

Näytteiden keräys

Näytteet kerätään imemällä ulkoilmaa suodattimen läpi. Suodattimet vaihdetaan maanantiaamuisin kello 8 Suomen talviaikaa. Keräinlaitteistossa käytetään kahta suorakaiteen muotoista paperitai lasikuitusuodatinta, joiden koko on 120 mm × 140 mm. Viikossa suodatettu ilmamäärä paperisuodattimilla on noin 800 m³ ja lasikuitusuodattimilla noin 4 000 m³.

Näytteiden mittaus

Aerosolinäytteiden kokonaisbeeta-aktiivisuus mitataan noin viisi päivää keräyksen lopettamisen jälkeen, jolloin ²²²Rn:n lyhytikäiset tytärnuklidit ovat hajonneet ²¹⁰Pb:ksi ja ²²⁰Rn:n tytärnuklidit pysyväksi ²⁰⁸Pb:ksi. Näin ollen mitattu kokonaisbeeta-aktiivisuus koostuu ²¹⁰Pb:stä sekä mahdol-

lisista keinotekoisista radioaktiivisista aineista. Mittaukset tehdään automaattisella alfa/beeta-analysaattorilla, jossa ilmaisimina käytetään verrannollisuuslaskureita.

Tulokset

Kuvassa 4.2 on esitetty ulkoilman pitkäikäisen beeta-aktiivisuuden viikottaiset pitoisuudet 10 seuranta-asemalla vuonna 2005. Käyrät kuvaavat lähinnä ²¹⁰Pb:n pitoisuutta pintailmassa. Koska ilmakehän ²¹⁰Pb on peräisin maaperästä ilmakehään siirtyneestä ²²²Rn:sta, riippuu ²¹⁰Pb:n pitoisuus suursäätilanteesta eli ilmamassojen stabiilisuudesta ja alkuperästä. Korkeimmat pitoisuudet ovat mantereellisissa ilmamassoissa ja pienimmät merellisissä ja arktisissa ilmamassoissa. Vuoden 2005 aikana ei seurantaohjelman puitteissa havaittu poikkeuksellista kokonaisbeeta-aktiivisuutta ilmassa.

Yhteyshenkilö: Jussi Paatero, Ilmatieteen laitos (jussi.paatero@fmi.fi)

4 Total betaaktivitet i uteluft

Meteorologiska institutet har mätt total betaaktivitet i luft nära markytan sedan år 1959. På 10 stationer samlades aerosolprov varje vecka under året 2005 (bild 4.1).

Provtagning

Proven tas genom att luften sugas genom filter. Filtren byts varje måndag klockan 8 enligt finländsk vintertid. I apparaten används två rektangelformiga filter, som består av papper eller glasfiber och som har dimensionen 120 × 140 mm. Luftmängden är ca 800 m³ i veckan genom pappersfiltret och ca 4 000 m³ i veckan genom glasfiberfiltret.

Mätning av proven

Aerosolprovets totala betaaktivitet mäts ca fem dagar efter det proven har tagits, varvid de kortlivade dotternukliderna till ²²²Rn har blivit ²¹⁰Pb och dotternukliderna till ²²⁰Rn har blivit stabilt ²⁰⁸Pb. Den

uppmätta totala betaaktiviteten består sålunda av ²¹⁰Pb och eventuell konstgjorda radioaktiva ämnen. Mätningarna utförs med en automatisk alfa/beta-analysator med proportionalitetsräknare.

Mätresultat

I bild 4.2 visas koncentrationer av långlivad betaaktivitet på tio bevakningsstationer under året 2005. Kurvorna visar närmast halten av ²¹⁰Pb i luften nära marken. Eftersom atmosfärens ²¹⁰Pb kommer från ²²²Rn i marken, varierar halten av ²¹⁰Pb i takt med väderläget i stort, det vill säga luftmassornas stabilitet och ursprung. De högsta halterna finns i kontinentala luftmassor och de minsta i luft som rört sig ovanför hav eller arktiska områden. Någon exceptionellt hög betaaktivitet kunde inte observeras under året 2005.

Kontaktperson: Jussi Paatero, Meteorologiska institutet (jussi.paatero@fmi.fi)

4 Gross beta activity of ground-level air

The Finnish Meteorological Institute (FMI) has monitored gross beta activity of aerosol particles since 1959. Weekly aerosol samples were collected at 10 stations in 2005, using filter sampling (Figure 4.1).

Sample collection

Filters of the samplers operating on a weekly cycle are changed every Monday at 06 UTC. The sampling equipment uses two rectangular paper or glass fibre filters with a filtering area of 120 mm × 140 mm. The weekly air volumes are 800 m³ and 4 000 m³ for paper and glass fibre filters, respectively.

Measurements

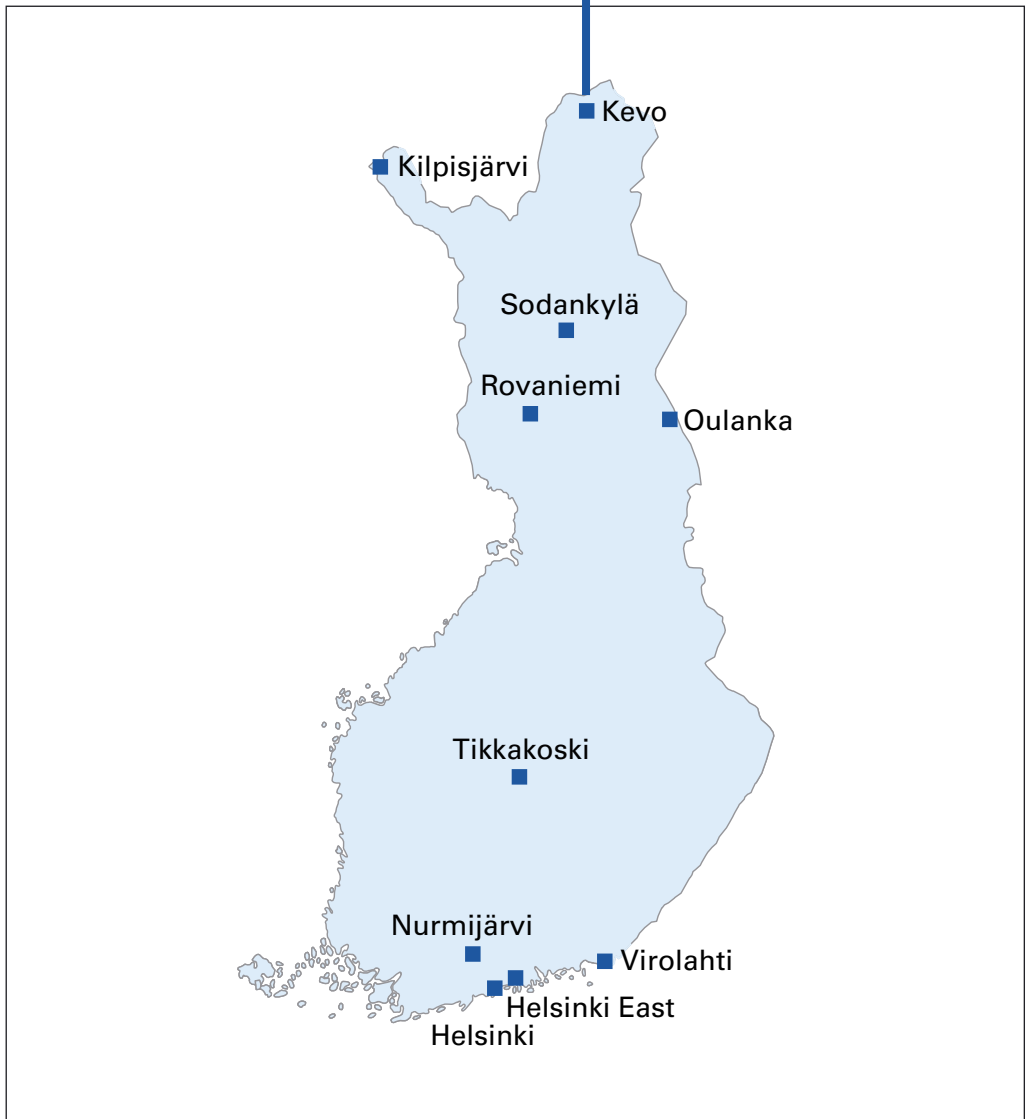
The gross beta activity content of the filters are measured five days after the end of sampling when the short-lived radon (²²²Rn) daughters have decayed to ²¹⁰Pb and the thoron (²²⁰Rn) daughters have decayed to stable ²⁰⁸Pb. Therefore the measured gross beta activity consists of ²¹⁰Pb and possible artificial beta emitters. The measurements

are carried out with an automatic alpha/beta analyser equipped with proportional counters as detectors.

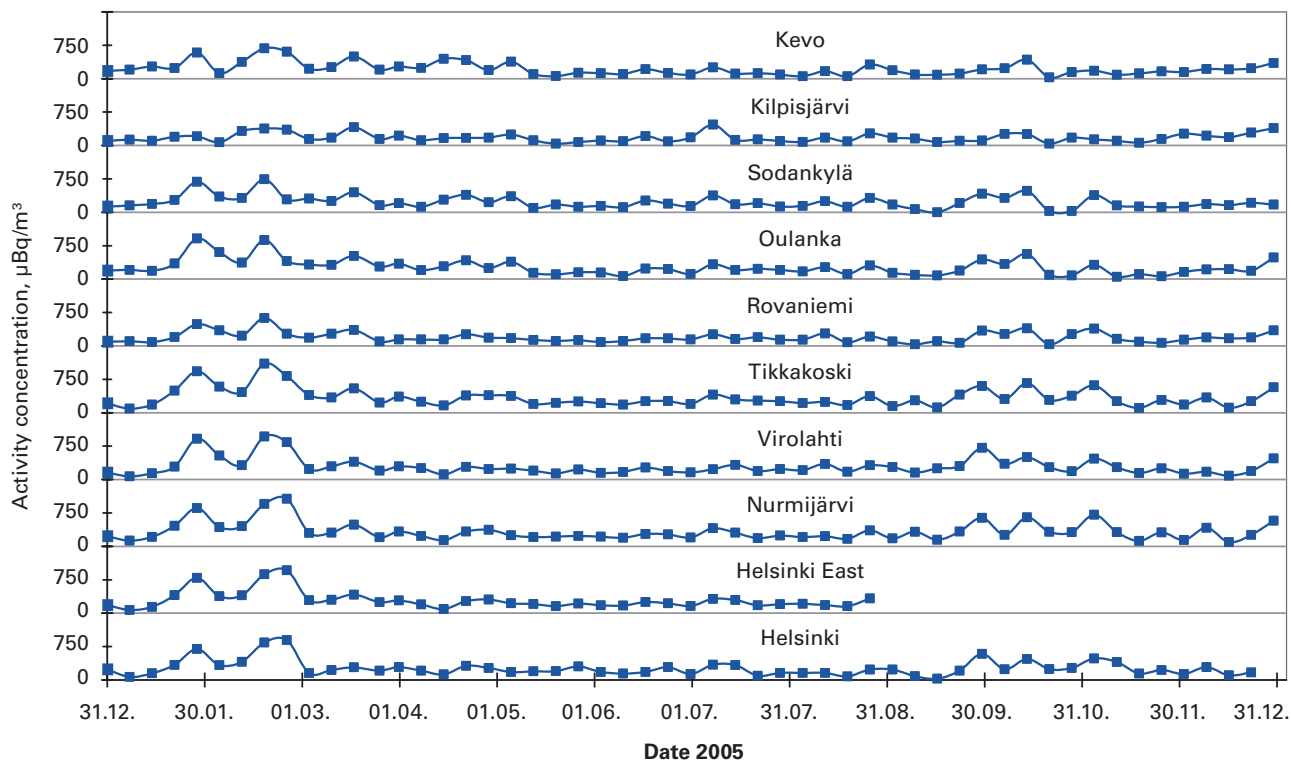
Results

The observed gross beta activity concentrations at 10 monitoring stations in 2005 are presented in Figure 4.2. The curves are essentially records of the concentration of ²¹⁰Pb, the long-lived daughter nuclide of the radioactive noble gas ²²²Rn which enters the atmosphere by diffusion from the ground. Concentration of ²¹⁰Pb depends mainly on the stability and origin of the air masses at the site. The highest concentrations are associated with continental air masses. By contrast, the lowest concentrations are associated with maritime and Arctic air masses because in these areas there are practically no sources of radon. No exceptional beta activity in outdoor air was detected in 2005 within the FMI's monitoring programme.

Contact person: Jussi Paatero, Finnish Meteorological Institute (jussi.paatero@fmi.fi)



Kuva 4.1. Seuranta-
asemat vuonna 2005.
Bild 4.1. Bevaknings-
stationerna år 2005.
Fig. 4.1. Monitoring
stations in 2005.



Kuva 4.2. Aerosolin pitkäikäisen beeta-aktiivisuuden pitoisuudet mikrobecquerelliä kuutiometrissä ilmaa ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) v. 2005.

Bild 4.2. Koncentrationer i mikrobecquerel i kubikmeter luft ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) av långlivad betaaktivitet i aerosoler år 2005.

Fig. 4.2. Concentrations of aerosol-bound long-lived gross beta activity in microbecquerel in cubic metre of air ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) 2005.

5 Laskeuman radioaktiiviset aineet

Radioaktiivisella laskeumalla tarkoitetaan pölynä tai sadeveden mukana maahan ja veteen laskeutuneita radioaktiivisia aineita. Laskeumanäytteiden analysointi antaa tietoa eri puolille maata tulevien radioaktiivisten aineiden määrästä ja on lähtökohta tutkimuksille, jotka käsittelevät radioaktiivisten aineiden kulkeutumista maa- ja vesiympäristössä.

Näytteiden keräys

Laskeumanäytteitä kerätään jatkuvasti samoilla 9 paikalla kuin ilmanäytteitä (kuva 3.1). Laskeumanäytteet kerätään ruostumattomasta teräksestä valmistetulla laitteella, jonka keräysala on 0,07 m². Laite ei erota sateen mukana tullutta märkää laskeumaa ja kuivaa laskeumaa toisistaan, vaan kerää ne yhteen. Talviajan näytteiden keruun helpottamiseksi laitteessa on lämmitysvastus, mikä pitää näytteen sulana ja varmistaa sen, että kaikki keräysastiaan satanut lumi tulee mukaan näytteeseen. Näytteiden keräysjakso on tavallisesti yksi kuukausi.

Näytteiden käsittely ja analysointi

Laboratoriossa näytteisiin lisätään Sr-Cs-kantajia, ja näytteet tehdään happamiksi typpihapolla. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla ja haihdutusjäännökset tuhitetaan. Gammasäteilyä lähettävät radioaktiiviset aineet analysoidaan gammaspektrometrisesti joko haihdutusjäännöksestä

tai tuhitetusta näytteestä. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatograafisella menetelmällä, minkä jälkeen ⁹⁰Sr määritetään tytärnuklidinsa ⁹⁰Y:n kautta matalataustaisella verrannollisuuslaskurilla.

Tulokset

Vuoden 1986 jälkeen laskeumanäytteissä havaitut ¹³⁷Cs ja ⁹⁰Sr ovat pääasiassa peräisin Tshernobylin onnettomuudesta. Laskeuman mukana tulleet radioaktiiviset aineet liikkuvat paikallisesti, ja pieni osa niistä joutuu uudelleen ilmaan.

Taulukossa 5.1 on ¹³⁷Cs:n ja ⁹⁰Sr:n laskeumat (Bq/m²) vuonna 2005. Kuukausilaskeumat eri paikkakunnilla olivat pienet, useilla asemilla alle havaitsemisrajan. Yleisimmin käytetyillä mittausajoilla ¹³⁷Cs:n havaitsemisraja on noin 0,5 Bq/m²/kk. Havaitsemista voidaan parantaa pidentämällä mittausaikaa.

Kuvassa 5.1 on ¹³⁷Cs- ja ⁹⁰Sr-laskeumat (Bq/m²/kk) Helsingin seudulla vuodesta 1960 alkaen. Ennen vuotta 1986 havaittu laskeuma on peräisin ilmakehään tehdyistä ydinasekokeista. Tälle laskeumalle on tyypillistä kuvissa näkyvä vuodenaikavaihtelu.

Yhteyshenkilö: Ritva Saxén, Säteilyturvakeskus (ritva.saxen@stuk.fi)

5 Radioaktiva ämnen i nedfall

Med radioaktivt nedfall avses radioaktiva ämnen som fallit ner på marken eller i vattnet som dammkorn eller i regndroppar. Analys av prov på nedfallet ger uppgifter om mängden av radioaktiva ämnen på olika håll i landet och är en utgångspunkt för forskning, som gäller radioaktiva ämnens vandring i marken och i vattendrag.

Provtagning

Prov på nedfallet insamlas fortlöpande på 9 orter. De är samma orter där man tar prov på luften (bild 3.1). Nedfallsproven tas med en apparat av rostfritt stål, vars vågräta yta är 0,07 m². Apparaten skiljer inte på torrt nedfall och vått nedfall som kommit med regn, utan proven slås ihop. På vintern finns elektrisk uppvärmning som håller provet flytande och säkerställer att snö som fallit på provkärlet kommer med i provet. Proven insamlas vanligen för en månad åt gången.

Hantering och analys av proven

I laboratoriet tillsätter man Sr-Cs-bärare, och proven görs sura med salpetersyra. Proven koncentreras genom avdunstning och återstoden föraskas. De radioaktiva ämnenas gammastrålning analyseras med gammaspektrometer antingen genast efter avdunstningen eller när proven föraskats. Strontium avskiljs från proven med ekstraktion-

kromatografiska metoden, varefter mängden ⁹⁰Sr bestäms genom att mäta dotternukliden ⁹⁰Y i en proportionalitetsräknare med låg bakgrundsstrålning.

Resultat

¹³⁷Cs och ⁹⁰Sr som funnits i nedfallsproven efter år 1986 härstammar i huvudsak från olyckan i Tjernobyl. Radionukliderna i nedfallet vandrar lokalt i miljön. En del av dem sprids på nytt via luften.

Tabell 5.1 visar nedfallet av ¹³⁷Cs och ⁹⁰Sr år 2005. Nedfall av båda nuklider var små och på några mätstationer under observationsgränsen. Observationsgränsen för ¹³⁷Cs blir med den oftast använda mätningstiden ungefär 0,5 Bq/m²/månad. Lägre mängder kan observeras genom att mäta en längre tid.

Bild 5.1 visar nedfallet av ¹³⁷Cs och ⁹⁰Sr (Bq/m²/månad) i Helsingforsregionen från och med år 1960. Nedfallet före år 1986 härstammar från kärnvapenprov i atmosfären. Det typiska för detta nedfall är årstidsvariationerna som framgår av bilden.

Kontaktperson: Ritva Saxén, Strålsäkerhetscentralen (ritva.saxen@stuk.fi)

5 Radionuclides in deposition

Radioactive substances can be deposited as dry deposition or as wet deposition with rain. The analyses of deposition samples produces information on areal distribution of deposited radionuclides, and forms the basis for research concerning the transfer of radioactive substances in terrestrial and aquatic environments.

Sampling

Deposition samples are collected continuously at nine sites. The sampling period is usually one month. The sites are the same as the air sampling sites (Figure 3.1). The sample collectors are made of stainless steel with a surface area of 0.07 m². The deposition samplers do not separate wet and dry deposition, but they are collected together. There is a light heating resistor inside the funnel to melt snow and ice collected in the funnel to make sampling more reliable in winter-time.

Pre-treatment and analyses

After arriving at the laboratory known amounts of Sr, Cs, Ba and Ce carriers are added to the samples, and the samples are acidified with nitric acid. The samples are concentrated by evaporation and the residues are ashed. The ashed samples are analysed for gamma-emitting radionuclides with gamma spectrometers. Strontium is separated

by an extraction chromatographic method and thereafter ⁹⁰Sr is determined via its daughter nuclide ⁹⁰Y, measured with a low background proportional beta counter.

Results

After 1986 the amounts of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr observed originate mainly from the Chernobyl accident. The deposited radionuclides circulate locally, and a small amount ends up in the air. The depositions of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in 2005 are given in Table 5.1. The monthly depositions of ¹³⁷Cs at different sites were low, at some stations below the detection limits, which with the most frequently used measuring times was around 0.5 Bq/m²/month. The detection limit can be lowered by using longer counting times.

The depositions of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr (Bq/m²/month) in the Helsinki area since 1960 are given in Figure 5.1. The deposited radionuclides observed before 1986 originate from the atmospheric nuclear weapon tests. The regular seasonal fluctuation seen in the figure before 1986 is typical of this stratospheric deposition.

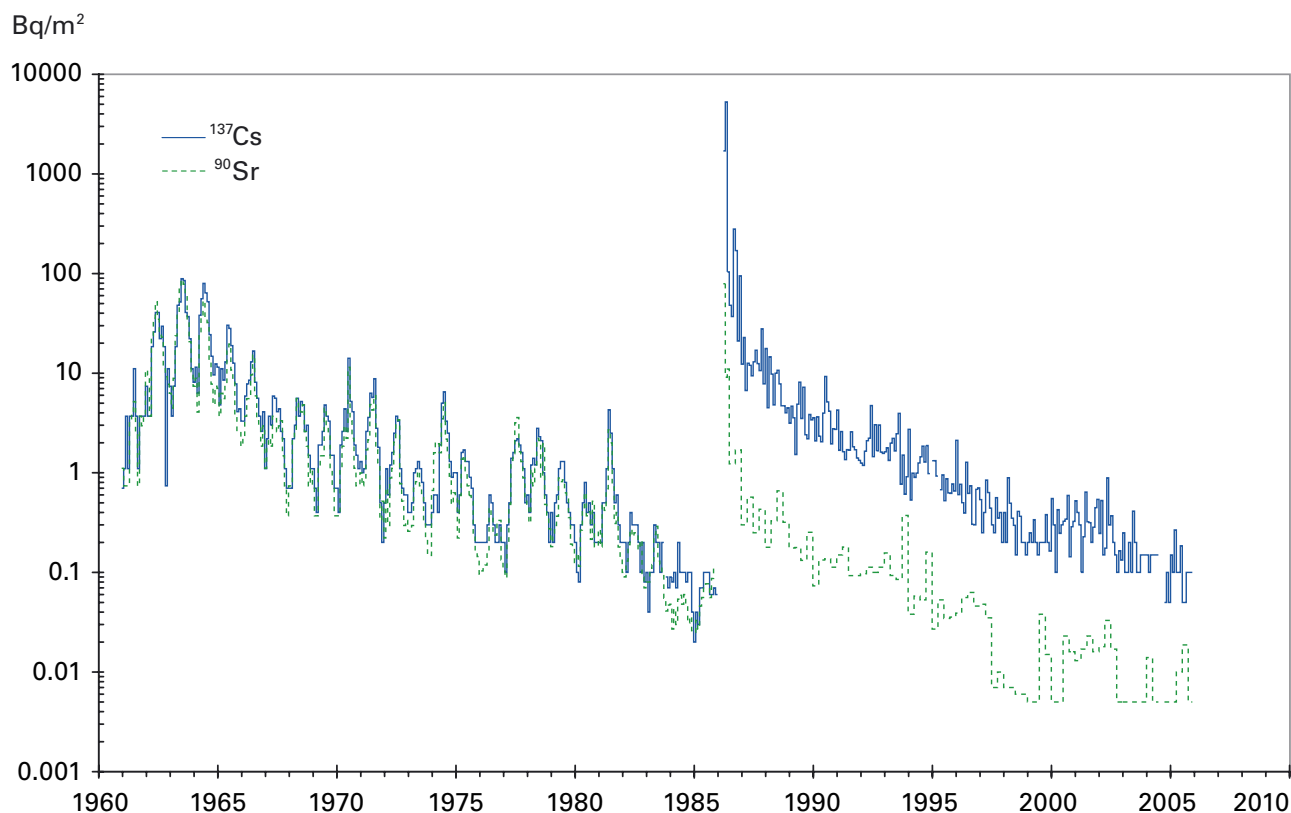
Contact person: Ritva Saxén, Radiation and Nuclear Safety Authority (ritva.saxen@stuk.fi)

Taulukko 5.1. ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -laskeumien neljännesvuosi- ja vuosisummat eri paikkakunnilla v. 2005 (Bq/m^2). ^{a)}Näytettä ei kerätty.

Tabell 5.1. Nedfall av ^{137}Cs och ^{90}Sr under kvartalen och hela året 2005 på olika orter (Bq/m^2). ^{a)}Ingen provtagning.

Table 5.1. Quarterly and annual depositions of ^{137}Cs and ^{90}Sr at various stations in 2005 (Bq/m^2). ^{a)}Not sampled.

	1 st quarter		2 nd quarter		3 rd quarter		4 th quarter		Whole year	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Helsinki	0.5	<0.03	0.4	0.03	<0.4	0.06	<0.6	<0.03	1.4	0.12
Imatra	<0.4	0.03	0.4	0.04	0.6	0.03	0.5	<0.03	1.7	0.11
Ivalo	<0.03	<0.04	<0.03	0.06	<0.03	<0.04	<0.03	<0.04	<0.1	0.12
Kajaani	<0.7	<0.03	0.7	0.07	0.8	0.06	<0.5	0.04	2.1	0.18
Kotka	0.9	0.06	1.0	0.07	0.7	0.07	0.7	0.06	3.3	0.26
Kuopio	— ^{a)}	— ^{a)}	0.5	0.05	0.5	<0.03	<0.6	<0.03		
Rovaniemi	<0.03	0.05	0.06	0.04	0.04	0.28	<0.03	0.08	0.1	0.45
Sodankylä	<0.03	<0.04	0.06	0.06	0.03	0.08	<0.03	<0.04	0.1	0.17
Ylöjärvi	0.4	0.04	2.6	0.05	0.9	0.03	0.5	<0.03	4.4	0.13



Kuva 5.1. ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -laskeumat Helsingin seudulla 1960–2005.

Bild 5.1. Nedfall av ^{137}Cs och ^{90}Sr i Helsingforsregionen åren 1960–2005.

Fig. 5.1. Depositions of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the Helsinki area during 1960–2005.

6 Pintaveden radioaktiiviset aineet

Analysoimalla säännöllisesti pintaveden radioaktiivisia aineita saadaan tietoa niiden ajallisesta käyttäytymisestä. Eri vesistöalueilta otetut näytteet antavat kuvan radionuklidien alueellisesta vaihtelusta.

Näytteenotto

Pintavesinäytteitä otetaan neljä kertaa vuodessa kolmen suuren joen, Kymijoen, Oulujoen ja Kemijoen, suista (kuva 6.1). Näytteenottokuukaudet ovat maaliskuu, touko-, elo- ja lokakuu.

Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteisiin lisätään strontium- ja cesiumkantajat ja ne tehdään happamiksi typpihapolla. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla lämpölamppujen alla kuiviin ja sen jälkeen tuhitetaan. Tuhitetuista näytteistä määritetään ^{137}Cs ja mahdolliset muut gammanuklidit gammaspektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatografisella menetelmällä, ja ^{90}Sr mitataan nestetuikespektrometrillä.

Tulokset

Tshernobylin laskeuman epätasainen alueellinen jakautuminen sekä ^{137}Cs :n ja ^{90}Sr :n erilainen käyttäytyminen vesiympäristössä näkyy pintavesien tuloksissa. Toisin kuin Tshernobyl-laskeuma, ydinkoelaskeuma jakautui Suomeen lähes tasaisesti. Ydinkoelaskeuman vaikutukset näkyvät edelleen Pohjois-Suomen joissa.

Kymijoessa ^{137}Cs -pitoisuudet ovat edelleen korkeammat kuin ^{90}Sr -pitoisuudet, koska sen valuma-alueelle keväällä 1986 tullut ^{137}Cs -laskeuma oli huomattavasti suurempi kuin sinne tullut ^{90}Sr -laskeuma. Sen sijaan Kemijoessa, jonka valuma-alueelle ^{137}Cs :ää tuli huomattavasti vähemmän kuin Kymijoen alueelle, vedestä nopeammin vähenevän ^{137}Cs :n pitoisuudet ovat jo selvästi pienemmät kuin hitaammin vedestä poistuvan ^{90}Sr :n. Kymijoen ^{137}Cs -pitoisuudet olivat keskimäärin 20-kertaisia ja ^{90}Sr -pitoisuudet 3-kertaisia Kemijoen vastaaviin pitoisuuksiin verrattuna (kuva 6.1). ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -pitoisuudet olivat samaa tasoa tai hieman pienempiä kuin vuonna 2004.

Yhteyshenkilö: Ritva Saxén, Säteilyturvakeskus
(ritva.saxen@stuk.fi)

6 Radioaktiva ämnen i ytvatten

Genom regelbunden analys av radioaktiva ämnen i ytvattnet får man uppgifter om hur ämnena förekommer i vattenmiljö under olika tidpunkter. Prov från olika vattendrag ger en bild av nuklidernas regionala spridning.

Provtagning

Prov på ytvatten tas fyra gånger om året vid mynningen av tre stora älvar, nämligen Kymmene älv, Ule älv och Kemi älv (bild 6.1). Proven tas i mars, maj, augusti och oktober.

Hantering och analys av proven

Till proven tillsätts Sr- och Cs-bärare och proven görs sura med salpetersyra. Därefter får proven indunsta under värmelampa och föraskas. I de föraskade proven analyseras ^{137}Cs med gammaspektrometer. Strontium avskiljs med extraktionkromatografi, varefter mängden av ^{90}Sr bestäms med en vätskescintillationsspektrometer.

Resultat

Halten av radioaktiva ämnen i ytvattnet visar den ojämna regionala fördelningen av nedfallet från Tjernobyl samt att ^{137}Cs och ^{90}Sr beter sig olika i vattenmiljö. Nedfallet från kärnvapenprov var nästan jämt distribuerat i Finland. Dess påverkan syns fortfarande i resultaten från Norra Finlands älvar. Eftersom nedfallet av ^{137}Cs på Kymmene älvs tillrinningsområde år 1986 var betydligt större än motsvarande nedfall av ^{90}Sr , är halterna av ^{137}Cs i Kymmene älv fortfarande högre än halterna av ^{90}Sr trots den snabbare minskningen av ^{137}Cs . I Kemi älv, som mottog betydligt mindre mängd ^{137}Cs än Kymmene älv, är halterna av ^{137}Cs redan nu mindre än halterna av ^{90}Sr , som avtar betydligt långsammare. Halterna av ^{137}Cs i Kymmene älv var i medeltal 20 gånger högre och halterna av ^{90}Sr 3 gånger högre än motsvarande halter i Kemi älv (bild 6.1). ^{137}Cs och ^{90}Sr i alla dessa tre älvar var nästan desamma eller något lägre än år 2004.

Kontaktperson: Ritva Saxén, Strålsäkerhetscentralen (ritva.saxen@stuk.fi)

6 Radioactive substances in surface water

The continuous analysis of radioactive substances in surface water produces information on the temporal behaviour of radionuclides in aquatic environments. Samples taken from different water systems show the areal variation in the concentrations of radionuclides.

Sampling

Water samples are taken four times a year from the mouths of the three large rivers, the Kymijoki, Oulujoki and Kemijoki, which discharge into the various parts of the Baltic Sea (Fig. 6.1). The samples are taken in March, May, August and October.

Pre-treatment and analysis

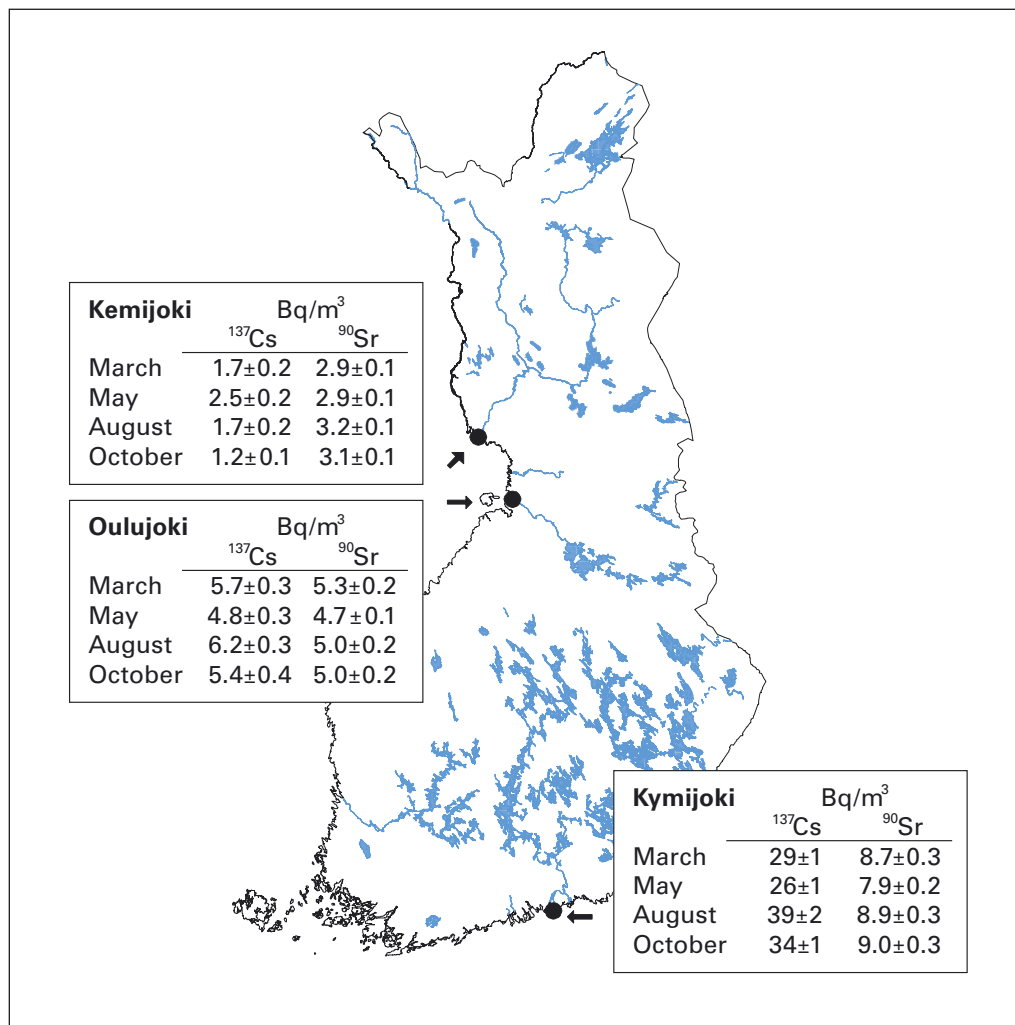
Known amounts of Sr and Cs carriers are added to the samples, and they are acidified with nitric acid on arrival at the laboratory. The samples are concentrated by evaporation, and the dry residues are ashed. Gamma-emitting radionuclides are analysed with gamma spectrometers on the ashed samples. Strontium is separated by an extraction chromatographic method and ^{90}Sr is measured with a liquid scintillation spectrometer.

Results

The uneven areal distribution of the Chernobyl fallout and the different behaviour of ^{137}Cs and ^{90}Sr in an aquatic environment are seen in the results. The fallout from nuclear weapon tests was almost evenly distributed throughout Finland. Its traces are still observed in the river water from northern Finland.

The ^{137}Cs deposition in spring 1986 in the catchment area of the river Kymijoki was remarkably higher than the ^{90}Sr deposition. Therefore, the concentration of ^{137}Cs in the water of this river is still higher than that of ^{90}Sr in spite of the faster decrease of ^{137}Cs . In Kemijoki, where the ^{137}Cs deposition was low, the concentrations of ^{137}Cs are already lower than the concentrations of ^{90}Sr that remains better in the water phase than ^{137}Cs . Activity concentrations of ^{137}Cs in Kymijoki were on average by a factor of 20 higher and those of ^{90}Sr by a factor of 3 higher than the respective contents in Kemijoki (Fig. 6.1). Compared with the corresponding values in 2004, the levels of ^{137}Cs and ^{90}Sr in all the three rivers studied were about the same or slightly lower than in 2004.

Contact person: Ritva Saxén, Radiation and Nuclear Safety Authority (ritva.saxen@stuk.fi)



Kuva 6.1. Pintaveden näytteenottopisteet ja näytteiden ¹³⁷Cs- ja ⁹⁰Sr-pitoisuudet (Bq/m³) vuonna 2005.

Bild 6.1. Provtagningsplatser för ytvatten samt halter av ¹³⁷Cs och ⁹⁰Sr (Bq/m³) år 2005.

Fig. 6.1. The sampling sites of surface water and the concentrations of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr (Bq/m³) in 2005.

Kuva 6.2. Vesinäytteen analysointia laboratoriossa.

Bild 6.2. Analysering av vattenprov i laboratorium.

Fig. 6.2. Analysis of water sample in the laboratory.



7 Juomaveden radioaktiiviset aineet

Juomaveden radioaktiivisuutta seurataan, jotta voidaan arvioida juomaveden kautta aiheutuvaa säteilyaltistusta. Valvonta-ohjelman näytteistä analysoidaan keinotekoiset radioaktiiviset aineet, joita esiintyy yleensä vain pintavedestä tehdyssä juomavedessä.

Juomaveden ^{137}Cs ja ^{90}Sr ovat peräisin pääosin Tshernobyl-laskeumasta ja tritium ilmakehässä suoritetuista ydinasekokeista. Suuremman säteilyaltistuksen Suomessa aiheuttavat talousvesissä esiintyvät luonnon radioaktiiviset aineet, joiden enimmäispitoisuuksille vesilaitosten jakamassa vedessä Säteilyturvakeskus on asettanut ohjearvot (ST-ohje 12.3).

Näytteenotto

Juomavesinäytteet otetaan samanaikaisesti ruokanäytteiden kanssa kolmelta paikkakunnalta suoraan vesijohtovedestä: Helsingistä, Tampereelta ja Rovaniemeltä. Lisäksi otetaan näytteet Oulun ja Turun vesilaitosten jakamasta vedestä (kuva 7.1). Näytteet otetaan kahdesti vuodessa, keväällä ja syksyllä.

Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteistä otetaan ensin osanäytteet tritiumin määrittämiseen. Loppuosaan lisätään strontium- ja cesiumkantajat ja tehdään typpihapolla happamiksi. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla ja haihdutusjäännökset tuhitetaan. Tuhitetuista näytteistä analysoidaan ^{137}Cs gammaspektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatografisella menetelmällä, minkä jälkeen ^{90}Sr mitataan nestetuikespektrometrilla. Tritiumin määrittystä varten näyte tislataan epäpuhtauksien poistamiseksi. ^3H määritetään mittaamalla tislattu näyte nestetuikespektrometrilla.

Tulokset

Pintavettä sisältävissä juomavesissä havaitaan vielä pieniä määriä ^{90}Sr :tä ja ^{137}Cs :ää, jotka ovat peräisin ydinasekokeikauden laskeumasta tai Tshernobyl-laskeumasta. Paikkakuntien väliset radionuklidien pitoisuuserot johtuvat sekä alueiden laskeumaeroista että raakavetenä käytettyjen pinta- ja pohjavesien määristä. Tampereen raakavesi sisältää sekä pinta- että pohjavettä. Helsingissä, Oulussa ja Turussa juomavesi on lähes kokonaan pintavettä. Rovaniemellä käytetään yksinomaan pohjavettä, minkä vuoksi ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -pitoisuudet olivat alle havaitsemisrajan. Havaitsemisraja ^{137}Cs :lle on noin 0,001 Bq/l ja ^{90}Sr :lle noin 0,0002 Bq/l.

Näytteiden ^3H -pitoisuudet olivat havaitsemisrajan (0,8 Bq/l) tuntumassa (taulukko 7.1.), ja siis paljon pienempiä kuin Euroopan neuvoston direktiivissä (98/83/EY) talousveden tritiumille asetettu raja-arvo 100 Bq/l.

Säteilyannokset

Juomaveden ^3H :sta, ^{90}Sr :stä ja ^{137}Cs :stä aiheutuva säteilyannos vaihteli välillä 0,03–0,4 mikroSv eri paikkakunnilla vuonna 2005; Tampereella ja Helsingissä 0,3 ja 0,4 mikroSv ja Rovaniemellä vain noin kymmenesosa edellisistä. Oulun ja Turun juomavedestä saatu annos oli noin kolmasosa Helsingin arvosta, mutta viisinkertainen Rovaniemeen verrattuna. Helsingissä ^3H :n osuus juomaveden aiheuttamasta säteilyannoksesta oli vain 4 %, loppuosa aiheutui lähes saman verran ^{90}Sr :stä ja ^{137}Cs :stä. ^3H :n osuus juomavesiannoksesta oli suurin Rovaniemellä, noin 60 % ja ^{90}Sr :n osuus oli suurin Turussa, lähes 80 %.

Yhteyshenkilö: Ritva Saxén, Säteilyturvakeskus (ritva.saxen@stuk.fi)

7 Radioaktiva ämnen i dricksvatten

Man följer med radioaktiviteten i dricksvatten för att kunna beräkna vilken bestrålning människorna utsätts för genom att dricka vattnet. I proven i detta tillsynsprogram analyseras endast konstgjorda radioaktiva ämnen, som i allmänhet endast förekommer i dricksvatten som består av ytvatten. Cesium och strontium i dricksvatten härstammar i huvudsak från nedfall från olyckan i Tjernobyl och tritiumet härstammar från kärnvapenprov i atmosfären. Den största bestrålningen orsakas dock av naturliga radioaktiva ämnen i finländskt grundvatten, och för dessa har Strålsäkerhetscentralen uppställt åtgärdsnivåer (Strålskyddsdirektiv 12.3).

Provtagning

Prov på dricksvatten tas samtidigt med prov på livsmedel på tre orter direkt ut vattenledningsvatten: i Helsingfors, Tammerfors och Rovaniemi. Därtill tar man prov i Uleåborg och Åbo vattenverk (bild 7.1). Proven tas varje vår och höst.

Hantering och analys av proven

Ur en del av varje prov analyseras först tritium. Till resten av provet tillsätts Sr-Cs-bärare och provet görs surt med salpetersyra. Proven koncentreras med indunstning och återstoden föraskas. Ur de föraskade proven analyseras ^{137}Cs med gammaspektrometer. Strontium avskiljs ur provet med en ekstraktionskromatografisk metod, och halten av ^{90}Sr mäts med vätskescintillospektrometer. För bestämning av tritium avlägsnas föroreningar med destillering av provet. Halten av ^3H bestäms genom att det destillerade provet direkt mäts i en vätskescintillospektrometer.

Resultat

I dricksvattenprov som framställts av ytvatten kan ännu vanligen observeras små mängder av ^{90}Sr och ^{137}Cs , som härstammar från kärnvapen-

proven och nedfallet från Tjernobyl. Råvattnet för dricksvatten i Tammerfors innehåller både ytvatten och grundvatten, medan dricksvattnet i Helsingfors, Uleåborg och Åbo är nästan helt och hållet ytvatten. Skillnaderna mellan olika orters dricksvatten beror på att nedfallet varit olika samt att mängderna yt- och grundvatten i råvattnet är olika. I Rovaniemi används enbart grundvatten, där konstgjorda radionuklider hamnar obetydligt. Halterna av ^{137}Cs i Rovaniemi och Åbo var under observationsgränsen, som är omkring 0,001 Bq/l, och halterna av ^{90}Sr i Rovaniemi var även lägre. Halterna av ^{90}Sr och ^{137}Cs var låga också i andra ställen (tabell 7.1).

^3H -halterna i alla prov var nära observationsgränsen, som för tritium i den metod som användes, är ungefär 0,8 Bq/l (tabell 7.1). ^3H -halterna var alltså mycket under Europarådets direktiv (98/83/EG) som uppställer gränsvärdet 100 Bq/l för tritium i hushållsvatten.

Stråldoser

Den av dricksvattens konstgjorda radionuklidens förorsakade stråldos är låg, varierande mellan 0,03–0,4 mikroSv på olika ställen år 2005. Stråldosen från ^{137}Cs , ^{90}Sr och ^3H i dricksvatten i Helsingfors och Tammerfors var 0,4 och 0,3 mikroSv och i Rovaniemi omkring tiondedel från de förenämnda värdena; i Uleåborg och Åbo var dosen omkring en tredjedel av dosen i Helsingfors, men fem gånger högre än dosen i Rovaniemi. I Helsingfors orsakade ^3H 4% av dosen; resten var orsakad jämnt av ^{137}Cs och ^{90}Sr . Andelen av ^3H av dosen var störst i Rovaniemi, omkring 60%, och andelen av ^{90}Sr var störst i Åbo, nästan 80% av de låga doserna.

Kontaktperson: Ritva Saxén, Strålsäkerhetscentralen (ritva.saxen@stuk.fi)

7 Radioactive substances in drinking water

Drinking water is monitored in order to estimate the internal radiation dose for people via drinking water. Only artificial radionuclides, which are normally found in the drinking water comprised of surface water, are analysed in this monitoring programme.

Cesium and strontium observed originate mainly from the Chernobyl deposition, and tritium originates from the deposition of atmospheric nuclear weapon tests. Most radiation exposure via drinking water in Finland comes from natural radionuclides in the ground water. In 1993 Radiation and Nuclear Safety Authority issued action limits for natural radionuclides in drinking water (ST-guide 12.3).

Sampling

The drinking water samples are taken straight from tap water simultaneously with the diet samples in three cities: Helsinki, Tampere and Rovaniemi. In addition to these samples are taken from the waterworks of Oulu and Turku (Figure 7.1). The samples are taken twice a year, in spring and in autumn.

Pre-treatment and analysis

A subsample is taken from the samples for tritium analysis. Known amounts of Sr and Cs carriers are added to the rest of the samples, and they are acidified with nitric acid. The samples are concentrated by evaporation and by ashing the dry residues. Gamma-emitting radionuclides are analysed with gamma spectrometers on the ashed samples. Strontium is separated by an extraction chromatographic method and ^{90}Sr is measured with a liquid scintillation spectrometer. The samples for tritium analyses are distilled until dryness to remove impurities. ^3H is determined by measuring

the distilled samples with a liquid scintillation spectrometer.

Results

Small amounts of ^{90}Sr and ^{137}Cs originating mainly from the Chernobyl deposition are still observed in drinking water. The differences between the sites are due to the differences in deposition and the amounts of surface and ground waters used as raw water. The raw water in Tampere consists of both surface and ground water; in Helsinki, Oulu and Turku mainly of surface water. In Rovaniemi all the raw water used is ground water, which is generally well protected against fallout radioactivity. Therefore, ^{90}Sr and ^{137}Cs in the samples from northern Finland were very low (Table 7.1).

The concentrations of ^3H in all the samples were close to the detection limit, which is about 0.8 Bq/l (Table 7.1), and thus well below the limit of 100 Bq/l laid down in European Commission Regulation (EC) No. 98/83 for household water.

Radiation doses

Radiation doses via ^3H , ^{90}Sr and ^{137}Cs in drinking water varied between 0.03–0.4 microSv in various places in 2005. Doses from the tap water of Helsinki and Tampere were 0.4 and 0.3 microSv and in Rovaniemi only one tenth of that. In Oulu and Turku radiation doses were about one third of that in Helsinki, but five times higher than in Rovaniemi. In Helsinki the contribution of ^3H to the dose was 4%, the rest was caused equally by ^{137}Cs and ^{90}Sr . The contribution of ^3H was highest in Rovaniemi (about 60%), and that of ^{90}Sr was highest in Turku (almost 80%).

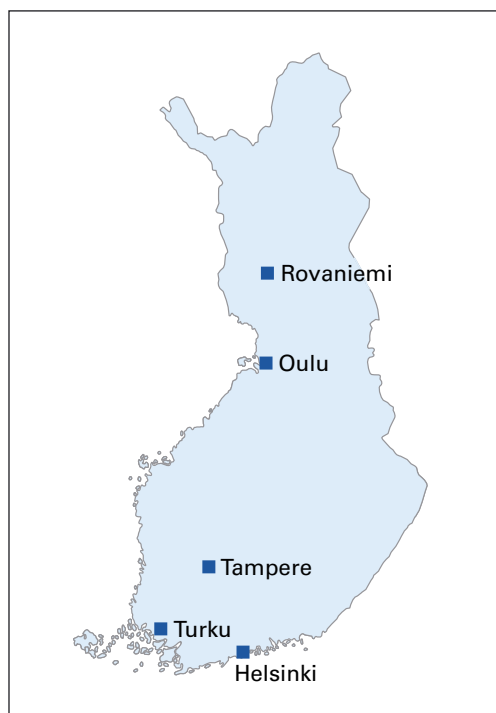
Contact person: Ritva Saxén, Radiation and Nuclear Safety Authority (ritva.saxen@stuk.fi)

Taulukko 7.1. Juomaveden ^3H , ^{90}Sr - ja ^{137}Cs -pitoisuudet Helsingissä, Oulussa, Rovaniemellä, Tampereella ja Turussa.

Tabell 7.1. Halt av ^3H , ^{90}Sr och ^{137}Cs i dricksvatten i Helsingfors, Uleåborg, Rovaniemi, Tammerfors och Åbo.

Table 7.1. The concentrations of ^3H , ^{90}Sr and ^{137}Cs in drinking water in Helsinki, Oulu, Rovaniemi, Tampere and Turku.

City	Sampling date	^3H , Bq/l	^{90}Sr , Bq/l	^{137}Cs , Bq/l
Helsinki	28.4.2005	1.4 ± 0.2	$0.009 \pm 3\%$	$0.024 \pm 3\%$
	7.10.2005	1.5 ± 0.2	$0.009 \pm 3\%$	$0.032 \pm 6\%$
Oulu	28.4.2005	1.2 ± 0.2	$0.004 \pm 3\%$	$0.005 \pm 8\%$
	10.10.2005	1.7 ± 0.2	$0.005 \pm 3\%$	$0.004 \pm 9\%$
Rovaniemi	19.4.2005	1.5 ± 0.2	<0.0002	<0.001
	11.10.2005	1.4 ± 0.2	<0.0002	<0.001
Tampere	27.4.2005	1.4 ± 0.2	$0.01 \pm 3\%$	$0.006 \pm 6\%$
	5.10.2005	1.6 ± 0.2	$0.01 \pm 3\%$	$0.007 \pm 6\%$
Turku	16.5.2005	0.8 ± 0.2	$0.004 \pm 3\%$	<0.001
	4.10.2005	1.7 ± 0.2	$0.006 \pm 3\%$	<0.001



Kuva 7.1. Juomaveden keräyspaikkakunnat ja näytteen mittaaminen nestetuikespektrometrilla.

Bild 7.1. Provtagningsorter för dricksvatten och mätning av provet med vätskeskintillationspektrometer.

Fig. 7.1. The sampling sites for drinking water and measurement of the sample with liquid scintillation spectrometer.

8 Maidon radioaktiiviset aineet

Maidon radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien seuranta on tärkeää, koska ympäristössä olevat radionuklidit siirtyvät tehokkaasti rehun kautta maitoon. Meijerimaidon keruu laajoilta alueilta antaa kuvan alueen radioaktiivisuustasosta. Maito on tärkeä osa ravinnosta, joten sen kautta saatava säteilyannos suuren kulutuksen takia voi olla merkittävä. Maidon valvontaohjelman paikkakunnat on valittu siten, että ne antavat riittävän kattavan kuvan Suomessa tuotetun maidon radioaktiivisten aineiden pitoisuuksista. Valinnassa on huomioitu alueellisen kattavuuden lisäksi erilaiset tuotanto-olosuhteet, mm. maaperä ja laskeumataso. Paikkakunnat edustavat samoja alueita, joilta kerätään näytteitä muihin säteilyvalvontaohjelmiin.

Näytteenotto

Näytteenottomeijerien paikkakunnat ovat Riihimäki, Joensuu, Jyväskylä, Oulu ja Seinäjoki (kuva 8.1). Viikottain kerättävät näytteet pakastetaan ja yhdistetään kuukausinäytteiksi analysointia varten.

Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteet haihdutetaan ja tuhitetaan ennen analysointia. Tuhitetuista kuukausinäytteistä määritetään ^{137}Cs gammaspektrometrillä mittauksella. ^{90}Sr -määritykset tehdään neljännesvuosittain yhdistetyistä näytteistä erottamalla strontium ek-

raktiokromatografisella menetelmällä ja mittaamalla ^{90}Sr nestetuikespektrometrillä.

Tulokset

^{137}Cs -pitoisuudet maidossa ovat jo lähes samaa tasoa kuin ennen Tshernobylin ydinonnettomuutta. Havaitut pitoisuudet ovat alle tuhannesosan siitä toimenpidetasosta ja elintarvikekaupan raja-arvosta (1 000 Bq/l), jota sovelletaan Euroopan unionin alueella ydinonnettomuuden jälkeisessä tilanteessa (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

Maidon alueelliset ^{137}Cs :n ja ^{90}Sr :n aktiivisuus-pitoisuudet vuonna 2005 on esitetty kuukausittain kuvassa 8.1. Meijerimaidon ^{137}Cs -pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,2–1,2 Bq/l. Ne olivat korkeimmat alueilla, joille tuli eniten ^{137}Cs -laskeumaa Tshernobylin onnettomuudesta ja joilla lisäksi on maaperässä vähän cesiumia sitovaa savea. Kuvassa 8.2 on esitetty ^{137}Cs -pitoisuudet 1960-luvulta lähtien Etelä-Suomen maidossa. Näytteenottoalue on vaihdellut eri aikoina.

Maidosta aiheutuva säteilyannos oli 0,0005–0,0020 mSv vuonna 2005. Tästä säteilyannoksesta ^{90}Sr :n osuus oli runsas kymmenesosa. Arviossa on oletettu maidon kulutukseksi 140 litraa vuodessa henkilöä kohti.

Yhteyshenkilö: Eila Kostiainen, Säteilyturvakeskus (eila.kostiainen@stuk.fi)

8 Radioaktiva ämnen i mjölk

Övervakning av halten av radioaktiva ämnen i mjölk är viktig, eftersom radionuklider i miljön mycket effektivt via fodret kommer med i mjölken. Prov på mejerimjölken från många områden ger en bild av radioaktivitetsnivån på olika områden. Mjölk är en viktig del av födan, varför den stråldos som man kan få via mjölken kan bli betydande på grund av den stora konsumtionen av mjölk. Orterna för övervakning av radioaktiviteten i mjölk har valts så, att de kan ge en tillräckligt täckande bild av halterna i den finländska mjölken. Orterna valdes med beaktande av regional täckning och olika produktionsförhållanden, såsom jordmån och nedfallsnivå. Orterna representerar samma områden som man använder för provtagning i andra stråltillsynsprogram.

Provtagning

Proven tas i mejerier i Riihimäki, Joensuu, Jyväskylä, Oulu och Seinäjoki (bild 8.1). Prov tas varje vecka, fryses ner och sammanslås till ett prov för varje månad.

Hantering och analys av proven

Proven indunstas och föraskas före analysen. I de föraskade proven för varje månad bestäms ^{137}Cs med gammasppektrometer. Bestämningen av ^{90}Sr görs ur kvartalsvis sammanslagna prov ur vilka strontium avskiljs först med extraktionkromato-

grafi och halten av ^{90}Sr mäts med vätskescintillationspektrometer.

Resultat

^{137}Cs -halten i mjölk är nu nästan på samma nivå som före Tjernobylolyckan. Nedfallets ojämna regionala fördelning syns ännu i mjölken. De observerade halterna är mindre än en tusendel av det åtgärdsnivå och gränsvärde för handeln med livsmedel (1 000 Bq/l), som tillämpas i Europeiska unionen efter kärnolyckan (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

De regionala halterna av ^{137}Cs och ^{90}Sr i mjölk under olika månader år 2005 finns i bild 8.1. ^{137}Cs -halterna var 0,2–1,2 Bq/l. De var högst på de mindre cesiumbindande lerhaltiga områden som utsattes för det största nedfallet efter olyckan i Tjernobyl. I bild 8.2 visas halterna av ^{137}Cs på 1960-talet i mjölk från södra Finland. Prov har tagits på olika områden under olika tider.

Stråldosen förorsakad av mjölk var 0,0005–0,0020 mSv år 2005. Andelen av ^{90}Sr av denna stråldos var under 20%. Konsumtion av mjölk har i uppskattningen antagits vara 140 liter per år per person.

Kontaktperson: Eila Kostiainen, Strålsäkerhetscentralen (eila.kostiainen@stuk.fi)

8 Radioactive substances in milk

For monitoring purposes, cow's milk is generally the most important foodstuff as grass is an efficient collector of atmospheric contaminants, and radionuclides are rapidly passed from grass to milk. Sampling of dairy milk provides a method of carrying out surveillance of large areas. Consumption of milk and dairy products is one of the most important pathways for uptake of radionuclides by human being. The sampling sites of milk in the monitoring programme are chosen to provide representative information about radioactivity in milk produced in Finland. In choosing the sampling sites the different production conditions (soil type, deposition) have been considered. The sampling sites represent the same areas used in sampling for other radiation monitoring programmes.

Sampling

The sampling sites are dairies in Riihimäki, Joensuu, Jyväskylä, Oulu and Seinäjoki (Figure 8.1). The weekly samples from each sampling site are frozen, and then bulked monthly for analysis.

Pre-treatment and analysis

The samples are evaporated and ashed before analysis. ^{137}Cs is determined by gamma spectrometric measurements on the ashed samples. ^{90}Sr is determined from quarterly bulked samples by separating strontium by an extraction chromatographic method and thereafter measuring ^{90}Sr with a liquid scintillation spectrometer.

^{137}Cs contents in milk are nearly at the same level as before the deposition caused by the Chernobyl accident. The effect of the uneven distribution of the Chernobyl deposition is still seen in the results. The concentrations of ^{137}Cs observed are about one thousandth of the action level and the maximum permitted level (1 000 Bq/l) which are to be applied within the European Union after a nuclear accident (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

Results

The areal monthly concentrations of ^{137}Cs and quarterly concentrations of ^{90}Sr in milk in 2005 are given in Figure 8.1. The range of ^{137}Cs contents in milk was 0.2–1.2 Bq/l. The concentrations were highest in the areas with the highest deposition after the Chernobyl accident and with low amount of caesium binding clay in soil.

The ^{137}Cs concentrations in milk in southern Finland since 1960 are given in Figure 8.2. The sampling area was not the same during all the years.

The radiation dose received through milk was 0.0005–0.0020 mSv in 2005. Less than 20% of this radiation dose was due to ^{90}Sr . The annual consumption of milk was assumed to be 140 l per capita in this dose estimate.

The radiation dose received through milk was 0.0005–0.0020 mSv in 2005. Less than 20% of this radiation dose was due to ^{90}Sr . The annual consumption of milk was assumed to be 140 l per capita in this dose estimate.

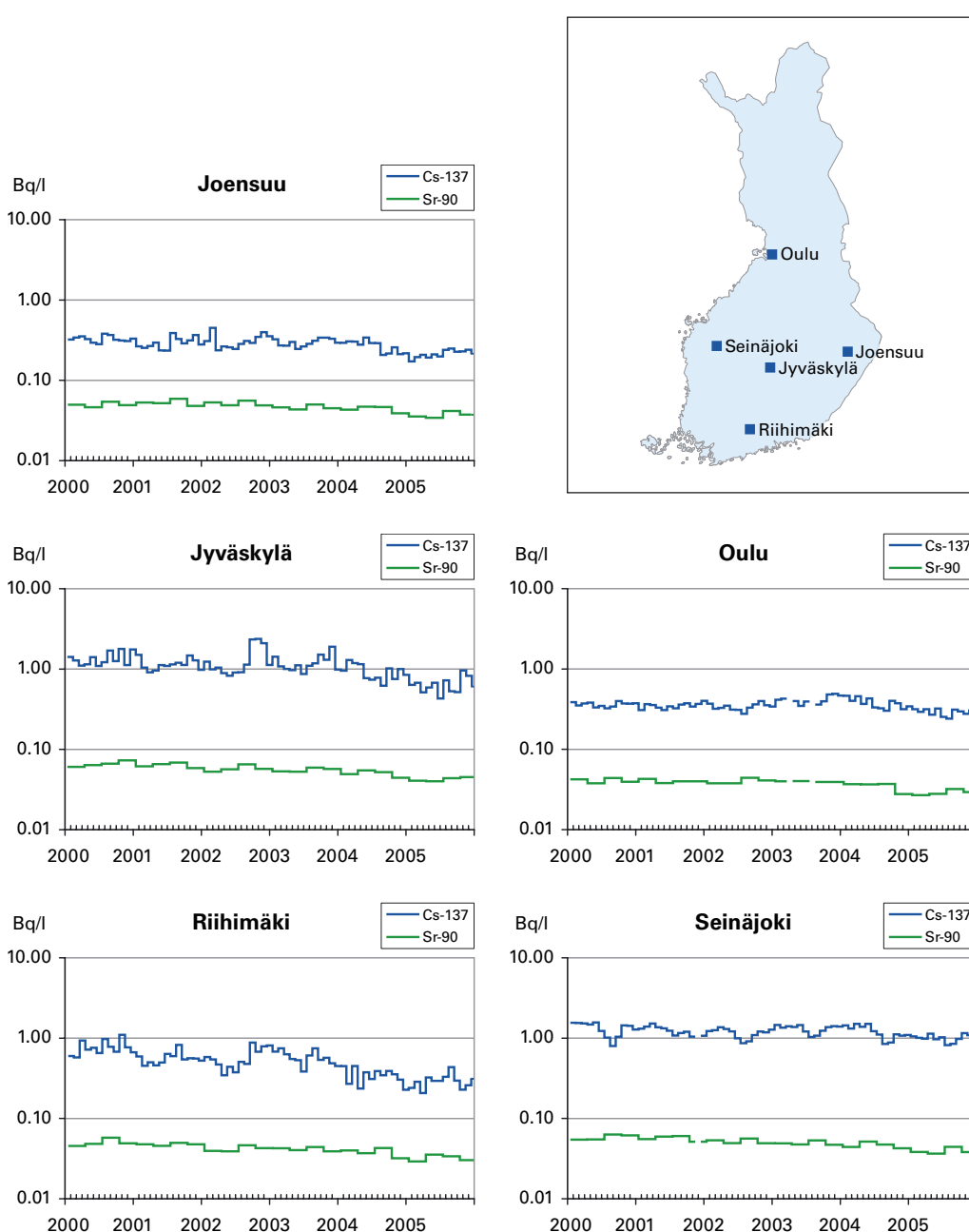
Contact person: Eila Kostiainen, Radiation and Nuclear Safety Authority (eila.kostiainen@stuk.fi)

Taulukko 8.1. ^{137}Cs :n ja ^{90}Sr :n aktiivisuuspitoisuudet (Bq/l) maidossa vuonna 2005, neljännesvuosi- ja vuosikeskiarvot.

Tabell 8.1. ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -halter (Bq/l) i mjölk år 2005, kvartals- och årsmedeltal.

Table 8.1. The concentrations of ^{137}Cs and ^{90}Sr (Bq/l) in milk in 2005, quarterly and annual means.

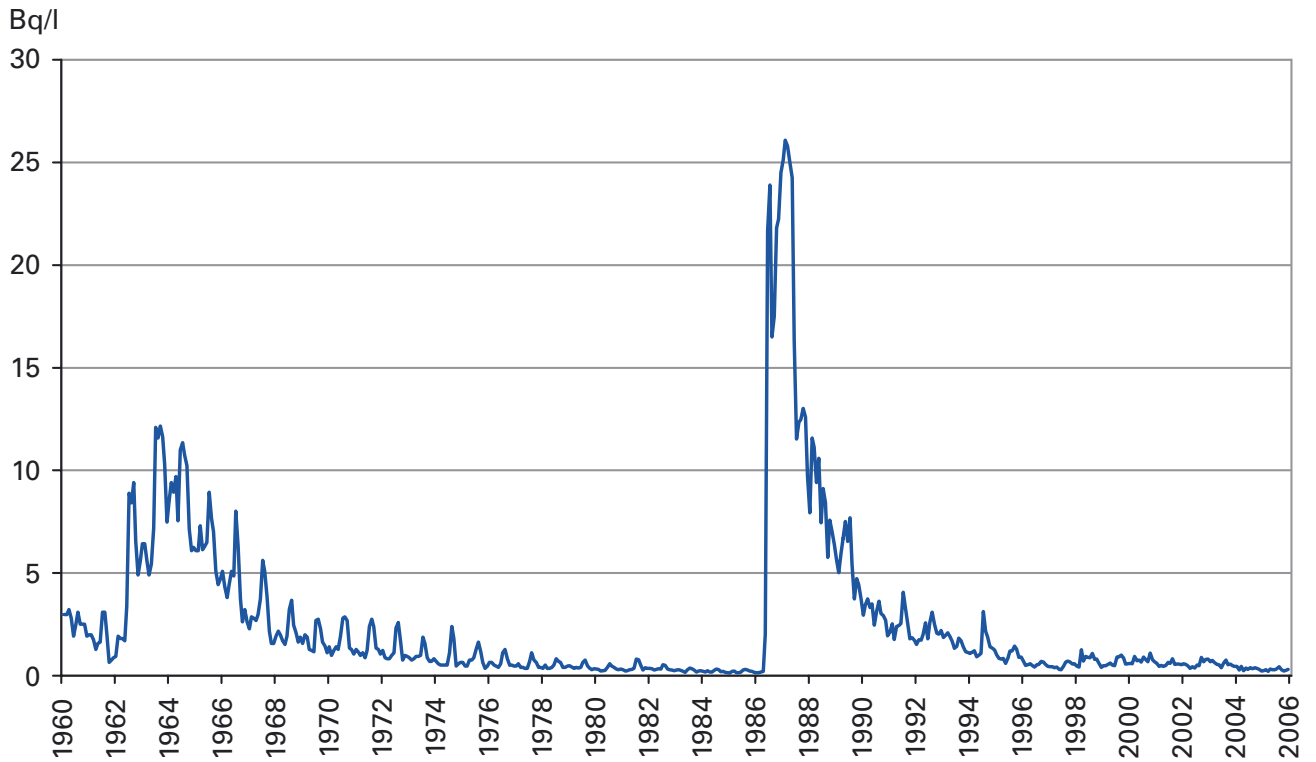
Site	1.1. – 31.3.		1.4. – 30.6.		1.7. – 30.9.		1.10. – 31.12.		1.1. – 31.12.	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Joensuu	0.19	0.036	0.20	0.034	0.24	0.042	0.23	0.038	0.22	0.037
Jyväskylä	0.61	0.041	0.57	0.040	0.59	0.044	0.80	0.046	0.64	0.043
Riihimäki	0.25	0.029	0.31	0.036	0.36	0.034	0.27	0.031	0.29	0.032
Oulu	0.31	0.028	0.29	0.029	0.29	0.033	0.31	0.030	0.30	0.030
Seinäjoki	1.0	0.038	1.0	0.036	0.87	0.044	1.2	0.038	1.0	0.039



Kuva 8.1. Maitonäytteiden keräyspaikkakunnat ja ^{137}Cs :n ja ^{90}Sr :n aktiivisuuspitoisuuksiensa kuukausikeskiarvot maidossa (Bq/l) vuonna 2005.

Bild 8.1. Provtagningsorter för mjölk och månadsmedeltal av ^{137}Cs och ^{90}Sr (Bq/l) i mjölk 2005.

Fig. 8.1. The sampling sites of milk and areal concentrations of ^{137}Cs and ^{90}Sr (Bq/l) in milk in 2005.



Kuva 8.2. Maidon keskimääräinen ^{137}Cs -pitoisuus (Bq/l) Etelä-Suomessa tuotetussa maidossa vuodesta 1960 lähtien.

Bild 8.2. Genomsnittlig halt av ^{137}Cs i mjölk (Bq/l) producerats i södra Finland sedan 1960.

Fig. 8.2. ^{137}Cs in milk (Bq/l) in Southern Finland since 1960.



Kuva 8.3. Maidon haihduttaminen.

Bild 8.3. Indunstning av mjölk.

Fig. 8.3. Evaporation of milk.

9 Elintarvikkeiden radioaktiiviset aineet

9.1 Yhden päivän ateriat

Elintarvikenäytteiden radioaktiivisuusmittausten tavoitteena on hankkia tietoa radionuklidien saannista ruoan kautta. Kun tunnetaan elintarvikkeiden sisältämien radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ruoassa, voidaan arvioida väestön ravinnon kautta saamaa päivittäistä säteilyaltistusta.

Koko vuorokauden aterioiden analysointi yksittäisten elintarvikkeiden sijasta antaa suoraan saannin, jossa on jo huomioitu ruoan valmistus- ja kulutustekijät. Näytteenoton paikkakunnat on valittu edustamaan suurimpia asutuskeskuksia sekä alueita, jotka ovat mukana muissa valvontaohjelmissa. Paikkakunnat ovat Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomessa, jolloin elintarvikkeiden käytön alueelliset erot tulevat huomioonotetuiksi.

Tämä valvontaohjelma antaa kuvan suurkeittiöiden ravinnon radioaktiivisuustasosta. Runsaasti luonnontuotteita (sieniä, metsämarjoja, riistaa, järvikalaa) sisältävässä ravinnossa voi olla huomattavasti enemmän radioaktiivisia aineita. Eri elintarvikkeiden ^{137}Cs -pitoisuuksista yksityiskohtaisempaa tietoa on löydettävissä Säteilyturvakeskuksen verkkosivuilta osoitteesta www.stuk.fi.

Näytteenotto

Näytteet kerätään kahdesti vuodessa kolmelta paikkakunnalta (kuva 9.1). Näytteenoton ajankohdat ovat huhtikuu ja lokakuu, jolloin syksyn näytteenotossa ovat mukana uuden sadon tuotteet. Näytteenottopaikkoina ovat sairaaloiden suurkeittiöt. Näytteet sisältävät vuorokauden kaikki ateriat mukaan lukien leivät ja juomat. Ateriat on

suunniteltu siten, että vuorokauden energiasisältö on n. 8 400 – 9 200 kJ.

Näytteiden käsittely ja analysointi

Vuorokauden kaikki ateriat yhdistetään yhdeksi näytteeksi, juomat ja ruoka erikseen. Kiinteät ruokanäytteet kuivataan, homogenisoidaan ja poltetaan tuhkakksi. Juomat haihdutetaan lämpölamppujen alla ja tuhitetaan. ^{137}Cs määritetään gamma-spektrometrisellä mittauksella tuhitetuista ruoka- ja juomanäytteistä. Strontium erotetaan näytteistä ekstraktiokromatograafisella menetelmällä, minkä jälkeen ^{90}Sr mitataan nestetuikespektrometrillä.

Tulokset

Päivittäisen ravinnon ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -pitoisuudet ovat pieniä, koska ruoan raaka-aineena käytetyt maataloustuotteet ovat lähes puhtaita radioaktiivisista aineista. Vaihtelut tuloksissa johtuvat lähinnä näytteenottopäivän dieetin ja ruoan alueellisen alkuperän vaihteluista. Vuonna 2005 ^{137}Cs -pitoisuudet ruoassa olivat 0,1–0,5 Bq/kg ja juomissa 0,1–0,8 Bq/l. Päivittäinen cesiumin saanti ruoan kautta vaihteli välillä 0,1–0,8 Bq/d ja juomien kautta 0,1–0,9 Bq/d. ^{137}Cs -määritysten mittausvirhe oli 4–10 % ja ^{90}Sr -määritysten virhe noin 5 %. Aluekohtaiset tulokset on esitetty taulukossa 9.1.

Suurkeittiöiden ruokaa käyttävien ruoasta saama säteilyannos oli vuonna 2005 alle 0,01 mSv, josta ^{137}Cs :stä aiheutuva osuus oli runsaat 70 %. Runsaasti luonnontuotteita käyttävän henkilön saama säteilyannos voi olla kymmenkertainen tähän verrattuna.

9.2 Kaupan elintarvikkeet

Markkinoilla olevien elintarvikkeiden ^{137}Cs -pitoisuuksien selvittämiseksi hankittiin syksyllä 2005 näytteitä elintarvikeliikkeistä samoilta paikkakunnilta kuin vuorokausiruokanäytteet. Hankintapaikkakunnat olivat Helsinki, Tampere ja Rovaniemi. Näytteiksi valittiin sekä päivittäin käytettäviä elintarvikkeita että luonnontuotteita, joiden tiedetään sisältävän enemmän radioaktiivista cesiumia. Näiden mittausten tulokset on esitetty taulukossa 9.2.

Eri elintarvikkeiden ^{137}Cs -pitoisuudet vastaavat ruokanäytteiden mittaustuloksia, kun otetaan huomioon ruoanvalmistuksessa tapahtuva cesiumpitoisuuksien pieneneminen ja luonnon-

tuotteiden vähäinen osuus suurkeittiöiden ruoassa. Mitatuista sieninäytteistä muutamien suppilovahveroiden ^{137}Cs -pitoisuudet ylittivät raja-arvon 600 Bq/kg, jota suositellaan noudatettavaksi, kun saatetaan markkinoille luonnonvaraista riistaa, metsämarjoja ja -sieniä sekä järvikaloja (EU-suositus 2003/274/EY). Suolasienien ^{137}Cs -pitoisuudet on mitattu liottamattomista sienistä. Suolasienien liotuksen tai kiehautuksen jälkeen niissä on jäljellä cesium-137:ää enää 10–20 % alkuperäisestä määrästä.

Yhteyshenkilö: Eila Kostiainen, Säteilyturvakeskus
(eila.kostiainen@stuk.fi)

9 Radioaktiva ämnen i livsmedel

9.1 En dags föda

Målet för radioaktivitetsmätningar i livsmedel är att erhålla uppgifter om intaget av radionuklider via födan. När man känner halterna av radioaktiva ämnen i livsmedel, kan man beräkna den dagliga stråldos som befolkningen får via födan. Analys av måltider under ett helt dygn istället för analys av enstaka livsmedel ger direkt intaget, och faktorer som beror av tillagningen och konsumtionen blir därmed beaktade. Orterna för provtagning har valts så att de representerar stora bostadscentra samt områden, som ingår i tillsynsprogrammen. Orterna finns i södra, mellersta och norra Finland, och regionala skillnader i användningen av livsmedel kan därmed beaktas.

Detta tillsynsprogram ger en bild av radioaktivitetsnivån i födan i storkök. Föda som innehåller rikligt med naturprodukter (svampar, skogsbär, villebråd, insjöfisk) kan innehålla betydligt större mängder radioaktiva ämnen. Information om ^{137}Cs i olika livsmedel kan hittas på Strålsäkerhetscentralens hemsidor: www.stuk.fi.

Provtagning

Proven tas två gånger årligen på tre orter (bild 9.1). Tidpunkterna för provtagningen är april och oktober, varvid provtagningen på hösten innefattar den senaste skörden. Proven tas i sjukhusens storkök. De innehåller alla måltider under dygnet, inklusive bröd och drycker. Måltiderna har planerats att ge ca 8 400 – 9 200 kJ per dygn.

Hantering och analys av proven

Alla måltider under dygnet sammanslås till ett enda prov, drycker och mat skilt för sig. De fasta proven på mat torkas, homogeniseras och bränns till aska. Dryckerna indunstas under värmelampor och föraskas.

^{137}Cs bestäms med gammaspektrometri ur de föraskade proven på mat och dryck. Strontium avskiljs ur provet med en ekstraktionskromatografisk metod, varefter halten av ^{90}Sr mäts med vätskescintillospektrometer.

Resultat

Halterna av ^{137}Cs och ^{90}Sr är små, eftersom de lantbruksprodukter som användes som ingredienser är nästan fria från radioaktivitet. Små variationer i mätresultaten beror närmast på variationer i provtagningsdagens matsedel och regionalt ursprung av ingredienser.

År 2005 ^{137}Cs -halterna i maten var 0,1–0,5 Bq/kg och i dryckerna 0,1–0,8 Bq/l. Det dagliga intaget av cesium i maten varierade mellan 0,1–0,8 Bq/d och i dryckerna 0,1–0,9 Bq/d. Mätfelet i bestämningarna av ^{137}Cs var 4–10% och vid bestämningarna av ^{90}Sr var felet 5%. De regionala mätresultaten finns i tabell 9.1.

Stråldosen av människor som använder födan från storkök var år 2005 under 0,01 mSv, varav andelen förorsakade av ^{137}Cs var över 70%. Stråldosen av människor som använder rikligt med naturprodukter kan vara tiofaldig.

9.2 Livsmedel i butiker

Under hösten 2005 genomfördes en undersökning för att uppskatta halten av ^{137}Cs i matvaror köpta i butiker på samma orter som proven på maten i storkök. Orterna var Helsingfors, Tammerfors och Rovaniemi, som ligger i olika delar av landet. Proverna valdes för att representera både matvaror som konsumeras dagligen och naturprodukter som man vet innehåller radiocesium. I tabell 9.2 anges halten av ^{137}Cs i proverna.

Halten av ^{137}Cs i olika matvaror motsvarar halten i måltider om man beaktar minskningen av ^{137}Cs -halten under matlagningen och den ringa

andelen av naturprodukter i maten i storkök. I de proven översteg halten av ^{137}Cs i några svampar (trattkantareller) gränsvärdet 600 Bq/kg, som rekommenderas att tillämpas på ^{137}Cs i vilt, vilda bär, vilda svampar och sötvattenfisk som säljs på marknaden (EU-rekommendation 2003/274/EG). Saltet lakades inte ur svamparna före mätningen av ^{137}Cs -halten. Efter urlakning är ^{137}Cs -halten 10–20% lägre än före urlakning.

Kontaktperson: Eila Kostiainen, Strålsäkerhetscentralen (*eila.kostiainen@stuk.fi*)

9 Radioactive substances in foodstuffs

9.1 One day diet

The main focus of the foodstuffs monitoring program is to obtain information about the intake of radionuclides through ingestion for the purpose of estimating internal doses. An analysis of the whole mixed diet samples rather than the main components of diet gives the intake, where the consumption and food processing are already included. The sampling sites were chosen to represent large population centres and the same areas used in other radiation monitoring programmes. The sites are situated in southern, central and northern Finland in order to consider the areal differences in the composition of diets.

This monitoring programme typifies the food prepared in institutional kitchens, and the level of radioactivity it contains. In the food containing a lot of natural products (mushrooms, wild berries, game, freshwater fish) the radioactivity concentrations may be remarkably higher. More information on ^{137}Cs concentrations in various foodstuffs is available at the STUK's home pages www.stuk.fi.

Sampling

The diet samples are collected twice a year at three sites, Helsinki, Tampere and Rovaniemi (Figure 9.1). The sampling times are April and October, so that the products of the new crop are included in the autumn sampling. The sampling sites are the institutional kitchens of large hospitals. All meals with bread and drinks consumed during one day are included in the samples. The meals are planned so that the energy content in the daily diet is about 8 400–9 200 kJ.

Pre-treatment and analysis

All the meals on the sampling day are bulked together before the analyses are made. The solid food samples are dried, homogenised and ashed. The drink samples are evaporated under infrared thermal lamps and ashed.

^{137}Cs is determined by gamma spectrometric measurement from the ashed food and drink samples. Strontium is separated by an extraction chromatographic method, and ^{90}Sr is measured with a liquid scintillation spectrometer.

Results

The concentrations of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the daily diet are low, because the agricultural products used as raw material are nearly free of artificial radionuclides. The fluctuations in the results are mostly due to variations in the diets of the sampling day and regional raw materials.

The concentrations of ^{137}Cs in the solid food in 2005 ranged from 0.1–0.5 Bq/kg, and in the drinks from 0.1–0.8 Bq/l. The daily intakes of ^{137}Cs via food ranged from 0.1–0.8 Bq/d, and via drinks from 0.1–0.9 Bq/d. The measurement uncertainty for ^{137}Cs was 4–10% and for ^{90}Sr 5%. The areal results are given in Table 9.1.

The average internal radiation dose received through food from institutional kitchens in 2005 is less than 0.01 mSv, more than 70% of which is due to ^{137}Cs . People consuming large amounts of natural products may receive ten times higher radiation doses.

9.2 Foodstuffs on the market

Information on ^{137}Cs concentrations in various foods was gained by sampling foods obtained from food shops during autumn 2005. Food samples were taken at sites where diet samples are collected annually. The sites were Helsinki, Tampere and Rovaniemi, located in different parts of the country. The food samples were chosen to represent both daily consumed foods and wild foods which are known to be high in radiocesium. The results of the ^{137}Cs analyses of these samples are given in Table 9.2.

The ^{137}Cs contents in foods approximate to the results from the diet samples considering the reduction of radiocesium in cooking, and the minor

proportion of wild foods in diets of institutional kitchens. In the analysed samples, the ^{137}Cs contents in certain mushrooms (*Cantharellus tubaeformis*) were higher than the maximum permitted level, 600 Bq/kg, recommended to be respected when placing wild game, wild berries, wild mushrooms and lake fish on the market (Commission recommendation 2003/274/EC). The salted mushrooms were analysed without soaking. After soaking or boiling the ^{137}Cs contents in salted mushrooms are up to 10–20% lower.

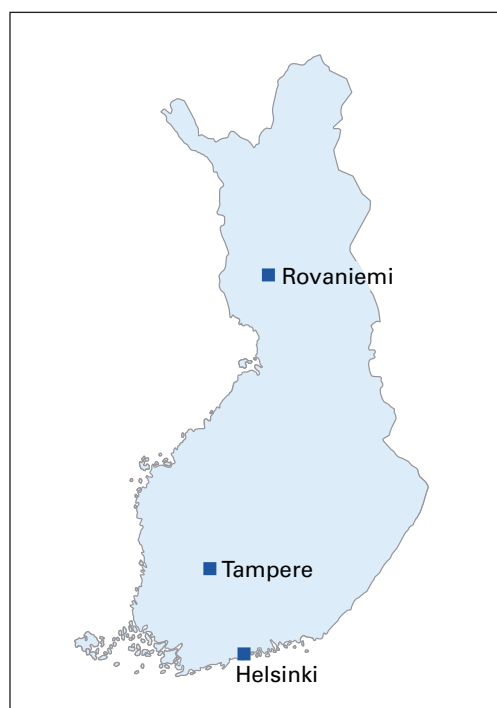
Contact person: Eila Kostiainen, Radiation and Nuclear Safety Authority (eila.kostiainen@stuk.fi)

Taulukko 9.1. ^{137}Cs :n ja ^{90}Sr :n päivittäinen saanti ruoasta vuonna 2005.

Tabell 9.1. Daglig tillförsel av ^{137}Cs och ^{90}Sr i maten år 2005.

Table 9.1. The daily intake of ^{137}Cs and ^{90}Sr via ingestion in 2005.

Site	Sampling date	^{137}Cs (Bq/d) meal	^{137}Cs (Bq/d) drinks	^{90}Sr (Bq/d) meal	^{90}Sr (Bq/d) drinks
Helsinki	28.4.2005	0.14	0.22	0.051	0.025
	5.10.2005	0.18	0.90	0.066	0.043
Rovaniemi	19.4.2005	0.11	0.13	0.042	0.018
	11.10.2005	0.23	0.19	0.053	0.020
Tampere	27.4.2005	0.19	0.26	0.056	0.026
	11.10.2005	0.75	0.29	0.073	0.032



Kuva 9.1. Elintarvikkeiden keräyspaikkakunnat.

Bild 9.1. Provtagningsorter för födoämnen.

Fig. 9.1. The sampling sites for diet samples.

Taulukko 9.2. ¹³⁷Cs-pitoisuudet (Bq/kg) elintarvikeliikkeistä hankituissa näytteissä vuonna 2005.

Tabell 9.2. ¹³⁷Cs i prov som köpts i livsmedelsbutiker år 2005.

Table 9.2. ¹³⁷Cs in the samples purchased from food shops in 2005.

Elintarvike	Livsmedel	Foodstuff	¹³⁷ Cs, Bq/kg (number of samples)					
			Helsinki		Tampere		Rovaniemi	
sianliha	svinkött	pork	0.8–0.1	(3)	1.0–2.8	(2)	–	
naudanliha	nötkött	beef	0.9–2.1	(3)	0.9–19	(4)	1.5–1.6	(2)
peruna	potatis	potato	0.1–0.4	(3)	<0.2	(4)	<0.1	(3)
kasvikset	grönsaker	vegetables	<0.1–1.7	(10)	<0.1–12	(18)	<0.1–10	(5)
poronliha	renkött	reindeer meat	–		–		180–380	(4)
hirvenliha	älgkött	venison	13	(1)	10–130	(2)	8.0	(1)
sienet	svampar	mushrooms	14–940	(6)	135–1750	(7)	–	
suolasienet ¹	saltsvampar ²	salted mushrooms ³	20–81	(3)	–		–	
metsämarjat	skogsbär	wild berries	3.3–35	(11)	1.1–130	(9)	3.0–57	(4)
järvikala	insjöfisk	freshwater fish	6.6–21	(5)	14–190	(5)	3.8–14	(3)
murtovesi- ja merikala	brack- och havsfisk	brackish water and marine fish	7.3–55	(6)	6.2–35	(5)	8.4–32	(2)
kasvatettu kala (meri- ja sisävesiallas)	odlad fisk (havs- och insjöbassäng)	farmed fish (sea and freshwater basin)	0.3	(2)	0.3–0.6	(2)	–	

¹ analysoitu ennen liotusta

² mätning före urlakning

³ analysed before soaking

10 Radioaktiiviset aineet ihmisessä

Ihminen voi saada radioaktiivisia aineita elimistönsä hengittämällä tai ravinnon mukana. Nämä aineet ovat joko luonnollista alkuperää tai keino-tekoisesti synnitettyjä. Näistä gammasäteilyä lähettäviä aineita voidaan mitata suoraan ihmisen kehosta. Mittaukset tehdään ns. kokokehomittauslaitteistoilla. Säteilyturvakeskuksessa on kaksi tällaista laitteistoa, toinen kiinteästi asennettu laboratorioon Helsingissä ja toinen liikkuva. Kiinteästi asennettu mittaussysteemi otettiin käyttöön vuonna 1965 ja liikkuva systeemi kymmenen vuotta myöhemmin.

Mittaukset

Mittauspaikkakunnat olivat vuonna 2005 Helsinki, Tampere ja Rovaniemi (ks. kuva 7.1). Laboratorioissa oleva mittaussysteemi on sijoitettu 80 tonnia painavaan rautahuoneeseen. Paksujen rautaseinien tarkoituksena on vaimentaa ympäristöstä tulevaa taustasäteilyä. Keveämpi, noin 2,5 tonnia painava malli on asennettu kuorma-autoon (kuva 10.1). Liikkuvalla systeemillä voidaan mittauksia tehdä myös Helsingin ulkopuolella. Mittauslaitteistoon kuuluu mittaustuoli, johon mitattava henkilö asettuu, ja sen yläpuolella oleva gammasäteilyä havaitseva ilmaisin. Mitattava aktiivisuusmäärä on yleensä pieni, ja siksi ympäristöstä tulevan häiritsevän taustasäteilyn vaimentamiseksi tuoli on tehty lyijystä ja säteilyilmaisim ympäröity lyijyvaipalla.

Kokokehomittauksessa ihmiseen ei kohdistu säteilyä. Mittaus perustuu kehossa olevien radioaktiivisten aineiden hajotessaan lähettämään gammasäteilyn havaitsemiseen. Tällä hetkellä tärkein ravinnon mukana ihmiseen kulkeutuvista keinotekoisista radioaktiivisista aineista on ^{137}Cs .

Mitattavat ihmisryhmät

Suomessa on vuodesta 1965 lähtien seurattu helsinkiläistä vertailuryhmää. Vuodesta 2001 on tämän ryhmän sekä Helsingistä ja Rovaniemeltä

kouluympäristöstä valittujen ryhmien lisäksi mitattu vastaava ryhmä Tampereelta. Näistä mittauksista saatujen tulosten perusteella arvioidaan suomalaisten keskimäärin saama säteilyannos keinotekoisista radioaktiivisista aineista. Tampere edustaa Suomessa Tshernobylin onnettomuuden aiheuttaman korkeimman laskeuman aluetta.

Helsingin ja Rovaniemen ryhmiin kuuluu henkilöitä kahdesta eri koulusta, sekä oppilaita että opettajia, täydennettyinä Säteilyturvakeskuksen henkilökuntaan kuuluvilla. Tamperelaisen koulun ryhmässä on oppilaita ja opettajia. Koulut on valittu siksi, että samassa mittauspaikassa on eri ikäisiä henkilöitä. Henkilöiden valinta perustuu vapaaehtoisuuteen. Mitattavilta kysytään lyhyesti ruokavaliosta ja tiettyjen runsaasti radiocesiumia sisältävien elintarvikkeiden kulutuksesta.

Tulokset

Mittaustulokset ovat kuvassa 10.2. Kuvassa oleviin tuloksiin sisältyvät vain aikuisten (yli 14-vuotiaiden) mittaustulokset. Helsingissä mitattiin 50, Rovaniemellä 34 ja Tampereella 30 henkilöä. Helsingissä suurin mitattu cesiumaktiivisuus kehossa oli 1 460 Bq ja pienin alle havaitsemisrajan 50 Bq. Vastaavat luvut olivat Rovaniemellä 620 Bq ja alle 50 Bq sekä Tampereella 820 Bq ja alle 50 Bq. Lapsia (alle 15-vuotiaita) ryhmissä oli niin vähän, että heidän tuloksistaan voidaan sanoa vain, että kehossa oleva cesiumaktiivisuus oli yleensä alle 100 Bq. Tämä sopii hyvin yhteen aikaisemmissa tutkimuksissa saatujen tulosten kanssa. Kuvasta nähdään myös se, kuinka mittaustulokset vuodesta toiseen vaihtelevat huomattavasti. Tämä johtuu kaupasta ostettujen ja luonnosta kerättyjen elintarvikkeiden aktiivisuuspitoisuuksien suurista eroista sekä luonnosta kerättyjen elintarvikkeiden satunnaisesta käytöstä.

Kuvassa 10.3 on esitetty keskimääräinen ^{137}Cs -aktiivisuus helsinkiläisen vertailuryhmän jäsenissä 1960-luvun puolivälistä lähtien. Vuoden 2005

suurin arvo 1 460 Bq on poistettu keskiarvosta. Kuvassa erottuvat selvästi ilmakehässä suoritettujen ydinkokeiden ja Tshernobylin ydinonnettomuuden vaikutukset kehossa olevaan cesiumaktiivisuuteen.

Kehossa olevan ^{137}Cs :n arvioitiin vuonna 2005 aiheuttaneen keskimäärin noin 0,01 mSv säteilyannoksen, eli alle prosentin suomalaisen keskimääräisestä vuosittaisesta säteilyannoksesta 4 mSv.

Yhteyshenkilö: Tua Rahola, Säteilyturvakeskus (tua.rahola@stuk.fi)

10 Radioaktiva ämnen i människokroppen

Människan kan få i sig radioaktiva ämnen genom att andas in dem eller med födan. Dessa ämnen är antingen av naturligt ursprung eller konstgjorda. De ämnen som utsänder gammastrålning kan mätas direkt i människokroppen med helkroppsmätning. Strålsäkerhetscentralen har två utrustningar för detta, den ena är fast installerad i laboratoriet i Helsingfors och den andra är rörlig. Den fasta helkroppsmätaren togs i bruk år 1965 och den rörliga tio år senare.

Mätningar

Mätorterna var år 2005 Helsingfors, Tammerfors och Rovaniemi (se bild 7.1). Helkroppsmätaren i laboratoriet har placerats i ett järnrum som väger 50 ton. De tjocka järnväggarna dämpar den bakgrundsstrålning som kommer från miljön. En lättare modell, som väger ca 2,5 ton, har placerats i en lastbil (bild 10.1). Med den kan man utföra mätningar på stora avstånd från Helsingfors. Mätutrustningen består av en stol som försökspersonen placerar sig i, och en detektor som finns ovanför stolen. Den aktivitet som mäts är vanligen liten och för att den störande bakgrundsstrålningen från omgivningen skall dämpas har stolen gjorts av bly och detektorn har omgett med ett blyskydd.

Vid helkroppsmätning utsätts försökspersonen inte för strålning. Mätningen fungerar genom att observera den gammastrålning som radioaktiva ämnen i kroppen utsänder vid sitt sönderfall. För närvarande är ^{137}Cs det viktigaste radioaktiva ämnet som människorna får via födan.

Människogrupper som mätts

I Finland har sedan år 1965 mätts en referensgrupp av helsingforsare. År 2001 mättes dessutom tre grupper från skolmiljö, en i Helsingfors, en annan i Rovaniemi och den tredje i Tammerfors. På basis av resultaten av dessa mätningar har man beräknat den stråldos som finländarna i medeltal

får från konstgjorda radioaktiva ämnen.

I grupperna ingår personer från två olika skolor kompletterade med personal från Strålsäkerhetscentralen utom i Tammerfors där endast elever och lärare från den valda skolan ingår. Skolorna har valts för att där finns personer i olika ålder. Personerna deltar frivilligt. De tillfrågas kortfattat om vilken mat de äter samt hur mycket de konsumerar av vissa livsmedel som innehåller rikligt med radiocesium.

Resultat

Resultaten finns i bild 10.2. Endast mätresultat för personer över 14 år har medtagits. I Helsingfors gruppen mättes 50 personer, i den från Rovaniemi 34 och i den från Tammerfors 30 personer. I Helsingfors var det högsta uppmätta ^{137}Cs värdet 1 460 Bq och det lägsta under detekteringsgränsen 50 Bq. I Rovaniemi var de motsvarande värdena 620 Bq och under 50 Bq och i Tammerfors 820 Bq och 50 Bq.

Det fanns så få barn (under 15 år) att man bara kan säga om mätresultaten för barnens del att radioaktiviteten i kroppen i allmänhet var under 100 Bq. Detta stämmer bra med resultaten från tidigare undersökningar.

Bild 10.3 visar kroppsinnehållet av ^{137}Cs som medelvärde (utan maximivärdet 1 460 Bq år 2005) för män och kvinnor i referensgruppen från Helsingfors mätt årligen sedan 1965. Inverkan av kärnvapenprov i atmosfären och av Tjernobyl-olyckan på cesiumaktiviteten i kroppen ses tydligt i bilden.

År 2005 uppskattades ^{137}Cs i människokroppen i medeltal förorsaka en stråldos om cirka 0,01 mSv eller mindre än 1 procent av den totala stråldosen 4 mSv, som finländarna årligen får.

Kontaktperson: Tua Rahola, Strålsäkerhetscentralen (tua.rahola@stuk.fi)

10 Radioactivity in man

Radioactive substances may enter the human body via breath or with foodstuffs. These substances are either of natural or of artificial origin. Radionuclides emitting gamma radiation can be measured directly from the human body. The measurements are done with a whole-body counting system. There are two such systems at STUK. One is a permanently installed system in the laboratory and the other a mobile system. The stationary system was installed in 1965 and the mobile system ten years later.

The measurements

In 2005 the measurements were done in Helsinki, Rovaniemi and Tampere (see Figure 7.1). The stationary system is installed inside a 50 ton iron room. The thick iron walls are there to reduce the environmental background radiation. The less heavy, weight about 2.5 ton, system is installed in a truck. The truck is shown in Figure 10.1. With this mobile system measurements can be done even far from Helsinki. The mobile system includes a measurement chair for the person to be measured and above that a sensitive gamma detector. The amount of radioactive substances to be measured is usually small and the chair is made of lead to reduce the disturbing background radiation from the environment.

The measurement itself does not cause any additional exposure to radiation. The measurement is based on detection of radiation emitting from radioactive substances in the body. Today ^{137}Cs is the most important radionuclide transported via foodstuffs to man.

Groups of people to be measured

In Finland, a reference group from Helsinki has been monitored since 1965. The Rovaniemi group was followed since 1999 and in 2001 a group from Tampere was added. The new group included

children and teachers from a local school. In Helsinki and Rovaniemi the groups from schools and persons from STUK were measured. Schools were chosen because different age groups are easily available among schoolchildren and teachers. All persons measured were volunteers. They were interviewed for information on eating habits and consumption of certain foodstuffs known to contain rather high concentrations of ^{137}Cs . Based on the results of these measurements the mean internal radiation dose from artificial radioactive substances can be estimated.

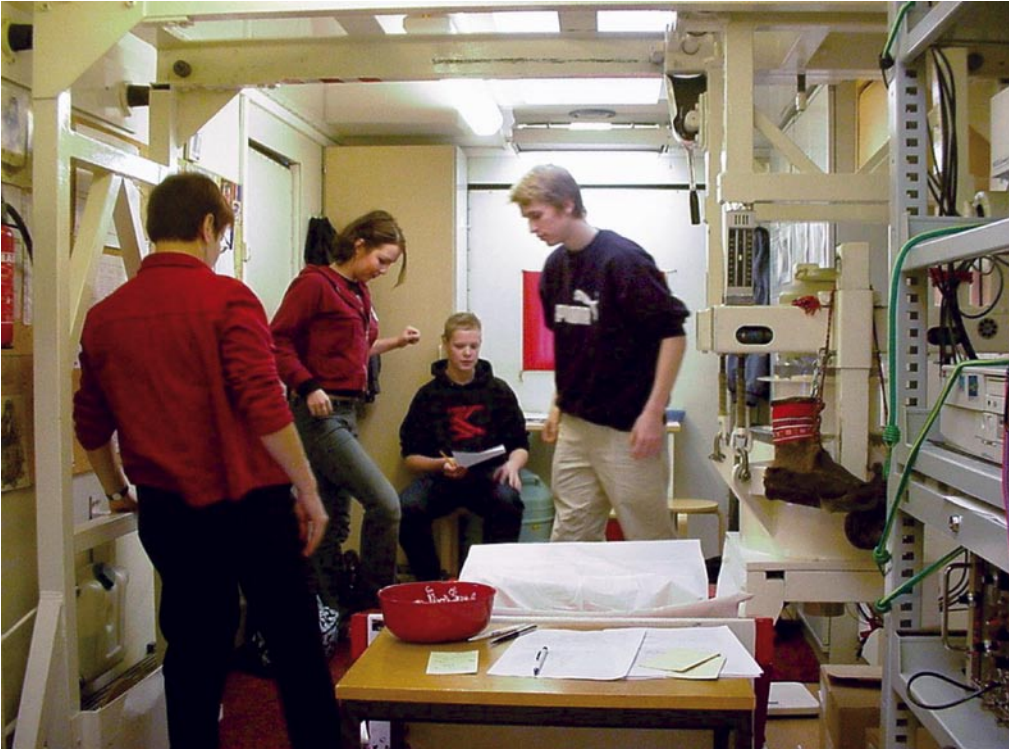
Results

The results are presented for the adults (older than 14 years) in Helsinki, Rovaniemi and Tampere in Figure 10.2. In the Helsinki group there were 50, in the Rovaniemi group 34 and in the Tampere group 30 persons. In Helsinki the highest content was 1 460 Bq and the lowest below the detection level 50 Bq. In Rovaniemi the corresponding values were 620 Bq and below 50 Bq and in Tampere 820 Bq and below 50 Bq. Only a few children were measured and their body contents were usually below 100 Bq. This result is in good agreement with results from our earlier studies.

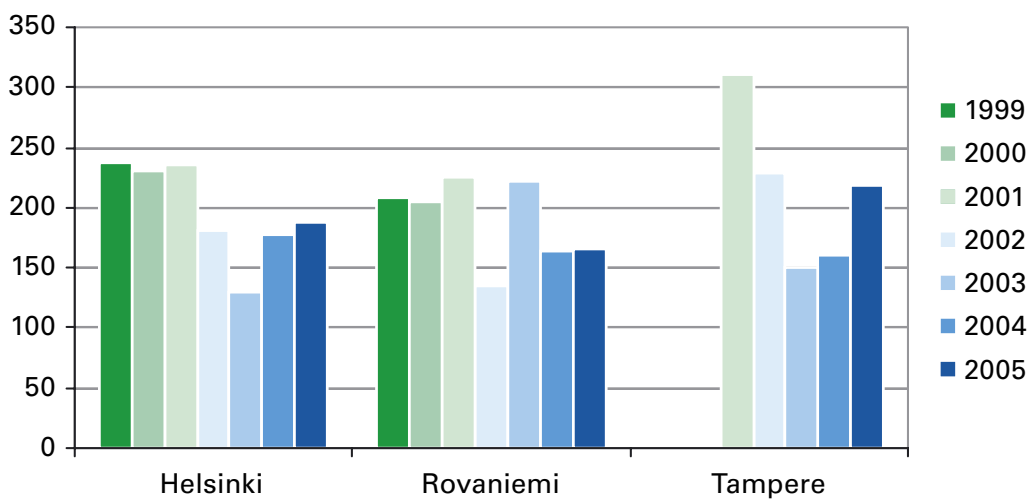
Figure 10.3 shows the mean ^{137}Cs activity (excluding the maximum value 1 460 Bq) in the Helsinki reference group measured since 1965. The figure shows the influence of the atmospheric nuclear weapons tests and of the Chernobyl accident on the body caesium activity.

The mean internal radiation dose from ^{137}Cs in 2005 was estimated at 0.01 mSv, or less than one percent of the total mean annual radiation dose 4 mSv.

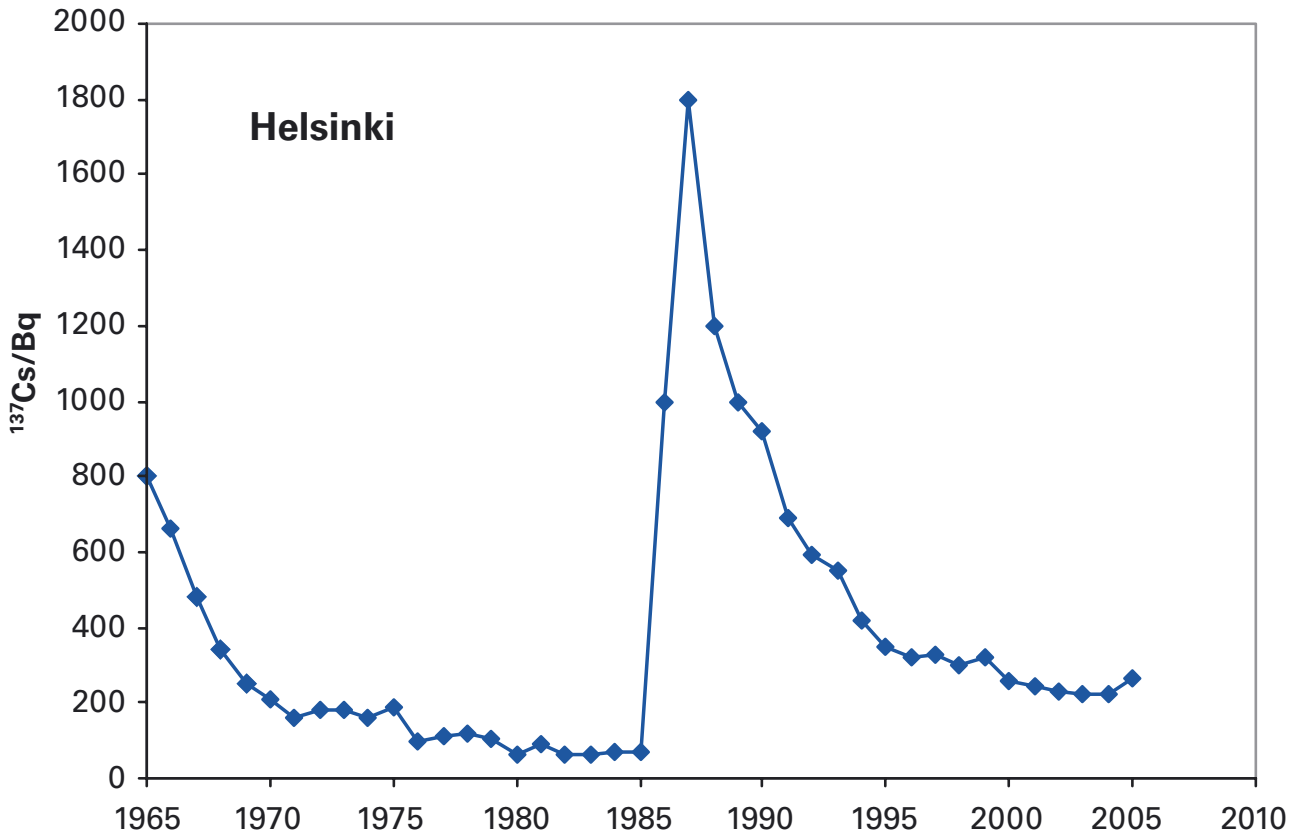
Contact person: Tuija Rahola, Radiation and Nuclear Safety Authority (tuija.rahola@stuk.fi)



Kuva 10.1. Oppilas valmistautuu mittaukseen liikkuvassa laboratoriossa.
Bild 10.1. Skoleleven gör sig redo för mätning i det mobila laboratoriet.
Fig. 10.1. The student gets ready for measurement in the mobile laboratory.



Kuva 10.2. Kehossa oleva keskimääräinen ^{137}Cs :n sisältö vuoden 2005 loppupuolella. Ryhmissä on mukana kaikki yli 14-vuotiaat, jotka kävivät mittauksessa.
Bild 10.2. Kroppsinnehållet av ^{137}Cs som medelvärde för kvinnor och män i slutet av 2005. I grupperna ingår alla personer äldre än 14 år.
Fig. 10.2. The ^{137}Cs body content as mean for women and men at the end of 2005. All persons older than 14 years are included in the groups.



Kuva 10.3. Kehossa oleva ^{137}Cs :n aktiivisuus miesten ja naisten aktiivisuuksien keskiarvona helsinkiläisessä vertailuryhmässä (mitattu vuosittain vuodesta 1965 lähtien).

Bild 10.3. Kroppsinnehållet av ^{137}Cs som medelvärde för kvinnor och män i referensgruppen från Helsingfors mätt årligen sedan 1965.

Fig. 10.3. Body content of ^{137}Cs as mean for men and women in the Helsinki reference group measured annually at STUK since 1965.

11 Radioaktiiviset aineet Itämeressä

Kaikki Itämeren maat ovat ratifioineet Helsingin sopimuksen eli Itämeren merellisen ympäristön suojelusopimuksen. Helsinki-komissio (HELCOM) koordinoi kansainvälistä yhteistyötä, joka huolehtii sopimuksen täytäntöönpanosta. Komission suosituksessa 26/3 on määritelty ohjelma, jonka avulla valvotaan radioaktiivisten aineiden esiintymistä, kulkeutumista ja määrää Itämeressä. Kaikki Itämeren rantavaltiot osallistuvat valvontaan omalla osuudellaan. Suomen osuutena on ottaa vuosittain n. 120 näytettä Itämeren vedestä, pohjasedimenteistä, kaloista ja muista eliöistä, analysoida niissä olevat radioaktiiviset aineet ja raportoida tulokset komission tietokantaan. Säteilyturvakeskus vastaa Suomen osuudesta ohjelmassa. Tuloksista laaditaan yhteisraportteja viiden vuoden välein. Lisäksi STUK ylläpitää päästörekisteriä, johon kaikkien Itämeren piirissä toimivien ydinvoimalaitosten, tutkimusreaktoreiden ja muiden merkittävien lähteiden radioaktiivisten aineiden päästöt raportoidaan vuosittain.

Näytteenotto

Merivesi-, pohjasedimentti-, kala- ja muiden biotäytteenotteen (kuten levät ja pohjaeläimet) näytteenottopisteet on esitetty kuvassa 11.1. Näytteet otetaan kerran vuodessa tutkimusalue Arandalla sekä rannikon läheisyydessä STUKin tai paikallisten näytteenottajien toimesta.

Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteiden otossa, käsittelyssä ja analysoinnissa käytetään FINASin akkreditoimia menetelmiä (FINAS T167).

Tulokset

Itämeri on ollut intensiivisen radioekologisen tutkimuksen kohteena jo 1950-luvun lopulta alkaen. Tshernobylin ydinvoimalaitoksessa 1986 tapahtunut onnettomuus lisäsi edelleen siihen kohdistunutta radioekologista mielenkiintoa, sillä Itämeri oli kaikkein eniten laskeumaa saanut merialue

maapallolla. Tshernobylin laskeuma jakautui hyvin epätasaisesti Itämeren valuma-alueelle; eniten laskeumaa kertyi Selkämeren ja itäisen Suomenlahden alueille. Vuosien kuluessa Tshernobyl-cesiumin levinneisyyskuva on jonkin verran muuttunut jokien tuoman cesiumin, vesimassojen sekoittumisen, merivirtojen ja sedimentoitumisen vaikutuksesta. Cesiumia on kulkeutunut virtausten mukana Suomenlahdelta ja Pohjanlahdelta varsinaiselle Itämerelle ja edelleen Tanskan salmien kautta Pohjanmerelle. Esteettömämmästä vedenvaihdosta johtuen Suomenlahti on puhdistunut cesiumista paljon nopeammin kuin Pohjanlahti.

Vuonna 2005 pinnan läheisen vesikerroksen ^{137}Cs -pitoisuudet olivat Selkämerellä 45–60 becquerelliä kuutiometrissä vettä (Bq m^{-3}), varsinaisella Itämerellä 48–58 Bq m^{-3} , Perämerellä 31–52 Bq m^{-3} ja Suomenlahdella 33–39 Bq m^{-3} . Pohjasedimenteissä ^{137}Cs :n kokonaismäärät olivat itäisen Suomenlahden ja Selkämeren havaintopaikoissa n. 35 000 becquerelliä neliometrillä (Bq m^{-2}), ja 600–5 000 Bq m^{-2} muissa Itämeren havaintopaikoissa. Vuosien kuluessa Tshernobyl-laskeuman synnyttämä cesiumpiikki on hautautunut jo useiden senttien syvyyteen, kun pohjan pinnalle on laskeutunut tuoretta hiukkasainesta (kuva 11.3). Suurimmat Itämeren sedimenteissä mitatut cesiumin kokonaismäärät olivat 1990-luvun puolivälissä noin 100 000 Bq m^{-2} . Tällöin Itämeren pohjaan arvioitiin olevan varastoituneena n. $2,14 \times 10^{15}$ $\text{Bq }^{137}\text{Cs}$:ää. Korkeimmat Itämeren kaloissa Tshernobylin onnettomuuden jälkeen havaitut ^{137}Cs -pitoisuudet olivat Merenkurkusta (Vaasa) 1990 pyydetyissä hauissa n. 300 Bq kg^{-1} . Vuonna 2005 cesiumin pitoisuudet olivat Suomen rannikoilta pyydetyissä hauissa 14–29 Bq kg^{-1} ja silakoissa 6–12 Bq kg^{-1} . Itämeren kaloista suomalaisille aiheutuneen sisäisen säteilyannoksen arvioitiin olleen 0,0026 millisieverttiä (mSv) vuonna 2005.

Yhteyshenkilö: Erkki Iius, Säteilyturvakeskus
(erkki.ilus@stuk.fi)

11 Radioaktiva ämnen i Östersjön

Alla Östersjöländer har ratificerat Östersjökonventionen, Konventionen om skydd av Östersjöområdets marina miljö. Helsingforskommissionen (HELCOM) koordinerar det internationella samarbetet, som sörjer för konventionens genomförande. HELCOMs rekommendation 26/3 definierar programmet för övervakning av förekomst, transport och mängder av radioaktiva ämnen i Östersjön. Alla Östersjöländer deltar i övervakningen med egna nationella program. Finlands andel innebär ca 120 prov på havsvatten, bottensediment, fisk och annan biota, analysering av radioaktiva ämnen i dem och rapportering av resultaten till HELCOMs databas. STUK är ansvarigt för Finlands andel i programmet. Resultaten publiceras i gemensamma rapporter vart femte år. Därtill upprätthåller STUK ett utsläppsregister, i vilket parterna rapporterar årliga utsläppsdata från alla de kärnkraftsreaktorer som är i drift i Östersjöområdet.

Provtagning

Provtagningsplatserna för havsvatten, bottensediment, fisk och annan biota presenteras i bild 11.1. Prov tas årligen av det finska forskningsfartyget Aranda eller i kustområdena av STUKs personal eller andra lokala provtagare.

Hantering och analys av proven

Provtagnings-, förbehandlings- och analysmetoderna har ackrediterats av FINAS (Ackrediterat testlaboratorium T167).

Resultat

Sedan 1950-talet har Östersjön varit föremål för intensiva radioekologiska undersökningar. Olyckan i Tjernobyli år 1986 ökade vidare dess radioekologiska intresse, då Östersjön var det marina område som var mest påverkat av Tjernobylnedfallet. Nedfallet blev mycket ojämnt dispergerat i av-

rinningsområdet till Östersjön; områdena kring Bottenhavet och östra Finska viken mottog mest nedfall. Under årens lopp har spridningsbilden av Tjernobylicesium något förändrats som följd av älvutsläpp, blandning av vattenmassorna, havsströmmar och sedimentationsprocesser. Cesium har transporterats med havsströmmarna från Finska viken och Bottenhavet till den egentliga Östersjön och vidare ut från Östersjön genom de danska sunden. Tack vare det mera ohindrade bytet av vatten, har Finska viken blivit ren från cesium mycket snabbare än Bottenhavet.

År 2005 var halterna av ^{137}Cs i ytvattnet 45–60 becquerel i kubikmeter (Bq m^{-3}) i Bottenhavet, 48–58 Bq m^{-3} i den egentliga Östersjön, 31–52 Bq m^{-3} i Bottenviken och 33–39 Bq m^{-3} i Finska viken. Totalmängderna av ^{137}Cs i bottensedimenten var ca 35 000 becquerel i kvadratmeter (Bq m^{-2}) i provtagningsstationerna av den östra Finska viken och Bottenhavet och 600–5 000 Bq m^{-2} i de andra stationerna vid Östersjön. Under årens lopp har cesiumtoppen som förorsakades av Tjernobylnedfallet, förflyttats till många centimeters djup, när färskt material har sjunkit mot bottenytan (bild 11.3). De största totalmängderna av ^{137}Cs mätta i Östersjöns sediment var ca 100 000 Bq m^{-2} i mitten av 1990-talet. Då uppskattades att ca $2,14 \times 10^{15}$ Bq av ^{137}Cs hade lagrats i Östersjöns botten. De högsta ^{137}Cs -halterna som mättes i Östersjöfiskar efter Tjernobylnedfallet var 300 Bq kg^{-1} i gäddor från Kvarken (Vasa) år 1990. År 2005 var cesiumhalterna i gäddorna och strömmingarna 14–29 Bq kg^{-1} och 6–12 Bq kg^{-1} vid den Finska kusten. Den interna stråldosen från Östersjöfiskarna till finnarna bedömdes till 0,0026 mSv år 2005.

Kontaktperson: Erkki Ilus, Strålsäkerhetscentralen (erkki.ilus@stuk.fi)

11 Radioactive substances in the Baltic Sea

All the Baltic Sea countries have ratified the Helsinki Convention, the Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area. The Helsinki Commission (HELCOM) co-ordinates the international co-operation which focuses on the implementation of the Convention. Recommendation 26/3 of the HELCOM defines the programme for monitoring the occurrence, transport and amounts of radionuclides in the Baltic Sea. All the Baltic Sea countries contribute to the monitoring with their own national programmes. The Finnish contribution consists of about 120 annual samples from seawater, bottom sediments, fish and other biota, analysis of radioactive substances and reporting of the results to the HELCOM database. STUK is responsible for the Finnish part of the programme. The results are published in Joint Reports every five years. In addition, STUK maintains a Discharge Register, to which the Contracting Parties report annually discharge data from all nuclear facilities operating in the Baltic Sea area.

Sampling

The sampling stations or areas for seawater, bottom sediments, fish and other biota are shown in Fig. 11.1. The samples are taken annually on board of the Finnish Research Vessel Aranda or in the coastal areas by the staff of STUK or other local people.

Pre-treatment and analysis

The methods used in sampling, pre-treatment and analysis are accredited by FINAS (Accredited testing laboratory T167).

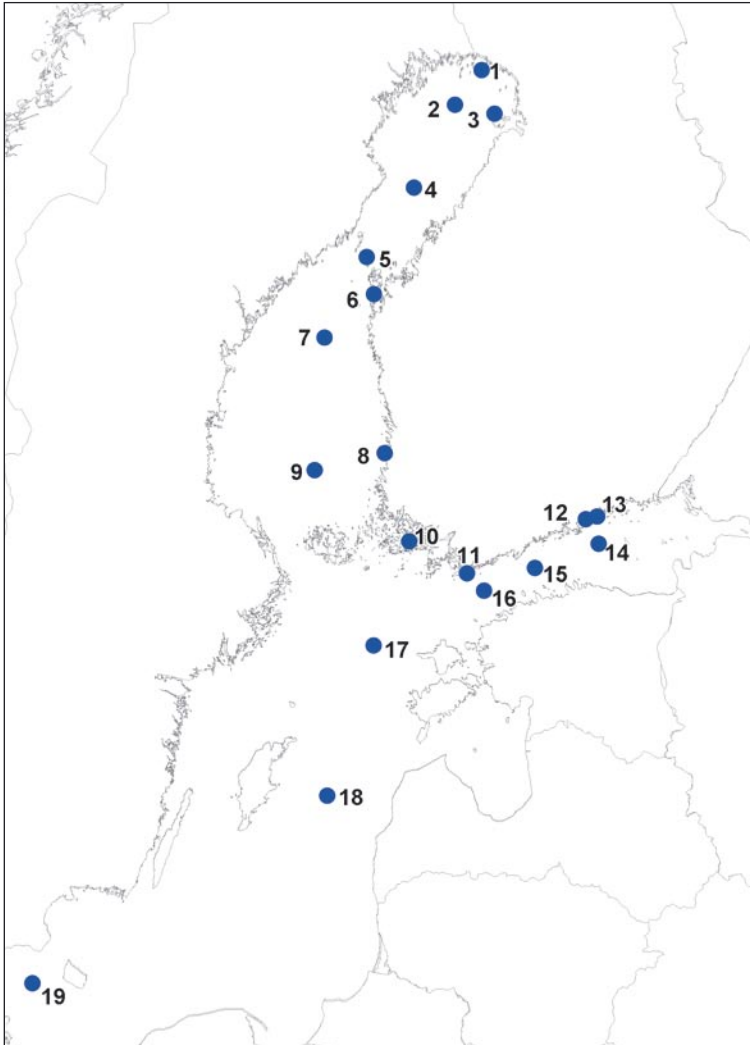
Results

Since the late 1950's the Baltic Sea has been an object of intensive radioecological studies. The accident at the Chernobyl NPP, in 1986, increased further its radioecological interest because the Baltic was the marine area most affected by the Chernobyl fallout. The fallout from Chernobyl was very unevenly dispersed in the drainage area of the Baltic Sea;

the areas of the Bothnian Sea and the eastern part of the Gulf of Finland received most of deposition. In the course of time the distribution pattern of the Chernobyl-derived caesium has somewhat changed as a consequence of river discharges, mixing of water masses, sea currents and sedimentation processes. Caesium has been transported by sea currents from the Gulf of Finland and the Gulf of Bothnia into the Baltic Proper and further out from the Baltic Sea through the Danish Straits. Due to the better exchange of water, the Gulf of Finland has become clean of caesium much faster than the Gulf of Bothnia.

In 2005, the ^{137}Cs concentrations of surface water were 45–60 becquerel in cubic metre (Bq m^{-3}) in the Bothnian Sea, 48–58 Bq m^{-3} in the Baltic Proper, 31–52 Bq m^{-3} in the Bothnian Bay and 33–39 Bq m^{-3} in the Gulf of Finland. The total amounts of ^{137}Cs in bottom sediments were about 35 000 Bq m^{-2} at the sampling stations of the eastern Gulf of Finland and the Bothnian Sea. At the other stations of the Baltic Sea the amounts of caesium were clearly smaller: 600–5 000 Bq m^{-2} . In the course of years, the caesium peak caused by the Chernobyl fallout has been buried to a depth of several centimetres, as fresh material has settled on the surface of the seabed (Fig. 11.3). The largest total amounts of ^{137}Cs measured in the Baltic Sea sediments were about 100 000 Bq m^{-2} in the mid 1990's. Then it was estimated that about 2.14×10^{15} Bq of ^{137}Cs was stored in the seabed of the Baltic Sea. The highest activity concentration of ^{137}Cs found after the Chernobyl accident in Baltic Sea fish was 300 Bq kg^{-1} in pikes caught from the Quark (Vaasa) in 1990. In 2005, the caesium concentrations were 14–29 Bq kg^{-1} in pikes and 6–12 Bq kg^{-1} in Baltic herrings caught from the Finnish coasts. The internal radiation dose from Baltic Sea fish to Finnish people was estimated to be 0.0026 mSv in 2005.

Contact person: Erkki Ilus, Radiation and Nuclear Safety Authority (erkki.ilus@stuk.fi)



Kuva 11.1. Näytteenottopisteet: merivesi (W), pohjasedimentti (S), kalat (F), muu biota (B). 1. Piste LaV 4 (W), 2. Piste CVI (W + S), 3. Hailuoto (F), 4. Piste BO 3 (W), 5. Piste F 16 (W), 6. Vaasa (F), 7. Piste US 5b (W), 8. Olkiluoto (W + B), 9. Piste EB 1 (W + S), 10. Seili (F), 11. Tvärminne (F), 12. Piste Pernaja R1 (W), 13. Loviisa (W + F + B), 14. Piste LL 3a (W + S), 15. Piste LL 7 (W), 16. Piste JML (W+S), 17. Piste LL 17 (W+S), 18. Piste BY 15 (W + S), 19. Piste BY 2 (W).

Bild 11.1. Provtagningsplatserna för havsvatten (W), bottensediment (S), fisk (F), annan biota (B). 1. Station LaV 4 (W), 2. Station CVI (W + S), 3. Hailuoto (F), 4. Station BO 3 (W), 5. Station F 16 (W), 6. Vaasa (F), 7. Station US 5b (W), 8. Olkiluoto (W + B), 9. Station EB 1 (W + S), 10. Seili (F), 11. Tvärminne (F), 12. Station Pernaja R1 (W), 13. Loviisa (W + F + B), 14. Station LL 3a (W + S), 15. Station LL 7 (W), 16. Station JML (W+S), 17. Station LL 17 (W+S), 18. Station BY 15 (W + S), 19. Station BY 2 (W).

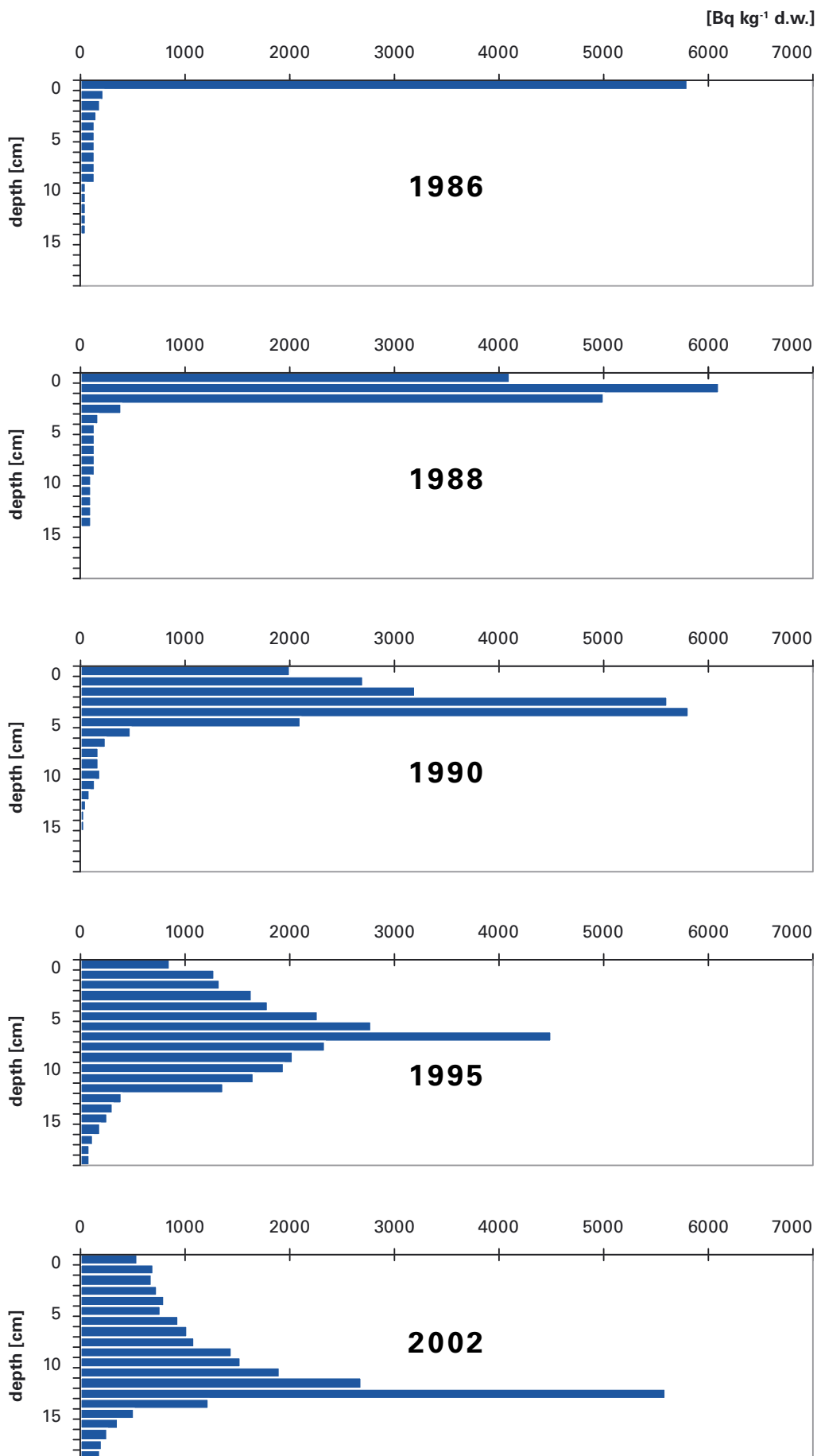
Fig. 11.1. Sampling stations and areas for sea water (W), bottom sediment (S), fish (F) and other biota (B). 1. Station LaV 4 (W), 2. Station CVI (W + S), 3. Hailuoto (F), 4. Station BO 3 (W), 5. Station F 16 (W), 6. Vaasa (F), 7. Station US 5b (W), 8. The Olkiluoto area (W + B), 9. Station EB 1 (W + S), 10. Seili (F), 11. Tvärminne (F), 12. Station Pernaja R1 (W), 13. The Loviisa area (W + F + B), 14. Station LL 3a (W + S), 15. Station LL 7 (W), 16. Station JML (W+S), 17. Station LL 17 (W+S), 18. Station BY 15 (W + S), 19. Station BY 2 (W).

Kuva 11.2. Häiriintymätön sedimenttinäyte.

Bild 11.2. Ett ostört sedimentprov.

Fig. 11.2. An undisturbed sediment core.





Kuva 11.3. ¹³⁷Cs:n syvyyssjakauma [Bq kg⁻¹ kuivapainoa] eräässä Suomenlahden rannikon havaintopaikassa vuosina 1986–2002.

Bild 11.3. Vertikal distribution av ¹³⁷Cs [Bq kg⁻¹ torr vikt] i bottensedimenten av en kuststation i Finska viken åren 1986–2002.

Fig. 11.3. Vertical distribution of ¹³⁷Cs [Bq kg⁻¹ dry wt.] in bottom sediments at a coastal station in the Gulf of Finland in 1986–2002.

