

YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA SUOMESSA

Vuosiraportti 2003

STRÅLNINGSÖVERVAKNING AV MILJÖN I FINLAND

Årsrapport 2003

SURVEILLANCE OF ENVIRONMENTAL RADIATION IN FINLAND

Annual Report 2003

Raimo Mustonen (Ed.)

ISBN 951-712-891-6 (nid.)
ISBN 951-712-892-4 (pdf)
ISSN 1457-6082

Dark Oy, Vantaa 2004

MUSTONEN Raimo (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2003. STUK-B-TKO 5. Helsinki 2004. 65 s.

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

Esipuhe

Ympäristön säteilyvalvonnan päätavoitteena on olla jatkuvasti tietoinen siitä 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 säteilysuojelun perusperiaatteiden kanssa ja että säteilylainsäädännössä asetettuja annosrajoja ei ylitetä. Jatkuvatoimisella 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 Euraatom-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 2003 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 yhteistyöstä ulkoisen säteilyn valvontaverkon asemien hoitajia sekä seuraavia laitoksia: Puolustusvoimat, Ilmatieteen laitos, Ilmatieteen laitoksen Sodankylän observatorio, Kaakkois-Suomen rajavartiosto, Lapin rajavartiosto, Ilmailulaitoksen Jyväskylän lentoasema, Kotkan pelastuskeskus, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Lapin ympäristökeskus, Helsingin kaupungin terveystieteiden keskus/Marian 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 yhteenveto 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 2003. STUK-B-TKO 5. Helsingfors 2004. 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 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.

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 2003 samt några jämförelser med tidigare år. Mätningarna har gjorts på Strålsäkerhetscentralens, Meteorologiska institutets och Försvarsmaktens tekniska forskningscentralers 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, Meteorologiska institutets observatorium i Sodankylä, Gränsbevakningen i sydöstra Finland, Gränsbevakningen i Lappland, Luftfartsverkets flygstation i Jyväskylä, Räddningscentralen i Kotka, Sydöstra Finlands miljöcentral, Norra Österbottens miljöcentral, Lapplands miljöcentral, Helsingfors stads hälsovårdsverk / Maria sjukhus, 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 2003. STUK-B-TKO 5. Helsinki 2004. 65pp.

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 radiation 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 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 2003. 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, FMI Observatory of Sodankylä, 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, Health Department of Helsinki/Maria 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
SISÄLLYSLUETTELO	6
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

FÖRTAL	4
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	7
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
CONTENTS	8
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 RADIOAKTIVE 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 2003. Raporttiin ovat tuloksia toimittaneet Säteilyturvakeskuksen lisäksi myös Ilmatieteen laitos ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuudesta ja Puolustusvoimien teknillinen tutkimuslaitos ulkoilman radioaktiivisista aineista yhdellä valvonta-asemalla.

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. Vuonna 2002 Säteilyturvakeskus teki säteilyvalvonnan sidosryhmille kyselyn valvonnan kattavuudesta ja tulosten raportoinnista. Kyselyn tulosten johdosta Säteilyturvakeskus laajensi elintarvikkeiden radioaktiivisuuden valvontaa vuodesta 2003 eteenpäin. Vuodesta 2002 lähtien on tässä valvontaraportissa esitetty myös yhteenveto Itämeren radioaktiivisuusvalvonnan tuloksista.

Vuoden 2003 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 kuusi kertaa erittäin pieniä määriä lyhytikäistä jodi-131 isotooppia ulkoilmassa. Radioaktiivisen jodin pitoisuudet olivat kuitenkin niin pieniä, ettei niiden esiintymisellä ollut mitään vaikutuksia ihmisten terveydelle.

Suomalaiset saavat eri säteilylähteistä keskimäärin vuoden aikana noin 4 mSv säteilyannoksen. Valtaosa tästä säteilyannoksesta aiheutuu maaperässä olevista luonnon radioaktiivisista aineista ja kosmisesta säteilystä. Ympäristön keinotekoisien radioaktiivisten aineiden aiheuttama säteilyaltistus vuonna 2003 oli merkityksettömän pieni kokonaissäteilyaltistukseen verrattuna. Keinotekoisien radioaktiivisten aineiden arvioidaan aiheuttaneen vuonna 2002 keskimäärin noin 0,02 - 0,03 mSv keskimääräisen säteilyannoksen, eli alle 1 % lisäyksen väestön kokonaissäteilyaltistukseen.

Vuoden 2003 tulokset osoittavat myös, että vuoden aikana ei tapahtunut sellaisia radioaktiivisten aineiden päästöjä ympäristöön, joilla olisi haittavaikutuksia ihmisen terveydelle tai ympäristölle.

2 Sammandrag

Denna rapport är ett nationellt sammandrag av strålningsövervakning av miljön i Finland år 2003. 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 Försvarmaktens 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. År 2002 gjorde Strålsäkerhetscentralen en förfrågan inom intressentgrupper av strålningsövervakningen om övervakningens omfattning och rapportering. Till följd av förfrågan utvidgades radioaktivitetsövervakning av livsmedel från och med år 2003. Från och med 2002 också ett sammandrag av radioaktivitetsövervakning i Österjön har inbakats i rapporten.

Resultaten för år 2003 visar, att de artificiella radioaktiva ämnena i miljön härrör från olyckan i Tjernobyl år 1986 och från kärnvapenprov i atmosfären på 1950- och 1960-talet. Sex gånger har dessutom observerats ytterst små mängder kortlivad jod-131 isotop i uteluften. Denna radioaktiva jod 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 4 mSv. Huvuddelen därav härrör från naturliga radioaktiva ämnen i marken och från den kosmiska strålningen. Artificiella radioaktiva ämnen stod år 2003 för en obetydligt liten del av bestrålningen jämfört med den totalstråldosen. De artificiella ämnena beräknas ha orsakat i medeltal cirka 0,02 - 0,03 mSv stråldos år 2003, eller mindre än 1 % tillägg till befolkningens totalstråldos.

Resultaten för Finland år 2003 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.

2 Summary

This report is the national summary of the results obtained in surveillance of environmental radioactivity in Finland in 2003. 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. In 2002 Radiation and Nuclear Safety Authority made a questioning to the stakeholders of radiation surveillance about the scope and reporting of the surveillance. As a result of the questioning the surveillance of radioactivity in foodstuffs was extended from the beginning of 2003 onwards. Also a summary of radioactivity surveillance of the Baltic Sea was added in this report since 2002.

The results of 2003 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 iodine-131 isotope in outdoor air were detected six times. Its 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 4 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 2003 was insignificant compared with the total annual dose. In 2003, 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.

The results also show that in 2003 there were no such environmental releases of radioactive substances which would have any harmful effects on human health or the environment.

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 säteellä hälytäneen aseman ympäristössä. Myös hälytyksen syy selvittäminen alkaa välittömästi.

Säteilyannos

Suomessa ulkoisen säteilyn tausta-annosnopeus vaihtelee välillä $0,04 - 0,3 \text{ mikroSv h}^{-1}$ maaperästä, vuodenajasta ja säätilasta riippuen. Vuoden 2003 aikana valvonnassa ei havaittu poikkeamia taustasäteilystä. Maaperässä olevista keinotekoisista radioaktiivisista aineista (lähinnä Tšernobyl-laskeumasta) aiheutui suomalaisille vuonna 2003 keskimäärin $0,02 \text{ milliSv}$ suuruinen ulkoisen säteilyn annos. Tämä on vain noin yksi kahdeskymmenesosa maaperän ja rakennusmateriaalien sisältämien luonnon radioaktiivisten aineiden aiheuttamasta keskimääräisestä ulkoisen säteilyn vuosiannoksesta.

Tulosten välittäminen eteenpäin

STUK toimitti vuonna 2003 päivittäin noin kuumikymmenen eri puolella Suomea sijaitsevan 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 neuvostoon jäsenvaltiot; ks. kuva 2.4) voivat halutessaan hakea Suomen säteilytietoja.

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 mätsstation 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 $0,4 \text{ mikroSv h}^{-1}$, så sänder stationen ett alarmmeddelande till både USVA och Helsingforsregionens alarmcentral. 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 $0,04 - 0,3 \text{ mikroSv h}^{-1}$ beroende på jordmån, årstid eller väderlek. Inga avvikelser från bakgrundsnivån observerades i den externa strålningen under år 2003.

Den största delen av stråldosen från extern strålning förorsakas av naturlig radioaktivitet i jordmånen och den kosmiska strålningen. Artificiella radionuklider i jordmånen orsakade år 2003 i medeltal $0,02 \text{ milliSv}$ stråldos till finländarna. Detta är ca en tjugonedel av den årliga externa dos, som naturliga radionuklider i jordmån och byggnadsmaterial orsakar.

Förmedling av mätvärdena

Under år 2003 visade Strålsäkerhetscentralen dagligen vissa en timmes mätvärden från ca 60 mätstationer på olika håll i Finland 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.

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 pre-set 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 alarm 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 2003 no radiation levels higher than normal background radiation were observed.

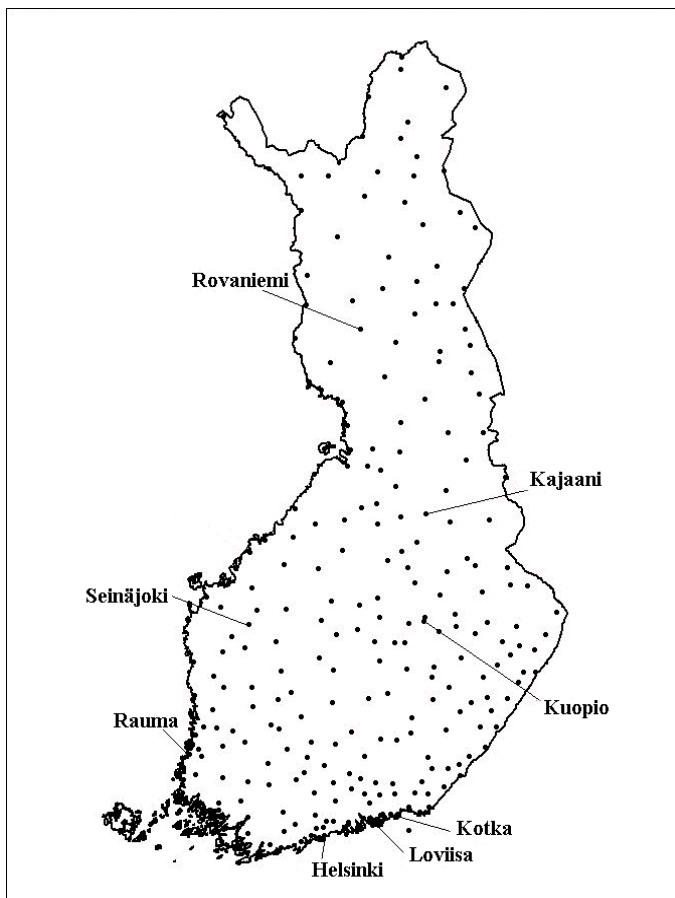
The major part of the radiation dose from external radiation is caused by natural radioactivity in the soil and by cosmic radiation. In 2003 artificial radionuclides in the soil were estimated to cause an average dose of 0.02 milliSv per capita in Finland. This is about one twentieth of the annual external dose due to natural radioactivity in the soil and in construction materials.

Delivering of data

Instruments at all monitoring stations are read every day early in the morning. In 2003 monitoring data from ca 60 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.

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 utpekas de mätstationer, vars mätvärden finns i bild 2.3.

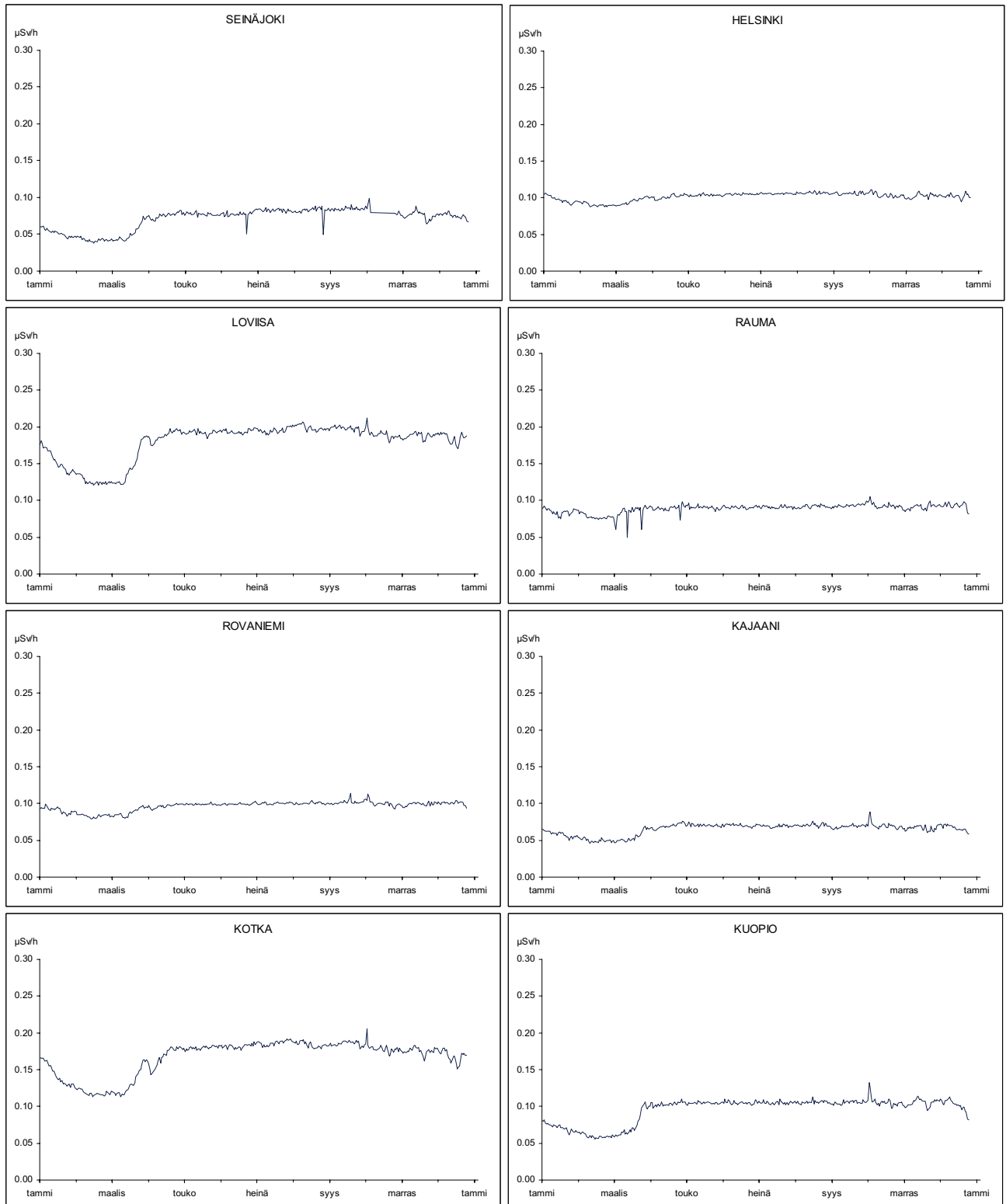
Fig. 2.1. Automatic dose-rate monitoring stations. The names refer to stations whose results are shown in Fig. 2.3.



Kuva 2.2. Ulkoisen säteilyn valvonta-aseman mittausanturi (9766 Litmurivaara).

Bild 2.2. Detektor vid en mätstation för extern strålning (9766 Litmurivaara).

Fig. 2.2. Detector of an automatic dose-rate monitoring station (9766 Litmurivaara).



Kuva 2.3. Ulkoisen säteilyn annosnopeus kahdeksalla mittausasemalla vuonna 2003.

Bild 2.3. Externa dosrater vid åtta mätstationer år 2003.

Fig. 2.3. Observed radiation levels at eight monitoring stations in 2003.



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. Myöskään Saksan kaikki asemat eivät näy kuvassa.

Bild 2.4. Automatiska mätstationer i näten för extern strålning av medlemsländer i Östersjörådet. Observera att Island fattas på kartan och att inte alla tyska och 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 and a selection of German 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 suodattimen 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 sisältämistä

muista radioaktiivisista aineista, näytteen iästä, mittausajasta, ilmaisimen havaitsemistehokkuudesta ja taustasuojasta (Taulukko I). Havaitsemisrajat ovat tyypillisesti alle miljardisosa siihen pitoisuuteen nähden, joka aiheuttaisi väestön suojaustoimenpiteitä. Gammaspektrometrinen analyysimenetelmä on akkreditoitu standardin ISO/IEC 17025 mukaisesti (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 2003. Kuvassa 3.5 ovat ^{137}Cs -pitoisuuden pitkän aikavälin tulokset Helsingin seudulla.

Pieniä määriä muita kuin Tshernobyl-onnettomuudesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin kuusi kertaa vuoden aikana. Havainnot on esitetty taulukossa II. 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 mitään terveyshaittoja. Vuonna 2003 suomalaiset saivat ulkoilman keinotekoisista radioaktiivisista aineista keskimäärin noin 0,0000001 mSv 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 försvarsmakten 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 gammaspktrometer. Observationsgränsen uttrycks i $\mu\text{Bq m}^{-3}$ och beror bl.a. på vilken nuklid

det gäller, hur stor mängd luft som passerat filtret, andra radioaktiva ämnen i provet, provets ålder, mättiden, detektorns känslighet samt skyddet mot bakgrundsstrålning (Tabell I). Observationsgränserna är i allmänhet under en miljarddel av den koncentrationsnivå som skulle föranleda åtgärder för att skydda befolkningen. Den gammaspktrometriska analysmetoden är ackrediterad enligt ISO/IEC 17025 (FINAS T167).

Mätresultat

Bild 3.3 visar ^{137}Cs -koncentrationernas veckomedeltal på mätstationer under år 2003. Bild 3.4 visar dagliga ^{137}Cs -koncentrationer i Helsingfors år 2003 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 6 gånger år 2003 (Tabell II). 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 utgörde en hälsorisk. År 2003 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

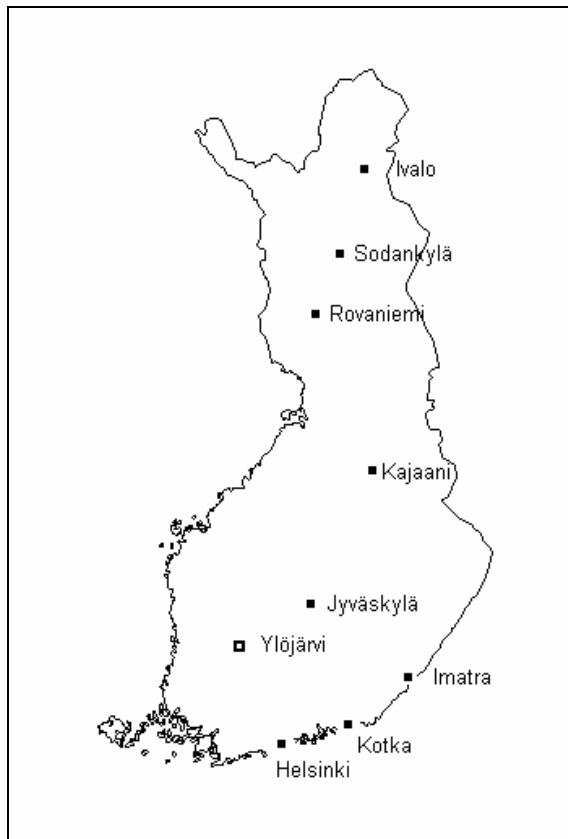
the measurement, detection efficiency and the background shield (Table I). Detection limits are typically a billion times smaller than the concentrations that may lead to protective action being taken. The used gamma-spectrometric method is accredited according to ISO/IEC 17025 (FINAS T167).

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 6 times in 2003. 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 2003.

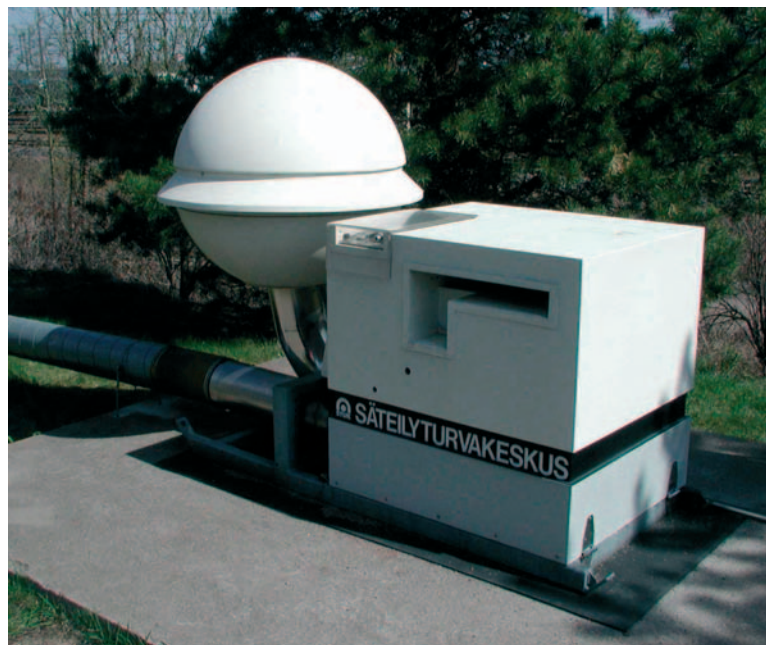
Contact person: Teemu Siiskonen, Radiation and Nuclear Safety Authority (teemu.siiskonen@stuk.fi).



Kuva 3.1. Ulkoilman ja laskeuman sisältämien radioaktiivisten aineiden monitorointiasemat. Puolustusvoimat ylläpitää Ylöjärven asemaa ja analysoi hiukkakeräajan 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.



Kuva 3.2. Kotkassa sijaitseva ilman aerosolien suurtehokeräjä.

Bild 3.2. Den högeffektiva samlaren som insamlar luftburen aerosoler i Kotka.

Fig. 3.2. A High-volume air sampler in Kotka.

Taulukko I. Hiukkaskeräajien virtausnopeudet, näytteenvaihtotiheydet, 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 I. 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 I. 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.

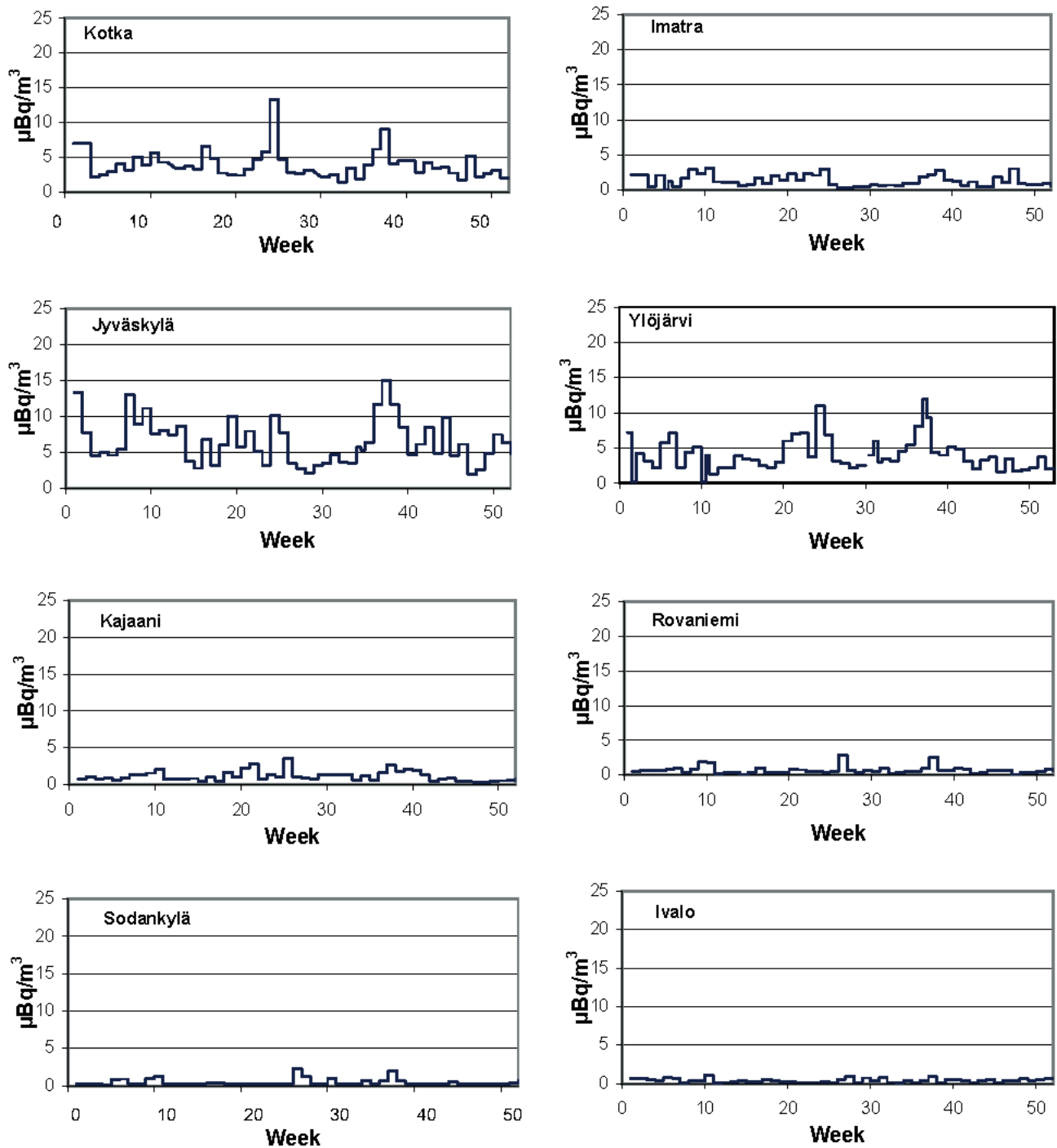
Site	Flow rate (m ³ h ⁻¹)	Sampling frequency (wk ⁻¹)	Typical detection limit (μBq/m ³)			Detected (μBq/m ³) ⁷ Be
			¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³¹ I	
Helsinki	550	7	1,2	1,2	1,4	400–7000
Kotka	900	1	0,1	0,2	0,4	500–6000
Imatra	150	2	0,4	0,4	0,7	600–5000
Ylöjärvi	150	2	0,3	0,3	0,5	500–6000
Jyväskylä	150	2	0,3	0,4	0,8	500–7000
Kajaani	900	1	0,2	0,1	0,4	300–4000
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 II. Hiukkaskeräysasemilla tehdyt muiden kuin Tshernobylin onnettomuudesta peräisin olevien keinotekoisien radioaktiivisten aineiden havainnot vuonna 2003. Jyväskylän lähistöllä sijaitsevalla valvonta-asetmalla havaitaan usein pieniä määriä radioaktiivista jodia, joka on mitä ilmeisimmin peräisin lähistöllä sijaitsevasta radioaktiivisia lääkkeitä valmistavasta yrityksestä. Yrityksen päästöjä mitataan jatkuvasti. Havaitut jodimäärät ovat hyvin pieniä, eikä niistä aiheudu alueen asukkaille terveydellistä haittaa.

Tabell II. Observationer av de artificiella radionukliderna som inte härstammar från Tjernobyl olyckan i uteluften år 2003. Övervakningsstationen i närheten av Jyväskylä observerar ganska ofta små mängder radioaktiv jod, som mest sannolikt härstammar från ett företag som tillverkar radiofarmaka. Företagets utsläpp är kontinuerligt övervakad. De observerade jodmängderna är så små, att de orsakar ingen hälsorisk till befolkningen på närområdet.

Table II. Observations of artificial radionuclides other than those from the Chernobyl accident in outdoor air in 2003. Small amounts of radioactive iodine are often observed in the vicinity of Jyväskylä. This iodine comes most probably from a company manufacturing radiopharmaceuticals. Releases from the factory are continuously monitored. The observed amounts of radioactive iodine cause no health risk to the inhabitants in the region.

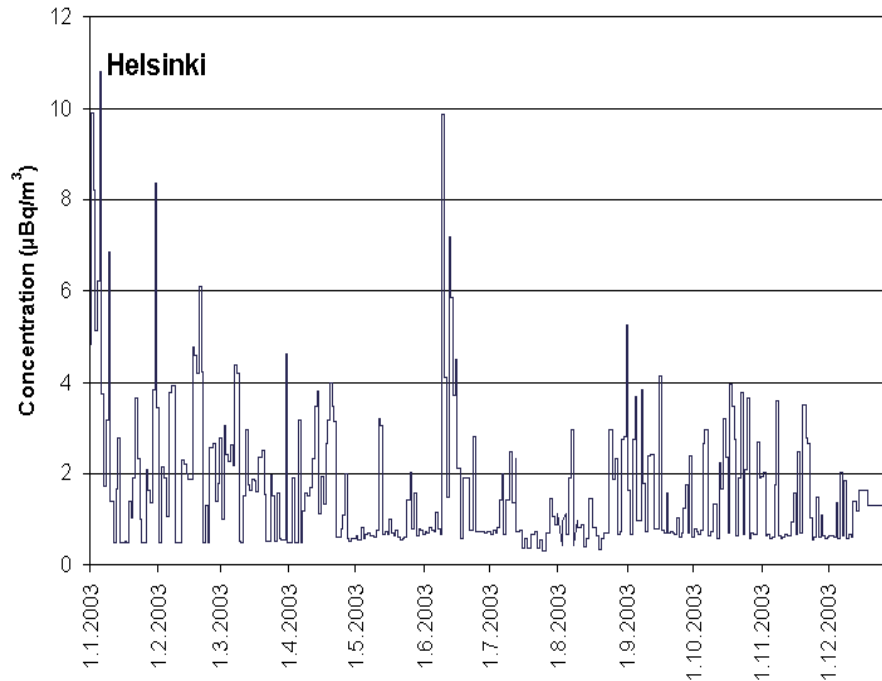
Sampling period	Site	Nuclide	Average concentration (one sigma uncertainty) μBq/m ³
30.1.-3.2.2003	Imatra	¹³¹ I	1,9 (12 %)
11.2.-26.2.2003	Kajaani	¹³¹ I	0,24 (26 %)
18.8.-21.8.2003	Jyväskylä	¹³¹ I	5,7 (10 %)
21.8.-25.8.2003	Jyväskylä	¹³¹ I	1,1 (26 %)
6.10.-13.10.2003	Jyväskylä	¹³¹ I	1,5 (21 %)
3.11.-10.11.2003	Jyväskylä	¹³¹ I	1,2 (15 %)



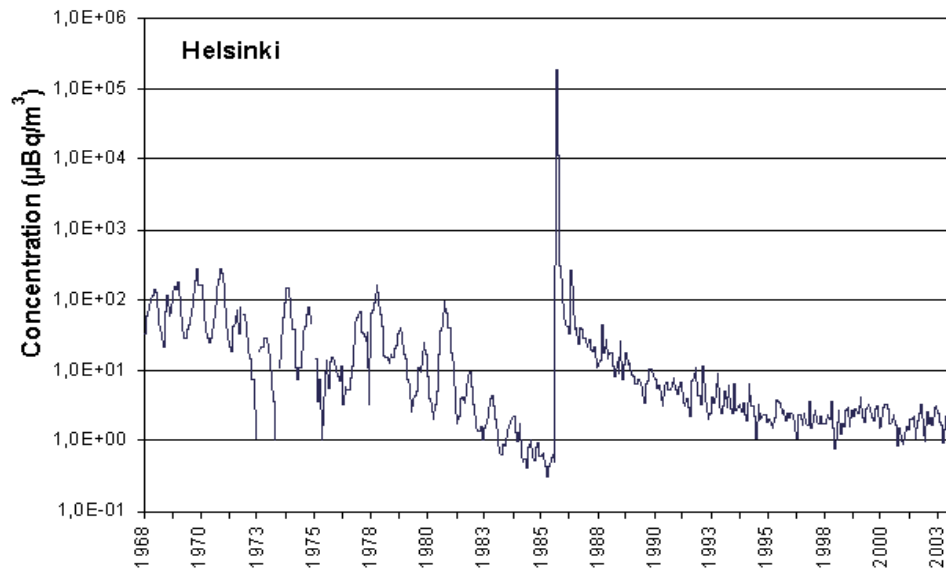
Kuva 3.3. ^{137}Cs -pitoisuuksien viikkokeskiarvot ulkoilmassa eri valvonta-asetilla vuonna 2003.

Bild 3.3. Veckomedeltal av ^{137}Cs -koncentrationer i uteluften på olika mätstationer år 2003.

Fig. 3.3. Weekly averages of airborne ^{137}Cs concentrations at different monitoring stations in 2003.



Kuva 3.4. Ilman ^{137}Cs -pitoisuuden vuorokausikeskiarvot Helsingissä vuonna 2003.
Bild 3.4. Dagliga medelvärden av ^{137}Cs -koncentration i uteluft i Helsingfors år 2003.
Fig. 3.4. Daily averages of airborne concentration of ^{137}Cs in Helsinki in 2003.



Kuva 3.5. Ilman ^{137}Cs -pitoisuus Helsingin seudulla vuosina 1968 - 2003. Ennen Tshernobylin onnettomuutta (v. 1986) esiintyvä ^{137}Cs on peräisin ilmakehässä tehdyistä ydinasekokeista. Tälle laskeumalle on tyypillistä kuvassa näkyvä vuodenaikavaihtelu.

Bild 3.5. Luftburen ^{137}Cs -koncentrationer i Helsingfors regionen åren 1968 - 2003. Före Tjernobyl olyckan år 1986, ^{137}Cs härstammade från kärnvapenprov i atmosfären. Årstidsvariationerna som framgår av bilden är typiska för detta gamla nedfallet.

Fig. 3.5. Airborne concentrations of ^{137}Cs in Helsinki in 1968 - 2003. Before the Chernobyl accident in 1986, ^{137}Cs 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 2003 toiminnassa oli 11 viikkonäytteitä keräävää asemaa (Kuva 4.1).

Näytteiden keräys

Näytteet kerätään imemällä ulkoilmaa suodattimien läpi. Suodattimet vaihdetaan maanantaiaamuisin kello 8 Suomen talviaikaa. Keräinlaitteistossa käytetään kahta suorakaiteen muotoista paperi- tai lasikuitusuodatinta, joiden koko on 120 mm x 140 mm. Viikossa suodatettu ilmamäärä paperisuodattimilla on noin 800 m³ ja lasikuitusuodattimilla noin 4000 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 mahdollisista 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 11 seuranta-asemalla vuonna 2003. Käyrät kuvaavat lähinnä ²¹⁰Pb:n pitoisuutta pintailmassa. Koska ilmakehän ²¹⁰Pb on peräisin maaperästä ilmakehään siirtyneestä ²²²Rn:sta, riippuu ²¹⁰Pb:n pitoisuus suursäätilanteesta eli ilmassojen stabiilisuudesta ja alkuperästä. Korkeimmat pitoisuudet ovat mantereellisissa ilmassoissa ja pienimmät merellisissä ja arktisissa ilmassoissa. Vuoden 2003 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 elva stationer samlades aerosolprov varje vecka under året 2003 (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 x 140 mm. Luftmängden är ca 800 m³ i veckan genom pappersfiltret och ca 4000 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 elva bevakningsstationer under året 2003. 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 2003.

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 eleven stations in 2003, 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 x 140 mm. The weekly air volumes are 800 m³ and 4000 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

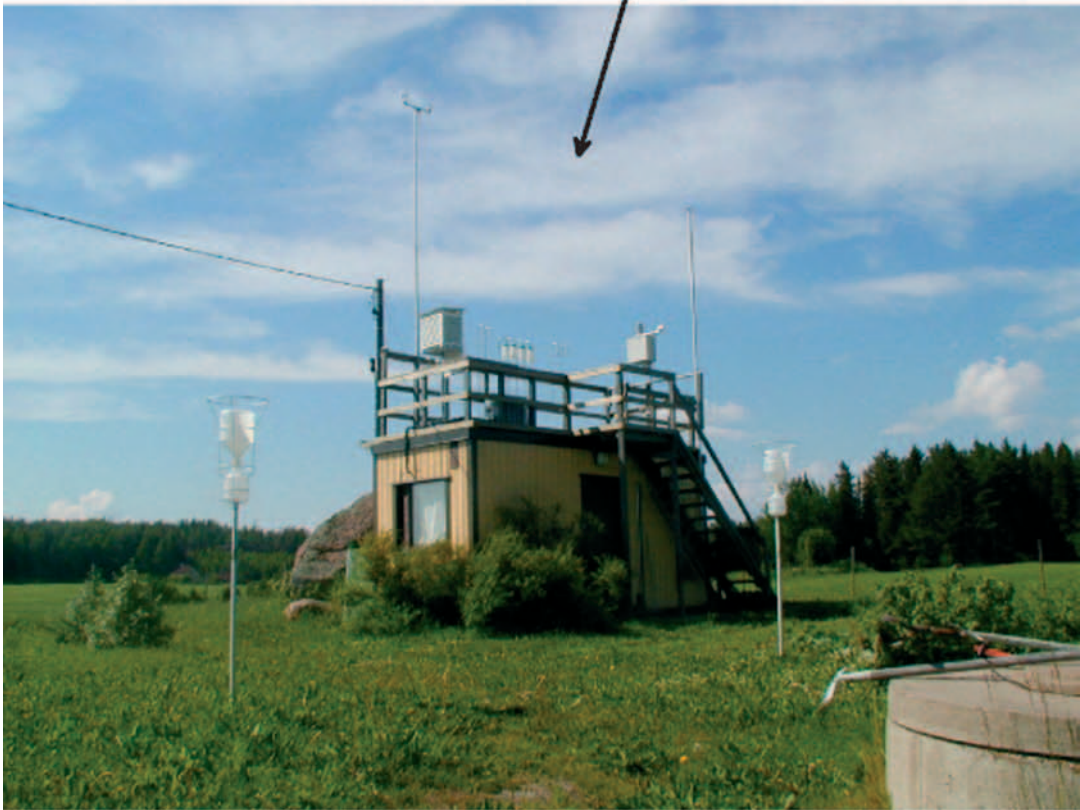
carried out with an automatic alpha/beta analyser equipped with proportional counters as detectors.

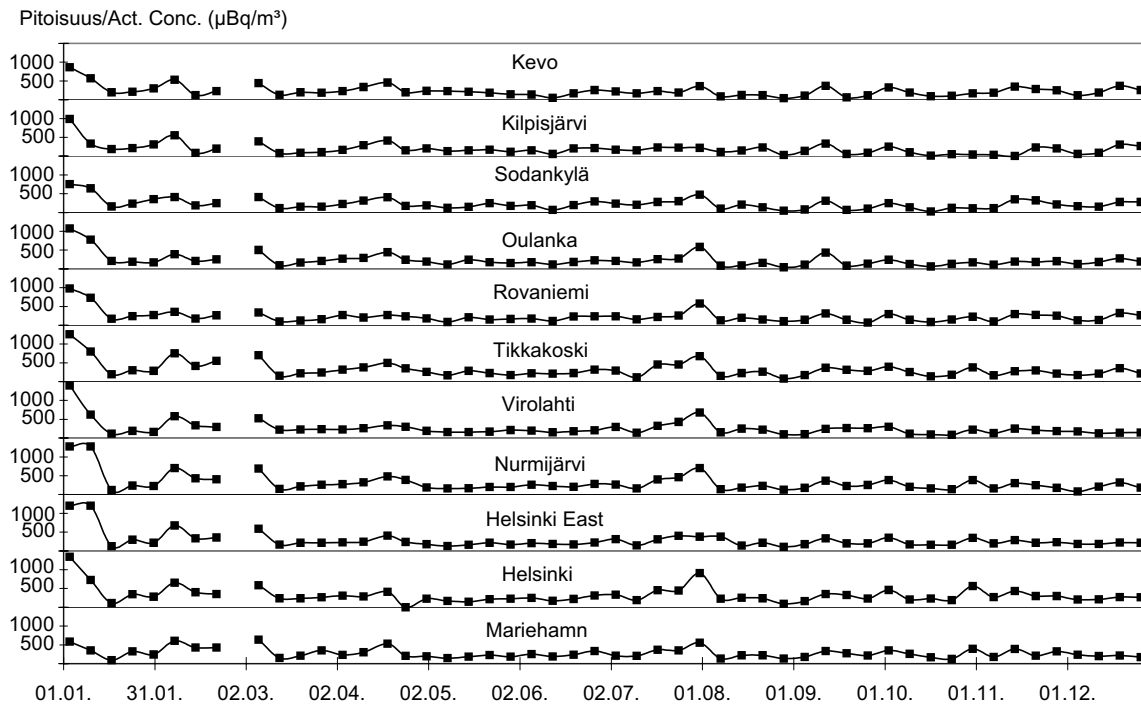
Results

The observed gross beta activity concentrations at eleven monitoring stations in 2003 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 2003 within the FMI's monitoring programme.

Contact person: Jussi Paatero, Meteorologiska institutet (Jussi.Paatero@fmi.fi).

Kuva 4.1. Seuranta-asetat vuonna 2003.
Bild 4.1. Bevakningsstationerna år 2003.
Fig. 4.1. Monitoring stations in 2003.





Kuva 4.2. Aerosolin pitkäikäisen beeta-aktiivisuuden pitoisuudet ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) vuonna 2003.

Bild 4.2. Koncentrationer ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) av långlivad betaaktivitet i aerosoler år 2003.

Fig. 4.2. Concentrations of aerosol-bound long-lived gross beta activity ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) in 2003.

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 määristä ja on lähtökohta tutkimuksille, jotka käsittelevät radioaktiivisten aineiden kulkeutumista maaja 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 ja Ba-Ce -kantajia, ja näytteet tehdään happamiksi typpi-hapolla. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla ja haihdutusjäännökset tuhitetaan. Gamma-säteilyä lähettävät radioaktiiviset aineet ana-

lysoidaan 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 III on ¹³⁷Cs:n ja ⁹⁰Sr:n laskeumat (Bq/m²) vuonna 2003. Kuukausilaskeumat eri paikkakunnilla olivat pienet, muutamilla asemilla alle havaitsemisrajan. Yleisimmin käytetyillä mittaajajoilla ¹³⁷Cs:n havaitsemisraja on noin 0,3 Bq/m²/kk.

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 vuodenaikaisvaihtelu.

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 och Ba-Ce - bärare, och proven görs sura med salpetersyra. Proven koncentreras genom avdunstning och återstoden föraskas. De radioaktiva ämnens gammastrålning analyseras med gamma-spektrometer antingen genast efter avdunstningen eller när

proven föraskats. Strontium avskiljs från proven med extraktionkromatografiska 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 III visar nedfallet av ¹³⁷Cs och ⁹⁰Sr år 2003. Nedfall av båda nuklider var små och på några mätstationer under observationsgränsen. Observationsgränsen för ¹³⁷Cs blir med den oftast använda mätningstiden ungefär 0,3 Bq/m²/månad.

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, Fig. 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 2003 are given in Table III. 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 0.3 Bq/m²/month.

The depositions of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr (Bq/m²/month) in the Helsinki area since 1960 are given in Fig. 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.

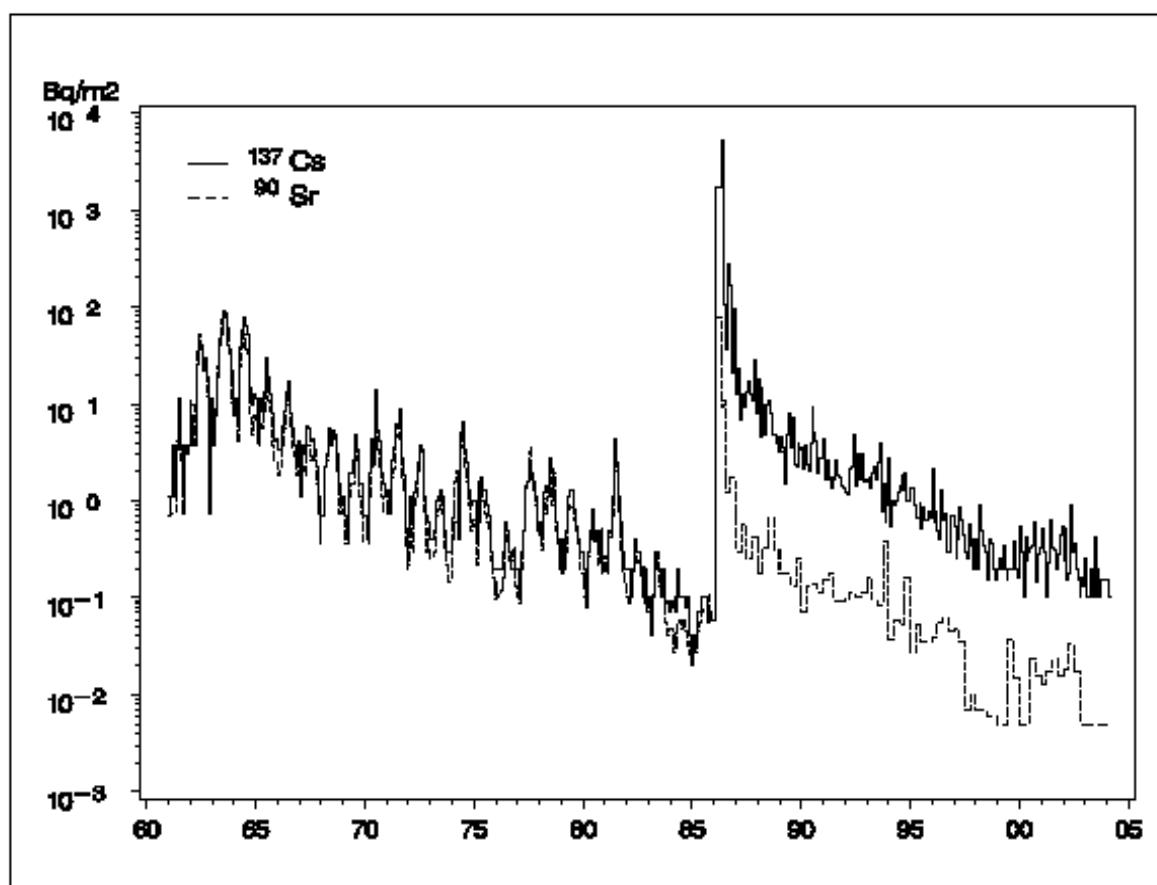
Contact person: Ritva Saxén, Radiation and Nuclear Safety Authority, (ritva.saxen@stuk.fi).

Taulukko III. ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -laskeumien neljännesvuosi- ja vuosisummat eri paikkakunnilla vuonna 2003 (Bq/m^2).

Tabell III. Nedfall av ^{137}Cs och ^{90}Sr under kvartalen och hela året 2003 på olika orter (Bq/m^2).

Table III. Quarterly and annual depositions of ^{137}Cs and ^{90}Sr at various stations in 2003 (Bq/m^2).

	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	<0.9	<0.03	0.71	<0.03	<0.8	<0.03	<0.9	<0.03	2.01	0.06
Imatra	0.44	<0.03	0.31	0.045	1.10	<0.03	<1	<0.03	2.35	0.09
Ivalo	<0.03	0.057	<0.03	<0.03	0.084	0.084	<0.03	0.054	0.13	0.21
Jyväskylä	<0.7	0.033	1.23	<0.03	1.45	<0.03	<0.8	0.03	3.43	0.093
Kajaani	<0.5	<0.03	1.00	0.075	0.48	0.20	<0.8	0.063	2.13	0.35
Kotka	0.66	<0.03	1.14	<0.03	<0.8	<0.03	0.87	0.03	3.06	0.075
Rovaniemi	0.021	0.063	0.11	0.096	0.057	0.11	0.039	0.16	0.22	0.42
Sodankylä	<0.03	0.051	0.048	0.069	0.036	0.12	0.051	0.054	0.15	0.29
Ylöjärvi	0.95	0.042	2.34	0.066	1.11	0.045	0.62	0.03	5.01	0.18



Kuva 5.1. ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -laskeumat Helsingin seudulla 1960-2003.

Bild 5.1. Nedfall av ^{137}Cs och ^{90}Sr i Helsingforsregionen åren 1960-2003.

Fig. 5.1. Depositions of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the Helsinki area during 1960-2003.

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 cesium-kantajat ja ne tehdään happamiksi typpihapolla. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla lämpölampujen alla kuiviin ja sen jälkeen tuhitetaan. Tuhitetuista näytteistä määritetään ^{137}Cs ja mahdolliset muut gammanuklidit gammaspektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatograafisella menetelmällä, ja ^{90}Sr mitataan nestetuikespektrometrilla.

Tulokset

Tshernobylin laskeuman epätasainen alueellinen jakautuminen sekä ^{137}Cs :n ja ^{90}Sr :n erilainen käyttäytyminen vesiympäristössä näkyy pintavesien tuloksissa. Toisin kuin Tshernobylin 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 Oulu- ja varsinkin Kemijoessa, joiden valuma-alueille ^{137}Cs :a tuli huomattavasti vähemmän kuin Kymijoen alueelle, vedestä nopeammin vähenevän ^{137}Cs :n pitoisuudet ovat jo yleensä pienemmät kuin hitaammin vedestä poistuvan ^{90}Sr :n. Kymijoen ^{137}Cs -pitoisuudet olivat noin 20 -kertaisia Kemijoen vastaaviin pitoisuuksiin verrattuna ja ^{90}Sr -pitoisuudet 2-3 -kertaisia Kemi- ja Oulujokien vastaaviin pitoisuuksiin verrattuina (Kuva 6.1).

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 Ule och särskilt i Kemi älv, som mottog betydligt mindre mängder ^{137}Cs än Kymmene älv, är halterna av den snabbt försvinnande nukliden ^{137}Cs redan nu mindre än halterna av ^{90}Sr , som avtar betydligt långsammare. Halterna av ^{137}Cs i Kymmene älv var omkring 20 gånger högre än motsvarande halter i Kemi älv och halterna av ^{90}Sr i Kymmene älv var 2-3 gånger halterna i Kemi och Ule älvar (Bild 6.1).

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 environment. 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.

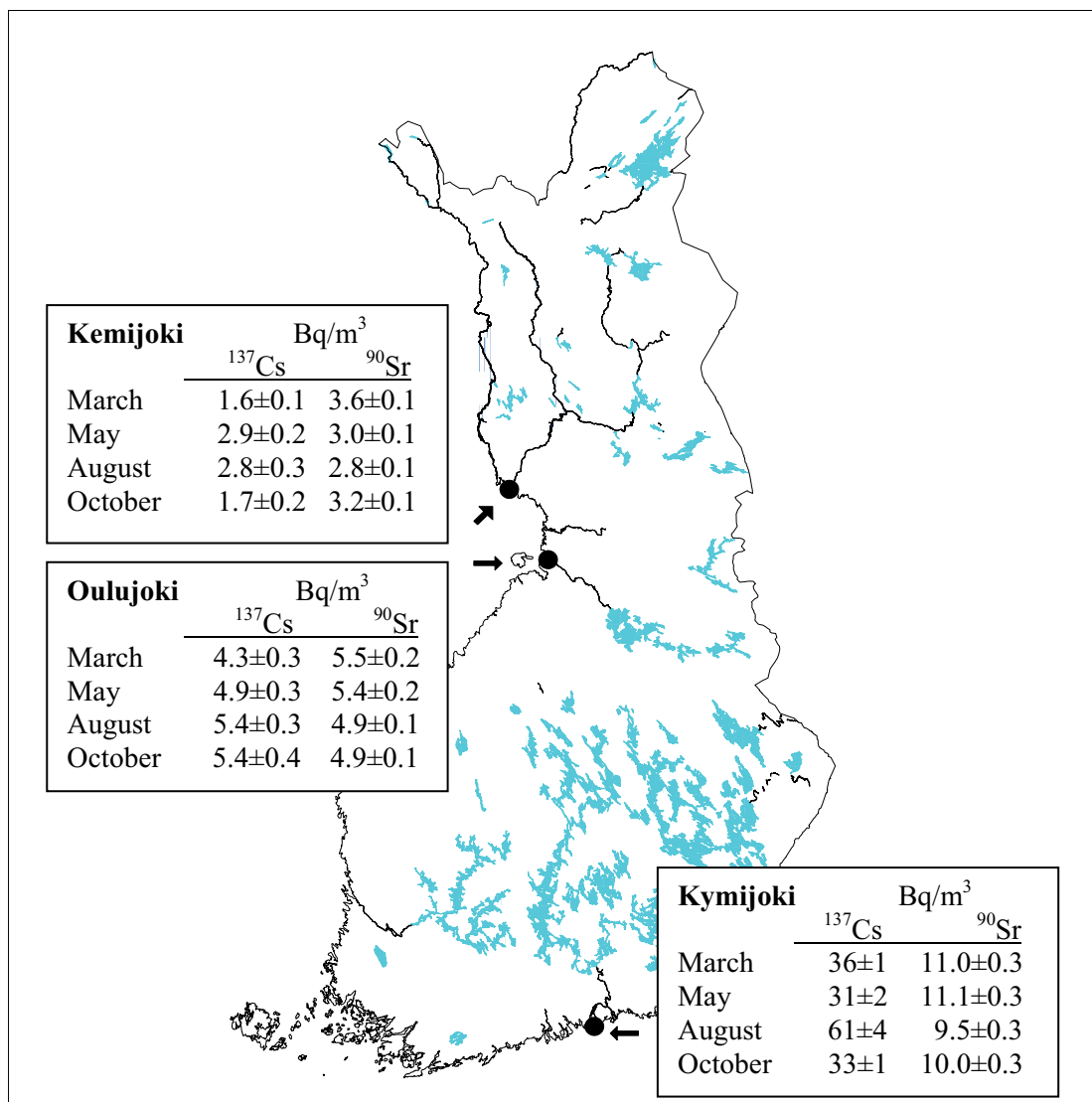
Pre-treatment and analysis

Known amounts of Sr, Cs, Ba and Ce 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 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 Oulujoki, and especially in Kemijoki, where the ^{137}Cs deposition was low, the concentrations of the effectively decreasing ^{137}Cs are already in most cases lower than the concentrations of ^{90}Sr that remains better in the water phase. Activity concentrations of ^{137}Cs in Kymijoki were by a factor of 20 higher than those in Kemijoki and activity concentrations of ^{90}Sr in Kymijoki were by a factor of 2-3 higher than those in Oulujoki and Kemijoki (Fig. 6.1).

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



Kuva 6.1. Pintaveden näytteenotto pisteet ja näytteiden ¹³⁷Cs - ja ⁹⁰Sr -pitoisuudet (Bq/m³) vuonna 2003.

Bild 6.1. Provtagningsplatser för ytvatten samt halter av ¹³⁷Cs och ⁹⁰Sr (Bq/m³) år 2003.

Fig. 6.1. The sampling sites of surface water and the activity concentrations of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr (Bq/m³) in 2003.

Kuva 6.2. Vesinäytteen käsittelyä laboratoriossa

Bild 6.2. Hantering av vattenprov i laboratorium

Fig. 6.2. Treatment 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 cesium ja strontium 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 määrittystä varten. Loppuosaan lisätään strontium- ja cesium-kantajat ja tehdään typpihapolla happamaksi. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla ja haihdutusjäännökset tuhitetaan. Tuhiteista näytteistä analysoidaan ^{137}Cs gammaspektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatograafisella menetelmällä, minkä jälkeen ^{90}Sr mitataan nestetuikespektrometrillä. Tritiumin määrittystä varten näyte tislataan epäpuhtauksien poistamiseksi. ^3H määritetään mittaamalla tislattu näyte nestetuikespektrometrillä.

Tulokset

Pintavettä sisältävissä juomavesissä havaitaan vielä pieniä määriä ^{90}Sr :tä ja ^{137}Cs :ää, jotka ovat peräisin ydinkoelaskeumasta ja Tshernobyl-laskeumasta. Paikkakuntien väliset radionuklidien pitoisuuserot johtuvat sekä alueiden laskeumeroista että raakavetenä käytettyjen pinta- ja pohjavesien määrästä. 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 joko alle havaitsemisrajan, mikä on noin 0,001 Bq/l, tai lähellä sitä. Kaikkien paikkakuntien näytteissä ^{90}Sr :n ja ^{137}Cs :n pitoisuudet olivat pienet (Taulukko IV). Juomavesinäytteiden ^3H -pitoisuudet olivat havaitsemisrajan (1,5 Bq/l) tuntumassa (Taulukko IV), 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 :sta aiheutuva säteilyannos vaihteli välillä 0,00007 - 0,0005 mSv eri paikkakunnilla vuonna 2003. Helsingin ja Tampereen juomavedestä aiheutuva annos oli 0,3 - 0,5 mikroSv ja Rovaniemen vain runsas kymmenesosa edellisistä. Oulun ja Turun juomavedestä saatu annos oli alle puolet verrattuna Helsinkiin, mutta kaksinkertainen verrattuna Rovaniemeen. Helsingissä ^3H :n osuus juomaveden aiheuttamasta säteilyannoksesta oli 4 %, loppuosa aiheutui lähes saman verran ^{90}Sr :sta ja ^{137}Cs :sta. ^3H :n osuus juomavesiannoksesta oli suurin Rovaniemellä, yli 30 % 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 framställdes av ytvatten kan ännu vanligen observeras små mängder av ^{90}Sr och ^{37}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 eller nära observationsgränsen, som är omkring 0,001 Bq/l, och halterna av ^{90}Sr i Rovaniemi var av samma storleksordning. Halterna av ^{90}Sr och ^{137}Cs var låga också i andra ställen (Tabell IV).

^3H -halterna i alla prov var nära observationsgränsen, som för tritium i den metod som användes, är ungefär 1,5 Bq/l, (Tabell IV). ^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 radionukliderna förorsakade stråldos är låg, varierande mellan 0,00007-0,0005 mSv på olika ställen år 2003. Stråldosen från ^{137}Cs , ^{90}Sr och ^3H i dricksvatten i Helsingfors och Tammerfors var 0,3 – 0,5 microSv och från Rovaniemi omkring tiondedel från de förenämnda värdena; I Uleåborg och Åbo var dosen mindre än hälften av dosen i Helsingfors, men dubbelt jämfört med dosen i Rovaniemi. I Helsingfors orsakade ^3H 4 % av dosen; resten var orsakad jämnt av ^{137}Cs och ^{90}Sr . Andelen av ^3H var störst i Rovaniemi, över 30 %, 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 the samples of 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 STUK issued action limits for natural radionuclides in drinking water (ST-guide 12.3).

Sampling

The samples of drinking water 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 (Fig. 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

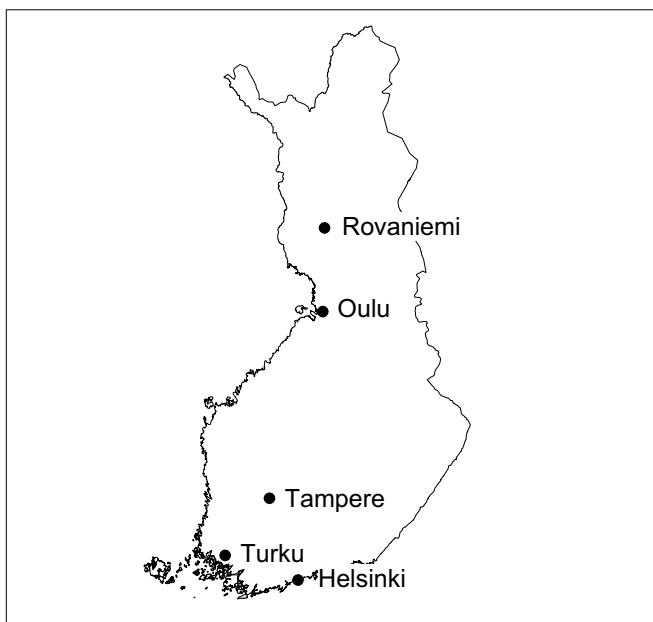
Small amounts of ^{90}Sr and ^{137}Cs originating from the nuclear weapon test fallout and the Chernobyl deposition are still observed in drinking water. The differences between the sites are due to the differences in deposition and the amounts of surface and ground waters used as raw water. The raw 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 IV).

The concentrations of ^3H in all the samples were close to the detection limit, which is about 1,5 Bq/l (Table IV), 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 0.0007 - 0.005 mSv in various places in 2003. Doses from the water of Helsinki and Tampere were 0.3 - 0.5 microSv and one tenth of that in Rovaniemi. In Oulu and Turku radiation doses were less than one half of that in Helsinki, but twice that 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 (above 30%), and that of ^{90}Sr was highest in Turku (almost 80%).

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



Kuva 7.1. Juomaveden keräyspaikkakunnat.

Bild 7.1. Provtagningsorter för dricksvatten.

Fig. 7.1. The sampling sites for drinking water samples.

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

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

Table IV. 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	10.4.2003	<1.5	$0.011 \pm 3\%$	$0.028 \pm 6\%$
	17.10.2003	1.7 ± 0.2	$0.01 \pm 3\%$	$0.03 \pm 6\%$
Oulu	22.4.2003	1.8 ± 0.2	$0.006 \pm 3\%$	$0.008 \pm 7\%$
	27.10.2003	2.3 ± 0.2	$0.005 \pm 3\%$	$0.004 \pm 11\%$
Rovaniemi	24.4.2003	2.2 ± 0.2	< 0.0001	< 0.0003
	22.10.2003	1.5 ± 0.2	$0.0003 \pm 8\%$	< 0.0005
Tampere	8.4.2003	<1.5	$0.012 \pm 3\%$	$0.007 \pm 5\%$
	21.10.2003	<1.5	$0.012 \pm 3\%$	$0.008 \pm 6\%$
Turku	23.4.2003	2.1 ± 0.2	$0.005 \pm 3\%$	$0.0012 \pm 22\%$
	27.10.2003	<1.5	$0.005 \pm 3\%$	< 0.0006

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, Rovaniemi ja Seinäjoki (Kuva 8.1). Viikoittain 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 io-

nikromatografisella menetelmällä ja mittaamalla ^{90}Sr nestetuikespektrometrillä.

Tulokset

^{137}Cs -pitoisuudet maidossa ovat jo lähes samaa tasoa kuin ennen Tshernobylin ydinonnettomuutta. Laskeuman epätasainen alueellinen jakautuminen näkyy vielä maidon pitoisuuksissa. Havaitut pitoisuudet ovat alle tuhannesosan siitä toimenpidetasosta ja elintarvikekaupan raja-arvosta (1000 Bq/l), jota sovelletaan Euroopan unionin alueella ydinonnettomuuden jälkeisessä tilanteessa (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

Maidon alueelliset ^{137}Cs - ja ^{90}Sr -pitoisuudet vuonna 2003 on esitetty kuukausittain kuvassa 8.1. ^{137}Cs -pitoisuudet olivat 0,2 – 1,9 Bq/l. Ne olivat korkeimmat alueella, joka sai eniten laskeumaa Tshernobylin onnettomuuden jälkeen. Kuvassa 8.2 on esitetty ^{137}Cs -pitoisuudet 1960-luvulta lähtien Etelä-Suomen maidossa. Näytteenottoalue on vaihdellut eri aikoina.

Maidosta aiheutuva säteilyannos oli 0,0007 – 0,0026 mSv vuonna 2003. 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, Rovaniemi och Seinäjoki (Bild 8.1). Proven 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 gammaspektrometer. Mätningen av ^{90}Sr görs kvartalsvis ur sammanslagna prov ur vilka stron-

tium avskiljs först med jonkromatografi och ^{90}Sr bestäms med vätske-scintillospektrometer.

Resultat

^{137}Cs -halten i mjölk är nu nästan på samma nivå som före Tjernobylyckan. 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 (1000 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 2003 finns i bild 8.1. ^{137}Cs -halterna var 0,2-1,9 Bq/l. De var högst på de 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. Proven har tagits på olika områden under olika tider.

Stråldosen förorsakad av mjölk var 0,0007 – 0,0026 mSv år 2003. 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, Rovaniemi and Seinäjoki (Fig. 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 ionchromatographic method and thereafter measuring ^{90}Sr with a liquid scintillation spectrometer.

Results

^{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 (1000 Bq/l) which are to be applied within the European Union after a nuclear accident (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

The areal monthly concentrations of ^{137}Cs and quarterly concentrations of ^{90}Sr in milk in 2003 are given in Fig. 8.1. The range of ^{137}Cs contents in milk was 0,2-1,9 Bq/l. The concentrations were highest in the areas with the highest deposition after the Chernobyl accident. The ^{137}Cs concentrations in milk in southern Finland since 1960 are given in Fig. 8.2. The sampling area was not the same during all the years.

The radiation dose received through milk was 0.0007–0.0026 mSv in 2003. 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.

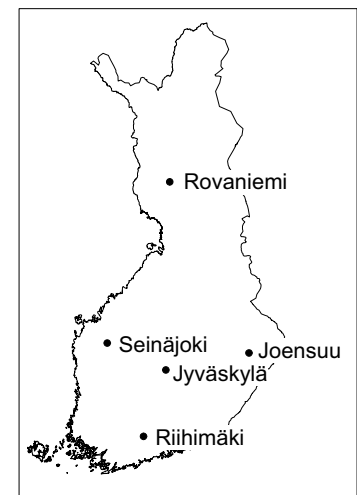
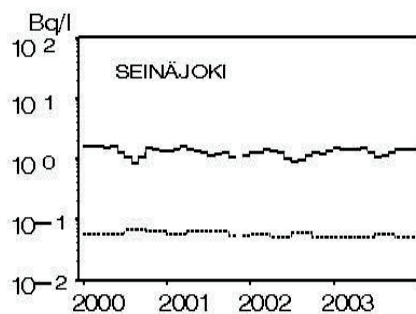
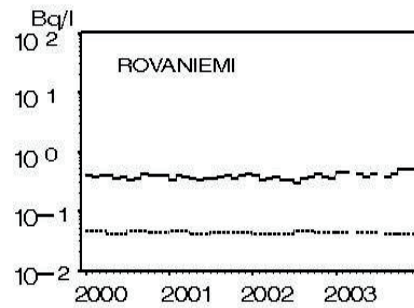
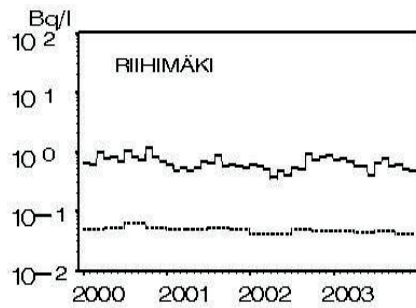
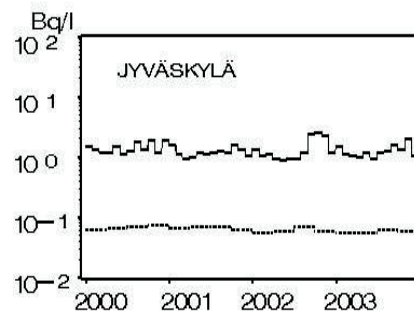
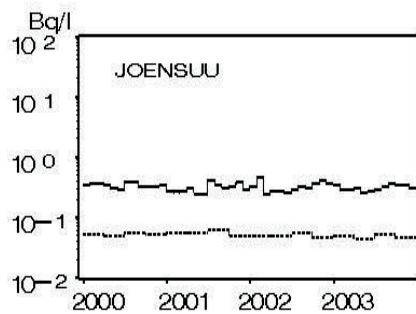
Contact person: Eila Kostiainen, Radiation and Nuclear Safety Authority (eila.kostiainen@stuk.fi).

Taulukko V. ^{137}Cs ja ^{90}Sr -pitoisuudet (Bq/l) maidossa vuonna 2003, neljännesvuosi- ja vuosikeskiarvot.

Tabell V. ^{137}Cs ja ^{90}Sr -halter (Bq/l) i mjölk år 2003, kvartals- och årsmedeltal.

Table V. The concentrations of ^{137}Cs and ^{90}Sr (Bq/l) in milk in 2003, 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	0.29	0.046	0.27	0.043	0.31	0.050	0.32	0.045	0.30	0.046
Jyväskylä	1.2	0.054	0.99	0.053	1.3	0.060	1.4	0.057	1.2	0.056
Riihimäki	0.69	0.043	0.49	0.041	0.64	0.044	0.51	0.039	0.58	0.042
Rovaniemi	0.43	0.041	0.39	0.041	0.38	0.040	0.48	0.040	0.42	0.040
Seinäjoki	1.4	0.049	1.3	0.047	1.1	0.053	1.4	0.047	1.3	0.049

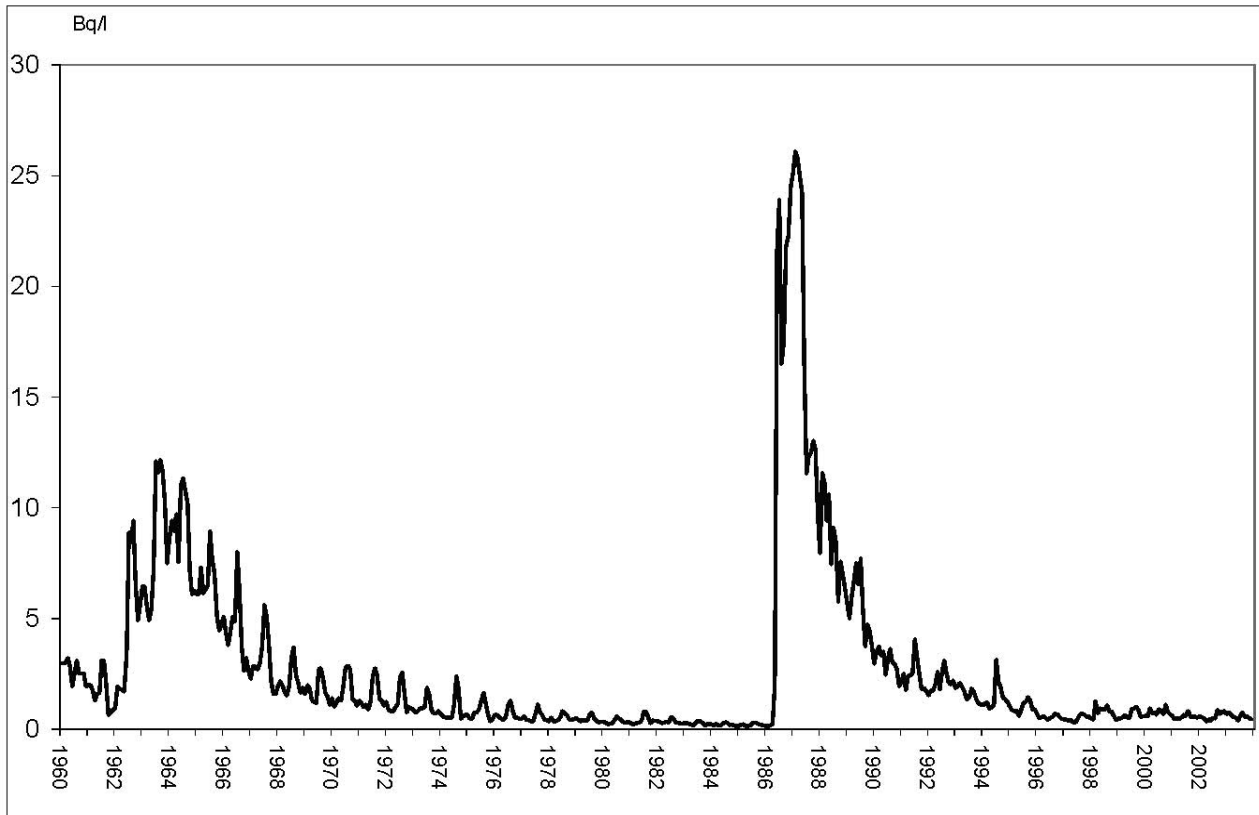


Kuva 8.1 Maitonäytteiden keräyspaikkakunnat ja ^{137}Cs - ja ^{90}Sr - pitoisuuksien kuukausikeskiarvot maidossa vuonna 2000 - 2003, (____ ^{137}Cs , ^{90}Sr).

Bild 8.1. Provtagningsorter för mjölk och månadsmedeltal av ^{137}Cs och ^{90}Sr i mjölk, 2000 - 2003 (____ ^{137}Cs , ^{90}Sr).

Fig. 8.1. The sampling sites of milk and areal concentrations of ^{137}Cs and ^{90}Sr (Bq/l) in milk in 2000 - 2003, (____ ^{137}Cs , ^{90}Sr).

Kuva 8.2. Maidon keskimääräinen ¹³⁷Cs-pitoisuus Etelä-Suomessa tuotetussa maidossa vuodesta 1960 lähtien.
Bild 8.2. Genomsnittlig halt av ¹³⁷Cs i mjölk producerats i Södra Finland sedan 1960.
Fig. 8.2. ¹³⁷Cs in milk (Bq/l) in southern Finland since 1960.



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 kotisivuilta osoitteessa: 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. 8400 - 9200 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 gammaspektrometrisella mittauksella tuhitetuista ruoka- ja juomanäytteistä. Strontium erotetaan näytteistä kemiallisesti ionikromatografisella menetelmällä, minkä jälkeen ^{90}Sr määritetään nestetuikemittauksella.

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 2003 ^{137}Cs -pitoisuudet ruoassa olivat 0,15-0,50 Bq/kg ja juomissa 0,3-2 Bq/l. Päivittäinen cesiumin saanti ruoan kautta vaihteli välillä 0,2-0,8 Bq/d ja juomien kautta 0,3-2 Bq/d. ^{137}Cs -määritysten mittausvirhe oli 4–8 % ja ^{90}Sr -määritysten virhe 5 %. Aluekohtaiset tulokset on esitetty taulukossa VI.1.

Suurkeittiöiden ruokaa käyttävien ruoasta saama säteilyannos oli vuonna 2003 alle 0,02 mSv, josta ^{137}Cs :sta aiheutuva osuus oli noin 80%. Runsaasti luonnontuotteita käyttävän henkilön saama säteilyannos voi olla kymmenkertainen tähän verrattuna.

9.2. Kaupan elintarvikkeet

Markkinoilla olevien elintarvikkeiden ^{137}Cs -pitoisuuksien selvittämiseksi hankittiin syksyllä 2003 näytteitä elintarvikeliikkeistä samoilta paikkakunnilta kuin vuorokausiruokanäytteet maan eri osista. Hankintapaikkakunnat olivat Helsinki, Tampere ja Rovaniemi. Näytteiksi valittiin sekä päivittäin käytettäviä elintarvikkeita että luon-

nontuotteita, joihin tiedetään kertyvän enemmän radioaktiivista cesiumia. Näiden mittausten tulokset on esitetty taulukossa VI.2. Eri elintarvikkeiden ¹³⁷Cs-pitoisuudet vastaavat ruokanäytteiden mittaustuloksia, kun otetaan huomioon ruoanvalmistuksessa tapahtuva cesium-pitoisuuden pieneneminen ja luonnontuotteiden vähäinen osuus suurkeittiöiden ruoassa. Mitatuista näytteistä tuoreiden sienien 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 ¹³⁷Cs-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 i adressen: 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 8400 - 9299 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 kemiskt med jonkromatografi, varefter halten av ^{90}Sr bestäms med vätske-scintillospektrometer.

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 2003 ^{137}Cs -halterna i maten var 0,15-0,50 Bq/kg och i dryckerna 0,3-2 Bq/l. Det dagliga intaget av cesium i maten varierade mellan 0,2-0,8 Bq/d och i dryckerna 0,3-2 Bq/d. Mätfelet i bestämningarna av ^{137}Cs var 4-8 % och vid bestämningarna av ^{90}Sr var felet 5 %. De regionala mätresultaten finns i tabell VI.1.

Stråldosen av människor som använder födan från storkök var år 2003 under 0,02 mSv, varav andelen förorsakade av ^{137}Cs var cirka 80%. Stråldosen av människor som använder rikligt med naturprodukter kan vara tiofaldig.

9.2. Livsmedel i butiker

Under hösten 2003 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 VI.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 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 svampar-

na före mätningen av ^{137}Cs -halten. Efter urlakning är ^{137}Cs -halten 10-20% lägre än före urlakning.

Kontaktperson: Eila Kostainen, 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 (Fig. 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 8400 - 9200 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 infra-red thermal lamps and ashed. ^{137}Cs is determined by gamma spectrometric measurement from the ashed food and drink samples. Strontium is separated from the samples chemically by an ionchromatographic method, and ^{90}Sr is determined 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 2003 ranged from 0.15-0.50 Bq/kg, and in the drinks from 0.3-2 Bq/kg. The daily intakes of ^{137}Cs via food ranged from 0.2-0.8 Bq/d, and via drinks from 0.3-2 Bq/d. The measurement uncertainty for ^{137}Cs was 4-8 % and for ^{90}Sr 5 %. The areal results are given in Table VI.1.

The average internal radiation dose received through food from institutional kitchens in 2003 is less than 0.02 mSv, about 80 % 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 2003. 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 VI.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 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 per cent lower.

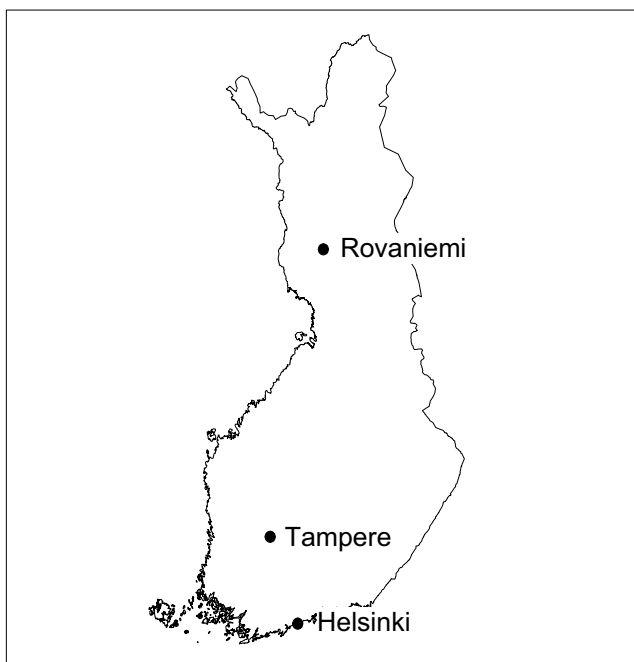
Contact person: Eila Kostinen, Radiation and Nuclear Safety Authority (eila.kostiainen@stuk.fi)

Taulukko VI.1. ^{137}Cs :n ja ^{90}Sr :n päivittäinen saanti ruoasta vuonna 2003.

Tabell VI.1. Daglig tillförsel av ^{137}Cs och ^{90}Sr i maten år 2003.

Table VI.1. The daily intake of ^{137}Cs and ^{90}Sr via ingestion in 2003.

Site	Sampling date	^{137}Cs (Bq/d) meal	^{137}Cs (Bq/d) drinks	^{90}Sr (Bq/d) meal	^{90}Sr (Bq/d) drinks
Helsinki	10.4.2003	0.35	0.53	0.086	0.032
	16.10.2003	0.37	0.57	0.079	0.044
Rovaniemi	23.4.2003	0.34	1.6	0.046	0.017
	21.10.2003	0.79	2.3	0.16	0.025
Tampere	8.4.2003	0.23	0.82	0.12	0.062
	21.10.2003	0.29	0.33	0.11	0.033



Kuva 9.1 Elintarvikkeiden keräyspaikkakunnat.

Bild 9.1. Provtagningsorter för födoämnen.

Fig. 9.1. The sampling sites for diet samples.

Taulukko VI.2. ¹³⁷Cs-pitoisuudet (Bq/kg) elintarvikeliikkeistä hankituissa näytteissä vuonna 2003.

Tabell VI.2. ¹³⁷Cs i prov som köpts i livsmedelsbutiker år 2003.

Table VI.2. ¹³⁷Cs in the samples purchased from food shops in 2003

Elintarvike	Livsmedel	Foodstuff	¹³⁷ Cs, Bq/kg (number of samples)					
			Helsinki		Tampere		Rovaniemi	
sianliha	svinkött	pork	1.0-1.1	(2)	0.4-0.5	(3)	0.3-1.1	(3)
naudanliha	nötkött	beef	2.4-4.4	(2)	1.5-7.4	(3)	2.2-18	(3)
peruna	potatis	potato	<0.3	(3)	<0.4	(1)	<0.3	(4)
kasvikset	grönsaker	vegetables	0.2-11	(10)	<0.3	(3)	0.1-52	(12)
poronliha	renkött	reindeer meat	-		-		130-280	(3)
hirvenliha	älgkött	venison	35-56	(2)	60-210	(5)	29-35	(3)
sienet	svampar	mushrooms	14-124	(9)	980-1560	(2)	-	
suolasienet ¹	saltsvampar ²	salted mushrooms ³	74-300	(2)	1120-2000	(2)	330	(1)
metsämarjat	skogsbär	wild berries	11-180	(14)	61-180	(2)	3-65	(6)
järvi- ja jokikala	insjöfisk	freshwater fish	5,5	(1)	27-53	(3)	0,3-25	(5)
murtovesikala	brackvattenfisk	brackish water fish	7-23	(3)	0,6-100	(4)	-	
kasvatettu kala (meriallas)	odlad fisk (havsbasäng)	farmed fish (sea basin)	0,9	(1)	-		-	

¹analysoitu ennen liotusta

²mätning före urlakning

³analysed before soaking



10 Radioaktiiviset aineet ihmisessä

Ihminen voi saada radioaktiivisia aineita elimistönsä hengittämällä tai ravinnon mukana. Nämä aineet ovat joko luonnollista alkuperää tai keinotekoisesti synnytettyjä. Näistä gamma-säteilyä 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

Laboratoriossa 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 kuormautoon, kuva 10.1. Liikkuvalla systeemillä voidaan mittauksia tehdä myös Helsingin ulkopuolella. Mittauslaitteistoon kuuluu mittaustuoli johon mitattava henkilö asettuu ja sen yläpuolella oleva gamma-säteilyä havaitsema ilmaisim. 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 kulkeutuvi- ta keinotekoisista radioaktiivisista aineista on ¹³⁷Cs.

Mitattavat ihmisryhmät

Suomessa on vuodesta 1965 lähtien seurattu helsinkiläistä vertailuryhmää. Vuodesta 2001 on

tämän ryhmän sekä Helsingistä ja Rovaniemeltä kouluympäristöstä valittujen ryhmien lisäksi mitattu myös 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 täydennettyinä Säteilyturvakeskuksen henkilökuntaan kuuluvilla. Tamperelaisen koulun ryhmässä on oppilaita ja opettajia. Koulut on valittu siksi, että samassa mittauspai- kassa on eri ikäisiä henkilöitä. Henkilöiden valinta perustuu vapaa-ehtoisuuteen. Mitattavilta kysytään lyhyesti ruokavaliosta ja tiettyjen runsaasti radiocesiumia sisältävien elintarvikkeiden kulutuksesta.

Tulokset

Mittaustulokset ovat kuvassa 10.2. Kuvassa ole- viin tuloksiin sisältyvät vain aikuisten (yli 14-vuotiaiden) mittaustulokset. Aikuisten ryhmässä oli Helsingissä 43, Rovaniemellä 31 ja Tampereella 44 henkilöä. Helsingissä suurin mitattu cesiumaktiivisuus kehossa oli 1050 Bq ja pienin alle havaitsemisrajan 30 Bq. Vastaavat luvut olivat Rovaniemellä 1750 Bq ja alle 50 Bq sekä Tampe- reella 450 Bq ja alle 50 Bq. Lapsia (alle 15-vuotiaita) ryhmissä oli niin vähän, että heidän tulok- sista voidaan vain sanoa, että kehossa oleva cesiumaktiivisuus oli yleensä alle 100 Bq. Tämä sopii hyvin yhteen aikaisemmissa tutkimuksissa saatujen tulosten kanssa. Kuvasta nähdään myös kuinka mittaustulokset vuodesta toiseen vaihtelevat huomattavasti. Tämä johtuu kaupasta ostet- tujen ja luonnosta kerättyjen elintarvikkeiden aktiivisuuspitoisuuksien suurista eroista sekä luon- nosta kerättyjen elintarvikkeiden satunnaisesta käytöstä.

Kuvassa 10.3 on esitetty keskimääräinen ^{137}Cs -aktiivisuus helsinkiläisen vertailuryhmän jäsenissä 1960-luvun puolivälistä lähtien. Kuvassa erottuvat selvästi ilmakehässä suoritettujen ydinkokeiden ja Tshernobylin ydinonnettomuuden vaikutukset kehossa olevaan cesium-aktiivisuuteen.

Kehossa olevan ^{137}Cs :n arvioitiin vuonna 2003 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 2003 Helsingfors, Tammerfors och Rovaniemi (se fig. 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 omgetts 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. Från och med 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 gruppen från Helsingfors fanns 43, i den från Rovaniemi 31 och i den från Tammerfors 44 personer. I Helsingfors var det högsta uppmätta ^{137}Cs värdet 1050 Bq och det lägsta under detekteringsgränsen 30 Bq. I Rovaniemi var de motsvarande värdena 1750 Bq och under 50 Bq och i Tammerfors 450 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 för män och kvinnor i referensgruppen från Helsingfors mätt årligen sedan 1965. Inverkan av kärnvapenprov i atmosfären och av Tjernobyl-olyckan på cesium-aktiviteten i kroppen ses tydligt i bilden.

År 2003 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 2003 the measurements were done in Helsinki, Rovaniemi and Tampere (see fig. 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 43, in the Rovaniemi group 31 and in the Tampere group 44 persons. In Helsinki the highest content was 1050 Bq and the lowest below the detection level 30 Bq. In Rovaniemi the corresponding values were 1750 Bq and below 50 Bq and in Tampere 450 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 Cs-137 activity 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 cesium activity.

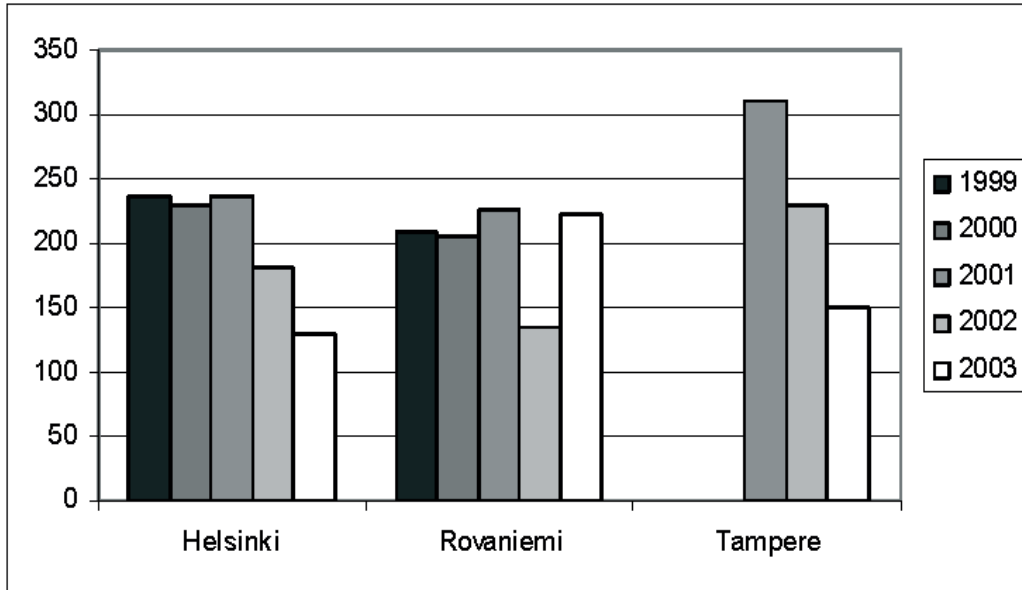
The mean internal radiation dose from ^{137}Cs in 2003 was estimated at 0.01mSv, or less than one percent of the total mean annual radiation dose 4 mSv.

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



Kuva 10.1. Ulko- ja sisäkuva kokokehomittauksissa käytettävästä liikkuvasta laboratoriosta.
Bild 10.1. Exteriör och interiör av det mobila helkroppsmättningslaboratoriet
Fig 10.1. Exterior and interior of the mobile whole-body counting laboratory.

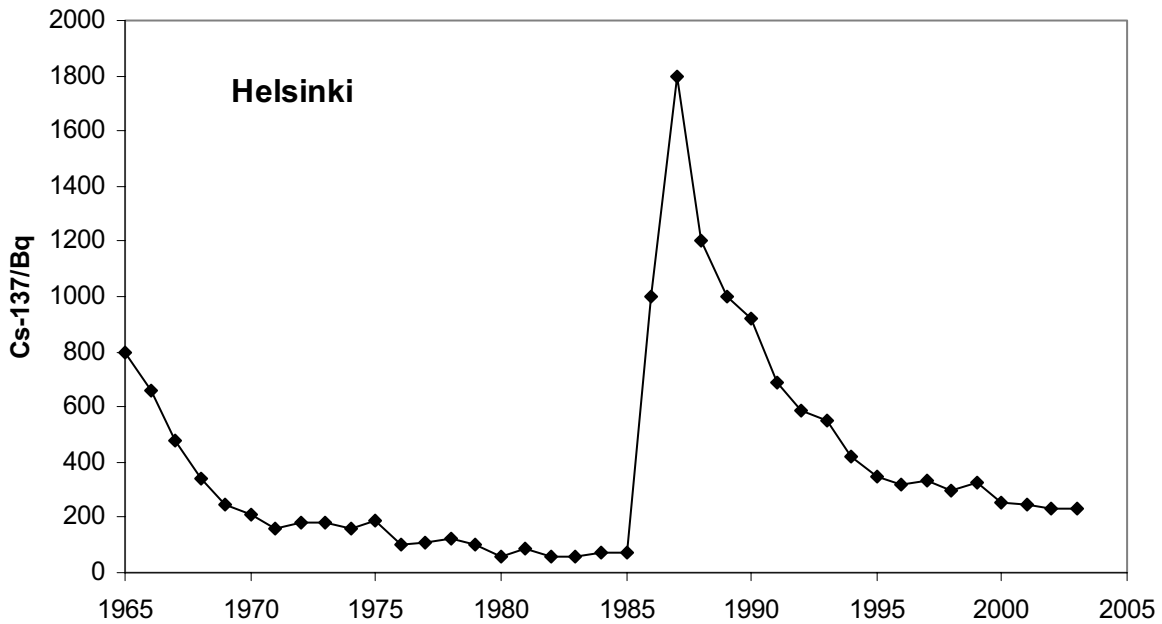




Kuva 10.2. Kehossa oleva keskimääräinen Cs-137 sisältö vuoden 2003 loppupuolella. Ryhmissä on mukana kaikki yli 14-vuotiaat, jotka kävivät mittauksessa.

Bild 10.2. Kroppsinnehållet av Cs-137 som medelvärde för kvinnor och män i slutet av 2003. I grupperna ingår alla personer äldre än 14 år.

Fig 10.2. The Cs-137 body content as mean for women and men at the end of 2003. All persons older than 14 years are included in the groups.



Kuva 10.3. Kehossa oleva Cs-137 aktiivisuus miesten ja naisten aktiivisuuksien keskiarvona helsinkiläisessä vertailuryhmässä (mitattu vuosittain vuodesta 1965 lähtien).

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

Fig 10.3. Body content of Cs-137 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. Helsingin komissio (HELCOM) koordinoi kansainvälistä yhteistyötä, joka huolehtii sopimuksen täytäntöönpanosta. Komission suosituksessa 18/1 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 noin 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 biotäytteiden (kuten levät ja pohjaeläimet) näytteenottopisteet on esitetty kuvassa 11.1. Näytteet otetaan kerran vuodessa tutkimusalue *Arandalla*, sekä rannikon läheisyydessä STUK:n tai paikallisten näytteenottajien toimesta.

Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteiden otossa, käsittelyssä ja analysoinnissa käytetään standardin ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoituja menetelmiä (FINAS T167).

Tulokset

Itämeri on ollut intensiivisen radioekologisen tutkimuksen kohteena jo 1950-luvun lopulta alkaen. Tshernobylin ydinvoimalaitoksessa vuonna 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 Tshernobylin 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. Esteettömästä vedenvaihdosta johtuen Suomenlahti on puhdistunut cesiumista paljon nopeammin kuin Pohjanlahti.

Vuonna 2003 pinnan läheisen vesikerroksen ¹³⁷Cs-pitoisuudet olivat Selkämerellä 58-68 Bq m⁻³ ja Suomenlahdella 33-49 Bq m⁻³. Pohjasedimenteissä ¹³⁷Cs:n kokonaismäärät olivat Suomenlahden ja Selkämeren havaintopaikoissa 21-43 kBq m⁻². Muissa Itämeren havaintopaikoissa cesiumin määrät olivat selvästi pienempiä: Perämerellä noin 4 kBq m⁻² ja 1-7 kBq m⁻² varsinaisen Itämeren syvänteissä. Suurimmat Itämeren sedimenteissä mitatut cesiumin kokonaismäärät olivat 1990-luvun puolivälissä noin 100 kBq m⁻² (Kuva 11.2). Tällöin Itämeren pohjaan arvioitiin olevan varastoituneena n. 2.14 PBq ¹³⁷Cs:a. Korkeimmat Itämeren kaloissa Tshernobylin onnettomuuden jälkeen havaitut ¹³⁷Cs-pitoisuudet olivat Merenkurkusta vuonna 1990 pyydytyissä hauissa noin 300 Bq kg⁻¹. Vuonna 2003 cesiumin pitoisuudet olivat Suomen rannikoilta pyydytyissä hauissa 13-66 Bq kg⁻¹ ja silakoissa 9-12 Bq kg⁻¹. Itämeren kaloista suomalaisille aiheutuneen sisäisen säteilyannoksen arvioitiin olleen 0,0029 mSv/v.

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

11 Radioaktiva ämnen i Östersjön

Östersjöländer har ratificerat Östersjökonventionen, Konventionen om skydd av Östersjöområdets marina miljö. Helsingforskommissionen (HELCOM) koordinerar det internationella samarbetet, som sörjer för konventionens genomförande. HELCOMs rekommendation 18/1 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/år 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 kärnanstalter 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 (FINAS 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 ma-

rina område som var mest påverkat av Tjernobylnedfallet. Nedfallet blev mycket ojämnt dispergerat i avrinningsområdet 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 2003 var halterna av ^{137}Cs i ytvattnet 58-68 Bq m⁻³ i Bottenhavet och 33-49 Bq m⁻³ i Finska viken. Totalmängderna av ^{137}Cs i bottensedimenten var 21-43 kBq m⁻² i provtagningsstationerna av Finska viken och Bottenhavet. I de andra stationerna vid Östersjön var totalmängderna av ^{137}Cs betydligt mindre: ca 4 kBq m⁻² i Bottenviken och 1-7 kBq m⁻² i de djupa områdena av den egentliga Östersjön. De största totalmängderna av ^{137}Cs mätta i Östersjöns sediment var ca 100 kBq m⁻² i mitten av 1990-talet (Bild 11.2). Då uppskattades att ca 2.14 PBq 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 år 1990. År 2003 var cesiumhalterna i gäddorna och strömmingarna 13-66 Bq kg⁻¹ och 9-12 Bq kg⁻¹ vid den Finska kusten. Den interna stråldosen från Östersjöfiskarna till finnarna bedömdes till 0,0029 mSv.

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) coordinates the international co-operation which focuses on the implementation of the Convention. Recommendation 18/1 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 Figure 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 (FINAS T167).

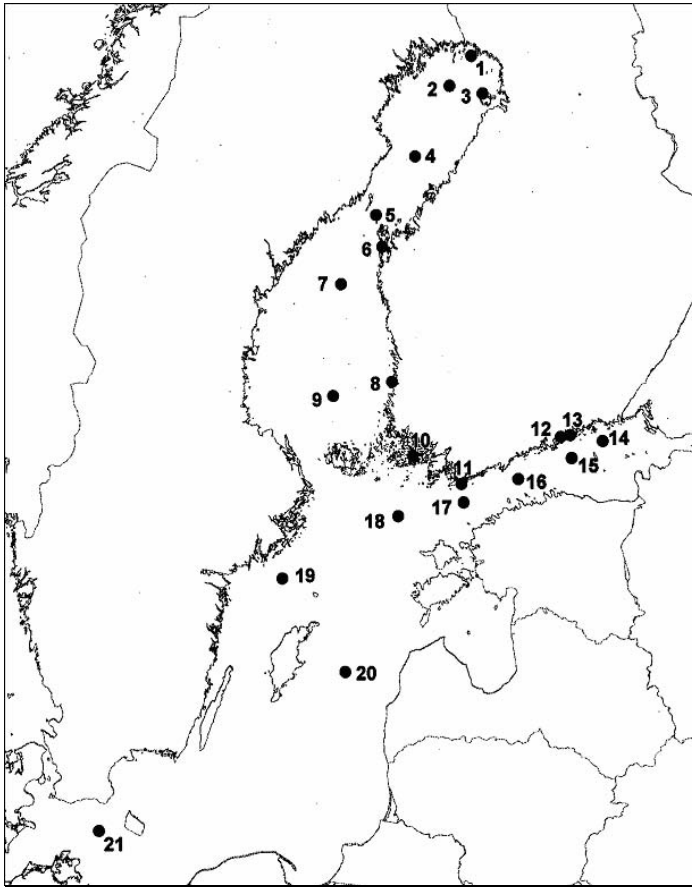
Results

Since the late 1950s 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 faster than the Gulf of Bothnia.

In 2003, the ^{137}Cs concentrations of surface water were 58-68 Bq m⁻³ in the Bothnian Sea and 33-49 Bq m⁻³ in the Gulf of Finland. The total amounts of ^{137}Cs in bottom sediments were 21-43 kBq m⁻² at the sampling stations of the Gulf of Finland and the Bothnian Sea. At the other stations of the Baltic Sea the amounts of caesium were clearly smaller: about 4 kBq m⁻² in the Bothnian Bay and 1-7 kBq m⁻² in the deep areas of the Baltic Proper. The largest total amounts of ^{137}Cs measured in the Baltic Sea sediments were about 100 kBq m⁻² in the mid 1990s (Figure 11.2). Then it was estimated that about 2.14 PBq 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 in 1990. In 2003, the caesium concentrations were 13-66 Bq kg⁻¹ in pikes and 9-12 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 0.0029 mSv.

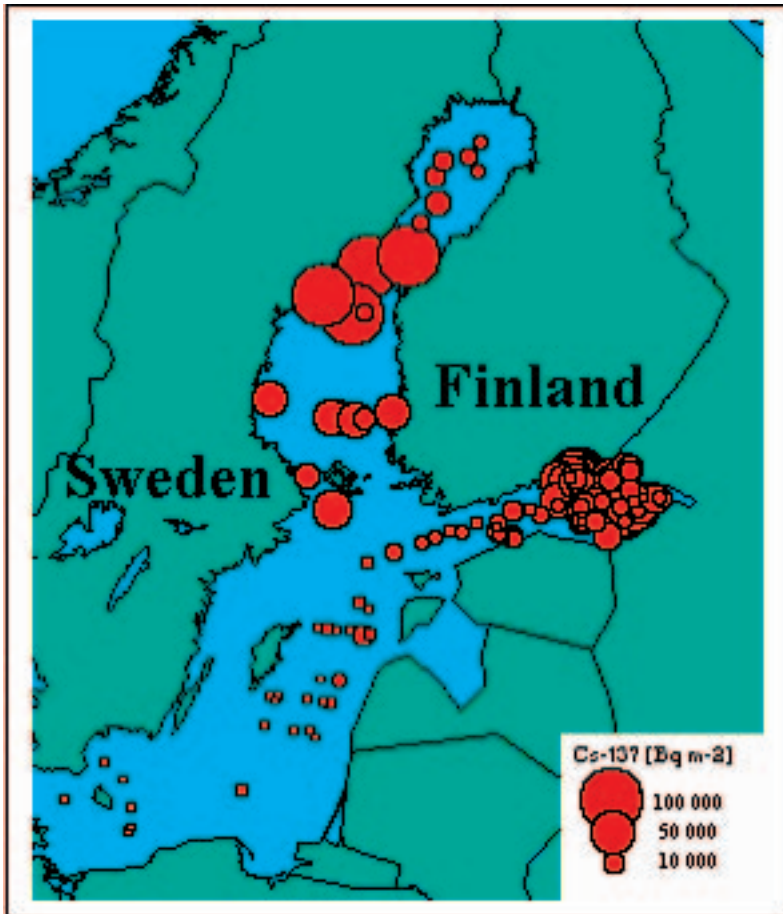
Contact person: Erkki Ilus, Radiation and Nuclear Safety Authority (erkki.ilus@stuk.fi)



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 XV 1 (W + S), 15. Piste LL 3a (W + S), 16. Piste LL 7 (W), 17. Piste LL 11 (W), 18. Piste Teili-1 (W + S), 19. Piste LL 23 (S), 20. Piste BY 15 (W + S), 21. Piste BY 2 (W).

Bild 11.1. Provtagningsplatserna för havsvatten (W), bottensediment (S), fisk (F) och 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 XV 1 (W + S), 15. Station LL 3a (W + S), 16. Station LL 7 (W), 17. Station LL 11 (W), 18. Station Teili-1 (W + S), 19. Station LL 23 (S), 20. Station BY 15 (W + S), 21. Station BY 2 (W).

Figure 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 XV 1 (W + S), 15. Station LL 3a (W + S), 16. Station LL 7 (W), 17. Station LL 11 (W), 18. Station Teili-1 (W + S), 19. Station LL 23 (S), 20. Station BY 15 (W + S), 21. Station BY 2 (W).



Kuva 11.2. ^{137}Cs :n kokonaismäärät [Bq m^{-2}] Itämeren eri osissa olevissa näytteenotuspisteissä 1990-luvun puolivälissä.

Bild 11.2. Totalmängderna av ^{137}Cs [Bq m^{-2}] i Östersjöns provtagningsplatser i mitten av 1990-talet.

Figure 11.2. Total amounts of ^{137}Cs [Bq m^{-2}] at sampling stations in different parts of the Baltic Sea in mid 1990s.

Kuva 11.3. GEMINI sedimentinäytteenotin.
Bild 11.3. GEMINI apparat för provtagning av sediment.

Figure 11.3. GEMINI sediment corer.



