

ATS

YDINTEKNIikka

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA -

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry

1/95, vol. 24

Tässä numerossa

Lähialueidemme ydinperintö	1
Kuolan sotilaalliset ydinjäteongelmat vaativat kansainvälistä apua	2
Radon: Ydinjätekeskus Suomenlahden rannalla	8
Salattu kaupunki Tsheljabinsk-65 avautuu	11
Ydinaseasiantuntijoita ympäristötutkimuksiin	16
Suomalaisten säteilyaltistuksesta noin puolet huoneilman radonista	17
Suomalaiset kartoittamassa Venäjän arktisten alueiden säteilytasoja	18
Puheenjohtajan palsta: ATS:n talouden synkentyneet näkymät	22
ATS:n uusi johtokunta ja vuoden 1995 tapahtumia	24
Lyhyesti maailmalta	24
English abstracts	28

ATS

YDINTEKNIikka

1/95, vol. 24

JULKAISIJA

Suomen Atomiteknillinen Seura-
Atomtekniska Sällskapet i Finland ry.

VUODEN 1995 TEEMAT

TOIMITUS

Päätoimittaja
TKT Seppo Vuori
VTT Energia
PL 1604
02044 VTT
p. (90) 456 5067

Erikoistoimittaja
FL Risto Paltemaa
Säteilyturvakeskus
PL 14
00881 Helsinki
p. (90) 7598 8313

Erikoistoimittaja
DI Olli Nevander
IVO International Oy
01019 IVO
p. (90) 8561 2613

Erikoistoimittaja
DI Ahti Toivola
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (938) 381 2600

1/95
Ympäristö ja itänaapurin
ympäristöongelmat

2/95
EU:n antamat mahdollisuu-
det ja ydinvoima maailmal-
la

3/95
Suomen energiapolitiikan
arvot

4/95
Ekskursio Unkariin

JOHTOKUNTA

Pj. TkL Eero Patrakka
Teollisuuden Voima Oy
Annankatu 42 C
00100 Helsinki
p. (90) 61 801

TkT Ilari Aro
Säteilyturvakeskus
PL 14
00881 Helsinki
p. (90) 7598 8296

Vpj. DI Pertti Salminen
Teollisuuden Energialiitto
Eteläranta 12
00130 Helsinki
p. (90) 6689 3011

DI Eero Mattila
IVO International Oy
01019 IVO
p. (90) 8561 2418

Rahastonhoitaja
TkL Eija Karita Puska
VTT Energia
PL 1604
02044 VTT
p. (90) 456 5036

TkT Seppo Vuori
VTT Energia
PL 1604
02044 VTT
p. (90) 456 5067

Sihteeri DI Petra Lundström
IVO International Oy
01019 IVO
p. (90) 8561 5422

ILMOITUSHINNAT

1/1 sivua 2000 mk
1/2 sivua 1400 mk
1/4 sivua 1000 mk

TOIMITUKSEN OSOITE

ATS Ydintekniikka
c/o Petra Lundström
IVO International Oy
Rajatorpantie 8
01019 IVO
p. (90) 8561 5422 (suora)
telefax (90) 8561 3403

Lehdessä julkaistut artikkelit
edustavat kirjoittajien omia
mielipiteitä, eikä niiden kai-
kissa suhteissa tarvitse vas-
tata Suomen Atomiteknilli-
sen Seuran kantaa.

TOIMIHENKILÖT

Yleissihteeri
DI Aarno Keskinen
IVO International Oy
01019 IVO
p. (90) 8561 2535

Ekskursios sihteeri
DI Tapio Saarenpää
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (938) 381 4312

Kansainvälisten asioiden siht.
DI Jussi Palmu
Imatran Voima Oy
01019 IVO
p. (90) 8561 4562

ISSN-0356-0473



Tero Varjoranta

LÄHIALUEIDEMME YDINPERINTÖ

Suomen lähialueella Venäjällä olevien ydinvoimalaitosten, runsaan 300 laivareaktorin, käytetyn ydinpolttoaineen, radioaktiivisten jätteiden keskitymien ja ydinaseiden tila huolestuttaa. Kirjavia uutisia salakuljetuksista julkastaan vähän väliä. Realistisen tilannekuvan muodostamista haittaavat ydinasioihin liittyvä herkkyyks, sekavat vastuusuhteet, ristiriitainen tiedonvälitys sekä tarvittavan kansallisen ydinturvallisuusstrategian puuttuminen Venäjällä.

Fil. lis. Tero Varjoranta on Säteilyturvakeskuksen polttoainekiertoimiston toimistöpäällikkö, p. (90) 7598 8375.

Sotilaallinen ydinräjähdys maamme rajojen läheisyydessä voisi aiheuttaa vaikeamman säteilytilanteen kuin mikään ajateltavissa oleva ydinlaitosonnettomuus. Lähialueillamme Venäjällä ja Baltiassa ydinvoimalaitosten teknisellä ja asenteellisella puolella on viime vuosina tapahtunut merkittävää parannusta. Turvallisuusriskejä on opittu ymmärtämään aiempaa paremmin ja perusparannushankkeita on käynnissä.

Vastapainona ovat laitosten ikääntyminen ja talouden murroksen seurauksena tulleet sosiaaliset epävarmuudet. Niissä voidaan äkisti kohdata arvaamatomia muutoksia. Energiatuotannon hinnoittelu- ja maksuliikenneongelmat vaikeuttavat tilannetta. Mikään ydinvoimalaitosonnettomuus lähialueillamme ei aiheutta meillä välittömästi ilmeneviä terveyshaittoja eikä pitkälläkään aikavälillä uhkaa suurten kansanjoukkojen terveyttä.

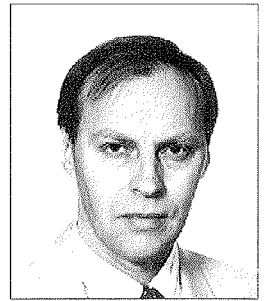
Lähialueillamme suuri osa ydinjätteistä ei ole, eikä ilmeisesti ilman länsimaisista apua tule olemaanakaan, samalla tasolla hoidettua mihin meillä on totuttu. On ironista, että taloudellisten vaikeuksien ohella aseistariisuntasopimusten seurauksena pohjoisten merien rannoille on alkanut kertyä romutettujen ydinsukellusveneiden jätearmaada. Toinen hoitamaton ongelma on pohjoisen herkkään luontoon kertyvä laivareaktoreiden käytetty polttoaine. Polttoaine oli alunperin suunniteltu käsiteltäväksi ja hävitettäväksi Tsheljabinskin jälleenkäsittelylaitoksella, mutta polttoaineen kuljetukset ovat pitkään olleet vaikeuksissa.

Tsheljabinskin laitos on sama, jonne Loviisan voimalaitoksen käytettyä polttoainetta ei ydinennergialain muutoksen myötä enää lähetetä vuoden 1996 jälkeen. Mikäli jälleenkäsittelylaitoksen toiminta lakkaisi, taloudellisista tai poliittisista syistä, tilanne pohjoisessa vaikeutuisi merkittävästi. Lähialueidemme ydinjätteistä ei kuitenkaan ole terveysuhkaa suomalaisille, mutta ympäristöongelmana tilanne pahenee.

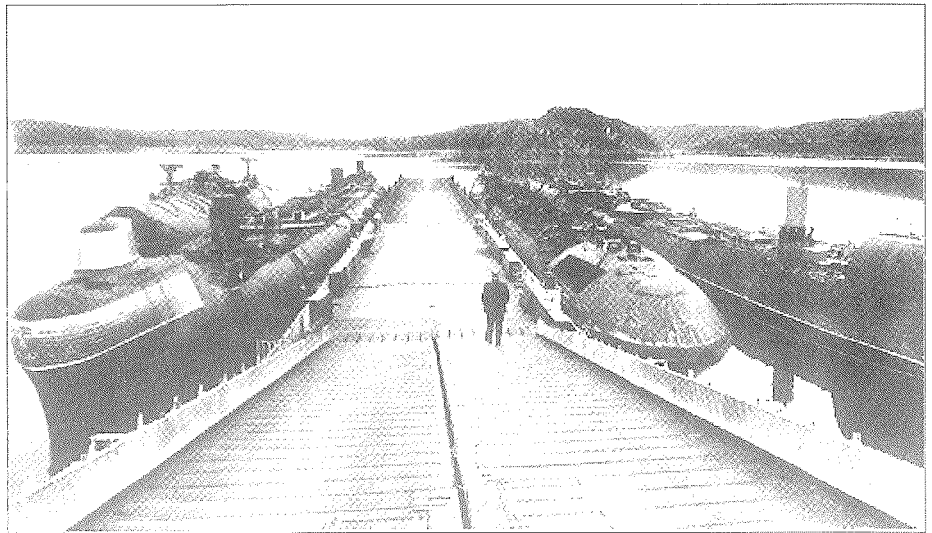
Radioaktiivisia aineita on tavattu Venäjältä ja Virosta maahamme tulleen lähinnä raaka-aineksi tarkoitetun metalliromun joukossa. Kyse ei ole ollut varsinaisesti salakuljetuksista vaan lähinnä vahingoksi luokitelluista tapauksista. On todennäköistä, ettei rajojemme yli kulkeutuisi sellaisia määriä radioaktiivisia aineita, että ne voisivat aiheuttaa terveysriskejä suuremmalle ihmisjoukolle. Sitä vastoin pienemmänkin erän joutumisesta teollisuustuotantoon olisi todennäköisesti hyvinkin ikävät taloudelliset ja psykologiset seuraukset. Vaikka ydinaseiden leviämisen kannalta tärkeitä materiaaleja ei olisi kulkeutumassa Venäjältä hämärämarkkinoille, tulee tilannetta seurata tarkasti.

On monia tapoja vaikuttaa ydinturvallisuusongelmien kohentamiseen lähialueillamme. Kaikki eivät vaadi valtavia investointeja. Tilannetta on perusteltua parantaa yhteistyöllä venäläisten omissa hankkeissa, avustamalla ja tukemalla EU:n rahoittamien hankkeiden käynnistämistä ja toteutusta erityisosaamista vaativilla toimituksilla, koulutuksella ja yleisen turvallisuuskulttuuri juurruttamisella.

KUOLAN SOTILAALLISET YDINJÄTEONGELMAT VAATIVAT KANSAINVÄLISTÄ APUA



Venäjän ydinkäyttöinen laivasto on aiheuttanut merkittäviä ympäristöongelmia Kuolan alueelle. Neuvostoliiton hajoamisen jälkeen julkisuuteen tullut tieto mahdollistaa nyt melko luotettavan tilannearvion tekemisen. Käytöstä poistettujen ydinsukellusveneiden vastuullinen purku on Venäjälle valtava urakka, johon se tarvitsee myös ulkopuolista tukea. Näitä kysymyksiä on Norjan johdolla käsitelty NATO:n yhteistyöneuvoston NACC:n laajassa tutkimushankkeessa, johon myös Suomi on osallistunut. Loppuraportti ilmestyy keväällä 1995.



Osittain purettuja sukellusveneitä Sayde-lahdella. Vasemmalla uiva reaktoriosasto (kuva: Bellona).

Suomen pohjoisen lähialueen sotilaallisesta ydinjäteongelmasta on viime aikoina saatu tietoja, joiden perusteella voidaan arvioida sen suuruusluokka melko luotettavasti. Venäjän presidentin lokakuussa 1992 asettaman, ns. Jablokovin työryhmän raportti on tärkein yksittäinen venäläinen lähde. Siinä käsitellään ensisijaisesti Neuvostoliiton ja Venäjän tekemiä ydinjätteiden upotuksia arktisiin meriin, mutta siinä annetaan tietoa myös ydinkäyttöisen laivaston toiminnan aiheuttamista ydinjäteongelmista ja Venäjän suunnitelmista hoitaa niitä. Toinen tärkeä lähde on norjalaisen ympäristöjärjestön Bellonan laatima kattava raportti Murmanskin ja Arkangelin alueiden radioaktiivisen saastuneisuuden tilasta.

Ydinsukellusveneiden tuotanto keskittyy Severodvinskiin

Venäjän laivaston pitkän aikavälin suunnitelmista on myös tietoa. Presidentti Jeltsinin 8.11.1992 allekirjoittaman asetuksen mukaan perustettiin

ydinsukellusveneiden tuotantokeskus Severodvinskiin, Sevmarsh-yhtiön yhteyteen. Samalla päätettiin, että muiden ydinsukellusveneitä tuottavien telakoiden toiminta ajetaan alas.

Ydinsukellusvenelaivastoa tullaan supistamaan yhdeksään, yleensä seitsemän aluksen prikaatiin. Strategisia ohjussukellusveneprikaateja vähennetään kahteen. Nämä muodostuvat seitsemän aluksen Delta IV -prikaatista ja kuuden aluksen Typhoon-prikaatista. Typhoon-veneiden pituus on yli 170 metriä ja uppouma sukelluksissa 26 000 tonnia. Niiden pääaseistuksena on kaksikymmentä yli 8 000 kilometrin kantaman SS-N-20-ohjusta, joissa on kymmenen 100 kilotonnin ydinkärkeä.

Kaksi Akula-luokan hyökkäyssukellusveneprikaattia, aseistuksenaan SS-N-21 risteilyohjukset, tulee täydentämään ohjussukellusveneprikaateja. Talvella 1994 oli Severodvinskin Sevmarsh-telakalla rakenteilla Akula-luokan vene. Yhdysvaltain merivoimien arvion mukaan Venäjä valmistaa Akula-luokkaa

kehittyneempää uuden sukupolven hyökkäyssukellusvenettä samalla telakalla. Uuden monikäyttöisen ("multipurpose") Severodvinsk-nimisen ydinsukellusveneen valmistus aloitettiin vuonna 1993.

Sukellusveneiden ja pinta-alusten torjuntaan suunnitellaan yhteensä yhdeksän prikaattia, joista neljä olisi tavanomaisia sukellusveneitä. Oscar-luokan (pituus 140 metriä ja uppouma 13 000 tonnia) ydinsukellusveneet ovat pinta-alustorjunnan järein ase. Tulivoimaltaan nämä veneet ovat vähintäänkin raskaiden ohjusristeilijöiden luokkaa.

Entinen Neuvostoliitto rakensi yhteensä noin 240 ydinsukellusvenettä. Noin 180 ydinsukellusvenettä tulee ennen pitkää purettaviksi. Viime vuosikymmenen vaihteen jälkeen on Neuvostoliitto/Venäjä vuosittain poistanut 20 ydinsukellusvenettä operatiivisesta käytöstä Venäjän satamissa oli vuonna 1992 lopulla noin 80 ydinsukellusvenettä odottamassa purkua. Tätä kirjoitettaessa luku lienee jo noin sata.

Ongelmana välinpitämättömyys ja huono koordinointi

Jablokovin ja Bellonan raporteista käy selvästi ilmi, että laivaston ydinjäte-ongelmat johtuvat paljolti eri hallinnon alojen toimintojen huonosta koordinoinnista ja välinpitämättömyydestä. Niin Pohjoisella kuin Tyynen meren laivastollakaan ei ole alueellisia toimintakoneistoja, jotka takaisivat radioaktiivisen jätteen ja käytetyn polttoaineen turvallisen käsittelyn. Laivaston ja alueellisten viranomaisten välisessä yhteistyössä on puutteita ja vastuukysymykset ovat epäselviä.

Venäjän federaation hallinnon vuonna 1992 antamilla asetuksilla ("ukaaseilla") käynnistettiin laaja ohjelma nestemäisen ja kiinteän radioaktiivisen jätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen aiheuttamien ongelmien ratkaisemiseksi. Siihen kuuluu erilaisten varastojen ja jätteenkäsittelylaitosten rakentaminen sekä kuljetuskaluston valmistaminen. Ohjelman tavoitteena on myös luoda edelly-

tykset hoitaa käytöstä poistettujen ja vuoteen 2000 mennessä poistettavien ydinsukellusveneidän ja ydinkäyttöisten pinta-alusten purku. Työ tulisi kokonaisuudessaan suoritettavaksi Severodvinskissa. Yhdysvallat on luvannut tukea tätä työtä ns. Nunn-Lugar -rahoilla. Erilaista purkukalustoa, kuten hydraulisia leikkureita, lienee jo toimitettu.

Ydinsukellusvene "tankkaa" kymmenen vuoden välein

Venäjän laivaston käyttämistä sotilaallisista ydinreaktoreista ei liene julkista yksityiskohtaista teknistä tietoa. Yleinen arvio on, että sukellusveneen reaktoreissa on tyypillisesti 200 kiloa halkeamiskelpoista U-235 uraania. Väkevöintias- teeksi oletetaan 40–50 prosenttia. Polttoaine-elementit lienevät noin metrin pituisia eli kooltaan ne ovat varsin pieniä verrattaessa ydinvoimaloissa käytettäviin polttoaineriippuihin. Jablokovin antamista luvuista voidaan päätellä, että yhdessä reaktorissa on keskimää-

rin vähän yli 200 polttoaine-elementtiä. Yhdessä käyttämättömässä polttoaine-elementissä lienee siten noin kilo U-235:tä. Venäläisen ydinsukellusvenereaktorin polttoainelataus lienee riittänyt noin kymmenen vuoden operatiiviseen toimintaan.

Venäjän ydinkäyttöiset alukset ovat tuottaneet tähän mennessä useita kymmeniä tuhansia elementtejä käytettyä polttoainetta. Lukumäärä on suuri ja lisäksi elementit ovat hyvin aktiivisia. Tilavuusyksikköä kohti pitkäikäisiä fissiotuotteita voi olla moninkertaisesti suhteessa käytettyyn siviiliydinpolttoaineeseen. Tämä ei luonnollisesti helpota laivaston käytetyn polttoaineen vastuullista jätehuoltoa, mutta ei myöskään aseta sille ylipääsemättömiä esteitä. Samalla on todettava, että käytettyä laivaston polttoainetta on melko vähän, uraanina laskettuna todennäköisesti noin sata tonnia.

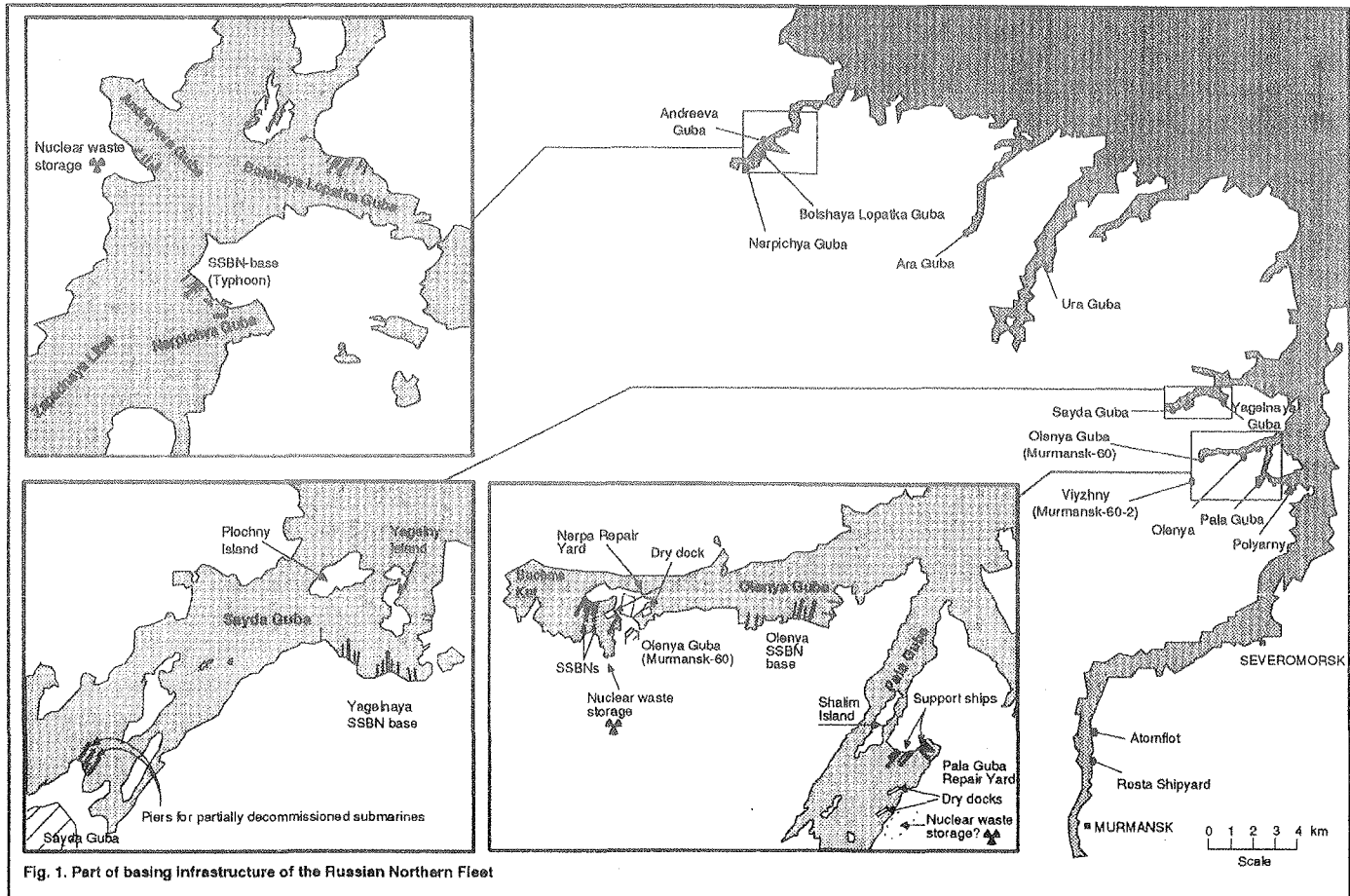


Fig. 1. Part of basing infrastructure of the Russian Northern Fleet

Vertailun vuoksi mainittakoon, että Loviisan ydinvoimaloista on poistettu vuosittain yhteensä noin 32 tonnia käytettyä uraania, joka säännöllisin väliajoin on kuljetettu Tsheljabinskiin.

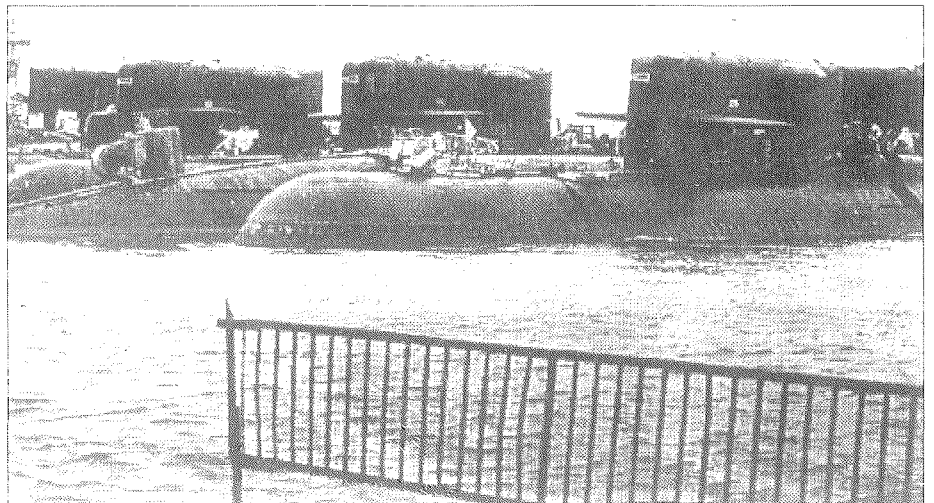
Ydinpolttoaineella tiukat turvallisuusvaatimukset

Yhdysvaltain laivaston käyttämälle ydinpolttoaineelle asetetaan useista erisyistä huomattavasti tiukempia turvallisuusvaatimuksia kuin siviilikäyttöön tarkoitetulle polttoaineelle. Miehistön on elettävä pitkiä aikoja ydinreaktorin välittömässä läheisyydessä. On pidettävä huolta siitä, että miehistöön kohdistuu mahdollisimman pieni säteilyaltistus. Ydinsukellusveneen polttoaineen on myös kestävä sodankäynnin raskaudet. Näihin kuuluvat esimerkiksi lähi-taistelutilanteiden nopeat syöksyt, jotka aiheuttavat reaktorille suuria hetkellisiä termisen kuormituksen muutoksia. Lisäksi ydinsukellusveneid on kestävä vastustajan tulituksen vaikutusta (ohjukset, torpedot, miinat ja syvyys-pommit).

Yhdysvaltain laivaston säteilyturvalli-suus on ollut korkealuokkaista. Kertaa-kaan ydinturvallisuuden pettäminen ei liene ollut onnettomuuden synny. Neuvostoliiton laivastossa ydinturvallisuus on ilmeisesti ollut merkittävästi heikompi. Silti on syytä olettaa, ettei miehistön turvallisuuteen ole suhtauduttu välinpitämättömästi ydinkäyttöisten alusten suunnittelussa.

Pohjoisen laivaston ydinsukellusvenei-den polttoainehuolto tehdään monissa tukikohdissa: Zapadnaja Litsa -vuonon Andrejeva-lahdessa, Olenia-lahden Nerpa-nimisellä telakalla, Poljarnyin Pala -lahden Shkval-telakalla sekä Severodvinskin Sevmash-telakalla. Vuoteen 1992 asti vaihdettiin ydinpoltoainetta myös Sevmorputin telakalla Murmanskissa, mutta siellä toiminta kiellettiin vedoten kaupungin asukkai-den turvallisuuteen.

Lähialueillamme on yhteensä noin 50 000 ydinsukellusveneid käytettyä polttoaine-elementtiä, joista yli puolet on edelleen käytöstä poistettujen sukellusveneid reaktorien sydämessä. Vuonna 1993 kuljetettiin 800–1 600



Käytöstä poistettuja Yankee-luokan ohjussukellusveneiä Severodvinskissa kesällä 1992 (kuva: Aamulehti, 2.8.1992).

Pohjoisen laivaston polttoaine-elementtiä Majakin jälleenkäsittelylaitokselle Tsheljabinskiin. Jablokovin raportin mukaan ydinkäyttöisen sukellusvenelaivaston normaalin polttoainehuollon yhteydessä on vuosittain vaihdettu noin kymmenen reaktorisydämen polttoaine sekä Kuolassa että Kauko-idässä eli yhteensä noin 4 000 polttoaine-elementtiä vuodessa.

Pohjoisen laivaston käytetyn ydinpolttoaineen keskusvarasto sijaitsee Andrejeva-lahden rannalla. Kahdessa jäähditysvedellä täytetyssä betonialtaassa on yli 20 000 polttoaine-elementtiä vedenpitä-

vissä, seitsemän elementin säiliöissä. Gremihan (Jokanga, Murmansk-140) tukikohdassa varastoidaan myös käytettyä polttoainetta, mutta määristä ei ole tietoa.

Andrejevassa on myös 560 polttoaine-elementtiä vanhalla proomulla, jonka koko kapasiteetti on käytössä. Siitä voitaneen päätellä, että varsinainen päävarastokin on täynnä. Kolme samantyyppistä proomua on Severodvinskin Zvezdotshka-telakan laiturissa. Nämäkin ovat täynnä eli niissä on yhteensä 1 680 käytettyä polttoaine-elementtiä. Kaksi Malina-luokan alusta, toinen Severod-

vinskissa ja toinen Pohjoisen laivaston käytössä (kotisatama Olenia), huoltavat ydinsukellusvenelaiivastoa toimittamalla uutta polttoainetta tukikohtiin ja käytettyä polttoainetta varastoihin. Malinaluokan laivan kuljetuskapasiteetti on 1400 polttoaine-elementtiä.

Majak käsitellyt myös laivojen ydinjätteitä

Murmanskin laivausyhtiön ("Murmanskoje morskoje parohodstvo", MMP) alaisuudessa toimivat kahdeksan ydinkäyttöistä siviilialusta, seitsemän jäänmurtajaa ja yksi konttialus ("Sevmorput"), ovat Bellonan arvion mukaan toistaiseksi tuottaneet noin 12 000 käytettyä polttoaine-elementtiä. Lähes puolet on lähetetty Majakin jälleenkäsittelylaitokselle, mutta yli 7 000 polttoaine-elementtiä varastoidaan kolmessa aluksessa (Imandra, Lotta, Lapse).

Lähes 500 polttoaine-elementtiä on sotilaallista perua. Mainittujen alusten viimeiset varastot täyttyivät joulukuussa 1993. Vuonna 1961 rakennetussa Lotassa on yli viisi tuhatta polttoaine-elementtiä. Alus modernisoitiin osittain kesällä 1993 parantamalla käytetyn polttoaineen varastoja ja käsittelylaitteita siten, että Tsheljabinskiin tehtävät rautatiekuljetukset voitaisiin hoitaa entistä paremmin.

Väliaikaisena ydinjätevarastona käytetty vuonna 1936 rakennettu Lapse on huonossa kunnossa. Jäänmurtaja Leninin reaktorionnettomuuden jälkeen vuonna 1966 siirrettiin 319 polttoaine-elementtiä Lapseen. Puutteellisen jäähdytyksen vuoksi laajentuneet elementit eivät kuitenkaan sopineet Lapsen säiliöaukoihin, vaan ne jouduttiin osaksi lyömään lekalla sisään säiliöihin. Tällöin rikkoontui toistakymmentä elementtiä. Majak ei ota vastaan rikkinäisiä polttoaine-elementtejä ja siksi Lapseen varastoitua elementtejä ei ole voitu siirtää.

Säteilyongelmien vuoksi osa Lapsen säiliöistä päätettiin valaa betoniin. Tämä työ saatiin päätökseen vuonna 1993. Lapsen rungon ulkopuolellakin on mitattu kohonneita säteilyarvoja. On mahdollista, että koko laiva on sellaisenaan eristettävä betonisarkofagiin.

Bellonan tietojen mukaan Pohjoisen laivaston alueella oli 71 käytöstä poistettua ydinsukellusvenettä. Kuudestatoista oli polttoaine poistettu, joten jäljellä olevien reaktorisydämissä on edelleen yli 24 000 polttoaine-elementtiä.

Reaktorivaurioita kärsineet alukset ovat erityisen ongelmallisia, etenkin jos ydinpolttoaine on osittain sulanut tai muuten juuttunut reaktoriin niin, ettei sitä voi poistaa ilman erityistekniikkaa. Jablokovin mukaan tällainen tekniikka puuttuu venäläisiltä. Bellona raportoi, että 2–3 sukellusvenettä on tällä tavalla vaurioitunut. Yksi on Severodvinskissa. Neuvostoliitto upotti aikoinaan yhteensä kuusi sukellusvenereaktoria polttoaineeseen ja jäänmurtaja Leninin reaktoriosaston ja osan polttoaineesta Novaja Zemljan edustalle. Tyynen meren laivaston alueella on kolme sukellusvenettä, joiden reaktoreista polttoaine-elementtejä ei voida poistaa.

Romutettavien sukellusveneiden purku työlästä

Yhteensä noin 180 ydinsukellusvenettä tulee aikanaan purettavaksi. Bellonan saamien tietojen mukaan Venäjän kaikkien ydinsukellusveneiden purku keskitetään myös Severodvinskiin. Käytetty ydinpolttoaine on poistettu 16 Pohjoisen laivaston veneestä ja 18 Tyynen meren laivaston veneestä. Voidaan kuitenkin epäillä Venäjän käytännön edellytyksiä siirtää purettavat sukellusveneet ydinpolttoaineeseen Severodvinskiin. Kysymys on yhteensä yli 50 000 polttoaine-elementistä.

Sukellusveneiden purku on pitkällinen ja työläs prosessi. Ensiksi poistetaan alusten aseet ja muut vielä käyttökelpoiset laitteet. Reaktorin lopullisen sammuttamisen jälkeen on odotettava vähintään kolme kuukautta ennen kuin polttoaine voidaan poistaa reaktoreista ja siirtää varastoihin. Tämä on selvästi tärkein yksittäinen sukellusveneiden purkuun liittyvä toimenpide, joka edellyttää sekä riittäviä varastoja että polttoaineen vastuullista jatkokäsittelyä.

Sukellusveneiden varsinainen purku voidaan aloittaa 2–10 vuotta sen jälkeen, kun vene on poistettu operatiivisesta käytöstä. Reaktori on sukellusveneeseen

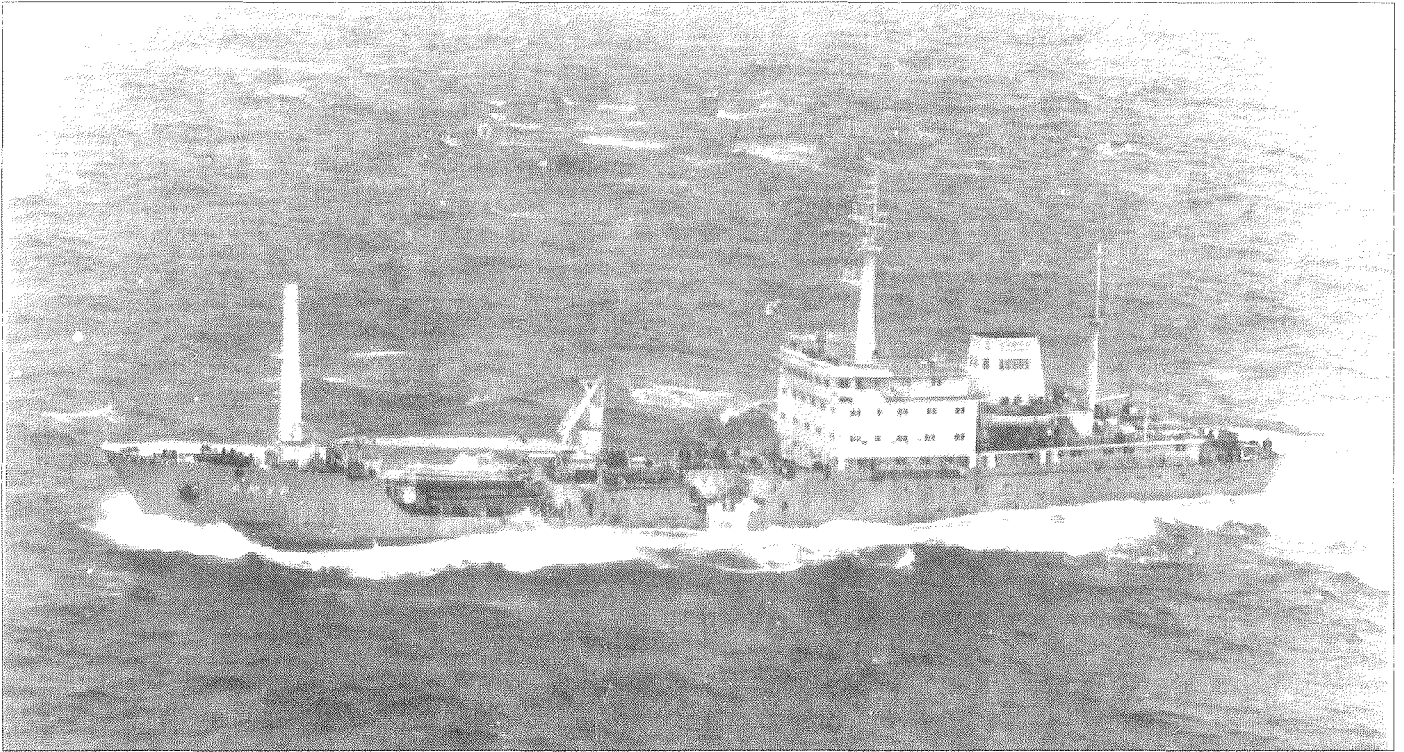
pääasiallinen radioaktiivisuuden lähde. Neutronit aktivoivat rungon teräsrakenteita. Runnon sisäisten rakenteiden aktiivisuus voi olla luokkaa PBq (satoja tuhansia Ci), mutta säteilysuoja reaktorin ulkopuolella on tuskin lainkaan aktivoitunut.

Venäläiset noudattavat sukellusveneiden purkutyössä olennaisesti samaa käytäntöä kuin amerikkalaiset. Reaktoriosasto leikataan kokonaisuudessaan irti rungosta kohdassa, jossa gammasäteilyn annosnopeus on lähellä luonnon taustaa, eikä yleensä ylitä tasoa 0,1 mR/h. Reaktoriosasto suljetaan tiiviisti. Aluksen luja runko ja reaktoriosaston seinät muodostavat eräänlaisen valmiin ydinjäte-säiliön, joka on hyvä väliaikainen este radioaktiivisuuden leviämislle.

Toistaiseksi kuusi Pohjoisen laivaston ydinsukellusvenettä on purettu. Severodvinskissa ja Sayda-lahdella on kummasakin kolme uivaa reaktoriosastoa. Neljä Tyynen meren laivaston ydinsukellusveneiden reaktoriosastoa on Jablokovin raportin mukaan kunnostettu loppusijoitusta varten. Reaktoriosastojen loppusijoituskysymys on kuitenkin edelleen vailla ratkaisua. Ympäristönsuojelun kannalta kysymys ei ole akuutin polttava, vaikka "hylätyt" sukellusveneet ja reaktoriosastot näyttävätkin hyvin rumilta.

Severodvinskin kahdella sukellusvenetelakalla ei vielä ole valmiuksia ryhtyä sukellusveneiden laajamittaiseen purkutyöhön. Vuosille 1993–1998 on laadittu yksityiskohtainen suunnitelma sukellusveneiden purkua varten, mutta niiden toteutus on jo nyt myöhästynyt varojen puutteeseen ja laukkaavaan inflaatioon. Suunnitelmiin kuuluu uusien laiturien ja kuivatelakoiden rakentaminen, uusi laitos ydinpolttoaineen poistamista varten ja uusia väliaikaisia ydinjätevarastoja.

Tärkeänä yksityiskohtana mainittakoon rautateiden parannustyöt, jotka mahdollistaisivat korkea-aktiivisen jätteen nykyistä turvallisemman kuljetuksen Tsheljabinskiin. Kiinteiden jätteiden poiskuljettaminen paikkakunnalta on ennakkoehto toiminnan alkamiselle. Mikäli suunnitelmat toteutuvat voidaan Severodvinskissa purkaa pari sukellusvenettä vuodessa.



Säiliöalus *Amur* laskemassa nestemäistä radioaktiivista jätettä Barentsin mereen (kuva: Bellona).

Uputuskielto kärjistänyt varastointiongelmia

Ydinkäyttöisten alusten normaalissa käytössä, huollossa ja korjauksissa syntyy paljon matala- ja keskiaktiiviseksi ydinjätteeksi luokiteltavaa nestemäistä ja kiinteää ainetta. Venäjän ydinkäyttöinen laivasto on vuosittain tuottanut noin 20 000 m³ nestemäistä ja 6 000 m³ kiinteää radioaktiivista jätettä; Kuolan alueella ja Severodvinskissa määrät ovat 10 000 m³ nestemäistä ja 5 000 m³ kiinteää jätettä vuodessa. Aina vuoteen 1991 asti upotettiin valtaosa tuotetusta nestemäisestä ydinjätteestä Barentsin mereen ja säiliöihin pakattu kiinteä jäte puolestaan Karan mereen. Varastointiongelmat ovat kärjistyneet nopeasti kun entinen jätteiden upotuskäytäntö on käymässä poliittisesti mahdottomaksi.

Bellonan mukaan matala- ja keskiaktiivista ydinjätettä varastoidaan yhteensä viidessä Pohjoisen laivaston Kuolan tukikohdassa sekä Severodvinskissa. Kuolassa on yhteensä yli 3600 m³ kiinteää jätettä, jota säilytetään vaihtelevalla tavalla. Zapadnaja Litsassa jäte on kerätty astioihin, joita on sijoitettu

betonibunkkeriin. Bellonalla näyttää olevan melko hyvä kuva Kuolan muiden tukikohtien kiinteiden ydinjätteiden säilytyspaikoista. Säilytystavoista ja menetelmistä ei sen sijaan ole yksityiskohtaista tietoa. Esimerkiksi Gremihan suuren tukikohdan ydinjätevarastoista ei juurikaan tiedetä muuta kuin niiden olemassaolo.

Severodvinskissa tuotetaan tilavuuksina laskettuna 40 prosenttia Pohjoisen laivaston koko ydinjättemäärästä. Suurin osa näistä jätteistä syntyy Zvezdotshkan huolto- ja korjaustelakalla. Vuosittain täällä tuotetaan 500 m³ kiinteää ydinjätettä, Sevmarsh tuottaa lisäksi noin 20 m³ kiinteää jätettä.

Kiinteää jätettä syntyy esimerkiksi polttoainevaihdon yhteydessä, reaktori-osaston korjauksissa ja reaktoreiden jäähdytysveden suodattimien ja muiden laitteiden vaihdossa. Kiinteäksi jätteeksi lasketaan myös saastuneet suojavaatteet ja työkalut.

Zvezdotshkan kiinteiden jätteiden varastotilaan mahtuu noin 1 200 m³ jätettä. Joulukuussa 1993 varastossa oli

enää tilaa noin 200 m³:n jättemäärälle. Varasto lienee siten nyt täynnä. Zvezdotshkan alueella on lisäksi toinen, suurehkoille esineille tarkoitettu taivaan alla oleva avoin varastoalue.

Zvezdotshkalla on myös jätteiden polttolaitos, jonka polttokapasiteetti on 40 kiloa jätettä tunnissa. Se otettiin käyttöön 80-luvun alussa, mutta laitoksen toiminta ja käyttövarmuus on ollut heikohko. Käytetyt polttokaasujen suodattimet eivät ole toimineet kovin tehokkaasti. Tämä on johtanut siihen, että laitos on vuosittain ollut käynnissä keskimäärin kuukauden.

Sevmarshilla on omat kiinteiden jätteiden väliaikaisvarastonsa; pienehkö 240 m³:n varasto telakka-alueella sekä kaupungin ulkopuolella sijaitsevaan Mironova-vuoreen louhittu varastotila. Viimeksi mainittuun 60-luvulla rakennettuun varastoon on sijoitettu 800 m³ matala- ja keskiaktiivista jätettä. Sinne ei ole viety ydinjätettä vuoden 1976 jälkeen.

Jätevarastot lähes täynnä ja osa jätteestä proomuissa

Nestemäistä ydinjätettä syntyy reaktorien normaalissa toiminnassa, niiden puhdistuksessa ("dekontaminointi") polttoainehuollon yhteydessä sekä käytetyn polttoaineen varastoinnissa ja (jatko)käsittelyssä. Jablokovin raportin mukaan noin 70 prosenttia Venäjän laivaston vuosittain tuottamasta (20 000 m³) nestemäisestä jätteestä aiheutuu pienistä reaktoriveden suolapäästöistä ("low-level salt discharges of reactor water") ja piirien huuhtelusta. Tämän veden aktiivisuus on noin 40 kBq/l, mikä venäläisen luokittelun mukaan katsotaan matala-aktiiviseksi. Noin 15 prosenttia (3 000 m³) on hyvin matala-aktiivista viemärvettä (noin 400 Bq/l). Loput nestemäisistä jätteistä (3 000 m³) on varsin suolapitoista ja keskiaktiiviseksi luokiteltua nestettä. Tämä jäte koostuu mm. varastoidun käytetyn polttoaineen jäähditysvedestä ja piirien dekontaminaatioon käytetyistä nesteistä.

Bellonan tietojen mukaan Pohjoisen laivaston tukikohdissa on mm. proomuihin varastoituna noin 400 m³ nestemäistä jätettä. Pohjoisella laivasolla on käytössään kolme Vala-luokan säiliöalusta, joiden kapasiteetti on 870 m³. Näitä lienee rutiininomaisesti käytetty nestemäisten jätteiden laskemiseen Barentsin mereen. Zapadnaja Litsassa on nestemäisten jätteiden hävityslaitos, jota ei koskaan ole käytetty. Bellonan mukaan se vaatisi perusteellista kunnostamista toimiakseen.

Severodvinskin telakoilla on vuosittain tuotettu useita tuhansia kuutiometrejä nestemäistä jätettä. Bellonan tietojen mukaan sitä on varastoissa yhteensä yli 4 000 m³. Varastot muodostuvat rannalla olevista säiliöistä, erilaisista säiliöaluksista ja proomuista. Nestejätteiden varastointikapasiteetti lienee jokseenkin käytetty. Jablokovin mukaan laivasto ei ole valmis täysin lopettamaan nestemäisen jätteen laskemista valtameriin, ennen kuin on luotu edellytykset käsitellä jätettä maalla. Venäläisten omien suunnitelmien mukaan tämä voisi toteutua vasta 1997–1998. Severodvinskiin rakennettiin 60-luvulla kaksi nestemäisten jätteiden hävityslaitosta, toinen Sevmasille ja toinen Zvezdotshkalle,

mutta kumpaakaan ei liene käytetty vuosikymmeniin.

Murmanskin laivausyhtiön "Atomflot"-tukikohdassa on Kuolan alueen ainoa toimiva nestemäisten ydinjätteiden tuhoamislaitos. Se pystyy käsittelemään 2,5 tonnia nestemäistä jätettä tunnissa, ei kuitenkaan suolapitoisia liuoksia. Ydinkäyttöisten jäänmurtajien tuottama nestemäinen jäte on pystytty hoitamaan niin, ettei Atomflotin alueella ollut tällaista jätettä varastoituna vuoden 1993 lopussa.

Pohjoisen laivaston ja Murmanskin laivausyhtiön välillä käytiin vuonna 1993 neuvotteluja siitä, ottaisiko Atomflotin laitos tehtäväkseen sotilaallisesti tuotetun nestemäisen jätteen käsittelyn kaupalliselta pohjalta. Arvioitu kustannus oli 80 000 ruplaa kuutiometriltä syyskuussa 1993 vallinneen rahanarvon mukaan. Ensi vaiheessa Atomflotin olisi määrä käsitellä 500 m³ kuluvan vuoden ensimmäisen neljänneksen aikana. Jäänmurtajien reaktorien jäähditysveden kemiallinen koostumus eroaa jonkin verran sukellusvenereaktorien jäähditysvedestä, eikä tässä vaiheessa ole varmuutta siitä, että Atomflotin laitos pystyy ongelmitta käsittelemään sitä. Hankkeen toteutumisesta ei ole vielä tietoa.

Atomflot rakentaa parhaillaan toista nestemäisten jätteiden käsittelylaitosta, jonka tekniikka perustuu nesteen haihduttamiseen. Laitoksen tulee myös kyetä puhdistaa suolapitoisia liuoksia. Laitos valmistunee parin vuoden sisällä.

Laivaston käytetty polttoaine loppusijoitetaan Novaja Zemljalle

Jablokovin raportissa kuvataan sekä Pohjoisen, että Tyynen meren laivaston ydinjätteen säilytystilannetta hyvin vaikeaksi. Atomienergiaministeriön ja laivaston huonon yhteistoiminnan vuoksi laivaston nykyisten jättevarastojen kapasiteetti on ylikuormitettu. Käytetyn polttoaineen välivarastointi on tullut erityisen vaikeaksi. Käytetyn polttoaineen kuljetuksia varten laivasto on saanut 50 käytetyn polttoaineen kuljetussäiliötä, mutta varsinainen kuljetuskalusto puuttuu.

Murmanskii Vestnik -lehden mukaan laivaston ja ydinkäyttöisten kauppalausten ydinjätteiden määrä on noussut kriittisen suureksi. Tämän vuoksi Novaja Zemljan ydinkoalueen eteläisen vyöhykkeen kukkula 141 Bashmatshnoi-lahden rannalla on valittu radioaktiivisten jätteiden loppusijoituspaikaksi. Hanke on hyvin kiireellinen ja sitä yritetään toteuttaa erittäin lyhyessä ajassa. Otollisissa olosuhteissa voidaan projektin perustyöt suorittaa loppuun vuonna 1994. Vastuu kohteen hallinnasta ei ole selvä, mutta mainitun lähteen mukaan sen tulisi kuulua merivoimille, koska sen kuudes hallinto on varaston päätälaaja.

Pohjoinen laivaston, Murmanskin laivausyhtiön, Kuolan ydinvoimalaitosten ja Severodvinskin telakoiden edustajat ovat yhdessä laatineet Novaja Zemljalle perustettavan ydinjätevaraston suunnitelmat. Murmanskin ja Arkangelin aluehallinnot hyväksyivät suunnitelmat vuonna 1993. Bashmatshnoi-lahden ympäristössä tehtiin vuosina 1992–93 aikana geologisia tutkimuksia tätä hanketta varten. Varasto tulee sijaitsemaan 20–40 metriä maan pinnan alla. Alueella vallitsee ikuinen routa, minkä pitäisi estää mahdollisia vuotoja valumasta mereen.

Varasto on tarkoitettu sellaista Kuolan ja Arkangelin alueen siviili- ja sotilastoiminnassa tuotettua matala- ja keskiaktiivista kiinteää ydinjätettä varten, joka ei sovellu poltettavaksi. Samalle alueelle suunnitellaan toista varastoa korkea-aktiiviselle ydinjätteelle, kuten käytettyjen sukellusveneidien reaktoriosastoille.

Pohjoisten merien ydinjätteistä ei Suomelle suurta uhkaa

Pohjoisen lähialueemme sotilaallisen toiminnan aiheuttamat ongelmat ydinturvallisuuden alalla ovat alueellisesti vaikeita ja merkittäviä. Suomelle siitä ei ole mainittavaa uhkaa, jos sitä verrataan Venäjän ydinvoimaloiden aiheuttamiin riskeihin.

Laivaston käytetyn polttoaineen varastointi on merkittävin yksittäinen alueellinen ympäristöuhka. Näyttäisi siltä, ettei Venäjä ole halukas loppusijoittamaan käytettyä polttoainetta sellaise-

RADON: YDINJÄTEKESKUS SUOMENLAHDEN RANNALLA

naan, vaan haluaa jälleenkäsitellä sitä. Tsheljabinskissa toimiva Majakin jälleenkäsittelylaitos on suomalaisten asiantuntijoiden mukaan länsimaisiin vastaaviin laitoksiin verrattava laitos. Sellaisena se soveltuu hyvin käsittelemään laivaston määrällisesti (tonneissa laskettuna) melko vaatimattoman käytetyn polttoaineen. Pohjoisten tukikohtien ja telakoiden sekä Tsheljabinskin välille tulisi nopeasti luoda käytetyn ydinpoltoaineen turvalliset kuljetusyhteydet. Länsimaat voisivat yhdessä olla mukana rahoittamassa kuljetusinfrastruktuurin parantamista.

Kuolan alueen käytetty sotilaallinen ydinpoltoaine tulisi koota keskitetysti asianmukaiseen väliaikaiseen varastoon. Mallina on kansainvälisessä keskustelussa pidetty Olkiluodon käytetyn polttoaineen ns. KPA-varastoa. Tämän laitoksen perustamiskustannukset olivat 185 miljoonaa Suomen markkaa, joten samankaltaisen laitoksen rakentaminen Kuolaan vaatisi myös runsaasti kansainvälisistä rahoitusta.

Nestemäisten ydinjätteiden vastuulliseen käsittelyyn Suomella yksinäänkin näyttäisi olevan hyvät mahdollisuudet tarjota osaamista, jolla olisi todellista vaikutusta. IVO International -yhtiön kehittämällä CsTreat-järjestelmällä kyetään puhdistamaan nesteitä varsin tehokkaasti muistakin isotoopeista kuin kesiumista.

Bellonan saamista tiedoista ilmenee, että osa venäläisten ydinjätenesteistä ovat sen verran aktiivisia, että niiden käsitteleminen CsTreat-menetelmällä ilmeisesti vaatii erityisiä säteilysuojaustoimenpiteitä. Paldiskin sukellusvenesimulaattoreissa tuotetun radioaktiivisen nesteen puhdistuksessa IVO saa käytännön kokemusta.

Fil. tri Stefan Forss on VTT Energian erikoistutkija ja UM:n rahoittaman STYX-projektin projekti-päällikkö, p. (90) 456 5068.

Säteilyturvakeskuksen edustajat kävivät tutustumassa Sosnovyi Borissa sijaitsevaan radioaktiivisten jätteiden käsittelylaitokseen, Radon-kombinaattiin. Laitos aikoo lähivuosina kehittää ja laajentaa toimintaansa voimakkaasti osaksi länsimaisen rahoituksen, teknologian ja osaamisen turvin.

Sotilaallisia tarkoituksia ja energiantuotantoa palvelevan ydinteknologian vanavedessä on Venäjällä kehitetty varsin laajalti radioaktiivisten aineiden käyttösovelluksia teollisuuden, lääkinnän ja tutkimuksen tarpeisiin. Näistä toiminnoista syntyvistä radioaktiivisista jätteistä huolehtimiseksi on luotu alueellisten jätehuoltokusten, ns. spetskombinaattien verkosto. Lähin niistä sijaitsee Sosnovyi Borissa Leningradin ydinvoimalaitoksen naapurina.

Vuonna 1962 toimintansa aloittanut Leningradin spetskombinaatti (LSK) eli Radon-kombinaatti on toiseksi suurin Venäjän 16 spetskombinaatista. Se huolehtii Pietarin, Novgorodin, Kaliningradin ja Karjalan alueella sijaitsevien noin 200 yrityksen ja osaksi myös Leningradin ydinvoimalaitoksen radioaktiivisista jätteistä.

Uudistuksiin tarvitaan länsimaista apua

Viime aikoihin asti Radon-kombinaatti on elänyt melkoisen suljettua ja omavaraista elämää. Suunnitteilla olevien mittavien modernisointihankkeiden läpiviemiseksi tarvitaan kuitenkin myös länsimaista teknologiaa ja osaamista. Tämän vuoksi kombinaatti on kääntynyt EU:n avustusohjelmien puoleen. Kombinaatin edustajat tekivät syksyllä 1994 vierailun Suomeen nähdäkseen, miten ydinjätteistä täällä huolehditaan. Säteilyturvakeskuksen edustajat tekivät joulun alla vastavierailun Sosnovyi Boriin.

Radon-kombinaatti on "täyden palvelun talo", eli se huolehtii radioaktiivisten jätteiden noutamisesta, käsittelemisestä ja pitkäaikaisvarastoinnista. Todellisiin kustannuksiin perustuvia jätehuoltomaksuja ei ole ollut, ei ainakaan Neuvostoliiton aikoina. Tämä käytäntö, joka ei motivoi jätemäärien minimointiin niiden syntypaikalla, selittää osaltaan suuret jättekertymät: tähän asti noin 60 000 m³, kokonaisaktiivisuudeltaan yli 10 000 TBq. On huomattava, että radioaktiivisten jätteiden suurtuottajat (ydinvoimalaitokset, sotalaivasto) huolehtivat pääosin itse jätteistään.

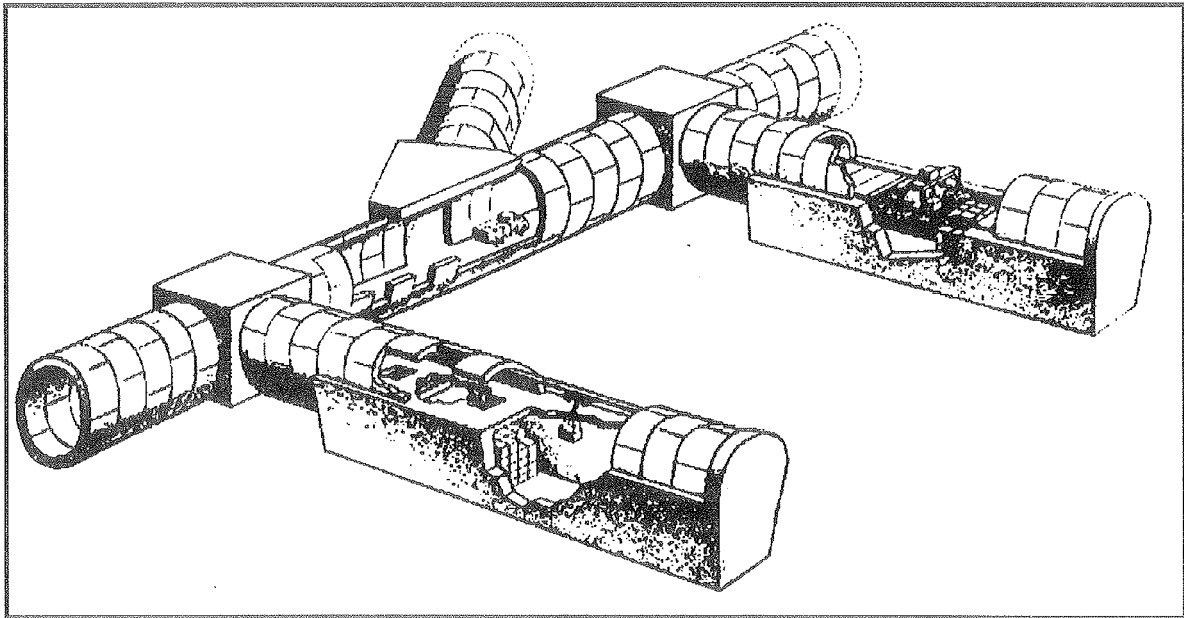
Yleisvaikutelma laitoksesta verraten myönteinen

Venäläisen mittapuun mukaan arvioiden laitosalue on siisti ja prosessilaitteistot ikäisikseen hyväkuntoisia. Annosnopeusmittaukset eivät osoittaneet mitään odottamattomia lukemia. Laitokselta ei ole juurikaan nestemäisiä päästöjä, sillä haihdutetut vedet kierrätetään. Laitoksen 450-päisen henkilöstön vuotuista kollektiivista säteilyannosta, 1,3–1,5 manSv, voidaan pitää kohtuullisena. Henkilöstö vaikutti asiantuntevalta ja motivoituneelta.

Ongelmiakin silti on. Mahdollisuudet jätteiden aktiivisuusmittauksiin, lajitteluun, tilavuuden pienennykseen ja tätä kautta varastoitavien jätemäärien minimointiin ovat nykyisin heikot.



Ленинградский Специализированный Комбинат "Радон"



ПОДЗЕМНОЕ ХРАНИЛИЩЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Periaatekuva jätteiden loppusijoituslaitoksesta, jonka kombinaatti aikoo rakentaa savimuodostumaan noin 100 metrin syvyyteen.

Suurin ongelma on kiinteiden jätteiden varastot, jotka alunperin tarkoitettiin jätteiden pysyviksi sijoituspaikoiksi. Nämä muodostuvat suurista maanpäällisistä betonirakennuksista. Vanhimpien varastojen alkuperäiset kateet olivat niin heppoiset, että sadevettä ja lunta pääsi sisään. Radioaktiivisia aineita vuoti varaston alaiseen maaperään ja kulkeutui pohjaveden mukana pari metriä varaston ulkopuolellekin. Tästä

aiheutui hankalia saneeraustoimenpiteitä. Nykyään kaikilla varastoilla on kunnan katot ja uusimmissa varastoissa on salaojitusjärjestelmä.

Varastojen tulevasta kohtalosta ei ole päätetty. Radioaktiivisuuden väheneminen vaarattomalle tasolle kestää vähintäänkin satoja vuosia, joten niiden pitkäaikaisvalvonnasta ja osin heikko-laatuisten rakenteiden paikkailemisesta

Kombinaatin käytössä olevia laitoksia

- nestemäisten jätteiden käsittelylaitos
- suojavaatteiden erikoispesula
- haihdutusjätteiden bitumointilaitos
- hot-cell -laitos umpilähteitä varten
- pienkapasiteettinen polttolaitos
- metalliromun sulatuslaitos
- kiinteiden jätteiden varastoja

aiheutuisi huomattava rasite. Toinen mahdollisuus olisi poistaa jätteet varastoista loppusijoitettavaksi. Tämäkin olisi suuritöistä ja epähygieenistä, sillä osa jätteistä on sijoitettu varastoihin pakkaamattomina.

Radon-kombinaatti aikoo kehittyä moderniksi, monipuoliseksi radioaktiivisten jätteiden huoltokeskukseksi. Ensi vaiheessa on tarkoitus rakentaa jätteiden lajittelu- ja kompaktointiyksikkö, uusi polttolaitos ja betonisten jäteastoiden valmistuslaitos. Laitteistojen toimittajina olisi länsimaisia yhtiöitä ja osarahoitus on tarkoitus saada EU:n TACIS-avustusohjelman kautta. Ensimmäisen rakennusvaiheen investoinnit olisivat 80 MUSD:n luokkaa.

Kombinaatti aikoo myös rakentaa jätteiden loppusijoituslaitoksen savi-muodostumaan noin 100 metrin syvyyteen. Venäläiset ovatkin saaneet runsaasti kokemusta tämänkaltaisesta rakentamisesta mm. Pietarin metroa rakennettaessa. Loppusijoituslaitos on kaavailtu sijoitettavan Koporjen kylän lähistölle noin 20 kilometriä Sosnovyi Borista etelään.

Radon-kombinaattiin myös Sosnovyi Borin voimalan jätteitä

On myös kaavailtu, että Radon-kombinaatti tulisi huolehtimaan enenevässä määrin Leningradin ydinvoimalaitoksen ydinjätteistä. Laitoksen käytetyn polttoaineen pitkäaikaisvarastointi siirrettäisiin ennen pitkää kombinaatille. Nykyisten yksiköiden purkamisjätteiden huolto, samoin mahdollisten uusien laitosyksiköiden ydinjätehuolto tulisivat myöskin kombinaatin vastuulle.

Myös sellaista mahdollisuutta väljeltiin, että kombinaatti voisi tulevaisuudessa tarjota ulkomaille radioaktiivisten jätteiden huoltopalveluja.

Radon-kombinaatti on esittänyt toivomuksen myös suomalaisten osallistumisesta kehityshankkeidensa tukemiseen. Säteilyturvakeskus on hakenut ympäristöministeriöltä rahoitusta tällaisen tukiohjelman perustamiseksi. Ohjelma keskittyisi turvallisuuskysymyksiin liittyvään koulutukseen, sillä intressimme on varmistaa, että lähialueellemme rakennettavat radioaktiivisten jätteiden huoltolaitokset ovat turvallisuuden kannalta korkeatasoisia — vaikkakaan ne eivät muodosta suoranaista uhkaa maallemme.

Dipl. ins. **Esko Ruokola** on Säteilyturvakeskuksen ydinturvallisuusosaston ydinjättekysymyksiin erikoistunut ylitarkastaja, p. (90) 7598 8305.

FISA-95 Symposium EU research on Severe Accidents

A conference to present the results of The European Union's research programme "Fission safety 1991-95" on Severe Accidents will be held in Luxemburg on 20 -22 November, 1995.

The symposium will address the three main areas of the research programme, namely: (1) **accident progression analysis**, i.e. the study of severe accident phenomenology and its implication for containment with respect to in- and out-of-vessel phenomena, (2) **behaviour and qualification of the containment system**, i.e. the investigation of failure modes in order to evaluate the safety margins, (3) **accident management support**, i.e. the development of the new strategies for accident prevention and mitigation.

The scientific secretariat is managed by:

Mr. G. Van Goethem
European Commission
DG XII/F/5, building T 61
Office 1/22
200 rue de la Loi
B-1049 Brussels
tel +32-2-2951424
fax +32-2-2954991
e-mail g.van-goethem@mhsg.cec.be

Programme and registration documents should be requested from the administrative secretariat:

Mrs. L. Eisen
European Commission
DG IX, Conference Service,
building JMO B2/76,
Plateau du Kirchberg
L-2920 Luxembourg
tel +352-4301-33164
fax +352-4301-34851

SALATTU KAUPUNKI TSHELJABINSK-65 AVAUTUU



Suomalaiset ydinturvallisuusasiantuntijat arvioivat vuonna 1994 tehdyn tutustumismatkan jälkeen, että Majak vaikutti hyvin johdetulta teollisuuslaitokselta.

Venäjällä Etelä-Uralin tuntumassa on viisikymmentä vuotta sitten perustettujen ydinlaitosalueiden keskittymä. Toiminnan alkuperäinen tarkoitus oli sotilaallinen eli Neuvostoliiton ydinasearsenaalin kehittäminen ja tuottaminen. Sotilaalliseen kehitysvaiheeseen liittyi salaa-
mistarve, joka koski myös työntekijöiden ja ympäristön väestön saamia vakavia terveyshaittoja. Kylmän sodan aikainen vakoilutoiminta siirsi tietoja ydinaseohjelmista idän ja lännen välillä. Julkisuuteen näitä ei juurikaan tullut. Vasta Neuvostoliiton hajoaminen ja uusi avoimuuspolitiikka on lopullisesti avannut salaisen kaupungin.

Tsheljabinsk-65 -ydinlaitosalueella kehittyi myös erittäin merkittävä ja monipuolinen ydinenergian rauhanomaiseen käyttöön sovellettu teknologinen tietotaito ja ydinpolttoaineen jälleenkäsittelylaitos Majak. Tämä laitos on vastaanottanut ja käsitellyt myös Loviisan ydinvoimalaitoksesta palaute-
tun käytetyn ydinpolttoaineen.

Suomalaiset viranomaiset selvittivät Majakin tilaa

ATS Ydintekniikka -lehdessä on vuonna 1990 kuvattu ensimmäistä suomalaisryhmän vierailua Majakissa ja käytöstä poistetulla plutoniumtuotantoreaktorilla. Nyt julkaistavan artikkelin tiedot perustuvat ensisijaisesti Säteilyturvakeskuk-
sen viisihenkisen tarkastusryhmän

helmikuussa 1994 tekemään perehtymiskäyntiin ja siitä tehtyyn raporttiin.

Säteilyturvakeskuksen tarkoituksena oli selvittää, miten Loviisan ydinvoimalaitokselta Tsheljabinsk-65:een lähetettävää käytettyä ydinpolttoainetta käsitellään. Erityisesti haluttiin arvioida, liittyykö polttoaineen käsittelyyn sellaisia riskejä, joita ei voida pitää suomalaisesta näkökulmasta katsoen hyväksyttävänä. Lisäksi haluttiin tietoja syntyvien jätteiden loppusijoitusta koskevista suunnitelmista ja Loviisan polttoaineen käsittelyn merkityksestä Majak-yhtymän toiminnalle. Samalla perehdyttiin myös Majak-yhtymän toiminnan historiaan ja ympäristön radioaktiiviseen saastumiseen sekä mahdollisuuksiin rajoittaa saastumisen haitallisia vaikutuksia.

Hiroshiman pommi sai venäläiset liikkeelle

Alkususäyksen Tsheljabinsk-65:n rakentamiselle antoi Hiroshimaan elokuussa 1945 pudotettu ydinpommi. Ydinkeskuksen paikka valittiin syksyllä 1945 ja rakentaminen koskemattomaan luontoon alkoi joulukuussa 1945. Keskukselle ja siihen liittyvälle kaupungille varattiin noin 200 neliökilometrin alue, joka ympäröitiin vahvalla ja tehokkaasti valvotulla raja-aidalla. Alue sijaitsee linnuntietä mitaten 80 kilometriä luoteeseen Tsheljabinskin suuresta teollisuuskaupungista.

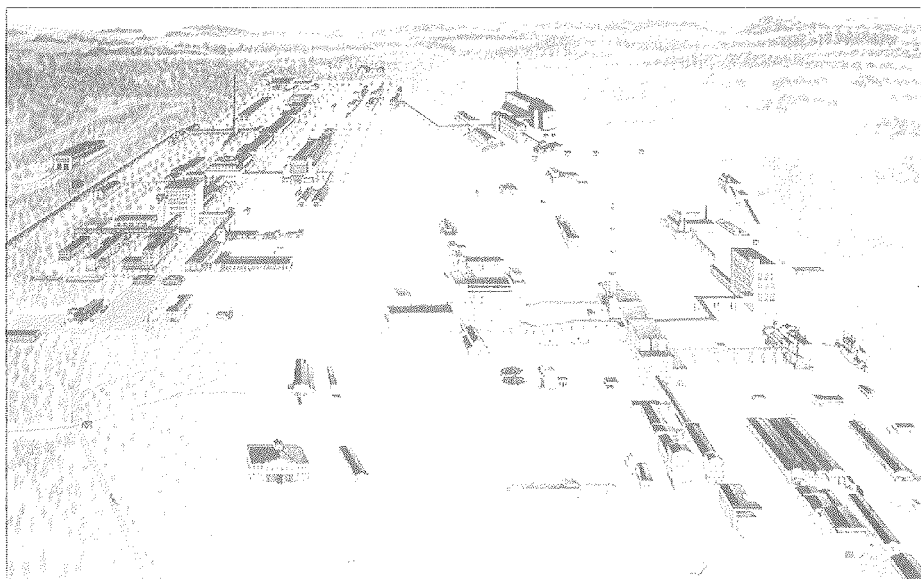
Siviilitoimintaa varten kaupungille annettiin nimi Ozersk, "Järvikaupunki". Kaupunki sijaitsee luonnonkauniilla paikalla kirkasvetisen Irtyashjärven ympäröimällä niemellä. Kaupungin asukasluku on nykyisin 85 000, ja sinne pääsy on edelleen luvanvaraista niin venäläisille kuin muillekin. Erityisesti kaupungin vanhempi osa on arkkitehtuuriltaan viehättävä ja kaupunkiin on rakennettu kattava infrastruktuuri monipuolisine kulttuuripalveluineen.

Tsheljabinsk-65 kuuluu hallinnollisesti Tsheljabinskin alueeseen. Asukkaita on 3,6 miljoonaa, ja heistä 1,2 miljoonaa asuu vuonna 1736 perustetussa alueen pääkaupungissa. Pääkaupunki Tsheljabinsk on raskaan metalliteollisuuden keskus. Ilma ja ympäröivä luonto on ilmeisesti pahoin saastunutta. Alueen hallintoelimillä on määräytynsäntäinen, jatkossa myös lisääntyvä vaikutusvalta Tsheljabinsk-65:n toimintaan nähden.

Plutoniumia tarvittiin ydinpommeihin

Ensimmäisen plutoniumin tuotantoon tarkoitetun reaktorin rakentaminen alkoi joulukuussa 1946 ja se valmistui kesäkuussa 1948. Prosessilaitos plutoniumin erottamiseksi aloitti toimintansa joulukuussa 1948. Ensimmäinen pommi oli valmiina ja se räjäytettiin elokuussa 1949 Semipalatinskin alueella.

Tsheljabinsk-65:n alueelle rakennettiin ja otettiin käyttöön vuosina 1948–1952 viisi plutoniumin tuottoon tarkoitettua grafiittimoderoitua kanavareaktoria. Jäähdytykseen käytettiin avoimessa



Tsheljabinsk-65:n alueella sijaitsee useita ydinlaitoksia ja muita tuotantolaitoksia.

kierrossa suoraan Kuzultash-järven vettä. Reaktorin läpi kulkeneen veden lämpötila oli reaktorista riippuen 75–105 astetta. Ensimmäinen reaktori oli lämpötehoaltaan noin 500 MW. Toinen reaktori oli 65 MW:n tehoinen yhdistetty tutkimus- ja tuotantoreaktori. Seuraavat kolme reaktoria olivat keskenään likimain samankokoisia, ja kunkin teho oli noin 2000 MW.

Tuotetun plutoniumin erottamiseen käytettiin jonkin aikaa kahta radio-kemiallista prosessilaitosta rinnakkain. Saostustekniikkaan perustunut, vuosina 1948–1963 toiminut vanhempi prosessi oli hyvin saastuttava ja aseplutoniumin saanto oli vain 90%. Vuosina 1959–1987 toimineessa uudemmassa prosessissa plutonium erotettiin yhdessä vaiheessa, mikä oli ainutlaatuisia tämänkaltaisessa laitoksessa. Prosesseja parannettiin toiminnan aikana useaan otteeseen.

Toisen radiokemiallisen laitoksen käytöstä poiston jälkeen reaktoreiden tuottama plutonium lähetettiin Krasnojarsk-26:een ja Tomsk-7:ään erotettavaksi. Vanhojen radiokemiallisten laitosten laitteet on purettu ja rakennukset on muunnettu palvelemaan nykyisen laitoksen tarpeita. Plutoniumtuotannon reaktorit poistettiin käytöstä vuosina 1987–1990. Viimeiset aseplutoniumerät lähetettiin pois jo vuonna 1988. Reaktorit on osittain purettu eikä niitä enää voitaisi käynnistää.

Majakin alueella toimii edelleen kaksi tritiumin ja radioisotooppien tuotantoon tarkoitettua noin 1000 MW lämpötehoista kevytvesireaktoria. Tritium on vetypommin rakenneaine, jonka puoliintumisaika on 12,4 vuotta.

Yleinen säteilytaso normaali mutta saastuneitakin paikkoja on

Yleinen taustasäteilyn taso Tsheljabinsk-65:n alueella ei ole epätavallisen korkea. Ulkoinen taustasäteily kaupunkialueella ja suurimmassa osassa tuotantolaitosten alueita on alhaisempi kuin Helsingin seudulla eli luokkaa 0,1 mikroSv/h. Toisaalta alueelta ja sen ympäristöstä löytyy eräitä pahoin saastuneita kohtia. Saastumisen syynä ovat ydinräjähteiden plutoniumtuotannon varhaisvaiheisiin liittyvät radioaktiivisten jätteiden tietoiset päästöt vesistöihin sekä vuosien 1957 ja 1967 onnettomuudet, jotka levittivät radioaktiivisia aineita ihmisten elinympäristöön.

Pahin saastumisongelma on edelleen Teshajoen pohjan ja rantojen kontaminaatio jokeen alkuvuosina 1948–1951 lasketun radioaktiivisen jätteen vaikutuksesta. Päästöt aiheuttivat jokivarren asukkaille sekä lyhyellä aikavälillä ilmenneitä terveydellisiä haittoja että myöhemmän syöpärisikin lisääntymisen. Vaikutusalueella asui 124 000 ihmistä. Heistä 7 800 joutui muuttamaan pois asuinsijoiltaan.

Jätteiden lasku jokeen ja joen yläjuoksulle rakennettuihin patoaltaisiin jatkuu merkittävästi vähäisempänä myös myöhempinä vuosina. Patoaltaiden pohjalla ja vedessä sekä myös joen pohjalla olevia radioaktiivisia aineita siirtyä edelleen jokiveteen. Jokivarressa edelleen asuvat ihmiset saavat vuosittain muutaman millisievertin (mSv) suuruisen ylimääräisen säteilyannoksen. Vertailuna voi todeta, että suomalaisen keskimääräinen säteilyannos on noin 4 mSv vuodessa. Tästä suurin osa aiheutuu luonnon säteilylähteistä.

Lännessäkin tunnettiin vuoden 1957 onnettomuus

Toinen merkittävästi elinympäristöä saastuttanut tapahtuma oli vuonna 1957 sattunut korkea-aktiivista nestemäistä jätettä sisältäneen säiliön kemiallinen räjähdys. Noin kymmenesosa säiliössä olleista radioaktiivisista aineista kulkeutui laitosalueen ulkopuolelle ja loppuosa saastutti pahoin laitosalueen. Tapahtuman seurauksena joutui 10 200 ihmistä muuttamaan pois kylistään. Välittömiä terveyshaittoja ei olisi ilmennyt. Vaikutusalueella asuneiden noin 250 000 ihmisen myöhemmistä syöpäsairauksista noin tuhat tapausta arvioidaan onnettomuuden aiheuttamaksi. Käytettävissä olevista syöpätalastoista vaikutuksia ei kuitenkaan voida havaita. Onnettomuuden saastuttamalla alueella on tehty laajat puhdistustyöt ja suurin osa alueesta on palautettu asumis- ja talouskäyttöön.

Ylivoimaisesti suurin kuormitus on kohdistunut laitosalueella olevaan alkuaan 45 hehtaarin laajuiseen laskujoettoa Karatshai-järveen. Järveen on laskettu pääosa jätteistä vuodesta 1951 alkaen. Huomattavat päästöt jatkuivat vuoteen 1987 asti, eli niin kauan kunnes aseplutoniumin tuotanto loppui. Saastunut järvi pääsi osittain kuivumaan. Kesällä 1967 myrskytuuli levitti järven pohjalle kertynyttä saastetta ympäristöön sekä laitosalueelle että erälle Tsheljabinsk-65:n ulkopuolisille asuinalueille. Säteilyannokset arvioitiin rajallisiksi ja väestöön kohdistuneisiin suojatoimiin ei ryhdytty. Karatshai-järveen liittyvä toistaiseksi ratkaisematon ongelma on järven alapuolisten pohjavesien saastuminen. Strontiumia

löytyy pohjavedestä noin 10 neliökilometrin alueelta, kauimmillaan 2 kilometrin päässä järvestä.

Toinen Karatshai-järven lähistöllä sijaitseva vastaavan tyyppinen jäteallas on patoamalla aikaansaatu 17 hehtaarin laajuinen tekolampi nimeltään Staroe Boloto. Siihen laskettu jätemäärä on vajaan pari prosenttia Karatshai-järveen lasketusta määrästä. Kiinteitä jätteitä laitosalueelle on haudattu yhteensä noin 30 hehtaarin suuruiselle alueelle.

Majak on monipuolinen ydinlaitos

Tsheljabinsk-65 alueella sijaitsevia ydinlaitoksia ja muita tuotantolaitoksia hallitsee Majak-yhtymä. Majakin jälleenkäsittelylaitoksessa käsitellään VVER-440 -tyyppisten kevytvesireaktoreiden, natriumjäähdytteisten hyötöreaktoreiden, erilaisten tutkimusreaktoreiden sekä laivareaktoreiden polttoainetta.

Amerikkalaisen arvion mukaan Majakilla on varastoituna jälleenkäsittelystä saatua plutoniumia runsaat 25 tonnia ja nykyisellä jälleenkäsittelytahdilla sitä kertyy vuodessa noin yksi tonni.

Käytetty VVER-440 -polttoaine kuljetetaan Tsheljabinsk-65:een tätä tarkoitusta varten suunnitellulla erikoiskalustolla. Siihen kuuluu 16 kuljetussäiliötä, ja yhteen säiliöön mahtuu 30 polttoainepippua. Myös kuljetusvaunuja on 16. Kalusto on suunniteltu siten, että mikään kuviteltavissa oleva junaonnettomuus ei

johtaisi radioaktiivisten aineiden leviämiseen ympäristöön. Kuljetus hoidetaan erikoiskuljetuksena ydinenergiaministeriön ja rautateiden kesken sovitulla tavalla. Tsheljabinsk-65:ssä on asianmukaiset tilat kuljetuskaluston puhdistusta ja huoltoa varten.

Ydinpolttoaineen kuljetus ja kalusto perustuvat kansainvälisiin suunnitteluvaatimuksiin. Suomalaiset viranomaiset saivat seikkaperäiset tiedot kuljetussäiliöiden ja -vaunujen käytön aikaisesta huolto- ja tarkastustoiminnasta Tsheljabinsk-65:ssä.

Tsheljabinsk-65:een tuotu polttoaine sijoitetaan aluksi varastoaltaaseen, jossa se viipyy parisen vuotta. Allas vastaa rakenteeltaan länsimaisia käytetyn polttoaineen varastoja lukuunottamatta sitä, että siellä ei ole erillisiä säilytystelineitä. Sen sijaan polttoaine säilytetään ja sitä siirrellään kuljetussäiliöiden sisällä käytettävissä 30 nipun vetoisissa tukikoreissa. Säilytysaltaassa on tilaa 600 uraanitonnille eli 45 vaihtolatauserälle VVER-440 -polttoainetta. Isäntien mukaan altaassa oli vierailuhetkellä uraania 240 tonnia. Suurempi 2000 uraanitonnin vetoinen allas on rakennettu lähes valmiiksi, mutta sille ei ole näköpiirissä käyttöä niin kauan kuin jälleenkäsittely toimii nykyisellä tavalla.

Jälleenkäsittelyllä kierrätetään ydinpolttoainetta

Ydinpolttoaineen jälleenkäsittelyn tarkoituksena on erottaa käytetystä polttoaineesta uusiokäyttöön siinä jäljel-

Majak-yhtymän toimintoja

- ydinreaktoreiden polttoaineen jälleenkäsittely
- radioisotooppien tuotanto, joka nojautuu jälleenkäsittelystä saataviin lähtöaineisiin ja tritiumtuottoreaktoreiden tarjoamaan säteilytysmahdollisuuteen
- MOX-polttoaineen (plutonium- ja uraanioksidin sekoitus) valmistus hyötöreaktoreille BN-350 ja BN-600
- erikoisinstrumenttien valmistus sotilas- ja siviilikäyttöön
- vaativien koneteknisten laitteiden valmistus pääasiassa sotilaskäyttöön
- ydintekniikan tutkimus- ja kehitystyö

lä oleva uraani sekä käytön aikana syntynyt plutonium. Polttoaineen mas-
sasta on tyypillisesti 96 % uraania, 1 %
plutoniumia ja 3 % korkea-aktiivista
jätteen muodostavia aineita. Uraanista ja
plutoniumista saadaan nykyisellä proses-
silla talteen 99 % ja yksi prosentti jää
jätteiden sekaan. Jälleenkäsittelyn pää-
vaiheet ovat polttoaineen mekaaninen
pilkkominen, polttoainemateriaalin
liuottaminen erilleen metallikuorista
sekä uraanin ja plutoniumin prosessi-
kemiallinen erottaminen liuoksesta.
Jatkokäsittelyssä uraani ja plutonium
muunnetaan uusiokäyttöä varten sopi-
vaan kemialliseen muotoon ja jäljelle
jäävä korkea-aktiivinen jäte kiinteyste-
tään lasimaiseen muotoon.

Tsheljabinsk-65:n jälleenkäsittelyproses-
si on läntisiä laitoksia vastaava PUREX-
prosessi. Suomalaisilla oli mahdollista
tutustua prosessiin perusteellisesti sekä
saadun tietoaineiston että laitoskäyntien
perusteella. Käsittelykapasiteetti ylittää
selvästi nykyisen tarpeen, joten kaikki
laitokselle tuotava polttoaine käsitellään
ilman ylimääräisiä viiveitä. Kiinteytys-
kapasiteetti vastaa suunnitteen jälleenkä-
sittelyssä syntyvän uuden jätteen kerty-
misnopeutta.

Jätteiden kiinteyttämistä varten Tshelja-
binsk-65:ssa on käytössä suuri lasitus-
uuni, joka on toiminut täydellä teholla
kohta kolme vuotta. Uunin elinaika on
rajallinen. Aiempien kokemusten perus-
teella noin muutaman vuoden kuluttua
joudutaan ottamaan käyttöön uusi uuni.
Sitä onkin jo alettu rakentaa. Uuni
saataisiin valmiiksi noin vuodessa, jos
rahoitus olisi järjestyksessä. Lasituspro-
sessista saatiin käyntimme yhteydessä
yksityiskohtaisia tietoja. Lasitusproses-
sin ympäristöpäästöt ovat erittäin vähäi-
set.

Majak hyvin hoidettu teollisuuslaitos

Majakin jälleenkäsittelylaitos vaikutti
hyvin johdetulta teollisuuslaitokselta,
jossa asiat ovat järjestyksessä ja toiminta
on suunnitelmallista. Korkeasti koulutet-
tu ja kokenut henkilökunta teki vastuun-
tuntoisen vaikutuksen. Ydinturvallisuus-
valvontaa varten Majakilla on ryhmä,
jolla ei ole toiminnasta operatiivista
vastuuta ja joka raportoi suoraan yhty-

män johdolle. Vastaavalla tavalla on
erilliset yksiköt työturvallisuus-
valvontaa, säteilyturvallisuusvalvontaa
ja ympäristömittauksia varten.

Kemiallinen prosessi hallitaan ja sen
toimintaa valvotaan sekä on-line
-mittauksilla että säännöllisellä näyttei-
den otolla. Valvonnan tarkkuus kestää
vertailun läntisiin vastaaviin prosessei-
hin. Ydinmateriaalien taseet lasketaan
sellaisella taajuudella ja tarkkuudella,
joka on riittävä materiaalivirtojen seu-
rantaan ja ohjaukseen. Materiaalien
fyysinen suojaaminen varkauksia vas-
taan on saatujen kuvausten perusteella
asianmukaisesti hoidettu.

Hallitsemattoman fissioreaktion elimi-
nointi hoidetaan laitteiden mitoitukseen
perustuen ja ydinaineliuosten pitoi-
suuksia rajoittamalla. Turvallisuus-
marginaalit hallitsemattomaan kriittisyy-
teen ovat erittäin suuret. Pitoisuudet
ovat enintään 20 % siitä, mitä tarvittai-
siin kriittisen massan muodostamiseen.
Laitoksella oli vuonna 1953 hallitse-
maton ketjureaktio eikä siitä tuolloin-
kaan ollut vaikutuksia kyseisen
säiliöhuoneen ulkopuolelle. Prosessin
turvallisuutta on tapahtuman jälkeen
parannettu olennaisesti.

Paloriskit ovat laitoksella ilmeisen
pienet eikä nykyisessä prosessissa tai
siihen liittyvissä tiloissa ole sattunut
tulipaloja. Laitoksella on jatkuvassa
lähtövalmiudessa hyvin varustettu ja
koulutettu palokunta, jonka miesvah-
vuus on tarpeisiin nähden riittävä.
Laitoskierroksella totesimme vähäisem-
piä puutteita. Esimerkiksi alkusam-
mutuskalusto oli heikkotasoisista.

Korkea-aktiivisen jätteen varastointiin
tarkoitettut säiliöt ovat rakenteeltaan
asianmukaiset. Säiliöt ovat ruostumatto-
masta teräksestä valmistettuja astioita,
jotka on sijoitettu kukin omaan ruos-
tumattomalla teräslevyllä vuorattuun
betonibunkkeriin. Mikäli jokin säiliö
alkaa vuotaa, vuoto havaitaan valvon-
tainstrumentoinnilla välittömästi ja
vuotanut jäte voidaan pumpata betoni-
bunkkerin lattiakaivosta toisissa bunkke-
reissa oleviin ehjiin säiliöihin. Säiliöiden
rakenteesta saatiin seikkaperäiset tiedot.

Korkea-aktiivisen nestemäisen jätteen
varastoon liittyy potentiaalisena vaarana

Varastosäiliön rakenne:

1. *Kemikaalien syöttö*
2. *Korkeapain. ilmastointi*
3. *Matalapain. ilmastointi*
4. *Täyttöputki*
- 5.-7. *Uloslaskuputkisto*
8. *Vuotojen keräys*
9. *Toimilaitteet*
10. *Sisäinen ja ulkoinen
vesijäähdytys*

Instrumentointi:

- *paineen mittauss*
- *lämpötilan mittauss*
- *pinnan korkeuss*
- *aktiivisuussmittauss*
- *Ph ja konsentraatio*

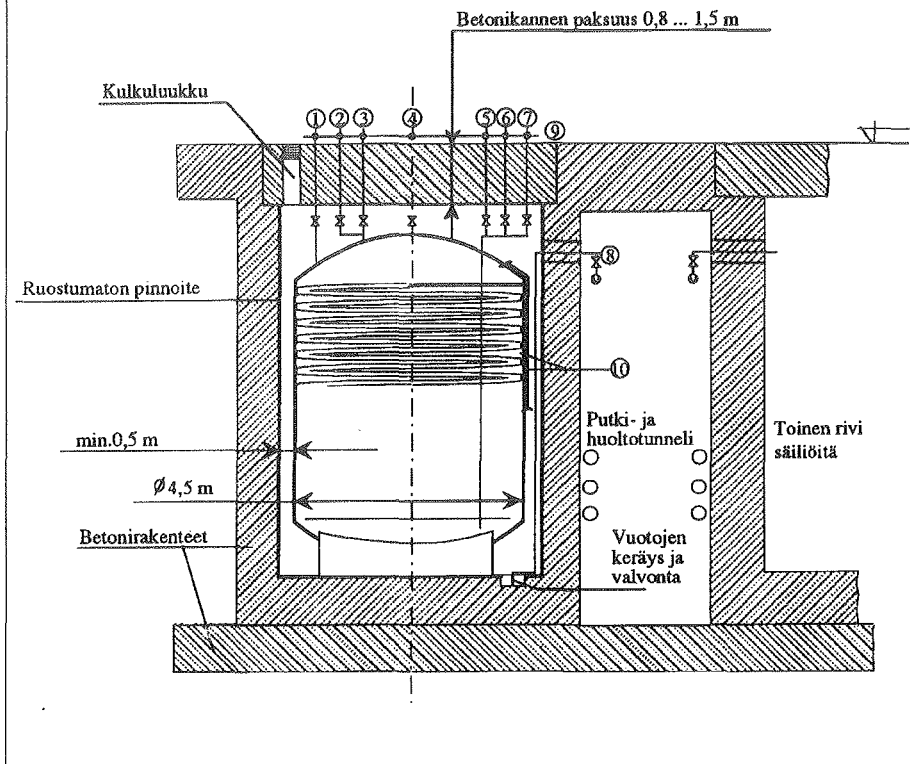
räjähdytys, jonka seurauksena ympäris-
töön voisi levitä radioaktiivista saastetta.
Isäntien mukaan räjähdysvaara on
kuitenkin pieni verrattuna aikaisemmin
syntyneisiin varastoitaviin nesteisiin ja
varastointitapoihin. Joka tapauksessa
olisi perusteltua pyrkiä jätteiden kiin-
teyttämiseen niin pian kuin mahdollista.

Henkilökunnan säteilysuojelua on paran-
nettu jatkuvasti. Tästä onkin osoituksena
vuosittain vähentynyt keskimääräinen
säteilyannos. Tutustumiskäyntimme
kattoi kaikki ne tilat, missä käyttöhen-
kilökunta normaalisti liikkuu. Ulkoinen
säteilytaso oli alhainen. Pyyhintänäyt-
teiden avulla todettiin myös pintojen
olevan yleisesti ottaen puhtaita. Suoja-
vaatekäytäntö laitoksella on hyvin
perusteellinen, mutta käytettävät säteily-
mittauslaitteet ovat vanhoja.

Kiinteä jäte varastoidaan betonisäiliöön

Polttoaineen metalliosat varastoidaan
umpinaiseen yli 5 000 kuutiometrin

Runsasaktiivisen jätteen varastosäiliöt



betonisiiloon. Siilossa on tilaa pitkälle tulevaisuuteen, eikä metallijätteen kohtalosta ole tehty suunnitelmia. On jopa mahdollista, että siilo jää aikanaan jätteen loppusijoitustilaksi. Lasitettu jäte välivarastoidaan asianmukaisesti ja tullaan alustavien suunnitelmien mukaan loppusijoittamaan syvälle peruskallioon.

Muu kuin itse prosessista tuleva kiinteä jäte on matala-aktiivista. Tällaista jätettä ovat käytöstä poistetut laitteet, työkalut, suojavaatteet yms. Matala-aktiivinen jäte loppusijoitetaan laitosalueelle lähellä maanpintaa oleviin vuorattuihin "hautoihin".

Prosessista jää lasitettavaksi menevän korkea-aktiivisen jätteen ohella matala- ja keskiaktiivisia nestemäisiä jätteitä sekä kemiallisia jätteitä. Osa keskiaktiivisista jätteistä ja kemialliset jätteet varastoidaan asianmukaisissa maanalaisissa säiliöissä, mutta matala- ja keskiaktiivisia jätteitä lasketaan edelleen jonkin verran Karatshai-järveen ja Staroe Boloto -järveen. Majakilla on valmiit suunnitelmat prosessikierron

sulkemiseksi siten, että nestemäisten jätteiden päästöistä voitaisiin kokonaan luopua. Suunnitelmien toteuttamiseksi tarvittaviin prosessimuutoksiin ei kuitenkaan ole riittävästi rahaa.

Nestemäisistä päästöistä ei saatu riittävästi tietoja

Kyselyistä huolimatta isännät eivät antaneet tarkkoja tietoja nestemäisten päästöjen määristä. Perusteeksi esitettiin sotilaallisen toiminnan edellyttämä salassapito. Sen sijaan he korostivat, että radioaktiivisten aineiden luontainen hajoaminen vähentää päästöjä vastaanottavien altaiden saastumista monta kertaluokkaa enemmän kuin uusi päästö lisää sitä.

Kaasumaisia päästöjä tulee kahden ilmastointipiipun kautta. Toinen piippu liittyy jälleenkäsittelylaitoksen ilmastointiin ja toinen lasituslaitokseen. Ilmastointi on järjestetty siten, että suorista päästöistä rakennuksista ei ole, koska ilmapuodot ovat ulkoa sisälle

päin. Meille esiteltiin ilmastointipiippujen ja prosessien välissä olevista kaasujenpuhdistusjärjestelmistä, joissa on kaasupesurit ja suodatinjärjestelmät. Kaasumaisista päästöistä annettujen tietojen perusteella niiden aiheuttama säteilyannoslisä lähiympäristön asukkaille on suuruusluokaltaan enintään prosentin verran luonnollisen taustasäteilyn annoksesta.

Ydinasejätteet kiinteytettävä ja saastunut järvi täytettävä

Uusien ympäristövaurioiden riskin vähentämiseksi on tarpeen kiinteyttää ydinaseohjelmasta jääneet korkea-aktiiviset nestemäiset jätteet mahdollisimman pian. Tällä hetkellä varastoidun jätteen aktiivisuus on noin 200 milj. TBq (600 milj. Ci), pääosin nuklideissa Cs-137 ja Sr-90. Nykyisin käytössä oleva lasitusuuni pystyisi kiinteyttämään tämän määrän 12 vuodessa. Vanhojen jätteiden käsittelyä monimutkaistavat niihin sekoittuneet korroosiotuotteet, jotka ovat peräisin varastointiin aiemmin käytettyjen hiiliterässiiloiden seinämistä. Jätteet pitää ennen lasitusta puhdistaa, koska muuten uunin sähköiset elektrodit tuhoutuisivat korroosiotuotteiden vaikutuksesta.

Matala- ja keskiaktiivisten nestemäisten jätteiden päästöjen osalta olisi mahdollista tehdä prosessi suljetuksi ja lopettaa päästöt kokonaan, mutta se vaatisi investointeja uusiin prosessilaitteisiin ja noin 100 MW lämpötehoa evaporointilaitteiden käyttämiseksi. Periaatesuunnitelmat on tehty, mutta hankkeiden vaatima rahoitus puuttuu.

Ympäristössä jo olevan saasteen aiheuttamien haittojen vähentämiseksi olisi tarpeen estää radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen elinympäristöön. Suunnitelmia tätä varten on tehty, mutta vierailun aikana ainoa käynnissä oleva hanke oli Karatshai-järven täyttäminen ja peittäminen maa-aineksella. Työ valmistuneen vuoden 1995 loppuun mennessä. Sen jälkeen Karatshai-järvi ei enää uhkaa ympäristöä. Jatkoitoina vaadittaisiin vielä Karatshai-järvestä pohjaveeteeen levinneen strontiumin kulkeutumisen pysäyttäminen. Se on erittäin vaativa operaatio eikä hyviä ratkaisuja ole edes keksitty.

Suurin säteilyaltistus laitoksen lähi-alueella kohdistuu Tetshajoen varrella asuviin ihmisiin. Se on seurausta joen pohjaan sekä rannoille sedimentoituneesta vanhasta saasteesta ja joen latvoilla olevista patoaltaista. Altaiden vesi on strontiumin saastuttamaa ja pohja-sedimentissä on runsaasti strontiumia. Strontiumia valuu jokeen toisaalta altaiden tulviessa ja toisaalta pohjaveden kautta. Pohjavesien kautta tapahtuva leviäminen on suunniteltu estettävän uudella altaiden ympärille rakennettavalla kanavajärjestelmällä, joka vaatisi suuria maansiirtotöitä. Töiden aloittaminen lähiaikoina ei ollut näköpiirissä.

Rahapula Majakin suurin ongelma

Majak-yhtymä on saanut polttoaineen jälleenkäsittelystä tuloja, jotka helpottavat toimintojen ylläpitämistä Venäjän meneillään olevan taluskriisin aikana. Majakin laitoksilla on myös kehitetty ydinjätehuoltoa. Kielteinen vaikutus on lisääntynyt jätteen määrä.

Läpi koko vierailun tuli johtavana teemana vastaan Majakin akuutti rahapula. Vielä 1980-luvun lopulle asti Majak sai pääosan tuloistaan suoraan puolustusministeriöltä eikä pulaa resursseista tunnettu. Nyt he ovat jääneet suureksi osaksi liiketoiminnan tulojen varaan.

Merkkejä laitteistojen kunnan tai henkilökunnan turvallisuusasenteiden heikentymisestä ei voitu havaita. Joka tapauksessa tuli selväksi, että Imatran Voimalta saatavien jälleenkäsittelymaksujen loppuminen vaikeuttaa asioiden hoitamista huomattavasti. Loviisan polttoaineen osuus vuoteen 1994 mennessä vastaanotetusta VVER-440 -reaktoreiden polttoaineesta arvioitiin noin 7 % suuruiseksi.

Nopeiden reaktoreiden polttoaine käsittelyä kokonaisuudessaan, ja sitä on vuosittain tullut likimain yhtä paljon kuin Loviisasta. Tutkimusreaktorien polttoainetta käsitellään vain joitakin satoja kiloja. Laivareaktoreiden polttoaineen käsittelykapasiteettia ja käsitellyn polttoaineen määrää ei kerrottu. Vaikutti kuitenkin siltä, että laivareaktoreiden polttoainetta ei Majakiin ole paljonkaan tuotu. Laivareaktoreiden polttoaineen

käsittelyyn olisi kuitenkin suuria paineita, koska pohjoisissa satamissa olevat varastot ovat ääriään myöten täynnä.

Majakissa tehdään jatkuvasti laajaa tutkimus- ja kehitystyötä jälleenkäsittelyprosessin ja ydinjätehuollon turvallisuuden ja taloudellisuuden parantamiseksi. Lasitustekniikkaa kehitetään tavoitteena saada aikaan nykyistä pitkäikäisempi ja tehokkaampi uunirakenne. Tätä varten on laboratoriomittakaavassa koekäytössä pieniä uuneja ja uunin osia.

Lasitustekniikan ohella Majakissa kehitetään maailmalla viime vuosina keksittyihin uudentyyppisiin kemiallisiin yhdisteisiin perustuvia menetelmiä. Näin korkea-aktiivisen jätteen tilavuus voidaan lasitukseen verrattuna saada 1-2 kertaluokkaa pienemmäksi. Uusilla menetelmillä on vanhaa sotilasjätettä kiinteitetty pilot-plant -mittakaavassa jo 700 000 TBq (20 MCi), mikä on aktiivisuudella mitaten runsaat 3 % koko määrästä.

STUKin tarkastusryhmään kuuluivat:

Jukka Laaksonen

Heikki Reponen

Heikki Saari

Seija Suksi

Olli Vilkkamo

Dipl. ins. Olli Vilkkamo on Säteilyturvakeskuksen ydinturvallisuusosaston säteilysuojeluyksikön päällikkö. p. (90) 7598 8311.

Ydinaseasiantuntijoita ympäristötutkimuksiin

Etelä-Uralin alueen ympäristö-ongelmia puitiin myös Tsheljabinsk-70:ssä helmikuussa järjestetyssä symposiumissa. Sen järjestäjänä oli muutama vuosi sitten perustettu Moskovan kansainvälinen tiede- ja teknologiakeskus MISTC, jonka tehtävänä on avustaa IVY-maiden entisten ydinase-eksperttien siirtymistä rauhanomaisen tutkimus- ja kehitystoiminnan pariin.

MISTC:n rahoittamista hankkeista yli 70 % on aiheeltaan ekologiaa ja neljännes kaikista hankkeista käsittelee ydinteknologiaan liittyviä ympäristökysymyksiä. Symposiumiin osallistui venäläisten tutkimuslaitosten ja MISTC:n sihteeristön lisäksi rahoittajamaiden eli USA:n, EU:n, Japanin ja Suomen edustajia.

Tsheljabinsk-70 eli Snezhinsk sijaitsee 35 kilometriä Tsheljabinsk-65:n pohjoispuolella. Se on yksi Venäjän suljetuista ydinteknologiakaupungeista. Se perustettiin vuonna 1955 ydinaseiden suunnittelu- ja kehityskeskukseksi. Aseriisunnan edetessä toiminta siellä on suuntautunut enenevässä määrin siviili-sektorille.

Snezhinskin kaupunki sijaitsee Sinarjärven rannalla Ural-vuorten tuntumassa. Kaupungin asukasluku on noin 40 000. Kaupunki ja instituutti, Yleisvenäläinen teknisen fysiikan tutkimuslaitos eli VNIITF, ovat 6 x 13 kilometrin suuruisen, tarkasti vartioitun aidauksen sisällä. Instituutin henkilöstöluku on noin 15 000, ja tuhansilla heistä on varsin korkean tason koulutus.

Uutta tietoa säteilyn vaikutuksista

MISTC:n rahoittamalla hankkeilla pyritään selvittämään mm. ydinase-tuotannosta aiheutuneen radioaktiivisen saastumisen vaikutusta sairastuvuuden mahdolliseen lisääntymiseen Etelä-

Suomalaisten säteilyaltistuksesta noin puolet huoneilman radonista

Uralilla. Tältä osin odotetaan merkittävä uutta tietoa säteilyaltistuksen ja terveyshaittojen välisestä yhteydestä. Vertailuryhminä on mm. Tsheljabinsk-65:n ja Tsheljabinsk-70:n asukkaat, joiden sosiaalinen status, terveydenhuolto- ja ympäristöolot ovat hyvin samankaltaiset.

Merkittävin ero on se, että Tsheljabinsk-65:n asukkaat ovat altistuneet jonkin verran alueensa ydinlaitosten päästöille, kun taas Tsheljabinsk-70 sijaitsee saastumattomalla alueella. Toisen vertailuparin muodostavat Majakin laitoksen työntekijät, jotka ovat aikanaan altistuneet hyvin suurille säteilyannoksille, ja työntekijät, joiden säteilyannokset ovat olleet vain joitakin prosentteja ensimmäin ryhmän annoksesta.

Ratkaisuja Majakin ympäristöongelmiin

Toinen laaja selvityskohde on Tsheljabinsk-65:ssä sijaitsevien Majakin ydinlaitosten laitoksen päästöistä aiheutuneiden ympäristöongelmien, lähinnä kontaminoituneiden vesialtaiden hallinta. Karatshai-järvestä radioaktiiviset aineet uhkaavat kulkeutua pohjaveden mukana lähijokiin, kun taas suuremmat mutta lievemmin saastuneet altaat uhkaavat tulvia Tetshajokeen.

Jo tähänastisten selvitysten perusteella on ilmeistä, ettei ongelmiin ole yhtä patenttilääkettä. Tarvitaan useita menetelmiä ja pitkäaikaisia ponnisteluja, jotta estettäisiin radioaktiivisten vesien kulkeutuminen avoimiin vesistöihin. Keinoja ovat mm. saastuneiden alueiden eristämistä kanavoinein, saastuneiden pohjavesien pumppaamista ja vesien puhdistamista suurkapasiteettisten nuklidiselektiivisten laitteistojen avulla.

ESKO RUOKOLA
Säteilyturvakeskus

Säteilyturvakeskus on arvioinut uudelleen suomalaisten eri säteilylähteistä vuosittain saamia keskimääräisiä säteilyannoksia. Suurin muutos koskee sisäilman radonista saatavaa säteilyannosta.

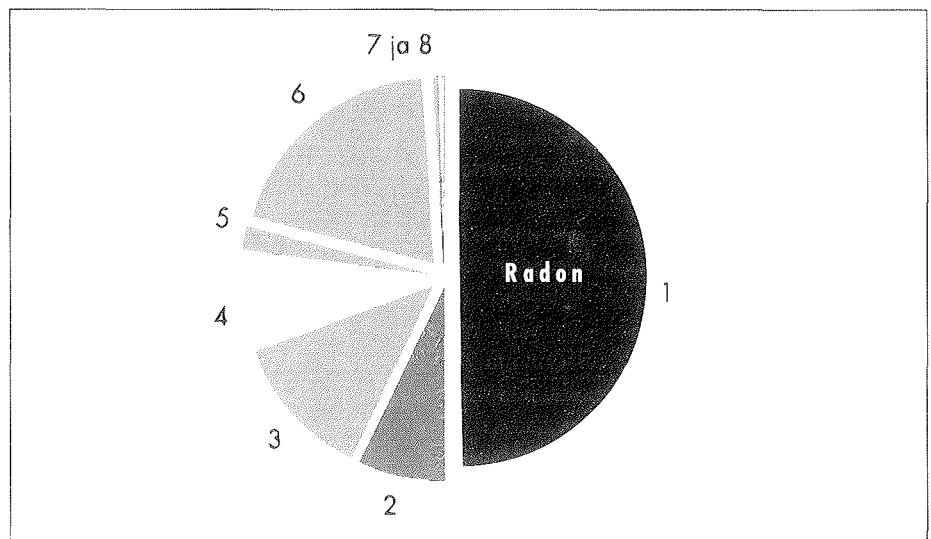
Vuonna 1991 ilmestyneessä ICRP 60 -raportissa Kansainvälinen säteilysuojelukomitea nosti säteilyn myöhäisvaikutusten riskiarviota yli kaksinkertaisiksi. Syynä oli Hiroshiman ja Nagasakin pommituksissa säteilylle altistuneiden ihmisten säteilydosimetrian uudelleentarkastelu.

Radonaltistuksen keuhkosityöpäkuolleisuutta koskeva riskiarvio perustuu edelleen epidemiologiseen tietoon, joka on saatu kaivosmiesten radonaltistuksesta. Tämä riskiarvio on pysynyt samana, mutta muunnos radonaltistuksesta efektiiviseksi säteilyannokseksi pienenee kohonneen säteilyn riskiarvion johdosta.

Säteilyannos radionuklidien lääketieteellisestä käytöstä on hieman pienentynyt. Tämä johtuu etupäässä jodi 131:n käytön vähenemisestä. Röntgendiagnostiikasta aiheutuva annos on hieman kohonnut, koska tomografiakuvaukset ovat lisääntyneet.

Tshernobylin onnettomuudesta aiheutuvat vuosittaiset säteilyannokset ovat jatkuvasti pienentyneet ja tulevat edelleen pienemään.

RAIMO MUSTONEN
Säteilyturvakeskus



Suomalaisen keskimääräiset säteilyannokset eri säteilylähteistä vuonna 1993.

1.	Sisäilman radon	noin 2 mSv
2.	Luonnon radioaktiiviset aineet kehossa	0,3 mSv
3.	Ulkoinen säteily maaperästä	0,5 mSv
4.	Ulkoinen säteily avaruudesta	0,3 mSv
5.	Radionuklidien käyttö lääketieteessä	0,08 mSv
6.	Röntgendiagnostiikka	0,8 mSv
7.	Tshernobyl, ulkoinen	0,02 mSv
8.	Tshernobyl, sisäinen	0,02 mSv

Yhteensä noin 4 mSv

SUOMALAISET KARTOITTAMASSA VENÄJÄN ARKTISTEN ALUEIDEN SÄTEILYTASOJA



Säteilyturvakeskus on ollut kesinä 1993 ja 1994 mukana venäläisen tutkimusaluksen kolmella purjehdyksellä Venäjän pohjoisilla merillä. Yhteensä kymmenen viikkoa kestäneiden matkojen aikana kerättiin runsaasti näytteitä meriympäristöstä. Retkikunnat eivät yrittäneetkään päästä suljetuille sotilasalueille, joilla varsinaiset potentiaaliset ydinjäteongelmat ovat. Nyt kerättyjen ja analysoitujen näytteiden tulokset osoittavat, että Venäjän arktiset alueet ovat yllättävän puhtaat ja mikäli ongelma-alueilta on levinnyt radioaktiivisuutta, niin saastuminen rajoittunee lähinnä vain suljetuille alueille. Tutkimusyhteistyötä Murmanskin meribiologian laitoksen kanssa on tarkoitus jatkaa myös kesällä 1995, mikäli hankkeelle järjestyy rahoitus.



Ympäristöministeriö myönsi vuonna 1994 Säteilyturvakeskukselle 210 000 markkaa Venäjän arktisten alueiden radioaktiivisuustason kartoittamiseen. Näin Suomi saattoi jatkaa vuonna 1993 alkanutta yhteistyötään Murmanskin Meribiologian laitoksen (MMBI) kanssa, ja artikkelin kirjoittaja pääsi osallistumaan uudelle mielenkiintoiselle tutkimusretkelle Venäjän arktisille merille. Matkalla kerättiin erilaisia ympäristönäytteitä laboratoriossa tapahuttavaa analysointia varten.

Myönnetyt apurahan turvin hankin tarvittavat erikoislaitteet sedimenttinäytteiden keräystä varten, osallistuin Barentsin-, Karan- ja Vienanmerelle tehtävään tutkimusmatkaan, ja analysoin

vuosina 1993 ja 1994 kerättyjen näytteiden radioaktiivisuuspitoisuuksia. Alkuperäinen suunnitelma ulottaa tutkimusretki Novaja Zemljan pohjoisosaan sekä Karanmeren puolelle ei tällä kertaa onnistunut Venäjän viranomaisten kiellon vuoksi. Korvauksena menimme Vienanmerelle, joka Severodvinskin ydinsukellusveneiden tukikohdan vuoksi on kiinnostavaa aluetta. Kävimme myös maissa kuudessa kohdassa.

Itse kerättyjen näytteiden lisäksi olemme saanut analysoitavaksi yhteistyökumppanimme Murmanskin meribiologian laitoksen Barentsinmeren eri kalastusalueilta vuonna 1994 pyytämiä kaloja sekä Franz Josefin maan ja Novaja Zemljan pohjoisosan välillä sijaitsevasta

Santa Annan syvänteestä kerättyjä pintasedimenttinäytteitä. Lisäksi meillä on sammal- ja jäkälänäytteitä Franz Josefin maalta. Saimme myös tutkitavaksi Alfred Wegener instituutin "Polarstern" tutkimusaluksen vuonna 1993 keräämiä pintasedimenttinäytteitä Barentsinmerestä Huippuvuorten ja Franz Josefin maan väliltä sekä Laptevinmerestä.

Meribiologian laitoksen ja Säteilyturvakeskuksen välisessä työnjaossa MMBI hoitaa tutkimusretkien käytännön järjestelyt ja auttaa näytteiden keräämisessä. Säteilyturvakeskus osallistuu näytteiden keräykseen ja vastaa niiden käsittelystä ja analysoinnista. Tulokset julkaistaan yhdessä.

Vienanmereltä otettiin sedimenttinäytteitä, ja Kuolan niemimaan rannalta kerättiin levänäytteitä.

Näytteistä analysoidaan useita radioaktiivisia aineita

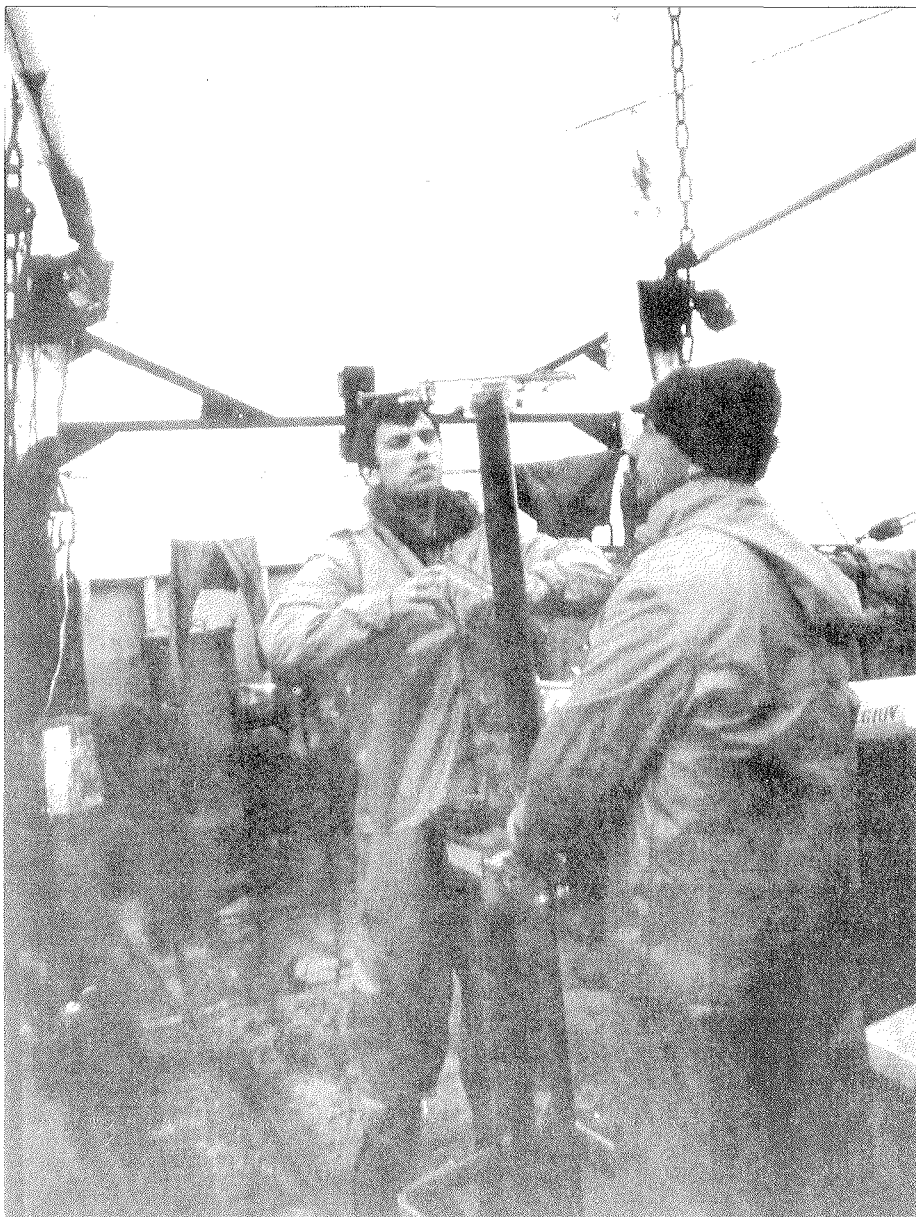
Säteilyturvakeskuksen Rovaniemen aluelaboratoriolla on nyt, vuoden 1993 tutkimusretkien aikana kerätty materiaali mukaan lukien, yli 800 ympäristönäytettä Venäjän luoteisosan arktisilta alueilta.

Kaikki näytteet analysoidaan gamma-spektrometrisesti. Niistä tutkitaan mm. cesium 137, cesium 134, koboltti 60. Lisäksi valikoiduille näytteille tehdään aikaavieviä ja kalliita radiokemiallisia strontium 90 ja plutonium-analyyskejä. Muutamasta näytteestä on tarkoitus määrittää myöhemmin myös amerikum 241 -pitoisuus.

Tähän mennessä on mitattu lähes kaikki kesällä 1994 itse kerätyt näytteet. Tutkimatta on enää pohjaeläimet ja joitakin sammalia ja jäkäliä. Strontium- ja plutonium-analyyskejä on tehty lähinnä kalänäytteille ja edellisenä kesänä kerätyille Barentsin- ja Petshoran- ja Karanmeren sedimenteille.

Pohjoiset meret yllättävän puhtaita

Novaja Zemljan koealueilla 50- ja 60-luvulla ilmakehässä suoritettujen ydinasekokeiden ei näytä aiheuttaneen lähilaskumaa. Novaja Zemljan eteläkärjen ja läheisten saarien ja rannikkoalueiden jäkälänäytteiden cesium 137 -pitoisuudet



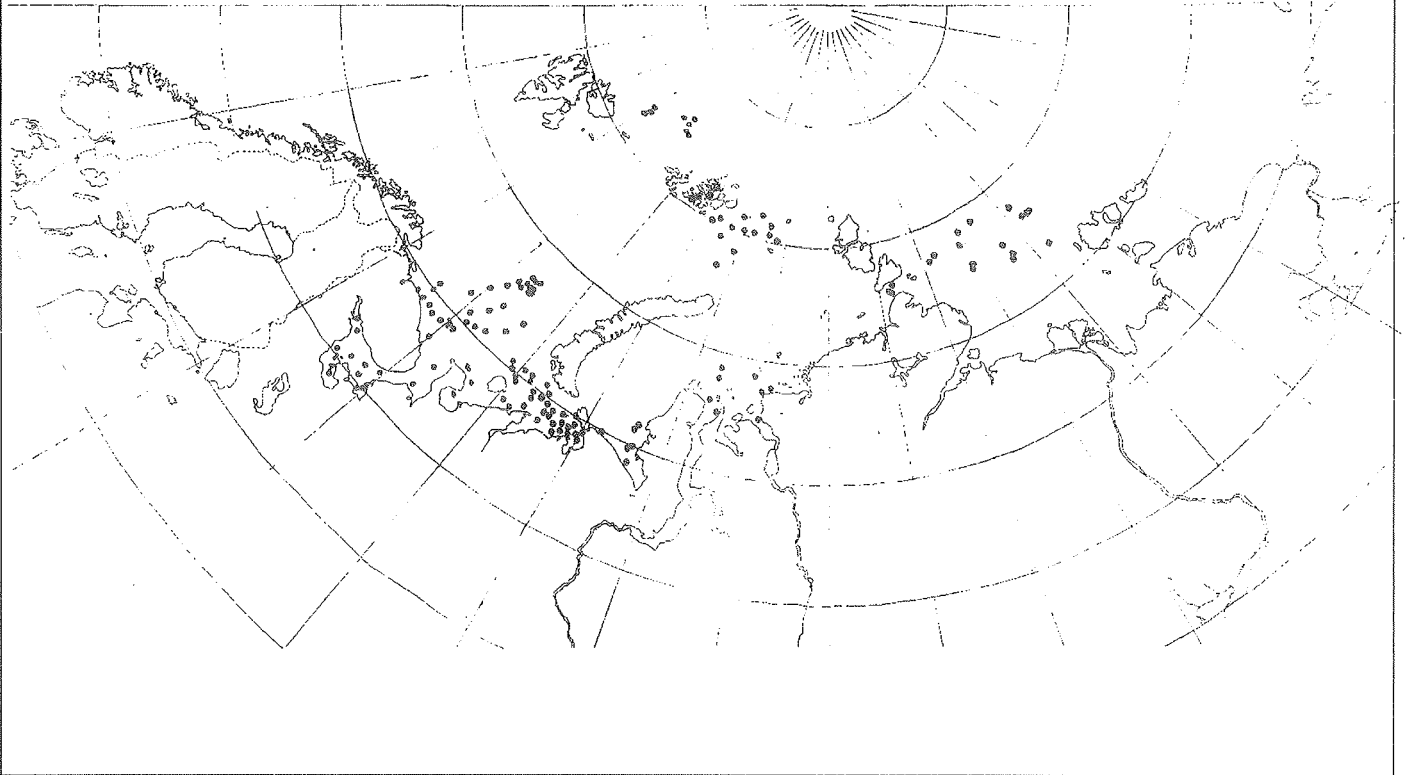
det ovat huomattavasti alhaisempia kuin Pohjois-Suomessa ennen Tshernobylin ydinvoimalaturmaa.

Myös Tshernobylin laskeuman suora vaikutus Venäjän arktisille alueilla on ollut vähäistä. Jäkälänäytteiden perusteella arvioituna vaikutus rajoittuu vain Kuolan niemimaan alueelle. Jokivesien mukana Tshernobylistä peräisin olevaa radiocesiumia on ilmeisesti kuitenkin kulkeutunut jonkin verran Karan- ja Vienanmeriin ja ehkä myös Petshoranmereen. Joissakin jokien vaikutusalueilta kerätyissä sedimenttinäytteissä on edelleen havaittu vähäisiä määriä ydinvoimalaonnettomuudesta peräisin olevaa lyhytikäistä cesium 134 -isotooppia.

Kaikissa tutkituissa pintasedimenttinäytteissä on todettu cesium 137:ää, mutta pitoisuudet ovat olleet alhaisia. Barentsin-, Petshoran- ja Laptevinmereen sedimentteissä pitoisuudet ovat 2–15 Bq/kg ja hiekoissa alle 1 Bq/kg kuivapainoa.

Sisämeren kaltaisen Vienanmeren sedimenttien cesium 137 -pitoisuudet ovat hieman korkeampia. Kantalahden sedimenttiprofiilinäytteen pintakerroksessa mitattiin myös vähäinen määrä (1,6 Bq/kg) koboltti 60 -isotooppia. Näytteen cesium 137 -pitoisuus oli 45 Bq/kg. Profiilin alemmissa kerroksissa cesiumipitoisuudet alenivat tasaisesti loppuen 15 senttimetrin syvyydellä.

Kerättyjen sedimenttinäytteiden keräyskohdat



Yritimme ottaa useita edustavia näytteitä Vienanmeren Dvinalahdesta. Lahden rannalla sijaitsee Arkhangelin kaupunki ja Severodvinskin suuri ydinsukellusveneiden tukikohta. Kielletyn alueen rajalta saatiin 20 senttimetrin pituinen sedimenttiprofiilinäyte ainoastaan Dvinajoen suulta, jossa sedimentti oli virtausten vuoksi sekoittunut. Pintakerroksen cesium 137 -pitoisuus oli 58 Bq/kg ja alempien kerrosten 44–67 Bq/kg. Keskempää Dvinalahtea kerätyn kahden näytteen pintakerroksen cesium 137 -pitoisuus oli 46 Bq/kg ja 38 Bq/kg ja profiilin alemmissä kerroksissa pitoisuus aleni tasaisesti. Dvinalahden näytteissä ei havaittu cesium 134:n lisäksi muita fissiotuotteita. Vienanmeren muut sedimenttinäytteet olivat cesiumtasoltaan 2–20 Bq/kg.

Korkein Venäjän arktisilla merille havaitsemamme cesium 137 -pitoisuus on ollut syksyn 1993 Karanmeren retkellä Jenisein suistosta kerättyssä sedimenttiprofiilissa. Cesiumpitoisuus oli 17 senttimetrin syvyydelle saakka 81–75 Bq/kg. Tässä näytteessä todettiin koboltti 60:n lisäksi myös

vähäisiä määriä muita fissiotuotteita: mangaani 54, antimoni 125 ja europium 152 sekä cesium 134. Vähäisiä määriä koboltti 60 ja cesium 134 -isotooppeja todettiin myös eräissä muissa Jenisein ja Obin suiston sekä Karanmeren sedimenttinäytteissä.

Kaikkien toistaiseksi analysoitujen Barentsin-, Petshoran- ja Karanmeren sedimenttinäytteiden, kuten myös Jenisein suulta kerättyjen sedimenttien strontium 90 -pitoisuudet ovat olleet alle 1 Bq/kg kuivapainoa. Barentsinmeren sedimenttien plutonium 239, 240 -pitoisuudet ovat vaihdelleet 0,50–3,93 Bq/kg ja plutonium 238 -pitoisuudet alle 0,02–0,11 Bq/kg. Karanmeren sedimenttien vastaavat pitoisuudet ovat 0,18–2,18 Bq/kg ja 0,012–0,10 Bq/kg.

Kesällä 1994 löydettiin vähäisiä määriä koboltti 60 -isotooppia Kantalahden edustalta otetun sedimenttinäytteen lisäksi Kolguevin saaren itärannikolta kerättyssä kahdessa levänäytteessä. Levä oli kuitenkin irrallista ja ehkä ajautunut

alueelle kauempaa. Suunnilleen samalta alueelta kerättyssä pohjajelännäytteessä havaittiin kuitenkin myös edellisenä kesänä vähäinen määrä kobolttia. Havaitsemisrajan tasolla oleva vähäinen määrä koboltti 60 -isotooppia mitattiin myös Barentsinmeressä, Kuolan niemimaan itärannalla sijaitsevan Gremikhan ydinsukellusveneiden tukikohdan ulkopuolelta otetun hiekkänäytteen joukosta kerättyissä simpukankuorissa.

Levät, jotka ovat hyviä radioaktiivisuustason indikaattoreita meriympäristössä, osoittavat osaltaan Barentsin-, Petshoran ja Vienanmeren yleistä puhtautta. Levien cesium 137 -pitoisuudet ovat olleet korkeintaan 3 Bq/kg kuivapainoa. Kesän 1994 tutkimusretkellä oli mukana nuori leväutkija, joka sukeltaen keräsi edustavat näytteet alueen tärkeimmistä merilevälajeista.

Barentsinmeren tärkeimmiltä kalastusalueilta kerätyt turskat, seit, koljat, puna-ahvenet, kampelat ja rauskut sisälsivät myös hyvin vähäisiä määriä radionuklideja. Kalojen keskimääräiset cesium

137 -pitoisuudet olivat alle 1 Bq/kg, strontiumia oli alle 0,03 Bq/kg ja plutoniumpitoisuudet alle havaitsemisrajan. Kalojen luiden strontium 90 -pitoisuudet ovat korkeampia, mutta nekin alle 1 Bq/kg tuorepainoa.

Suljettujen alueiden saastuminen vain paikallista

Kerätyt näytteet kattavat sängen suuren alueen Venäjän arktisia meriä ja rannikkoja. Ne on kuitenkin kaikki kerätty vapaasti kuljettavilta alueilta. Mahdollisen saastumisen kannalta mielenkiintoisimmat kohteet ovat suljettuja alueita. Saadut analyysitulokset kuvastavat kuitenkin melko hyvin Venäjän arktisten alueiden tämän hetkistä yleistä radioaktiivisuustasoa. Havaitut gammanuklidit, strontium- ja plutoniumpitoisuudet ovat olleet yllättävän alhaisia. Suurempiakin pitoisuuksia olisi voinut odottaa, kun ottaa huomioon ne radioaktiivisuusmäärät, mitä Venäjän arktisilla alueilla on käytetty.

Radioaktiivisia aineita on päässyt ilma-kehään 50-60 -luvun ydinasekokeissa, upotettu meriin, varastoitu epämääräisesti Kuolan niemimaan ja Vienanmeren rannikon sotilastukikohtiin. Saasteita on mahdollisesti kulkeutunut Karanmereen Ob- ja Jenisei-jokien yläjuoksuilla myös vuosikymmeniä toimineiden ydinmateriaalin käsittelylaitosten päästöjen vuoksi. Kyseessä on kuitenkin valtavan laajat alueet ja suunnattomat vesimäärät.

Jokien suistoissa ja rannikon läheisyydessä havaitusta radiocesiumista osa voi olla peräisin Thernobylin onnettomuudesta. Aavan meren sedimenttien matalat cesium 137 -pitoisuudet ovat ilmeisesti pääasiallisesti peräisin 60-luvun globaalista ydinkoelaskemasta. Muusta mahdollisesta kontaminaatiosta on näkyvissä hyvin vähän merkkejä.

Muutamissa paikoin todetut vähäiset määrät koboltti 60 -isotooppia viittaavat hyvin lievään tuoreeseen saastumiseen. Tähän viittaavat myös Jenisein suistossa todetut vähäiset määrät muita fissiotuotteita. Novaja Zemljan Tshornajalahdessa tehdyt vedenalaiset ydinasekokeet samoin kuin Novaja Zemljan Karanmeren puoleisiin vuonoihin upotetut ydinjäte säiliöt ja reaktorit ovat aiheuttaneet korkeintaan paikallista saastumista.

Potentiaalisten saastelähteiden määrän vuoksi alueen valvontaa on syytä jatkaa. On kuitenkin muistettava, että näille alueille eivät ulkomaalaiset pääsee kovin helposti keräämään näytteitä. Vaaditaan luottamukselliset ja henkilökohtaiset suhteet sopivaan yhteistyökumppaniin. MMBI on halukas jatkamaan yhteistyötä, ja tilaisuus kannattaa käyttää hyväksi. Jos olosuhteet Venäjällä muuttuvat, yhteiset tutkimusprojektit ja -matkat voivat jatkossa vaikeutua. Pääsy kiinnostaville alueille on jo nyt selvästi vaikeutunut.

MMBI neuvottelee paikallisten viranomaisten kanssa Kuolan vuonon ja Novaja Zemljan länsirannikon radioaktiivisuustason kartoittamisesta. Näiden tutkimusretkien toteutuminen, ja mahdollisuutteni osallistua niille, on kuitenkin kyseenalaista, koska kummatkin ovat suljettuja alueita.

Vuonna 1995 on joka tapauksessa tarkoitus jatkaa aikaisemmin kerättyjen näytteiden analysointia. Lisäksi on tarkoitus, että osallistun 1-2 tutkimusretkelle ja kerään näytteitä radioekologisia ravintoketjututkimuksia varten. Jos Venäjän merialueella tai rannikolla tapahtuu jokin ydinonnettomuus tai radioaktiivisuutta leviää muusta syystä meriin, on tällä hetkellä olemassa hyvin vähän tietoja radionuklidien kulkeutumisesta arktisissa merellisissä ravintoketjuissa. Sekä Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA että Euroopan unioni ovat kiinnostuneita näistä perustiedoista. Ravintoketjuja on tarkoitus tutkia ottamalla näytteitä merivedestä, sedimentistä, pohjaeläimistä, merileivistä, kaloista ja myös merilinnuista ja -nisäkkäistä.

Kesän 1994 tutkimusmatkalla kerätyt ympäristönäytteet

Näytetyyppi	Keräyspaikkojen lkm	Näytteitä yhteensä
Sedimentti	29	89
Pohjaeläimet	18	43
Levät	5	26
Kasvit	6	38
Jäkälät	6	13
Pinta-alanäytteet	4	7
Eläimet	2	2

Fil. kand. Kristina Rissanen on Säteilyturvakeskuksen Pohjois-Suomen aluelaboratorion päällikkö, p. (960) 394 361.

Puheenjohtajan palsta: ATS:N TALOUDEN SYNKENTYNEET NÄKYMÄT

Suomen talous on toipumassa useita vuosia vallinneesta lamasta. Lama ei ole ohittanut Suomen Atomiteknillisen Seuran talouttakaan jälkiä jättämättä. Seuran tilinpäätöksiä tutkimalla voi havaita, että talouden parhaat vuodet osuivat 1990-luvun alkuun, minkä jälkeen rahoitusongelmat ovat olleet kouriintuntuvia. Mikä pahinta, laman loppumista ei ole näköpiirissä — johtuneeko Suomen ydinvoima-tilanteesta?

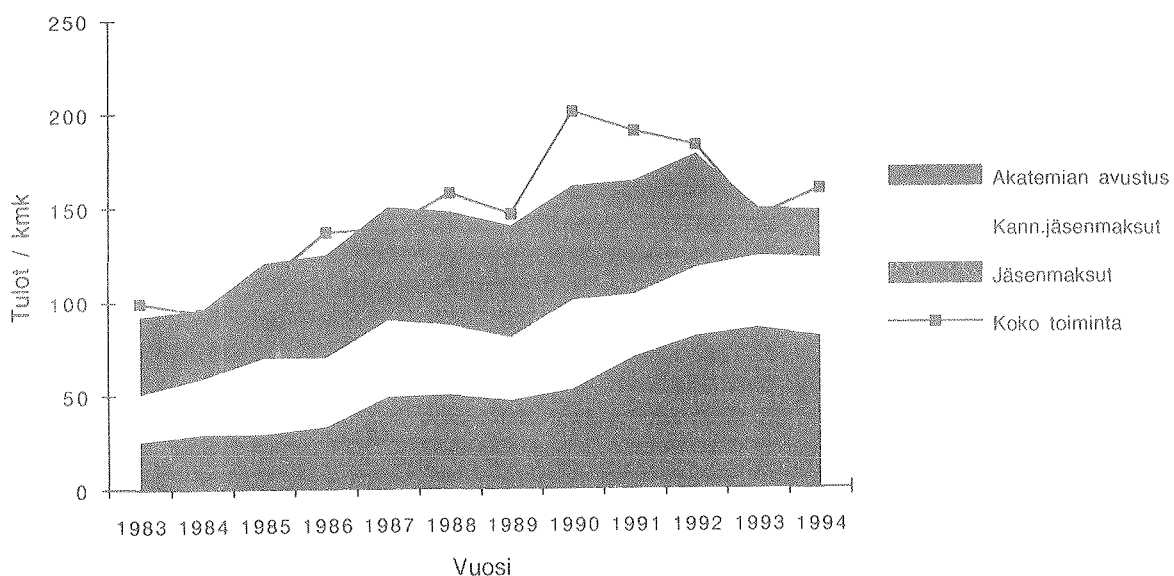
ATS:n toiminta laajeni huomattavasti 1980-luvun aikana. Toimintatamenot kaksinkertaistuvat vuosikymmenen aikana lähes 200 000 markkaan. Tavanomaisen toiminnan lisäksi on otettava huomioon Seuran hoitamat erillisprojektit, esimerkiksi Ydintekniikan sanasto ja merkkivuosien tilaisuuDET, joiden rahoitus on hoidettu erillään

muusta rahoituksesta, sekä ns. läpilaskutus, ekskursion, Energiakanava, Nucleus ym., joiden kulut maksavat osanottajat.

Normaalit toimintakulut jakaantuvat kolmeen pääluokkaan: ATS Ydintekniikka, kansainvälinen toiminta ja yleistoiminta. Kaikki nämä toiminnot laajenivat 1980-luvulla. ATS Ydintekniikka

sai uuden ulkoasun vuonna 1986, ja sen sisällöllistä ja toimituksellista tasoa nostettiin. Kansainvälisessä toiminnassa Seura panosti edustajien osallistumiseen European Nuclear Society:n toimintaan. Kun ENS:n jäsenmaksu nousi kolminkertaiseksi 1990-luvun alussa etenkin Sveitsin frangin vahvistumisen seurauksena, matkakulujen korvauksesta on

ATS:N TULORAHOITUS 1983-94





täytynyt luopua kokonaan. Myös yleis-toiminta on sitonut vähitellen enemmän varoja, tosin lähinnä normaalin inflaation tahdissa.

Kestävä rahoituspohja muuttuu epävarmaksi

Toiminnan huomattava laajeneminen ei olisi ollut mahdollista ilman lisärahoitusta. Suomen Akatemian myöntämä avustus nousi 1980-luvun kuluessa 60 000 markkaan vuodessa ja vastasi noin 40 % tuloista. Kannatusjäsenmaksuilla on voitu kattaa 35 000–45 000 markkaa, mutta niiden suhteellinen osuus on ollut pienenemässä.

Henkilöjäsenten jäsenmaksut ovat lisääntyneet vuoden 1983 noin 25 000 markasta viime vuosien runsaaseen 80 000 markkaan. Tämä on johtunut sekä jäsenmäärän kasvusta että jäsenmaksun noususta. Henkilöjäsenten kannettavaksi on tullut jatkuvasti kasvava osuus jäsenmaksuista, sillä kannatusjäsenten luku on ollut laskussa.

ATS:n tulojen positiivinen kehitys kääntyi negatiiviseksi pari vuotta sitten. Ratkaiseva romahdus tapahtui Suomen Akatemian avustuksessa, joka putosi 25 000 markkaan vuonna 1993 ja edelleen 15 000 markkaan vuonna 1995. Syntynyttä vajetta ei voi poistaa jäsenmaksujen äkillisellä korotuksella, sillä se karkottaisi Seurasta jäseniä. Kuvionkin perusteella nähdään, että henkilöjäsenet rahoittavat nykyään jo 55 % toimintakuluista, jos eri tavoin sponsoroituja erillisprojekteja ei oteta huomioon.

Seuran taloudellisen tilanteen heikkene-miseen on ensisijaisesti vaikuttanut Suomen Akatemian avustusten huima pudotus.

On löydettävä uusia ratkaisuja

Mitä siis pitäisi tehdä? Vastaus on ilmeinen: on leikattava kuluja ja pyrittävä löytämään uusia rahoituslähteitä. Kulujen leikkaus on jo alkanut, kuten vuosien 1993 ja 1994 supistuneet menot osoittavat.

Jos leikkauksissa mennään pitemmälle, se merkitsee esimerkiksi ATS Ydintekniikan painoasuun tai sivumäärään puuttumista tai jäsenpostituksen rajua vähentämistä. Kaikki harkinnanvaraiset kulut on jo eliminoitu: toimihenkilöille ei makseta palkkioita, jäsenluetteloa ei julkaista vuosittain, ATS:n edustajien osallistumista ENS:n toimintaan ei tueta taloudellisesti.

Jotta Seuran toiminta voisi säilyä nykyisellään, tulisi siis hankkia lisärahoitusta. Laman aikana on Suomessa puristettu kaikki ylimääräiset menot minimiin, eikä tukea yhdistyksille ole helppo hankkia. Tämä on voitu havaita jo suoritettujen tiedustelujen yhteydessä. Etsintää on kuitenkin jatkettava.

Päävastuu on ATS:n johtokunnalla, mutta toivon, että kaikki Seuran jäsenet miettivät keinoja pulasta pääsemiseksi. Vaihtoehtoja on monia: ilmoitukset lehdessämme, kannatusjäsenyys, avustukset, eri muotoinen sponsorointi. Seuran toimihenkilöt toivovat saavansa mahdollisimman paljon sellaisia ehdotuksia, jotka auttavat ATS:n talouden uuteen nousuun.

Tekn. lis. **Eero Patrakka** on Teollisuuden Voima Oy:n kehityspäällikkö, p. (90) 61 801.

ATS perehtyi suuronnettomuuksiin

ATS:n kuukausikokous pidettiin 16. helmikuuta Säteilyturvakeskuksen uudessa auditoriossa. Teemana oli suuronnettomuuksien tutkinta.

Valitettavan harvalukuinen joukko Seuran jäseniä oli saapuvilla, kun suuronnettomuustutkinnan suunnittelukunnan puheenjohtaja **Kari Lehtola** kertoi mukaansa tempaavasti Suomessa tutkituista onnettomuuksista ja vaara tilanteista.

Ydinväelle erityisen mielenkiintoista oli Lehtolan pohdinta, minkä vakaavuusluokan ydinlaitostapahtuma meillä otettaisiin tutkintaan. Hän arvioi, että jo luokan 3 juttu tulisi melko todennäköisesti selvitettäväksi.

Lehtola esitteli myös suuronnettomuuksien tutkinnasta tehtyjä yleisiä johtopäätöksiä. Myös ne antavat ajattelemisen aihetta ydintekniikan parissa työskenteleville.

On todettu, että lähes aina inhimillisillä tekijöillä on ollut osuutta onnettomuuksiin. Vain harvoin on syyksi kuitenkin osoittautunut vakavaksi luokiteltava huolimattomuus. Tutkinnoista on voitu vetää mm. seuraavia johtopäätöksiä:

- Laadunvalvonnasta ei saa tinkiä.
- Kun työ osataan tarpeeksi hyvin, rutinoitutaan. Turvallisuudesta vastaavien on kyettävä aika ajoin herättämään nukkuvat.
- Henkilöstön kouluttamisessa tehtäviinsä ei saa tinkiä.
- On hankittava ajoissa moderneinta teknologiaa.
- Turvallisuudesta vastaavat eivät saa missään olosuhteissa kadottaa uskoaan.

Tilaisuus jatkui Seuran sääntömääräisellä vuosikokouksella.

HELENA LEMMINKÄINEN
Säteilyturvakeskus

ATS:n uusi johtokunta ja vuoden 1995 tapahtumia

Vuoden 1995 vuosikokouksessa valittiin ATS:n johtokuntaan kaksi uutta jäsentä. Säteilyturvakeskusta edustaa nyt Ilari Aro ja VTT:n edustajaksi tuli ATS Ydintekniikka -lehden päätoimittaja Seppo Vuori. Puheenjohtajana jatkaa Eero Patrakka ja varapuheenjohtajaksi nimitettiin Pertti Salminen.

EERO PATRAKKA toimii kehityspäällikkönä Teollisuuden Voima Oy:ssä. Hän vastaa TVO:n kehitysprojekteista ja osallistuu Olkiluodon laitosten modernisointiin. ATS:n johtokunnassa Eeron erityisinä vastuualueina ovat ekskursion ja ydintekniikan tulevaisuuden näkymien seuraaminen Suomessa ja ulkomailla.

PERTTI SALMINEN on Teollisuuden Energiailiitto TELI ry:n asiamies. Hän on perehtynyt energiapolitiiseen edunvalvontaan. Päävastuualueita ovat perusvoimaratkaisut, energiaverot ja EU. Pertti on johtokunnan varapuheenjohtaja ja vastaa mm. seuran ulkoisesta tiedotuksesta ja ATS-Info -työryhmän kehittämisestä ja ydinvoimaan liittyvistä yhteiskuntasuhteista.

EIJA KARITA PUSKA on VTT Energian erikoistutkija. Hänen päätehtävänsä on APROS-voimalaitossimulaattorin suunnittelu. ATS:n rahastonhoitajana hänen tehtäviinsä kuuluu budjetin laadinta, seuranta sekä jäsenmaksuasiat.

PETRA LUNDSTRÖM on IVO Internationalin suunnitteluinsinööri. Hän osallistuu vakavien reaktorionnettomuuksien hallintastrategian kehitystyöhön. ATS:n johtokunnan sihteerinä hän vastaa kuukausikokousten ja seminaarien suunnittelusta ja toteutuksesta, nuoren jäsenistön aktiivoinnista ja seuran sisäisestä tiedotuksesta.

ILARI ARO on Säteilyturvakeskuksen ydinturvallisuusosaston koulutuspäällikkö. Hän vastaa mm. ydinvoimalaitosten koulutustoiminnan arvioinnista ja ohjainten lisensioimisesta. ATS:n johtokun-

nassa hän tehtävänä on kuukausikokousten suunnittelu ja muu koulutus.

EERO MATTILA on IVO Internationalin projektipäällikkö. Hän vastaa keski- ja matala-aktiivisen ydinjätteen loppusijoitustilan rakennusprojektista. ATS:n johtokunnassa hän vastaa kannatusjäsenasioista.

SEPPO VUORI on VTT Energian johtava tutkija ja Julkishallinnoidun ydinjätetutkimuksen vuosien 1994–1996 ohjelman johtaja. Hän on ATS Ydintekniikka -lehden päätoimittaja ja vastaa lehden kehittämisestä.

Otteita vuoden 1995 toimintasuunnitelmasta

ATS:n toiminta jatkuu vuonna 1995 tuttuun tapaan ATS Ydintekniikan, kuukausikokousten, seminaarien ja ekskursionien merkeissä.

Huhtikuun lopussa järjestetään kotimaanekskursio Loviisaan, missä tutustutaan mm. rakenteilla olevaan VLJ-luolaan. Syksyn ulkomaanekskursiota on suunniteltu Keski-Eurooppaan: Tsekinmaalle, Itävaltaan, Unkariin.

Jäsenet voivat vielä vaikuttaa kuukausikokouksien teemoihin ottamalla yhteyttä johtokunnan jäseniin. Uudet ideat ovat tervetulleita!

Pekka Lehtinen

Lyhyesti maailmalta

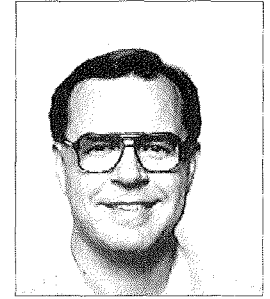
Belgian ydinturvaviranomainen AIB-Vincotte Nucleaire (AVN) ei ole yhtä vaativa valvonnassaan kuin muut viranomaiset, ilmenee USA:n ydinturvaviranomaisen (NRC) julkisuuteen vuotaneesta sisäisestä muistiosta. AVN sallii Tihange 3 ja DOEL 4 PWR-yksiköiden käytön vaikka höyrystintubeissa on pahoja säröjä. Japanin, USA:n ja muiden Euroopan maiden viranomaiset kieltäisivät käytön. NRC sai tiedon säröistä bilateraaliosuuden kautta. AVN:n ydinturvallisuusjohtaja Pierre Govaerts sanoo, että tietovuoto ei vaikuta yhteistyöhön NRC:n kanssa. AVN:n valvonta on tunnetusti vapaata ja vaatimustaso elää uusimman tiedon ja saatujen kokemusten mukaisesti.

Nucleonics week 2.2.1995

Etelä-Korean ensimmäinen täysin kotimainen tutkimus- ja isotooppituotantoreaktori on valmistunut. Avoin allastyypinen HANARO-reaktori (High-flux Advanced Neutron Application Reactor) on teholtaan 30 MW.

NucNet 7.2.1995

Eurooppalainen uusi reaktorityyppi on edennyt perussuunnitteluvaiheeseen. Siemens ja Framatome ilmoittavat, että Eurooppalaisen Painevesireaktorin (EPR) suunnittelun toinen vaihe kestää kaksi vuotta ja maksaa 400 miljoonaa DM. Ilmoitusta edelsi periaatesopimus Saksan voimayhtiöiden, Electricite de Francen, Siemensin, Framatomen ja NPI:n kesken. Tarkoituksena on parantaa nykyisen painevesireaktoriteknologian kustannustehokkuutta ja turvallisuutta. EPR suunnitellaan pitämään mahdollisen vakavan onnettomuuden vaikutukset laitoksen sisällä, jotta



ympäristön väestöä ei tarvitsisi evakuoida. Perussuunnitteluvaihetta seuraa yli kahden vuoden pituinen luvitusvaihe. Ensimmäisen EPR-reaktorin rakentaminen alkaisi aikaisintaan vuonna 2000. Saksan vanhimman BWR-yksikön, Würgassen 640 MW, korvaamisesta EPR:llä keskustellaan.

NucNet 24.2.1995

Intian ydinturvaviranomainen Atomic Energy Regulatory Body (AERB) on myöntänyt käyttöluvan maan kymmenennelle ydinvoimalaitosyksikölle. Kakrapar 2 PHWR 202 MW-yksikkö saavutti kriittisyyden 8.1.1995 ja kaupallinen käyttö alkanee lähikuukausina. Kesän 1994 rankkasateet aiheuttivat tulvan voimalaitosalueella ja täyttivät kaapelitunnelit ja myös turbiinirakennuksen alimmat pumpputilat. AERB edellytti tulvavahinkojen arviointia ja korjausta sekä paloturvallisuusparannuksia ennen käyttöä.

Nucleonics week 12.1.1995

Intia ja Venäjä ovat allekirjoittaneet sopimuksen kahden VVER 1000-yksikön toimittamisesta Intian Atomienergiaministeriölle. Kauppahinta on hieman yli 2 miljardia USD, mistä 85 % maksetaan vastaostoin. Yksiköt rakennetaan etelä-Intiaan. Kaupasta on jo noussut kansainvälinen kohu, koska Intialla ei ole kattavaa ydinvalvontasopimusta ja Venäjä ilmoitti neljä vuotta sitten, että ei myy reaktoreita tällaisille ostajille.

Nucleonics week 12.1.1995

Iso-Britannian ensimmäinen suuri ydinvoimalaitos saavutti kriittisyyden 31.1. Sizewell-B 1200 MW PWR Framatome/Westinghouse/Babcock/GEC Alsthom-yksikön rakentaminen kesti kuusi ja puoli vuotta ja se maksoi 2,03 miljardia puntaa. Yksikkö tuottaa sähköä 1,5 miljoonan ihmisen tarpeeseen. Se on maan 35. ydinvoimalaitosyksikkö ja ensimmäinen kuuteen vuoteen. Laitos sijaitsee Suffolkissa kaakoi-Englannissa.

NucNet 31.1.1995

Iso-Britannian ja Länsi-Euroopan uusien ydinvoimalaitosyksikkö kytkettiin 14. helmikuuta verkkoon sähköntuotantoon. Sizewell-B PWR 1200 MW-yksikön teho nostetaan asteittain täysille kahden kuukauden kuluessa. Yksikön käyttöönotto on sujunut hyvin.

NucNet 14.2.1995

Itävallan hallitus pyrkii estämään Slovakian Mohovce-ydinvoimalaitoksen kahden ensimmäisen yksikön valmistamisen. Laitos sijaitsee 200 kilometrin päässä Wienistä. Itävalta ei luota venäläisten VVER 440/213-yksikköjen turvallisuuteen ja väittää, että yksiköissä käytetty länsimainen teknologiakaan ei riitä takaamaan turvallisuutta. Slovakia neuvottelee parhaillaan Venäjän kanssa lainasta yksikköjen loppunrakentamista varten, samoin kuin Euroopan jälleerakennus- ja kehityspankin kanssa ranskalaisasiantuntijoiden osallistumisen rahoituksesta. Slovakian hallitus on päättänyt rakentaa yksiköt valmiiksi vaikka ilman lännen apua. Voimayhtiö on ollut yhteydessä Ranskan, Saksan ja Suomen asiantuntijoihin, jotka ilmoittivat laitoksen laatutason olevan riittävän.

NucNet 1.3. ja 2.3.1995

Japanissa tammikuussa sattunut voimakas maanjäristys ei aiheuttanut häiriöitä ydinvoimalaitoksille. Kaksikymmentä ydinvoimalaitosyksikköä sijaitsee alle 200 km etäisyydellä järjestyskeskustasta.

Nucleonics week 19.1.1995

Kiina on tehnyt Ranskan Framatomen kanssa aiesopimuksen kahden 1000 MW PWR-laitosyksikön hankinnasta Daya Bayhin. Yksiköt ovat Daya Bayssa jo olevien Guangdong 1 ja 2-yksikköiden kaltaisia. Hong Kong ilmoittaa säteilymittauslaitteistojen hankinnasta Daya Bayn ydinvoimalaitoksen mahdollisten onnettomuuspäästöjen valvontaan. Daya Bay sijaitsee 50 kilometrin etäisyydellä Hong Kongista.

Nucleonics week 19.1.1995

Maailman ydinvoimalaitosyksikköjen määrä kasvoi kahdeksalla vuonna 1994. Kaupallisia ydinvoimalaitosyksikköjä on nyt 432. Suurin kasvualue oli kaukoidässä. Japanissa valmistui neljä yksikköä, Kiinassa, Etelä-Koreassa, Meksikossa ja Iso-Britanniassa yksi. Kaksi vanhaa yksikköä poistettiin käytöstä: Ranskan Bugey 1 ja Skotlannin Dounreay. Eniten ydinvoimalaitosyksikköjä on USA:ssa 109, Ranskassa 56, Japanissa 49, Iso-Britanniassa 34, Venäjällä 29, Kanadassa 22 ja Saksassa 21.

NucNet 4.1.1995

Maailman 432 ydinvoimalaitosyksikön vuoden 1994 käyttökerroinkilvassa Olkiluoto I- ja II-yksiköt olivat maailman parhaat laskettaessa kolmen vuoden käyttökerroin keskiarvot (TVO I 95,17% ja TVO II 93,34%), jolloin 18 kk:n latausjaksoa soveltavat yksiköt ei sotke tilastoa. Maiden välisessä kilvassa perinteinen neljän yksikön minimimäärä tekee jälleen Suomen voittajaksi 89,99% käyttökertoimella ja Sveitsin toiseksi 89,36%, Unkarin kolmanneksi 87,16% ja Etelä-Korean neljänneksi 86,38%. Argentiinan Embalse CANDU 600 MW-yksikkö ja Atucha PHWR 335 MW Siemens-yksikkö nostivat maan ykköseksi 91,85% käyttökertoimella pienten ydinvoimamaiden sarjassa.

Nucleonics week 9.2.1995

Pakistan tilaa toisen kiinalaisen 300 MW reaktorin Chasmaan, ilmoitti maan atomienergiakomission puheenjohtaja Ishfaq Ahmad Pakistanin ydintutkimuskeskuksen avajaisissa.

Nucleonics week 12.1.1995

Ruotsin Ringhals 3-yksikkö on saanut ydinturvaviranomaiselta (SKI) käyttöluvan vuosihuoltoon asti erään säätösauvojen asentoa ja koestuksia koskevin ehdoin. Ringhals 3 ja 4-yksiköiden vuosihuollon jälkeinen ylösajo edellyttää lisäksi viranomaisen hyväksyntää säätösauvaongelman loppuraportille.

Nucleonics week 2.3.1995

Ruotsin perushuollossa olevan Oskarshamn 1-yksikön valmistuminen viivästyy kesään 1995. Laitoksen syöttövesiputkistoa ja siihen yhteydessä olevaa putkistoa on uusittu samoin kuin lähes kaikki suojarakennuksessa olevat kaapelit. Yli kaksi vuotta kestänyt remontti on jo maksanut 700 miljoonaa kruunua ja jatkuu osin vuoteen 1999 asti. Valmistumista hidastaa paineastiaviranomaisen (SA) koestukset ja ydinturvaviranomaisen (SKI) turvallisuusarvioinnit, ilmoittaa voimayhtiön puhemies Lars-Göran Wahlberg.

Nucleonics week 2.3.1995

Ruotsin Ringhals 3 PWR-yksikkö pysäytettiin 12. helmikuuta kesken kautta kahdeksi viikoksi polttoainelisäystä varten. Yksikkö oli kuluttanut talvella otaksuttua enemmän polttoainetta kasvaneen sähköntarpeen kattamisessa. Samalla tarkistetaan kolmen säätösauvan huonon liikkumisen syy ja tehdään tarvittavat korjaukset. Sauvat eivät liikkuneet kokeessa aivan pohjaan asti. Sauvoja ympäröivät vanhat polttoaineputket vaihdetaan uusiin. Laitoksen nelosyksiköllä havaittiin viime syksynä säätösauvoissa samanlaista takertelua vanhojen polttoainepipujen välissä. Ringhalsissa ryhdytäänkin käyttämään tuoretta tai enintään vuoden ikäistä polttoainetta sisempinä olevien sauvojen ympärillä.

IAEA INES ERF 13.2.1995, NucNet 14.2.1995

Ruotsin Barsebäckin ydinvoimalaitoksen inhimillisistä tekijöistä johtuvien laitostapahtumien määrässä on selvää kasvua. Ruotsin ydinturvaviranomainen Statens Kärnkraftinspektion (SKI) edellyttää selvitystä kasvun syistä tammikuun loppuun mennessä. Inhimillisistä tekijöistä johtuvien tapahtumien osuus kaikista tapahtumista oli vuoden 1994 alussa 16 % ja lopussa 27 %. Barsebäckissä ei ole inhimillisiin tekijöihin erikoistunutta asiantuntijaa.

Nucleonics week 19.1.1995

Ruotsin Ringhals 2 PWR-yksikkö on kytketty verkkoon varoventtiili-ongelman ollessa edelleen osaksi selvittämättä. Paineistimen varoventtiilin avautumispiste on kuitenkin säädetty oikeaksi parhaan taidon mukaan. Avautumispiste oli laskettu 20 vuotta sitten ja laskentadokumentaatiota ei ole enää saatavilla. On epäselvää johtuiko varoventtiilin väärä avautumispaine Crosbyn valmistamasta säätötyökaluista tai venttiilitoimittajasta (Hoppkinson) tai laitostoimittajasta (Westinghouse) tai kenties omasta henkilöstöstä.

Nucleonics week 12.1.1995

Ruotsin Ringhals 1 ja 2 yksiköiden modernisointihanke on käynnistynyt. Ringhals-yksiköiden omistaja, Ruotsin kansallinen voimayhtiö Vattenfall AB, on sopinut laitostoimittaja ABB Atomin kanssa Ringhals 1:n modernisoinnista ja Westinghousen kanssa Ringhals 2:n modernisoinnista. Mm. tietokone-, instrumentointi- ja säätöjärjestelmät tullaan uusimaan kokonaan. Laitosmuutokset tehdään 7-8 vuoden kuluessa. Ringhals on käynnistynyt neuvottelut ydinturvaviranomaisen (SKI) kanssa muutosten hyväksynnästä. Ringhalsissa ei uskota ydinvoiman käytön päättyvän Ruotsissa jo vuonna 2010.

Nucleonics week 26.1.1995.

Saksan Brunsbüttel BWR-yksikkö on ollut korjauseisokissa vuodesta 1992. Viranomaisen julkisti helmikuun alussa uuden havainnon, että primääriputkiston ultraäänitarkastusten tarkkuus on ollut riittämätön. Parannetua ainetta rikkomattomaa testausmenetelmää (NDE) käytettäessä löydettiin lisää korroosiosäröjä austeniittisesta putkistosta. Aiemmissä löydöksissä korroosio oli metallin raerajoilla, mutta nyt todettiin myös rakeita halkaisevaa korroosiota. Uudessa testausmenetelmässä käytetään väriainetta, joka paljastaa kaikki metallin pintarakenteen epäsäännöllisyydet. Putkien sisäpuolisen korroosion aiheuttajaksi epäillään eristysventtiilien tiivisteiden klorideja.

Nucleonics week 16.2.1995

Sveitsiläisten säteilyannos ilmoitetaan aiempaa pienemmäksi. Keskimääräinen säteilyannos vuonna 1993 oli 4 millisieverttiä, kun se vuotta aiemmin oli 4,6 millisieverttiä. Annoksesta noin 40 % tulee radon-222:sta kodeissa. Ihmisen aiheuttama osuus on alle 0,2 mSv sisältäen myös ydinvoiman vaikutuksen. Tshernobylin Cs-137 laskeuman vaikutus pienenee vuosittain 3 %.

Nucleonics week 23.2.1995

Ukraina on huolissaan venäläisen VVER 1000-polttoaineen laadusta ja hinnasta. Viime syksynä huono polttoaine aiheutti säästösuojien juuttumista useissa laitosisyksiköissä ja polttoaineen hinta oli noussut 12,5 prosentilla. Ukrainassa suunnitellaan omaa polttoainevalmistusta. Oma tehdas tuottaisi maailmanlaatuista polttoainetta 5-7 vuoden kuluttua. Hankkeelle etsitään ulkomaista rahoitusta.

Nucleonics week 2.3.1995

Ukrainan valtava Zaporozhe 6 x VVER 1000 ydinvoimalaitos on tehnyt ensimmäisen suoran laiteoston lännestä. Espanjalainen Tecnatom toimittaa laitokselle NDE-tarkastuslaitteita reaktoripaineastian ja primääriputkiston valvontaan 2 miljoonan USD arvosta.

Nucleonics week 12.1.1995

USA:n Indian Point 2 PWR 1008 MW Westinghouse-yksikkö on saavuttanut hämmästyttävän kevytvesireaktorien jatkuvan käytön maailmanennätyksen 616 vuorokautta. Edellinen ennätys oli USA:n Limerick 2 BWR-yksiköllä 533 vuorokautta. Kaikkien reaktortyyppien maailmanennätys 894 vuorokautta on käytön aikana ladattavalla Pickering 7 CANDU-raskasvesireaktorilla.

Nucleonics week 2.2.1995

USA:n Robinson 2 PWR 683 MW-yksiköllä tapahtui 13. helmikuuta vaarallinen kaasuvuoto vitaleissa tiloissa. Työntekijät evakuoitiin tiloista välittömästi. Vuodolla ei ollut vaikutusta turvajärjestelmien toimintaan eikä se aiheuttanut radiologista vaaraa. Vuotaneet hiilidioksidipullot sijaittivat apurakennuksen kaapelitilassa ja ne kuuluivat CO₂-palontorjuntajärjestelmään. Vuoto sattui huollon yhteydessä, kun punnituksessa olleita varapulloja kytkettiin kierrellyksellä takaisin putkistoon. Laitosisyksikköä ei tarvinnut pysäyttää tapahtuman johdosta. Hälytystilaa kesti 20 minuuttia ja se päättyi, kun huonetilojen happitaso oli noussut 20 prosenttiin. Tapahtuma on ydinturvallisuusmerkitykseltään INES-asteikon ulkopuolella.

NRC 16.2.1995

USA:ssa on tehty vuosihuollon lyhyden maailmanennätys General Electric-tyyppisten BWR-yksiköiden sarjassa. Limerick 2 BWR 1092 MW-yksikön vuosihuolto kesti 23 vuorokautta. USA:ssa revisiot kestävät usein kaksikin kuukautta. Laitoksen edustajat olivat hakeneet Espanjasta ja Sveitsistä oppia revisiosuunnitteluun. Limerickin käyttäjäyhtiö opettaa nyt revisiosuunnittelua muille voimayhtiöille alan semi-naareissa.

Nucleonics week 2.3.1995

Ins. **Pekka Lehtinen** on Säteilyturvakeskuksen ydinturvallisuusosaston tarkastaja, p. (90) 759 881.

English abstracts

EDITORIAL:

The nuclear legacy of our neighbouring areas

Varjoranta (page 1)

In Russia, in areas close to Finland, there are several nuclear power plants, 300 marine reactors, spent fuel from these reactors and other radioactive waste. The safety of nuclear power plants has been improved although the present social and economic situation poses some problems. Nuclear waste can be a severe local problem, but health effects in Finland are unlikely. It is doubtful that hazardous radioactive materials or nuclear material smuggled to Finland could be a large problem, but the situation calls for prudent control. There are many things we can do to reduce the nuclear risks in our neighbouring areas. All improvements do not require large investments. There are a number of ways we can help also with our limited economic resources.

INTERNATIONAL AID IS NEEDED IN RESOLVING THE MILITARY NUCLEAR WASTE PROBLEMS IN KOLA PENINSULA

Forss (page 2)

Information about military nuclear waste problems in the counties of Murmansk and Arkhangelsk has become public on an unprecedented scale since the end of the cold war and the collapse of the Soviet Union. Relevant technical details about the nuclear waste problem are still classified. The amount of knowledge is, however, steadily increasing despite military secrecy. It is now possible to perform a fairly reliable evaluation of the scope and magnitude of the nuclear waste problem that stems from more

than three decades of operation of nuclear submarines and ships of the former Soviet Northern Fleet. The former Soviet Navy built some 240 nuclear submarines, most of them with twin reactors. About 180 nuclear submarines will have to be disposed of in the coming years. Since the late eighties the Soviet/Russian Navy has retired about twenty nuclear submarines a year. Approximately one hundred nuclear submarines now lie in Russian harbours in the North and in the Far East, awaiting disposal. More than seventy are in the Kola and Arkhangelsk areas. Most of the retired submarines still carry nuclear fuel in their reactors.

RADON: NUCLEAR WASTE CENTRE ON THE COAST OF GULF OF FINLAND

Ruokola (page 8)

In December 1994, a delegation from the Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety made a visit to the Leningrad Specialized Complex "Radon" (LSC) in Sosnovyi Bor in order to have an insight into the facilities there and to discuss future cooperation between the two organizations. LSC is responsible for the transport, treatment and storage of radioactive wastes from more than 200 organizations in the northwestern Russia, including some of the wastes from the Leningrad NPP. LSC is planned to be developed into a modern radioactive waste management centre; financing for this would be obtained partly through the TACIS programme of the European Union. New treatment facilities for radioactive wastes are envisaged and a disposal facility would be constructed at the depth of about 100 m in a nearby clay formation. In this way, the present

problems that include deficient segregation and volume reduction of wastes and poor quality of the oldest storage buildings for solid waste, could be solved.

CHELYABINSK-65 — A CLOSED TOWN OPENS UP

Vilkamo (page 11)

A group of Finnish experts visited the Mayak nuclear fuel reprocessing plant last year. In this article one of the participants of the visit describes the plant and also the history and the present state of the site which was seriously contaminated during the early years of the Soviet nuclear program.

FINNS SURVEY RADIOACTIVITY IN THE ARCTIC AREAS OF RUSSIA

Rissanen (page 18)

The article describes the results of missions where samples for radioactivity measurements were taken from marine environment in the areas surrounding the Kola Peninsula and the Island of Novaya Zemlya and areas further east in the Russian Arctic. Also samples of lichen from several areas have been analyzed. The results show that the general levels of contamination are fairly low, but high concentrations are found locally. The possibility to take samples from closed military areas would complement our knowledge of the level of radioactive contamination in these areas.

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA -

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry

Kannatusjäsenet

ABB Strömberg Power Oy

Fintact Ky

Imatran Voima Oy

Kemira Oy

Mercantile Oy

NAF Oy

Neste Oy

Nokia Oy Ab Voima

Perusvoima Oy

Pohjolan Voima Oy

PRG-Tec Oy

Rados Oy

Saanio & Riekkola Oy

Siemens Osakeyhtiö

Suomen Atomivakuutuspooli

Suomen Malmi Oy

Teollisuuden Voima Oy

VTT Energia

YIT-Yhtymä Oy