

ATS

YDINTEKNIikka

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA —

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



1/2004 vol. 33



Tässä numerossa

Pääkirjoitus	
Suomalainen suoritus	3
Editorial	
Finnish Performance	4
UUTISIA	5
TKS-2003: Tutkimuksesta toteutukseen	6
Loppusijoituksen ydinmateriaalivalvonta	11
Ydinjätehuollon tutkimus- ohjelma puolimatassa	14
Swedish waste management	18
Loviisan kiinteytyslaitos LOKIT -projekti	22
Ydinenergiain muutoksella varmistetaan asiantuntemusta	24
Vuosikokous 2004	26
TAPAHTUMAKALENTERI ja seuran uudet jäsenet	27

ATS

1/2004, vol. 33

JULKAISIJA

Suomen Atomiteknillinen Seura –
Atomtekniska Sällskapet i Finland ry.

ATS WWW

<http://www.ATS-FNS.fi>

TOIMITUS

PÄÄTOIMITTAJA
DI Kai Salminen
Fortum Nuclear Services Oy
PL 10, 00048 Fortum
p. 010 453 3093
kai.salminen@fortum.com

ERIKOISTOIMITTAJA
TkT Eija Karita Puska
VTT Prosessit
PL 1604, 02044 VTT
p. (09) 456 5036
eija-karita.puska@vtt.fi

ERIKOISTOIMITTAJA
DI Päivi Maaranen
Säteilyturvakeskus
PL 14, 00881 Helsinki
p. (09) 7598 8329
paivi.maaranen@stuk.fi

ERIKOISTOIMITTAJA
TkL Jarmo Ala-Heikkilä
Teknillinen Korkeakoulu
PL 2200, 02015 TKK
p. (09) 451 3204
jarmo.ala-heikkila@hut.fi

ERIKOISTOIMITTAJA
TkL Eero Patrakka
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (02) 8381 3100
eero.patrakka@tvo.fi

TOIMITUSSIHTEERI
Minna Rahkonen
Fancy Media Ky
p. (0400) 508 088
fancymedia@saunalahti.fi

ERIKOISTOIMITTAJA
DI Olli Nevander
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (02) 8381 3220
olli.nevander@tvo.fi

Kannen kuva:

Presidentti Kekkonen
ja pääministeri
Kosygin (oik.) vihkimässä
Loviisan ykkösyksikköä.

JOHTOKUNTA

PUHEENJOHTAJA
DI Antti Piirto
TVO Nuclear Services Oy
27160 Olkiluoto
p. (02) 838 11
antti.piiro@tvo.fi

VARAPUHEENJOHTAJA
M.Sc. Lena Hansson-Lyyra
VTT Tuotteet ja Tuotanto
PL 1704, 02044 VTT
p. (09) 456 6846
lena-hansson-lyyra@vtt.fi

SIHTEERI
DI Minna Tuomainen
VTT Prosessit
PL 1604, 02044 VTT
p. (09) 456 5787
minna.tuomainen@vtt.fi

RAHASTONHOITAJA
DI Hanna Virlander
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
hanna.virlander@tvo.fi

DI Harriet Kallio
Fortum Power and Heat Oy
PL 100, 00048 Fortum
p. 010 453 2463
harriet.kallio@fortum.com

TkT Risto Tarjanne
Lpr Teknillinen Yliopisto
PL 20, 53851 Lappeenranta
p. (05) 621 2776
risto.tarjanne@lut.fi

DI Ronnie Olander
Säteilyturvakeskus
PL 14, 00881 Helsinki
p. (09) 7598 8668
ronnie.olander@stuk.fi

MUU TOIMINTA

YLEISSIHTEERI
Liisa Hinkula
VTT Prosessit
PL 1604, 02044 VTT
p. (09) 456 5097
liisa.hinkula@vtt.fi

KANSAINVÄL. ASIOIDEN SIHT.
DI Petra Lundström
Fortum Nuclear Services Oy
PL 10, 00048 Fortum
p. 010 453 5422
petra.lundstrom@fortum.com

YOUNG GENERATION
DI Kai Salminen
Fortum Nuclear Services Oy
PL 10, 00048 Fortum
p. 010 453 3093
kai.salminen@fortum.com

ENERGIAKANAVA

TkT Eija Karita Puska, VTT Prosessit, PL 1604, 02044 VTT, eija-karita.puska@vtt.fi

VIIDEN 2004 TEEMAT

- 1/2004
Jäteasiat
- 2/2004
Säteily
- 3/2004
Olkiluoto 3, tekniikka ja
lisäsähkön vaikutukset
- 4/2004
Ulkomaan ekskursiomatka

ILMOITUSHINNAT

- 1/1 sivua 400 €
1/2 sivua 300 €
1/4 sivua 200 €

TOIMITUKSEN OSOITE

ATS Ydintekniikka
c/o Olli Nevander
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. (02) 8381 3220
telefax (02) 8381 3209

Osoitteenmuutokset
pyydetään ilmoittamaan
Liisa Hinkulalle /
VTT Prosessit
telefax (09) 456 5000
e-mail: liisa.hinkula@vtt.fi

Lehdessä julkaistut
artikkelit edustavat
kirjoittajien omia mieli-
piteitä, eikä niiden kaikissa
suhteissa tarvitse vastata
Suomen Atomiteknillisen
Seuran kantaa.

ISSN-0356-0473



411 194
Painotus

Painotalo Miktör Ky



Suomalainen suoritus

// Mitähän se minusta oikein ajattelee...?“ Itseironisesta kaskusta, jossa suomalainen jää miettimään antamaansa vaikutelmaa, on monia versioita. Vaikka tarinat heijastavat aina jotenkin todellisuutta, tuo kasku ei sovellu ainkaan suomalaisten ydinvoimaa ja ydinjätehuoltoa koskeviin määrätietoisiin päätöksiin tai toteutustoimiin; onhan periaatepäätöksemme sekä uuden ydinvoiman että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta tehty paitsi hyvin perustein ja demokraattisesti myös jotensakin tyynen rauhallisesti. Ja melkein päinvastoin kuin kaskussa, on enintään todettu: ”Nehän ehkä ajattelevat meistä jotain”.

Tässä lehden numerossa käsitellään ydinjätehuoltoa. Suomessa ydinjätehuollon problematiikka ja suunnittelu keskittyvät nyt pääasiassa käytetyn ydinpolttoaineen huoltoon. Oikiluodon maanalaisen tutkimuslaboratorion Onkalon rakentaminen on juuri käynnistymässä. Varsinaisen loppusijoituslaitoksen rakentamislupaa varten tarvittavien tutkimusten ja selvitysten tulisi olla valmiit vuoden 2012 loppuun mennessä ja valmiutta todelliseen toimintaan kyseiseltä laitokselta odotetaan noin vuonna 2020.

Psykologian keinovalikoimaan sisältyy tavoitteiden visioiminen niiden realisoimiseksi! Vaikka psykologiaa tuskin on aikoinaan ajateltu, olemme selkeiden aikataulutavoitteiden muodossa jo kaksikymmentä vuotta visioineet loppusijoitusta ja aika-aulussa on pysytty. Kaskua mukailien voisi ehkä sittenkin kysyä, mitähän tästä muualla ajatellaan.

Suomalaisten vakuuttava eteneminen loppusijoitushankkeessa ja yhteinen hyväksyntä loppusijoituspaikasta on herättänyt maailmalla aidon uteliaita ajatuksia ja kysymyksiä, hämmennyksen sekaista ihmetystä ja ihailuakin. Kaikilla tavoilla las-kien voitaneen todeta maamme kamppailevan ydinjätehuollon mitalisarjassa – vaikka kilpailullisia vertauskuvia ei oikeastaan ole syytä käyttää. Paremmin kuin sana kilpailu sopii käytettäväksi slangisana ”tsemppi”: sitkeä pyrkimys tavoiteltuun lopputulokseen.

”Loppusijoitustsemmissä” on kyseessä ainutlaatuinen, pitkäkestoinen tieteellisteknillinen yhteiskunnalliskulttuurinen kerta-suoritus! Olosuhteet ja resurssit ovat eri mailla erilaiset, tavoit-

teetkin yksityiskohdissaan poikkeavat. Kansainvälinen vertailu on siksi kyseenalaista ja vaikeaa. Suomessa on vahvasti sisäistetty velvollisuus huolehtia lopullisella tavalla jo syntyneistä ydinjätteistä ja tulevistakin, jos ydinvoimaa edelleen käytetään. Näillä näkymin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseen tähtäävä prosessi pyritään viemään loppuun sen perussuunnitelman pohjalta, joka Posiva Oy:lla on. Mutta sivuillekin on vilkuiltava, jotta havaitaan, mikäli tieteellinen kehitys maailmalla esimerkiksi ydinjätteiden käsittelymenetelmissä antaa painavan syyn muuttaa loppusijoitusstrategiaa jotenkin.

Uusia vivahteitahan loppusijoitushankkeen tiimoille on muutenkin jo ilmaantunut. Nyt Onkalo-vaiheen konkretisoitumisen myötä esiin ovat yhä vahvemmin nousseet myös safeguards-valvontaan liittyvät kysymykset ja vaatimukset laitoksen suunnittelulle. Oikiluodon hanke on edelläkävijän asemassa. Toisaalla eli EU:n laajenevassa piirissä taas pallorellaan nyt ahkerasti komission ydinturvallisuutta ja ydinjätehuoltoa koskevilla direktiiviesityksillä. Suomen ja muutamien muiden maiden kanta on, että varsinaisen direktiivin sijasta tulisi hyväksyä vain suositusastoinen instrumentti. Vaikka rakentava paine saada kaikki jäsenmaat tarttumaan määrätietoiseen toimeen ydinjätteidensä huollon järjestämiseksi on periaatteessa tervetullut, näyttää esitetyllä direktiivillä saatava todellinen hyöty sittenkin kyseenalaiselta Suomen näkökulmasta.

Samalla kun toivomme kaikille maille edistystä niiden kansallisissa ydinjätehuollon hankkeissa, me Suomessa keskitymme huolehtimaan omista ydinjätteistämme, jotka ydinenergian käytön seurauksena ovat vastuullamme. Keskeinen toteutusvastuu on tietysti ydinvoimayhtiöiden ja Posivan hartioilla. Toisaalta Säteilyturvakeskuksen roolia toteutuksen turvallisuuden suhteen ei voi liikaa korostaa. STUK pitääköön rimaa korkealla. Kauppa- ja teollisuusministeriö puolestaan pyrkii huolehtimaan omalta osaltaan toiminnan puitteista sekä kannustamaan ja vaatimaan korkeatasoista suomalaista suoritusta. ■

Finnish Performance

“I wonder what he really thinks of me...?” – There are many versions of the self-ironic anecdote in which a Finn pauses up to ponder on the impression he has given. Although stories always somehow reflect reality, that anecdote does not in the least fit in the determined decisions or measures taken by the Finns on nuclear power and nuclear waste management, since our original decisions-in-principle on construction of both new nuclear power capacity and a final repository for spent nuclear fuel have been well grounded and democratic, and made rather calmly. And almost contrary to the anecdote, we have stated at the most: “they may think something about us”.

This issue handles nuclear waste management. In Finland right now the problematics and planning of nuclear waste management focus on the management of the nuclear fuel. The construction of an underground research laboratory Onkalo on the island of Olkiluoto is just about to start. The studies and surveys necessary for the construction permit of the actual final repository should be completed by the end of 2012 and the plant is expected to be ready for real action in around 2020.

The palette of psychological instruments includes visioning of the targets in order to realise them! Though any thought was hardly lent to psychology at the time, we already started to make visions of the final disposal twenty years ago in the form of clear schedule objectives, and we have managed to stick to this schedule. To retell the anecdote mentioned before, maybe we could, after all, ask ourselves what people think of this elsewhere.

The progress of the Finns in the final disposal project and their common acceptance of the site for the final repository has aroused genuinely curious ideas and questions all around the world, even amazement and admiration mixed with perplexity. We can consider, regardless of the method of calculation, our country to rank with the medalists in nuclear waste management – though competitive metaphors should not actually be used. The colloquial word ‘grit’ would suit better than ‘competition’ to our purpose: a persevering attempt to achieve the desired result.

‘The final disposal grit’ involves a unique, prolonged, techno-

scientific, socio-cultural, one-time performance! The conditions and resources differ from one country to another, as well as the targets in their details. Hence an international comparison is questionable and difficult. Finland has a strongly adopted obligation to take care in a final way of the nuclear waste already produced, and of future waste, too, if nuclear power is still used. As matters stand, the process aimed at the final disposal of spent nuclear waste will be concluded based on the basic plan Posiva Oy has. But we will have to keep our eyes open, too, to see if global scientific developments in the methods of processing nuclear waste, for example, give a good reason to change our final disposal strategy in some way.

In fact, the final disposal project has already gained new emphases. Now, along with the concretisation of the Onkalo stage, issues connected with safeguards control and plant design requirements have come more and more to the forefront. The Olkiluoto project is the forerunner in this. Additionally, in the enlarging EU circles, the Commission’s proposals for directives on nuclear safety and nuclear waste management are being tossed back and forth. The position of Finland and some other countries is that, instead of an actual directive, only an instrument of the recommendation level should be adopted. Although the constructive pressure to get all Member States to take determined action to organise their nuclear waste management is welcome in principle, from the Finnish viewpoint the real benefit to be gained from the proposed directive would still seem questionable.

At the same time as we wish progress to all other countries in their national nuclear waste management projects, we in Finland will focus on taking care of our own nuclear waste, which is on our responsibility, following the use of nuclear power. The main implementation responsibility, of course, lies with the nuclear power companies and Posiva. On the other hand, the role of the Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) in safeguarding the safety of the implementation cannot be overemphasised. Let STUK continue to aim high. The Ministry of Trade and Industry, for its part, aims to ensure an appropriate operational framework and to encourage and demand for high-level Finnish performance. ■

Muutoksia ATS Ydintekniikan toimituksessa

ATS Ydintekniikan toimituksessa on tapahtunut muutoksia, jotka osaltaan vaikuttivat vuoden ensimmäisen numeron ilmestymisen viivästymiseen. Lehden päätoimittajana aloitti vuoden 2004 alusta Kai Salminen Fortum Nuclear Services Oy:stä. Uutena erikoistoimittajana on samoin vuoden alusta ollut Päivi Maaranen Säteilyturvakeskuksesta. Suomen Atomiteknillisen Seura kiittää edellistä päätoimittajaa Olli Nevanderia Teollisuuden Voimasta ja erikoistoimittajaa Lauri Pöllästä Säteilyturvakeskuksesta hyvästä ja pitkäjänteisestä työstä ATS Ydintekniikan eteen.

ATS Ydintekniikan ulkoasua on hieman uudistettu, mutta vuosittaisten numeroiden määrä pysyy samana. Lehden sisältöön on numerosta 1/2004 alkaen tehty seuraavat lisäykset: uutispalsta (pääkirjoitusten jälkeen sivulla 5) ja seuran tiedotukset, tapahtumakalenteri sekä uudet jäsenet (III-kansi). Uutispalstalle voivat kaikki ATS:n jäsenet ehdottaa aiheita.

ATS:n internet-sivusto uudistetaan

ATS:n johtokunta on päättänyt uusia seuran internet-sivuston (www.ats-fns.fi). Ulkonäön muuttamisen ja toimivuuden parantamisen lisäksi tarkoituksena on päivittää sivustolla oleva informaatio ajan tasalle. Sivustosta on tarkoitus tehdä entistä parempi tapa viestiä seuran toiminnasta jäsenistölle ja välittää tietoa ulkopuolisille tiedonhakijoille. Johtokunta nimesi asiaa valmistelevan työryhmän vetäjäksi Kai Salmisen Fortum Nuclear Services Oy:stä (kai.salminen@fortum.com), jolle voi lähettää ideoita sivujen uudistamiseen liittyen.

STUK julkaissut kirjan ydinturvallisuudesta

Säteilyturvakeskus on julkaissut kirjan "Ydinturvallisuus" (418 s.) huhtikuussa 2004. Kirjassa on koottu samoihin kansiin perustietoa ydinvoimalaitosten turvallisuudesta, ydinjätehuollosta, ydinenergiahallinnosta ja turvallisuusvalvonnasta, ydinmateriaalien ja ydinkokeiden valvonnasta sekä maailman ydinlaitoksilla tapahtuneista onnettomuuksista.

Vuoden 2003 Laurila palkinnon saivat Solin ja Rintamaa

Vuoden 2003 palkinto annettiin Jussi Solinille ja Rauno Rintamaalle. Heidän ATS Ydintekniikan numerossa 1/2003 julkaistu artikkelinsa "Tutkimus käytöiden hallinnan tukena" sai eniten ääniä ATS Ydintekniikka-lehden toimituksen vertailussa.

Toimituksen mielestä Solinin ja Rintamaan kirjoitus oli onnistuneesti tiivistetty ja sujuvasti kirjoitettu yhteenveto laajasta aiheesta. Asiantunteva artikkeli sisälsi selkeän katsauksen materiaalikysymyksiin – myös asiaan vihkitymättömän kannalta ymmärrettävällä tasolla.



ATS on jakanut vuodesta 2000 lähtien Erkki Laurila-palkintoa ATS Ydintekniikka-lehden parhaasta kirjoituksesta. Akateemikko Erkki Laurila, 1914 – 99, oli suomalaisen ydinvoiman uranuurtaja ja ATS:n kunniajäsen. Toimituksen kriteereinä palkinnon saajaa harkittaessa ovat mm. artikkelin selkeys, otsikointi ja kieliasu, asian tieteellinen syvällisyys ja tehdyn taustatyön määrä. Tärkeää on myös lukijan huomioon ottaminen ja asian sopiva selkeyttäminen sekä kuvatus asian uutuusarvo ja merkitys ydintekniikan alalle. Lisäksi voidaan ottaa huomioon myös kirjoittajan aiemmat kirjoitukset seuran lehteen. Palkittu kirjoittaja ei voi olla ATS:n johtokunnan tai ATS Ydintekniikka-lehden toimituksen jäsen.

Teos on tarkoitettu ydinturvallisuusalan perusteiden oppikirjaksi sekä käsikirjaksi kaikille alan yleistietoja tarvitseville. Teos on osa Säteilyturvakeskuksen julkaisemaa "Säteily- ja ydinturvallisuus" -kirjasarjaa.

Kirjoja voi tilata Säteilyturvakeskuksesta (www.stuk.fi, puh. 09-759881). Ydinturvallisuuskirjan hinta on 35 euroa + postituskulut. Jorma Sandberg, Säteilyturvakeskus

tiedon ja ymmärryksen avulla – käytännössä siis tieteen menetelmin. Käytännön ongelmana on tällöin, että tiede harvoin tuottaa ehdottoman lopullisia tuloksia. Tiedämme enemmän ja enemmän, mutta milloin tiedämme kylliksi?

Loppusijoituksen turvallisuuden tiedonvaraisuus merkitsee, että Posiva luultavasti koko olemassa olonsa ajan joutuu sovittamaan keskenään tutkimuksen ja toteutuksen tarpeita. Samalla kun se on ottamassa merkittäviä askelia toteutuksen suuntaan se on koko ajan hankkimassa tietoa, joka voi vaikuttaa toteutustapoihin. Loppusijoitushanke onkin enemmän iteraatiota teknisen suunnittelun ja tutkimuksen välillä kuin lineaarista edistystä tutkimuksesta kehitystyöhön ja suunnitteluun ja sitten hyvin määriteltyyn toteutukseen.

Osa-alueiden yhteensovitus

Tutkimuksen, teknisen kehitystyön, suunnittelun ja rakentamisen yhteensovittaminen on osa sitä taustaproblematiikkaa, jota Posiva joutui miettimään, kun se käynnisti ydinjätehuollon 3-vuotishjel-

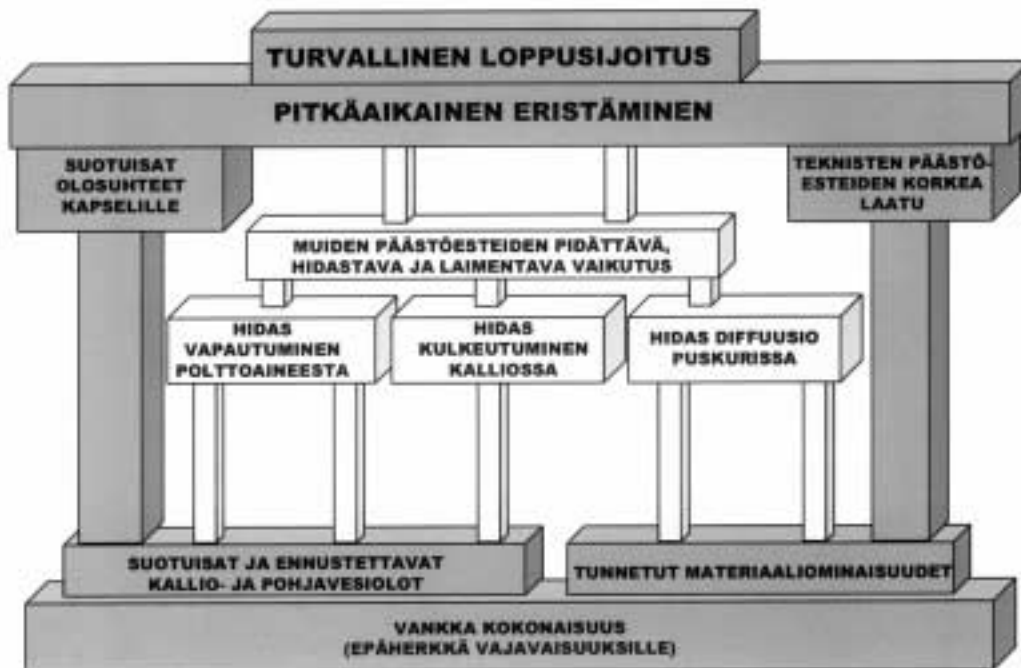
man TKS-2003 laatimistyön. Ohjelma julkaistiin vuoden 2003 lopulla ja se sisältää sekä katsauksen ydinjätealan viime vuosina tehtyyn tutkimus-, kehitys- ja tekniseen suunnittelutyöhön ("TKS") että toimintaohjelman seuraavalle kolmelle vuodelle. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen lisäksi se käsittelee myös vähä- ja keskiaktiivisen jätteen huoltoa sekä ydinvoimalaitosten käytöstäpoistoa. Kolmivuotishjelmalla on haluttu parantaa Posivan TKS-työn pitkäjänteisyyttä ja samalla lisätä Posivan suunnittelun läpinäkyvyyttä ulkopuolisten arvioitsijoiden, mm. STUKin tarpeisiin. STUK onkin luvannut tehdä ohjelmasta perusteellisen arvion.

Turvallisuuskonsepti suuntaa työn sisältöä

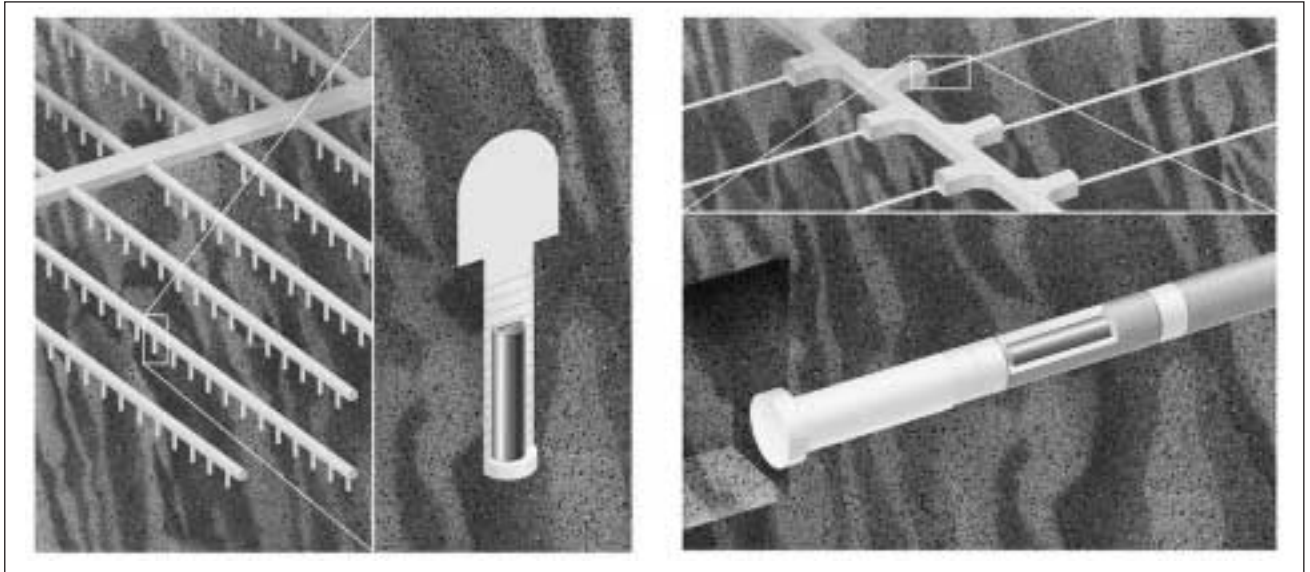
Suomessa omaksuttu käytetyn polttoaineen loppusijoitusratkaisu on peräisin 1980-luvun alusta – ratkaisun pääpiirteet tosin luonnosteltiin jo 1970-luvun puolella. Sen keskeinen osa on pitkäikäiseksi tarkoitettu säiliö, johon käytetyt polttoainepiput kapseloidaan täysin ilma- ja vesitiiviisti. Säiliö sijoitetaan

bentoniittisaven ympäröimänä syvälle kallion sisään ja tarkoitus on, että säiliö, savi ja kallio yhdessä pitävät huolen siitä ettei radioaktiivisia aineita ainakaan suurina pitoisuuksina koskaan pääse elolliseen luontoon saakka.

Säiliö, bentoniittisavi ja peruskallio yhdessä muodostavat loppusijoituksen teknisen ratkaisun. Vaikka kokonaisuus sinänsä saattaa kuulostaa yksinkertaiselta, käytännössä aikaan saatu "loppusijoitusjärjestelmä", polttoaine – säiliö – savi – kallio ja siinä oleva pohjavesi – biosfääri – ihminen, on silti niin monimutkainen, että järjestelmän käyttäytymisen täydellinen kuvaaminen ei ole äärellisin resurssien käytännössä mahdollista. Teknisen loppusijoitusratkaisun lisäksi tarvitaan siksi myös näkemys siitä, minkä varaan loppusijoituksen turvallisuus ensisijaisesti voidaan rakentaa. Tämä näkemys, "turvallisuuskonsepti", kertoo samalla mihin ilmiöihin, loppusijoitusjärjestelmän ominaisuuksiin ja prosesseihin tutkimus- ja kehitystyön pääpaino pannaan. Loppusijoituksen parissa työskenteleville se antaa myös yhteisen ajatusmallin pitkäaikaisturvallisuudesta käytävälle keskustelulle.



Kuva 2: Posivan turvallisuuskonsepti.



Kuva 3: KBS-3 pysty- ja vaakasijoitus

Loppusijoitukseen liittyvän TKS-työn kulkua ja logiikkaa on kuvattu oheisessa kaaviossa (kuva 1). Teknisen konseptin ja turvallisuuskonseptin perusteella määritellään ne perusvaatimukset, jotka loppusijoitusjärjestelmän on täytettävä turvallisen loppusijoituksen aikaansaamiseksi. Vaatimusten perusteella voidaan luonnostella tekniset spesifikaatiot järjestelmän komponenteille (alajärjestelmille). Käytännössä näin määritellyn järjestelmän on läpäistävä kolme perustestiä: toteutettavuus, ennustettavuus ja vaatimusten mukainen suorituskyky. Mikäli kaikki alajärjestelmät läpäisevät nämä kolme testiä, jäljellä on vielä turvallisuusarvio: täyttääkö systeemi kokonaisuudessaan asetetut turvallisuusvaatimukset – joita Suomessa tällä hetkellä ovat valtioneuvoston päätös vuodelta 1999 ja STUKin YVL-ohjeet. Mikäli jokin testeistä pettää, joudutaan hioamaan joko spesifikaatioita tai palamaan asetettujen vaatimusten tai koko loppusijoituskonseptin ja siihen perustuvan turvallisuuskonseptin määrittelyyn.

Turvallisuus aina etusijalla

TKS-työn tarve syntyy käytännössä siitä, että testeihin pystytään vastaamaan vain osittain: Toteutettavuusvaatimus voidaan

osoittaa prototyypihankkeilla – jollaisia parhailtaan on menossa mm. Äspön kalliolaboratoriossa Ruotsissa – mutta järjestelmän ennustettavuuteen ja sen pitkän aikavälin suorituskykyyn jää aina jonkinasteinen epävarmuus. Toteutettavuuskokeiden tarve ja mahdollisuudet ennustettavuus- ja suorituskykyepävarmuuksien pienentämiseen määrittelevät käytännössä tulevan TKS-työn tarpeet. Turvallisuuskonseptista pitäisi löytyä vastaus näiden tarpeiden priorisoimiseen toisiinsa nähden. Sen perusteella voidaan etusijalle asettaa ne TKS-hankkeet, joilla tehokaimmin tuetaan valitun turvallisuuskonseptin toteutumista. Useimmiten tämä tarkoittaa, että varmistetaan turvallisuuden kannalta kriittisten seikkojen toteutettavuus ja toimintakyky ja toisaalta pyritään löytämään keinoja, joilla vähennetään heikoimmin tunnettujen osien merkitystä järjestelmän kokonaisuus suorituskykyyn, turvallisuustason kannalta.

Posivan turvallisuuskonsepti on esitetty kuvassa 2. Tämän näkemyksen mukaisesti turvallisuus nojaa ensisijaisesti kupari-rautasäiliöiden eristyskykyyn, joka taas puolestaan riippuu niistä olosuhteista jotka sen ympärillä vallitsevat samoin kuin luonnollisesti itse säiliöiden teknisestä laadusta. Ympäristöolosuhteiden osalta ratkaisevaa on riittävä kyky arvioida

niiden pysyvyys suotuisina pitkien aikojen kuluessa. Säiliöiden teknisten ominaisuuksien kannalta taas on olennaista, että käytettävien materiaalien ominaisuudet tunnetaan riittävän tarkkaan.

Tukipilareita on useita

Kaikki ei silti ole yksinomaan säiliöiden varassa: vaikka pitkäaikaisen eristyksen pilarit sortuisivatkin, jäljelle jäävät silti muut vapautumisesteet, joita ovat sekä bentoniitti, kallio että myös se tosiasia, että polttoaine itsessään on kiinteätä ainetta. Säiliöiden vuotamisesta huolimatta näiden muiden esteiden tulisi taata, että radioaktiivisten aineiden pitoisuudet elollisessa luonnossa jäävät kaikkina aikoina pieniksi.

Tärkeää on, että järjestelmä kokonaisuudessaan on riittävän vankka, "robusti". Se tarkoittaa, että vaikka me emme tietäisikään kaikkea, erehtyisimme joissakin asioissa ja tekisimme virheitä toteutuksessakin, systeemi ei silti petä. Käytännössä robustisuusvaatimus tarkoittaa erityisesti pitäytymistä yksinkertaisissa, yksinkertaisiin luonnonlakeihin perustuvissa ratkaisuissa sen sijaan että turvallisuus rakennettaisiin monimutkaisten, "viritettyjen" teknisten toimintaketjujen varaan.

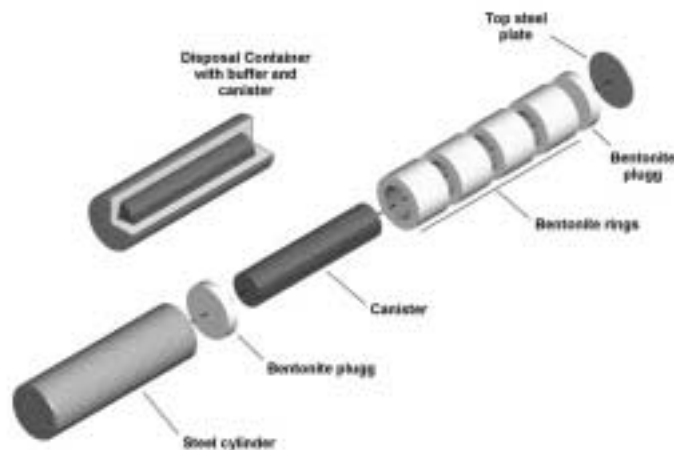
Moni asia pyörii ONKALOn ympärillä

Valmistautuminen ONKALOn toteutukseen on jo vuosia näkynyt lähes kaikessa Posivan työssä ja tulevina vuosina se tulee olemaan keskeinen väline loppusijoituksen rakentamislupahakemusta valmisteltaessa. Vaikka TKS-2003:n kuvaamalla kolmivuotiskaudella ei vielä päästäkään varsinaiselle loppusijoitusyvydelle, tunnelin aloitus antaa jo mahdollisuuksia testata tutkimusmenetelmiä ja -välineitä ja ennen kaikkea kehittää ne tutkimuksen, teknisen suunnittelun ja kalliorakentamisen väliset yhteistyömuodot, jotka aikanaan ovat tarpeen kun lopullisesti määritellään loppusijoitustunnelien ja -säiliöiden paikat Olkiluodossa. Yhtenä tutkimushaasteena alkaneella kolmivuotiskaudella on itse ONKALOn syvempien osien lopullisen sijainnin määrittäminen rinnan rakentamistöiden kanssa.

Kairauksia tarvitaan yhä

ONKALO ei silti merkitse maan pinnalta tehtävien kairauksen loppumista. Paikkatutkimusten laadun mittana voidaan pitää Olkiluodon kallioperästä saadun kuvan ristiriidattomuutta ja sisäistä johdonmukaisuutta. Tällaisen kuvan muodostaminen merkitsee tulevaisuudessa edelleenkin lisätiedon hankkimista saaren niistäkin osista, joihin ONKALO ei ulotu. Se edellyttää myös entistä tiiviimpää keskustelua eri geotieteiden välillä ja metodologisten raja-aitojen purkamista yhteisten konseptuaalisten mallien avulla.

Turvallisuuskonsepti ohjaa myös paikkatutkimusten painotuksia. Konseptin mukaan kallioperän ensisijainen merkitys on taata riittävän stabiilit olot teknisille järjestelmille, erityisesti kapselille. Vapautumisestaan sitä tarvitaan, vasta jos sen ensisijainen funktio ei toteudu. Tämä merkitsee pääpainon asettamista niille tutkimuksille, joilla voidaan vahvistaa kuvaa olosuhteiden suhteellisesta stabiilisuudesta. Ainoa käytettävissä oleva avain



Kuva 4: Vaakasijoituksen suunniteltu supersäiliö.

tulevaisuuteen on kuitenkin menneisyyden ymmärtäminen.

Tekniset suunnitelmat kypsyvät

Posiva on vuoden 2003 lopulla laatinut varsin seikkaperäisen kuvauksen loppusijoituslaitoksesta kokonaisuudessaan. Tarkoitus on, että rakentamisluvan lähestyessä – nykyisten aikataulujen mukaan lupahakemus jätetään vuonna 2012 – suunnitelmat aste asteelta konkreetisoituvat samalla kun suunnittelun vapausasteita vähitellen karsitaan. Koko laitoksesta on tarkoitus päivittää kolmen vuoden välein, seuraavan kerran siis vuonna 2006.

Loppusijoitustekniikan kehitystyö tahtuu nykyisin suurimmaksi osaksi SKB:n ja Posivan yhteisprojekteina. Yhtiöt solmivat vuonna 2002 laajan yhteistyösopimuksen, joka mahdollistaa resurssien tehokkaan käytön ja työn järkevän koordinoimisen. Posivalle sopimus on merkinnyt erityisesti loppusijoituskapselia koskevan kehitystyön vauhdittamista, sillä SKB tähtää kapselointilaitoksen rakentamislupahakemuksen jättämiseen jo parin vuoden sisällä. Turvallisuuskonseptin mukaisesti korkealaatuinen kapselointitekniikka on pitkäaikaisturvallisuuden yksi kulmakivi.

Tällä hetkellä näyttää siltä, että sekä kuparikapselin valmistus, sulkeminen että

rikkomaton tarkastus pystytään suorittamaan laatuvaatimusten mukaan. Sulkemishitsaukseen on nyt Oskarshamnin kapselilaboratoriossa kokeiltavana kaksikin menetelmää: sekä pitkään kehitelty elektronisuihkuhitausta että myöhemmin kehityskohteeksi valittu kitkatappihitausta. Mikäli SKB:n ohjelma etenee aikataulussa, Posivalla on tulevaisuudessa mahdollisuus saada kapseloinnista arvokasta kokemusta ennen sen oman laitoksen käynnistämistä. Posiva ei ole kuitenkaan yksinomaan SKB:n kapselilaboratorion varassa, vaan se jatkaa elektronisuihkuhitausmenetelmän kehittämistä myös suomalaisen Patria Aviationin kanssa.

Kapselit vaaka-asentoon

Alkaneen kolmivuotiskauden yksi keskeinen yhteishanke SKB:n kanssa on ns. vaakasijoitusmenetelmän soveltuvuusselvitys. Kyseessä on KBS-3 -ratkaisun muunnos, jossa kapselit sijoitettaisiin halkaisijaltaan pienempiin tunneleihin vaaka-asentoon ja peräkkäin, sen sijaan että ne nykyisessä perusratkaisussa sijoitetaan tunnelien lattiasse oleviin pystysuoriin reikiin (kuva 3). Tarkoitus on vuoden 2007 loppuun mennessä selvittää vaakasijoituksen toteutettavuus ja turvallisuusominaisuudet ja, mikäli se näissä suhteissa osoittautuu käyttökelpoiseksi, verrata sen etuja ja haittoja perusratkaisuun verrattuna.

Vaakasijoitusratkaisuja on tutkittu aiemminkin, mm. SKB:n PASS-projektissa, jossa TVO:kin aikanaan oli mukana. Periaatteessa vaakasijoituksen voidaan katsoa yksinkertaistavan loppusijoitusratkaisua – ja olevan siinä mielessä askelentistä vankempaan, robustimpaan ratkaisuun. Haasteena on kuitenkin itse tekninen toteutus, koska painavien kapselien sijoittaminen paikalleen pitkässä ahtaassa tunnelissa yhdessä bentoniitin kanssa vaatii erityismenetelmiä.

PASS-projektin ajoista suunnitelma on muuttunut siten, että nykyisessä vaakasijoituskonseptissa on tarkoitus käyttää samanlaista säiliötä kuin pystysijoituksessakin, mutta sijoittaa sekä säiliö että sitä ympäröivä bentoniittisavi yhteiseen teräspakkaukseen, joka on rei'itetty saven kastumisen mahdollistamiseksi. Tällä tavalla on kylläkin menetetty jotakin robustisuudessa – tuotu uusi komponentti ratkaisuun – mutta samalla tekninen toteutettavuus on kehittynyt rutiinimaisempaan suuntaan.

Posivan erityisvastuulla vaakasijoitusprojektissa on arvion laatiminen konseptin pitkäaikaisturvallisuudesta. Tällä hetkellä näyttää kuitenkin siltä, että mikäli ratkaisu voidaan osoittaa teknisesti toteuttamiskelpoiseksi, ratkaisu ei turvallisuusominaisuuksiltaan eroa nykyisestä perusratkaisusta.

Mikä on safety case?

Viimeaikaiseen loppusijoituksen turvallisuudesta käytyyn keskusteluun on hiipinyt termi "safety case", jolle tuntuu olevan vaikea löytää suomalaista vastinetta. Käsite on peräisin anglosaksisista maista ja sen taustalla on oikeudenkäynneistä tuttu "case", jolla tarkoitetaan yleisesti ottaen todisteita asian puolesta tai sitä vastaan. Termille safety case onkin ehdotettu vastineeksi mm. "turvallisuusperusteita" tai "turvallisuustodisteita", mutta mikään ehdotuksista ei ole tähän mennessä tuntunut täysin istuvan suomen kieleen ja vastaavan tarkoitusta.

Joka tapauksessa termillä on haluttu tuoda esiin tarve kehittää pitkäaikaistur-

vallisuuden perusteluja pelkästä mallilaskelmiin pohjautuvasta turvallisuusanalyysistä monipuolisempaan argumentointiin. Laskennallisen turvallisuusanalyysin tärkeys ymmärretään edelleenkin, mutta sen rinnalle tarvitaan osoitus loppusijoitusjärjestelmän käyttäytymisen riittävästä ymmärtämisestä yleisesti hyväksytyjen tieteellisten teorioiden, huolellisesti kontrolloitujen kokeiden ja teknisten testien sekä luonnosta tehtyjen havaintojen ja niiden tieteellisten tulkintojen perusteella. Erityisesti on arvioitava olemassa olevan tiedon ja tehtyjen oletusten epävarmuus samoin kuin käytettävän tekniikan luotettavuus.

Aikataulut ja yhteistyö sovitettava

Tarkoitus on, että rakentamislupahakemuksen pohjaksi hankittavien turvallisuustodisteiden kehittämisestä esitetään väliraportti vuoden 2006 loppuun mennessä ja suunnitelmat päivitetään PSAR-raportin asuiseksi vuoden 2009 loppuun mennessä. Aineisto täydennetään sitten PSARin muotoon vuoden 2012 loppuun mennessä. Safety Case -lähestymistapaa pyritään soveltamaan jo käynnissä olevan KBS-3 -vaakaratkaisun turvallisuusarvion laatimisessa.

Suurin osa turvallisuuden arviointia tukevasta yleisiä ilmiöitä ja loppusijoitus-tilan käyttäytymistä käsittelevästä tutkimustyöstä tehdään nykyisin kansainvälisessä yhteistyössä joko bilateraalisten sopimusten tai EU:n puiteohjelmien piirissä. Posiva on mukana molemmissa 6:nneen puiteohjelman loppusijoitusta käsittelevissä "integroiduissa" projekteissa (NF-PRO ja ESDRED), jotka tähän mennessä ovat käynnistyneet. Kumpikin projekti on varsin laaja, EU-rahoitukseltaan 7 - 8 miljoonan euron luokkaa, kokonaisvolyymiltään tähän nähden yli kaksinkertainen.

Sekä loppusijoitus-tilan lämpö-, hydraulisia, kemiallisia ja mekaanisia prosesseja tutkiva NF-PRO että loppusijoitustekniikan demonstrointiin tähtäävä ESDRED sisältävät Posivan kannalta

merkittäviä tutkimus- ja kehityskohteita. Silti EU:n puiteohjelmien suunnittelua vaivaa loppusijoitustutkimusten alueella tilanteen monimuotoisuus eri jäsenmaissa. Tutkittavana on ensinnäkin useita erilaisia geologisia muodostumia (kiteinen kallio, suola, erilaiset savikivet ja savet) mutta sen lisäksi tutkimusyhteistyötä vaikeuttaa aikataulujen erilaisuus – tai niiden puute. Yhteisten prioriteettien löytäminen tässä tilanteessa on väliillä osoittautunut vaikeaksi, eikä tilannetta ole parantanut se, että komission byrokratisa jäteorganisaatioilla, jotka käytännön työstä vastaavat ja sen suurimmaksi osaksi kustantavat, ei ole juurikaan virallista sananvaltaa. Jäteorganisaatioiden ehdotus muodostaa osaamisverkko puiteohjelman sisällä ei kelvannut komissiolle, mutta tästä huolimatta sekin on ilmoittanut haluavansa jäteorganisaatioilta tiiviimpää yhteistyötä.

Tukea Ruotsista

Selvää onkin että yhteistyö tulee jatkuamaan. Vaikka osa tärkeistä tutkimuskohdeista riippuukin geologisesta ympäristöstä ja loppusijoitusratkaisusta, monet ongelmat ovat yhteisiä ja niitä kannattaa tutkia yhdessä. Silti Posivan kannalta avainasemassa on yhteistyö SKB:n kanssa. Koska Ruotsin ohjelma on edelleenkin – Ruotsin paikanvalintaprosessin kesken – eräisyydestä huolimatta – edellä meidän ohjelmaamme, meidän ei onneksi tarvitse tehdä kaikkea itse ja yksin. Kuviteltavissa on, että se Safety Case, jonka SKB tekee omalle loppusijoitustilalleen, on ainakin suurimmaksi osaksi voimassa myös Posivan loppusijoitushankkeelle. ■



Loppusijoituksen ydinmateriaalivalvonta



Onkalon kohdalta on maapeite poistettu geologisia tutkimuksia varten ja kairauskone tekee ensimmäistä reikää louhittavan tunnelin kohdalle. Kun Onkalon suu avarretaan kesällä 2004, on nyt valittavien ydinsulkuvalvonnan menetelmien oltava hyväksyttävissä toistasataa vuotta jatkuvan loppusijoitusprosessin ajan ja tarvittessa sen jälkeenkin.

Ydinvoimalaitoksissa syntyvä käytetty polttoaine on pitkään radioaktiivista, joten sen ympäristövaikutukset on pyrittävä minimoimaan. Voimalaitoksen reaktorissa uraanipolttoaineesta syntynyttä korkea-aktiivista plutoniumia voidaan jälleenkäsitellä ydinaseisiin tarvittavalla tavalla, mikä on estettävä tehokkaasti. Näin ollen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisessa syvälle peruskalliioon on otettava huomioon teknistieteellisen ympäristönäkökohdan lisäksi myös ydinaseiden leviämisen estämiseen liittyvät kansainväliset poliittiset sopimukset.

Suomalaisissa ydinvoimalaitoksissa käytettyä ydinpolttoainetta säilytetään laitosalueilla sijaitseissa varastoissa kymmeniä vuosia, jotta ne jäähtyisivät ja niiden radioaktiivisuus pienenesi. Käytetyn polttoaineen niput on tarkoitus kapseloida rauta-kupari-säiliön sisään ja sijoittaa syväle Olkiluodon kalliopeeraan. Kestää vuosikymmeniä ennen kuin hanke on viety loppuun ja korkeaktiivinen jäte on sijoitettu lopullisesti peruskallioon. Lopullinen tarkoittaa sitä, että jätteeksi ymmärretty käytetty polttoaine on turvassa, ja ei aiheuta säteilyä elolliseen luontoon, eikä siihen päästä käsiksi.

Loppusijoitustilaan louhitaan tunnelleita, joita täytetään ja tiivistetään sitä mukaan kun käytettyä polttoainetta saadaan laitettua kallion sisään. Kalliotilat louhitaan siten, että ympäröivä kallio säilyy mahdollisimman tiiviinä ja kovanäköisenä. Loppusijoituksen jälkeen tunnelit on täytetty, kuilut tulpattu ja maanpäälliset rakenteet purettu. Pitkäaikaisturvallisuusvalvonnan kannalta tavoitteena on että, kalliotila on niin luonnonmukainen ja tiivis, ettei jätteitä tarvitse enää valvoa loppusijoituksen jälkeen.

Ydinsulkusopimus velvoittaa

Ydinsulkusopimus velvoittaa valtioita esittämään rauhanomaisessa käytössä olevien ydinainesten siirtyminen ydinaseiden valmistukseen. Niinpä ydinmateriaaleja valvovan viranomaisen on tiedettävä koko ajan, missä ydinainetta mukaan lukien käytettyä polttoainetta on. Lisäksi toiminnan harjoittajan on aina kyettävä todistamaan, että materiaaleja ei ole tietymättömissä. Ydinsulkusopimukseen liittyvän valvontasopimuksen perusteella Kansainvälisen Atomienenergiajärjestön (IAEA:n) tarkastajat seuraavat jatkuvasti rauhanomaisessa käytössä olevia ydinmateriaaleja ydinlaitoksissa sijaitsevilla valvontakameroillaan. Muutaman kuukauden välein tehtävissä tarkastuksissa ydinaineet todennetaan paikanpäällä tehtävin havainnoin ja mittauksin.

Tällä hetkellä Olkiluodon käytetyn polttoaineen varastossa on noin 4400 nippua käytettyä polttoainetta, reaktoreissa ja reaktorihalleissa toistaiseksi olevien lisäksi. Loviisasta polttoaine palautettiin Neuvostoliittoon ja sittemmin Venäjälle vuoteen 1996 asti, joten Loviisan varastoon on kertynyt jo 3500 nippua. Suomen liittyttyä Euroopan Unioniin myös Euratomin tarkastajat osallistuvat ydinmateriaalitarkastuksiin. Ydinmateriaalivalvonta tulee tehostumaan vuoden 2004 aikana, kun valvontasopimuksen lisäpöytäkirja tulee voimaan EU:ssa.

Plutonium säilyy

Erityisen ongelmalliseksi IAEA kokee sen, että ydinmateriaaleja ei tulevaisuudessa pystytä enää tarkastamaan visuaalisin havainnoin eikä edes säteilymittauksin. Useita polttoainepippuja on tarkoitus sijoittaa yhteiseen kapseliin, joka haudataan näkymättömiin. Huolenaikana on, ettei plutoniumia katoa loppusijoitusprosessin aikana luvattomiin terroristikäsiin eikä kertaalleen haudattuun kapseliin kosketa. Loppusijoitukseen liittyviin erityispiirteisiin ei uusissa sopimuksissa ole kuitenkaan sopimusteksteissä varauduttu. Uusi sopimus antaa kuitenkin mahdollisuuden IAEA:lle valvoa valtion hyväksymään ydinpolttoainekiertoa ja siihen liittyvää tutkimus- ja kehitystoimintaa kokonaisuudessaan.

Olkiluotoon suunnitellun loppusijoitustilan rakentamisen alkaminen antaa valvonnalle uusia konkreetteja haasteita. Loppusijoituslaitoksen suunnittelua varten Onkaloksi nimetyn maanalaisen tutkimustilan louhinta on jo saanut rakennusluvan ja sen mukainen toiminta on käynnistynyt Olkiluodossa. Kymmenen vuotta kestäneiden tutkimusten jälkeen on voimayhtiöiden tarkoitus osoittaa Olkiluodon kallioista loppusijoitukseen parhaiten soveltuvat kohdat ja niiden pitkäaikaisturvallisuus sekä luvittaa loppusijoituslaitos ydinenergiain mukaisesti. Geologisen loppusijoituksen ydinmate-



riaalivalvontaa on pohtinut IAEA:n työryhmä vuodesta 1988. Se on jo vuonna 1997 esittänyt ydinsulkusopimuksen silloisen valvontasopimuksen pohjalta suosituksia, kuinka kalliotilan geologisten pitkäaikaistutkimuksilla tulee varmistua myös kalliotilojen luotettavuudesta loppusijoitustilana. Suosituksia on kohdistettu sekä rakennusvaiheeseen, jonka katsotaan alkavan valtion periaatepäätöksestä rakentaa geologinen loppusijoituslaitos, loppusijoituslaitoksen rakennusvaiheeseen ja loppusijoituksen jälkeiseen vaiheeseen. Suositusten mukaan IAEA:n pitäisi asentaa omia valvontalaitteitaan loppusijoitusalueelle ennen louhintatöiden aloittamista, joten IAEA:n pitäisi toimia ripeästi.



IAEA:n kanta epäselvä

Loppusijoitusta valvovana viranomaisena Säteilyturvakeskus kutsui syksyllä 2003 IAEA:n edustajat sekä heidän asiantuntijaryhmän Raumalle ja Olkiluotoon tutustumaan Suomen loppusijoitus-suunnitelmiin sekä kertomaan, kuinka järjestö aikoo toteuttaa ydinsulkusopimuksen mukaiset velvoitteensa. Koska kokouksessa ei saatu selkeää palautetta, niin STUK lähetti virallisen tiedustelun IAEA:lle, jossa kysyttiin, kuinka järjestö aikoo toteuttaa ydinmateriaalivalvonnan Onkalon rakennusvaiheessa. Järjestö ei ole vielä ilmaissut kantaansa, aikooko se tehdä mitään ennen kuin ydinainetta aletaan siirtää loppusijoitustiloihin noin

vuonna 2020. Voimassa oleva ydinsulkusopimus velvoittaa IAEA:n tarkastamaan pelkästään ydinmateriaaleja, mutta lisäpöytäkirjan mukaan myös valtion hyväksymät niin ydinpolttoainekiertoon liittyvät pitkäaikaissuunnitelmat kuin laitosalueet tulevat valvonnan piiriin.

Loppusijoitus peruskallioon

Suomalainen pari miljardia vuotta vanha kiteinen peruskallio on luonteeltaan kovaa ja vaikeasti kaivettavaa toisin kuin monissa muissa maissa. Kovan kiteisen kallion louhiminen ja tunneleiden tekeminen vaatii kallion poraamisen ja räjäyttämisen erityisosaamista. Geologiset tutkimukset ja kokemukset Olkiluotoon 100 m syvyyteen merenpinnan alle louhituista voimalaitosjätteen loppusijoitustiloista ovat osoittaneet, että Olkiluotoon voidaan tehdä isoja luolia. Kuitenkin niiden käyttöturvallisuus edellyttää paikoittaista kallion tiivistämistä ja lujittamista betonilla niin kuin muissakin kallioluolissa. Näin ollen syntyneet kalliotilat ja toteutunut louhinta voidaan todentaa luotettavasti vain välittömästi kallion louhintatöiden yhteydessä ennen jälkien peittämistä.

Tunnelia vaikea havaita

Salaisen tunnelin tekeminen Olkiluotoon on yhtä vaikeaa kuin todellisenkin, mutta kallioon piilotetun tunnelin havaitsemisen louhinnan jälkeen on todella vaikeata. Niinpä loppusijoitustilan suhteen ydinmateriaalivalvonnalla on kaksi päätehtävää: varmistua 1) syntyneistä kalliotiloista ja 2) siitä ettei muita maanalaisia tiloja tehdä samaan aikaan. Loppusijoitusta hoitava voimayhtiöiden omistama Posiva Oy kerää kalliotutkimustietoa useilla erilaisilla hydrogeologisilla ja seismisillä menetelmillä koko Onkalon ja loppusijoituslaitoksen louhinnan ajan, joten sen voidaan olettaa pystyvän osoittamaan edellä mainittujen velvoitteiden täytyminen. Tehdyt tutki-

mukset ja johtopäätökset on raportoitava siten, että kotimaiset ja kansainväliset viranomaisorganisaatiot voivat tarkastaa asiakirjat ja todeta paikanpäällä niiden paikkansapitävyyden.

Ydinsulkusopimuksen mukaan myös IAEA on velvollinen suorittamaan omia riippumattomia mittauksia ja todentamisiaan. Järjestö ei valitettavasti vielä ole ilmaissut tarvettaan ja menetelmiään, joilla se aikoo hankkia vertailevaa tarkastustietoa loppusijoitustilasta. Niinpä Säteilyturvakeskus on luonut yhteistyössä suomalaisten asiantuntijaorganisaatioiden kanssa kansallisen järjestelmän, jonka puitteissa pystytään varmistumaan, että edellä mainitut velvoitteet täyttyvät. Oleellista siinä on jatkuva tietoisuus Olkiluodon kallioperään kohdistuvista toimista ja näiden dokumentointi. Kirjeessään STUK pyysi myös IAEA osallistumaan tähän valvontaan, jotta seuraavissa luvitusvaiheissa 10 ja 20 vuoden kuluttua ei ole epäselvyyksiä kalliotiloista vaan voidaan keskittyä loppusijoitettavien ydinmateriaalien tarkastamiseen ja verifioimiseen ennen niiden lopullista katoamista perinteisestä valvonnasta.

Geologisen loppusijoitustilan ydinmateriaalivalvonta on ikuista, sillä radioaktiiviset aineet ovat vuosituhansia vaarallisia ihmisille ja saattavat sisältää jopa entistä käyttökelpoisempaa raaka-ainetta ydinaseisiin. Tärkeätä on tietämyksen siirtäminen seuraaville sukupolville riippumatta valtioiden tai IAEA:n saati niiden välisten sopimusvelvoitteiden olemassa olosta.

TkT Olli Okko
Ylitarkastaja
Ydinmateriaalien valvonta
Säteilyturvakeskus
olli.okko@stuk.fi



Ydinjätehuollon tutkimusohjelma puolimatassa

Vuonna 2002 käynnistetty nelivuotinen Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma (KYT) on edennyt puolimatkaansa. Liikkeellelähtö on tapahtunut asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Rahoitusjärjestelyt menivät uusiksi vuodesta 2004 alkaen ydinenergiain muutoksen yhteydessä, mutta tutkimuksen sisällöllinen raami pysyy alkuperäisenä. Keskeisimpänä tavoitteena on parantaa käytetyn ydinpolttoaineen geologisen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden arvioimisvalmiuksia. Tavoite tukee viranomaisia mutta välillisesti myös luvanhakijoita.

Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) käynnisti helmikuussa 2002 nelivuotisen Kansallisen ydinjätehuollon tutkimusohjelman (KYT). Tarkoitus oli nivoa yhteen useiden itsenäisten rahoittajien tutkimushankkeita yhdeksi tutkimusohjelmaksi. Kahden ensimmäisen vuoden aikana tutkimusten rahoittajina toimivat lähinnä KTM, Säteilyturvakeskus (STUK) ja Posiva. Johtoryhmään kuuluvat näiden lisäksi myös Teollisuuden Voima (TVO), Fortum ja Tekes.

KYTin puiteohjelmasta rajattiin pois kaikki luvitusasiat, koska mukana on sekä ydinjätehuollon luvanhakijoita että näitä valvovia viranomaisia. Siitä huolimatta tutkimuskehys on varsin kattava sekä geologisen loppusijoituksen että strategisten ydinjätehuollon tutkimusten osalta.

Rajauksella pyrittiin siihen, että tutkimusohjelmalla ei vaaranneta tutkimushankkeiden eikä myöskään ydinjätehuollon toimijoiden riippumattomuus-odotuksia.

Vaikka KYT onkin kansallinen tutkimusohjelma, puiteohjelmassa kannustettiin kansainväliseen yhteistyöhön. Valikoitu kansainvälinen yhteistyö antaa ni-

mittäin rajallisillekin panostuksille lisää vipuvartta.

Ydinenergiain muutos 2004 alusta

Suomalaisen julkisen ydinturvallisuustutkimuksen rahoitustason varmistamiseksi ydinenergiain lakiin tehtiin muutos vuoden 2004 alusta. KYTin osalta muutos tarkoittaa, että Valtion ydinjätehuoltora-hastoon (VYR) on perustettu erillinen Ydinjätetutkimusrahoitus, joka jatkossa rahoittaa tutkimushankkeita. Tutkimusrahoituksen varat kerätään ydinjätehuoltovelvollisilta siten, että kukin maksaa 0,08 % vuosittain vahvistetusta ydinjätehuollon vastuumäärästään. Nykytilanteessa tällä tavalla päästään vuotuisen rahoituksen tavoitetasoon 1 milj. euroa.

Rahoitusjärjestelyn uusimisen takia KYTissä on nyt opetettava uusi toimintatapa. Yksi uusi piirre on määräaikaan toteutettava hankehaku koko seuraavaksi vuodeksi.

Tässä korostuu johtoryhmän rooli, koska asiallisesti VYRin rahoituspäätökset perustuvat johtoryhmän näkemykseen hanke-esitysten vahvuuksista ja heikkouksista. KYT-johtoryhmä tekee suosi-

tuksen KTM:lle ja tämä puolestaan virallisen rahoitusesityksen VYRille.

Muokatussa ydinenergiain korostetaan suomalaisten viranomaisten tiedon tarvetta, mikä on ymmärrettävää niiden resurssien rajallisuuden näkökulmasta. Puiteohjelmassa kuitenkin rajattiin luvitusasiat KYTin ulkopuolelle ja siitä, sekä ydinjätehuollon ongelmien luonteesta, johtuu, että viranomaisia hyödyttävät tutkimushankkeet hyödyttävät melkein automaattisesti myös luvanhakijoita.

Tutkimusohjelman sisältökehys

Rahoitusjärjestelyjen muutos ei vaikuttanut tutkimuksen sisältöön, vaan alkupe- räinen puiteohjelma on edelleen voimassa. Sen mukaisesti tutkimukset jaetaan käytetyn polttoaineen geologista loppusijoitusta tukeviin ja strategiaan tutkimuksiin. Loppusijoitustutkimuksissa näkökulma on pitkäaikaisturvallisuuden arviointivalmiuksien parantamisessa: KYT pyrkii kehittämään osaamista ja työkaluja turvallisuuden arvioimista varten.

KYT on ollut toiminnassa kaksi vuotta ja taulukossa on tilastoa vuosien 2002



Palmottujärven veden koostumuksesta ei pysty päättämään että alueen kallioperässä on maanpinnasta ainakin 300 metrin syvyyteen noin 1 500 tonnin uraaniesiintymä (Kuva Lasse Ahonen, GTK).

ja 2003 toteutuneista tutkimushankkeista sekä vuoden 2004 suunnitelman vastaavat tiedot. Kahden vuoden perspektiivillä voidaan jo alustavasti tarkastella tutkimuksen sisältöä.

Käytetyn polttoaineen loppusijoitustutkimukset

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysissa on lukuisia kehittämismahdollisuuksia. Nämä liittyvät lähinnä laskentatapausten eli skenaarioiden valintaan ja epävarmuusanalyysien metodiikkaan. Turvallisuusanalyysin tulosten tutkintaan liittyviä kommunikointiongelmia lieventämään on kansainvälisissä asiantuntijaryhmissä kehitetty täydentäviä turvallisuusperusteluita, joita voidaan saada esim. luonnonanalogioista ja erilaisista turvallisuusmittarihankkeista. Turvallisuusmittari voidaan pitää ei-asiantuntijoille helpommin avautuvaksi perusteluksi loppusijoituksen turvallisuudesta. Turvallisuusmittareiden alueella KYTissä on tehty työtä yhdessä OECD/NEA:n ja IAEA:n kanssa.

Radionuklidien loppusijoitustilasta vapautumisen tarkasteluun kuuluu periaatteessa itse loppusijoitustila lähialuei-

neen sekä kaikki tekniset vapautumiset. Loppusijoituskapselin pitkäaikaiskäyttämisen selvittäminen on kuulunut KYT-ohjelmaan, vaikka kapselin tekninen tuotekehittäminen kuuluu Posivan omaan T&K-ohjelmaan. Puristetun bentoniitin kytkettyä termo-hydro-mekaanista käyttäytymistä on tutkittu DECOVALEX III hankkeessa, johon KYT-ohjelma osallistui. Parhailaan sille käynnistetään jatkohanketta DECOVALEX-THMC, johon KYT myös osallistuu.

Paikkatutkimuksissa saatava tieto kallioperän rikkonaisuudesta on loppusijoituksen turvallisuuden arvioimisen kannalta tärkeää, koska nimenomaan vettä johtavat raot ja kallioruhteet toimivat pohjaveden keskeisinä virtausreiteinä. Rikkonaisuustutkimuksia ollaan käynnistämässä KYTissä. Kiteinen kallio deformatuu kuormituksen alaisena ajan myötä; tästä aihepiiristä on tehty kirjallisuusselvitys ja sen pohjalta kokeellinen tutkimus. Tärkeä metodologinen tutkimuskohde on pohjaveden geokemiallisen tulokinnan ja virtausmallinnuksen antamien tulosten integrointi yhtenäiseksi kokonaistulkinnaksi kohteena olevasta tutkimuspaikasta. Paleohydrogeokemiallista kehitystyötä on KYTissä tehty eri-

tyisesti jääkausivaikutusten selvittämiseksi.

Radionuklidien kulkeutuminen kallioperässä riippuu pohjaveden virtauskentästä ja hydrogeologisista olosuhteista. KYTissä tehdään virtaavalla vedellä merkkiainekokeita valutuissa laboratorioolosuhteissa matemaattisten kulkeutumismallien testaamiseksi. Lisäksi tehdään menetelmäkehitystyötä kalliomatriisiin huokosrakenteen yksityiskohtaiseksi karakterisoimiseksi. Suomessa tehdyt loppusijoituksen turvallisuusanalyysit ovat kulkeutumismallinnuksen osalta perustuneet advektio-dispersio-matriisidiffuusio -malliin; matriisidiffuusiossa otetaan huomioon myös sorptio. Mallia on kuitenkin kritisoitu liiasta "fysikaalisuudesta", koska se yksinkertaistaa merkittävästi radionuklidien geokemiallista käyttäytymistä. Geokemiallisesti todemmukaisempaa mallinnusta, ns. reaktiivista kulkeutumisen mallinnusta on KYT-ohjelmassa testattu kansainvälisenä yhteistyönä esim. Palmotun luonnonanalogiakohteen lähtötiedoin. Sorption kemiallisten mekanismien tuntemuksen lisääminen on tärkeää ja tähän liittyvään OECD/NEA:n asiantuntijatyöryhmien työskentelyyn on osallistuttu. Tietokan-

KYTin tutkimuspainopiste	Vuosi					
	2002		2003		2004	
	Hankkeita (kpl)	Rahoitus- osuus (%)	Hankkeita (kpl)	Rahoitus- osuus (%)	Hankkeita (kpl)	Rahoitus- osuus (%)
Geologinen loppusijoitus						
Turvallisuusanalyysimetodiikka	3	34	4	22	3	17
Radionuklidien vapautuminen loppusijoitustilasta	2	9	3	5	2	13
Kallioperä ja pohjavesi	5	25	7	25	4	28
Radionuklidien kulkeutuminen kallioperässä	4	18	3	36	4	32
Biosfääritutkimukset	0	0	1	2	0	0
Strategiset tutkimukset						
Ydinpolttoainekierto	1	6	1	5	1	5
Matala- ja keskiaktiiviset jätteet	1	3	0	0	0	0
Koordinointi	1	5	1	5	1	5
Yhteensä	17	100	20	100	15	100

Taulukko. KYT-ohjelman tutkimuspainopisteiden tilastoa. Vuosien 2002 ja 2003 tiedot vastaavat toteutuneita tutkimuksia, vuoden 2004 tiedot ovat tutkimussuunnitelmasta.

tojen kehityksen tiivis seuraaminen on tarpeen pyrittäessä hyödyntämään saavissa oleva tieto ja osaaminen.

Biosfäärimallinnuksessa radionuklidien päästönopeudet (Bq/a) muutetaan annosnopeuksiksi (Sv/a). Sitä tarvitaan, koska turvallisuuskriteerit ovat annosnopeuspohjaisia. Uudessa YVL 8.4 ohjeessa STUK on määritellyt pidemmän aikavälin tarkastelulle nuklidikohtaiset päästönopeusrajat, mutta annosrajat pysyvät edelleen mukana parhaiten ennustettavissa olevan muutaman tuhannen vuoden tarkastelujakson kriteereissä. Toistaiseksi KYT-ohjelmassa on tutkittu muiden eliöiden kuin ihmisen säteilysuojelua. Aihepiiri on noussut keskustelun kohteeksi kansainvälisissä asiantuntijaryhmissä; aikaisemmin ajateltiin suoraan viivaisesti, että muiden eliöiden säteilynsuojelu hoituu automaattisesti, kun ihmistä suojellaan.

Strategiset tutkimukset

Ydinjätehuollon strategisia vaihtoehtoja arvioiva tutkimus tukee suomalaisen ydinjätehuollon toteutusvarmuutta. Strategisilla selvityksillä pyritään varmistamaan omaa osaamispohjaa ydinjätehuol-

lon toteuttamiseen myös mahdollisesti muuttuneissa oloissa. Vaikka maassamme edetään määrätietoisesti kohti käytetyn ydinpoltoaineen geologista loppusijoitusta, on pidettävä silmät auki mahdollisille vaihtoehdoille siltä varalta etteivät nykyiset suunnitelmat voisikaan toteutua.

Ydinjätehuollon strategisissa tutkimuksissa on keskitytty lähinnä ydinpoltoainekierron analysoimiseen. KYT osallistuu OECD/NEA:n kehittyneiden polttoainekiertojen asiantuntijaryhmään; yksi kehittynyt polttoainekierto käsittää erottelun ja transmutaation. KYTin käytännön tavoite on hankkia tekniset valmiudet transmutaatio-vaihtoehdon säteilyvaikutusten arvioimiseksi vertailukohdaksi käytetyn polttoaineen loppusijoituksen säteilyvaikutukselle.

Tiedonvälitysfoorumi

Tutkimuksesta ei ole paljon hyötyä, jos siitä ei tiedetä ja sen tuloksia ei käytetä. Siksi tiedonvälitys tutkimusohjelman sisällä on erittäin tärkeää. KYT on järjestänyt toistaiseksi neljä temaattista työkokousta, joissa valittuja aihepiirejä on käsitelty niin kattavasti kuin resurssien puit-

teissa on mahdollista. Työkokousten aihepiirit kuuluivat koko tutkimusohjelman keskeisimpiin painopisteisiin, ks. taulukko. Työkokousten ohjelma ja esitelmät on laitettu KYT-verkkosivuille. Kaikkiin työkokouksiin osallistui myös ulkomaisia asiantuntijoita, mikä alleviivaa kansainvälisen yhteistyön merkitystä.

Turvallisuusanalyysimetodiikkaa kosketteli kansainvälisen DECOVALEX III-hankkeen suomalaisista kontribuutioista järjestetty työkokous. Yksi työkokouksen keskeinen tulos oli että bentoniitin kytettyä termo-hydro-mekaanista (THM) käyttäytymistä on syytä tutkia Suomessa lähemmin. Nytemmin KYTin piirissä aiheesta valmistellaan väitöskirjaa.

Kallioperää ja pohjavettä kosketeltiin kahdessa erillisessä työkokouksessa. Kallioperän pohjavesiolosuhteista jääkausi-sykliä aikana pidetyn työkokouksen yksi tulos oli, että jääkausi-sykliä geokemiallisten merkkien tulkitsemiseksi alkaa jo olla testattuja kokeellisia ja teoreettisia työkaluja. Palmotun uraaniesiintymällä tehtyjä loppusijoituksen luonnonanalogi-tutkimuksia esittelevän työkokouksen yksi tulos oli, että alueella tehtyä mittavaa paikkatutkimusta ei ole vielä hyödynnetty täyteen laajuuteensa. Palmotun

tutkimuksista on koottu käytetyn polttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysin vertailukohtaksi suomalaisia luonnon turvallisuusmittareita osana IAEA:n koordinoimaa laajempaa turvallisuusmittarihanketta. Palmotun tulosten edelleen jalostus jatkuu KYT-ohjelmassa.

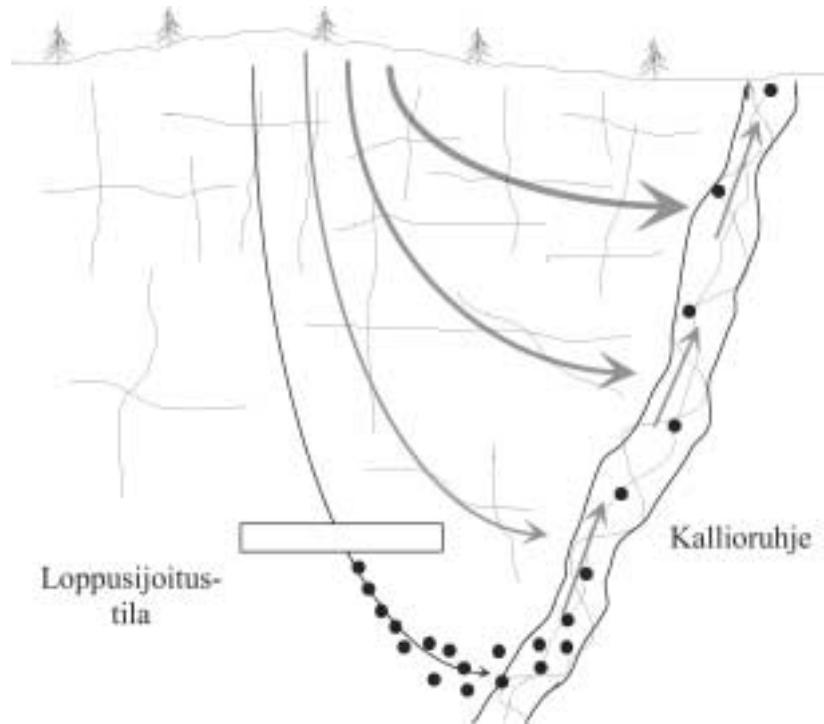
Radionuklidien kulkeutumista kallioperässä ja kulkeutumiskemiaa koskettelevan työkokouksen yksi tulos oli, että on syytä jatkaa keskustelua olemassa olevan geokemiallisen tiedon kytkemisestä aiempaa paremmin kulkeutumisen matemaattiseen mallinnukseen. KYTiin kuuluvan, STUKin käynnistämän geokemiallisen mallinkehityshankkeen testivaiheen on määrä päättyä vuonna 2004, jolloin keskusteluun on saatavissa uutta tutkimustietoa.

Mitä pitäisi tutkia?

Suomen kaltaisen pienen ydinenergia-maan erityishaasteena ovat pienet resurssit. Siksi tutkimuksen painopisteet ja panostuskohteet on mietittävä tarkkaan. Emme voi luottaa siihen, että kaikki tarvittava tieto on noin vain käytettävissä silloin kun sitä kaivataan. Keskeisimmät tutkimuslinjat olisi hyvä saada etenevästi oikeaan suuntaan kerralla. Oikea suunta pitäisi kuitenkin tietää.

Kaikki järki ei asu yhdessä osoitteessa: ei viranomaisilla, ei ydinjätehuollon luvanhakijoilla eikä myöskään tutkimuslaitoksissa. Julkisen tutkimusohjelman KYTin haasteena onkin mahdollistaa avoin vuoropuhelu, jonka kautta on löydettävissä eri näkemysten synteesi. Tässä auttavat myös kansainvälisestä yhteistyöstä saadut kokemukset. Jäsenyteen keskustelun kautta on mahdollista valita tutkimuspainopisteet harkiten.

Sisältömielessä ydinjätehuollon tutkimusprioriteettien valinta perustuu loppusijoituksen safety casen¹ vaatimusten ja käytettävissä olevan ilmiö- ja prosessitieteen osaamisen vertailuun. Prioriteetteja on voitava tarvittaessa myös tarkistaa, mikä edellyttää edellä mainitun vertailun toistamista määrätyn aikavälein. KYTin



Käsitteellinen malli radionuklidien vapautumisesta loppusijoitus-tilasta ja kulkeutumisesta ihmisen elinpiiriin. Nuolet edustavat pohjaveden virtausta ja nuolen paksuus virtaaman määrää (m³/a).

puiteohjelma on väljä, mikä mahdollistaa prioriteettien arvioinnin vuosittain. Taulukon perusteella kallioperä ja pohjavesi sekä radionuklidien kulkeutuminen kallioperässä ovat tärkeimpiä panostuskohteita ja niihin kohdistetaan yhteensä noin puolet tutkimusohjelman rahoituksesta.

Mistä riittää tutkijoita?

Suomen ydinjätehuollon tutkimus käynnistyi varsinaisesti 1970-luvulla. Tuolloin työnsä aloittaneet tutkijat alkavat kuitenkin väistämättä ikääntyä. Sen mukana Suomessakin on lisääntynyt huoli nykyisen korkean asiantuntemustason pysyvyyden turvaamisesta. Uusia ydinjätetutkijoita on alettava vähitellen saada mukaan tutkimukseen, ettei asiantuntemus lähde eläkkeelle kokoneiden tutkijoiden mukana. KYT auttaa omalta osaltaan uusien asiantuntijoiden kouluttamisessa alalle.

Vuonna 2004 KYT-ohjelman tutkimuksiin osallistuvat Fracom Oy, Geologian tutkimuskeskus (GTK), Helsingin yliopisto (HY), Jyväskylän yliopisto (JY), Säteilyturvakeskus (STUK), Teknillinen korkeakoulu (TKK) ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). Varsinaisia tutkimushankkeita vuonna 2004 on 14 kappaletta.

Tarkempaa tietoa tutkimushankkeista ja koko KYT-ohjelmasta saa tutkimusohjelman verkkosivulta www.vtt.fi/pro/tutkimus/kyt/index.htm

(1 Safety caselle ei ole vakiintunutta suomenkielisiä termiä, mutta olennaisesti se sisältää kaikki ne perustelut, jotka esimerkiksi Posiva esittää loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksensa tueksi.

*TkT Kari Rasilainen,
erikoistutkija
VTT Prosessit
puh. 09 456 5060
kari.rasilainen@vtt.fi*



Swedish waste management



Sweden has a well-functioning organization for managing various types of radioactive waste. There is an interim storage facility for spent nuclear fuel, a final repository for low and intermediate level waste, and a specially-built vessel with transport casks and containers for shipping the radioactive waste between the nuclear installations.

Äspö research village.

The Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co (SKB) has been given the task of managing and disposing of the waste in a safe manner. But two important components are lacking to make the waste system complete: an encapsulation plant for encapsulating the spent nuclear fuel in cop-

per, and a deep repository to deposit the canisters in. SKB has also been assigned the task of building these facilities.

We have been pondering what the deep repository should look like, as well as which materials and technology should be used, for nearly 30 years. Our method involves encapsulating the fuel in

copper and embedding it in bentonite clay at a depth of about 500 meters in the bedrock.

SKB is currently conducting site investigations, which include thorough investigations of the bedrock from the ground surface, in the municipalities of Östhammar and Oskarshamn. We will then apply for license to build the deep repository on the most suitable of these sites.

When the site investigations are concluded, applications for permits to site and build the deep repository are submitted to the authorities. This is a step by step democratic process.

Äspö Hard Rock Laboratory

A dress rehearsal is being held in preparation for the construction of a deep repository for spent nuclear fuel at SKB's underground Hard Rock Laboratory (HRL) on Äspö, outside Oskarshamn. Here we can test different technical solutions on a full scale and in a realistic environment.

The Äspö HRL is also used for field research. We are conducting a number of experiments here in collaboration with Swedish and international experts.

Demo Test

In the Demo Test we are demonstrating emplacement of the copper canisters and the surrounding bentonite in the deposition holes.

Testing machines and deposition technology on a full scale is extremely important in preparation for operation of the deep repository.

The goals of the Demo Test are to:

- Develop and test the methods and the equipment needed for emplacement of canisters of spent nuclear fuel.
- Demonstrate the different steps of canister deposition to both specialists and the public.
- Develop and test criteria and quality systems for the deposition technology.

Prototype Repository

In the Prototype Repository we study what long-term changes occur in the barriers under the conditions prevailing in a deep repository.

To check whether a deep repository performs in keeping with our assumptions, we have built the Prototype Repository – a bored deposition tunnel with six full-scale canisters. The experimental area is located at a depth of 450 metres.

It is particularly important to check heat transport, water saturation, pressure build-up, and how the canister, bentonite, backfill and rock work together.

We will then compare the results with the calculation models we use and the other assumptions we make in our safety assessments.

The project is being co-funded by the EU for a total of 42 months and has the participation of seven countries. Besides

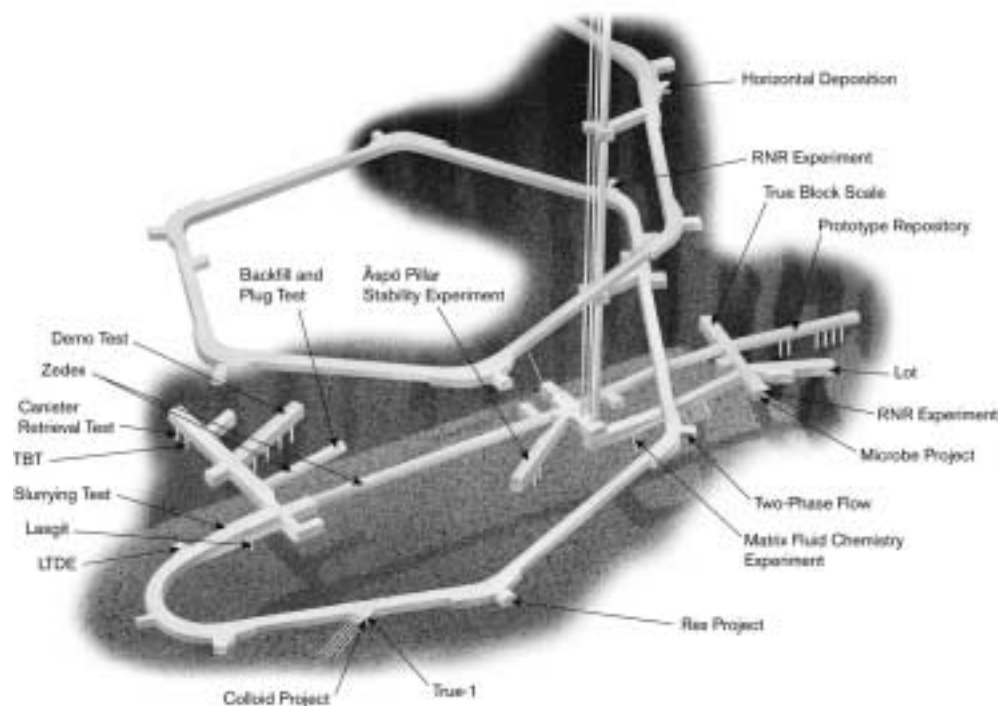
SKB and three Swedish expert groups, the following organizations are participating: Andra (France), GRS and BGR (Germany), Enresa, Aitemin and Cimne (Spain), JNC (Japan), the University of Wales (UK), and Posiva and VTT (Finland).

Horizontal deposition

Is it possible to deposit the canisters horizontally without compromising safety?

Horizontal deposition differs from vertical in one important way. Deposition takes place in parcels. Around the canister and the bentonite is a steel deposition cylinder. The cylinder is perforated so that water can get into the bentonite clay and make it swell. The steel cylinder will eventually corrode away.

With horizontal deposition the quantity of excavated rock is less. This means that environmental impact during con-



The Äspö HRL consist of a 3,600 metre long tunnel that goes down to a depth of 460 metres. A number of different experiments are being conducted in the tunnel.



The experiment is being conducted in a part of a borehole that has been isolated from the surroundings.

struction is less as well. The deposition tunnels are not needed in KBS-3H. The deposition holes are instead bored directly from the transport tunnels. The diameter of the deposition holes is about two metres.

Full-scale tests of boring and deposition in the Äspö HRL are planned at the beginning of 2004. A total of three deposition holes will be bored. While the holes are being bored, the deposition equipment will be designed and manufactured.

The equipment will be delivered during 2005 and the deposition tests will last until the end of 2006. The project will be concluded by an evaluation in 2007.

The project is performed together with our Finnish counterpart, Posiva.

Pillar Stability Experiment

In a new experiment we will investigate how much the rock can take.

A narrow pillar between two bore-holes will be loaded to the point that the rock's ultimate strength is exceeded.

A new tunnel was built in the Äspö HRL during the spring and summer of 2003. The tunnel is around 70 metres long and lies at a depth of 450 metres. This is where the Äspö Pillar Stability Experiment will take place. Two deposition holes will be drilled so close together that only a narrow rock pillar is left between them.

The deposition holes were bored in October 2003. We expect to be finished with this by the end of the year. Heating will start in January 2004 and is planned to take four months. The experiment is being conducted in cooperation with Posiva.

Canister retrieval test

If the deep repository should not perform satisfactorily for some reason, we want to be able to retrieve the spent fuel

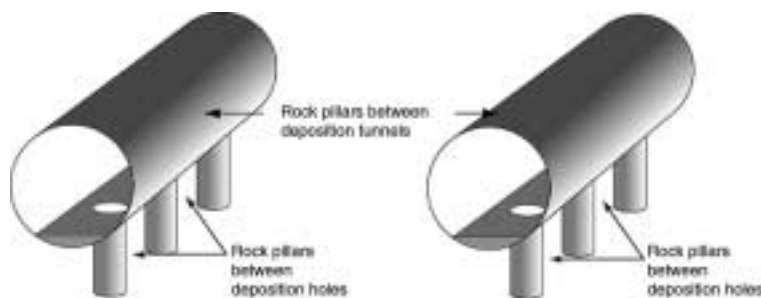
SKB wants to proceed in steps when building the deep repository. Between 200 and 400 canisters (of a total of about 4,500) will be deposited in the initial operating phase. After this an evaluation will be performed.

If the results of the evaluation are positive, the remaining canisters will also be deposited during regular operation of the repository.

If the results of the evaluation are not positive, it may be decided to free and retrieve the canisters. Like deposition, canister retrieval requires the permission of the regulatory authorities.

TRUE project

Tracer tests are supposed to increase our understanding of how radio nuclides are transported and answer the question whether results obtained on one scale are also valid on another. At the same time, we learn more about how the rock acts as a natural filter.



When the deep repository is built, rock pillars will be created between the deposition tunnels and between the deposition holes.

A project has been under way at the Äspö HRL since 1994 to improve our understanding of retention, i.e. how the rock retards the transport of different radionuclides. The project is called TRUE, which stands for Tracer Retention Understanding Experiments.

The experiments and their interpretation are a way to confirm that the calculation models we use when we perform our safety assessments agree with reality. Other participants in parts of the project are Andra (France), Enresa (Spain), JNC (Japan) and Posiva (Finland).

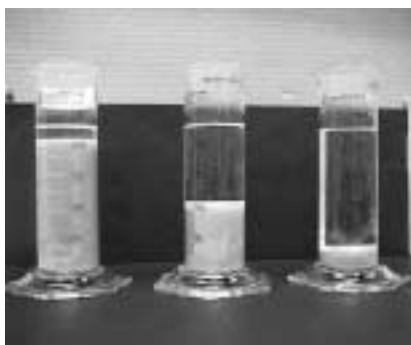
Colloid Project

Can very small particles, known as colloids, transport radionuclides up to the ground surface?

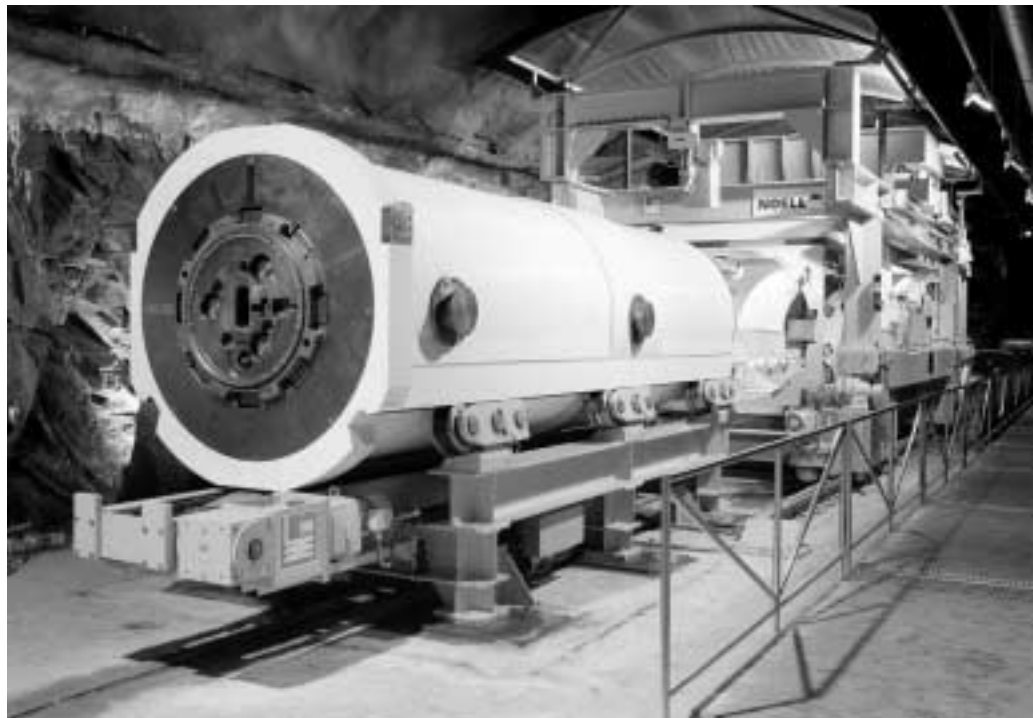
To find out more, SKB started the Colloid Project in 2001 in cooperation with our Finnish counterpart Posiva and German BMWA (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit). According to the timetable, the project will be concluded at the end of 2003.

The goals are to:

- Confirm previously measured colloid concentrations in the groundwater at the Äspö HRL.
- Determine the stability of the colloids.
- Investigate to what extent the colloids contribute towards transporting radio nuclides.
- Study to what extent the bentonite contributes to colloid formation.



Colloides are particles that are so small that they remain suspended in a solution.



The deposition machine that will be used in the deep repository must be tested under realistic conditions.

LTDE project

To what extent can radionuclides migrate out into micropores in the rock? And how long do they stay there?

In the LTDE experiment, we investigate to what extent different radio nuclides migrate into the rock matrix. LTDE stands for Long Term Diffusion Experiment.

Microbe Project

Can subterranean microbes keep a deep repository for spent nuclear fuel oxygen-free and how do they influence radionuclide transport?

There are life forms under ground which, unlike most organisms on the surface, have no need of either oxygen or light to survive.

Microbiologists from Göteborg University have been investigating the presence of bacteria in deep ground waters for more than a decade and have conducted a number of laboratory experiments. Now it is time to take the next

step and test the hypotheses in the real world. The Microbe Project started in 2001 at the Äspö HRL. The experiment is expected to last until the end of 2005. ■

*Linnéa Sandvall
Public Relations
Svensk
Kärnbränslehantering AB
linnea.sandvall@skb.se*



Loviisan kiinteytyslaitos

LOKIT -projekti



Tarve toteuttaa Loviisan voimalaitokselle nestemäisten vähä- ja keskiaktiivisten jätteiden kiinteytyslaitos tunnistettiin jo rakennettaessa voimalaitosta 1970-luvulla. Nestemäisten jätteiden suuren varastokapasiteetin, optimoidun käyttötoiminnan sekä NURES -teknologian avulla kiinteytyslaitoksen toteutusta on voitu siirtää näihin päiviin asti.

LOKIT-rakennuksen maanrakennustyöt menossa, nestemäisten jätteiden varaston koillispuolella oikealla.

Kiiinteytyslaitoksen investointipäätös tehtiin lokakuussa 2003 ja hankkeen toteutusta varten perustettiin LOKIT -projekti (Loviisan kiinteytyslaitoksen toteutus) tavoitteenaan laitoksen valmistuminen vuoden 2006 lopussa. Kiinteytyslaitoksen on tarkoitus toimia noin vuoteen 2052 saakka.

Suunniteltu jo 70-luvulta alkaen

Erilaisista kiinteytystekniikoista (kiinteytys betoniin, bitumiin, muoviin tai lasiin) valittiin betonointi nestemäisten jätteiden käsittelymenetelmäksi ja kiinteytyslaitos suunniteltiin jo 1970-luvun

lopussa. Alustavan turvallisuusselosteen (PSAR) viranomaisen STUK, silloin nimeltään Säteilyturvallisuuslaitos (STL), hyväksyi 14.1.1983.

1970-luvulla rakennettu venäläisten suunnitelmien mukainen hyvin tilava (säiliötilavuutta 2400 m³) nestemäisten jätteiden varasto osoittautui käytössä to-

della riittäväksi Loviisassa kertyviin jätemääriin nähden ja kiinteytyslaitoksen toteuttaminen siirrettiin myöhempään ajankohtaan. Vuonna 1991 otettiin lisäksi nestemäisten jätteiden käsittelyssä käyttöön Imatran Voima Oy:ssä ja Helsingin Yliopiston Radiokemian laboratoriossa yhteistyössä kehitetty radionuklidien erotusmenetelmä NURES (Nuclide Removal System), jonka avulla haihdutusjätteiden tilavuutta on saatu pienennettyä jo yli 1 000 m³.

Haihdutusjätteen määrän pienentämisen NURES -tekniologian avulla on suurin yksittäinen tekijä, joka on mahdollistanut kiinteytyslaitoksen toteutuksen siirron nykypäivään. Näin saavutettu lisäaika käytettiin tehokkaasti hyväksi. Kiinteytystekniikoiden kehittämistä maailmalla sekä jätteiden määrien ja laatu- ja kertymistä Loviisassa seuraamaan perustettiin Loviisan kiinteytyslaitoksen seuranta- ja kehittämissuunnitelma.

Loviisan kiinteytyslaitoksen soveltuvuus selvitys tehtiin vuonna 1996 ja vuoden 1997 lopussa käynnistettiin uusi kiinteytyslaitoksen alustavan turvaselosteen ja siihen liittyvien selvitysten laadinta. Uudistettu PSAR lähetettiin STUK:lle hyväksyttäväksi tammikuussa 2000 ja STUK hyväksyi sen maaliskuussa 2001.

Kiinteytyslaitoksen investointipäätös- tä edelsi vielä vuoden mittainen esisuunnitteluprojekti.

LOKIT-projekti

Kiinteytyslaitoksen toteutuksesta vastaa LOKIT-projekti. Projektin pääsuunnittelijana ja projektinjohtokonsulttina toimii Fortum Nuclear Services Oy joka toteuttaa hankkeen "avaimet käteen"-periaatteella tiiviissä yhteistyössä Loviisan ydinvoimalaitoksen käyttöorganisaation sekä Generation -yksikön asiantuntijoiden kanssa Loviisan Hästholmenin saarelle voimalaitoksen yhteyteen. Samassa yhteydessä toteutetaan myös kiinteytetyin jätteen loppusijoitustila.

Kiinteytyslaitos sijoittuu voimalaitoksen nestemäisten jätteiden varaston vä-

littömäksi jatkoksi sen koillispuolelle ja kiinteytetyin jätteen loppusijoitustila rakennetaan voimalaitosalueen alle jo aiemmin louhittuun noin 110 metrin syvyydessä olevaan luolastoon. Luolastossa on jo käytössä loppusijoitustila huoltojätteille. Alas luolastoon johtaa noin 1,1 km pitkä ajoluiska.

LOKIT-projektin työt aloitettiin marraskuussa 2003. Työmaa perustettiin vuodenvaihteessa 2003/2004 ja tammikuussa 2004 aloitettiin maanrakennustyöt. Maaliskuun lopussa päättyneet työt sisälsivät maankaivua, tarkkuuslouhintaa, rakennuksen perustamisolosuhteiden valmistelua, kaapelointireitin toteuttamisen ja maadoituksen.

Hankkeen suunnittelu etenee FNS:n toimesta. Painopistealueina ovat olleet rakennesuunnittelu, prosessi- ja laitesuunnittelu sekä yleissuunnittelu. Painopistealueilla on jo siirrytty kysely- ja hankintavaiheeseen. Suunnittelu on käynnissä kaikilla osa-alueilla.

Kiinteytyslaitoksen päärakennusurakan työt (varsinaiset rakennustyöt) käynnistyivät huhtikuun alkupuoliskolla. Rakennustyöt valmistuvat toukokuussa 2005, jolloin siirrytään kiinteytyslaitoksen osalla noin vuoden mittaisiin asennustöihin. Laitos valmistuu koekäyttäjien jälkeen vuoden 2006 loppuun mennessä.

Kiinteytetyin jätteen loppusijoitustila toteutetaan rinnan kiinteytyslaitoksen kanssa niin, että varsinaiset rakennustyöt käynnistyvät keuhkokuussa 2005. Tiettyjä pienimuotoisempia valmistelutöitä tehdään luolassa jo vuoden 2004 alusta alkaen. Loppusijoitustila valmistuu marraskuussa 2006 eli hieman ennen ensimmäisten kiinteytetyin jätteen pakkausten saapumista.

Kiinteytyslaitos viimeisenä toiminnassa

Kiinteytyslaitoksen tarkoitus on kiinteyttää (betonoida) Loviisan radioaktiiviset nestemäiset/märät voimalaitosjätteet sedimentin ja masuunikuonajauheen (sekä li-säaineiden) kanssa teräsbetonisissa jä-

teastioissa (tynnyreissä, halkaisija ja korkeus 1,2 m, sisätilavuus 1 m³ ja ulkotilavuus 1,7 m³) kiinteiksi jättepakkauksiksi, joita on helpompaa ja turvallisempaa käsitellä, varastoida, kuljettaa ja loppusijoittaa verrattuna kiinteyttämättömiin märkeihin jätteisiin.

Kiinteytyslaitoksen päätoiminnot ovat:

- märkien jätteiden (käytettyjä ioninvaihtohartseja, haihdutusjätteitä, lietteitä ja sakkoja) kiinteytys betonoimalla valmiiksi jättepakkauksiksi, sekä
- kiinteiden jätteiden (kesiurorotuskuolonijäteastiat, metalliromu, betonijätettä yms. voimalaitoksen käytöstäpoistovaiheessa) täytevalut ja kannenvalut valmiiksi jättepakkauksiksi.

Kiinteytysprosessi toimii eräperiaatteella. Jätteet, kiinteytysaineet ja lisäaineet sekoitetaan kertakäyttöisellä sekoittimella jätteastiassa. Kiinteytyslaitos toimii kampanjamaisesti. Viikkotyörytmiä ja päivävuoroa noudattaen laitos valmistaa 15 kpl loppusijoitettavia jättepakkauksia viikossa (kiinteytetään noin 7,5 m³ jätteitä viikossa).

Loviisan voimalaitoksen kaupallisen käytön on ajateltu kestävän noin 50 vuotta eli noin vuoteen 2030. Käytettyä polttoainetta varastoidaan/jäähdytetään voimalaitoksella ainakin 20 vuotta vielä tämän jälkeen. Tämän polttoaineen varastointivaiheen aikaiset jätteet samoin kuin voimalaitoksen käytöstäpoistossa (purkamisessa) syntyvät kiinteytettävät jätteet käsitellään kiinteytyslaitoksessa. Kiinteytyslaitos puretaan viimeisenä laitososana noin vuonna 2052.



Ydinenergialain muutoksella varmistetaan asiantuntemusta

Kauppa- ja teollisuusministeriön koordinoimien ydinturvallisuuden ja ydinjätehuollon tutkimusohjelmien tavoitteena on varmistaa että Suomen viranomaisten ja muiden tarvitsijoiden käytettävissä on nopeasti saatavissa olevaa ydinturvallisuutta koskevaa asiantuntemusta sekä korkeatasoista ydinjätehuollon erilaisten ratkaisujen asiantuntemusta. Ohjelmien rahoitusrakenteen muuttamiseen oli vuosien varrella kertynyt erilaisia paineita, joita purettiin ydinenergialain muutoksella syksyllä vuonna 2003.



Uuden järjestelmän mukaan Valtion ydinjätehuoltorahastoon (VYR) kerätään varoja vuosittain voimayhtiöiltä rahaston muista varoista erillään pidettäväksi kahdeksi erillisvarallisuudeksi. Vuonna 2004 maksuilla näihin kerättiin erillisrahastoihin 3,7 miljoonaa euroa. Ydinturvallisuuden puolella maksut määräytyivät ydinvoimalaitosten tehojen suhteessa (noin 2,7 miljoonaa euroa) ja ydinjätehuollon vuoden 2004 alussa vahvistetusta vastuumäärästä (noin 1 miljoona euroa).

VYR rahoittaa tutkimushankkeita, joiden muodostamat hankekokonaisuudet

SANCY-hankkeen tutkimuslaitteisto, jolla tutkitaan sydänsulan käyttäytymistä vakavassa reaktorionnettomuuksissa, on ahkerassa käytössä VTT Tuotteet ja Tuotannon suuressa tutkimushallissa Otaniemessä.

det tukevat edellä mainitun asiantuntemuksen säilyttämistä ja kehittämistä. Valtion ydinjätehuoltorahaston johtokunta on päättänyt ensimmäisten hankekokonaisuuksien rahoittamisesta kokouksessaan 22.3.2004.

Hankekokonaisuudet ovat runkona kahdelle kansalliselle tutkimusohjelmalle, ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimusohjelma SAFIRille ja ydinjätehuollon tutkimusohjelma KYTille.

Tutkimushankkeiden hakukierros molemmissa tutkimusohjelmissa päättyi lokakuussa 2003 ja ohjelmien johtoryhmien käsittelyn tuloksena noin 40 hankeesitystä pääsi "seuraavalle kierrokselle".

Uudistetun ydinenergialain mukaisesti kauppa- ja teollisuusministeriö teki esityksensä VYR:lle kahdesta hankekokonaisuudesta kuultuaan ydinenergia-neuvottelukuntaa ja Säteilyturvakeskusta.

Tutkimusohjelmat kilpailutettu

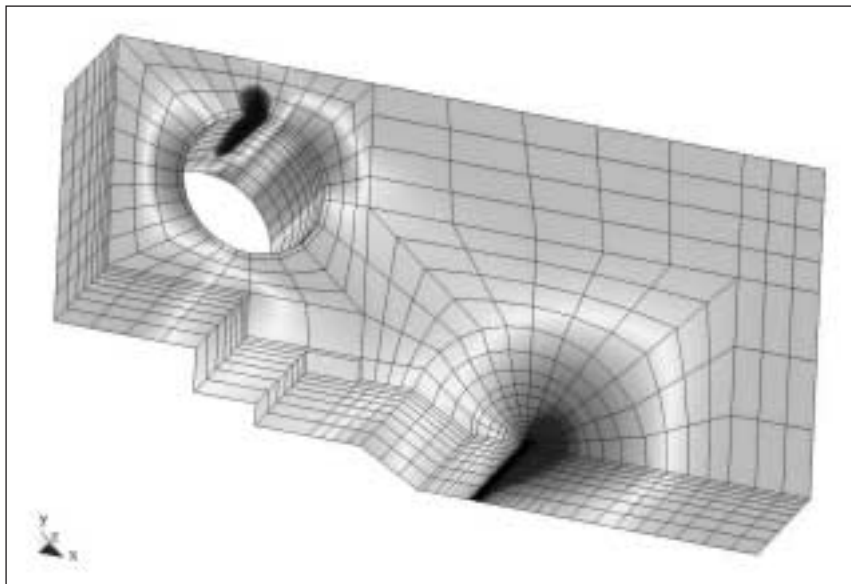
VYR:n tilaamat tutkimusohjelmien hallintohankkeet on kilpailutettu julkisina hankintoina vuosina 2002-2003 ja molemmat kilpailut on voittanut VTT Prosessit. SAFIRin johtajana toimii tekniikan tohtori Eija Karita Puska. KYT-ohjelman koordinaattorina toimii tekniikan tohtori Kari Rasilainen.

Vuonna 2003 käynnistynyt ydinturvallisuutta tutkiva SAFIR-ohjelma (Safety of nuclear power plants – Finnish national Research programme) jatkuu vuoden 2006 loppuun. Ohjelman hankkeet liittyvät esimerkiksi ydinlaitosten ikääntymiseen, teknisiin uudistuksiin eri tekniikan alueilla sekä alueella tapahtuviin organisaatiomuutoksiin.

Hankkeissa tutkitaan ydinpolttoainetta, reaktorifysiikkaa ja -dynamiikkaa, materiaaleja, laskennallista ja kokeellista termohydrauliikkaa ja vakavia onnettomuuksia. Tavoitteena on kehittää asiantuntijoiden ydinteknistä asiantuntemusta ja muita valmiuksia, joita voidaan käyttää, jos ydinvoimalaitosten käytössä ilmenee aivan uusia kysymyksiä, joita ei ole ollut mahdollista ottaa huomioon aiemmin. Ydinvoimayhtiöiden tai viranomaisten omat tutkimukset, jotka kuuluvat käyvien tai uusien laitosten ja ydinjätehuollon valvonnan tai luvituksen piiriin, on rajattu turvallisuustutkimusohjelmien ulkopuolelle.

Hankkeista päätetään vuosittain

Hankkeiden nimet KORU, EMERALD, THEA ja TIFANY ovat jo tulleet alan ammattilaisille tutuiksi. Useat niistä on suunniteltu neljän vuoden pituisiksi, vaikka niiden rahoituksesta päätetään käytännössä vuosisyklillä. Suurin hanke on INTELI, reaktoriin kestävyyttä ja käyttöikää tutkiva hanke. Lentokonetörmäysten ilmiöitä tutkivat hankkeet pääsevät vuonna 2004 toden teolla käyntiin. Vuoden 2004 SAFIRin kokonaisrahoitus



Jännityskuva INTELItä, SAFIRin suurimmasta hankkeesta, joka tutkii reaktoriin eheyttä ja käyttöikää. Nämä jännityskuvat ovat havainnollisia myös maallikoille ja toisaalta taas monet ydinvoima-alan asiantuntijatkin huokaisevat tämän kuvan alkuperäisen kuvatekstin äärellä: "Stress contours of a compact tension specimen finite element analysis model belonging to the local approach evaluation and round-robin of the 'EuroCurve' ductile-to-brittle transition region fracture toughness dataset"

on noin 4 800 000 euroa. SAFIRin muita rahoittajia ovat VYR:n lisäksi mm. pohjoismainen ydinturvallisuustutkimusohjelma NKS sekä Tekes. SAFIRin johtoryhmän puheenjohtajana toimii johtaja Lasse Reiman Säteilyturvakeskuksesta ja siinä ovat edustettuna viranomaiset, tutkimuslaitokset, korkeakoulut ja voimayhtiöt.

Oman merkittävän osan ydinturvallisuustutkimusohjelmaa muodostaa osallistuminen kansainväliseen tutkimukseen. SAFIRin tarkoituksena on, että hyvin koordinoidulla kansallisella osallistumisella varmistetaan tiedon saanti Suomeen. Suomi on mukana useissa OECD/NEA:n (Nuclear Energy Agency) tutkimusohjelmissa. NKS on eräs SAFIRin rahoittajista. Myös EU:n 6. puiteohjelman suomalainen osallistuminen tapahtuu osittain SAFIR-hankkeissa ja yhä tehokkaampi tiedonkulku pyritään muista Euratom-hankkeistakin varmistamaan.

Vuonna 2002 käynnistyneestä kansallisesta ydinjätehuollon tutkimusohjelmasta KYTistä on tässä ATS Ydintekniikka

kassa oma artikkelinsa, jossa kuvataan tarkemmin ohjelman sisältö. Tarkoituksena on taata ja luoda niitä yleisiä perusvalmiuksia, joita maassamme tarvitaan ydinjätehuollon ratkaisuihin ja niiden toteutukseen. Keskeisenä osa-alueena ohjelmakokonaisuudessa ovat käytetyn polttoaineen geologisen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta edistävät tutkimukset. Mukana on kuitenkin myös ns. vaihtoehtoisten ydinjätehuollon menetelmien tutkimusta eli erottelua ja transmutaatiota. Vuoden 2004 kokonaisrahoitus on noin miljoona euroa. KYTin johtoryhmän puheenjohtajana toimistopäällikkö Esko Ruokola Säteilyturvakeskuksesta ■

DI Jorma Aurela
Yli-insinööri
Energiasasto
Kauppa- ja teollisuusministeriö
jorma.aurela@ktm.fi



VUOSIKOKOUS 2004

ATS:n vuosikokous pidettiin 23.2.2004 Tieteiden talolla Helsingissä. Kokouksessa käsiteltiin sääntömääräiset asiat, julkistettiin vuoden 2003 Erkki Laurila –palkinnon saaja sekä kuultiin Framatome ANP:n edustajan esitelämä EPR-hankkeesta. Paikalle oli saapunut ennätysmäärä yleisöä, yli 60 henkeä.

Ensimmäisinä käsiteltävinä asioina olivat toimintakertomus ja tilinpäätös vuodelta 2003. Seuran toiminta on jatkunut vilkkaana. Vuoden aikana järjestettiin kaksi jäsenkokousta, yksi alkuvuodesta ja toinen syksyllä. Syksyllä kokoonnuttiin lisäksi perinteiseen syysseminaariin. Kesäkuussa jäsenet kutsuttiin Energiakanavan ja ATS:n yh-

teiseen kesäseminaariin. Kokousten lisäksi toinen tärkeä toimintamuoto ovat ekskursion, joita viime vuonna oli kaksi: YG:n kanssa yhteinen excursio Kuolaan sekä syksyn ulkomaanexcursio Itä-Eurooppaan. Ongelmana oli pitkään se että seuralta puuttui ekskursionsihteeri, ja järjestelyt jouduttiin hoitamaan vapaaehtoisvoimin. Tilanne korjaantui tämän

vuoden alussa, kun ekskursionsihteerintointa ryhtyivät hoitamaan **Anu Turtiainen** ja **Pekka Nuutinen** Lappeenrannan teknillisestä yliopistosta.

Myös ATS:n eri työryhmät toimivat aktiivisesti vuonna 2003. Sekä Energiakanava että YG järjestivät jäsenilleen (ja muille ATS:laisille) monia tilaisuuksia. ATS Info päivitti ”Ydinvoima ja

Uudet johtokunnan jäsenet



Harriet Kallio on työskennellyt ydinenergian parissa, siitä saakka kun hän valmistuttuaan Teknisestä korkeakoulusta kemian tekniikan diplomi-insinööriksi ajautui Imatran Voimaan töihin. Nykyiset työtehtävät Fortum Power and Heat Oy:ssä liittyvät mm. Fortumin osittain omistamaan ruotsalaiseen ydinvoimatuotantoon Oskarshamnin ja Forsmarkin laitoksilla, sekä ydinvoiman tutkimus- ja kehitystoimintaan. Harrietin perheeseen kuuluu aviomies, kolme teini/murkkuikäistä lasta sekä maakilpikonna. Lomat kuluvat pääsääntöisesti perheen kanssa matkailun merkeissä. Muihin harrastuksiin kuuluvat kuntoliikunta eri muodoissaan, lukeminen ja teatteri – mutta vain katsomon puolella.



Ronnie Olander työskentelee STUKissa ylitarkastajana. Tehtäväkenttänä hänellä on sekä nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden että uuden Olkiluoto 3 -laitosyksikön käyttöturvallisuus ja turvajärjestelyt. Käytännössä työhön sisältyy mm. voimalaitosten ja voimayhtiöiden toiminnan arviointia, tarkastuksia voimalaitoksilla ja uuden yksikön rakennustyömaalla sekä erityisesti turvajärjestelyjen osalta tarvittavien viranomaisyhteyksien ja valmiuksien ylläpitoa. Ydinalalle Ronnie päätyi työskennelyään opiskeluaikana Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten vuosihulloissa. Valmistuttuaan fyysikoksi hän tuli 1987 TVO:lle reaktori-insinööriksi ja sittemmin reaktoritekniikan jaoksen päälliköksi. Vuosina 1997 - 2000 Ronnie oli tutkimuskoordinaattorina ydinjäte-yhtiö Posiva Oy:ssä. Vuoden 2000 loppupuolella hän palasi voimalaitosten pariin, mutta tällä kertaa viranomaispuolelle eli STUKin palvelukseen.

Suomi"-esitteen, joka jaellaan jäsenille tämän kevään aikana.

Seuran puheenjohtaja **Antti Piirto** esitteli toimintasuunnitelmaa vuodelle 2004. Seuran toiminta tulee jatkumaan entiseen tapaan. Kokouksia ja seminaareja tullaan järjestämään 2-4. Lisäksi Energiakanava ja YG tulevat järjestämään monenlaisia tilaisuuksia. Kesäkuun alkuun on suunnitteilla ekskursion 0L-3 työmaalle. Syksyn ulkomaanekskursion kohteena tulee olemaan Etelä-Afrikka. Lisäksi alkukeväästä YG järjestää kaikille ATS:n jäsenille avoimen ekskursion Englantiin. Vuoden aikana on myös tarkoitus uudistaa seuran www-sivut.

Johtokunnan jäsenistä erovuorossa olivat varapuheenjohtaja **Kirsi Alm-Lytz** ja rahastonhoitaja **Reetta von Herten**. Uusiksi jäseniksi johtokuntaan valittiin **Harriet Kallio** (Fortum Power and Heat) sekä **Ronnie Olander** (STUK). Seuran puheenjohtajana jatkaa **Antti Piirto** (TVONS) ja sihteerinä **Minna Tuomainen** (VTT). Uudeksi varapuheenjohtajaksi valittiin **Lena Hansson-Lyyra** (VTT), joka on ollut johtokunnan jäsenenä vuodesta 2003. Seuran taloutta hoitaa jatkossa **Hanna Virlander** (TV0), joka valittiin rahastonhoitajaksi Reetta von Hertzenin tilalle. Myös Hanna on ollut jo vuoden verran mukana johtokunnassa. Lisäksi johtokunnan jäsenenä jatkaa **Risto Tarjanne** (LTY).

Kokouksen lopuksi **Ruediger Levenrenz** (Framatome ANP) kertoi EPR-laitoksesta ja -projektista. Esityksen kalvot ovat nähtävissä seuran www-sivuilla. ■

DI Minna Tuomainen
VTT Prosessit
tutkija
minna.tuomainen@vtt.fi



TAPAHTUMAKALENTERI

Koulutustilaisuus energiakanavan jäsenille, toukokuu

Kutsu sähköpostilla

Eija Karita Puska, VTT Prosessit (eija-karita.puska@vtt.fi)

Kevätekursio Rauman seudulle 10.–11.6.

Vierailukohteina TV0, Meri-Porin tuulipuisto ja Outokumpu Poricopper
Anu Turtiainen, Lappeenrannan teknillinen yliopisto (anu.turtiainen@lut.fi)

Jäsenkokous 30.8.(alustava aika)

Aiheena ydinjätehuolto

Antti Piirto, TV0 Nuclear Services (antti.piiirto@tvo.fi)

Young Generationin syysseminaari 10.9.

Aiheena ydinvoiman tilanne muualla Euroopassa

Jaakko Leppänen, VTT Prosessit (jaakko.leppanen@vtt.fi)

Säteilevät naiset -seminaari 15.9. Säätötalolla

Eija Karita Puska, VTT Prosessit (eija-karita.puska@vtt.fi)

UUDET JÄSENET

Varsinaiset jäsenet

Mikko Leppälä

Teollisuuden Voima

Risto Huhtanen

VTT Prosessit

Jani Laine

Lappeenrannan
teknillinen yliopisto

Marjaana Vainio-Mattila

Teollisuuden Voima

Nuoret jäsenet

Tomi Koskiniemi

Säteilyturvakeskus

Jussi Koukkuluoma

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Vesa Kylmä

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Jaakko Nurmela

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Heidi Mononen

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Mika Pikkarainen

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Janne Vahero

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Suomen Atomiteknisessä Seurassa oli vuoden 2003 lopussa 590 varsinaista jäsentä ja 52 nuorta jäsentä eli opiskelijaa. Kunniajäseniä oli 10 ja kannatusjäseniä 23.

Seuran jäseneksi pääse johtokunnan hyväksymällä hakemuksella.

Hakemukseen tarvitaan kahden jäsenen suositus.

ATS:n jäsenhakemus internetissä: <http://www.vtt.fi/ats-fns/hakemus.rtf>.

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA —

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



Kannatusjäsenet:

Alstom Finland Oy
Fintact Oy
Fortum Oyj
Kemira Oy, Energia
Mercantile-KSB Oy Ab
Oivavoima Oy
Patria Finavitec Oy
Platom Oy
Pohjolan Voima Oy
Posiva Oy
PRG-Tech Oy
PrizzTech Oy
Rados Technology Oy
Saanio & Riekkola Oy
Siemens Osakeyhtiö
Soffco Oy Ab
Pohjoismainen Ydinvakuutuspooli
Teollisuuden Voima Oy
TVO Nuclear Services Oy
VTT Prosessit
VTT Tuotteet ja tuotanto
YIT Installaatiot

ATS internetissä:

<http://www.ATS-FNS.fi>