

ATS

YDINTEKNIikka

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA -

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



2/95, vol. 24

Tässä numerossa

EU-jäsenyys ja länsiapu lähialueidemme ydinvoimaloille	1
Euroopan unionin ydinturvallisuus-tutkimusohjelma	2
Vakavat reaktorionnettomuudet keskeinen tutkimuskohde	3
EU-tutkimus harmonisoi ydinjätehuollon turvallisuuden analysointia	6
EU:ssa säteilyn terveys- ja ympäristö-vaikutuksille suuri painoarvo	8
TACIS- ja PHARE-ohjelmat Itä-Euroopan avuksi	10
Euroopan unioni muutti voimayhtiöiden toimintaympäristöä	13
ENS-Eurooppa 1995	15
Mitä ydinvoiman käyttäjinä voimme oppia japanilaisilta?	19
Uudet ydinvoimalaitokset helpompia ja turvallisempia käyttää	22
Yhdysvaltojen ydinaseteollisuuden ympäristöongelmat	26
Suomi liittyi Euroopan fuusiotutkimus-ohjelmaan	29
Lyhyesti maailmalta	30
English abstracts	32

ATS

YDINTEKNIikka

2/95, 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

1/95
Ympäristö ja itänaapurin
ympäristöongelmat

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

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

3/95
Suomen energiapolitiikan
arvot

JOHTOKUNTA

Pj. TkL Eero Patrakka
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (938) 381 3300

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

4/95
Ekskursio Unkariin

ILMOITUSHINNAT

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

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

TOIMITUKSEN OSOITE

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

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

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

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

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

ISSN-0356-0473

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



Jorma Kotro

EU-JÄSENYYS JA LÄNSIAPU LÄHIALUEIDEMME YDINVOIMALOILLE

Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitokset tarvitsevat länsiapua turvallisuusparannustensa suunnitteluun ja toteuttamiseen. Yksikään lähialueidemme kahdeksasta laitousyksiköistä ei yllä länsimaisilta laitoksilta vaadittuun turvallisuustasoon. Sekä Kuolan että Leningradin laitokset saavat Euroopan unionin TACIS-apua. Kuitenkaan vain sadan kilometrin päässä EU:n rajasta sijaitsevien laitosten avustaminen ei mitenkään korostu ohjelmassa. Kansainvälisen avun lisäksi Suomen antama bilateraaliapu onkin myös jatkossa tarpeen.

Leningradin laitoksella on neljä 1000 MW:n RBMK-yksikköä. Vanhimmat kaksi on otettu käyttöön 1970-luvun alkupuolella ja uudemmat 1980 luvun alussa. Kuolassa on neljä VVER-440 -yksikköä, joista kaksi vanhempaa 230-tyyppiä otettiin käyttöön 1970-luvun alussa. Niiden suunniteltu käyttöikä päättyy 2000-luvun alkuvuosina. Kaksi uudempaa 213-tyyppiä otettiin käyttöön 1980-luvun alussa.

Lähialueidemme ydinvoimalaitokset tarvitsevat turvallisuusparannuksia, joita ne itse tai Venäjän ydinvoimahallinto eivät ole pystyneet omalla kustannuksellaan suunnittelemaan ja toteuttamaan. Laitosten talous on kärsinyt mm. sähkön alhaiseksi määrätystä hinnasta ja sähkömaksujen viivästymisistä. Nähtäväksi jää, miten viimeaikoina kuullut korkean tason lupaukset laitosten talouden kohentamisesta toteutuvat.

Laitokset eivät käytä riittävästi omia varojaan länsimaisen osaamisen hankintaan. Laitteita on tosin hankittu jonkin verran, mutta hankinnoissakin on usein korostunut tarve helpottaa laitoksien jokapäiväistä toimintaa. Häiriöihin tai onnettomuuksiin ei juurikaan varauduta, ja turvallisuudelle tärkeiden järjestelmien parannusohjelmiin ei keskitytä. Näin varoja ei aina käytetä ydinturvallisuuden kannalta tehokkaimmalla tavalla.

Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitokset ovat Euroopan Unionin TACIS-avun ydinturvaohjelman piirissä kuten kaikki muutkin Venäjän ja Ukrainan ydinvoimalaitokset. TACIS-avusta osa kohdistuu asiantuntija- tai laitehankintapuna suoraan laitoksille, osa Venäjän ydinvoimahallinnon tukemisen kautta. Toistaiseksi tulokset Leningradin ja Kuolan laitoksilla ovat olleet vähäiset. Näiden vain sadan kilometrin päässä EU:n rajasta sijaitsevien laitosten avustaminen ei korostu ohjelmassa. Apu on ehkä jopa keskimääräistä vähäisempää. EU:n jäsenenä Suomi alkaneen vaikuttaa Brysselissä avustusohjelmien suuntaamiseen. Kannamme ymmärrettävästi eniten huolta lähialueidemme laitoksista.

Suomi on vuosittain käyttänyt bilateraaliapuna Leningradin ja Kuolan laitosten turvallisuusprojekteihin noin 3 miljoonaa markkaa kummallekin. Määrällä on pystytty antamaan pääasiassa vain asiantuntija-apua. Siihen ydinturvallisuusosaamisemme ja kokemus venäläisistä laitostyypeistä onkin antanut hyvät edellytykset.

Suomen EU-jäsenyys ei ole vähentänyt bilateraaliavun tarvetta. Monien parannushankkeiden siirtyminen suunnittelusta toteutukseen itse asiassa lisää tukitarvetta. Bilateraaliavun muodossa annetuista varoista 100 % menee ydinvoimalaitosten turvallisuuden hyväksi. Bilateraaliavussa voimme parhaiten vaikuttaa avun kohdentamiseen oikeisiin parannuksiin parhaan turvallisuushyödyn saavuttamiseksi. Kuten Leningradin laitoksen ja Kuolan vanhempien yksiköiden valinta EBRD:n ydinturvarahaston avun piiriin osoittaa, että osa bilateraaliavulla valmistetuista parannuksista voidaan saada toteutetuksi kansainvälisellä avulla. Hankkeille saadaan jatkossa ehkä myös EU:n apua. Näin lähialueidemme laitosten hyöty Suomen bilateraaliavusta kertautuu.

DI Jorma Kotro on IVO International Oy:n projektipäällikkö, p. (90) 8561 2416

EUROOPAN UNIONIN YDINTURVALLISUUSTUTKIMUSOHJELMA

Jäsenyys Euroopan unionissa teki mahdolliseksi osallistua myös ydinenergia-alan tutkimusohjelmiin. Unionin neljännessä puiteohjelmassa (1994–1998) energiatutkimukseen suunnataan rahoitusta noin 18 % eli noin 2300 MECUa.

Ydinturvallisuustutkimuksen alustava kohdealueiden priorisointi

Tutkimuskohde	Budjetti (MECU)
A. Uudet innovatiiviset ratkaisut	6,3
B. Reaktoriturvallisuus	29,0
C. Ydinjätehuolto ja loppusijoitus sekä ydinlaitosten purku	37,8
D. Säteilyn vaikutukset ihmiseen ja ympäristöön	43,4
E. Itä-Euroopan ydin/säteilyturvallisuuden parantaminen	10,5
Yhteisrahoitteinen toiminta yhteensä	127
Fissiotuotteiden käyttäytymiskokeet PHEBUS-laitteistolla	13
Hallinto- ja informaatiotoiminta	20
YHTEENSÄ	160

Energiatutkimuksesta ydinfuusiotutkimukselle on varattu 840 MECUa ja ydinfission turvallisuustutkimukselle kaikkiaan 414 MECUa. Tästä puolestaan JRC-yksiköiden (Joint Research Centre) käyttöön on varattu 254 MECUa ja loput (160 MECU) varsinaiselle ydinturvallisuusohjelmalle (Nuclear Fission Safety, NFS-2).

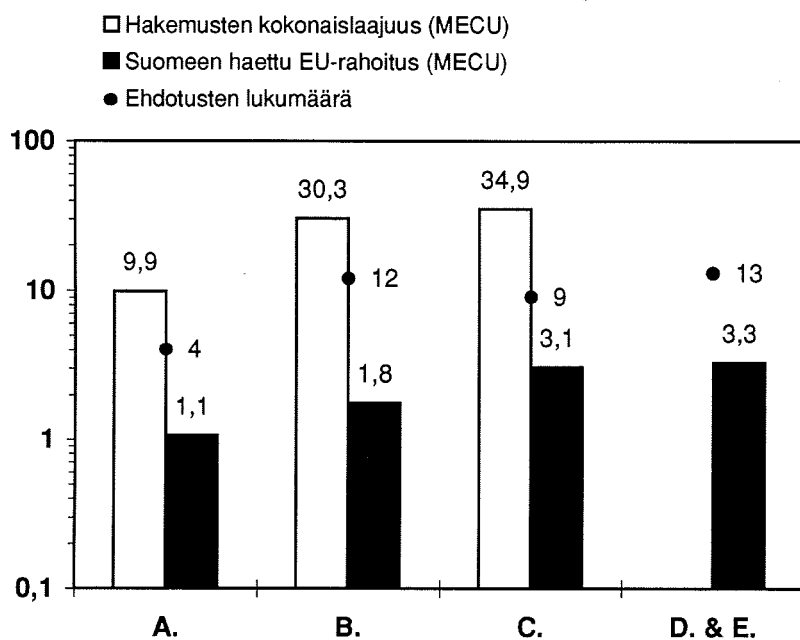
Valtaosa varoista käytetään yhteisrahoitteisiin tutkimuksiin (shared cost action), joissa komissio yleensä maksaa korkeintaan 50 % tutkimusmenoista — yliopistojen ja korkeakoulujen tapauksessa EU-rahoitus voi olla myös 100 %. Lisäksi yhteistyötutkimuksissa (concerted actions) komissio korvaa yhteistyöstä syntyvät suorat kulut (mm. kokoukset ja julkaisut), mutta ei varsinaisia tutkimuskuluja.

Virallinen ilmoitus tarjouspyynnöstä julkaistiin tammikuussa 1995 ja yhteisrahoitteiseen tutkimukseen esitettyjen projektiehdotusten ensimmäinen hakukierros umpeutui 20.3.1995. Toinen hakukierros puolestaan päättyi 28.2.1996. Komission edustajat ovat alustavasti ilmaisseet, että ensimmäisellä hakukierroksella käytetään noin 70 % määrärahoista.

Ensimmäisellä hakukierroksella on komissiolle toimitettu 238 ehdotusta, joissa on yhteensä 1280 partneria. Suomalaiset ovat mukana 38 projektiehdotuksessa ja kuuden projektin koordinaattorina. Näissä ehdotuksissa on mukana noin 200 partneria.

SEPPO VUORI
VIT Energia

Kokonaisbudjettien ja Suomeen haetun EU-rahoituksen jakautuminen alueittain

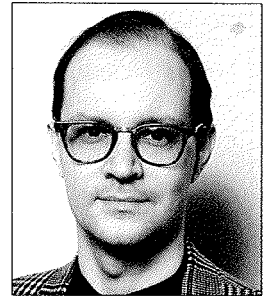


- A. Uudet innovatiiviset ratkaisut (uudet reaktorit ja polttoainekierröt)
 B. Reaktoriturvallisuus — vakavat reaktorionnettomuudet
 C. Ydinjätehuolto ja jätteiden loppu sijoitus sekä ydinlaitosten purku
 D&E. Säteilyn vaikutukset ihmiseen ja ympäristöön ja Itä-Euroopan ydin/säteilyturvallisuus

VAKAVAT REAKTORIONNETTOMUUDET KESKEINEN TUTKIMUSKOHDTE



EU:n reaktoriturvallisuusohjelman keskeisenä tutkimuskohteena ovat vakavat reaktorionnettomuudet ja erityisesti onnettomuuksien seurausten lieventäminen. Innovatiiviset reaktorit on uusi, vielä toistaiseksi selvästi vaatimattomampi tutkimusalue, jossa vakavien onnettomuuksien estämisen tutkiminen on etusijalla. Kummallakin alueella EU:n ohjelmassa luetellut tutkimuskohteet vastaavat erittäin hyvin sitä kuvaa, joka Suomessa on näistä kysymyksistä. Vaikka kilpailu komission rahoituksesta on kovaa, Suomessa on tunnustettua asiantuntemusta useilla painopistealueilla. Meillä on jo nyt toimivat yhteydet keskeisiin eurooppalaisiin tutkimuslaitoksiin. Yhdessä Ruotsin kanssa voimme merkittävästi täydentää EU:n reaktoriturvallisuustutkimusta ja edistää ratkaisujen löytämistä vielä avoinna oleviin ongelmiin.



EU:n neljännessä puiteohjelmassa uusien innovatiivisten ratkaisujen tutkimuksen kokonaislaajuudeksi on suunniteltu 6,3 MECUa, eli noin 5% koko ydinfissiotutkimuksesta. Tämän alueen kohteena on vakavien onnettomuuksien estäminen (prevention), toisin kuin "reaktoriturvallisuus"-alueella, jossa käsitellään lähinnä vakavien onnettomuuksien seurauksia ja niiden lieventämismahdollisuuksia (mitigati-on).

Innovatiivisten reaktoriratkaisujen alueella keskitytään uusien passiivisten, vain painovoimalla toimivien turvalaitteiden ja -järjestelmien tutkimiseen. Etusijalla ovat tutkimukset, jotka ovat suhteellisen yleispäteviä, eivätkä palvele vain yhden uuden reaktorityypin kehittämistä. Alueella selvitetään myös polttoainekierron kehittämismahdollisuuksia. Vaikka tutkimusalueelle on budjetoitu suhteellisen vähän rahaa, sen mukaan otolla on tärkeä merkitys. Kiinnostus uusiin reaktorityyppeihin on Euroopassa selvästi kasvamassa ja konkretisoitumassa.

Passiivisten laitteiden ja järjestelmien käyttöä pyritään lisäämään, koska niiden toiminta ei riipu operaattorin toimenpiteistä. Ne toimivat tiettyssä tilanteessa aina samalla tavalla luonnon lakien mukaan. On kuitenkin ehdottoman tärkeää varmistua siitä, että sellaisia olosuhteita, jotka estävät järjestelmän toiminnan, ei pääse muodostumaan. Esimerkiksi luonnonkierto on suhteellisen häiriöherkkää sitä ylläpitävien paine-erojen pienuudesta johtuen.

Suomessa uusia reaktorityyppejä tutkittu toistaiseksi vähän

Meillä maailmalla tapahtunutta kehitystä on seurattu muun työn ohella. PACTEL-laitteistolla on suoritettu koesarja passiivisen sydämen täyttöjärjestelmän toiminnan tutkimiseksi. Monidimensioisilla virtausohjelmilla on myös laskettu suojarakennuksen ulkopuolisen jäähtyksen tehokkuutta.

Suomalaiset voimayhtiöt ovat nyt kuitenkin liittyneet mukaan AP600-, SPWR- ja SBWR-laitosten kansainväliseen tutkimus- ja kehitystyöhön. VTT

Energiassa on aloitettu ALWR-laitoksiin (ALWR=Advanced Light Water Reactor) ja niiden analysointimahdollisuuksiin liittyvä esiprojekti. Tältä pohjalta VTT Energia teki kaksi PACTEL-laitteiston käyttöön liittyvää projektiehdotusta (VTT Energia koordinaattorina), ja on mukana saksalaisen KFA:n ehdotuksessa. Lisäksi STUK on mukana saksalaisen GRS:n ehdotuksessa.

VTT:n PACTEL-koelaitteiston käyttöön liittyvistä ehdotuksista toisessa esitetään jatkotutkimuksia primääripiirin kylmään haaraan liitetyn hätävesisäiliön toiminnasta, ja toisessa lauhtumattomien kaasujen vaikutuksesta vaakasorien höyrystimien käyttäytymiseen. Saksalaisen KFA:n ehdottamassa projektissa käytettäisiin hyväksi kaikkia eurooppalaisia soveltuvia laitteistoja ja koodeja uusien BWR-konseptien passiivisten jälkilämmön poistojärjestelmien toiminnan tutkimiseksi. Saksalaisen GRS:n ehdotuksessa esitetään PSA-analyysien tekoa ALWR-konsepteille. Näiden neljän projektiehdotuksen kokonaislaajuus on yhteensä noin 10 MECUa. Suomeen on haettu EU:lta noin 1 MECU.

Suunnitteilla olevan NFS-2 -ohjelman reaktoriturvallisuustutkimuksen osa-alueet

VAKAVAT REAKTORIONNETTOMUUDET (B.1–B.4)

B.1 Paineastian sisäpuolella tapahtuvat ilmiöt

- Sydänsulan muodostuminen ja käyttäytyminen
- Sydänsula-jäähdytevuorovaikutukset
- Sydänsulan jäähdytettävyyden paineastian sisäpuolella
- Paineastian käyttäytyminen vakavissa onnettomuuksissa

B.2 Sydänsulan käyttäytyminen ja jäähdytettävyyden suojarakennuksessa

- Sydänsulan termokemiallinen mallinnus
- Sydänsulan purkautuminen paineastiasta ja sulan leviäminen
- Sulan pidättäminen ja jäähdytettävyyden suojarakennuksessa

B.3 Lähdetermi

- Primääripiirin fissiotuoteilmiöt
- Suojarakennuksen fissiotuoteilmiöt
- Fissiotuotteiden käyttäytymisen laskenta

B.4 Suojarakennuksen toiminta ja uhat suojarakennuksen kestävyydelle

- Vedyn kulkeutuminen ja palaminen
- Suojarakennuksen termohydrauliikka ja suojarakennuksen jäähdytys
- (betonin) Materiaaliominaisuudet ja rakenteiden kestävyys
- Suojarakennuksen vuoto

MUU REAKTORITURVALLISUUS

B.5 Tukitoiminta

- Onnettomuustilanteiden hallinta
- Ikääntyminen

Projektien lisäksi on tarkoitus aloittaa ”concerted action” yhteistyö, jossa vaihdettaisiin tietoja ALWR-aiheisista tutkimus- ja kehitysprojekteista. Tavoitteena on päästä yhteisymmärrykseen tulevien tutkimuskohteiden prioriteeteista.

Reaktoriturvallisuus keskittyy vakaviin onnettomuuksiin

Kaavailtu reaktoriturvallisuustutkimus kohdistuu lähes yksinomaan vakaviin reaktorionnettomuuksiin. Tarjouskilpailun perusteella käynnistettäviin tutkimusprojekteihin käytetään reaktoriturvallisuudessa 29 MECUa. Tämä on paljon vähemmän kuin monissa EU:n ydintur-

vallisuusohjelman yleisesityksissä ilmoitettu 48 MECUa. Ero selittyy sillä, että noin 25 % reaktoriturvallisuuden rahoituksesta menee suoraan fissiotuotteiden käyttäytymistä tutkiviin Phebus-kokeisiin.

EU:n reaktoriturvallisuustutkimus ei ole suomalaisille täysin uutta. Olemme jo olleet mukana kolmannen puiteohjelman lähdetermi- ja paineestiaprojekteissa. Osallistuminen on tapahtunut tiedonvaihtoperiaatteella. Tässä yhteydessä on saatu hyvä kuva EU-tutkimuksen nykytilasta ja luotu yhteyksiä organisaatioihin, jotka ovat partnereita nyt käynnistävissä neljännessä puiteohjelmassa. Suomalaisten panokseen kolmannessa puiteohjelmassa ollaan yleisesti oltu varsin tyytyväisiä, mikä toivottavasti tulee näkymään uuden ohjelman projektihakemusten käsittelyssä.

Lähes kaikki NFS-2-ohjelman reaktoriturvallisuusalueelle kaavailut tutkimuskohteet ovat Suomen kannalta kiinnostavia. Useissa tapauksissa meillä on myös kansainvälistä huippuluokkaa olevaa asiantuntemusta.

Huomion kiinnittäminen paineestiatutkimuksen ylätti

Ensimmäisen pääkohdealueen painopisteeksi on määritetty paineastian pitäminen ehyenä vakavien reaktorionnettomuuden olosuhteissa. Valinta on aika yllättävä, sillä useimmissa Euroopassa käytössä olevilla reaktoreilla paineastia rikkoutuu, jos suuri määrä sydänsulaa pääsisi valumaan paineastian pohjalle. Sulan pidättämistä paineastian sisäpuolelta on kaavailtu uuden sukupolven reaktorien vakavien onnettomuuksien hallintaan. Suomessa tähän päämäärään tähtääviä ratkaisuja on tutkittu laajasti jo usean vuoden ajan.

Loviisan VVER-440-laitos on käytössä olevista ydinvoimaloista se, jossa on parhaat mahdollisuudet pidättää sydänsula paineastian sisäpuolella paineastiaa ulkopuolelta jäähdyttämällä. Imatran Voimassa on paineastian ulkopuolisen jäähdytyksen mahdollisuuksia tutkittu perusteellisin kokein.

Kungliga Tekniska Högskolanissa (KTH) Tukholmassa on käynnistymässä koeohjelma, jossa tutkitaan monipuolisesti sula-jäähdytevuorovaikutuksia, paineastian vaurioitumista sekä sulan leviämistä suojarakennuksessa. Kokeet ovat runkona KTH:n koordinoimassa EU-projektiehdotuksessa, jossa Suomesta ovat mukana IVO International koekellisella ja VTT Energia laskentapainoksella.

Sydänsulan jäädytettävyyden tutkimusta vaatii kalliita kokeita

Toisen pääalueen keskeinen tutkimuskohde, sydänsulan jäädytettävyyden suojarakennuksessa, on eräs vakavien onnettomuuksien hallinnan tärkeimmistä kysymyksistä. Kokeet ovat hyvin kalliita, ja ainoa mahdollinen rahoitustapa on koota yhteen laaja kansainvälinen tutkimuskonsortio.

Euroopassa ei kuitenkaan ole sellaisia koelaitteistoja, joilla ilmiötä pystyttäisiin tutkimaan siten, että tulokset olisivat suoraan sovellettavissa suomalaisille ydinvoimaloille. Suomessa tämän alan tutkimus on ollut vähäisempää, eikä alueen projektihakemuksiin yritetty mukaan.

Lähdeterminasioissa suomalaisilla hyvä asiantuntemus

Sen sijaan kolmannen pääalueen, lähde-termi, asiantuntemus on Suomessa korkealla tasolla. VTT:ssä on tehty kokeita aerosolien käyttäytymiselle suojarakennusolosuhteissa. IVO:ssa on tehty suojarakennuskokeita VICTORIA-koelaitteistolla.

VTT ja IVO International ovatkin yhdessä mukana aerosolien kulkeutumista suojarakennuksessa selvittävässä projektihakemuksessa. Suomalaisena panoksena olisivat VICTORIA-koelaitteistolla tehtävät aerosolikokeet. Tämän lisäksi VTT ja IVO International ovat erikseen osallisena neljässä muussa projektihakemuksessa. Näiden aiheina ovat mm. fissiotuotteiden uudelleenhöyrystyminen, Phebus-kokeiden laskenta, jodin kemia onnettomuusolosuhteissa sekä kolmannessa puiteohjelmassa saatujen tulosten tarkastelu.

Lähdeterminatutkimusta EU:ssa hallitsevat ranskalaisella Phebus-koereaktorilla tehtävät fissiotuotekokeet. Paitsi 13 MECU:n suoraa rahoitusta, on oletettavissa, että Phebus-kokeet liittyvät jollain tavalla useimpiin alueen projektiesityksiin. Phebus-reaktorin käytöstä vastaava CEA onkin osallisena lähes kaikissa lähde-termialueen projektihakemuksissa.

Suojarakennusprojekteihin ei lähetetty hakemuksia

Myös suojarakennusprojekteihin riittäisi Suomessa asiantuntemusta. IVO on tutkinut Loviisan suojarakennuksen käyttäytymistä laajasti VICTORIA-koelaitteistolla. Osa kokeista on kohdistettu vedyn kulkeutumiseen suojarakennuksessa. Tänä on myös EU:n tulevan tutkimusohjelman eräs painopistealue. VICTORIA-laitteisto on kuitenkin tehty mallintamaan nimenomaan Loviisan jäälahdutinsuojarakennusta.

Jäälahdutinsuojarakennuksia ei Loviisan lisäksi löydy Euroopasta. EU ei rahoita puhtaasti kansallisia hankkeita, joten EU-tarpeisiin laitteisto olisi pitänyt muuntaa. Tämä taas olisi vähentänyt kokeiden merkitystä omien laitostemme kannalta. Suojarakennusprojekteihin ei yritettykään osallistua ainakaan vuoden 1995 hakukierroksella.

Ikääntymistutkimuksissa ollaan vahvasti mukana

Alueelle B.5 on koottu eräitä reaktoriturvallisuuden kannalta tärkeiksi katsottuja tutkimuskohteita, jotka eivät välittömästi liity vakaviin reaktorionnettomuuksiin. Pääkohteet ovat laitojen ikääntyminen ja onnettomuustilanteiden hallinta.

VTT on osallisena neljässä ikääntymiseen liittyvässä projektiehdotuksessa. Aiheina ovat mm. paineastiateräksen säteilyvauriot, ikääntymisen vaikutus materiaaliominaisuuksiin, korroosio sekä inhimillisten tekijöiden vaikutus tarkastusten luotettavuuteen. Onnettomuustilanteiden hallinnassa IVO International ja VTT ovat mukana kahdessa laajassa projektihakemuksessa.

Reaktoriturvallisuuden alueella suomalaiset ovat osallisina projektiesityksissä, joille haettu EU-rahoitus on arviolta 15 MECUa. Täysimääräisinä toteutusaan pelkäävät nämä projektit veisivät noin 75 % EU:n koko reaktoriturvallisuusalueelle vuonna 1995 jakamasta rahoituksesta. Luvuista on selvää, että kaikkia projekteja tullaan supistamaan huomattavasti. Suomalainen osaaminen on kuitenkin ainakin osalla esitetyistä tutkimusalueista niin tunnustettua, että voimme odottaa hakukierroksen tuloksia toiveikkaina.

DI Heikki Holmström on
VTT Energian erikoistutkija,
p. (90) 456 5050.

TKL Risto Sairanen on
VTT Energian erikoistutkija,
p. (90) 456 5037.

EU-TUTKIMUS HARMONISOI YDINJÄTEHUOLLON TURVALLISUUDEN ANALYSOINTIA

EU:n ydinjätetutkimusohjelman tavoitteena on edistää eri maiden lähestymistapojen harmonisointia ydinjätehuollossa ja erityisesti runsasaktiivisten ydinjätteiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden analysoinnissa. Ohjelmaan sisältyy samoja kohteita, joita Suomessa on pidetty tärkeinä ydinjätehuollon toteuttamiselle turvallisesti ja asetettujen aikataulutavoitteiden mukaisesti. Uusien jäsenmaiden korkeatasoinen ja määrätietoinen ydinjätehuollon tutkimus&kehitys- ja toteutusohjelma tarjoaa merkittävän lisäpanoksen Euroopan maiden ponnisteluihin ydinjätehuollon käytännön ratkaisujen eteenpäin viemiseen. Suomalaisilla tutkimusyksiköillä on samalla mahdollisuus tiivistää jo aiemmin vilkasta kansainvälistä yhteistyötä.

Euroopan unionin neljännessä puiteohjelmassa ydinjätehuollon tutkimuksessa korostetaan runsasaktiivisen jätteen ja käytetyn polttoaineen loppusijoituksen turvallisuusnäkökohtia. Loppusijoituksen turvallisuuden arviointimenetelmien ja analyyseissä tarvittavien tietojen ja perustietämyksen hankkimiseen tähtäävien perustutkimusten osuus on huomioitu. Myöskin täydentäviä mallien kelpoistamismahdollisuuksia tarjoavat luonnonanalogiaoiden tutkimukset sekä kalliolaboratoriot ovat tutkimusohjelmassa mukana. Niinikään ydinlaitosten purkua käsitellään ohjelmassa.

Nyt käynnistyvän puiteohjelman mukainen ydinjätetutkimuksen osuus ydinfission turvallisuustutkimusohjelmassa (NFS-2) vastaa hyvin pitkälle myös suomalaisessa tutkimuksessa priorisoituja osakokonaisuuksia. Panostuskohteiden valinnassa neljäs puiteohjelma on siirtymässä aiempaa selvemmin tukemaan myös suoraan loppusijoitukseen perustuvaa käytetyn polttoaineen huoltostrategiaa. Tutkimustulosten käyttökelpoisuuden kannalta olisi kuitenkin tulevaisuudessa tarkoituksenmukaisempaa keskittää rahoitus harvempiin kohteisiin.

Tutkimusyhteistyöstä on hyötyä sekä julkishallinnoidun tutkimusohjelman että voimayhtiöiden tutkimus- ja kehitysohjelman kannalta. Toisaalta ydinjätetutkimuksessa — samoin kuin ydinenergiatutkimuksessa yleensä — on laajalla kansainvälisellä yhteistyöllä ollut jo aiemmin keskeinen merkitys Suomen ydinvoimaohjelmalle. Niinpä EU:n piirissä toteutettavaa tutkimusyhteistyötä täydentäen tulee myös perinteisiä kansainvälisen yhteistyön muotoja edelleen jatkaa sekä kansainvälisten järjestöjen piirissä (erityisesti OECD/NEA) ja kahden/monenvälisissä kansainvälisissä yhteistyöhankkeissa. Tästä laista on mm. ruotsalaiseen Äspön kalliolaboratorioon liittyvä vilkas yhteistyö.

Suomella ja Ruotsilla vankka ote suoraan loppusijoitukseen

Ensimmäisen pääkohdealueen tutkimuksessa uusilla jäsenmailla, Suomella ja Ruotsilla on vankat perinteet käytetyn polttoaineen suoran loppusijoituksen turvallisuuden arvioinnissa tarvittavassa monitieteellisessä tutkimuksessa. VTT Energia on mukana projektiehdotuksessa, jonka aiheena on käytetyn polttoaineen loppusijoituskonseptien toimintakykyanalyysi erityyppisissä geologisissa

muodostelmissa (savi, suola, kiteinen kallio).

Hankkeen koordinaattori on Ranskasta ja muina osallistujina Suomen ohella Belgia, Saksa, Hollanti ja Espanja. Useimmat näistä maista ovat perinteisesti nojautuneet jätehuoltostrategioissaan jälleenkäsittelyvaihtoehtoon. Tällä hankkeella tähdätään vertailukelpoisen vaihtoehdon luomiseen, missä suomalaisilla kokemuksilla olisi tärkeä rooli. EU:n tukeman projektiyhteistyön lisäksi NFS-2-tutkimusohjelman tavoitteena on edistää eri maiden lähestymistapojen harmonisointia ydinjätteiden pitkäaikaisturvallisuuden analysoinnissa.

EU etsii uusia kalliolaboratorioita

Toisella pääalueella EU:n komissio on selkeästi indikoinut kiinnostuksensa täydentää aiempien jäsenmaiden alueella olleiden kalliolaboratorioiden kattamaa eri kalliotyypin kirjoa. Edellisellä tutkimusohjelmakaudella on tutkimuskäytössä ollut kalliolaboratorio Saksassa Assen suolakäivöksessä sekä Molin tutkimuskeskuksen alueella oleva HADES-kalliolaboratorio savimuodostelmassa. Erityisesti kiteistä kallioperää edustavan kalliolaboratorion sisällyttämistä NFS-2-ohjelmaan on pidetty tärkeänä.

Äspön kalliolaboratorion saaminen EU-tutkimuksen piiriin onkin ollut erityisen mielenkiinnon kohteena. Ruotsalainen jätehuolto-yhtiö (SKB), joka on vastannut Äspön kalliolaboratorion rakentamisesta ja käytöstä, on kuitenkin suhtautunut varsin varauksellisesti laboratorion toiminnan liittämiseen NFS-2-ohjelmaan. Ruotsista ei tiettävästi olekaan jätetty projektiehdotusta ainakaan ensimmäisellä hakukerroksella.



Jo nykyisin hallinnollisin järjestelyin Aspö-hanke on herättänyt laajaa kansainvälistä mielenkiintoa myös Euroopan ulkopuolella. Liittymisellä muodollisesti EU-tutkimuksen piiriin ei välttämättä saavutettaisi hankkeeseen jo nyt osallistuvien osapuolten kannalta merkittäviä etuja. Jää nähtäväksi, miten komission ja SKB:n kesken voitaisiin sopia molempia osapuolia tyydyttävistä organisatorisista ratkaisuksista ja tulisivatko tällöin myös Aspö-hankkeet toisella hakukierroksella mahdollisiksi. Muita mahdollisia kalliolaboratorioita saattaa tulla kyseeseen esimerkiksi Ranskassa tai Englannissa (Sellafieldin alueella).

Luonnonanalogiät täydentämään laboratorio- ja kenttätutkimuksia

Kolmanteen pääalueeseen sisältyy runsaasti tutkimuskohteita, jotka ovat olleet keskeisessä asemassa kotimaisessa ydinjätetutkimuksessa. Suomalaisten kannalta keskeisin tämän alueen projektiehdotus on Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) koordinoima Palmotun luonnonanalogiahanke, johon kohdistuu Suomeen haetusta ydinjätetutkimuksen EU-rahoituksesta suunnilleen puolet. GTK:n ohella hankkeeseen osallistuisivat Helsingin yliopiston radiokemian laboratorio (HYRL), VTT Energia, VTT Yhdyskuntatekniikka sekä STUK.

Hankkeen taustalla onkin vankka ja monipuolinen kotimainen asiantuntemus, mitä täydentää laaja ulkomaisten tahojen kiinnostus. Ehdotusta laadittaessa on aiempaa selkeämmin korostettu luonnonanalogiätutkimusten merkitystä nimenomaan turvallisuusanalyysien mallistojen ja ilmiöiden konseptuaalisten mallien luotettavuuden varmistamisessa — täydennyksenä laboratorio- ja kenttätutkimuksiin nojautuville vastaaville hankkeille.

NFS-2-ohjelman ydinjätehuoltoon kohdistuvan tutkimuksen suunniteltu kokonaislaajuus on 37,8 MECUa

Jätteiden loppusijoituksen turvallisuusnäkökohdat (12,5 %)

- Käytetyn polttoaineen loppusijoitus
- Loppusijoituksen peruutettavuus

Maanalaiset tutkimuslaboratoriot (50 %)

- Loppusijoitustekniikoiden testaus ja demonstrointi
- Loppusijoitustilojen täyte- ja sulkemisaineet
- Loppusijoituksen päästöesteiden pitkäaikaiskäyttäytyminen
- Pohjaveden virtaus ja radionuklidien kulkeutuminen

Perusilmiöiden tutkimus (37,5 %)

- Jätteiden tilavuuden pienentäminen
- Jätetuotteiden ominaisuudet
- Jätetuotteiden ja -pakkausten laadunvarmistus
- Teknisten päästöesteiden ja kallioperän geomekaaninen käyttäytyminen
- Kaasujen kehittyminen ja kulkeutuminen loppusijoitustiloissa ja kalliiossa
- Radionuklidien kulkeutuminen
- Luonnonanalogiät
- Paleohydrogeologia
- Ydinlaitosten käytöstäpoisto

Suhteellinen priorisointi on merkitty sulkeisiin.

Kantavana teemana ehdotetussa hankkeessa on selvittää kokonaisvaltaisesti radionuklidien mobilisointumista U-Th-malmiosta ja liikkumista halkeilleessa kiteisessä kalliiossa ottaen huomioon eri osailmiöiden keskinäisiä vuorovaikutuksia.

Kolmanteen pääalueeseen on Palmotun-hankkeen ohella ehdotettu seitsemää muuta projektia, joihin suomalaiset osapuolet (GTK, VTT Kemiantekniikka, HYRL, IVO IN ja TVO) osallistuisivat. Aihepiireinä olisivat jätteiden tilavuuden pienentäminen, jätetuotteiden ja päästöesteiden (polttoainematriisi ja bentoniitti) ominaisuudet ja käyttäytyminen, jätepakkausten ja jätetuotteenäytteiden laadunvarmistus, radionuklidien kulkeutumisanalyseissä käytettävien hydrogeokemiallisten mallien luotettavuuden arviointi, kaasu-

jen kehitys ja kulkeutuminen loppusijoitustiloissa sekä paleogeohydrologia.

Näin ollen suomalaiset ovat kolmannen pääalueen osalta mukana hankkeissa, jotka käytöstäpoistoa sekä kallioperän ja päästöesteiden geomekaanista käyttäytymistä lukuunottamatta kattavat kaikki pääalueen osa-aihepiirit.

Ydinjätetutkimukseen tehtyjen projektiehdotusten kokonaislaajuus on yhteensä noin 35 miljoonaa ECUa. Suomeen on haettu noin 3 MECU:n rahoitusta. On kuitenkin selvää, että kilpailu tutkimusmäärärahoista tulee olemaan kova ja varsin merkittäviinkin supistuksiin on varauduttava.

Myös vaihtoehtoista polttoainekiertoa tutkitaan

NFS-2-ohjelmassa on myös tutkimus-alue, jossa selvitetään kauempana tulevaisuudessa mahdollisesti kyseeseen tulevia uusia teknisiä ratkaisuja. Yhtenä kohteena ovat vaihtoehtoiset ydinpolttoainekiertoratkaisut. Tutkimuksen päätaivoitteena on selvittää menetelmiä, joilla voitaisiin pienentää runsasaktiivisten jätteiden sisältämien pitkäikäisten radionuklidien määriä.

Uusien menetelmien käytön perusedellytyksenä on käytetyn polttoaineen jälleenkäsittely ja eri nuklideja sisältävien osasten erottaminen sekä niiden transmutaatio eli muuntaminen neutronisäteilytyksellä lyhytikäisemmiksi radioaktiivisiksi aineiksi joko jälleenkierättämällä kyseisiä aineita uudentyyppisissä reaktoreissa tai käyttämällä esimerkiksi kiihdytinpohjaisia ratkaisuja.

Loppusijoitusratkaisuja tarvitaan kuitenkin myös edelläkuvatun kaltaisia uusia konsepteja käytettäessä. Ydinpolttoainekiertoon liittyviä projektiehdotuksia ei ole Suomesta tehty. Tutkimusten tuloksia on kuitenkin syytä huolella seurata, jotta voidaan muodostaa mahdollisimman luotettava ja monipuolinen kuva esillä olevien uusien ratkaisujen realistisesta merkityksestä ydinjätehuollon kannalta.

Tutkimusohjelmaan sisältyy lisäksi läheisesti säteilysuojeluun liittyvä osa-alue, jossa tavoitteena on avustaa Itä-Euroopan maita aiemman ydinteknisen toiminnan aiheuttamien ympäristön saastumisongelmien ratkaisemisessa ja kertyvien radioaktiivisten jätteiden huollossa.

Tkt Seppo Vuori on VTT Energian johtava tutkija ja ATS Ydintekniikka-lehden päätoimittaja, p. (90) 456 5067.

EU:SSA SÄTEILYN TERVEYS- JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSILLE SUURI PAINOARVO

EU:n säteilyturvallisuustutkimuksen painopiste on neljännessä puiteohjelmassa selvästi siirtymässä säteilyn terveysvaikutusten selvittämiseen ja toisaalta pelastusvalmiuksia tukevaan tutkimukseen. Nämä suuntaukset tarkoittavat molekyylibiologisten ja epidemiologisten tutkimusten vahvistamista ja toisaalta perinteisen radioekologisen tutkimuksen kohdentamista entistä selvemmin palvelemaan poikkeuksellisissa säteilytilanteissa tehtäviä suojelupäätöksiä. Luonnon-säteilyn tutkimus on osa ohjelmaa, ja siinä pääpaino tulee olemaan radonepidemiologisten tutkimusten tekemisessä ja sitä kautta radonaltistuksen terveysriskin täsmentämisessä.

Ydinturvallisuusohjelman alue D "Radiological Impact on Man and the Environment" keskittyy säteilyn terveysvaikutusten ja muun säteilyturvallisuuden tutkimukseen. Koko ydinturvallisuusohjelmalle varatusta 160 MECU:n budjetista on tälle alueelle osoitettu 49,6 MECUa. Tämäkin budjetti todennäköisesti kasvaa vielä noin 7 prosentilla, jos koko neljännen puite-

ohjelman kokonaisbudjettia kasvatetaan tällä prosenttimäärällä uusien jäsenmaiden tullessa mukaan.

Ydinturvallisuusohjelman informaatio-paketissa (Information Package, Nuclear Fission Safety, European Commission, 1994) on esitetty yksityiskohtainen säteilyturvallisuusohjelman rakenne. Moniin säteilyturvallisuutta käsitteleviin

Osa-alue D: Säteilyn vaikutukset ihmiseen ja ympäristöön

- D.1 Säteilyn vaikutusmekanismit solutasolla ja epidemiologia
- D.2 Säteilyriskien arviointi
- D.3 Säteilyaltistuksen vähentäminen

Osa-alue E: Itä-Euroopan ydinturvallisuuden parantaminen

- E.1 Terveysvaikutusten tunnistaminen ja lieventäminen
- E.2 Pahasti saastuneiden alueiden kunnostaminen
- E.3 Radioaktiivisten jätteiden huolto ja varastointi
- E.4 Onnettomuustilanteiden hallinnan kehittäminen
- E.5 Tiedon hallinta ja välitys
- E.6 Yleinen tiedotus

projekteihin on mahdollista ottaa yhteistyökumppaneita myös Keski- ja Itä-Euroopan maista sekä IVY-maista. Ydinturvallisuusohjelmassa on erillinen osa-alue, joka käsittelee ydinturvallisuuden parantamista Itä-Euroopan maissa. Tälle osa-alueelle EU on budjetoinut 12 MECUa.

Euroopan komission virkamiehet ovat rohkaisseet jäsenmaita ottamaan tutkimushankkeisiin mukaan myös Keski- ja Itä-Euroopan maiden sekä IVY-maiden tutkijoita yhteistyön lujittamiseksi näiden maiden kanssa. Tässä suhteessa useat Suomesta lähteneet projektiehdotukset saanevat pienen lisäedun, koska niissä on osapuolia myös näistä maista.

Suomesta useita projektiesityksiä Euroopan komissiolle

Ydinturvallisuusohjelma valmistui viime joulukuun puolivälissä ja sitä koskeva informaatiopaketti valmistui vasta tammikuussa. Ensimmäinen projektiesitysten hakuaika päättyi 20. maaliskuuta. Varsinkaan uusille jäsenmaille, jotka eivät tunteneet kovin tarkasti ohjelman tulevaa sisältöä, jäi niukasti aikaa ehdotusten tekemiseen. Siitä huolimatta suomalaisten koordinoimia säteilyturvallisuutta käsitteleviä hakemuksia ehti lähteä kolme kappaletta ja yhteistyökumppaneiksi ehdittiin kymmeneen muuhun projektiesitykseen.

Projektihakemusten suomalaisen osuuden kokonaiskustannukset kolmelle vuodelle ovat 6,3 MECUa, josta summasta on Euroopan komission osuudeksi anottu 3,3 MECUa.

Projektiesitykset ovat parhaillaan komission valitsemien riippumattomien asiantuntijoiden arvioitavina. Komissio tekee päätöksensä hyväksyttävistä projekteista kesän aikana ja yksityiskohtaiset sopimusneuvottelut hyväksytyjen hankkeiden koordinaattoreiden kanssa alkavat loppukesästä.

RAIMO MUSTONEN
Säteilyturvakeskus

ANNONS

STIPENDIER FÖR KÄRNKRAFTSFORSKNING LEDIGANSLÅS

Svenska tekniska vetenskapsakademien i Finland lediganslår stipendier att sökas ur dipl.ing. **Edmund Wilhelm Guerillot's fond.**

Stipendierna ges i enlighet med testamentet åt forskare eller forskargrupper, för forskning av teknologi i kärnkraftverk. Förutom direkt kärnteknisk forskning kan även forskning i angränsande områden som säkerhets-, miljö- och produktionsteknik samt uppbyggande av behövlig infrastruktur beaktas. Med stipendierna vill man befrämja

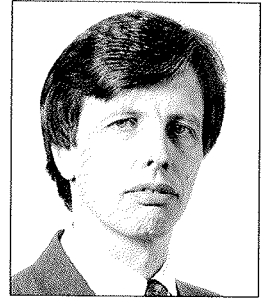
- utförande av kvalificerat forskningsarbete,
- fortbildning för doktors-, licentiat eller annan examen
- studier eller forskning vid utländska organisationer
- ibruktagande av nya planerings-, beräknings-, provnings- och övervakningsmetoder och
- andra ändamål under förutsättning att de främjar användningen av kärnkraft för el-produktion.

Totalt utdelas ca. 500.000 mk i stipendier år 1995. Motsvarande belopp kommer att lediganslås för samma ändamål även under de två följande åren. Sålunda kan ftreåriga projekt stödjas även om stipendiebesluten görs årligen.

Ansökan bör innehålla beskrivning av på vilket sätt stipendiet skall användas och stipendiemottagarnas meritförteckning eller curriculum vitae. Om ansökan görs i en forskargrupps namn bör även forskargruppens målsättning beskrivas. Stipendiemottagare bör efter stipendietidens utgång avge skriftlig redogörelse över stipendiets användning och uppnådda resultat.

Ansökan bör vara akademins sekreterare, prof. Kenneth Holmberg tillhanda senast **tisdagen den 15 augusti 1995** under adress VTT Tillverknings teknik, P.B. 1702, 02044 VTT (Esbo). På eventuella förfrågningar svarar akademins sekreterare vid tel. 90-4565370.

TACIS- JA PHARE-OHJELMAT ITÄ-EUROOPAN AVUKSI



Euroopan unioni on yksi merkittävimpiä Itä-Euroopan ydinvoimailaitosten turvallisuusparannusten tukijoita. Apu kohdistuu laitosparrannuksiin, käyttöturvallisuuteen, ydinjätehuoltoon ja viranomaisvalvonnan edellytyksiin. Apu koostuu selvityksistä, konsultoinnista ja laitetoimituksista. Toteutetut parannukset laitoksilla ovat toistaiseksi budjettiin nähden suhteellisen vähäisiä. Syynä on ollut ohjelmien hidas käynnistyminen, selvityspainotteisuus, ydinvastuukysymykset ja auttajien vähäinen Itä-Euroopan kokemus. Ohjelma on kuitenkin antamassa saajamaille tietoa ja mahdollisuuden arvioida laitoksiaan länsimaista turvallisuusajattelua vasten. Näin on myös luotu valmiuksia konkreettisempienkin parannusten toteuttamiselle.

TACIS (Technical Assistance of Commonwealth of Independent States) on Euroopan unionin avustushjelma, jolla tuetaan entisten Neuvostoliiton alueen maiden siirtymistä markkinatalouteen ja demokraattiseen yhteiskuntajärjestelmään. Lähes puolet avusta kohdistuu Venäjälle. Tuki annetaan lahja-apuna valituille painopistektoreille. Näitä ovat ydinturvallisuuden lisäksi yritystoiminnan kehittäminen, henkilöresurssien kehittäminen, elintarviketuotanto ja -jakelu, kuljetus, telekommunikaatio, energia sekä ympäristö. Painopistesektorit vaihtelevat maittain.

PHARE (Poland and Hungary Assistance for the Reconstruction of the Economy) ohjelma käynnistyi Euroopan yhteisössä 1990. Alkuperäisestä nimestään huolimatta avustushjelma kattaa nykyään lähes koko itäisen Keski-Euroopan: Puola, Unkari, Tsekinmaa, Slovakia, Bulgaria, Romania, Albania ja entisen Jugoslavian maista Slovenia ja mahdollisesti pian myös Kroatia.

Myös Baltian maat kuuluvat TACIS:n sijasta PHARE-ohjelman piiriin. PHARE-avun tavoitteena on tukea avustettavien maiden siirtymistä markkinatalouteen ja demokratiaan ja myös edistää maiden integroitumista Euroopan unioniin ns. Eurooppa-sopimusten kautta.

Luonteeltaan PHARE-ohjelma on konkreettisempi kuin TACIS. PHARE sisältää myös infrastruktuuri-investointien toteutuksen rahoitusta sekä liike-elämän kehittämistä. Infrastruktuurihankkeissa TACIS pyrki rajoittumaan hankkeen selvitysvaiheen tukemiseen. Ydinvoimahankkeissa ohjelmien välillä ei ole merkittävää eroa.

Ydinturvallisuusapuun varattu satoja miljoonia

Viime vuosina Euroopan komissio on varannut ydinturvallisuusalan hankkeisiin noin 400 miljoonaa markkaa

TACIS- ja PHARE-ohjelmien tavoitteet

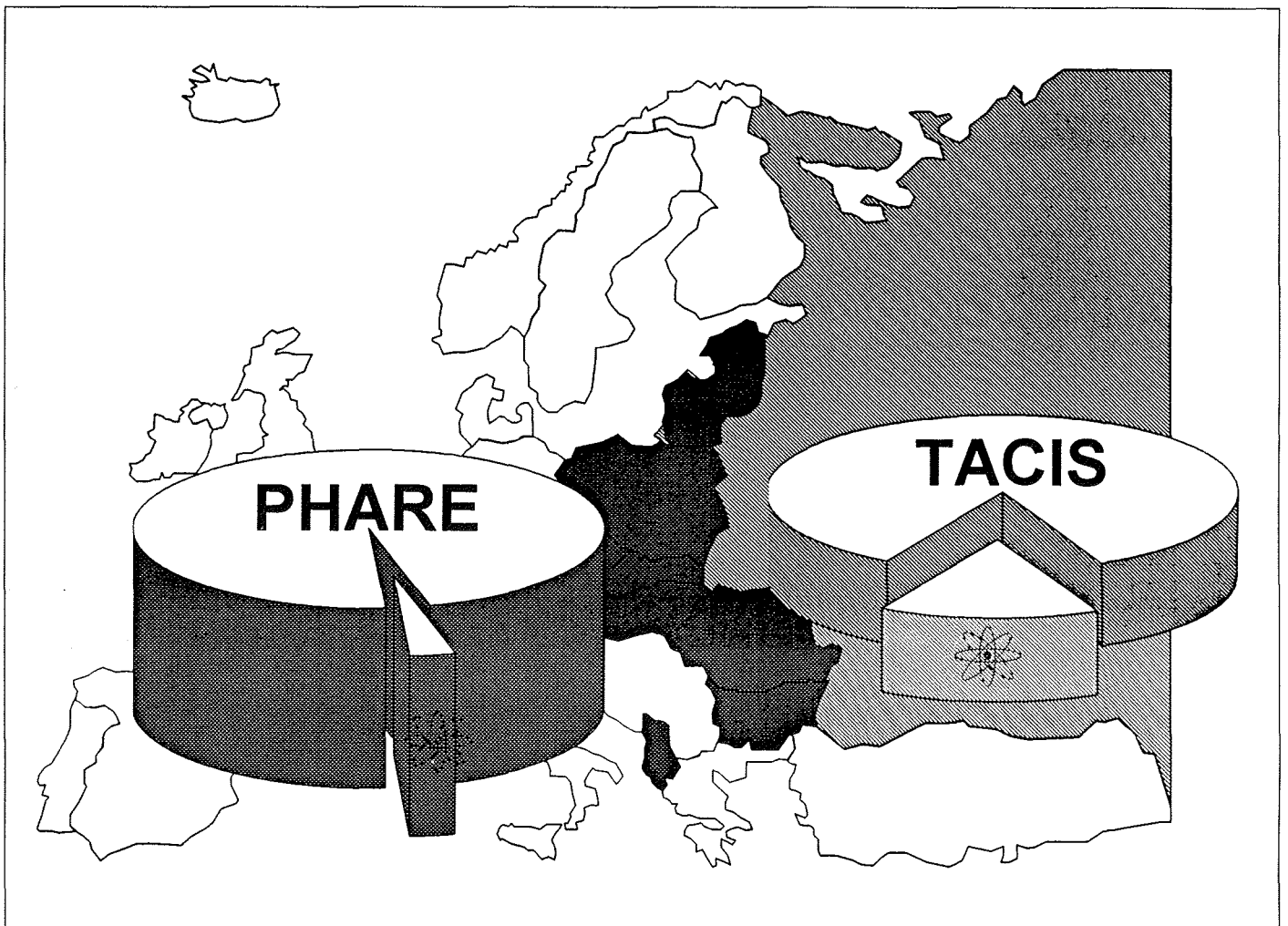
- Olemassaolevien ydinvoimailaitosten turvallisuuden parantaminen käyttöturvallisuusparannuksin ja lyhyentähtäimen laitostuutuksin
- Ydinjätehuollon varmistaminen
- Viranomaisvalvonnan edellytysten parantaminen

TACIS:n 3 miljardin markan budjetista ja noin 150 miljoonaa markkaa PHARE:n 6 miljardin markan budjetista. Lahja-avun lisäksi hankkeisiin on saatavissa Euratomin lainoja. EU-maiden apua lisäävät vielä jäsenmaiden omat kansalliset avustushjelmat.

PHARE:n ydinturva-apu alkoi 1991. Ensimmäisiä hankkeita olivat instrumentointi- ja PSA-selvitykset Tsekkoslovakian laitoksille ja hätäohjelma Bulgarian Kozloduy:n VVER-440-laitosyksiköille. Kozloduy:n hätäohjelma sisälsi WANO:n järjestämänä 'Housekeeping'-ohjelman, 'Twinning'-ohjelman ranskalaisen Bugey:n voimalaitoksen kanssa ja useista parannus selvityksistä koostuvan ns. 6-kuukauden ohjelman. Kozloduy on tärkein kohde myös seuraavien vuosien budjeteilla tehdyissä tai edelleen tehtävissä laitoskohtaisissa projekteissa. Useille osallistuneille länsiyhtiöille projektit tarjosivat ensimmäisen mahdollisuuden tutustua venäläiseen ydinvoimateknologiaan ja itä-eurooppalaisiin ydinvoimaorganisaatioihin.

Laitoskohtaisten hankkeiden lisäksi PHARE:een on viime aikoina lisääntynyt määrin otettu mukaan useampia VVER-440-laitoksia (Paks Unkarissa, Dukovani Tsekinmaassa, Bohunice Slovakiassa) palvelevia turvallisuusanalyysi-, selvitys- ja koulutusprojekteja. Niissä korostuu osaamisen siirto kohdemaille.

Myös viranomaisorganisaatioiden tuki on lisääntynyt osaamisen siirron ja laitoskohtaisten lisensioitavuusarvioavun muodossa. Uutena osa-alueena ohjelmaan ovat tulossa polttoainekiertoon ja aktiivisten jätteiden käsittelyyn liittyvät projektit.



Euroopan unionin avustushjelmat ja ydinturva-avun osuudet.

Venäjällä ja Ukrainassa siirryttiin nopeasti suoraan laitosapuun

TACIS:ssa ensimmäisen budjettivuoden 1991 ohjelman pääpaino oli erilaisilla yleisluontoisilla ja laitostyyppikohtaisilla analyysi- ja arviointitoilla. Ongelmallisimpina pidetyt laitostyyppit — RBMK ja VVER-440:n vanhempi malli 230 — olivat etusijalla. Myös koulutuksen kehittämistä painotettiin.

Seuraavan vuoden ohjelma keskittyi konkreettisempien tulosten saamiseen laitosten suoraan avustamiseen. Useimmille Venäjän ja Ukrainan ydinvoimalaitoksille valittiin kummeiksi länsieurooppalaiset ydinvoimayhtiöt. Kummiyhtiön tehtävänä oli konsultoida ja tehdä selvityksiä laitospaikkakohtaisesti valituista kohteista sekä valmistella parannusprojekteja, jotka sitten tarjouskilpailulla valittavat toimittajat toteuttaisivat.

Kolmannen budjettivuoden 1993 ohjelmassa oli sekä laitospaikkakohtaista apua että yleisempiä projekteja keskusorganisaatioiden kautta kattavaa uudempien laitostyyppien selvityksiä. Myös polttoainekierto ja aktiivisten jätteiden käsittelyyn liittyviä projekteja on tulossa.

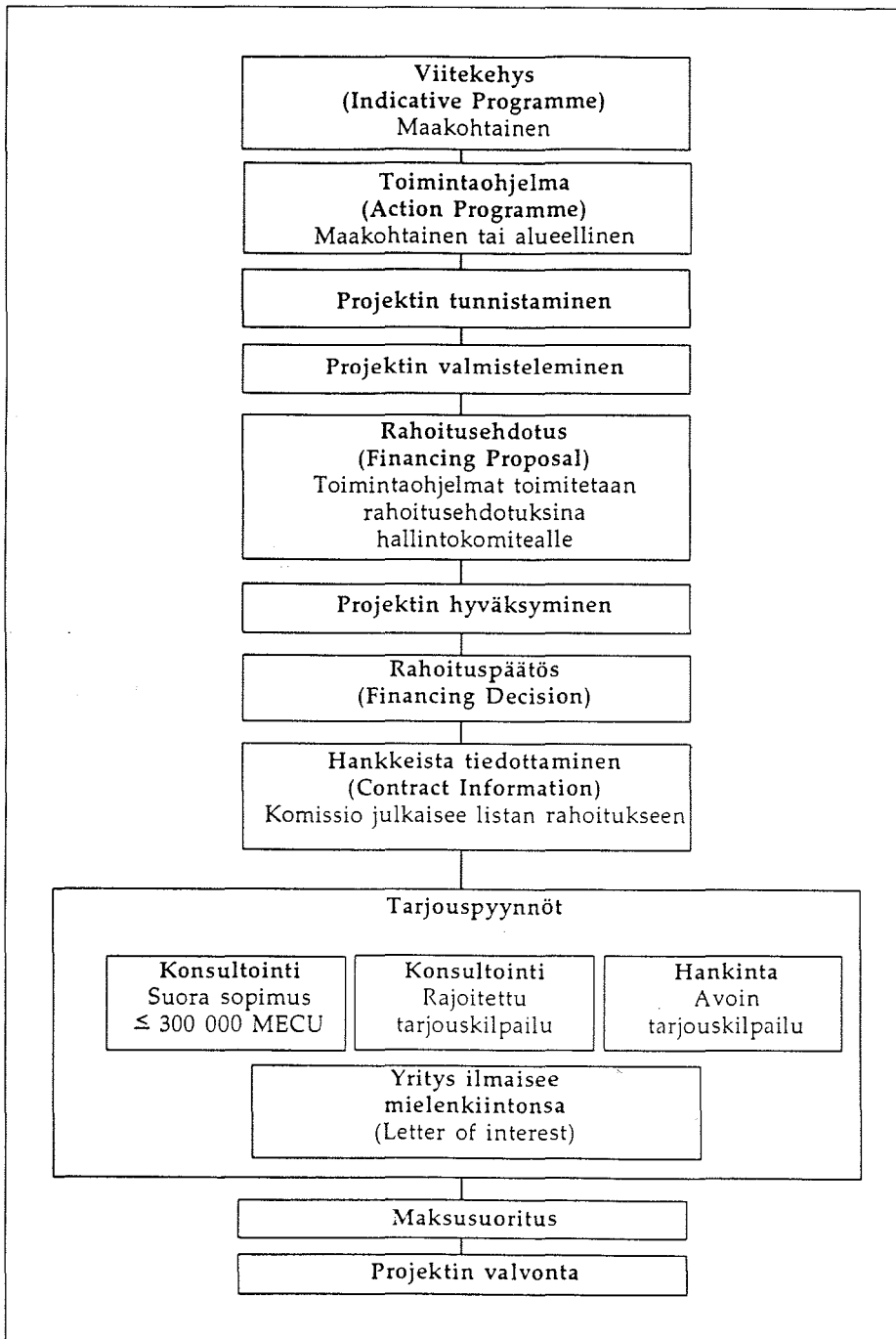
TACIS-apu on kohottanut ydinturvaviranomaisten ja niiden tukioorganisaatioiden valmiuksia. On perehdytty länsiviranomaisten menetelmiin ja jopa konttorikonetoimituksiin on osallistuttu.

EU on lähtemässä tukemaan Ukrainassa myös kolmen keskeneräisen VVER-1000 -laitosyksikön — Rovno-4:n, Khmelnyzki-2:n ja Zaporozhe-6:n — loppuunrakentamista. Laitokset ne ovat maan energiatilanteen kannalta välttämättömiä ja vähentävät tarvetta jatkaa Tsernobylin toimivien laitosten yksiköiden käyttöä.

TACIS:ssa on oma erityisohjelma Tsernobylinille. Se sisältää mm. vaurioituneen nelosyksikön eristämisselvityksen, konsultti- ja laiteapua onnettomuuden jälkien puhdistukseen sekä apua käyvien yksiköiden kiireellisimpiin laitetarpeisiin.

Ohjelmien käynnistyminen kangerrellut

Eriyisesti TACIS:ssa ja usein myös PHARE:ssa ohjelmien laatiminen, sopimusten valmistelu ja projektien aloittaminen on ollut hidasta. Budjetoitiin verrattuna projekteista vain alle puolet on aloitettu. Aloitus on saattanut viivästyä jopa 2–3 vuotta varojen budjetoinnista. Viiveitä on aiheuttanut mm. neuvottelut ohjelmien ehdoista, sisällöstä ja avunsaajamaan organisaatioiden osuudesta sekä erityisesti useiden avunsaajamaiden kohdalla avoin ydininvestuu-



TACIS-ohjelman prosessikaavio.

kysymys. Toistaiseksi pääpainoisesti selvitysluonteiset projektit ovat kuitenkin luoneet valmiuksia sekä avunsaajattain erityisesti avunantajamaissa konkreettisempienkin ydinturvallisuusparannusten projekteihin.

Molemmissa avustusohjelmissa valmisteluprosessi yleistavoitteista konkreettisiin projekteihin on samantapainen. PHARE:ssa kohdemaan viranomaisilla on hiukan merkittävämpi rooli kuin TACIS:ssa. Apu sisältää sekä maakohdettaisia että useaan maahan kohdistuvia

alueellisia hankkeita. Yleistavoitteet on määritelty viitekehysohjelmissa ja budjettivuositaisissa maa- tai aluekohtaisissa toimintaohjelmissa. Ydinvoimalaitosten turvallisuusparannukset toteutetaan joko maa/aluekohtaisina, laitostyyppikohtaisina tai laitospohjaisina projekteina.

Ydinvoimahankkeissa sekä ohjelmien valmistelussa että yksittäisten projektien määrittelyssä Euroopan komissio avustaa länsieurooppalaisten ydinvoimayhtiöiden liittymä TPEG (Twinning

Programme Engineering Group). Laitospohjaisia projekteja valmistelevat lisäksi lähes kaikille Venäjän ja Ukrainan ydinvoimalaitoksille nimetyt kummilaitokset tai -yhtiöt. Vastaavasti läntiset viranomaisorganisaatiot osallistuvat viranomais- ja niiden tukioorganisaatioiden apuohjelmien valmisteluun.

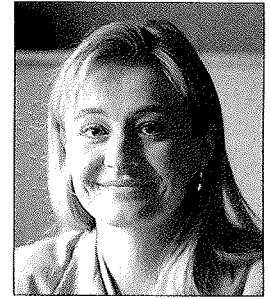
Sekä TACIS:ssa että PHARE:ssa apu on pääosin lahja-apua, jonka toimittajiksi pääsevät EU maiden yritykset ja muut organisaatiot. Näin EU-maat ja toimittajayritykset tulevat jatkossa hyötymään avustusohjelmien aikana saamastaan jalansijasta avunsaajamaiden kasvavilla markkinoilla luotujen liikeyhteyksien, markkinatuntemuksen, maineen ja jopa vaikutusvallan kasvun kautta. Ydinvoima-apu ei tee tässä suhteessa poikkeusta. Joillain strategisesti tärkeillä aloilla on havaittavissa jopa kilpailua ja päällekkäisyyttä avunantajien välillä. EU haluaa hyötyä ohjelmistaan myös edistämällä niiden avulla eurooppalaisten yhtiöiden keskinäistä yhteistyötä.

Hankkeiden toteuttajien valinta tapahtuu yleensä tarjouskilpailulla lukuunottamatta pienimpiä konsulttitoimeksiantoja. Pääsääntöisesti kilpailutus toteutetaan konsulttitehtävissä hankekohtaisesti laadittavalle ns. lyhyelle listalle päässeiden yritysten kesken ja laitetoimitusprojekteissa avoimena tarjouskilpailuna. Kilpailutuksen hoitaa yleensä komissio tai sen konsultit. Osalle PHARE-projekteja toimittajavalinnat on tehty avunsaajamaissa.

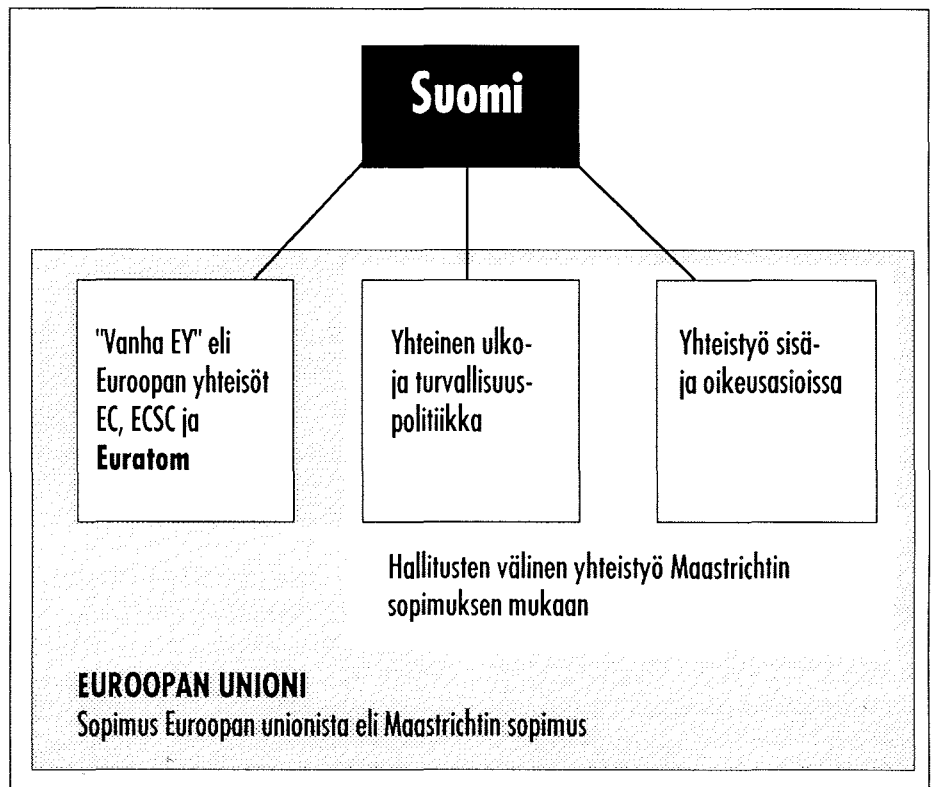
Avunsaajamaiden yrityksille ja organisaatioille on usein varattu mahdollisuus toimia alihankkijoina. Ydinvoimaprojekteissa paikallinen yhteistyökumppani onkin yleensä sekä välttämätön venäläistä teknologiaa tuntemattomille länsitoimittajille, että avunsaajamaan vaatimus. Näin osa avusta hyödyttää sekä rahallisesti että tiedon siirtymisen kautta laajempaa osaa avunsaajamaiden ydinvoimaorganisaatioista.

DI Jorma Kotro on IVO International Oy:n projektipäällikkö, p. (90) 8561 2416

EUROOPAN UNIONI MUUTTI YDINVOIMAYHTIÖIDEN TOIMINTAYMPÄRISTÖÄ



Suomesta tuli Euroopan unionin (EU) täysjäsen 1.1.1995. Samalla liityimme Euratomiin eli Euroopan atomienergiayhteisöön, jolla on omat vaikutuksensa ydinvoimayhtiöiden toimintaan. Euratom ei sisällynyt lainkaan ETA-sopimukseen, joten ydinvoimayhtiöt toimivat nyt uudeltaisessa EU-ympäristössä. Yhtiöiden tulee ottaa oikeudellisesti velvoittavina huomioon kansallisen lainsäädännön lisäksi yhteisöoikeuden määräykset ja EY-tuomioistuinten oikeuskäytäntö. Euratomin vuoksi Suomen ydinenergia- ja säteilylainsäädäntöön on tehty useita muutoksia. Seuraavassa on rajauduttu tarkastelemaan nimenomaan välittömiä Euratomista johtuvia keskeisimpiä muutoksia.



Suomen jäsenyyden ja Euratom-yhteisön asemaa EU-kokonaisuudessa.

Euroopan unionin perustana ovat kolme Euroopan yhteisöä eli "vanha EY": Euroopan yhteisö (EC) eli entinen talousyhteisö, Euroopan hiili- ja teräsyhteisö (ECSC) ja Euroopan atomienergiayhteisö (Euratom). Lisäksi unioni kattaa yhteisen ulko- ja turvallisuuspolitiikan sekä yhteistyön sisä- ja oikeusasioissa.

Vuonna 1957 perustettu Euratom on ylikansallinen yhteisö, jolle Suomi on muiden jäsenvaltioiden tapaan luovuttanut tietyissä ydinenergia-asioissa lainsäädäntövaltaa ja muita valtaoikeuksia. Yhteisön tavoitteena on myötävaikuttaa jäsenvaltioiden elintason nostamiseen ja yhteyksien kehittämiseen muiden jäsenvaltioiden kanssa. Tämä tapahtuu luomalla tarvittavat edellytykset ydinenergian nopealle käyttöönnotolle ja

ydinenergiateollisuuden kasvulle EU-maissa. Euratomin tehtävät ja yksityiskohtaiset keinot niiden toteuttamiseksi määritellään yhteisöoikeudessa, lähinnä Euratomin perustamissopimuksessa ja sen nojalla annetuissa määräyksissä. Nämä sisältävät myös tiettyjä yrityksiin suoraan sovellettavia säännöksiä.

Euratom valvoo ydinmateriaaleja ja polttoainehankintaa

Yhteisöoikeuden mukaan Euratom-yhteisö omistaa EU-alueella tuotetun ja EU-alueelle tuodun erityisen halkeamiskelpoisen materiaalin eli käytännössä rikastetun uraanin ja plutoniumin. Kyseessä on eräänlainen latentti yliomistusoikeus, sillä ydinvoimayhtiöillä säilyy rajoittamaton käyttö- ja kulutusoi-

keus hankkimiinsa aineisiin. Tämä edellyttää kuitenkin Euratom-sopimuksen ydinmateriaalivalvontaa, terveyden suojelua ja polttoainehankintaa koskevien määräysten noudattamista.

Euratom turvautuu omistusoikeuteensa vain äärimmäisenä keinona ydinainesten käytössä tapahtuneissa rikkomuksissa tai tilanteissa, joissa ydinenergian huoltovarmuutta ei voida varmistaa normaalein markkinavoimien keinoin. Normaalitilanteissa yhteisön omistusoikeus ei vaikuta yhtiöiden käytännön toimintaan.

Ydinvoimayhtiöiden polttoainehankintoissa Euratomilla on keskeinen rooli. Yhteisön tehtävänä on varmistaa malmin ja ydinpolttoainesten säännölliset ja tasapuoliset toimitukset kaikille käyttäjille yhteisössä. Tätä varten on perustet-

tu hankintakeskus (Euratom Supply Agency, ESA). Polttoainehankintoja koskevat sopimusneuvottelut tapahtuvat edelleen yhtiöiden ja ydinpolttoaineen valmistuksessa tarvittavien aineiden (malmit, lähtöaineet, rikastettu uraani) tuottajien välillä.

Toimitussopimukseen ja rikastuspalvelusopimukseen tarvitaan kuitenkin hankintakeskuksen hyväksyntä ja allekirjoitus. Hankintakeskuksella on mahdollisuus hylätä sopimukset yhteisöoikeuden nojalla. Viime aikoina hankintakeskus on hylännyt EU-alueen käyttäjien ja Venäjän/IVY-maiden toimittajien välisiä sopimuksia. Neuvotellut hinnat ovat nimittäin alittaneet selvästi markkinahinnat heikentäen EU-alueen toimittajien asemaa ja vaarantaen näin hankintojen moninaisuuden ja varmuuden tulevaisuudessa. Yhtiöiden ottaessa sopimuksissaan huomioon Euratomin tavoitteet ja hankintapolitiikan ongelmia tuskin ilmenee. Tosin hankintakustannukset nousevat.

Komission tarkastajat Suomen ydinvoimalaitoksille

Euratomin keskeisimpiä tehtäviä on ydinmateriaalivalvonta. Se valvoo, ettei ydinainetta siirretä käytettäväksi muuhun kuin käyttäjän ilmoittamaan tarkoitukseen ja ettei kansainvälisissä sopimuksissa annettuja määräyksiä ja velvoitteita rikota. Lisäksi ydinmateriaalivalvonta sisältää toimenpiteet ydinainesten suojaamiseksi rikolliselta toiminnalta. Jatkossa ydinvoimalaitoksilla suoritetaan Säteilyturvakeskuksen kansallisen valvonnan rinnalla myös Euratom-valvontaa.

Yhteisöoikeus velvoittaa yhtiöt raportoimaan suoraan komissiolle sekä sallimaan Euratomin tarkastajien pääsyn laitoksiinsa ja tiloihinsa. Valvontamääräyksiä rikottaessa komissiolle on oikeus langettaa yrityksille sanktioita. Euratom suorittaa tarkastuksia keskimäärin kolmen kuukauden välein.

Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) valvonnan osalta tilanne muuttuu: Suomen ja IAEA:n välinen valvontasopimus korvautuu vastaavalla yhteisötason sopimuksella, jossa osapuolina ovat Euratom, IAEA ja EU:n ydin-

aseettomat valtiot, jatkossa myös Suomi. Käytännössä tämä merkitsee IAEA-valvontojen vähenemistä TVO:n laitoksilla.

EU:n tutkimusprojektit aukeavat myös suomalaisille

Euratom-sopimus sääntelee ydinalan tutkimus- ja kehitysyhteistyötä. Yrityksillä, tutkimuslaitoksilla, yliopistoilla ja korkeakouluilla on mahdollisuus saada EU-rahoitusta tietyt edellytykset täyttäviin tutkimusprojekteihinsa.

Euratomin lainsäädäntö sisältää myös säteilysuojelua, investointeja ja ulkosuheteita koskevia määräyksiä, mutta ydinvoimayhtiöiden kannalta konkreettiset käytännön vaikutukset ovat kuitenkin toistaiseksi olleet melko vähäiset. Yhteisöoikeus ei sääntele ydinenergiamääräyksiä, ydinjätehuoltopolitiikkaa, ydinturvallisuutta eikä ydinvastuuta, joten näillä alueilla EU:lla ei ole suoranaista vaikutusta yhtiöiden toimintaan.

Ydinalalla tulee ottaa oikeudellisesti velvoittavina huomioon Euratomin ohella myös Euroopan yhteisöä koskevat määräykset. EU-jäsenyyden voimaantulua muun muassa EU:n tulliliitto vaikuttaa myös yritystason toimintaan. Muista sääntelyalueista mainittakoon vero-, yhtiö-, kilpailu-, ympäristö- ja työoikeus, jotka vero-oikeutta lukuun ottamatta sisältyivät pääosin jo ETA-sopimukseen. EU:n kilpailulainsäädäntö sisältää suoraan yrityksiin sovellettavia säännöksiä, mutta muutoin yhteisöoikeus voimaansaataa näillä alueilla etupäässä kansallisella lainsäädännöllä. Tämä edellyttää Suomen lainsäädännön seuranta.

Voimayhtiöiden mentävä aktiivisesti EU-työryhmiin

Ydinvoimayhtiöt toimivat uudenlaisessa EU:n sääntely-ympäristössä. Yritysten vakaa toiminta vaatii tietoa toimintaympäristön muutoksista ja EU-vaikutuksista. Tarvitaan aktiivista ja oma-aloitteista perehtymistä yhteisöoikeuteen ja sen kehittämiseen sekä systemaattista seuranta. Yhtiöt ovat suoraan yhteydessä EU-toimielimiin, erityisesti hankintakeskuksen ja komission ydinmateriaalival-

vonnasta vastaavaan yksikköön, sekä muihin EU-tahoihin. Lisäksi yhtiöillä on mahdollisuus saada edustajiaan tiettyihin EU:n työryhmiin ja komiteoihin. Vuorovaikutuksen avainsanoja ovat asiantuntemus, diplomatia ja molempuolinen luottamus.

EU-jäsenyyden alkuvaiheissa Teollisuuden Voima on tarkastellut aktiivisesti tilanteen kehittymistä ja luonut kontakteja. TVO:sta on toistaiseksi ainakin kolme edustajaa mukana EU-komiteoissa ja työryhmissä. EU-vaikutusten tarkastelua varten on perustettu seurantaryhmä, ja lisäksi yritys on kartoittanut uuden toimintaympäristön laatimalla EU-selvityksen. Alkutaival näyttää onnistuneen.

OTK Seija Turtiainen on Teollisuuden Voima Oy:n EU-konsultti, p. (90) 6930 6561.

ENS-EUROOPPA 1995

Vuonna 1995 ydin-Euroopassa eri maat suhtautuvat ydinsähkön tuotantoon hyvinkin eri lailla. Joissain maissa ytimillä tuotetaan sähköstä jopa yli puolet, ja toisaalta taas eräät maat haluavat intohimoisesti estää ydinvoimaloiden rakentamisen jopa rajojensa ulkopuolella. Ydinvoiman tulevaisuutta pohdittaessa tulisi muistaa, että ilman ydinvoimaa hiilidioksidipäästöt Euroopan unionissa olisivat tänään kaksi kolmasosaa suuremmat. Jos ydinvoimasta nyt luovuttaisiin, tuplaantuisi sähköntuotannon hiilidioksidipäästöt vuoteen 2020 mennessä.

European Nuclear Society on 26 jäseneseuran federaatio, joka perustettiin 20 vuotta sitten Pariisissa. Jäseniä on yli 21 000, ja kannatusjäseninä toimivia yhteisöjäkin yli 100. Juhlavuoden yleiskokous on Helsingissä 7.7.1995, koska traditiona on pitää yleiskokous maassa, josta seuran presidentti on viimeistä vuottaan. Professori Pekka Silvennoinen toimii ENS:n presidenttinä 1994–1995.

Ydinvoima on saavuttanut vedenjakajan. Se on kuitenkin hyvin laakea laadultaan. Jos maailmalla ei satu pahempia onnettomuuksia, ja jos ydinvoiman hintakilpailukyky voidaan taata, lähtee ydinvoima virtaamaan eteenpäin. Mutta jos nämä edellytykset eivät täyty, on ydinvoiman käyttö Euroopassa pidemmän taantuman edessä, kuolleessa pisteessä. Pallo on poliitikoilla, jotka kuuntelevat herkällä korvalla seka valitsijoitaan että energia-alan keskusteluun osallistuvia monenkirjavia asiantuntijoita.

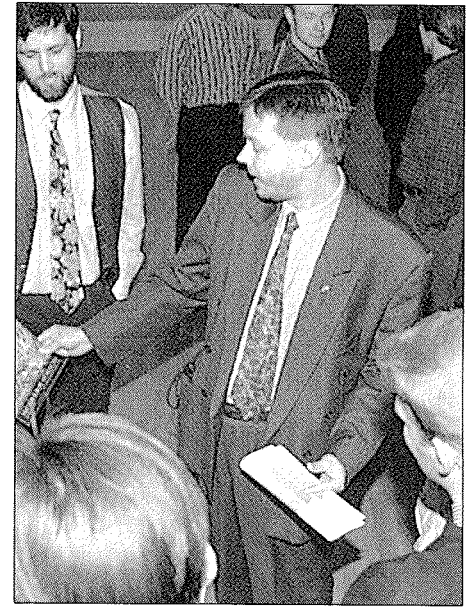
Ranska — ydinteknologian jättiläinen

Ranska edustaa ydinvoiman käytön toista ääripäätä Euroopassa. Perinteisesti vahva keskushallinto päätti 1970-luvulla, että maan energiatuotannon omavaraisuutta tulee lisätä. Valittiin oikea reaktorityyppi, josta oli tulossa standardi. Sitten rakennettiin hiki hatussa,

kunnes 90-luvulle tultaessa huomattiin, että nyt on pakko hidastaa. Tänään rakenteilla on enää neljä N4-mallin suurta laitosta, ja seuraava tilaus odottaa 2000-luvulle. Käytössä on 56 laitosta, jotka 1994 tuottivat sähköä 342 TWh, 75 % tarvittavasta sähköstä.

Mutta ei ranskalaistenkaan ydinelämä ole vain ruusuilla tanssimista. Hyötöreaktorit ovat suossa, ja nykyinen tutkimusreaktori Superphenix on tuottanut sähköä viimeisen yhdeksän vuoden aikana noin kaksi päivää viime jouluna. Seuraava käynnistys lämmönvaihdinremontin jälkeen tapahtunee kesällä. Pikkusisar Phenix käy vajeateholla, mutta sitä pitkään vaivannutta tautia ei ole pystytty täysin selvittämään.

Ranskan jäseneseura SFEN (Societe Francaise d'Energie Nucleaire) on ENS:n suurin. Sillä on 6 000 jäsentä ja aktiivista toimintaa monine kansainvälisine kokouksineen. Koko Ranskan ydinorganisaatiota voisi kuvata sanalla hämähäkki, jossa keskellä on CEA (Commissariat l'Energie Atomique) ja valtion muu hallinto, jalkoina sekä valtion että yksityisten omistamat yhtiöt. SFEN on luonteva osa tätä hämähäkkiä.



Itävalta vastustaa yli rajojen

Ydinvoimaan suhtautumisen toista ääripäätä edustaa Itävalta, jossa ENS:lla on myös pieni jäseneseuransa Österreichische Kerntechnische Gesellschaft ÖKG. Puoluenahistelu johti 70/80-luvuilla jo valmiin laitoksen hylkäykseen, ja nykyinen hallitus noudattaa vanhaa Napoleon III:n politiikkaa: kun haluat välttyä kotimaisilta vaikeuksilta, etsi vihollisesi rajojen takaa. Ydinvoima ja erityisesti lähinaapurien Tsekin ja Slovakian laitokset on valittu viholliseksi. ÖKG on ollut aktiivinen puolustustaistelija niin Itävallassa kuin muuallakin.

Lännessä ENS:n aktiivisin jäseneseura on Sociedad Nuclear Espanola SNE. Sen järjestämät kokoukset tunnetaan koko maailmassa. Mutta SNE:kaan ei ole voinut moratoriolle mitään, ja onneksi Espanja ehti rakentaa yhdeksän toimivan laitoksen armadan ennen tuhoisaa moratoriotaan. Lasku hylätyistä laitoksista on tähtitieteellinen. Ennen pitkää välttämättä tapahtuva hallituksenvaihdos saattaa piristää tilannetta.

Toinen virallisen moratorion maa on Sveitsi. Sen loppu koittaa vuonna 2000, mutta uuden ydinvoimalaitoksen olisi toteutuakseen mahdolltava monesta poliittisesta neulansilmästä (Sveitsin energiapolitiikka, ks. ATS Ydintekniikka 1/94). Laitokset saavuttivat vuonna



1994 uuden tuotantoennätyksen, 22.96 TWh, mikä on 36 % tuotetusta sähköstä. Sveitsin jäsenseura on vaatimaton.

Moratoriot Länsi-Euroopan arkipäivää

Enemmän tai vähemmän virallinen moratorio on voimassa Hollannissa, Belgiassa ja Ruotsissa. Viimeksi mainitussa odotetaan syksyllä mietintöä komitealta, joka on pohtinut koko energia-politiikkaa. Oskarshamn I:n kunnostus on kuitenkin selvä merkki teollisuuden peräänantamattomuudesta. Ruotsissa toimii Föreningen Kärnteknik, joka on esimerkiksi ATS:aa huomattavasti vaatimattomampi. ENS:n seuraava puheenjohtaja (1996–1997), ABB Atomin toimitusjohtaja Jan Runermark on FK:sta. Myös ENS:n uuden Young Generation Networkin puheenjohtaja Lars Fredrikson on samasta talosta ja maasta.

Hollannissa keskustelu kolmannesta laitoksesta on hiljentynyt. Borssele sai

maan parlamentissa hyväksynnän käytönluvulle vuoteen 2004, ja kuriositeetti Dodewaard sinnittelee koko 56:n megawattinsa voimalla. Belgian melkein 6 000 MW:n kapasiteetti on luotettavaa, ja Doel-3 selviytyi hienosti höyrystin-vaihdostaan vain 44 vuorokaudessa. Samalla laitoksen teho kasvoi 10 %. Näitä tehonnostojahan tapahtuu useassa maassa, mutta Suomen TVO:n 250 MW:n tavoite taitaa silti olla kunnianhimoisin. Belgiassa viimeinen laaja ydinvoimakeskustelu huipentui MOX-polttoaineen käytön hyväksyvään parlamenttipäätökseen joulukuussa 1993. Ydinasioita ei pienemmillä foorumeilla voi käsitellä?

Henkisesti ankein tilanne on Saksassa, jossa toimii yli 2 000 jäsenen KTG (Kerntechnische Gesellschaft). Maailman turvallisimmista ja tehokkaimmista ydinvoimaloista useita löytyy Saksasta; kahdeksan laitosta on tuottanut yli 100 TWh elinaikanaan, ja Unterweser jo yli 150 TWh! Silti poliittinen ”keskustelu” ydinvoimasta jatkuu. Ydinvoiman periaatteelliset vastustajat ovat myös

osavaltiohallituksissa, ja lisensioinnin vaikeuttaminen on valta-asemassa mahdollista. Äskeinen polttoainekuljetus Gorlebeniin osoitti myös, että nykyinen nuoriso näkee ydinvoiman vastustamisessa mielekkään yhteiskunnan parantamisen välineen. Näkymät Castorin (kuljetuksessa käytetty säiliö) ympärillä olivat kuin 60-luvun kukkasilta päiviltä. Tämä ilmiö on pelottava. Yhdeksän polttoainesäiliön kuljetus maksoi kaikkiaan 55 miljoonaa Saksan markkaa!

Britannia kääntymässä nousuun

Piristävin läntisen Euroopan maista on Englanti. Sen voimayhtiöitä (Nuclear Electric ja Scottish Nuclear) ei edes Thatcher uskaltanut yksityistää, mutta nyt ne näyttävät pyrkivän tähän niin voimallisesti, ettei hallitus pystyne sitä torjumaan — eikä haluakaan, sillä konservatiiveille kelpaa 3 miljardia puntaa ennen vaaleja...

ENS-Euroopalla on ensi vuonna edessä koettelemus: Tshernobylin onnettomuudesta tulee kuluneeksi 10 vuotta 26.4.1996. Ydinvoima-alan ei ole onnistunut etääntymään laitoksen perinnöstä, vaikka onnettomuus tapahtui heikosti suunnitellulle ja käytetylle laitokselle. Vielä 1990 syksyllä vartioi aikoinaan sähköistyksestä hyvin kiinnostunut V.I. Lenin Tshernobylin laitoksen pääsisäädinkäytävä. Vaikka patsaan voi poistaa helposti, on pitkän perinteen muuttaminen vaikeampaa.

AGR-laivaston tulokset ovat parantuneet merkittävästi, ja Sizewell B on käynnissä. Kovat henkilöstöleikkaukset ovat myös vähentäneet kustannuksia, ja siten on mielenkiintoista kuulla hallituksen ns. review:n tulos myöhemmin tänä vuonna. Onhan sisällä myös Sizewell C kaksoislaitoksen rakennuslupahakemus.

Britanniassa ENS:lla on kaksi jäsenseuraa, British Nuclear Energy Society (BNES) ja Institution of Nuclear Engineers (INuCE). Onneksi nämä toimivat joustavasti silloin, kun kaivataan yhteistä Englannin ääntä. Ydinalalla Englanti on yksi suurista lännen maista Ranskan ja Saksan rinnalla, ja sen sana painaa varsinkin polttoainekieron osalta. Viime vuonna THORP-linjan käynnistänyt jälleenkäsittelijä BNFL (British Nuclear Fuels plc) on menettänyt joitakin saksalaisista asiakkaistaan, mutta sen tilauskirjat ovat edelleen vaikuttavat. BNFL pysynee valtion omistuksessa ja saanee vielä kaikki vanhat Magnoxlaitokset käytettäväkseen.

Venäjä avautumassa?

Idässä suuri ydinvoimamaa on Venäjä ja siellä toimiva Nuclear Society Moscow (entinen USSR Nuclear Society). Sen rooli ydinvoiman henkisen siilipuolustuksen avaamisessa on ollut merkittävä. Esimerkiksi ensimmäinen suomalainen matka Tsheljabinskiin 1990 onnistui silloisen Neuvostoliiton seuran työn tuloksena. Tällaisia esimerkkejä on useita, koska seura liittyi ENS:aan jo heti perustamisensa jälkeen 1989.

Ydinalallakin on idän ja lännen yhteistyö vaikeaa. Toisaalta lännessä puhutaan suurista avustus- ja lainasummista itäisten laitosten turvallisuuden parantamiseksi, mutta todellisissa toimissa ollaan vaatimattomia. Idässä taas ollaan keskellä syvälle ulottuvia yhteiskunnallisia mullistuksia. Ymmärrys lännen vitkutteluun on vähentynyt. VNIIAES:n (Venäjän INPO, käyttökokemuksen tutkimuslaitos) Armen Abagyan kärjisti tilanteen WANO:n kokouksessa huhtikuussa; kun Venäjä on käyttänyt viime vuosina turvallisuusparannuksiin 100 miljoonaa dollaria vuodessa, niin lännen apu on ollut luokkaa 10 miljoonaa dollaria vuodessa.

Lännessä haluttaisiin nopeaa edistystä varsinkin poliittisella puolella. Suuri osa idän laitoksista olisi suljettava, ja loput "korjattava" kuntoon länsimaisella tekniikalla. Mistä rahat? Ei ole ollut helppoa saada avustuksia ja lainoja. Esimerkiksi jälleerakennuspankki EBRD on ajautumassa perusteelliseen pattiin Slovakian ja Venäjän hankkeissaan. Ja mahtavatko Bulgarian ja Liettuan lupaukset laitosten määräaikaisista sulkemisista pitää tositilanteessa? Armenian laitoksen käynnistysuhanke osoittaa selvästi, että sähköpula muuttaa hallituksenkin asenteita. Pari tuntia lisää sähköä vuorokaudessa käynnistää lisää poliittista tahtoa.

Lännen kauppapolitiikka avun esteenä

Miksi laitokset pitää varustaa länsimaisella tekniikalla? Siksikö, että lännen teollisuus on toimituksiin kovin valmis. Lännen ydinvoiman käyttäjät ovat myös tajunneet, että heikoin lenkki on se tärkein. Niinpä heillä on tässä myös oma lehmä ojassa auttaessaan itää. Mutta edelleen jää jäljelle peruskysymys: miksi länsimaista tekniikkaa? Idässä on oma mahtava ydinteollisuutensa, joka kaipaa työtä. Ja jos jollain kohdalla länsimainen tekniikka on niin yliveritaita, että vain se tulee kysymykseen, niin voihan tällaisia tapauksia käsitellä yksittäistapauksina (instrumentointi, QC-menetelmät). Mutta luonnollisesti teollisuuden on vaikea irrottautua kilpailuasetelmistaan ja poliitikot eivät ole paneutuneet asiaan vakavasti. Lisäksi esimerkiksi vastuukysymysten

(third-party liability) ratkaiseminen on ollut hidasta idän vasta kehittyvän ydinlainsäädännön vuoksi.

Tshernobyl on luonut vaikean psykologisen tilanteen. Entisessä Neuvostoliitossa se levitti konkreettistakin tuhoa, mutta sen on täytyntä vaikuttaa alan ihmisiin syvästi. Mekö tuon teimme? 1986 selitykset ovat osaksi historiaa, ja nyt etsitään uusia vastauksia erityisesti RBMK-laitosten tulevaisuudesta. Ilmeiset tekniset parannukset ovat suurelta osin viety läpi — ironisena poikkeuksena itse Tshernobyl, joka aina vain odottaa uusia päätöksiä idän ja lännen piirileikissä — mutta turvallisuuskulttuuria ei kehitetä hetkessä.

Venäjällä laitosten käyttö taantui 1994 ollen vain hieman yli 11 % tuotetusta sähköstä (98 TWh). Syynä on esitetty vakavia maksuliikennevaikeuksia, ja eri hallinnonalojen ristiriitoja käytettävistä laitoksista. Ilmeisesti Minatom ei ole pystynyt pitämään puoliaan tarpeeksi tehokkaasti. Huhtikuun lopussa Rosatomenergon Erik Pozdyshev kuitenkin kertoi WANO:ssa, että jatkossa kaikki tuotettu sähkö tulee myös maksetuksi.

Ukrainan talous riippuvainen ydinvoimasta

Ukraina on epätoivoisessa taloudellisessa tilanteessa. Silti 1994 tuotettiin ydinvoimalla maan sähköstä 34 %, ja päinvastoin kuin Venäjällä tuotanto tehostui. Kuuma poliittinen kysymys on Tshernobylin tulevaisuus. Ukraina voisi sulkea laitokset, mutta se haluaa siitä kovan hinnan, viime tietojen mukaan 4,4 miljardia dollaria. G7-maiden edessä on lähes mahdoton tehtävä sopia asiasta realistisella hinnalla.

Maassa on lähellä valmistumista kolme VVER-1000-laitosta. Erään päällikkö on vasta 1993 perustetun Ukrainan ydinteknisen seuran puheenjohtaja. Seura liittyi pian perustamisensa jälkeen ENS:aan, ja yhteistyö on ollut alusta alkaen tiivistä, sillä tähtäimessä on valmistautua 1996 Tshernobylin 10-vuotispäivään. Tavoitteena on taata ensi keväänä paikalle hyökkävälle medialle paras mahdollinen tarjonta niin isäntien kuin länsimaisten asiantuntijoiden taholta.



ENC-kokoukset ovat ENS:n lippulaiva, ja ENC'94 lokakuussa Lyonissa onnistui hyvin. 5500 osallistujaa ja näytteilleasettajaa 45 maasta opettelivat uutta ja kävivät ehkä kauppaakin. Ranskan näyttelyosasto oli suurin, mikä kotikenttädun lisäksi selittyy maan ydinvoimateollisuuden menestyksellä.

yhteistyön tehostamisessa. Onpa tänä keväänä Kazakstanin ydintekninen seura lähettänyt liittymishakemuksensa. ENS tutki karttojaan, totesi maalla olevan lääninä klassisen Euroopan puolella, vaikka BN-350-hyötöreaktori on Aasiassa. Kazakstanista tulee siten mahdollisesti ENS:n 24. jäsenmaa.

ENS hyödyttää vain aktiivisia

ENS:n juhlapuheissa muistetaan aina mainita, että seura yhdistää 20 000 alan ammattilaista 26 jäsenseurasta Atlantilta Uralille, ja sen taaksekin. Tämä on totta siinä mielessä, että ENS tarjoaa foorumin eri maissa työskenteleville alan ihmisille. On kuitenkin heidän omasta aktiivisuudestaan kiinni, kuinka paljon he seuran toiminnasta hyötyvät. Toiminnan avulla voidaan vaikuttaa Euroopan energiapolitiikkaan.

ENS:n presidentti Pekka Silvennoinen totesi maaliskuussa Berliinin ilmastokokouksessa, että ilman ydinvoimaa hiilidioksidipäästöt olisivat tänään Euroopan Unionissa kaksi kolmasosaa korkeammat, ja koko Euroopassa yhden kolmasosan korkeammat. Jos ydinvoima poistuisi Euroopasta, tuplaantuisivat sähkön tuotannon hiilidioksidipäästöt vuoteen 2020 mennessä. Näiden lukujen ymmärtämyksen soisi leviävän.

DI Jorma Aurela toimii European Nuclear Societyssä Bernissä projektipäällikkönä 30.6.1995 asti, ja 1.7.95 lähtien turvallisuusinsinöörinä IVO:n Loviisan voimalaitoksella, p. (915) 5501.

Pienet maat Venäjää menestyksekkäämpiä

Kuten myös poliittisesti, ovat Neuvostoliiton entiset satelliitit ratkaisseet ongelmiaan nopeammin kuin entiset isäntänsä. Unkarin Paks on jo yleisesti korkeatasoiseksi tunnustettu laitos, ja samaan luokkaan ovat myös pyrkimässä Tsekin ja Slovakian laitokset. Jälkimmäisen tehtävä on vaikeampi, ja esimerkiksi rahoituksen takaaminen Mochovcen kahdelle ensimmäiselle yksikölle on ollut tuskaista. Idässä on yhteensä käytössä vielä 10 VVER-440 230-sarjan laitosta, joista neljä Bulgarian Kozloduy:ssa. Tämä laitos ei ole esiintynyt otsikoissa kuten vielä joku vuosi sitten. Käyttötulokset eivät tietävästi ole silti kehuttavat. Lopuista 230-sarjan laitoksista kaksi on Kuolassa, kaksi Novovoronezhissa ja kaksi Slovakian Bohunicessa. Myös Armenia 1-2 on tätä perustyyppiä.

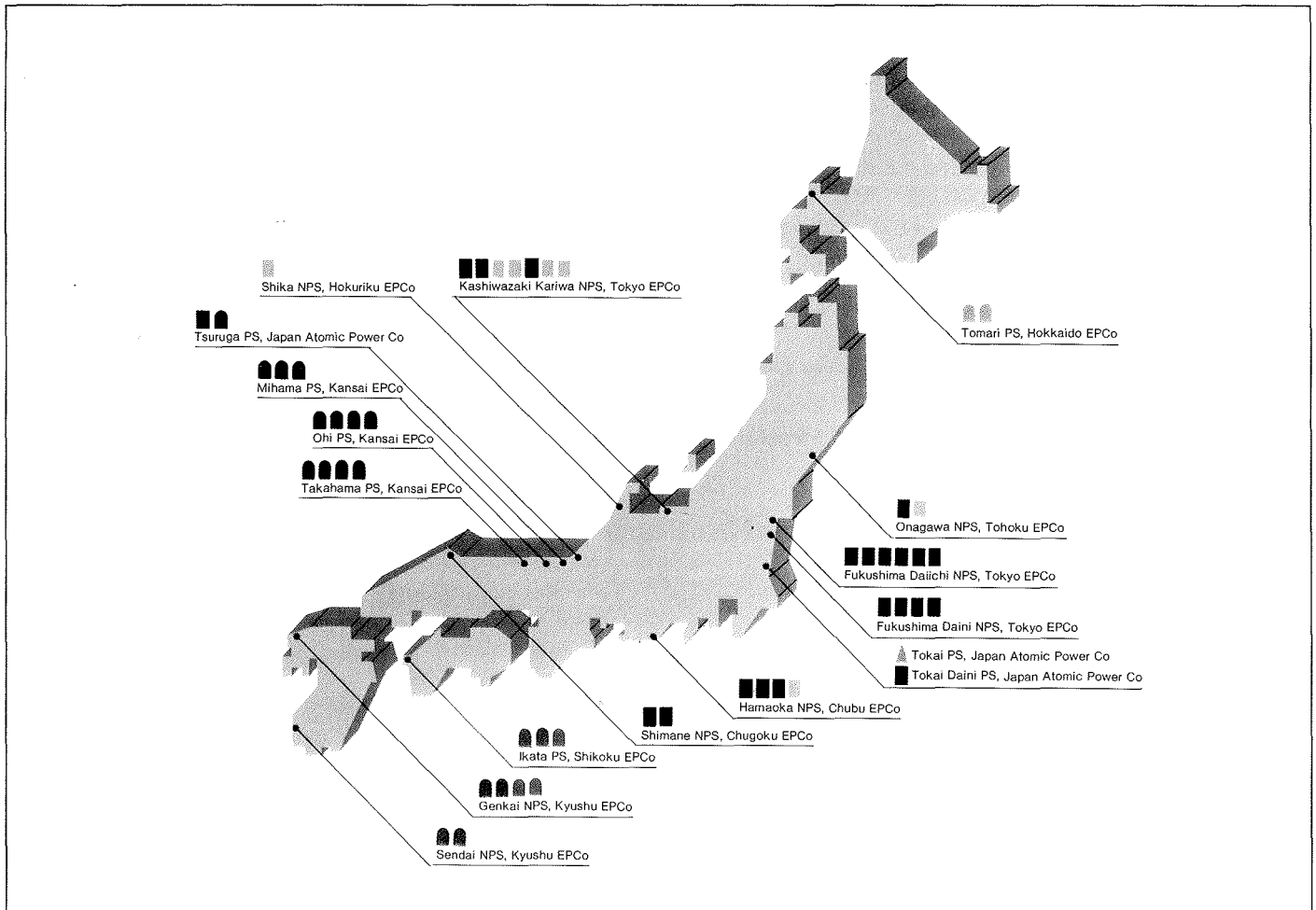
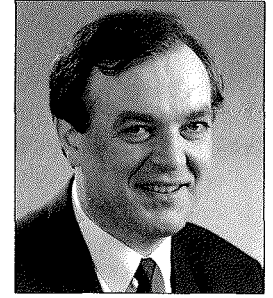
Romania on rakentanut Cernavodan laitostaan vuosikymmeniä. On luultavaa, että ensimmäinen Candu-yksikkö käynnistyy tänä vuonna. Voimayhtiö RENEL hermostui tänä vuonna viivytelyyn, ja johtoa uusittiin kovalla kädellä. Tuskinpa mukana olleet kanadalaiset ja italialaiset ovat olleet tyytyväisiä vientikaup-

paansa. Toisen yksikön sopimus viipyy myös. Paremman vientikohteen löysi aikanaan USA, jonka toimittama Krsko tuottaa sähköä Slovenialle ja Kroatialle kohtalaisin käyttötuloksiksi, vaikka höyrystinvaihto taitaa olla tälläkin Westinghouse-reaktorilla edessään.

Maailman teoriassa suurimmat tehoreaktorit löytyvät Liettuasta, joka tuottaa suurimman osan sähköstään kahdella RBMK-reaktorilla (76,4 %). Laitoksen tulevaisuus on epävarma, ja monia ennusteita on tehty laitoksen sulkemisen ajankohdasta. Rajanaapuri Puola myi reaktorinsa Loviisaan, mutta maassa on jälleen alkamassa keskustelu ydinvoimasta. ENS on mukana Puolan seuran hankkeessa järjestää seminaari maan päättäjille.

Pienten maiden rintamassa Unkarin seura on aktiivinen, ja se isännöi tänä syksynä ydinturvallisuutta käsittelevän TOPSAFE'95-kokouksen. Ensimmäinen entisen rautaesiripun takana pidettävä TOP-kokous oli TOPFORM'92, joka onnistui hyvin. Sen isäntä oli Tsekin ja Slovakian yhdistynyt seura, ja edelleenkin maat ovat ENS:n hallituksessa yhdellä edustajalla. Myös näissä maissa ydinteknisten seurojen toiminnalla on ollut suuri merkitys kansainvälisen

MITÄ YDINVOIMAN KÄYTTÄJINÄ VOIMME OPPIA JAPANILAISILTA?



Japanilaisilla ydinvoimalaitoksilla on käyttöhäiriöitä erittäin vähän, ja kunnossapidossa tähdätään vikojen estämiseen. Hyvät käyttötulokset on saavutettu ryhmätyöllä, aloitteellisuudella ja työhön sitoutumisella.

Ydinvoiman hyväksyttävyyden kannalta on välttämätöntä, että ydinvoimalaitokset ovat mahdollisimman turvallisia, käyttövarmoja ja taloudellisia. Aivan olennainen perusedellytys tälle on, että laitteisto, joka takaa turvallisuuden ja korkean käyttövarmuuden, on laadultaan ensiluokkaisia. Laitoksen tilaajalla ja toimittajalla on

tästä suuri vastuu. Hyvien tuloksien saavuttaminen riippuu paljon myös käyttöorganisaatiosta ja sen toiminnan laadusta.

Ydinvoimalaitoksen käyttöön liittyvistä tärkeistä tehtävistä ensimmäinen on laitoksen kunnossapito. Toiseksi on erittäin tärkeää pyrkiä käyttämään laitosta niin säästäen ja varovaisesti kuin mahdollista. Mitä vähemmän lämpötrانسientteja ja muita rasituksia laitos kokee, sitä pidempi on sen käyttöikä. Kolmas tärkeä asia on laitoksen radioaktiivisen kontaminoitumisen välttäminen.

Japanissa pikasulut herättävät paljon huomiota

Japanissa on käytössä 49 ja rakenteilla 5 ydinvoimalaitosyksikköä. Japanilaisille laitoksille on ominaista käyttöhäiriöiden alhainen määrä. Ne ovat poikkeuksetta hyvin hoidettuja, siistejä sekä harmonisesti ympäristöönsä sopeutettuja.

Japanissa reaktoripikasulku tai siihen verrattavissa oleva käyttöhäiriö tarkoittaa erityisesti turvallisuusongelmaa. Suunnittelemattomasta pikasulusta on raportoitava valvontaviranomaisille ja paikallisille hallintoviranomaisille välittömästi. Myös tiedotusvälineille on voimayhtiön selitettävä tilanne.

Pikasulun jälkeinen seisokki saattaa kestää kymmenkunta päivää ennen kuin syyt on selvitetty kaikille osapuolille ja viranomaisilta saatu laitoksen käynnistyslupa. Onkin selvää, että voimayhtiön intresseissä on pyrkiä kaikin keinoin välttämään suunnittelemattomat pikasulut. Pikasulkujen syyt selvitetään tarkoin, toistuminen pyritään estämään ja laitoksen käyttövarmuutta pyritään lisäämään teknisillä parannuksilla.

Esimerkiksi Kansain ydinvoimalaitosten pikasulkujen lukumäärä on noin 0,1 laitosyksikköä ja vuotta kohti. Tämä on noin kymmenesosa eurooppalaisten laitosten pikasulkujen määrästä.

Huoli yleisen hyväksynnän tai yleisen luottamuksen säilyttämisestä on johtanut siihen, että ongelmatilanteissa laitos ajetaan alas riittävän ajoissa. Näin mahdollinen pikasulku vältetään. Tämä on katsottu tarpeelliseksi myös turvallisuusnäkökohdista. Pikasulut on tavallaan varattu vain tositilanteita varten. Yleisön suhtautumisessa korostuu se, että ydinvoimalaitoksella on ollut ongelmia, jotka ovat johtaneet pikasulkuun. Ongelman teknisellä luonteella ei ole merkitystä. Aivan vähäisetkin tapahtumat käydään läpi lehdistössä.

Japanilaisten vahvat puolet

Eri maiden ydinvoimalaitoksia ei yleensä ole helppoa verrata toisiinsa objektiivisesti. Niitä ei voida myöskään asettaa paremmuusjärjestykseen, koska vertailun tulisi perustua esimerkiksi laitoksen tekniikkaan, käyttöorganisaation henkisiin resursseihin sekä laitoksen käyttötapaan.

Jos kuitenkin olisi arvioitava, mitä japanilaiset tekevät paremmin kuin parhaat länsimaalaiset, päädyn oman, suhteellisen pinnallisen japanilaisten laitosten tuntemukseni perusteella kolmeen tekijään. Japanilaisten ydinvoimalaitosten hyvien tuloksien taustalla ovat hyvä, ennakkohuoltoon perustuva laitoksen tekninen tuntemus, hyvä käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön teoreettinen ja käytännöllinen koulutus ja laadukas työ.

Toiminnan laatuun vaikuttavia tekijöitä

- käyttöhenkilöstön valinta
- henkilöstön koulutus ja laitoksen rakennus- ja asennusvaiheen aikana sekä myöhempi kertaus- ja täydennyskoulutus
- määrältään ja pätevyydeltään riittävä tekninen tukihenkilöstö
- hyvä työilmapiiri
- käyttöhenkilöstön pätevimmän osan pysyvyys yrityksessä
- hyvä ihmisten johtaminen

Tarkalla ennakkohuollolla vähennetään häiriöitä

Kunnossapitopolitiikan perustana japanilaisilla laitoksilla on vikojen estäminen, laitteiden parantaminen ja häiriöiden minimoiminen. Laitosten vuosihuollot ovat yleensä pitkiä. Suunniteltu pituus vaihtelee ja voi olla 80–100 vuorikautta. Tämä johtaa siihen, että käyttökertoimet jäävät noin 70 %:n tasolle.

Kunnossapidossa japanilaisilla on periaatteena, että laitostoimittaja/laitetoimittaja sitoutuu vastaamaan toimituksestaan koko laitoksen eliniän ajan. Ulkopuolisille toimittajayrityksille asetetaan korkeat laatuvaatimukset. Vuosihuoltojen välisen ajan laitoksen käyvät yleensä lähes häiriöttä. Japanilaiset sanovatkin, että he maksavat kalliin hinnan häiriötömyydestä.

Ennakkohuollon laajuus on suuri ja laitteiden tarkastusvälit lyhyehköjä. Ennakkohuollossa jokaiselle laitteelle on olemassa (standardi) ohjelma, joka määrää huoltolaajuuden sekä laitteen avaamisen/purkamisen ja tarkastusten taajuuden. Ohjelmassa otetaan huomioon japanilaiset ja muut käyttökokeemukset. Laitteiden vaurioitumistoden-

Kunnossapito-ohjelmaan sisältyviä asioita

- laitteiden ja rakenteiden ennakkohuolto, jolla pyritään välttämään odottamattomia laitevikoja
- vuosihuoltotöiden tarkka, jopa pedanttinen suunnittelu
- jokaisen vian, laitostapah-tuman ja pienenkin häiriön analysointi välittömästi pätevää henkilöstöä käyttäen tarkoituksena hyödyntää tehokkaasti käyttökokemustietoa, parantaa laitosta teknisesti ja lisätä käyttövarmuutta
- laitoksen hoito pienimpiä yksityiskohtia myöten

näköisyyksiä pyritään arvioimaan ennalta. Purkavaan kunnossapitoon liittyvä yleensä kaiken kulutustavaran (tiivisteiden yms.) uusiminen sekä häiriöherkiksi arvioitujen apulaitteiden tai ohjauslaitteiden uusiminen tietyin väliajoin.

Se, miksi tällaiseen ennakkohuoltoon on päädytty, riippuu monista syistä. Teknisten syiden lisäksi vaikuttavat myös poliittiset syyt, ydinvoiman hyväksyttävyyden maassa, joka on joutunut atomipommihyökkäyksen kohteeksi. Luonnollisesti myös kulttuuri vaikuttaa.

Japanilaiset pyrkivät lyhentämään vuosihuoltoon käytettävää aikaa. Kuitenkin varmaa on, että ennakkohuollon suhteen optimikohtaa lähestytään konservatiiviselta puolelta. Tämä takaa myös sen, että laitoksen komponentit opitaan tuntemaan perinpohjaisesti, mikä alentaa yllättävien vikojen esiintymistodennäköisyyttä.

Tehokas koulutusohjelma

Käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön koulutus on periaatteessa samantyyppistä kuin eurooppalaisilla laitoksilla. Käyttöhenkilöstön simulaattorikoulutuk-

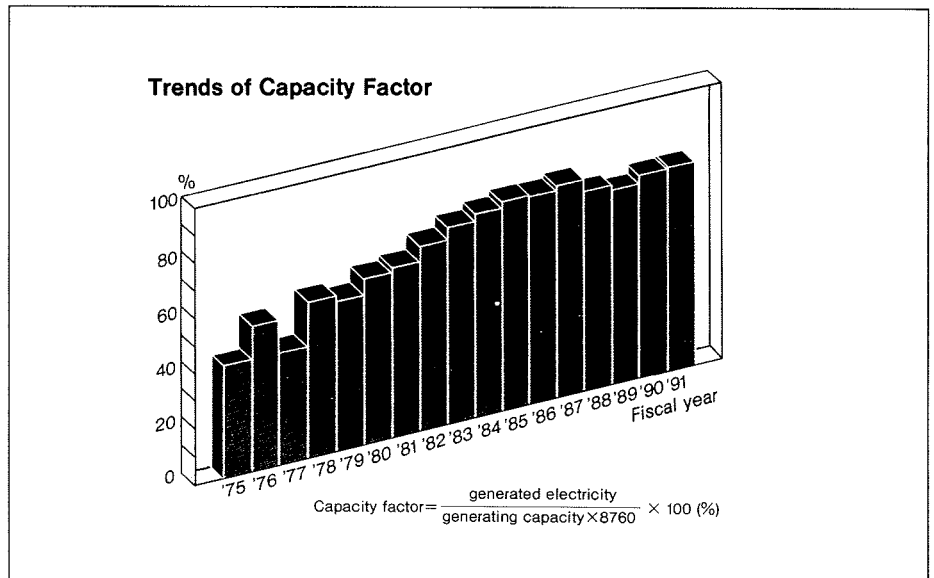
sessä on erityisenä lisäpiirteensä se, että osa koulutuksesta on järjestetty siten, että kurssin osanottajat kerätään tarkoituksellisesti eri vuoroista tai eri laitoksilta. Tämä mahdollistaa laaja-alaisen käyttökokemustiedon saannin sekä avartaa koulutettavan näkemystä asioista. Vaikka laitoksella ei ole varsinaista koulutusorganisaatiota, koulutusohjelma on silti hyvin tehokas. Jokaisen vuoropäällikön vastuulla on oman vuoronsa henkilöstön koulutus ja ammatillinen kehittäminen. Tämä toimii käytännössä hyvin.

Kunnossapidon koulutuskeskuksissa voidaan kouluttaa voimayhtiön, laitetuottajien sekä urakoitsijoiden henkilöstöä. Ammatillisiin asioihin perehtymisen lisäksi on mahdollista käyttää koulutuskeskusta menetelmien ja erikoistyökalujen kehittämiseen. Yhteenvedonmaisesti voisi sanoa, että jos on sellainen kunnossapidon koulutuskeskus kuin Fukushima tai Hamaokassa, niin koulutusasiat ovat hyvässä mallissa. Perinteisesti käytön koulutus pyritään kaikilla laitoksilla ensisijaisesti hoitamaan. Kunnossapidon koulutukseen, vaikka se on yhtä tärkeää, ei aina suhtauduta yhtä järjestelmällisellä tavalla. Siksi kunnossapidon koulutuksesta voi päätellä, miten koulutusasioita yleensä hoidetaan.

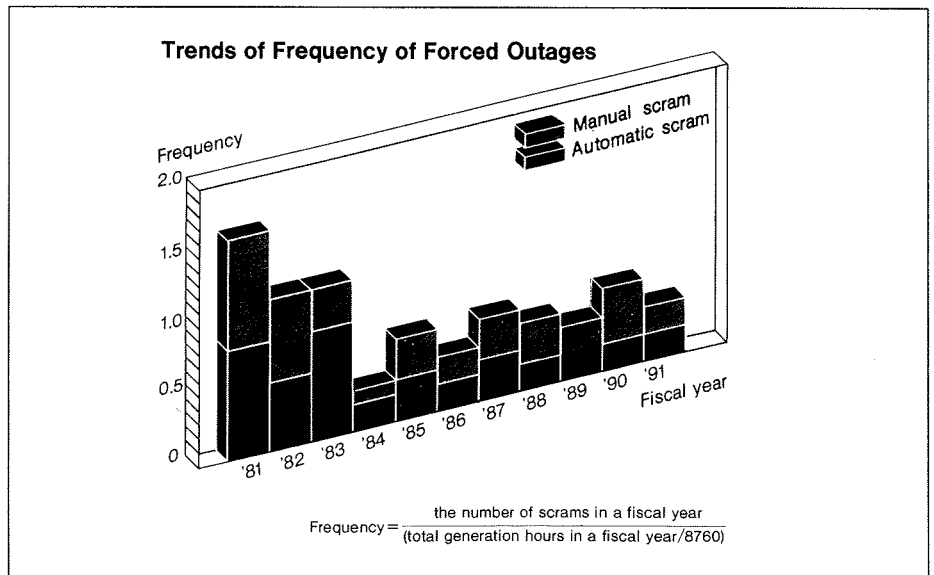
Avainasemassa laatupiirit ja aloitteellisuus

Japanin teollisuus on erinomainen esimerkki siitä, millä tavoin yritysjohto ja henkilöstö voivat yhteistyöllä saavuttaa teollisten tuotteiden valmistuksessa kansainvälisen johtoaseman. Toisen maailmansodan päätyttyä Japanin teollisuus oli lähes raunioina. Nostaakseen teollisuutensa jälleen jaloilleen japanilaiset pyysivät avukseen tunnetun yhdysvaltalaisen laatuasiantuntijan Demingin. Hän ja myöhemmin Juran ja Fiegenbaum opettivat japanilaisille menetelmiä, jotka oli kehitetty Yhdysvalloissa 30- ja 40-luvulla.

Laadun, tuottavuuden ja tuotantotekniikan alalla japanilaiset ovat teollisuustuotannossa ohittaneet kilpailijansa selvästi esimerkkinä autot, kamerat, stereot, videot jne.



Yläkuvassa japanilaisten ydinvoimalaitosten käyttökertoimet ja alakuvassa pikasulkujen määrät.

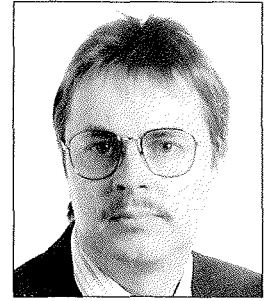


Japanilaiselle yritykselle on ominaista laatupiiritoiminta. Laatupiiri on ryhmä, joka vapaaehtoisesti kokoontuu keskustelemaan ja ratkaisemaan omaan työhönsä liittyviä ongelmia, lähinnä laatuongelmia. Japanilaiset ovatkin työssään hyvin aloitteellisia. Aloitteiden lukumäärä henkilöä kohti on noin satakertainen verrattuna Yhdysvaltoihin, Saksaan ja Ruotsiin. Japanilaisten aloitteet ovat usein varsin pieniä, mutta kuitenkin suuren määrän perusteella aloitteiden tuotto henkilöä kohti on kymmenkertainen em. maihin verrattuna.

Ydinvoimapuolella hyvät käyttötulokset on saavutettu ryhmätyöllä, aloitteellisuudella ja työhön sitoutumisella. Japanissa on laatuopit onnistuttu muuttamaan tuottavaksi työksi organisaation kaikilla portailla ja mikä tärkeintä etenkin työn tekemisen tasolla.

DI Antti Piirto on Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käyttöpäällikkö, p. (938) 381 5209.

UUDET YDINVOIMALAITOKSET HELPOMPIA JA TURVALLISEMPIA KÄYTTÄÄ



Uutta reaktoriteknikkaa on tutkittu Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa vuodesta 1987.

TMI- ja Tshernobyl-onnettomuuksien seurauksena on uusien ydinvoimalaitosten suunnittelussa kiinnitetty erityistä huomiota turvallisuustason nostamiseen. Uusista ratkaisuista ehkä tärkeimmän ryhmän muodostavat kehittyneet kevytvesireaktorit — ALWR's eli Advanced Light Water Reactors. Niiden suunnittelussa on pyritty turvajärjestelmien yksinkertaistamiseen korvaamalla aktiivisia turvajärjestelmiä passiivisilla sekä parantamalla reaktorin luontaista kykyä hakeutua turvalliseen toimintatilaan. Uudentyyppiset ratkaisut ovat nyt olleet kehitteillä noin kymmenen vuoden ajan. Aivan lähivuosina saamme nähdä, kuinka asetetut tavoitteet turvallisemmasta, yksinkertaisemmasta ja taloudellisemmasta tavasta tuottaa sähköä ydinvoimalla toteutuvat.

Ydinvoimalaitosten kehityshistorian valtavirtana on ollut tietyistä perustyypeistä lähtevä kohtuullisen tasainen evoluutio kohti suurempia ja suurempia laitoskokoja. Kun aivan ensimmäisten kevytvesireaktorilaitosten koko oli alle 100 MWe, 70-luvun alussa ylitettiin jo 1000 MWe. Tällä hetkellä suurimmat rakenteilla olevat painevesireaktorilaitokset ovat kooltaan 1450 MWe.

Kehityksen on paljolti sanellut "suuruden ekonomia": suurempi laitos on ollut suhteellisesti (tehoyksikköä kohti) halvempi rakentaa kuin pienempi. Turvallisuuden takeina on käytetty pääosin aktiivisia rinnakkaisvarmennettuja turvajärjestelmiä.

Kehityksen valtavirran ohessa lähes kaikilla laitostoitajilla on ollut tarjota keskisuurta noin 600 MWe:n laitosmallia pienemmille voimayhtiöille ja/tai pienempiin sähköverkkoihin. Keskisuuret laitosvaihtoehdot on yleensä toteutettu lähes samalla teknologialla kuin vastaavat isommat laitosmallit.

Kehityssuunta kohti pyhää yksinkertaisuutta

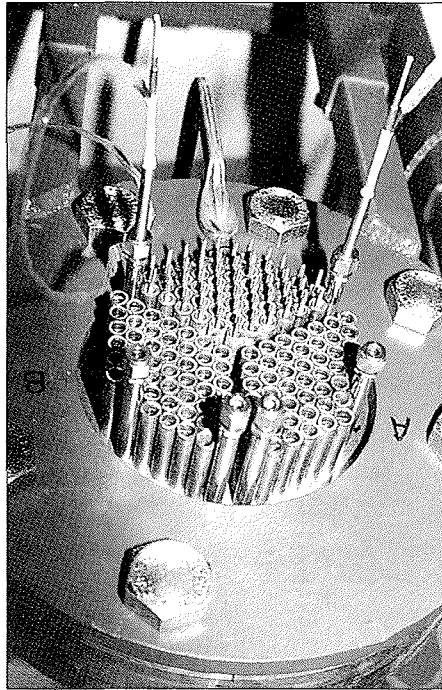
Kehittyneiden kevytvesireaktorien alle luokitellaan toisistaan suurestikin poikkeavia kehityssuuntia. Niistä kuitenkin kolme tärkeintä ovat: nykyisiin laitos-typpeihin perustuvat ns. evoluutiokratkaisut, passiiviseen turvallisuuteen nojaavat laitokset sekä luontaisia turvallisuuspiirteitä korostavat ratkaisut.

Evoluutiolaitokset jatkavat edelläkuvattua kehityksen valtavirtaa. Niiden suunnittelu pohjaa suoraan nykyisistä laitoksista saatuun pitkään kokemukseen ja nykyisen teknologian mahdollisuuksiin.

Passiivisia turvajärjestelmiä hyödyntävissä laitoksissa on pyritty parantamaan pienten ja keskisuurten (300–600 MWe) laitosten taloudellista kilpailukykyä yksinkertaistamalla nykyisten laitosten moninkertaisia turvajärjestelmiä. Yksinkertaistamisen yhteydessä on tähdätty myös turvallisuustason nostamiseen suunnittelemalla turvajärjestelmät ulkoisista energialähteistä riippumattomiksi.

Kolmannen kehityssuunnan laitoksien suunnittelutavoitteena on ollut poistaa sydämensulamisonnettomuuden mahdollisuus prosessin omia luontaisia turvallisuusominaisuuksia voimistamalla. Evoluutiolaitosten ollessa jo nykyteknikkaa ja luontaisten turvallisuuspiirteiden vahvistamisen liian mullistavaa ja kaukaista tekniikkaa, on kehitystyön painopiste siirtynyt passiivisiin turvajärjestelmiin.

Kirstyneet turvallisuusvaatimukset ovat aikojen saatossa lisänneet laitoksiin järjestelmiä, jotka eivät ole siihen alunperin kuuluneet. Tärkeimpänä tuotekehityksen tavoitteena onkin ollut laitosten yksinkertaistaminen. Samalla luodaan edellytyksiä laitosten taloudellisuuden parantamiselle. Yksinkertainen laitos on



Passiivisten hätäjäähdytysjärjestelmien toimintaa on tutkittu mm. PACTEL-laitteistolla.

myös yksinkertaisempi käyttää, jolloin inhimillisten virheiden osuus laitoksen käyttöturvallisuudessa pienenee.

Toiveena kehitystyössä on ollut myös se, että yksinkertaisemmat turvajärjestelmät voisivat olla tie suuren yleisön mielikuvalle helpommin ymmärrettävää ja turvallisemmasta tekniikasta. Tätä tavoitetta on vaikea väheksyä. Osoittaa-han nykyinen tilanne sen, kuinka helpos-ti vaikean asian ja pahan asian välille asetetaan yhtäläisyysmerkki. Tutkimusta ei tietenkään voida tehdä mielikuvien pohjalta, mutta tutkimustuloksista on pystyttävä kertomaan oikeita ja positiivisia mielikuvia käyttäen.

Käyttökokemuksia ja passiivista turvallisuutta arvostetaan

Kehitystyö näyttää jakaantuvan myös maanosittain siten, että Euroopassa keskitytään lähinnä evoluutiolaitosten kehitystyöhön ja erityisesti vakavien onnettomuuksien hallintaan. Yhdysvalloissa ja Japanissa puolestaan mietitään, miten kirstyneen lupakäsittelyn myötä laajaksi kasvaneita turvajärjestelmiä voitaisiin yksinkertaistaa parantaen samalla turvallisuutta ja taloudellisuutta.

Kummallekin näkökannalle löytyy perustelunsa. On selvää, etteivät kaikki 50-luvulla kehitetyt turvallisuusratkaisut voi olla ikuisia, vaan myös ydinvoimalaitostekniikka kehittyy kuten muukin tekniikka. Toisaalta nykyistä reaktoreista saatu käyttökokemus on arvokasta perintöä. Onkin tarkoin pidettävä huoli, ettei uuden tekniikan käyttöönotto johda ennalta arvaamattomiin tilanteisiin.

Tutkimuksen vetureina ovat toimineet Japani ja ennenkaikkea Yhdysvallat. Tunnetuimpia laitoskonsepteja ovat esittäneet Westinghouse (AP600) ja General Electric (SBWR). Aivan viime vuosina on tutkimus Euroopassakin suuntautunut aiempaa enemmän uusiin konsepteihin. Eurooppalaiset voimayhtiöt ovat käynnistäneet yhteistyön yhdysvaltalaisien reaktorivalmistajien kanssa. Tavoitteena on tarjota markkinoille suuren sähkötehon omaavia passiivisilla turvajärjestelmillä varustettuja laitoksia. Eurooppalaiset tutkimuslaitokset ovat suunnanneet tutkimustaan ALWR-reaktoreihin ja Euroopan komissio on sisällyttänyt passiiviset turvajärjestelmät ydinturvallisuuden tutkimusohjelmaansa.

Myös Venäjällä jatkuu ydinvoimatekninen tutkimustyö. Lähinnä poliittisesta tilanteesta johtuen kehitystyö on hyvin hajaantunutta ja muistuttaa paljolti tilannetta maailmalla muutama vuosikymmen taaksepäin, jolloin tarjolla oli lukemattomia erilaisia laitoskonsepteja. Jokainen tutkimuslaitos pyrkii rahoituksesta kamppaillessaan esittämään oman ja usein eksoottisen laitoskonseptin.

Kaukoita on kasvun aluetta tälläkin saralla. Viime aikoina on kansainvälisissä kokouksissa usein törmännyt aiemmin tuntemattomien tutkimuslaitoksien edustajiin, jotka yhteistyössä suurimpien reaktorivalmistajien kanssa luovat maahansa kovalla kiireellä uutta ydinvoimateknikan tutkimuksen kulttuuria vähän samaan tapaan kuin Suomessa tehtiin -60 luvulla. Kun vielä taloudelliset edellytykset ovat voimakkaan kasvun myötä olemassa, pitäisinkin todennäköisenä, että ensimmäiset uudentyyppiset laitokset rakennetaan tälle alueelle.

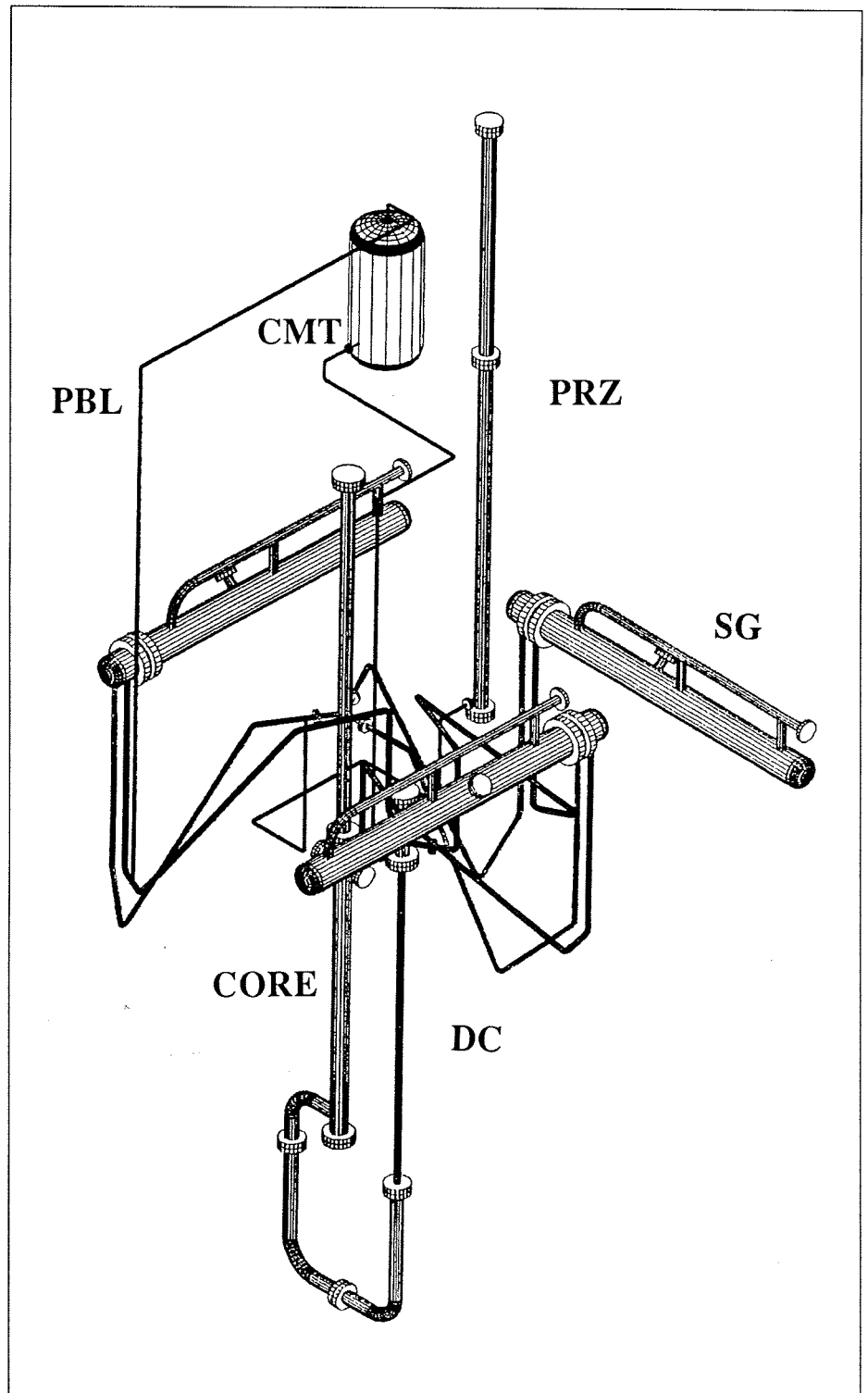
Painovoimaisen hätäjähdytyksen koejärjestely nyky muodossaan PACTEL-laitteistossa. CMT tankissa havaitun lauhtumisen mahdollisuutta pyritään pienentämään jättämällä paineistimen ja tankin välinen linja pois. Myös Westinghousen AP600:aa on muutettu vastaavasti.

Uusi tekniikka tuo haasteita myös Suomelle

Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun energiatekniikan osastolla on kehittyneitä kevytvesireaktoreita tutkittu vuodesta 1987. Aluksi tutkimus oli pienimuotoista ja kirjallisuustutkimuksiin ja tietokoneohjelmien käyttöön rajoittunutta. Jo syksyllä 1992 aloitettiin kokeellinen tutkimus passiivisten turvajärjestelmien käyttäytymisestä. Kokeiden tekoon on myös osallistunut VTT Energian Lappeenrannassa toimiva lämpö- ja virtausmekaniikan tutkijaryhmä.

Tutkimuksen tavoitteena on ollut esitellä uusia ydinvoimalaitoskonsepteja ja arvioida niiden turvallisuuspiirteitä ja valmiusastetta sekä kirjallisuuteen että omakohtaiseen kokeelliseen tutkimukseen perustuen. Jatkotutkimuksia varten on Euroopan komission NFS-ohjelmaan (NFS, Nuclear Fission Safety) ehdotettu tutkimusprojektia, jossa painovoimaisesta hätäjähdytyksestä tutkitaan PACTEL-koelaitteistolla tehtävillä kokeilla. Koetuloksia on tarkoitus analysoida useilla eri tietokoneohjelmilla. VTT Energian ja Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun lisäksi projektiin osallistuvat AEA Technology ja Pisan yliopisto.

Passiivisten hätäjähdytysjärjestelmien toiminta perustuu pieniin paine-eroihin primaaripiirin eri komponenttien välillä. Niiden suunnittelussa on pakkokiertoisia järjestelmiä tarkemmin otettava huomioon toimintaan vaikuttavat termohydrauliset ilmiöt. Erityisen hyvin tämä käy ilmi PACTELilla tehdyistä painovoimaisen hätäjähdytyksen kokeista, joissa nopea lauhtuminen järjestelmän hätäjähdytystankissa ohjasi ajoittain kokeen kulkua. Samantapaisia tuloksia on saatu myös japanilaisella ROSA-koelaitteistolla.



Koejärjestelyyn haettiin mallia AP600:aan suunnitellusta painovoimalla toimivasta hätäjähdytysjärjestelmästä. Siinä primaaripiirissä ylös sijoitettu kylmällä vedellä täytetty vesitankki on paineistettu täyteen käyttöpaineeseen paineistimesta ja yhdestä kylmää haaroista vedetyillä yhteillä. Kun reaktoripiiriin tulee vuoto ja paine piirissä pienenee, alkaa hätäjähdytysvesi virra-

ta korkealle sijoitetusta tankista. Kokeita varten ei AP600:aan esitettyä järjestelmää pyritty mallintamaan yksi yhteen, koska muu osa koelaitteistosta on geometrialtaan erilainen.

Koetulokset osoittavat, että tällä järjestelyllä voidaan tutkia painovoimaisen hätäjähdytyksen toimivuuden kannalta oleellisia ilmiöitä. Edellä mainittu

Aktiiviset turvajärjestelmät

Aktiivinen määrettä kuvataan yleensä sanoilla toimiva, oma-aloitteinen, tehokas, vaikuttava. Aktiivisten turvajärjestelmien yhteydessä sanan merkitys kuitenkin kohdentuu tarkoittamaan järjestelmän päällekytkeytymisen ja toiminnan riippuvuutta ulkopuolisista toimenpiteistä ja/tai energialähteistä. Esimerkkinä kevytvesireaktoriin aktiivisista turvajärjestelmistä voidaan mainita korkeapaineinen hätäjähdytysjärjestelmä, jonka toiminta on riippuvainen pumppujen toiminnasta. Aktiivisten järjestelmien käyttöönotto edellyttää aina joko operaattorin toimenpiteitä tai ennalta asetetun käytönohjauksen toimimista. Järjestelmän käyttö vaatii jatkuvaa energiansyöttöä järjestelmän ulkopuolelta. Yllä mainitun esimerkin kohdalla riittävän turvallisuutason saavuttaminen edellyttää useita rinnakkaisia pumppuja sekä sähkösyötön varmistamista useasta lähteestä. Nykyisin usein käytetty vaatimus järjestelmän redundanssitasolle on kolminkertainen täysi varmistus (3 X 100%) tai nelinkertainen puolittainen varmuus (4 X 50%). Mikäli aktiivisia järjestelmiä voidaan korvata passiivisilla järjestelmillä, vähenee laitoksen kokonaiskomponenttimäärä, jolloin myös investointi- ja käyttökustannukset pienenevät.

Passiiviset turvajärjestelmät

Passiiviset turvajärjestelmät ovat järjestelmiä, jotka onnettomuustilanteissa toimivat ilman käyttöhenkilökunnan toimenpiteitä ja järjestelmien ulkopuolisia energialähteitä. Näiden järjestelmien käyttövoimana on järjestelmän itsensä sisältämä ajava voima, kuten painovoima, luonnonkierto, paineistettu kaasu tai varastoitu sähköenergia. Esimerkkinä voidaan mainita tyypellä paineistetut reaktorin hätäjähdytysakut. Vallalla olevan lievemmän passiivisuuden vaatimuksen mukaan passiivinen turvajärjestelmä voi sisältää varoventtiileitä, mittausjärjestelmiä ja yksitoimisia venttiileitä toiminnan laukaisevina komponentteina. Tällöin toiminnan tulee kuitenkin perustua varastoidun energian käyttöön eli käyttövoimana tulee olla esimerkiksi paineistettu kaasu, jousi tai akun sähkövirta, jolloin ei liioin olla riippuvaisia tukijärjestelmistä. Passiivinen turvallisuus eroaa luontaisesta turvallisuudesta siten, että esimerkiksi ihmisen tarkoitukselliset toimenpiteet voivat estää tai ajallisesti siirtää passiivisten järjestelmien toiminnan. Järjestelmät eivät kuitenkaan sisällä sitä säätäviä tai sen käytön keskeyttäviä komponentteja. Määre passiivinen ei välttämättä ole kovin onnistunut; yleensä passiivisen synonyymejä ovat toimimaton, toimeuton, tarmoton, välinpitämätön.

Luontainen turvallisuus

Luontaisella turvallisuudella tarkoitetaan sitä, että laitoksella on sen teknisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin perustuva järjestelmään sisäänrakennettu ja siitä erottamaton kyky hakeutua turvalliseen toimintatilaan. Kevytvesireaktoreissa tällainen luontainen turvallisuustekijä on esimerkiksi tehon negatiivinen reaktiivisuuserroin. Luontaista turvallisuustekijää on mahdotonta tai ainakin äärimmäisen vaikeata operaattorin toimenpitein poistaa. Usein varsinkin englanninkielisissä teksteissä sanotaan luontaisten turvallisuustekijöiden olevan järjestelmälle inherenttejä. Filosofiasa inherentillä tarkoitetaan jollekin erottamattomasti ominaista, olennaisesti johonkin kuuluvaa.

lauhtuminen on mahdollista, kun lämpötilakerrostuminen tankissa murtuu ja paineentasaus-linjoista tankkiin virrannut höyry joutuu kosketuksiin kylmän veden kanssa. Tärkeää tietoa saatiin myös näiden kokeiden tietokoneanalyysistä. Ne osoittivat puutteita nykyisten ohjelmien kyvyssä mallintaa painovoimaista hätäjähdytystä.

Ominaista uusille ratkaisuille on myös se, että niiden käytönaikainen koestaminen on vaikeaa, jollei peräti mahdotontakin. Ennen käyttöönottoa on toiminta varmistettava laajoilla koeohjelmilla. Ohjelmien suunnittelussa painottuvat prosessin termohydrauliikka ja rakenteellinen kestävyys. Vielä ei liioin voida olla täysin varmoja siitä, kuinka kalliiksi laitoksen rakentaminen tosiasiaa käy.

Uusien laitostyyppien suunnittelussa on tosin turvajärjestelmiä lukuunottamatta käytetty jo kokeiltua tekniikkaa ja esitetyt rakennusaikataulut ovat nykyisiä huomattavasti lyhyempiä.

Kehitys vaatii aina uutta ajattelua

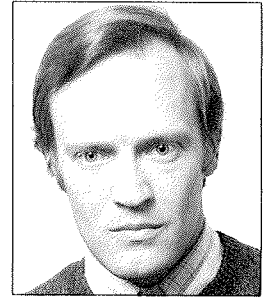
Viime vuosien aikana on myös ydintekniikan piirissä painotettu, että jatkuva tuotekehitys on elinvoimaisen alan tärkein tunnusmerkki. On turha epäillä uusien reaktorityyppien markkinoitulan vaikeuttavan vanhojen laitosten käytön jatkamista.

Ydinvoima-alalla työskentelevät ovat sitoutuneet tekemään parhaansa ydinturvallisuuden edistämiseksi aina kun se on järkevästi mahdollista. Lisääntynyt ympäristötietous ilmastomuutoksista tulee lisäämään myönteisyyttä ydinvoimaa kohtaan. Tässä tilanteessa on hyvä, jos kynnys ydinvoiman hyväksyttävyydelle mataloituu myös parantuneen tekniikan ansiosta.

Reaktorivalmistajien ja tutkimuslaitosten tekemä työ on jo muuttanut ja tulee vielä jatkossakin muuttamaan lehtien palstoilla esiteltäviä uusia laitoskonsepteja. Haasteisiin vastaaminen ja uuden tekniikan synnyttämiseen liittyvien tuskien kestäminen on kuitenkin omiaan vahvistamaan alaa ja houkuttelemaan nuoria lahjakkuuksia alalle. Ongelmien ratkaisulla on lähes aina sovelluskohteensa ydinvoimatekniikan ulkopuolellakin, jolloin tutkimuksen hyödyt ja kaantuvat laajemminkin yhteiskunnassa.

TKL Reijo Munther toimii tutkijana Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun Energiatekniikan osastolla, p. (953) 621 2377.

YHDYSVALTOJEN YDINASETEOLLISUUDEN YMPÄRISTÖONGELMAT



Yhdysvalloissa on viime aikoina julkaistu selvityksiä maan ydinaseiteollisuuden yrityksistä korjata itse aiheuttamansa jäte- ja ympäristöongelmat. USA:n ja Neuvostoliiton /Venäjän keskinäisiin sopimukseen ja yksipuolisiin päätöksiin perustava ydinaseiteollisuuden raju vähentäminen merkitsee maiden ydinaseiteollisuuden alasajoa. Tämä yhdessä kylmän sodan aikaisten laiminlyöntien korjaamisen kanssa tulee maksamaan ainakin Yhdysvalloissa suunnilleen saman verran kuin ydinaseiden valmistus tähän saakka on kuluttanut. Ydinaseiteollisuuden radioaktiivisen ja kemiallisen jätteen käsittely ja sen aiheuttamien ympäristövaurioiden kohtuullinen korjaaminen vievät kymmeniä vuosia ja kuluttavat satoja miljardeja dollareita.

Yhdysvalloissa Coloradon osavaltiossa lähellä Denveriä sijaitsevan Rocky Flatsin plutoniumtehtaan työntekijät lastasivat eräänä kylmänä talviaamuna joulukuussa 1989 tavalliseen tapaan kuljetusvaunuun atomipommin pallomaisia ytimiä (pits). He saattoivat silloin kyllä aavistaa, että heidän oman tuotantolaitoksensa tulevaisuus oli vakavasti vaakaaludalla. Useimmat olisivat kuitenkin yllättyneet, jos he olivat tienneet, että kyseessä oli viimeinen sellainen kuljetus Yhdysvalloissa ainakin pitkään aikaan. Lasti käytettiin loppuun joskus seuraavan vuoden kuluessa. Silloin päättyi uusien ydinaseiden valmistus USA:ssa ainakin toistaiseksi.

Yhdysvaltain ydinaseiteollisuus on 90-luvun kuluessa joutunut muuttamaan toiminta-ajatuksensa täydellisesti. Kyl-

män sodan aikaisesta kilpavarustelusta on siirrytty USA:n ja NL:n/Venäjän välisiin sopimukseen tai yksipuolisiin päätöksiin perustuvaan ydinaseiteollisuuden rajuun vähentämiseen. Uusien, teknisesti huippuunsa kehitettyjen ydinkärkien tuottamisen asemesta ydinaseiteollisuuden on nyt purettava suuri osa aiemmasta tuotannostaan, poistettava käytöstä valtaosa tehtaistaan, huolehdittava vuosikymmenien aikana kertyneistä jätteistä ja yritettävä korjata ympäristölle aiheutetut vauriot.

Manhattan-projekti käynnisti USA:n ydinaseiteollisuuden

USA:n ydinaseiteollisuuden perusta luotiin toisen maailmansodan aikana käynnistetyssä Manhattan-projektissa. Maan tieteelliset ja tekniset voimavarat koottiin kehittämään noin kahdessa ja puolessa vuodessa toimiva atomiase. Todellisen laajuutensa ydinaseiteollisuus saavutti kuitenkin vasta 50-luvulla kylmän sodan käynnistymisen ja NL:n ensimmäisen ydinkokeen (21.8.1949) seurauksena. Kyseisen vuosikymmenen lopulla tuotantoluvut myös saavuttivat nykyisestä näkökulmasta katsottuna käsittämättömän korkean huippunsa.

USA:n kolme väkevöintilaitosta (Oak Ridge, Paducah ja Portsmouth) tuotti 50-luvulla 50–70 tonnia aseluokan uraania (väkevöintiaste yli 90 %) vuodessa. Kolmessatoista plutoniumin tuotantoreaktorissa (kahdeksassa grafiittimoderoitussa reaktorissa Hanfordissa Washingtonin osavaltiossa) ja viidessä raskasvesireaktorissa Savannah Riverissä (Etelä-Karolinassa) säteilytetystä uraanipolttoaineesta erotettiin 7–8 tonnia plutoniumia ja kiloittain tritiumia vuosittain. Vuosina 1959–1961 USA:n ydinaseiteollisuus teki määrällisen tuotantoennätyksensä, yhteensä 19 500 ydinkärkeä.

Yhdysvalloissa uraanin ja plutoniumin sotilaallista tuotantoa alettiin rajoittaa 60-luvun puolivälistä alkaen. Aseluokan uraanin valmistus ydinkärkeä varten lopetettiin kokonaan vuonna 1964 ja valtaosa plutoniumin ja tritiumin tuotantoreaktoreista suljettiin 70-luvun alkuun mennessä. Toimintaan jäivät Hanfordiin vuonna 1963 valmistunut N-reaktori ja kolme Savannah Riverin reaktoria.

Ydinaseiteollisuutta alettiin kierrättää tehokkaasti käyttötarkoituksesta toiseen. Presidentti Reaganin virkakaudella (1981–1989) pyrittiin USA:n ydinaseiteollisuuden tuotantokyvyn lisäämiseen ja vielä vuonna 1988 valmistui suunnitelma koko valmistusketjun modernisoinnista entisen laajuiseksi. Käytännössä ei kuitenkaan ehditty saada aikaan kovinkaan paljon, kun käänne kokonaan toiseen suuntaan tapahtui.

USA:n ydinaseiteollisuus muotoutui 50-luvun loppuun mennessä kiinteäksi tuotantoketjuksi. Siihen kuuluivat edellä mainittujen ydinaseiteollisuuden valmistuslaitosten lisäksi kolme ydinaseiden suunnittelukeskusta (Los Alamosin, Lawrence Livermoren ja Sandian kansalliset laboratoriot), Fernaldin (Ohio) uraanin käsittelytehdas, Rocky Flatsin plutonium- ja berylliumosien valmistuslaitos, Idahan aseluokan uraanipolttoaineen jälleenkäsittelylaitos, kolme komponenttitehdasta (Mound (Ohio), Pinellas (Florida) ja Kansas City) ja ydinaseiden kokoamislaitos Pantex (Amarillo, Teksas).

Manhattan-projektin aikana ja vielä 50-luvulla moni muukin laitos palveli ydinaseiden valmistusprosessia. Siihen kuuluivat kiinteästi myös USA:n lukuisat uraanikaivokset ja malmin rikastuslaitokset, kuten myös ydinkoealueet, joita oli Tyynellä valtamerellä (Bikini ja Eniwetak) ja Nevadan osavaltiossa.

Erialaisten jätteiden määrä kuutiometreinä (lähde: DOE:n raportti)

Jätteen tyyppi	Nykyiset varastot	Käytöstäpoistosta ja ympäristövaurioiden korjaamisesta syntyvä jäte
— Runsasaktiivinen ydinjäte	403 000	500
— Käytetty polttoaine	2 300	
— Transuraanijäte	106 000	130 000
— Alhaisaktiivinen ydinjäte	1 700 000	16 800 000
— Alhaisaktiivinen sekajäte	510 000	1 000 000
— Vaarallinen (kemiallinen) jäte	600 000	11 600 000

Yhdysvaltain ydinaseteollisuus organisoitiin ns. GOCO (Government Owned, Contractor Operated) -periaatteen mukaisesti. USA:n energiaviranomainen (ensin atomienergiakomissio AEC, välivaiheitten jälkeen vuodesta 1977 energiaministeriö, DOE) vuokrasi rakentamansa ja omistamansa tuotantolaitokset yhtiöille tai muille halukkaille yhteisöille. GOCO-järjestelmä näyttää tyydyttäneen molempia osapuolia, sillä vuokraajien vaihtuvuus oli vähäistä.

Vuokrasopimuksissa pääpaino oli aina 80-luvun lopulle saakka asetettujen tuotantotavoitteiden täyttämässä. Jäte- ja ympäristöongelmien ratkaisusta ei yleensä maksettu lisäpalkkioita. Lisäksi ydinaseteollisuuden tuotantolaitokset olivat vielä 50- ja 60-luvulla kaukana asutuilta alueilta, joten ympäristön saastuminen ei näkynyt julkisuuteen eikä ollut vaaraksi väestölle. Toisaalta aina ei ollut edes teknisiä keinoja ydin-ase materiaalien valmistuksessa syntyvien jätteiden käsittelyyn. Ainoa vaihtoehto olikin yrittää varastoida ne mahdollisimman turvallisesti. Valitut ratkaisut eivät aina osoittautuneet kovin onnistuneiksi.

Ydinaseteollisuuden valtavat ongelmat paljastuvat

Yhdysvalloissa, kuten muissakin ydin-asevaltioissa, ydinaseteollisuus oli pitkään erityisasemassa, koska ydin-aseistusta pidettiin kansallisen turvallisuuden peruspilarina. Siksi siviiliviranomaiset eivät päässeet valvomaan ydinaseteollisuuden tuotantolaitosten toimintatapoja.

USA:n atomienergiakomissio ja sittemmin energiaministeriö kykeni atomienergiain määrääksiin nojaten vastustamaan maassa 70-luvulla voimistuneen ympäristöliikkeen vaatimuksia aina 80-

luvun puoliväliin saakka. Vuonna 1984 maan oikeuslaitos päätyi kuitenkin ratkaisuun, että siviilitoimintaa säätelevä ympäristölainsäädäntö sitoi myös ydinaseteollisuuden tuotantolaitoksia. Päätöksen jälkeen solmittiin melkoinen joukko erityyppisiä sopimuksia, joissa osapuolina olivat liittovaltion energia- ja ympäristöviranomaiset ja asianomaiset osavaltiot. Suurin osa ydinaseteollisuutta tuli niiden vaikutuspiiriin.

Tilanne jäi kuitenkin sekavaksi, mutta USA:n energiaministeriö ryhtyi vuonna 1985 omatoimisesti selvittämään alaisensa ydinaseteollisuuslaitosten aiheuttamia ympäristövaurioita ja mahdollisuuksia korjata niitä. Laaja ja yksityiskohtainen raportti valmistui loppuvuodesta 1988. Sen tekemiseen kuluneiden vuosien aikana yleinen suhtautuminen ydin-aseiden tuotantolaitoksiin oli radikaalisti muuttunut. Syynä oli paitsi muuttumassa ollut maailmanpoliittinen tilanne, jonka seurauksena käsitys ydinaseista kansallisen turvallisuuden takaajana alkoi horjua, myös Tshernobylin reaktorionnettomuus.

Tshernobylin tapahtumien seurauksena USA:n sotilaalliset tuotantoreaktorit asetettiin ensi kertaa ulkopuolisen tur-

vallisuustarkastuksen kohteeksi eivätkä ne siitä kunnialla selvinneet. Niissä todettiin vanhenemisen aiheuttamia vikoja ja muita turvallisuutta vaarantavia puutteita. Lisäksi osoittautui, että reaktoreita käytettiin toisinaan vastoin ohjeita ja että käyttöhäiriöistä ei välttämättä piitattu tai raportoitu. Kaikki tuotantoreaktorit suljettiin vuoden 1988 kuluessa.

Energiaministeriö ryhtyi tutkimaan myös muita ydinaseteollisuuden yksiköitä aiempaa huolellisemmin eikä se ulkopuolisista tarkkailijoista puhumattakaan pitänyt näkemästään. Laitokset olivat keskimäärin käyttöikänsä päässä ja vuosikymmenien laiminlyöntien jäljet näkyivät selvästi. Niitä alettiin sulkea yksi toisensa jälkeen. Prosessissa ydinaseteollisuuden vuosikymmeniä jatkanut salailu ja ongelmien kiistäminen kostautui kalliisti. Sen ja energiaministeriön sanaan ei enää uskottu eivätkä ne näytä kyenneen vaikuttamaan tapahtumien kulkuun kovinkaan paljon.

USA:n energiaministeriö perusti vuonna 1989 erityisen ympäristöhoito-osaston (nykyisin Office of Environmental Management) huolehtimaan omistamiensa laitosten jäte- ja ympäristöongel-

mista ja tarpeettomien laitosten käytöstäpoistosta. Ensimmäisenä vuonna sen käyttöön annettiin yli puolitoista miljardia dollaria. Osaston hoitoon on tähän mennessä siirretty muun muassa kymmenen ydinaseteollisuuden keskusta ja samalla sen vuosibudjetti on kasvanut lähes seitsemään miljardiin dollariin. Kaikkiaan se on tähän mennessä käyttänyt pitkälti yli 20 miljardia dollaria.

DOE:n rahan käytön tehokkuutta on arvosteltu alusta alkaen. Sen on katsottu antaneen liian optimistisia tai täysin katteettomia lupauksia, joiden lunastamisyhtymiset uhkaavat käydä kalliiksi veronmaksajille. Lisäksi sitä on syytetty siitä, ettei se ole kyennyt asettamaan selviä tavoitteita tai kriteereitä jäte- ja ympäristöongelmien ratkaisulle.

Sotilaallisista jätteistä satojen miljardien lasku

Maaliskuussa 1995 USA:n energiaministeriön ympäristöhoito-osasto julkisti viimeisimmän arvionsa maan ydinaseteollisuuden "maksamattoman laskun" suuruudesta. Sen karu sanoma voidaan tiivistää seuraavasti. Seuraavien 75 vuoden aikana joudutaan käyttämään 230 miljardia dollaria ydinaseiden valmistusketjun aiheuttamien jäte- ja ympäristöongelmien ratkaisemiseen. Tämä itse asiassa kaksinkertaistaa ydinaseiden tähänastiset valmistuskustannukset.

Noin puolet summasta kuluu erilaisten jätteiden loppusijoitukseen, hieman alle 30 prosenttia menee ympäristövaurioiden korjausyrityksiin, kymmenisen prosenttia ydinmateriaalien varastointiin, viitisen prosenttia teknisten ratkaisujen kehittämiseen ja loput muihin sekalaisiin kuluihin. Hanfordin ja Savannah Riverin ydinmateriaalien tuotantolaitokset vaativat molemmat noin viidenneksen ja Rocky Flatsin, Oak Ridgen ja Idahon yksiköt kukin noin kymmenneksen osuuden kokonaissummasta.

DOE on jättänyt arvionsa ulkopuolelle muun muassa Nevadan ydinkoalueen ja pahiten saastuneet pohjavesialueet, koska sen mukaan niiden puhdistamiseen ei ole käytökelpoisia menetelmiä. Summaan ei sisälly myöskään tähänasti-

set kustannukset. Lisäksi DOE:n raportissa korostetaan jatkuvasti, etteivät siinä esitetyt luvut ole mitään ehdottamia kustannusarvioita vaan, että ongelmien ratkaisuun tarvittava rahamäärä määräytyy siitä tasosta, mikä tavoitteeksi asetetaan.

Runsasaktiivisen ydinjätteen käsittelyyn liittyvät ongelmat ovat olleet ehkä eniten esillä viime vuosina. Hanfordin jälleenkäsittelyjätteen kaikkiaan 177 varastotankin tila on saanut osakseen erityisen paljon huomiota. Tankeista 149 on vanhoja yksiseinäisiä säiliöitä, joissa betonista valmistettu lieriö on vuorattu hiiliteräsvyöryllä. Rakennetta ei ole tarkoitettukaan kestäväksi pitkäaikaista varastointia, ja niinpä yli kolmanneksessa yksiseinäisistä tankeista on todettu vuotoja. Niissä tapahtuu lisäksi jatkuvasti osittain selittämättömiä kemiallisia reaktioita, joissa syntyy muun muassa räjähdysherkkiä kaasuja.

Kun alkuperäisten tankkien ongelmat alkoivat pahentua, alettiin 70-luvulla rakentaa uusia, tilavuudeltaan 4000 m³:n säiliöitä, joissa on kaksi hiiliteräseinämää. Yhdessä näistä 28 tankista ei ole havaittu vuotoja. Jätteiden siirto vanhoista tankeista uusiin on kuitenkin hankalaa ja hidasta. Viimeisimmät tiedot Hanfordista kertovat, etteivät kaikki viimeaikaisetkaan jätteiden tutkimukseen ja käsittelyyn kehitetyt laitteet ja menetelmät toimi kenttöolosuhteissa odotetulla tavalla. Seurauksena on tietysti aikataulun ja kustannusarvion pettäminen.

Hanfordiin on suunnitteilla runsasaktiivisen ydinjätteen kiinteytyslaitos, mutta se valmistunee aikaisintaan vuosittuhannen vaihteessa. Savannah Riverissä on vastaava laitos valmiina ja sen pitäisi aloittaa toimintansa tänä vuonna. Seuraavien kahden vuosikymmenen kuluessa sen tulisi kyetä käsittelemään laitosalueella oleva runsasaktiivinen jäte. Kiinteystuotetynnyrit joudutaan varastoimaan, kunnes loppusijoitustavasta ja paikasta päätetään joskus tulevaisuudessa päätetään.

USA:n ydinaseteollisuuden tuotanto-reaktorien, kuten myös ydinkäyttöisten lentotukialusten ja sukellusveneiden polttoaineen suunnittelussa on lähdetty siitä, että se jälleenkäsitellään suhteelli-

sen lyhyen jäähtymisajan jälkeen. Niiden suojakuoret eivät siksi välttämättä kestä pitkäaikaista säilytystä. Kun Yhdysvallat lopetti vuonna 1992 sotilaallisten jälleenkäsittelylaitostensa toiminnan, varastoaltaissa oli yhteensä 2 700 tonnia käytettyä polttoainetta, josta osa on valmistettu aseluokan uraanista. Suurin osa säilytyspaikoista on vanhoja eivätkä ne vastaa nykyisiä turvallisuusmääräyksiä. Loppusijoitusvaihtoehdon valinta voi USA:ssa viedä vuosikymmeniä, joten jonkinlaisia uusia välivarastoja lienee pakko rakentaa.

USA:n ydinaseteollisuudessa lähinnä plutoniumin käsittelyssä syntynyt ns. transuraanijäte on pakattu 55 gallonan (208 litran) tynnyreihin. Suurin TRU-varasto on Idahossa, jonne on siirretty muun muassa Rocky Flatsin plutoniumtehtaan tulipaloissa kertynyt jäte. Transuraanijäte on tarkoitus loppusijoittaa WIPP-luolaan (WIPP = Waste Isolation Pilot Plant), joka on kaivettu Uudessa Meksikossa sijaitsevan Carlsbadin kaupungin lähellä olevaan suolakerrostumaan noin 700 metrin syvyyteen.

Loppusijoitustila on ollut periaatteessa jo pitkään valmis, mutta lopullista käyttö lupaa sille ei ole annettu. Energiaministeriö näyttää nykyisin uskovan, että WIPP voisi ottaa vastaan ensimmäiset jätekuljetukset vuonna 1998. Lisäksi on otettava huomioon, että osa varastoissa olevasta TRU-jätteestä sisältää liikaa plutoniumia, jotta se voitaisiin sijoittaa WIPP-luolastoon.

Plutoniumia säilytetään monenlaisissa paikoissa

USA:n ydinaseteollisuuden tuottamasta hieman yli 100 plutoniumtonnista noin neljännes ei ole käytössä olevissa, varastoiduissa tai puretuissa ydinkärjissä. Plutoniumia on mitä erilaisemmissa olomuodoissa valmistusketjun eri osissa, kaikkiaan virallisen tiedon mukaan 166 laitoksessa 35 paikassa. Maan energiaministeriö selvitytti vuonna 1994 varsin laajassa tutkimuksessa näistä 26 plutoniumtonnista aiheutuvia riskejä. Niistä todennäköisimmät ovat tietysti hyvin paikallisia ja kohdistuvat lähinnä laitosten työntekijöihin.

Epämääräisesti säilytetty plutonium on kuitenkin myös proliferaatoriski. Laajan raportin yhteenveto antaa osittain lohduttoman kuvan USA:n ydinaseteollisuuden tärkeimpiin osatekijöihin kuuluneiden yksiköiden nykytilasta. Viimeisimmät tiedot kuitenkin kertovat, että joitakin ongelmia on kyetty nopeasti korjaamaan.

USA:n ydinaseteollisuuden tuottamasta alhaisaktiivisesta jätteestä yli kolme miljoonaa kuutiometriä on haudattu maahan periaatteessa asianmukaisesti pakattuina suunnitellusti rakennettuihin kaivantoihin. Viimeinen tällainen kaivanto peitetään maalla tänä vuonna. Kaikki sijoitusratkaisut eivät vaikuta enää onnistuneilta ja joitakin jätehautoja on jo avattu. Niiden sisältö on siirretty uudenaikaisiin betonista valmistettuihin varastorakennuksiin, jotka täyttämisen jälkeen tullaan peittämään maalla. Samoin menetellään tuotantorakennusten purkamisessa ja ympäristön puhdistamisessa kertyvän vastaavan materiaalin kanssa.

Alhaisaktiivisen jätteen tilavuuden pienentämismahdollisuuksia tutkitaan, jotta varastojen rakentamistarve saataisiin pidettyä kohtuullisena. Samalla joudutaan selvittämään, miten voitaisiin vähentää aktiivisuuden liukenemista ja kulkeutumista.

USA:n ydinaseteollisuuden tarpeettomiksi käyneiden tuotantolaitosten ja muiden rakennusten puhdistaminen ja käytöstäpoisto on myös melkoinen urakka. Tällä hetkellä purettavia yksiköitä ilmoitetaan olevan 3 700, mutta lisää odotetaan tulevan vielä lähiaikoina ainakin 1 000. Ongelmallisimpia ovat tietysti tuotantoreaktorit (14 kpl) ja jälleenkäsittelylaitokset (8 kpl). Käytöstäpoiston jälkeen pitäisi yrittää puhdistaa laitospaikkojen maaperä ja pohjavesi mahdollisimman hyvin. Osa alueista jää ilman muuta käyttörajoitusten alaisiksi.

DI, VTL **Markku Anttila** on VTT Energian erikoistutkija, p. (90) 456 5012

Suomi liittyi Euroopan fuusiotutkimusohjelmaan

Suomi liittyi 13.3.1995 virallisesti Euroopan fuusiotutkimusohjelmaan. Liittymissopimus on Euratomin ja Teknologian kehittämiskeskuksen (TEKES) välinen. Suomen puolesta sopimuksen allekirjoitti TEKES:n tuolloinen pääjohtaja Juhani Kuusi ja EU:n Komission puolesta tiede- ja tutkimusdirektoraatin pääjohtaja Paolo Fasella. EU:n toisena edustajana tilaisuuteen osallistui Euroopan fuusiotutkimusohjelman johtaja Charles Maisonnier.

Suomen valmistautuminen EU:n fuusio-ohjelmaan alkoi kaksi vuotta sitten. Kotimainen fuusioenergiatutkimus organisoitiin kansalliseksi FFUSION -tutkimusohjelmaksi. Sen perusrahoituksesta vastaa TEKES ja koordinoinnista VTT Energia. VTT Valmistustekniikka ja VTT Kemiantekniikka ovat myös mukana ohjelmassa. VTT:n lisäksi hankkeeseen osallistuvat Teknillinen korkeakoulu, Helsingin Yliopisto ja Tampereen teknillinen korkeakoulu. Suomen T&K-panostus vuonna 1995 on lähes 10 miljoonaa markkaa. Tällä summalla sijoitetaan Euroopassa kevytsarjaan.

EU:n fuusio-ohjelmassa Suomi osallistuu alan perustutkimukseen, materiaalitutkimukseen ja reaktorin kauko-ohjattujen huolto- ja tarkastusjärjestelmien kehittämiseen. Tärkeimmät yhteistyöalut ovat JET (Joint European Torus), joka on maailman suorituskykyisin fuusiolaite, ja NET/ITER yksikkö Garchingissa, joka koordinoi Euroopan osuutta ITER:n suunnittelussa.

Teollisuutta aktivoidaan osallistumaan fuusioteknologian kehitykseen. ITER-kooreaktori (International Thermonuclear Experimental Reactor) voi jo lyhyellä tähtämellä tarjota merkittäviä hankintoja ja palveluja. Lupaavimmat sovellukset liittyvät erikoismateriaaleihin ja kauko-ohjausjärjestelmiin.

Fuusio EU:n suurimpia tutkimuspanostuksia

Neljännessä tutkimuksen puiteohjelmassa vuosille 1994–1998 fuusiotutkimukselle on osoitettu yli 800 MECU:a, mikä on lähes 40 % koko puiteohjelman energiaturkimuksesta. Fuusiotutkimus-

ohjelma on Euratomin alainen ja sen koordinointi kuuluu EU:n tiede- ja tutkimusdirektoraatin (DG XII) piiriin. Myös Ruotsi ja Sveitsi ovat olleet fuusio-ohjelman täysivaltaisia jäseniä.

Euratomin fuusiotutkimus rakentuu jäsenmaiden ja Sveitsin kansallisista ohjelmista, yhteisestä JET-fuusiolaitteesta, JRC-tutkimuslaitoksessa (Joint Research Centre) tehtävästä fuusioteknologiastyöstä ja NET/ITER sopimukselta koskien JET laitteen seuraajaa. JET valmistui 1983 ja se on tällä hetkellä maailman suorituskykyisin fuusiolaite. JET:n myötä Euroopasta on tullut maailman johtava fuusiotutkimusmahti.

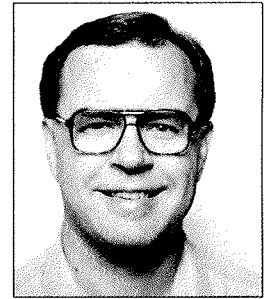
Ainutlaatuisella yhteistyöllä kohti kaupallista sovellusta

Fuusioenergiaratkaisun tärkeys on ajanut koko teollisen maailman yhteistyöhön, jolla pyritään ottamaan mahdollisimman pitkä askel kohti kaupallista fuusiovoimaa. Kansainvälisenä yhteistyönä suunnitellaan parhaillaan yli 1000 MW:n ITER-fuusiokooreaktoria. Tavoitteena on osoittaa lopullisesti, onko fuusioenergia mahdollinen tulevaisuudessa.

Yhteistyö on ainutlaatuinen maailmassa, sillä siihen osallistuvat Euroopan unioni, USA, Venäjä ja Japani. ITER:n suunnitteluvaihe päättyy vuonna 1998, jolloin reaktorin rakentaminen voi alkaa. Suomikin osallistuu kooreaktorin suunnittelutyöhön osana Euroopan ryhmää. ITER:n rakennuskustannuksiksi on arvioitu yli 30 miljardia markkaa.

SEPPÖ KARTTUNEN
VTT Energia

Lyhyesti maailmalta



Armenia aikoo ottaa kuluvana vuonna uudelleen käyttöön maanjäristyksen vuoksi vuonna 1989 suljetut kaksi VVER-yksikköä, tyypiltään V-270 ja nettoteholtaan 376 MWe. Yksiköt eivät ole Tshernobyl-tyyppisiä RBMK-reakto-reita, kuten lehdistössä virheellisesti ilmoitetaan. Armenialla ei ole muita ydinvoimalaitoksia ja maassa on valtava sähköpula.

NucNet 21.3.1995

Euroopan johtava ydinvoimateollisuus on perustanut Euroopan ydinvoimaneuvoston (European Nuclear Council). Pariisin lähellä pidettyyn perustamiskokoukseen osallistuivat Belgian, Iso Britannian, Suomen, Ranskan, Saksan, Alankomaiden, Espanjan, Ruotsin ja Sveitsin ydinvoimayhtiöiden ja teollisuuden johtohenkilöt. Imatran Voima Oy:n Anders Palmgren oli Suomen edustajana ja Ruotsin Vattenfallia edusti varatoimitusjohtaja Staffan Nordin.

NucNet 23.3.1995

Kansainvälinen atomienergiajärjestö (IAEA) uusii organisaatiotaan. Nykyinen Ydinenergia ja turvallisuusosasto (Department of Nuclear Energy & Safety) hajotetaan ja turvallisuusasiat siirretään muodostettavalle Ydinturvallisuusosastolle (Department of Nuclear Safety). Organisaatiomuutos astuu voimaan vuoden 1996 alusta. Muutos ei kasvata henkilöstöä eikä kustannuksia ja sen voimaantulo edellyttää vielä budjetikomitean hyväksyntää. Ydinturvallisuusosaston tehtäväksi tulee ydinturvallisuusasioiden hoidon lisäksi säteily-suojelukysymykset ja näiden kahden alueen läheisen yhteistyön varmentaminen. Ydinenergiaosastolle (Department of Nuclear Energy) jää ydinvoima-asiat, polttoainekierto sekä tieteellistekninen tiedotus. IAEA:ta on syytetty ydinvoiman edistämisen ja valvonnan hoitamisesta samalla osastolla, mihin organisaatiomuutos tuo nyt parannuksen. Ydin-

turvallisuutta hoitaneen Morris Rosenin sopimus päättyy vuoden 1996 puolessa välissä ja ydinturvallisuusjohtajaksi ei valittane enää amerikkalaista, koska USA haluaa vaihteeksi hallinto- ja budjettihoitajan vakanssin. Vahvimmin ydinturvallisuusjohtajaksi kaavailaan ranskalaista tai saksalaista. Myös muiden maiden edustajia on mainittu. Osaston sisältä ei nimitystä tehtäne.

Nucleonics week 4.5.1995

Liettua harkitsee korvaavaa ydinvoimakapasiteettia Ignalinan kahdelle 1500 MW yksikölle. Ruotsin ydinvoimapolitiikka vaikuttaa päätökseen. Vuoden 1995 loppuun mennessä valmistuu turvallisuusarvio Ignalinan laitoksesta ja voidaan aloittaa tarvittavien parannusten tutkinta ja kustannusten arviointi. Turvallisuusarvio tulee olemaan myös Liettuan ydinturvaviranomaisen (Vatesi) perustana harkittaessa laitokselle vuoden 1998 jälkeistä käyttö lupaa. Ignalinan ykkösyksikköä voidaan käyttää vuoteen 2004 asti ja kakkösyksikköä vuoteen 2010 asti ilman huippukallista polttoainekanavien uusintaa. Uusinta yhdessä turvallisuusarvion perusteella tehtävien mahdollisten parannusten kanssa voivat nostaa kustannukset yli kannatavuuden.

Nucleonics week 6.4.1995

Liettuan Ignalinan ydinvoimalaitosta korjamaan tulee robotti. Ruotsalaisen robotin saapumista viivyyttää allekirjoittajien etsintä urakkasopimukseen. ABB Atomin toimitusjohtaja Jan Runermarckin mukaan maksajan löytymisen on ollut jo nelisen vuotta pahin ongelma yhteistyössä Ignalinan ydinvoimalaitoksen kanssa. "Liettualla on käytössä Eurooppalaista rahaa, ja kaikenlaisia konsultteja pyörii maassa opastamassa sen käyttöä, mutta yleensä tarpeettomiin kohteisiin."

Nucleonic week 20.4.1995

Norjalla on edelleen ongelmia Kuolan ydinvoimalaitoksen avustamisen kanssa. Tulliin juuttuneet laitteet on nyt neljän kuukauden viiveen jälkeen saatu perille, mutta puuttuva ydinvastuusopimus estää niiden käyttöönoton. Norja aloittaa kuitenkin Haldenin tutkimusreaktorissa kuolalaisten koulutuksen vedenalaisen polttoaineentarkastuskameran käyttöön, primääripiirin vesianalyyysaattorin käyttöön ja pumppujen sekä venttiilien värähtelymittauksiin. Hätädieselgeneraattori on jo toimitettu Kuolaan. Norja aikoo avustaa Kuolan laitosta 40 miljoonalla kruunulla tänä vuonna. EU ja Venäjä allekirjoittivat viime viikolla keskinäisen vastuusopimuksen koskien ydinlaitosparannuksia, mutta tämä ei auta norjalaisia, koska maa ei kuulu EU:hun.

Nucleonics week 9.3.1995

Ranskalaiset ovat kehittäneet ikibetonin ydinjätepakkauksia varten. Gogeman kuitubetoni kestää vähintään kolmesataa vuotta keski- ja matala-aktiivisen jätteen pakkausmateriaalina ydinjätteen loppusijoituslaitoksissa ja se on ainoa betoni, jolle viranomaiset USA:ssa, Ranskassa, Japanissa ja Saksassa ovat antaneet hyväksynnän. USA:n ydinturvaviranomaisen (NRC) hyväksyntää edelsi yli kaksi ja puoli vuotta kestäneet kokeet.

NucNet 15.5.1995

Romanian ensimmäinen ydinvoimalaitos valmistuu. Cernavoda 1 CANDU 635 MW-yksikön luonnonuraanipolttoaineen ensilataus on aloitettu ja se kestää kolme viikkoa. Tämän jälkeen primääripiiri täytetään raskaalla vedellä ja tehdään lopputestaukset ennen reaktorin tekemistä kriittiseksi. Sähköntuotanto alkaa syksyllä, mikäli käyttöönotto sujuu suunnitelmien mukaan. Cernavodan ydinvoimalaitos sijaitsee 170 km itään Bukarestista Tonavan rannalla ja sen rakentaminen aloitettiin 15 vuotta sitten. Cernavodassa on rakenteilla viisi

CANDU-reaktoria eri vaiheissa. Ensimmäinen on valmistumassa ja kakkosyksikön valmiiksi rakentamisesta on tehty sopimus kanadalaisien ja italialaisten kanssa.

NucNet 30.5.1995

Ruotsin Forsmark 1-ydinvoimalaitosyksikkö saavuttaa ensi kesänä ensimmäisenä pohjoismaisena yksikkönä 100 terawattitunnin sähköntuotannon. Forsmark 1 BWR 968 MW ABB-ATOM-yksikkö otettiin käyttöön vuonna 1980. Seuraavina 100 TWh:n rajan ylittävät pohjoismaissa Forsmark 2 ja Ringhals 2 noin vuoden kuluttua ja alle kahden vuoden päästä TVO 1 ja Ringhals 1. Saksan BIBLIS A 1146 MW-yksikkö on tuottanut eniten sähköä maailmassa eli noin 148 TWh. Muita 100 TWh:n ylittäjiä on jo kolmisenkymmentä maailman noin 432 ydinvoimalaitosyksikön joukossa. Ruotsin vuotuinen sähköntuotanto on noin 140 TWh. (Nuclear energy generation for March 1995)

Nucleonics week 11.5.1995

Ruotsin Ringhals 3 PWR-yksikön höyrystimet vaihdetaan kesäkuussa 1995. Höyrystimet (3) on valmistanut Framatome-Siemens-konsortio, joka myös suorittaa vaihdon. Työn lasketaan kestävän 90 vuorokautta ja se maksaa 117 miljoonaa dollaria. Vaihto tehdään samalla tavalla kuin Ringhals 2-yksiköllä vuonna 1989.

Nucleonics week 18.5.1995

Ukrainan Tshernobyl 4 onnettomuusreaktorin nykyistä sarkofakia kritisoidaan uutta sarkofakia suunnittelevan kansainvälisen ryhmän toimesta. Nykyinen sarkofagi saattaa vaurioitua maanjäristyksessä, joita alueella esiintyy keskimäärin kuusi sadassa vuodessa. Myös lumisateet, rankkasateet ja myrskyt saattavat vaurioittaa sitä. Rikkoontumisesta aiheutuisi jonkin verran päästöjä. Tshernobyl 3 yksikkö, joka haluttaisiin kunnostaa käyttöön, pitäisi myös sijoittaa uuden sarkofagin sisään 4-yksikön kanssa, koska yksiköt eivät ole turvallisesti erotettavissa toisistaan.

Nucleonics week 23.3.1995

USA:ssa kilpa-autoilu otetaan ydinvoiman mainosvälineeksi. Ydinvoimateollisuus yhdessä American Nuclear Societyn kanssa rahoittaa Indy-car-kilpailujen esittelykilpa-auton. Autolla

ei osallistuta itse kilpa-ajoon vaan se on mukana ajoihin liittyvissä näyttelyissä mainostaen Indy-harrastajille ydinvoimateollisuuden positiivista asennoitumista kilpa-autoiluun. Kilpa-autoilulla ja ydinvoimalla on nimittäin yhdistäviä tekijöitä, kuten korkea laatu, korkea suorituskyky, korkea luotettavuus, mittavat koeohjelmat, tiukat säännökset, riskien hyväksyntä ja hallinta, koulutus, harjoittelu, oikea-aikainen inhimillinen suorituskyky, hätävalmius, yleisön suojeleminen ja tiimityöskentely. Indy-faneja on maassa 50 miljoonaa, kilpailuja seuraa paikanpäällä vuosittain 3,5 miljoonaa katsojaa, mikä vastaa noin 200 000 katsojaa kilpailua kohden.

Nucleonics week 9.3.1995

USA:n ydinvoimalaitosten reaktoripaineastioiden hitseistä on löytynyt suuret määrät kuparia. USA:n ydinturvaviranomainen Nuclear Regulatory Commission (NRC) on erittäin huolissaan asiasta, koska kuparia on kolme kertaa enemmän kuin mitä NRC:lle oli aiemmin kerrottu. Näin suuret kuparimäärät lyhentävät selvästi reaktoripaineastian elinikää lämpöshokkikestävyyttä ajatellen. Eräiden USA:n ydinvoimalaitosten käyttöluvut joudutaan käsittelemään uudestaan kuparilöydöksen johdosta. NRC on julkaissut 12.5. geneerisen kirjeen asiasta.

Nucleonics week 11.5.1995

USA:n ydinturvaviranomaisen (NRC) puheenjohtaja vaihtuu. Uusi puheenjohtaja Dr. Shirley A. Jackson aloittaa tehtävässä 1.7.1995, jolloin Dr. Ivan Selin lopettaa. Dr. Jackson on teoreettinen fyysikko, jolla on kokemusta yliopistoprofessorina, tiedenäisena, konsulttina ja liikkeenjohtajana.

NucNet 24.5.1995

Valko-Venäjän hallituksen tulee päättää vuoden 1996 aikana rakennetaanko maahan ydinvoimalaitos, sanoo Valko-Venäjän atomienergiakomission puheenjohtaja Alexander Mikhalevits. Vuoden 1992 energiaohjelmaan kuuluu 1000 MW ydinsähköä. Kolme sijoituspaikkavaihtoehtoa tutkitaan parhaillaan samoinkuin ydinjäteohjelmaa valmistellaan. Maahan perustettiin ydinvoimatiedotuskeskus vuonna 1993. Asukkaat vastustavat ydinvoimaa.

Nucleonics week 6.4.1995

Venäjän Leningradin ydinvoimalaitokselta saatiin 17.5. hälytysilmoitus, joka osoittautui vääräksi. Ilmoitus oli tullut telexillä ydinvoima- ja säteilyturvaviranomaisille Venäjälle, Suomeen, Ruotsiin, Norjaan, Tanskaan ja Saksaan. Ilmoitus kulkeutui myös IAEA:n hälytysverkkoon. Väärä hälytys oli seuraavanlainen: "Viesti Leningradin ydinvoimalaitokselta. 95/05/17 14:19. Leningrad 1. Hätäsäntö. Reaktiivisuustransientin seurauksena polttoainevaurio. Reaktori on ajettu alas ja jäähdytys aloitettu normaalisti. Poikkeuksellisia radioaktiivisia päästöjä ei ole." Leningrad (Sosnovy Bor) 1-yksikkö oli ilmoitushetkellä ollut seisokissa marraskuusta 1994 lähtien ja laitoksen johdon mukaan mitään hälyyttävää ei ole sattunut. Väärän hälytyksen tekijän etsintä on käynnistetty.

NucNet 17.5.1995

Venäjän Leningradin ydinvoimalaitokselta saatu väärä onnettomuusilmoitus on osoittautunut Venäjän viranomaisen (GAN) Leningradin laitoksen paikallistarkastajan lähettämäksi. Tarkastaja oli yrittänyt kytkeä uutta säteilymittausjärjestelmää laitoksen satelliittiyhteyteen Suomen Säteilyturvakeskukseen (STUK) ja oli vahingossa painanut automaattisen onnettomuusilmoitusjärjestelmän nappulaa. Tällöin yksi kymmenestä esivalmistellusta onnettomuusilmoituksesta lähti teleksinä Pohjoismaihin, Saksaan ja Venäjälle. Molemmat järjestelmät ovat STUK:n toimittamia. Se, että ilmoitus joutui IAEA:n kautta kansainväliseen levitykseen johtui Ruotsin ydinturvaviranomaisen INES-koordinaattorin yliaktiivisesta varmistamattoman tiedon levityksestä. STUK:ssa ollaan sitä mieltä, että väärä ilmoitus kerran viidessä vuodessa on parempi kuin ei ollenkaan ilmoitusta onnettomuustilanteesta.

Nucleonics week 1.6.1995

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

English abstracts

EDITORIAL

Kotro (page 1)

The Russian nuclear power plants of Leningrad and Kola are located close to the Finnish border. Both of them need Western assistance for design and realize safety improvements, since neither the plants nor the nuclear power administration of Russia have not had sufficient resources. As a member of European Union Finland may now influence allocation of the nuclear safety aid of the TACIS programme for those plants. The plants need also further the limited but effective bilateral assistance of Finland. An effective way to get benefit from the international programmes to Leningrad and Kola NPPs is to do preparatory work within the bilateral programme.

RESEARCH OF REACTOR SAFETY AND INNOVATIVE APPROACHES WITHIN THE EC 4TH FRAMEWORK NUCLEAR FISSION SAFETY PROGRAMME

Holmström, Sairanen (page 3)

The new EC reactor safety programme focuses on severe accident research, especially on methods to mitigate the severe accident consequences. Innovative reactor approaches is a new research area in which the severe accident prevention has the primary importance. The activities planned for reactor safety and innovative approaches in the EC 4th framework programme correspond rather well the Finnish priorities. Respected know how in specific severe accident topics already exists in Finland. Contacts have been formed with the leading European research institutes. The Finnish organizations can give a marked contribution to the European reactor safety research.

NUCLEAR WASTE MANAGEMENT R&D PROGRAMME OF EC AIMS AT HARMONISATION OF SAFETY ASSESSMENTS

Vuori (page 6)

The general objectives of the nuclear waste management research within the 4th framework programme on nuclear fission safety of the European Commission are well in accordance with the corresponding objectives of the Finnish R&D activities supporting the national nuclear waste management programme. The comprehensive experience in Finland on theoretical and experimental research performed for the safety assessment of direct spent fuel

disposal option is likely to provide valuable support also to the other European countries considering this option either as the primary waste management policy or as a back-up solution. About half of the proposed Finnish participation to the nuclear waste management research of the NFS-2-programme is planned to be devoted to the integrated radionuclide transport studies at the Finnish natural analogue site Palmottu representing repository conditions within a fractured crystalline rock.

NUCLEAR SAFETY ASSISTANCE IN THE TACIS AND PHARE PROGRAMMES OF THE EU

Kotro (page 10)

European Union is assisting the nuclear safety improvements in the East Europe since the beginning of 1990's under the assistance programmes TACIS and PHARE. TACIS covers the countries of the former Soviet Union and PHARE covers the Eastern central Europe and the Baltic countries. The assistance of nuclear safety is addressed to near term plant modifications and operational safety of nuclear power plants, nuclear waste management and capabilities of the nuclear safety authorities. The projects of assistance are contracted to companies and other organisations of the EU countries. In the first years the assistance has mainly included generic, plant type specific or plant specific studies, analyses, plans and consultancy. The programmes have also familiarized the western suppliers with the recipient countries circumstances and Soviet technology and increased the capabilities to realize more concrete improvements of the plants.

ENS EUROPE IN 1995

Aurela (page 15)

ENS is the pan-European federation of 26 nuclear societies — stretching from the Atlantic to the Urals and through Russia even to the Pacific. ENS comprises more than 21 000 professionals from industry, power stations, research centres and authorities, working for the advancement of nuclear energy. In addition to its individual members, ENS has also more than 100 corporate members. The author describes the European nuclear energy situation and the activities of the ENS Member Societies in various countries. 1995 is an important year for ENS, because ENS was founded in 1975 as a learned society. Thus ENS will celebrate its 20th anniversary this summer. The General Assembly will take place in Helsinki on July 7. A full description of ENS activities can be found from the ENS membership journal, "Nuclear Europe Worldscan", and specially from its July/August issue, called a Yearbook. You can order a copy of 1994 Yearbook from European Nuclear Society, P.O. Box 5032, CH3001 Berne, fax ++41 31 382 4466, tel. ++41 31 320 6111.

WHAT CAN WE LEARN FROM THE JAPANESE?

Piirto (page 19)

For the acceptance of nuclear power it is necessary that the nuclear plants operate safely, economically and without disturbance. This message has been taken seriously in Japan. Very low frequency of disturbance is characteristic to Japanese nuclear power plants. Behind the excellent results of the

Japanese plants are the good preventive maintenance based on deep technical knowledge of the plants, good theoretical and practical training of the operators and the maintenance personnel and a high quality of work. A special feature is the comprehensive programme for the preventive maintenance of the components which requires long yearly outages of the plants.

NEW NUCLEAR POWER

Munther (22)

In the light of the reactor accidents in TMI and Tshernobyl a growing interest has been taken to raise the safety level of nuclear reactors. In the new reactor designs the higher safety level has been obtained by simplifying the construction and enhancing the use of passive safety systems together with cheaper energy generating costs. The new reactor designs are investigated worldwide. Studies of Advanced Light Water Reactors (ALWRs) have been performed also in Finland. Since the autumn 1992 the passive safety systems have been investigated experimentally at the Lappeenranta University of Technology in cooperation with VTT Energy. A project of further experiments with the PACTEL facility has been proposed to the Nuclear Fission Safety programme of the European Commission. Research on new and innovative reactor systems is also bound to attract young scientists and helps to ensure promotion and vitalization of the nuclear industry in the long term future.

ENVIRONMENTAL PROBLEMS PRODUCED BY U.S. NUCLEAR WEAPONS COMPLEX

Anttila (26)

The nuclear weapons complex of the USA consisting of sixteen major design laboratories, material production centres, component plants and test sites developed and produced during and after the World War II the most modern and effective nuclear weapons. As a byproduct a very large amount of nuclear and chemical waste was generated, which caused also severe local environmental pollution and contamination. Almost all of waste has been left untreated up till now. As of the end of the 1980s the US Department of Energy has tried to solve these staggering problems. The task will take decades of time and thousands of millions of dollars to complete and many of the problems may be unsolvable.

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

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