

# ATS

YDINTEKNIikka

SUOMEN  
ATOMITEKNILLINEN  
SEURA —

ATOMTEKNISKA  
SÄLLSKAPET  
I FINLAND ry



4/2006

vol. 35

## *Suomen Atomiteknillinen Seura 40 vuotta*

### **Tässä numerossa**

#### PÄÄKIRJOITUS:

No johan on markkinat ..... 3

#### EDITORIAL:

What a market ..... 4

Uutisia ..... 5

Pekka Jauho ydinasioista kuultuna ..... 6

#### ATS JAPANIN EKSURSIO:

ATS nousevan auringon maassa ..... 10

#### Vierailu Mitsubishi Heavy

Industriesin Futamin konepajalla ..... 14

#### JAEA vipuaa Japania

ydinvoimaosaamisen kärkeen ..... 16

#### Monju – natriumjäähdytteinen

nopea hyötyreaktori Tsurugassa ..... 19

#### Kashiwazaki-Kariwan ydinvoima-

laitoksella seitsemän yksikköä ..... 22

#### Fugenin raskasvesilaitos – käytöstä

poistettavaa ydinteknologiaa ..... 24

#### ATS:n syysseminaari

ja 40-vuotisjuhlat ..... 26

Uraania kaivoksista polttoaineeksi ..... 28

#### World Association of

Nuclear Operators ..... 30

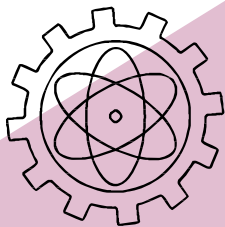
Diplomityöt ..... 31

#### KOLUMNI:

Juhlavaa menoa ..... 34

#### Tapahtumakalenteri

ja seuran uudet jäsenet ..... 35



# ATS

4/2006, vol. 35

## VUODEN 2006 TEEMAT

### 1/2007

Energiamarkkinat  
ja talous

### 2/2007

Ei-energiatuotannon  
ydintekniikka

### 3/2007

Suomen ydintekniikan  
historia

### 4/2007

Syysseminaari, ekskursion

## ILMOITUSHINNAT

1/1 sivua 700 €

1/2 sivua 500 €

1/4 sivua 300 €

## TOIMITUKSEN OSOITE

ATS Ydintekniikka  
c/o Kai Salminen  
Fortum  
PL 1, 00048 Fortum  
p. 010 453 3093  
fax 010 452 4781  
toimitus@ats-fns.fi

ISSN-0356-0473

Painotalo Miktor Ky



441 194  
Painotuote

## JULKAISIJA / PUBLISHER

Suomen Atomiteknillinen Seura –  
Atomtekniska Sällskapet i Finland ry.

## ATS WWW

www.ats-fns.fi

## Toimitus / Editorial Staff

### Päätoimittaja / Chief Editor

DI Kai Salminen  
Fortum  
paatoimittaja@ats-fns.fi

### Toimitussihteeri / Subeditor

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

### Erikoistoimittajat / Members of the Editorial Staff

TkL Jarmo Ala-Heikkilä  
Teknillinen korkeakoulu  
jarmo.ala-heikkila@tkk.fi

DI Riku Mattila  
Säteilyturvakeskus  
riku.mattila@stuk.fi

FM Johanna Hansen  
Posiva  
johanna.hansen@posiva.fi

DI Eveliina Takasuo  
VTT  
eveliina.takasuo@vtt.fi

TKT Jari Tuunanen  
Teollisuuden Voima  
jari.tuunanen@tvo.fi

### Haastattelutoimittaja / Journalist reporter

DI Klaus Kilpi  
klaus.kilpi@welho.com

## Johtokunta / Board

### Puheenjohtaja / Chairperson

DI Harriet Kallio  
Fortum Power and Heat  
PL 100, 00048 Fortum  
p. 010 453 2463  
puheenjohtaja@ats-fns.fi

### Varapuheenjohtaja / Vice-chairperson

DI Harry Lamroth  
Fortum Nuclear Services  
harry.lamroth@fortum.com

### Sihteeri / Secretary of the Board

DI Juha Poikolainen  
VTT  
sihteeri@ats-fns.fi

### Rahastonhoitaja / Treasurer

Ins Käthe Sarparanta  
Teollisuuden Voima  
kathe.sarparanta@tvo.fi

### Jäsenet / Other Members of the Board

FM Johanna Hansen  
Posiva  
johanna.hansen@posiva.fi

DI Ronnie Olander  
Säteilyturvakeskus  
ronnie.olander@stuk.fi

DI Olli Nevander  
Teollisuuden Voima  
olli.nevander@tvo.fi

## Toimihenkilöt / Officials

### Jäsenrekisteri / Membership Register

Liisa Hinkula  
Fujitsu-Siemens  
p. 020 722 5097  
liisa.hinkula@fi.fujitsu.com

### Kv. asioiden sihteeri / Secretary of International Affairs

DI Satu Siltanen  
Fortum Nuclear Services  
satu.siltanen@fortum.com

### Energiakanava / Energy Channel

TKT Karin Rantamäki  
VTT  
karin.rantamaki@vtt.fi

### Young Generation

DI Satu Siltanen  
Fortum Nuclear Services  
satu.siltanen@fortum.com

### Ekskursiosihteerit / Excursion Secretaries

DI Pekka Nuutinen  
Teollisuuden Voima  
pekka.nuutinen@tvo.fi

DI Kristiina Turtiainen  
Teollisuuden Voima  
kristiina.turtiainen@tvo.fi

Suomen Atomiteknillisen Seuran (perustettu 1966) tarkoituksena on edistää ydintekniikan alan tunte-  
mista Suomessa, toimia yhdysiteenä jäsentensä kesken kokemusten vaihtamiseksi ja ammattitaidon  
syventämiseksi sekä vaihtaa tietoja ja kokemuksia kansainvälisellä tasolla.

ATS Ydintekniikka on neljä kertaa vuodessa ilmestyvä lehti, jossa esitellään ydintekniikan tapahtumia,  
hankkeita ja ilmiöitä numeroittain vaihtuvan teeman ympäriltä. Lehti postitetaan seuran jäsenille. Jä-  
seneksi pääsee johtokunnan hyväksymällä hakemuksella. ATS:n jäsenhakemus löytyy internetistä pdf-  
muodossa: <http://www.ats-fns.fi/info/jasenhakemus.pdf>.

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



## PÄÄKIRJOITUS

## No johan on markkinat!

**A**TS:n perinteinen syysseminaari 13. loka-kuuta järjestettiin tänä vuonna seuran 40-vuotisjuhlien yhteydessä. Keski-ikäisenäkin seuramme yrittää pysyä ajan hermolla, ja siksi-pä teemaksi oli valittu ne niin paljon parjatut markkinat: Pohjoismaiset sähkömarkkinat, joiden toiminta tai toimimattomuus näyttäytyy eri valossa eri tahoille.

**KAUNEUS ON** katsojan silmässä – on joku kollegoistani minulle opettanut – pätsikö se totuuteenkin. Samat piirakkadiagrammit kun tuntuvat samoine faktoineen kertovan ihan eri totuuksia tulkitsijoilleen eri tahoilla. Ne piirakat nimittäin, jotka kuvaavat sähköntuottajien tuotanto-osuuksia pohjoismaisilla markkinoilla. Onko tuotanto liian keskittynyttä harvoille, vai ovatko markkinat itse asiassa kovinkin fragmentoituneet? Toimivatko markkinat, vai eivät? Onko sähkön hinta noussut markkinoiden toimimattomuuden takia, vai toimivista markkinoista huolimatta? Markkinavoimat ovat oi niin mahtavat, mutta ehkä jokin vieläkin suurempi voima saa kääntämällä hanat kiinni meidät maanmatoset kiemurtelemaan kohonneiden sähkölaskujemme tuskassa.

**YHDESTÄ ASIASTA** ainakin useimmat tahot tuntuivat kuitenkin olevan yhtä mieltä: Pohjoismaiset sähkömarkkinat ovat maailman toimivimmat. Tämä tuli esille myös syysseminaarimme korkeatasoisten esitelmien yhteydessä. Asiantuntijaesitelmäsiijämme, professori **Mikko Kara** VTT:ltä ja Svensk Energin toimitusjohtaja **Bo Källstrand** Ruotsista, herättivät vilkkaan keskustelun, mutta eivät kuitenkaan varsinaista vastaväitteiden vyöryä. Ehkäpä esitettyihin to- tuuksiin oli tällä kertaa suhteellisen helppoa yhtyä.

**RUOTSIN SÄHKÖNTUOTANNON** tulevaisuuden haasteista kertoessaan Bo Källstrand toi esiin ydinvoiman osalta mm. että mitään takarajaa nyt käynnissä olevien ydinreaktorien käytölle ei enää ole asetettu ja nykyisten ydinvoimalaitosten tehonnos- toaikeet on yleisesti hyväksytty Ruotsissa. Uuden- kaan ydinvoiman ajattelu, tutkiminen ja suunnittelu ei ole enää laitonta puuhaa. Tätä koskeva lakimuu- tos tehtiin tänä vuonna. Suomen Atomiteknillinen Seura onnittelee!

**POHJOISESTA KAUS ITÄÄN!** ATS:n ulkomaaneks- kursio lokakuun lopulla suuntautui Japaniin, jonka eristyneillä markkinoilla sähkö on myös kallista – ai- nakin Kashiwazaki-Kariwan seitsemää reaktoriyk- sikköä isännöivän apulaispäällikkö Akio Toban mu- kaan. Japanin korkeat energiakustannukset ovat vaikuttaneet mm. vientituotepalettiin, joka koos- tuu suurelta osin vähemmän energiantensiivisistä elektroniikkatuotteista.

**YDINSÄHKÖN YKSIKÖKUSTANNUKSIA** Japanissa nostavat ainakin viranomaisten edellyttämät tiheät tarkastukset, jotka pitkittävät vuosihuoltoja merkit- tävästi. Sekundääripuolen pääkomponenteille, esim. turpiineille, tehdään joka vuosi tarkastuksia, jotka edellyttävät turpiinien avaamista. Keskimääräinen vuosihuollon pituus laitoksella on 50 vuorokautta!

**TIHEÄT LAITTEIDEN** purkamiset/uudelleen koko- amiset ovat myös generoineet ylimääräisiä vikoja. Turvallisuutta ei lisätä tarkastuksia maksimoimalla – mutta tähän meillä jo tiedetäänkin!

## What a market!

**T**his year the Finnish Nuclear Society's traditional autumn seminar was organised on 13 October in connection with the society's 40<sup>th</sup> anniversary celebrations. Even in its middle age, our society aims to keep its finger on the pulse of the times, and that's why, as the seminar's theme, the much-maligned Nordic electricity market was chosen; a market whose functioning or malfunctioning is seen in a very different light by different parties.

**BEAUTY RESIDES** in the eye of the beholder – does this old saying apply to truth as well, I wonder? The same pie charts with the same facts tend to tell quite different stories to those interpreting them. This is particularly the case for those pie charts that describe power producers' production shares in the Nordic market. Is production too centralised to too few parties or is the market in fact very fragmented? Is the market functional or not? Has the price of electricity risen due to the malfunctioning of the market or in spite of the functioning market? Market forces are powerful, but maybe there is some even higher power that closes the taps and makes us flinch at our increased electricity bills.

**HOWEVER, THERE** is one thing on which at least most parties agree: the Nordic electricity market is the most functional in the world. This also came up in connection with the high-quality presentations at our autumn seminar. Our expert speakers, Professor **Mikko Kara** from VTT, the Technical Research Centre of Finland, and President **Bo Källstrand** from Svensk Energi, Sweden, inspired a lively discussion, but did not cause an avalanche of objections. Perhaps this time it was relatively easy to agree with the truths presented. ■

**WHEN DESCRIBING** the future challenges for Swedish electricity generation, Bo Källstrand mentioned, among other things with regard to nuclear power, that no deadline for ending the continued use of the now operating reactors has been set and that the intentions to increase the power of current nuclear power plants have generally been accepted in Sweden. Thinking about, investigating and planning new nuclear power are no longer considered illegal activities. The legal amendment concerning this issue was implemented this year. The Finnish Nuclear Society extends its congratulations!

**FROM THE** North to the East! The Finnish Nuclear Society's foreign excursion at the end of October headed for Japan, whose isolated market electricity is also expensive – at least according to deputy manager Akio Toba, who manages the seven reactor units of Kashiwazaki-Kariwa. Japan's high energy costs have affected the export product palette, among others, which mainly consists of less energy-intensive electronics products.

**IN JAPAN** the unit costs of nuclear electricity are increased in part by the frequent inspections required by the authorities, which significantly lengthen annual maintenance outages. Inspections are performed every year on the main components of the secondary side – for example, turbines that require opening. The average duration of an annual maintenance outage at the plant is 50 days! Frequent disassemblies/reassemblies of the equipment have also generated additional faults. Safety is not increased by maximising inspections – but we know this already!

# UUTISIA

## Google Earth ja ydinvoimalaitokset

**GOOGLE-YHTIÖN LANSEERAAMA** maapallonkatseluovetus Google Earth, jonka voi kuka tahansa ladata itselleen verkosta, näyttää kaupunkien ja turistikohteiden lisäksi suomalaisten ja ulkomaisten ydinvoimalaitosten laitosalueet melkoisella tarkkuudella. Kuva ei ole liikkuvaa tai edes reaaliaikais- ta, mutta silti herää ajatus sen käyttömahdollisuudesta häm- riin tarkoituksiin.

Loviisan voimalaitoksen suojelupäällikkö **Olli Vanhanen** kuitenkin kertoo tilanteen olevan hyvin tiedossa eikä pidä Google Earthia minään uutena uhkana. ■

**VANHASEN MUKAAN** laitoksen suojelusuunnitelmissa on läh- tökohtana se, että kaikki mikä on silmin nähtävissä on tunnet- tua mahdollisille pahantekijöille. Laitoksella on käynyt vuosit- ain tuhansia vierailijoita, joten näkyvien rakenteiden ja järjes- telmien tuntemus on aina ollut perusolettamuksena suunnit- telun perustana olevissa sabotaasi- tai terrorismiuhkakuvissa. Sinänsä laitosalueiden kuvaaminen on Suomen lain vastaista, mutta prosessi Googlea tai vastaavia kaupallisia palveluja tar- joavia ulkomaisia yrityksiä vastaan olisi ajanhaaskausta. ■

## Tutkimusohjelma Kestävä energia – SusEn

**SUOMEN AKATEMIA** on käynnistämässä tutkimusohjel- maa "Kestävä energia – SusEn". Akatemia tukee ohjelmas- sa energiajärjestelmien ympäristömyötäisyyttä edistävää perustutkimusta. Ohjelman avulla pyritään syventämään toimivaa vuoropuhelua tutkijoiden ja teollisuuden toimi- joiden välillä perustutkimuksen suuntaan ja samalla luo- daan mekanismeja uuden tiedon nopealle ja tehokkaalle hyödyntämiselle. Ohjelmalla tuetaan alan tohtorikoulutus- ta sekä lisätään tutkijoiden kansainvälistä verkottumista ja kansallista monitieteistä yhteistyötä. Ohjelman yhtenä ai- healueena ovat fissio ja fuusio. ■

Lisätietoa: <http://www.aka.fi/energia>

## SAFIR-tutkimusohjelmalle seuraaja: SAFIR2010

**NELIVUOTINEN JULKISRAHOITTEINEN** ydinturvallisuustut- kimusohjelma SAFIR päättyi vuodenvaihteessa. Sen suora seuraaja SAFIR2010 -tutkimusohjelma käynnistyi vuoden 2007 alussa. Tavoitteena on paitsi tuottaa tieteellisiä ja tek- nisiä tuloksia, myös varmistaa suomalaisen osaamisen säi- lyminen ja kehittyminen. Haasteita luovat sekä uusi Olki- luoto 3 että olemassaolevat laitokset, alalla käynnissä ole- van sukupolvenvaihdon ryydittämänä. SAFIR2010:n joh- toryhmän puheenjohtajana toimii **Marja-Leena Järvinen** STUK:sta ja ohjelman johtajana **Eija Karita Puska** VTT:ltä. ■

Lisätietoa: <http://virtual.vtt.fi/safir2010>

## Seminaariesityksiä verkossa

ATS:n syysseminaarissa 13.10.2006 pidettiin seuraavat esitykset:

- **Mikko Kara** (VTT): "Pohjoismaiset sähkömarkkinat"
- **Bo Källstrand** (Svensk Energi): "Prospects of nuclear power in the Swedish electricity production"

Esitykset osoitteessa: <http://www.ats-fns.fi/info/arkisto.html>

**SAMANA PÄIVÄNÄ** aamupäivän puolella pidettiin ydinturval- lisuus- ja ydinenergianeuvottelukuntien vuotuinen syyssemi- naari, jonka teemana oli tällä kertaa turvallisuuskultturi.

Tämän seminaarin esitykset löytyvät STUK:n verkkosivuilta: [http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitokset/fi\\_FI/ydinenergiaseminaari/](http://www.stuk.fi/ydinturvallisuus/ydinvoimalaitokset/fi_FI/ydinenergiaseminaari/)



VTT:n pääjohtaja Pekka Jauho kuvattuna pääjohtajan työhuoneessa v. 1983.

## Pekka Jauho: ATS mukaan keskustelijaksi energiajärjestelmästä

*Teemme haastattelun parituntista akateemikko, professori, pääjohtaja Pekka Jauhon kotona Tapiolassa. Päätoimiensa lisäksi myös lukuisissa yhteisöissä ja luottamustehtävissä toiminut Jauho on sekä ATS:n perustaja- että kunniajäsen. Hän kertoi aluksi esitelmänsä sisällöstä ATS:n 40-vuotisjuhlaan, "jottei tulisi toistoa". Oikea toive jo siksi, että esitelmä vaatisi parikin lehden sivua. Esitän kuitenkin Jauhon visionäärisen toiveen ATS:n parin lähivuosisikymmenen tehtäväksi.*

Jauho otti kantaa myös energiapolitiikkaan, ilmasto-ongelmaan, paleometeorologiaan ja Suomen saamaan väärään kohteluun EU:n päästöoikeuksissa. Palstatilasyistä joudun kuitenkin vetämään yhteen, että ydinenergian merkitys on kasvamassa tuuli-, bio- ja aurinkoenergia pysyessä vain vähäisellä ja huonosti kannattavalla tasolla. Jäätiköiden ja ikiroudan sulassa vapautuisi metaanipäästöjä ja niiden määrät olisivat valtavia ja siten massiivinen ongelma verrattuna nykyisiin "päästöillä leikkimisiin." Suomi on lämmön ja säh-

kön yhteistuotantonsa 50 %:n ja biopolttoaineiden 23 %:n osuudella maailman ylivoimainen kärkimaa ja Ruotsin ja Norjan jälkeen energiajärjestelmässä maailman paras. Poliitikkomme eivät vain ymmärrä tätä eivätkä osaa kertoa siitä niin, että EU:n poliitikot sen ymmärtäisivät.

Perehdyin etukäteen Pekka Jauhon omaelämäkertaan ”Ensiksi kielsin konditionaalien” ja valmistelin kysymyksistä kronologisen sarjan. ”Kannattaakohan näitä asioita taas käydä läpi, ovathan ne jo siinä kirjassanikin?”, pohdiskeli Jauho aluksi. Kronologiassa kuitenkin pysyimme, sillä parempi että haastateltava teki asiavalinnat ja painotukset kuin että haastattelija yritti kysymyksillään luoda kuvittelemaansa henkilökuva. Niinpä Jauho sitten kertoi ja tarinoi kuin opettaja, ja minä lähinnä kuuntelin kuin oppilas, hyvin mielenkiintoinen haastattelukokemus.

## Oulusta maailmalle

”Löysin matematiikan ja fysiikan jo koulussa. Isäni kuollessa olin 13-vuotias ja aloin purkaa energiaani ja isän menetystäni lukemalla primitiivistä kvanttifysiikkaa käsitteleviä tähtitieteen kirjoja. Koulun matematiikan luin jo neljännellä luokalla, ja kemia, luonnontieteet ja eksaktit tieteet viehättivät minua suuresti. Kiinnostus oli luultavasti isän vaikutusta.”

”Sotaväkeen lähdin 4.6.1941 Lentosotakoulun upseerikurssille 13. Moottoripuoli ja mittareiden ja automaattiohjauksen tekniikka kiinnosti, lentämisen liikesarjoissa on kolmiulotteista balettianssin omaista. Harkitsin sodan lopussa 360 lentotuntin jälkeen Aeroon menoa.”

”Valitsin kuitenkin yliopistouran ja luin sitten parissa vuodessa maisteriksi suorittuani jo v. 1943 matematiikan approbaturin. Menin **Nevanlinnan** luo kertomaan jatkoaikeistani ja lähdin sitten stipendin turvin Ruotsiin tekemään teoreettisen fysiikan väitöstyötäni itse keksimästäni inversio-ongelma -aiheesta.”

## Professorina TKK:ssa

”Korkeakouluun tulin **Erkki Laurilan** johdosta v. 1956. Hän piti mm. luentoa ”Ehdin



*Suomen kulttuurirahaston kannatusyhdistyksen edustajat luovuttamassa kannatusyhdistyksen kunniajäsenen diploma Pekka Jauholle tämän kotona Tapiolassa v. 2003.*

tekemään niin paljon, kun olen niin pieni.” jossa tämä ”pieni” oli elektroni, jota hän kuin ensi kertaa esitti, elektroniikkaa, modernia mittaustekniikkaa, laitteistoja, ynnä muuta. Se kiinnosti, olin jo 10-vuotiaana radiorakentaja itsekini.”

”Huomasin Suomen teknisessä opetuksessa valtavan aukon teoreettisessa fysiikassa. Korkeakouluopetus oli käytännön tason opetusta. Eräät professorit sanoivatkin, ettei Suomessa kannata tutkia tekniikan syvempiä tietämyksiä vaan ostetaan lisenssi ja valmistetaan Suomessa halvemmalla kuin muualla.”

”Olimme Laurilan kanssa toista mieltä. Aiemmin lentokonetehtaan instrumenttipuolen vetäjänä ja ideanikkarina Laurila oli matemaattisten mallien ja tietokoneitten hyväksikäytön voimakas puolestapuhuja. Vaikutusvaltaisena henkilönä hän mm. atomienergiakomitean puheenjohtajana loi komiteaan rahoitusjärjestelmän, jossa stipendiaatit saattoivat hakea hyvään aiheeseen rahoitusta aina tohtorin väitöskirjaan

asti. Sain sillä lailla kasvatetuksi 32 tekniikan tohtoria.

”Koin itseni aidosti opettajaksi, olen aina ollut innostunut. Luin paljon ja kirjoitin varmaan yli tuhat artikkelia eri aiheista ja osallistuin lukuisiin matkoihin ja kokouksiin. Oppilaille välitin stipendejä ja ohjasin heitä ulkomaillekin. Se keskittyi paljolti teknillisen fysiikan osastoon mutta laajeni vähitellen muillekin osastoille.”

## VTT:n pääjohtajuudesta

”Pääjohtajuudesta minulla oli etukäteen hyvinkin suuret suunnitelmat. Minua oli pyydetty myös korkeakoulun rehtoriksi mutta koin VTT:n suurempana haasteena. Olin käynyt eri maiden tutkimuslaitoksissa ja tiesin kuinka paljon olemme muun maailman tasosta jäljessä. Näin erääksi mahdollisuudeksi VTT:n kehittämisen monipuoliseksi ja alaansa syvällisesti hallitsevaksi tutkimuslaitokseksi. Aloittaessani v. 1970 väkeä VTT:llä oli 360, lähtiessäni parin tuhannen nurkilla.”



Pääjohtaja Pekka Jauho esittelemässä VTT:n organisaatiokaaviota Tasavallan presidentti Urho Kekkoselle tämän vierailukäynnillä VTT:ssä v. 1971.

## Assosiaatiosanaleikki

### □ Tapiola?

"Hyvä paikka elää."

### □ Länsimetro?

"Yhteysliikenne on aika problemaattinen."

### □ Selvitysmies Matti Purasjoki?

"Periaatteessa samaa mieltä, mutta toteuttaminen vaikeaa."

### □ Matematiikan

uusosaamattomuus?

"Todellinen kansallinen ongelma."

### □ Akateemikko?

"Olen tavannut vastata:

"Olen suomalainen."

### □ Musiikki?

"Suurenmoinen kulttuuriarre."

### □ Kirjallisuus?

"Sanottu ihmiskunnan tärkeimmäksi keksinnöksi – en ole sitä mieltä."

### □ Fuusio?

"Ihmiskunnan tärkein innovaatio on ollut tulenkäytön keksiminen ja energian hyväksikäyttö."

### □ Helsinki-Sipoo?

"Kunnioitan kunnallista itsemääräämisoikeutta."

"Monenlaisia kriisejä oli, oleellinen vaikeus oli että VTT oli valtion virasto ja viraston rahoitus menee valtion budjetin kautta, jolloin eduskunnalla on sen suhteen suvereeni päätäntävalta. Kehotin tutkijoita hankkimaan tilaustutkimuksia ja hehän hankkivat. Kasvuprosenttimme oli 30 - 40 % vuodessa. Kerran jouduin tukeutumaan aina Kekkoseen asti turvatakseni meille rahoituksen. VTT:llä oli ilman muuta väärä organisaatiomuoto, sen olisi pitänyt olla liikelaitosorganisaatio. Ja jos menot silloin ylittävät tulot, niin silloin pistetään pääjohtaja hirteen."

"Mutta olihan mukavaa nähdä VTT:n kasvun jatkuvan ja arvovallan kasvavan. Ulkomaan yhteyksiä saatiin, oli pohjoismainen yhteistyöelin, eurooppalainen materiaalitutkimuselin (EM) ja ydinenergiapuolen yhteistyökuviot. Olimme paljossa mukana, olin 30 % työajasta ulkomailla mutta pienensin sitä sitten 20 %:iin saadakseni paremmin aikaa mm. omalle julkaisutoiminnalle. Viihdyin VTT:ssäkin, tein paljon työtä, 10 tuntia päivässä. Ja kyllä tutkijoidenkin huoneissa valot paloivat viikonloppuisin. Töitä tehtiin ja innostuttiin. Innostus ja sen säilyminen ovat hyvin tärkeitä asioita tutkimustyössä. Kuin myös se että on kehitystä ja päästään aina parempiin tuloksiin. Sellainen on välttämätöntä, muuten tutkimustyö hiipuu."

## Riskeistä ja todennäköisyyksistä

"Mielenkiintoni riski- ja todennäköisyysslaskennan hyväksikäyttöön johtuu alkujaan siitä, että rahapulassani jouduin menemään aktuaariksi Kansa-yhtiöön. Opiskelin siellä vakuutusmatematiikan, riskiteoriaa puhtaimmillaan. Sehän on yksi näitä kaosmaisia ilmiöitä, joita ei voi kvantitatiivisesti käsitellä eksaktisti vaan täytyy käyttää hyväksi joukko-opin keinoja. Todennäköisyysslaskenta on siis välttämätöntä ja siinä lasketaan sitten rahastojen määrät ja riskin suuruudet ja systeemi saadaan tavallisessa tilanteessa stabiilisti toimimaan, mutta pitkää aikaa tarkastellessa vakuutusyhtiö sen sijaan menee konkurssiin. Yksi tulos siis on että konkurssia koetetaan lykätä niin kauaksi, ettei se ole kenenkään harmiksi."

"Riski- ja todennäköisyysslaskenta on hyödyllinen mutta ikävä kyllä uskottavuudeltaan yhteiskunnassa aika pieni. Näin, vaikka ihminen toimii spontaanisti käyttäytyessään riskiteorian mukaisesti. Vanha sanonta "Parempi virsta väärään kuin vaaksa vaaraan" on tyyppillinen riskiteorian sovellus kuin myös palkkojen kaivos- tai nosturilisät ja se mihin moottoritiet kannattaa rakentaa. Mutta jos todennäköisyys menee niin pieneksi kuin sydämensulamisonnettomuudessa, kerran 100 000 vuodessa, niin asiaa on hyvin vaikeaa ymmärtää, jos ei tiedä laskelmien taustoja. Kyseessä ei ole eksakti lausuma, mutta tulos antaa kuitenkin käsityksen todennäköisyydestä."

## Teknistieteellisestä komiteatyöstä

"Suomen ja Neuvostoliiton väliseen teknistieteelliseen komiteatyöhön minua toivottiin kovasti ja olinkin sitten toiminnassa puheenjohtajana 17 vuotta ja sadan matkan verran. Liian kauan niin että se alkoi kiusata itseäni ja rupesinkin sitten vastavaanlaiseen toimintaan myös Ranskan kanssa saadakseni eräänlaista poliittista balanssia, jottei minua leimattaisi liikaa venäläisystäväksi."

"Sen ainakin havaitsin, että suomalaisilla on väärä käsitys venäläisistä. Venäläiset olivat usein hyvin fiksuja ja länsimaisuus



teki heistä kommunismista huolimatta sisivestyneitä. Yksi kumppanini oli **Romanov**. Mies tarinoi aitovenäläisesti vähän kuin orava liikkuu, menee yhtä oksaa, jatkaa toista, hyppää takaisin, kuin Tsehov jutuisaan. Tulin hänen kanssaan oikein hyvin toimeen. Totesimme vain, että me olemme kapitalisteja ja he kommunisteja, sillä siisti, ei anneta sen vaikuttaa.”

”Mutta vastapainoksi olen aina ollut Ranskan, sen kirjallisuuden, tieteen ja sen entisen suuruuden ihailija. Vaikka suuruus on jo takana, pidin Ranskasta paljon ja olin myös komiteayhteistyössä heidän kanssaan. Suurituloisin oli varmasti avaruusjärjestö ESA, johon liityimme ensin ulkojäseneksi ja sitten täysjäseneksi.”

### Yhteisöjen hallinnossa

”Kulttuurirahasto oli minulle rakas paikka, Laurilakin oli siellä. Kävin siellä joka viikko, olin raha-asiavaliokunnan puheenjohtaja. Teollisuussuhteiden syntyminen oli myös hyvin mielenkiintoista, olin vähitellen aikamonen yrityksen hallintojohtajana irtautuakseni hieman pääjohtajan työstä. Näitä tehtäviä olivat mm. hypoteekkiyhdistyksen hallintoneuvoston puheenjohtajuus ja Wärtsilän ja Huhtamäen hallitusten jäsenyys. Kalevassa olin 34 vuotta. Se on minulle tärkeä lehti, olen siihen paljon kirjoittanut, vieläkin olen luvannut kirjoittaa kuusi kirjoitusta vuodessa.”

”Oulun yliopiston perustaminen lankeasi minulle melkein synnyinlahjana sillä jo isäni oli ollut puheenjohtajana silloisessa yliopistoseurassa. Olin 1950-luvulla perustetun **Kaiteran** komitean jäsen ja sihteeri. Oulun yliopisto on tasoltaan hyvinkin Suomen kakkonen, mm. Nokian Ouluun tulo oli ilman muuta osin yliopiston ansiota. Yliopisto on ensimmäinen, jossa humanistiset ja tekniset aineet on yhdistetty. Idea oli minun, ajoin voimakkaasti sen toteutusta, ja ratkaisu on osoittautunut oikein hyväksi.”

”Tiedeneuvostossa olin aktiivinen. Suomen tutkimuspanos oli vain puolet Ruotsin panoksesta johtuen tietenkin teollisuuden rakenteesta ja prosessi- ja perusteellisuuden suuresta osuudesta. Pyrin nostamaan tutkimuspanosta yli 2 %:iin. Myöhemmin neuvoston nimeksi tuli tiede- ja teknologianeuvosto, jolloin siihen tuli myös teollisuuden edustajia mukaan. Sain heiltä voimakasta tukea tutkimuspanoksen nostopyrkimyksessä. Oli selvää, että VTT:n luomat kanavat ja yhteydet teollisuuteen ja hallintoon olivat tärkeitä, ihmisiä piti tuntea. Minulla oli kyllä varsin mutkattomat suhteet mm. maan korkeimpaan johtoon, **Kekkoseen ja Koivistoon.**”

### ATS keskustelijaksi

”ATS:ssä olin perustajana, Seuran rooli on ollut hyvä ja järkevä ja siinä on toimittu

hyvin. Yhdistyksiähän perustetaan innolla mutta usein ensi-innon jälkeen toiminta hiipuu. ATS on jaksanut toimia hyvin huononkin ajan yli. Kun toiminta on kaikin mitoin mitaten ollut niin hyvää, asettaisin ATS:lle nyt uuden suuren tavoitteen: Toivoisin Seuran lähtevän keskusteluun siitä, miten energijärjestelmäämme tulisi kehittää, jotta se kykenisi kohtaamaan 20 - 30 vuoden päässä syntyvät haasteet öljyn ja maakaasun saatavuuden oleellisesti heikessä ja hinnan oleellisesti noustessa.”

### Harrastuksista

”Kulttuurivaikuttaja, en tiedä? Harrastan niin montaa, rakastan lukemista. Viime aikoina olen lukenut ruotsalaista ’humanistihistorioitsijaa’ **Peter Englundia**. Häntä ei huolitettu humanistitieteelliseen tiedekuntaan, koska hänet nähtiin enemmän taiteilijaksi. Hän sekoittaa hausalla tavalla historian ja ihmisen.”

”Sitten tämä, mikä on tärkeintä? Minulle musiikki on tärkeintä. Harrastan musiikkia itsekin, olen soittanut mutta nyt lopettanut, koska en enää pysty sormien mentyä semmoisiksi. Kaikki klassillinen musiikki kelpaa, käyn monissa eri musiikkitilaisuuksissa. Kirjallisuusharrastukseni lisäksi vielä myös kirjoitan, en tosin enää kirjaa, se on liian pitkäjänteistä ja työlästä kaikkinen taustojen tarkistamisineen, mutta artikkeleita Kalevallehteen. Vähän olen jo tullut laiskaksi.” ■



ATS:n syysseminaarissaan 22.11.1994 palkitsevat ”stipendiaatit”, vasemmalta Magnus von Bonsdorff, Erkki Laurila, Pekka Jauho, Kalevi Numminen, Jorma K. Miettinen ja Antti Vuorinen.



ATS:n ryhmä Kiotossa kultaisella paviljongilla.

ATS Japanin ekskursion 20.-28.10-2006

## ATS nousevan auringon maassa

*Mitsubishin Futamin raskaiden komponenttien konepaja, reaktorit Monju ja Fugen Tsurugassa, Kashiwazaki-Kariwan ydinvoimalaitos sekä polttoaineen jälleenkäsittelylaitos ja Japanin atomienergiajärjestön tutkimustoiminta Tokaissa saivat 17 ATS:n jäsentä osallistumaan lokakuun lopussa järjestetyille ekskursion.*

**N**ousevan auringon maa Japani oli ATS:n tämän vuoden ulkomaan ekskursion kohteena. Olkiluodon rakenteilla olevan kolmannen yksikön paineastia on valmisteilla Mitsubishin Futamin tehtaalla Japanissa, mikä soi otollisen ajankohdan opintomatkan järjestämiselle itäisen Aasian saarivaltioon. Muina

teknisen vierailun kohteina olivat Japanin atomienergiajärjestön, JAEA:n reaktorit Monju ja Fugen Tsurugan niemimaalla ja polttoaineen jälleenkäsittelylaitos, jätteen ja polttoaineen loppusijoituksen tutkimus ja kiihdytinprojekti Tokain kylässä sekä TEPCO:n seitsemän BWR:n kompleksi Kashiwazaki-Kariwassa.

Mielenkiintoiset vierailukohteet ja mahdollisuus päästä tutustumaan Japanilaiseen monimuotoiseen kulttuuriin ja täsmällisyyteen olivat saaneet 17 erilaisen taustan omaavaa ydinvoimaosaajaa osallistumaan ekskursion. Mukana oli sekä ensimmäistä kertaa Aasiassa vierailevia kuten myös kokeneita Aasian matkajia, ja mah-

tuipa mukaan vielä eräs tällä hetkellä Japanissa asuva ATS:n jäsen. Ryhmä koostui hyvin kattavasta joukosta eri organisaatioita. Niin voimayhtiöiden, viranomaisten, tutkimustoiminnan, insinööriyrytyksen kuin tutkimusrahoituksen edustajia oli läsnä.

Lumihiutaleiden hiljaa putoillessa ATS:n opintomatka Japaniin käynnistyi perjantaina aamupäivällä Finnairin lentoemäntien ja stuerttien lakon hiljentämältä Helsinki-Vantaan lentokentältä. Keski-Euroopassa suoritetun koneenvaihdon ja pitkän yölennon jälkeen utelias joukko matkalaisia saapui Osakan lentokentälle. Kentältä lähtiessämme pääsimme tutustumaan Japanin toimivaan ja erittäin kattavaan luotijunaverkostoon, Shinkanseniin. Junamatka Osakasta Hiroshimaan taittuikin joutuisasti lukuisten vuoristojen alta kulkevien tunneleiden läpi nopeuden ollessa yli 200 km tunnissa.

## Atomipommin jäljillä Hiroshimassa

Maanantaiaamuna 6. päivä elokuuta vuonna 1945 Hiroshimaan pudotettiin 15 kilotonnin uraani-235-pommi nimeltään "Little Boy". Pommin kohteeksi oli valittu Aiokin silta, koska näin suuri rakennelma oli helposti tunnistettavissa ilmasta käsin. Pommi räjähti 300 metrin päässä kohteestaan Shiman sairaalan kohdalla ilmassa noin 600 metrin korkeudessa tappaen välittömästi lähes 100 000 ihmistä ja tuhoten yli puolet Hiroshiman kaupungista.

Hiroshima jälleenrakennettiin toisen maailman sodan jälkeen uudeksi moderniksi kaupungiksi ja siellä asuu tänä päivänä 1,2 miljoonaa ihmistä. Vuonna 1949 Japanin parlamentti julisti Hiroshiman rauhan kaupungiksi, jonka jälkeen se on toiminut useiden rauhaa ja yhteiskunnallisia kysymyksiä käsittelevien konferenssien pitopaikkana. Räjähdyksestä toipumisen jälkeen Hiroshima on pyrkinyt edistämään rauhanaatetta maailmanlaajuisesti ja jatkaa edelleenkin puhumista ydinaseista luopumisen puolesta. Rauhan museossa onkin esillä kaikki Hiroshiman kaupunginjohtajan ydinkokeita tehneille valtioil-

le suunnatut vetoomuskirjeet ydinaseiden käytön lopettamiseksi.

Hiroshiman kaupungin sydämeen on perustettu rauhanpuisto muistolle ihmiskunnan voimakkaimman aseeseen atomipommin käytöstä toisia ihmisiä kohtaan. Puistossa on useita muistomerkkejä atomipommin räjähdyksessä menehtyneiden muistoksi sekä atomipommimuseo, jossa vaikuttavan aineiston, valokuvien, esineiden ym. avulla tuodaan esiin Hiroshiman pommin räjäytyksen syitä ja seurauksia. Rauhanpuiston alueella sijaitsee myös säilyneistä rakennuksista pommin räjäytyspaikka eli nollatasoa lähimpänä vain 160 metrin päässä olleen messuhallin rauniot, jotka on nimetty A-Bomb Dome:ksi. Vuonna 1996 A-Bomb Dome listattiin maailmanperintölistalle ihmiskunnan historian ensimmäisen ydinaseeseen käytöstä johtuneen tragedian todistajana.

## Miyajiman saarella

Päiväretkellä ryhmämme pääsi tutustumaan aikojen alusta asti kunnioituksen ja palvonnan kohteena olleeseen Itsukushiman saareen, joka tunnetaan paremmin nimellä Miyajima. Saarta on kutsuttu myös jumalien lepopaikaksi. Vuoristoinen ja harvaan asuttu Miyajiman saari sijaitsee Japanin sisämerellä noin 20 kilometriä Hiroshimasta lounaaseen. Luonnonläheisyys on helposti aistittavissa tällä historiallisella ja rauhallisella saarella. Jo laivasta ulos astuttaessa kesyt metsäpeurat olivat tervehtimässä tulijoita ja kärkkymässä suupaloja.

UNESCO:n maailmaperintökohde shintolainen pyhäkkö Itsukushima Shrine on tehnyt Miyajima saaren tunnetuksi. Tämä vuonna 500-luvulla rakennettu ja 1160-luvulla restauroitu ainutlaatuinen ja laituriomainen pyhäkkö ja sen puinen torii-portti, joka nousuveden aikaan seisoo ylväänä saaren rantavedessä ovat yksi Japanin suosituimmista turistinähtävyyksistä. Itsukushima Shrine sijaitsee vuoriston juurella, jonka korkein huippu nimeltään Misen vuori kohoaa 530 metrin korkeuteen. Vuoren rinteelle pääsee helposti köysirataa pitkin ja loppumatka huipulle taittuu jalan.

Huippu-upeine näköaloineen on suosittu piknikpaikka paikallisten keskuudessa.

## Valkoisen haikaran linna Himejissä

Maanantaiaamuna oli aika aloittaa tekniset vierailut. Matkalla Mitsubishin Futamin konepajalle poikkesimme vielä Himejin kaupungissa sijaitsevaan linnaan, joka tunnetaan myös nimellä valkoisen haikaran linna. 1600-luvun alkupuolella linna rakennettiin 9 vuodessa toimimaan puolustuksena sodassa, mutta läpikäymättä yhtään taistelua se on säilyttänyt alkuperäisen ulkoasunsa.

Himejin linna on yksi vanhimmista Japanin keskiajalta säilyneistä rakennuksista ja siinä on tyypillisen japanilaisen linnan tapaan monimuotoisia puolustuksellisia ja arkkitehtuurillisia ominaisuuksia. Mielienkiintoinen yksityiskohta on linnan kaakkoisosassa sijaitseva harakiri-maru, johon samurai saattoi mennä suorittamaan itsemurhan. James Bond elokuvassakin esiintynyt valkoisen haikaran linna on Japanin kolmen vierailuun linnan joukossa.

Kulttuurin parista siirryimme raskaiden komponenttien valmistukseen Mitsubishin konepajalle Futamiin. Antoisan vierailun jälkeen matkamme jatkui Kansain seudun suurkaupunkialueeseen kuuluvaan 1,5 miljoonan asukkaan Kiotoon.

## Kioto – japanilaisen kulttuurin kehto

Vuodesta 794 vuoteen 1868 Japanin pääkaupunkina ollut Kioto on japanilaisen kulttuurin keskuspaikka. Geisha-kulttuurin vaalimiseen ja samurai-elokuvien kuvaamiseen löytyy Kiotosta omat kortteli-alueet eikä perinteiden vaalimisen vuoksi pilvenpiirtäjien rakentamista kaupunkiin sallita. Japanilaisen naisviihdyttäjän kiimonon pukeutuvan geishan tehtävä on saada vieraat tuntemaan olonsa mukavaksi muun muassa tanssimalla, laulamalla, ylläpitämällä keskustelua, tarjoilemalla teetä, sakea tai muuta juomaa. Geishaksi tullakseen tytöt käyvät läpi monivuotisen geisha-koulutuksen ja jatkavat opiskelua läpi



### Osallistujat:

- ❑ Aino Ahonen, FNS
- ❑ Sami Asikainen, TVO
- ❑ Antti Autio
- ❑ Magnus Hanses
- ❑ Petri Holma, TVO
- ❑ Yrjö Hytönen, STUK
- ❑ Henrik Immonen, Oy Abilitas Ab
- ❑ Harriet Kallio, Fortum P&H
- ❑ Paavo Käräjäoja, FNS
- ❑ Petteri Lehtonen, FNS
- ❑ Reijo Munther, Tekes
- ❑ Janne Nevalainen, STUK
- ❑ Tapani Nummelin, Tekes
- ❑ Raisa Ovaskainen, IAEA
- ❑ Juha Poikolainen, VTT
- ❑ Kristiina Turtiainen, TVO
- ❑ Olavi Vapaavuori

uransa tavoitellen täydellisyyttä ja kauneutta kaikissa toimittamisissaan askareissa. Ryhmällä oli kunnia nauttia nuoren ja oppimattomamman geishan eli Maikon viihdytyksestä illallisen merkeissä.

Tiistaina ohjelmassa ollut päiväretki suuntautui Japaninmeren rannalla, Tsurugan niemimaalla sijaitseville uudelleen käynnistämistä odottavalle Monjulle ja käytöstäpoistoa läpikäyvälle Fugenille.

### Uskonnollisia vierailukohteita

Kioton kaupunkikierröksellä pääsimme tutustumaan kahteen šintolaistemppeleihin: Kinkaku-jiin ja Heian Jinguun sekä Sanjusangen-do buddhalaistemppeleihin.

Kinkaku-ji, joka tunnetaan paremmin kultaisena paviljonkina rakennettiin alun perin 1390-luvulla eläkehuvilaksi kenraali Ashikaga Yoshimitsulle. Paviljonki on palanut usean kerran maan tasalle ja rakennettu uudelleen entisen kaltaiseksi vuosi-

en saatossa. Nykyinen rakennus on vuodelta 1955.

Heiankyon kaupungin eli nykyisen Kioton perustamisen 1100-vuotisjuhlan kunniaksi vuonna 1895 rakennettu Heian Jingu temppelellä upeine ja valtavine puutarhoineen on omistettu keisareille Kammu ja Komei. Kammu siirsi aikoinaan Japanin pääkaupungin Kiotoon ja Komei oli viimeinen hallitseva keisari ennen pääkaupungin siirtämistä Kiotosta Tokioon. Sanjusangen-doossa sijaitsee Japanin kansallisaarteena pidetty tuhatkätinen Bodhisattva eli täysin valaistunut buddha, jonka molemmilla puolilla seisoo näteissä riveissä yhteensä 1000 pienempää tuhatkätistä Bodhisattvaja.

### Mutkia matkalla Nagaokaan

Japanilaisesta täsmällisyydestä huolimatta ikävien tapausten seurauksena junat voivat myöhästyä aikataulustaan. Keskiviik-



Hiroshiman tunnetuin symboli atomipommin räjähdyspaikkaa lähimpänä säilyneen rakennuksen, A-Bomb Domes rauniot.

koiltapäivällä, jolloin meidän oli tarkoitus matkustaa Kiotosta Nagaokaan Japanin rautateiden nuori työntekijä päätti lopettaa päivänsä hyppäämällä lähes 300 km tunnissa kulkevan junan eteen. Tämän valitettavan tapauksen vuoksi junat myöhästelivät useita tunteja ja kymmenien tuhansien ihmisten aikataulut menivät uusiksi. Meidänkin oli poikettava alkuperäisestä suunnitelmasta, mutta junien kulkiessa tiuhaan tahtiin tämä ei tuottanut meille suurempia hankaluuksia. Saavuimme perille Nagaokaan illansuussa muutaman tunnin alkuperäistä aikataulua jäljessä. Huolimatta myöhäisemmästä saapumisesta kaikki olivat aamulla pirteinä Kashiwazaki-Kariwan voimalaitosvierailuun.

## Tokion valoloistossa

Kashiwazakissa hyvästelyämme TEPCO:n edustajat suuntasimme matkamme kohti Japanin pääkaupunkia Tokiota. Torstai-iltana ryhmän saapuessa Tyynen valtameren rannalla sijaitsevaan Tokioon, kenenkään ei tarvinnut kahdesti miettiä miksi Japanin ydinvoimalaitokset syöttävät sähköä verkkoon; valoloisto oli lähes sokaisevaa. Valomainokset kadunkulmien valtavine scree-neineen ja korkeat pilvenpiirtäjät täyttivät katukuvan ja saivat pienestä pohjoisen maasta tulevan matkaajan vetämään henkeä hämmästyksestä.

Moderni teknologia, kaupankäynti ja arkkitehtuuri esiintyvät sulassa sovussa vanhojen perinteiden kanssa tässä eksootisessa pääkaupungista, josta löytyy jokaiselle jotakin. Tokion metropoli muodostaa maailman suurimman yhtenäisen kaupunkialueen lähes 37 miljoonalla asukkaallaan. Ihmispaljouteen pääsee kosketuksiin sukeltaessaan ihmisvirtaan esimerkiksi Tokion hektisillä juna- ja metroasemilla. Ripeästi liikkuvan ihmismassan seassa puikkelehtimisessa on omat haasteensa ja helpomalla pääsee, kun antaa vain virran viedä mennessään.

Perjantaina oli vuorossa ekskursio viimeinen tekninen vierailu, jonka aikana pääsimme tutustumaan Japanin atomien energijärjestön toimintaan Tokain kylässä.



*Nuoren ja oppimattomamman geishan eli Maikon tehtäviin kuuluu vieraiden viihdyttäminen tanssimalla, laulamalla, ylläpitämällä keskustelua ja tarjoilemalla juomaa.*

Mielenkiintoisen ja monipuolisen vierailun jälkeen ryhmämme palasi Tokioon, jossa oli vielä mahdollisuus tutustua vilkkaan kaupungin ilta- ja yöelämään ja tehdä viimeiset tuliaisostokset ennen kuin kotiinlähtö koittaisi.

Lauantaiaamupäivällä lentokoneen noustessa Naritan lentokentältä yläilmoihin Japanin korkein vuori Fuji (3776 m) pilkisti pilvien läpi hyvästellen väsyneet matkajat. Pitkä kotimatka oli alkanut. Joukon saapuessa takaisin kotisuomeen oli talvi tullut ja maan peitti valkoinen lumi. Oli aika kääntää kellot talviaikaan ja palata arkiruutiineihin.

Matkamme ei olisi onnistunut ilman ystävällisiä ja vieraanvaraisia isäntiämme, joille haluan esittää suuret kiitokset. Matkan käytännön järjestelyistä haluan lämpimästi kiittää Kaleva Travelsin Seppo Hartikaista. Lisäksi suurkiitokset paikallisille matkaoppaillemme, jotka huolehtivat meidät ajoissa oikeisiin juniin ja värittivät matkaamme mielenkiintoisilla kertomuksilla.

*DI Kristiina Turtainen  
Käyttölupainsinööri  
OL3-projekti  
Teollisuuden Voima Oy  
kristiina.turtainen@tvo.fi*



# Vierailu Mitsubishi Heavy Industries:n Futamin konepajalla

*ATS:n ekskursionryhmälle tarjoutui tilaisuus tutustua Japanin-matkan ensimmäisenä teknisenä kohteena Mitsubishi Heavy Industries (MHI) -divisioonan telakka- ja konepajaryhmän raskaiden komponenttien valmistukseen erikoistuneeseen konepajaan Koben kaupungissa 23.10.*

**M**HI on Japanin ainoa painevesireaktorilaitosten toimittaja. Ensimmäinen toimitus oli Mihaman ykkösyksikkö 340 MWe, jonka kaupallinen käyttö alkoi 1970. Tähän päivään mennessä MHI on toimittanut Japaniin 23 painevesilaitosta, joiden yhteenlaskettu kapasiteetti on 19 400 MWe. Viimeisenä on valmistunut Ohin nelosyksikkö 1180 MWe vuonna 1991.

Raskaiden komponenttien valmistus on sijoitettu erilleen Koben telakasta Futamin keinoalustalle saarelle. Samalla tontille on sijoitettu konepajan lisäksi valimo, tieliikenteenohjausjärjestelmän testikenttä ja suojarakennuksen teräslinerin kokoonpanokenttä unohtamatta yrityksen urheilukenttiä. Saaritontilla on rakennettua kersalaa noin 50 000 m<sup>2</sup>.

Raskaiden komponenttien konepaja on valmistunut ja sen tuotanto aloitettu vuonna 1986. Tontilla sijaitseva valimo tuottaa pääasiassa pesäaihoita kaasu- ja höyryturbiinien valmistukseen, sylinteriryhmäaihoita dieselmootoreihin, pumppupesiä ja työstökoneiden runkorakennevaluja.

## Tiivistahtinen vierailu

ATS oli tutustumassa erityisesti raskaiden komponenttien konepajaan, joka keskittyy vaativiin raskaisiin komponentteihin, kuten

reaktoripainesäiliöihin, painestimiin sekä suuriin vaativiin siltarakenteisiin. Pajassa oli parhaillaan työn alla Olkiluoto 3 -reaktoripainesäiliön komponentteja.

Vierailu Futamin raskaiden komponenttien konepajaan oli erittäin tiivis. ATS:n käynnille oli varattu aikaa japanilaiseen tehokkaaseen tapaan vain tunti, josta tervetuloivotukset, esittelyt ja videoesitys veivät kolmasosan. Konepajan läpikäyntiin oli varattu puoli tuntia ja loput kysymyksille sekä kiitossanoille.

ATS:n isäntinä toimivat Futamin laitoksen johtaja **Kiyoshi Watanabe** ja markkinointipäällikkö **Itaru Kikuoka**. OL3:n painesäiliön tilaajaorganisaatiota Arevaa tilaisuudessa edusti tarkastaja **Georges Mourey** ja TVO:n laadunvarmistusorganisaatiosta oli paikalla **Markku Pesonen**.

Tervetuloivotusten jälkeen ryhmälle esitettiin neuvotteluhuoneessa MHI:n toimintaa yleisesti käsittelevä video, jonka jälkeen saimme esittää kysymyksiä. Yleisesti ottaen saimme vaikutelman, että tunnelma oli jonkin verran kireä, syynä ilmeisesti kovat työpaineet.

Poikkeamien käsittelyä koskevaan kysymykseemme vastattiin päämääränä olevan toiminnan, jossa ei synny lainkaan poikkeamia. Jos poikkeamia kuitenkin syntyy, keskustellaan niistä aina tilaajan kans-

sa. Kaiken toiminnan on oltava laatuajattelun (ASME, ISO) mukaista. Valmiin komponentin mukana toimitetaan niin sanottu "end of manufacturing documentation", josta ilmenevät valmistuksen aikana alkuperäiseen suunnitelmaan nähden syntyneet poikkeamat.

## Käynti konepajan puolella

Kysymysten esittämisen jälkeen siirryimme valmistustekniikan asiantuntijan Hisashi Nishikin opastamina konepajan puolelle, jossa 52 työntekijää työskentelee kahdessa vuorossa. Pajan lattiatasolle emme päässeet, vaan saimme kulkea hallin lävitse sivuseinällä olevaa kulkutasoa pitkin, eli emme päässeet kovin lähelle työn alla olevia komponentteja. Valokuvaaminen oli kielletty niin tehdashallissa kuin ulkoalueilla.

Vertailukohtana mainittakoon, että aiemmin syksyllä Moskovan lähistöllä Podolskissa järjestetyn vaakahöyryntestinaarin yhteydessä järjestettiin käynti höyryntestintalalle, ja tämän käynnin yhteydessä valokuvausta ei mitenkään rajoitettu.

MHI Futamin konepajan halli on noin 180 m pituinen ja leveydeltään sekä korkeudeltaan noin 42 m. Koko hallin pituudella toimii kaksi päällekkäistä siltanosturia nostokapasiteeteiltaan 500 tn ja 150/50



Olkiluoto 3-paineastian yhdekappale Futamin konepajalla v. 2005. (Kuva:TVO)

tonnia raskaiden komponenttien siirtämistä varten. Hallin pituudesta noin kolmannes on siirrettävällä väliseinällä erotettavissa ilmastoiduksi erilliseksi osastoksi, jossa suoritetaan parempaa ilmanvaihtoa edellyttäviä työvaiheita. Ilmastointivaatimuksia aiheutuu esimerkiksi hitsauksesta. Käsitellessä samoissa tiloissa hiiliteräksiä ja ruostumattomia teräksiä on tärkeitä pitää hiiliteräksiä työstettäessä syntyvä koneistusjäte ja pöly erillään ruostumattomista materiaaleista.

Hallin sivuilla on erilliset syvennykset, joista toisessa suoritetaan takeiden lämpökäsittelyitä ja toisessa radiografisia tarkastuksia. Tilat ovat riittävän kokoisia esimerkiksi EPR-laitoksen reaktoripainesäiliön ja höyrystimien lämpökäsittelyyn ja radiografisiin tarkastuksiin. Konepajassa oli nähtävillä useita suurten takeiden liikutteluun, hitsaamiseen ja työstämiseen liittyviä apulaitteistoja.

Konepajalla oli työn alla muun muassa Olkiluoto 3- reaktoripainesäiliön kansi-

pohja- vaippa- ja yhdetae. Yhdetakeen yhteiden pyöritysten alueella suoritettiin vierailumme aikana pienten pintanäyttämien poishiontaa käsityökaluilla. Työn alla oli myös muiden asiakkaiden tilauksia; esimerkiksi ilmeisesti jonkin kiehutusvesilaitoksen reaktoripainesäiliön pohja päätellen siihen liittyvistä pääkiertopumppujen yhteiden aihioista. Ilmastoidulla puolella oli muovien alle verhottuna painevesilaitoksen reaktoripainesäiliön kansi, jossa säätösauvakoneistojen suojausputket olivat kiinnitettynä paikoilleen.

Vertailun vuoksi mainittakoon, että MHI:n Japaniin toimittaman kolmiluuppisen laitostyyppin painesäiliön vaipan päädimensiot ovat noin 330 tn ja sisähalkaisija 3988 mm (OL3: 510 tn ja 4870 mm).

Futamin konepaja valmistaa MHI:n toimittamiin painevesilaitoksiin reaktoripainesäiliön, höyrystimet, paineistimen ja pääkiertopumput. Olkiluoto 3:n tapauksessa Futamin konepaja toimii alihankkijana. Olkiluoto 3- reaktoripainesäiliön ja höyrystin-

ten takeet on tehty Hokkaidon saarella sijaitsevalla Japan Steel Worksin (JSW) tehtaalla. Ainoastaan reaktoripainesäiliön hitsaus tehdään Futamin konepajalla. Höyrystinten hitsaus- ja asennustyöt tehdään Ranskan Chalonissa. Olkiluoto 3:n pääkiertopumput ja paineistin valmistetaan kokonaisuudessaan Ranskassa.

Tiivistähtisen vierailun aikana ATS:n ryhmälle muodostui käsitys siististä, hyvin organisoidusta ja tehokkaasti toimivasta konepajasta. ■

DI Yrjö Hytönen  
Ylitarkastaja  
Ydinvoimalaitosten valvonta,  
Mekaaniset laitteet  
Säteilyturvakeskus  
yrjo.hytönen@stuk.fi



DI Janne Nevalainen  
Ylitarkastaja  
Ydinvoimalaitosten valvonta,  
Voimalaitostekniikka  
Säteilyturvakeskus  
janne.nevalainen@stuk.fi



# JAEA vipuaa Japania ydinvoimaosaamisen kärkeen

*Täsmällisesti kello 10.31 pysähtyy SuperExpress juna Hitachi no 11 Tokain rautatieasemalle 27.10 kahdeksantoista vuotta keisarin virkaanastujaisista. Laiturilla odottaa herra Tatsuro Tsuchida JAEA:n kansainvälisten suhteitten osastolta ATS:n opintomatkaajia.*

**T**ästä alkoi opintomatkaajien tiivein päivä viisine vierailukohteineen, joiden väliin oli vielä ohjelmoitu kiireessä nautittu viiden aterian länsimainen lounas kauniin puistolammen kupeeseen rakennettussa JAEA:n Akogigaura klubissa.

Samassa Tokaissa, jossa vuonna 1999 tapahtui inhimillisen erehdyksen johdosta Japanin suurin ydinonnettomuus, jossa huolimaton rikastetun uraanin käsittely johti ylikriittisyyteen. Oma olo tuntui kuitenkin turvalliselta, kun huomasin saaneeni ID-laatan tunnuksella "007".

Päivän opintoteema oli jäte ja tutkimus seuraavissa kohteissa:

- Polttoaineen jälleenkäsittely: Tokai Reprocessing Plant "TRP"

- Korkea-aktiivisen jätteen loppusäilytys: Geogical Isolation Research and Development Directorate & Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories: Geological Isolation Basic Research Facility "ENTRY"

- Loppusäilytyksen kemia: Geogical Isolation Research and Development Directorate & Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories: Quantitative Assessment Radionuclide Migration Experimental Facility "QUALITY"

- Onnettomuustransienttien tutkimuslaitos: Tokai Research Establishment: Nuclear Science Research Center, Department of Reactor Safety Research "LSTF"

- Materiaali- ja hiukkastutkimus; High Energy Accelerator Research Organization: Japan Proton Accelerator Research Complex "J-PARC"

## JAEA eli Japan Atomic Energy Agency

Japanilla on määrätietoinen tavoite tulla johtavaksi ydinteknologian maaksi. Japanilla on jo nyt kolmas sija ydinvoimaloiden lukumäärällä (54, 55) mitattuna Yhdysvaltojen (103) ja Ranskan (57) jälkeen.

Kaikki alkoi vuonna 1955, jolloin perustettiin JAEA:n (Japan Atomic Energy Agency) edeltäjät: JAERI:n (Japan Atomic Energy Research Institute) ja JNC:n (Japan Nuclear Cycle Development). Saman vuoden lopulla hyväksyttiin ensimmäinen rauhanomaisen ydinteknologian kehittämiseen liittyvä laki. Molemmat organisaatiot yhdistettiin runsas vuosi sitten JAEA:ksi.

## Japani ei aio ydinasevallaksi

Pohjois-Korean äskettäin tekemän ydinkokeen jälkeen on esitetty ääniä Japanin avoimen ydinaseen kehittämisen puolesta. Tähän joukkoon kuuluu muun muassa Taiwanin ulkoministeri Taro Aso ja Japanin liberaali-demokraattisen puolueen Shoidi Nakagawa. Kuitenkin, Japanin tuore pääministeri Abe on sanonut Japanin pysyvän entisessä linjassa.

Vaikka Japanilla on kykyä nopeassa ajassa valmistaa valtava määrä ydinaseita, tämän päivän siviilipuolen energiarealiteetit vaativat nopeasti lisää ydinvoimaa ja entistä parempia ratkaisuja jätteiden käsittelylle ja säilytykselle.

Näiden tavoitteiden eteenpäin viemisen työkaluna on JAEA, joka on opetus-, kulttuuri-, urheilu-, tiede- ja teknologia ministeriön

(MEXT) alainen organisaatio. JAEA:n tehtävät määrittelee laki ja sen toiminta rahoitetaan täysin valtion budjettivaroilla. Toinen merkittävä julkinen taho ydinteknologian kehittämisessä on Japanin kauppaja teollisuusministeriö (METI).

## Monipuolista tutkimusta

JAEA:n virallisia painopistealueita ovat Monju-hyötöreaktorin kehittäminen kaupalliseksi tuotteeksi, J-PARC hiukkaskiihdytin kompleksin rakentaminen ja sen hyödyntäminen ydinfysiikan tutkimuksessa, korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitus ja varmuus, sekä fuusioreaktorin kehittämisen kansainvälisen yhteistyön puitteissa.

JAEA toimii kymmenessä paikassa ympäri Japania. Pääpaikka on Tokai'ssa, noin 130 km koilliseen Tokiosta, jossa JAEA:lla on laskentakeskus ja lobbauksipiste. Henkilöstöä on noin 4 400, josta puolet on Tokaissa. JAEA:n vuosibudjetti on lähes 1,4 miljardia euroa (ks. taulukko sivulla 18).

## Tokai Research and Development Center

Tokai-murassa (mura eli kylä) alkoi Japanin ydintekniikan tutkiminen ja kehittäminen 1950-luvulla. Tänäpäin alueella työskentelee kaksi tuhatta henkilöä ja uusien laitosten myötä lukumäärä kasvanee. Tähän rakennettiin Japanin ensimmäiset tutkimusreaktorit JRR-1 ja JRR-2 jotka nyt on ajettu alas, sama koskee myöhemmin rakennettua JPDR-reaktoria. Aktiivisessa toiminnassa on nyt kaksi tutkimusreaktoria, JRR-3 ja





LSTF:n (Large Scale Test Facility) valvomossa oli ollut edellisenä päivänä kova viilke, kun kansainväliseen ROSA-projektiin liittyvät kokeet olivat loppuneet myöhään edellisenä iltana.

JJR-4, joita hyödynnetään materiaali- ja säteilyturvatutkimuksissa.

Alueelta löytyy kaikki keskeiset laitokset kuten polttoaineen jälleenkäsittelylaitos, lasituslaitos, bitumointilaitos, dekontaminointilaitos, haihdutuslaitos, plutoniumin konvertointilaitos, maaperätutkimuslaitos, säteilyvalvontayksikkö, hiukkaskiihdyttimeä, reaktorionnettomuuksien koelaitos, korkea- ja matala-aktiivisen jätteen tai aineiden säilytyspaikat. Ensi vuonna valmistuu uusi matala-aktiivisen aineen käsittely-yksikkö. Alueella toimivat myös isot kaupalliset yritykset yhteistyössä, kuten Mitsubishi Nuclear Fuel Co Ltd.

### Polttoaineen jälleenkäsittely, TRP

Japani on progressiivisesti kehittänyt täydellisen kotimaisen polttoainekierron, joka perustuu tuontiuraaniin. TRP-laitoksen (Tokai Reprocessing Plant) rakennustyöt aloitettiin vuonna 1971 ja ensimmäiset testit uraanilla suoritettiin syyskuussa 1975. Japani on kolmanneksi suurin ydinvoimamaa, joten jätettä syntyy suuria määriä. Ajalla 1977–2006 on käsitelty 1 116 tonnia käytettyä polttoainetta. Tästä runsaat 60 % on peräisin kiehuvesilaitoksista ja 35 % painevesilaitoksista.

Kun uusi jälleenkäsittelylaitos Rokkashossa aloitti aktiivisen testin huhtikuussa 2006, jää Tokain laitos tutkimuslaitokseksi. Kuvaavaa Japanin suunnitelluille ohjelmille on, että ensimmäinen polttoainesauva pilkottiin Rokkashossa täsmälleen sa-

mana päivänä, kun viimeinen sauva Tokaisa. Rokkashon jälleenkäsittelylaitos aloittaa kaupallisen toimintansa vuoden 2007 loppupuolella.

### Korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitus

Japanin tavoitteena on löytää mahdollisimman varma luolaratkaisu korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitukselle. Loppusijoituspaikkoja selvitetään. Kokeita tehdään Honorobessa 500 metrin syvyydessä sedimentaarissa kallioperässä ja Mizunamisassa 1000 metrin syvyydessä vulkaanisessa maaperässä.

Selvitystyö alkoi vuonna 1976, jonka jälkeen on valmistunut kaksi väliraporttia. Sijoituspaikat pyritään valitsemaan vuoteen 2010 mennessä. Varsinainen täyttö alkaisi 2030 luvulla. Suunnitelmat perustuvat 40.000 jätetyksikköön vuoteen 2050 mennessä. Lopulliset syvyydet määritellään selvitysten jälkeen. Tunnelikäytävät täytetään louhintamurskeella.

Korkea-aktiivinen jäte on tarkoitus sekoittaa lasimassaan 110 litran sylintereihin. Sylinteri asetetaan vuorostaan 22 cm paksuun teräskuoreen. Suojakuoreen sijoitettu sylinteri eristetään kalliosta bentoniitti-puskurikerroksella. Jätetyksikön paino on 7 311 kg ja korkeus 178 cm. On arvioitu, että 1 000 MW:n laitoksessa syntyy vuodessa noin 30 jätetyksintä verran jätettä.

Jäteasioita hoitaa oma vuonna 2000 perustettu organisaatio, NUMO, jonka vastuulla on suunnitelman toteuttaminen, si-

joituspaikan valinta, tarvittavien prosessien ja laitteistojen rakentaminen ja pyörittäminen, sekä tarvittavien maksujen keruu. JAEA antaa teknisen pohjan ja Japanin hallitus päättää loppusijoituspaikan valinnan perusstrategiasta ja suuntaviivat viranomais määräyksille.

### Loppusijoituksen kemian tutkitaan

Loppusijoitetun jättekapselin vaikutukset maaperään ja pohjaveteen tutkitaan sekä laskennallisesti että kokeellisesti erilaisilla liukenemis-, diffuusio- ja absorbointikokeilla.

Tätä varten Tokaisa on oma kemian laitos tarvittavine varusteineen. Laboratorio-rakennuksen koko on 3x1200 m<sup>2</sup>, mikä antaa jonkinlaisen kuvan laitoksen koosta.

### Onnettomuustransienttien tutkimuslaitos

Putkimurtojen aiheuttamien monimutkaisten termohydraulisten ilmiöiden tutkimiseen on rakennettu testilaitos, jonka tilavuus-skaala on 1/48 isosta PWR-laitoksesta. Pääkomponenttien korkeus vastaa todellista, eli koelaitoksen korkeus on 27 metriä.

Testilaitteen sydän muodostuu 1008 täyspitkistä sähkölämmitetystä lämpösauvasta, joilla saavutetaan jopa 10 MW:n teho. Sauvojen halkaisija vastaa 17x17 polttoaine-elementin halkaisijaa. Testilaitteistossa on kaksi lämmönvaihdin-pumppu piiriä ja mahdollisuus saada yli 2500 mittauspistettä.



J-PARC:iin (Japan Proton Accelerator Research Complex) rakenteilla olevilla kiihdyttimillä tullaan tutki-  
maan mm. proteiinien koostumusta ja puoliintumisaikoihin vaikuttavia tekijöitä.

Laitos on suurempi kuin Ranskan BETH-SY (1/100) tai Saksan PKL-III (1/145). Suuri koko mahdollistaa 3-D kokeitten suorittamisen. Vaikka 4 miljardia yeniä maksaneella koelaitoksella on jo vuosia takanaan, laitoksessa tehdään edelleen kokeita, kuten kansainvälistä ROSA-projektia. Tähän mennessä on tehty 180 suurempaa koesarjaa.

### J-PARC – molekyylien "tirkistyslaite"

Pommittamalla materiaa pienihiukkasilla, esimerkiksi protonilla, saadaan materiaasta irtoamaan neutroneja. Selvittämällä irtaan-

tuneitten neutronien määrää ja irtoamiskulmaa syntyy kuva tutkittavasta kohteesta, esimerkiksi molekyylistä.

"Tirkistelyyn" tarvittava hiukkasvuo saadaan joko ydinreaktorista, vakiovuuo, tai hiukkaskiihdyttimestä pulssivuuo (vertaa valokuvauksessa pysyvä valo ja salamavallo).

Tokain tutkimusreaktoria JRR-3 käytetään hiukkaslähteenä tapauksissa jossa vakiovuuo menettelee. Pulssivuuo on tar-koitus aikaansaada nyt rakennettavasta 1,3 miljardia euroa maksavasta valtas-ta hiukkaskiihdyttimestä. Rakennustyöt

valmistuvat ensi vuonna ja sitä seuraavana vuonna päästään varsinaiseen tutkimustyöhön.

Laitokseen on kohdistunut myös suuri mielenkiinto teollisuuden taholta. Esimerkiksi proteiinien koostumus voidaan selvittää, joka on keskeistä sairauksien diagnosointiin ja lääkkeiden kehittämiseen.

Lääketeollisuuden ohella myös esimerkiksi autoteollisuus, joka haluaa ymmärtää paremmin polttomoottorin polttoprosessin ja sylinteriseinämiin kohdistuvat materiaalivaatimukset voivat J-PARC:ssa saada haluamia vastauksia kysymyksiinsä. Eräitten laskelmien mukaan laitos maksaisi itsensä takaisin 20 vuoden jälkeen 2-3 kertaisesti.

Ydintekniikan puolella suuri haaste on oppia ymmärtämään paremmin puoliintumisaikoihin vaikuttavat tekijät ja siten kehittää menetelmiä, jolla korkea-aktiivisen jätteen säteilytasoja saataisiin nopeasti alenemaan. Tällä olisi valtava merkitys koko ydinvoiman tulevaisuudelle.

### Inspiroiva vierailu

Yhden ATS:läisen tokaisu erittäin tiiviin ohjelman jälkeen "Kyllä sähkön tekeminen on helppoa tähän verrattuna!"

Nähdyt panostukset ovat suuria suu-  
rellekin teollisuusvaltiolle. Meidän tulisi itse pohtia, miten voisimme päästä mukaan tällaiseen uusia ulottuvuuksia avaavaan materiaalitutkimukseen, mitä J-PARC edustaa. Suomella ja Japanilla on sama naapuri, mutta maat toimivat eri kilpailusarjassa, jolloin edellytykset pitäisivät olla paremmat päästä mukaan erilaisiin projekteihin.

Lopuksi on todettava, että isännät olivat laatineet erinomaisen ohjelman, jonka he japanilaisella tehokkuudella toteuttivat. ■

### JAEA:n eri toimintojen rahoitus (milj. euroa)

	Vuosi 2005	Vuosi 2006
FBR (Monju)	180	207
J-PARC	125	156
Jäte	155	144
Jälleenkäsittelyteknologia	87	77
Paikalliset tahot	74	75
Fuusio	50	31
Turvallisuus	18	18
ITER	18	9
JAEA yhteensä	1 365	1 355

Henrik Immonen  
Oy Abilitas Ab  
henrik.immonen@abilitasgroup.com



Miyajiman shinto-temppeli jonka takana buddhalainen viisikerroksinen pagodi. Pahat ajatukset siirtyvät pagodin viisikerroksisen katon kautta avaruuteen.

## Monju – natriumjähdytteinen nopea hyötöreaktori Tsurugassa

*Japanilaiset jos ketkä ovat kunnostautuneet uuden teknologian käyttöönottajina sekä edelleen kehittäjinä. Tällä avoimella suhtautumistavalla on juurensa japanilaisten uskonelämässä, joka on käytännöllinen sekoitus shintolaisuutta, buddhismia ja zen-buddhismia.*

**B**uddhalaisesta perinteen mukaan Monju-bodhisattva, joka on tuonpuoleisen viisauden Bodhisattva, auttaa erityisesti viisauteen ja päähän liittyvissä asioissa. Bodhisattvalla tarkoitetaan täysin valaistunutta (nirvanan saavuttanutta) buddhalaista, joka voi auttaa toisia eteenpäin kohti valaistumista.

Bodhisattvat ovat erikoistuneita ja Monju-bodhisattvalle tekevät uhrauksia,

eritoten opiskelijat pääsykoeaikaan. Myös päänsärkyä ja dementiaa potevat voivat hakea apua Monjulta, joten se oli meillekin varsin luonteva aloituskohde Japanin ekskursiollamme.

### Natriumvuoto pysäytti reaktorin

Opiskelua on tarvittu myös Monju-hyötöreaktorin kanssa. Kiotosta pohjoiseen sijaitsevassa Tsurugan kylässä sijaitsevan Mon-

jun rakennustyöt aloitettiin vuonna 1985. Valmis laitos ehti olla käynnissä vuodesta 1990 vuoteen 1995, jolloin laitos jouduttiin pysäyttämään natriumvuodon seurauksena. Sekundaripiirin lämpötilamittaussyhteestä vuoti lattialle noin 700 kg natriumia.

Vuoto johti muutostöihin, joiden on tarkoitus valmistua ensi vuonna. Suunnitelmiensa mukaan laitoksen pitäisi käynnistyä jälleen toukokuussa vuonna 2008.





MONJU-hyötöreaktori Tsurugassa, Japanin meren rannalla.

Paikanpäällä näimme myös videon vuodosta ja sen myötä tehdyistä parannuksista. Alkuperäinen lämpötila-anturi oli huomattavasti nykyisin käytettävää pidempi, ja anturin läpiviennistä tapahtuneen vuodon on ajateltu olevan seurausta pitkän anturin värähtelystä virtauksessa. Myös putkien halkaisijaa on kasvatettu turbulenssin hallitsemiseksi.

### Tavoitteena suljettu polttoainekierto

Monjulla on suuri merkitys japanilaiselle suljetulle polttoainekierrolle ja Japani onkin asettanut tavoitteekseen toteuttaa kaupallisesti toimiva FBR vuoteen 2050 mennessä. Reaktorissa käytettävä polttoaine on Tokain jälleenkäsittelylaitoksella valmistettua uraani-plutonium-sekaoksidia (MOX), joka koostuu plutoniumin ( $\text{PuO}_2$ ) ja uraanin ( $\text{UO}_2$ ) oksideista ja jossa plutoniumin osuus on 15–30 painoprosenttia polttoainesauvan sijainnista riippuen.

Monjussa on kolme kiertopiiriä eikä sitä ole tarkoitettu puhtaasti kaupalliseen käyttöön. Reaktorin tarkoituksena on tutkia ja demonstroida natriumjähdytteisen nopean reaktorin toimintaa sekä erityistä, hyvin

pitkälle kehitettyä polttoaineenkäsittelylaitteistoa.

Monju on teholtaan pieni, vain 280 MWe (714 MWt). Suorituskyvyltään se on kuitenkin varsin tehokas, sillä konversiosuhde on 1,2 ja keskimääräinen polttoaineen poistopalama 80 MWd/kg. Natrium sopii reaktorin jäähdytteeksi vallan mainiosti hyvien lämmönsiirto-ominaisuuksiensa ja neutronitaloudellisuutensa takia.

### Jälleenkäynnistämistä kiistelty

Vaikka vuonna 1995 tapahtunut vuoto oli INES-asteikon mukaan alimmalla tasolla, on laitoksella edelleen hankaluuksia paikallispolitiikkojen kanssa. Tilanteesta on otettu opiksi ja nykyisellään avoimuus on tiedotuksen peruslähtökohta, jopa siinä määrin, että varsinainen FBR-teknologia jäi



Uusi ja vanha lämpötila-anturi.



Monjun reaktoriastia.

isäntien esityksessä paljolti vuototapauksen kuvaamisen alle.

Lukuisat oikeusasteet ovat ottaneet kantaa Monju tulevaisuuteen – välillä jopa taannehtivasti peruuttaen laitoksen rakennusluvan. Toukokuussa 2005 Japanin korkein oikein antoi kuitenkin luvan laitoksen jälleenkäynnistykselle.

Monju-projekti on tällä hetkellä tullut maksamaan noin 10 miljardia dollaria ja sii-

hen on käynyt tutustumassa noin 90 000 vierailijaa.

Laitoksen yhteyteen on rakennettu natriumin käsittelyn opettelemiseen tarkoitettu koelaitteisto ranskalaisen CEAn Cadarachen natriumkoulua mukaillen.

Monju on myös osa Japanin ponnisteluja neljännen sukupolven reaktorien kehittämiseksi.



Cutting edge technology – Matkanjohtajamme leikkaa natriumia sushi-veitsellä välipalaksi ryhmälle.

TkL Reijo Munther  
Teknologijahtaja  
Materiaaliteknikan yksikkö  
Teknologian ja innovaatioiden  
kehittämiskeskus  
reijo.munther@tekes.fi



DI Tapani Nummelin  
Teknologia-asiiantuntija  
Materiaaliteknikan yksikkö  
Teknologian ja innovaatioiden  
kehittämiskeskus  
tapani.nummelin@tekes.fi

# Kashiwazaki-Kariwan ydinvoimalaitoksella seitsemän yksikköä

*Kashiwasaki-Kariwan (KKNPP) laitospaikalla konkretisoituu Japanin pitkäjänteinen ja määrätietoinen ydinvoimalaitosten rakentaminen. Alueelle on keskitetty seitsemän kiehutusvesilaitosyksikköä yhteisteholtaan 8 200 MWe. Ensimmäinen yksikkö on otettu kaupalliseen käyttöön 1985 ja viimeinen 1997.*

**K**KNPP-voimalaitokset omistaa Tokion sähkövoimayhtiö TEPCO (Tokyo Electric Power Company), joka on yksi yhdeksästä Japanin ydinvoimayhtiöstä. Yhtiöllä on yhteensä 17 ydinvoimalaitosta 4 eri paikkakunnalla. Laitosten kokonaisteho on 17 300 MWe.

Ydinvoiman osuus TEPCOn sähköntuotannosta on noin 40 %. Uusia laitosyksiköitä on rakenteilla parhaillaan neljä kahdella eri paikkakunnalla, muttei käyntikohteena olleella KKNPP -laitosalueella.

## Lunta ja maanjäristyksiä

KKNPP:n laitosalue sijaitsee maan länsirannikolla Japaninmeren puoleisella rannalla maan keskipaikkeilla 220 km Tokiosta luoteeseen. Laitoksen nimi tulee 7 kilometrin päässä sijaitsevan 90 000 asukkaan kaupungin Kashiwasaki ja viereisen 5 500 asukkaan kylän Kariwa yhdistelmästä.

Talvella alueella vaikuttavat muutamien viikkojen ajan kovat tuuli- ja lumiolosuhteet. Lunta voi tulla nopeasti paksut kerrokset, mikä asettaa katoille luomikuormitusvaatimukset kuten meillä Suomessa. Laitospaikka on maajärstysherkkää aluetta kuten lähes koko Japani.

## Värikkäät laitosyksiköt

Laitosalueelle saavuttaessa teki vaikutuksen ensimmäisenä tietysti laitosyksiköiden määrä, mutta myös rakennusten mataluus.

Riippuen rakennuksesta puolet tai kolmasosa onkin sijoitettu maan alle.

Arkkitehtonisesti rakennukset ovat väriyksineen tyylikkää ollakseen voimalaitoksia. Näkymää täydensi "eiffel-tornimaiset" ilmastointipiiput. Piiput oli tuettu päältäpäin erittäin tukevilla rakenteilla ilmeisesti maanjäristyksiä vastaan.

Ryhmä otettiin vastaan vierailijarakennuksen edustavissa tiloissa laitoksen varajohtaja Toban esittäessä tervetuliaissanat. Puheessaan hän totesi mm. että täsmälleen 25 vuotta aikaisemmin Japani oli liittynyt kansainväliseen atomienergiajärjestykseen IAEA.

Laitosten historiassa merkittävin tapahtuma on esiin tullut asiakirjaväärennys vuodelta 2002 "Disclosure of past maintenance record falsification". Tämän seurauksena viranomainen vaati ajamaan TEPCOn kaikki 17 laitosta alas. Laitokset olivat alhaalla keskimäärin 10 kk. Asiaa ei puitu tilaisuudessa tarkemmin. Alaa seuranneille asia on varmasti tuttu.

## Vierailureitillä kokolattiamatto

Laitoksen seitsemästä kiehutusvesireaktoriyksiköstä viisi ensimmäistä ovat tyyppiä BWR-5 ja teholtaan 1 100 MW. Kaksi viimeistä yksikköä ovat kehittyneempää (advanced) ABWR-mallia teholtaan 1 356 MW. Jälkimmäiset yksiköt ovat käynnistyneet 1996 ja 1997.

Varsinaisella laitoskierroksella käytiin tutustumassa kuutosyksikön kolmeen kohteeseen: reaktorirakennukseen, turbiinirakennukseen ja valvomoon. Reitti voitiin tehdä ilman kenkäräjojen ylityksiä, koska kaikille mainituille kohteille oli vapaalla alueella lasin takana vierailuparvekkeet. Vierailureitit oli päällystetty kokolattiamatoilla, seinillä oli japanilaisia tauluja ja muita koriste-esineitä.

## Havainnot laitoskierrokselta

Reaktorirakennuksessa reaktoripaineastian kansiosa on peitetty erillisellä betonilattalla poiketen tässä ainakin OL1 ja OL2 -laitoksista. Turbiinirakennuksen layoutissa herätti ihmetystä, ettei missiilisuojausta oltu toteutettu siten, että turbiinin akseli olisi reaktorirakennukseen päin. Turbiinin sivuilla kuitenkin näyttivät olevan vahvat rakenteet ja välitulistimet. Ilmeisesti näillä on voitu osoittaa missiilisuojauksen riittävyys.

Valvomon näyttötekniikka edusti uudemmillä yksiköillä kohtuullisen nykyaikaista digitaalista toteutusta. Aika näytti ajaneen kyllä sen verran ohi, ettei litteitä suurkuva-näyttöjä näkynyt. Kuutos- ja seiskayksiköiden valvomot ovat samassa tilassa.

Vierailukierroksen aikana laitoksella ja muissakin kohteissa kiinnitti huomiota, ettei laitteiden kannatuksissa maanjäris-



ATS-vierailuryhmä taustallaan Kashiwazaki-Kariwan ydinvoimalaitos

tyksiä vastaan oltu käytetty seinäpinnassa olevia kiinnityslevyjä, joihin laitteiden kannatukset hitsataan kiinni. Kaikki kiinnitykset oli tehty pulteilla. Pulttikiinnikkeet oli ilmeisesti ankkuroitu betonivalun sisällä oleviin betoniraudoituksiin.

### ABWR - oppimisprosessin tulos

Tutustumiskierroksen kohteena ollut ABWR-reaktorityyppiä on syytä tarkastella muutamalla sanalla erikseen, koska laitostyyppissä tulee hyvin esiin, että kokemuksen ja ajan kanssa saadaan hiottua aina parempaa tehojen kasvaessa. (Tosin Olkiluodossa molemmat vanhat laitokset ovat tätä tyyppiä.)

Laitospaikalla olleisiin vanhempiin laitossyksiköihin verrattuna layoutia on onnistuttu parantamaan huomattavasti. Kokonaisrakennustilavuutta onkin saatu pienennettyä noin neljänneksellä. Yhtenä syynä tähän on sisäisillä kiertovesipumpuilla varustettu paineastia, jolloin ulkoisista jäähdytysveden kiertovesiputkistoista on voitu luopua.

Erittäisen mielenkiintoinen on laitoksen rakentamisajan kehittyminen. Ykkösyksikön toteutuneesta rakennusajasta 82 kk on tultu alaspäin siten, että seiskayksikön rakentamiseen meni 65 kk mukaan lukien maanrakennustyöt.

Maanrakennustöiden jälkeen rakennusaika oli 52 kk. Rakennusajan lyhentymi-

seen ovat vaikuttaneet rakentamistapojen kehittyminen (sääsuojat, isojen komponenttien kasaaminen laitospaikalla, isostururit jne.) sekä samojen urakoitsijoiden työhön harjaantuminen useampia laitoksia sarjatyönä tehtäessä.

Laitosten kotimaisuusaste on 90 %. Pääurakoitsijoina ovat olleet Toshiba, Hitachi ja GE. Kumulatiivinen käyttökerroin kuutosyksikölle on 83,9 % ja seiskayksikölle 80,4 % mukaan lukien aikaisemmin kuvattu pakollinen kirjapidosta johutuva alasajo.

### Ennätyssuuri laitospaketti

Vierailu Kashiwazaki-Kariwa voimalaitoksella oli erittäin mielenkiintoinen kokemus. Suomalaisessa mittakaavassa voimalaitoksen massiivinen kokonaiskapasiteetti hämmästyttää. Voimalaitos onkin pääsyt Guinnessin ennätystenkirjaan maailman suurimpana ydinvoimalaitoksena. Lisäksi voimalaitosrakentamisen sarjatuotto sekä sijoittaminen siisteihin riveihin rantakaistaleelle osuvat satunnaisen kävijän silmään.

TEPCO korostaa jatkuvan parantamisen periaatetta, joka näkyy myös yksikköjen rakentamiseen käytetyn ajan lyhenemisessä. Lisäksi itse laitoksen tekniikkaa on hiottu tehokkaammaksi ja turvallisemmaksi.

Kashiwazaki-Kariwa voimalaitos työllistää lähiseutujen ihmisiä tehokkaasti. Seit-

semän laitossyksikön normaali käyttö ja kunnossapito vaativat runsaasti henkilökuntaa. Lisäksi näin suurella voimalaitoksella yksi laitossyksikkö on lähes jatkuvasti vuosihuollossa, joten lisätyöntekijöitä tarvitaan tasaisesti ympäri vuoden.

Voimalaitoksella on selvästi panostettu yhteiskuntasuhteiden hoitoon. Tästä todistavat erillinen vierailurakennus ja hyvin järjestetyt kiertokäyntimahdollisuudet. Tähän on ilmeisesti vaikuttanut menneisyydessä ilmi tullut asiakirjojen väärennys ja sitä seurannut luottamuspula.

Kaiken kaikkiaan Kashiwazaki-Kariwa vaikuttaa erittäin siistiltä ja hyvin organisoidulta voimalaitoksesta. Japanilaisella täsmällisyydellä hoidetusta voimalaitoksesta huokuu varmuus, että ainakin osa Tokion suunnattomasta sähkönkulutuksesta on turvattu.

DI Paavo Käräjäoja  
Pääsuunnittelija  
LVI-järjestelmät, projektit  
Fortum Nuclear Services Oy  
paavo.karajaoja@fortum.com



DI Petteri Lehtonen  
Suunnitteluinsinööri  
Automaatiotekniikka  
Fortum Nuclear Services Oy  
petteri.lehtonen@fortum.com





ATS:n puheenjohtaja Harriet Kallio kiittää Fugenin varajohtajaa Masao Nodaa (oik.) ja käytöstäpoisto-osaston johtajaa Yoshitsugu Morishitaa mielenkiintoisesta ja antoisasta vierailusta.

# Fugenin raskasvesilaitos – käytöstä poistettavaa ydinteknologiaa

ATS:n japanin ekskursion neljännen päivän (24.10.) toinen vierailu kohdistui Tsurugan upealla niemimaalla olevaan Fugenin ydinvoimalaitokseen. Niemimaa on varsinainen ydinvoimaloiden mainosaareke erityyppisine laitoksineen. Laitoskirjoon mahtuu niin tavallisia PWR- ja BWR- laitoksia, kuin eksoottisempia ATR- ja FBR- prototyyppilaitoksia. Fugen on vuonna 1979 kaupalliseen käyttöön otettu ja vuonna 2003 käytöstä poistettu ATR (Advanced Thermal Reactor) -tyypin ydinvoimalaitos.

**M**atkamme jatkui Monjussa tarjotun mukavan Lunch Box-aterian jälkeen kohti Tsurugan niemimaan toisella puolella olevaa Fugenin raskasvesilaitosta. Fugenin ydinvoimalaitos on raskasvesihidasteinen ja kevyttä vettä jäähdytteenä käyttävä paineputkityyppinen ydinreaktori.

Laitos otettiin kaupalliseen käyttöön vuonna 1979 ja sen sähköteho oli 165 MWe.

25 käyttövuoden jälkeen laitos pysäytettiin maaliskuussa vuonna 2003 poliittisen ilmapiiirin muuttuessa sellaiseksi, ettei nähty tarpeelliseksi jatkaa kyseisen kooreaktorityypin käyttöä.

## Purku käynnissä

Vastaanottomuodollisuuksien ja lyhyen esityksen jälkeen siirryimme itse purettavan laitoksen puolelle. Useamman kenkä-



rajan ja aktiivisuusmittausten jälkeen pääsimme itse laitoksen puolelle. Laitos vaihtui nopeasti katsottuna siltä, että se olisi yhä käytössä, kunnes kierros jatkui reaktorin alapuolelle ja näimme avonaiset paineputket.

Reaktorin alta matkamme jatkui turbiinihalliin, missä turpiinien ja generaattorin lisäksi oli tynnyreihin säilöttyinä matala-aktiivista purkujätettä.

Laitoksen järjestelmistä suurin osa on jo pysäytetty, mutta edelleen käytössä olivat reaktorin jäähdytysvesijärjestelmät, käytetyt polttoaineen varastoaltaiden jäähdytys, puhdistusjärjestelmät ja osa ilmastointijärjestelmistä. Muut järjestelmät olivat pysäytettyinä ja osaa laitteista oli aloitettu jo purkaa.

Laitoskierros jäi lyhyeksi vierailun kiireisestä aikataulusta johtuen, joten turbiinihallin jälkeen siirryimme takaisin taas monien mittausten ja kulkulupien vaihtojen jälkeen laitoksen ulkopuolelle hyvästelemään vieraanvaraiset isäntämme.

## Käytöstäpoistomenetelmiä kehitetään

Koska Fugenin laitos on ensimmäisiä suljettuja ydinvoimaloita Japanissa, on projektin yhtenä tavoitteena kehittää uusia menetelmiä ydinvoimalaitoksen käytöstäpoistoon. Japanissa on tällä hetkellä jonkin verran kokemusta käytöstäpoistosta, maailmalla yleisesti ottaen enemmän.

Japanissa toimii tällä hetkellä yli 50 ydinvoimalaitosta ja niiden käytöstäpoistoon pitää kehittää turvallinen malli sekä tarvittavat laitteistot ja menetelmät.

Tämä ei ole ainoastaan Japanin tavoite, vaan tietoa ja kokemusta tarvitaan ympäri maailmaa. Laitoksen käytöstäpoisto tehdään suunnitelmien mukaan alle 30 vuodessa ja sinä aikana on laskettu syntyvän 370 000 tonnia jätettä.

Runsas 4 000 tonnia tästä on aktiivisia jätteitä, joista kuitenkin suurin osa matala-aktiivista jätettä.

Aktiivisille jätteille ei ole vielä valittu Japanissa lopullista sijoituspaikkaa, vaan se on tutkimusten alla.

## Polttoaine ja raskasvesi kierrätetään

Puoli vuotta laitoksen alasajon jälkeen, käytöstäpoistosuunnitelman mukaisesti, syksyllä 2003 käytetty polttoaine poistettiin reaktorista ja siirrettiin polttoaineal-taisiin odottamaan laitospaikalta poiskuljettamista. Tämän jälkeen polttoainetta on systemaattisesti siirretty Tokain polttoaineen jälleenkäsittelylaitokselle ja tällä hetkellä alkuperäisestä 772 käytetystä polttoaineenipusta on laitoksella vielä 568 kappaletta.

Hidastimena käytetty raskas vesi kuljetaan uudelleen käytettäväksi Kanadaan. Kuljetus tapahtuu tätä tarkoitusta varten kehitetyissä kuljetusastioissa, jotka edelleen pakataan suurempiin kontteihin ja nämä kuljetaan laivalla Kanadaan. Kerralla yhteen laivakuljetukseen otetaan 20 tonnia raskasta vettä ja kuljetuksia tehdään kaksi kertaa vuodessa.

Raskaan veden määrä oli alkujaan 240 tonnia. Käytetyn polttoaineen ja raskaan veden siirto kestää vielä useita vuosia. Näiden lisäksi tällä hetkellä meneillään oli muun muassa turpiinin öljyjärjestelmän tyhjentäminen ja ylimääräisten sähköjärjestelmien alasajo. Jatkossa käytöstäpoisto tulee jatkumaan turpiinilaitteistojen ja apujärjestelmien purkamisella.

## Reaktorin purku työlästä

Samanaikaisesti kehitellään ja koetetaan menetelmiä reaktorin ja reaktorijärjestelmien purkamiseen. Aikaa tähän on arvioitu kuluvan noin kymmenen vuotta, jonka jälkeen voidaan kyseisten järjestelmien purkutyöt aloittaa. Suunnitelmien mukaan purku aloitetaan reaktorista ja käytetyn polttoaineen varaston laitteista. Näiden jälkeen työt jatkuvat biologisten suojausten ja ilmastointijärjestelmien purkamisella. Viimeisenä työvaiheena on dekontaminointi.

Käytöstäpoiston aikana radioaktiivisuuden ja säteilyn mittausta ja hallintaa on tärkeää. Komponenttien ja rakenteiden aktiivisuutta ja kontaminoitumista on määritel-

ty myös erilaisten näytteiden perusteella, esim. poraamalla näytepaloja rakennusten seinistä. Mittausten ja näytteiden perusteella on sitten pystytty arvioimaan käytöstäpoiston yhteydessä syntyvän jätteen määrää ja aktiivisuutta.

## 3D-säteilyvoimakkuuskuvat avuksi

Laitoksella liikuttaessa kiinnittyi huomio useisiin peräkkäisiin kenkärajoihin ja mitauspisteisiin. Fugenin laitos on ollut myös yhteistyössä OECD Halden Reactor Projektin kanssa kehittämässä tietokoneohjelmaa, jonka avulla säteilyn voimakkuus voitaisiin mallintaa kolmiulotteisena näkyvänä kuvana (VRdose). Tämä helpottaisi ja nopeuttaisi huomattavasti purkutöiden yhteydessä saatavien säteilyannosten arviointia ja antaa uusia mahdollisuuksia töiden suunnitteluun.

Käytöstäpoiston viimeisenä vaiheena on laitoksen rakennusten purku. Rakennusten purkuun kuuluu koko laitosalueen infrastruktuurin purkamisen ja laitosalueen ennallistaminen. Kaiken tämän pitäisi tapahtua 30 vuoden kuluessa laitoksen käytön loppumisesta.

Aikataulu on tiukka, mutta japanilaisen täsmällisyyden tuntien tavoite tullaan varmasti saavuttamaan. Projektin läpiviennin aikana tullaan kohtaamaan monia teknisiä haasteita, joihin joudutaan kehittämään uusia ratkaisuja. Näistä ratkaisuista tulee aikanaan hyötymään koko Japanin ja muun maailman ydinvoimateollisuus omien laitostensa käytöstäpoiston yhteydessä. ■

Petri Holma  
Vuosihoitokoordinaattori  
Käyttötoimisto  
Teollisuuden Voima Oy  
petri.holma@tvo.fi



Sami Asikainen  
Projekti-insinööri  
Automaatiotekniikka  
Teollisuuden Voima Oy  
sami.asikainen@tvo.fi

# ATS:n syysseminaari ja 40-vuotisjuhlat Crowne Plazassa 13.10.2006

*ATS:n syysseminaariin ja yhdistettyyn 40-vuotisjuhlaan osallistui reilu 100 seuran jäsentä. Jotakuinkin perinteitä noudattanut tilaisuus pidettiin nyt Hotelli Royal Crowne Plazassa, jotta saatiin hieman vaihtelua verrattuna jokavuotiseen syysseminaariin.*

Seuran puheenjohtaja **Harriet Kallio** toimi tilaisuuden emäntänä, ja häntä avusti seuran varapuheenjohtaja **Harry Lamroth** vaihteeksi myös seuran toisella kotimaisella kielellä. Parivaljakko toivotti osallistujat tervetulleiksi ATS:n syysseminaariin.

Syysseminaarissa puhujina olivat **Mikko Kara** VTT:ltä ja **Bo Källstrand** Svensk Energistä. Karan esitelmä käsitteli suhteellisen laajasti Pohjoismaisia sähkömarkkinoita, joista julkisuudessa on keskusteltu viime aikoina korkeinta valtiojohtoa myöten. Källstrandin esitelmä käsitteli sähköntuotannon tulevaisuuden haasteita Ruotsissa.

Molemmat esitelmät saivat kuulijat esittämään vilkkaasti kysymyksiä näistä aihepiireistä sekä tietysti myös omia mielipiteitä, joita tuntuu jokaisella olevan.

## Juhlapuhujana akateemikko Pekka Jauho

Seuran vuosijuhlia on perinteisesti juhlittu viiden vuoden välein. Tällä kertaa tilaisuus oli suunnattu koko jäsenistölle ja tilaisuuteen otettiin hieman rennompia linjoja kuin aikaisemmin. Paikalla olikin huomattavasti

suurempi osanottajajoukko kuin edellisessä vuosijuhlassa.

Tilaisuuden avasivat sama parivaljakko kuin syysseminaarinkin. Venäjän atomiteknillinen seura oli myös muistanut juhliavaa sisarseuraa lähettämällä oman tervehdyksensä juhlivalle ATS:lle.

Ensimmäiseksi vuosijuhlassa saatiin kuulla akateemikko Pekka Jauhon juhlapuhe, jonka teemana oli "Teknillinen fysiikka teknologisenä edelläkävijänä Suomessa". Puheessaan Jauho valotti ainakin nuoremmalle kuulijakunnalle tuntemattomampaa aikaa, jolloin ydinenergiatutkimusta vasta ruvettiin virittelemään maassamme. Eriytisesti allekirjoittaneen mieleen jäi ATS:n roolin muotoileminen tulevaisuuden haasteisiin: se voisi olla huomattavasti enemmän yhteiskunnalliseen keskusteluun osallistuminen.

## ATS-viirejä kunniajäsenille ja seura-aktiiveille

Ensimmäisen juhlapuheen jälkeen jaettiin muutamia kunnianosoituksia. Ensinnäkin seura kutsui kaksi uutta kunniajäsentä: professori **Heikki Kallin** ja energianeuvos **Mauno Paavolan**. Sääntöjen mukaan



seuran vuosikokous hyväksyi uudet kunniajäseneet jo helmikuussa, mutta kunniajäsenyyttä juhlittiin vasta nyt. Uudet kunniajäseneet ovat molemmat omilla tahoillaan tehneet pitkän, ansiokkaan uran ydinvoiman parissa. Uusille kunniajäsenille ojenettiin seuran kunniakirjat sekä seuran viirit tunnustuksena kunniajäsenyydestä. Seuralla on tällä hetkellä kymmenen kunniajäsentä.

Toinen erityishuomiota saanut ryhmä koostui seuran edellisistä sihteereistä **Jarmo Ala-Heikkilä** (1999–2001) ja **Minna Tuomainen** (2002–2004) sekä puheenjohtajista **Harri Tuomisto** (2000–2002) ja **Antti Piirto** (2003–2005).

Minna Tuomainen oli estynyt tulemasta paikalle, mutta muille seura-aktiiveille ojennettiin seuran viirit kiitoksena yhteisten asioiden hoitamisesta.

## Suomen ja Ruotsin ydinhistoriaa

Ruokailun päätteeksi kuultiin toinen juhlapuhe, jonka piti **Magnus von Bonsdorff**. Hänen puheensa ”Från blå-gul atom sinivalkoiseen” käsitteli ydinvoiman alkuketkiä Suomessa, jotka johtavat pitkälti Ruotsin puolelle. Suomen ydintekniikan osaamista haettiin alkuajoina tutun maan suojusta, jossa kehitys oli tuohon aikaan pidemmällä ja omia testilaitteita oli huomattavasti enemmän kuin Suomessa, samoin valmistavaa teollisuutta. Monet nykyisiä maassamme käytössä olevia laitoksia hankkineet kävivät jossakin vaiheessa Ruotsista oppia hakemassa.

Juhlapuheen jälkeen kuultiin vielä musiikkiesitys, jossa solistina toimi *Kiti Kalmialaris* ja jota säesti pianolla *Esa Ylönen*. Musiikki vaihteli esityksen aikana revyyistä operettiin, joten haarukka oli melkoinen.

Loppuillasta osa juhlijoista jäi hotellin aulabaariin jatkamaan iltaa ja puhumaan asiaa sekä hieman muistakin aiheista. Pieni joukkio osallistujista taisi jatkaa matkaansa vielä pääkaupunkiseudun yöelämään. ■





Seminaariin osallistui lähes 60 henkeä alan eri organisaatioista.

## Uraania kaivoksista polttoaineeksi

*ATS Young Generationin joka toinen vuosi järjestämä seminaari ke-  
räsi 3.11.2006 Espoon Hanasaaren noin 60 kuulijaa. Seminaarin  
aiheena oli uraani ja sen kiertokulku malmista polttoaineeksi.*

**P**erinteiseen tapaan YG:n seminaariin oli kutsuttu vieraita Suomen ulkopuolelta, joten yhteinen kieli oli englanti. Aiheeseen perehdyttiin erittäin hyvin, sillä seminaariin osallistujat edustivat kattavasti eri organisaatioita. Paikalle oli saapunut sekä alan konkareita että uraansa alussa olevia ammattilaisia, ja YG täytti sujuvasti yhden tärkeimmistä tehtävistään – tiedon siirron seuraavalle sukupolvelle.

Seminaarin järjestelyistä vastannut YG:n puheenjohtaja **Satu Siltanen** avasi seminaaripäivän. **Olli Äikäs** Geologian tutkimuskeskuksesta kertoi kuulijoille perustietoa uraanista Suomessa, mitä, missä ja

kuinka paljon Suomen kallioperässä on uraania. Ajankohtaisesta aiheesta, uraanin etsinnästä Suomessa ja valtaushakemusten käsittelystä puolestaan jatkoi Jorma Aurela kauppaja teollisuusministeriöstä varsin monipuolisella esityksellään.

WNA:lla (World Nuclear Association) työskentelevät **Per Jander** ja **Magnus Mori** saapuivat seminaariin Lontoosta. Italialainen Mori opetti yritysten uraanin käyttöön liittyvien asioiden vastuuntuntoisen hoitamiseen (engl. uranium stewardship) liittyvien asioiden lisäksi sen, että skandinaavinen etunimi ei tarkoita sitä, että keskustelua voisi kahvituolla jatkaa toisella kotimaisella kielellä.



Tilaisuuden lopuksi osallistujat pääsivät esittämään kysymyksiä puhujille vilkkaasti etenevässä paneelikeskustelussa. Pohdittiin mm. nykyisten laitojen halukkuutta kotimaisen uraanin käyttöön.

Puhujat kuvassa vasemmalta: Risto Tarjanne (LTY), Jorma Aurela (KTM), Per Jander (WNA), Risto Teräsvirta (FNS), Magnus Mori (WNA), Olli Äikäs (GTK), Tuula Purra (TVO), Pieter Kleerebezem (Enrichment Technology Netherlands), Jakob Arborelius (Westinghouse).

Kiinnostavaa mielipiteidenvaihtoa paneelikeskustelussa. Henkilöt kuvassa vas. Jorma Aurela, Per Jander, Risto Teräsvirta, Magnus Mori →



Lappeenrannan teknillisen yliopiston professori **Risto Tarjanne** osoitti laskelmillaan sen, mitä oletettiin – ydinvoima on tehokas energiamuoto siihen vaadittavan materiaalipanostukseen nähden.

Teollisuuden Voiman **Tuula Purran** esitys sai kiitosta kattavasta, koko logistisen elinkaaren läpikäyvästä esityksestään.

Tunnelma seminaarissa oli erittäin avoin ja keskusteleva. Tätä kuvasti myös **Pieter Kleerebezemin** (Enrichment Technology Netherlands) luento rikastuksesta, jonka aikana yleisö sai tutustua yleensä varsin suojeltuihin kuviin prosessista – valokuvaaminen tosin oli ehdottomasti kielletty. Westinghouse Swedenin **Jakob Arborelius** ja

**Ernst Thulin** kertoivat polttoaineen valmistuksesta ja siihen liittyvistä ympäristövaikutuksista.

**Risto Teräsvirta** Fortum Nuclear Services Oy:stä jatkoi edellistä aihetta luontevasti polttoaineen valmistuksen valvonnasta.

Luentosarja päätettiin Säteilyturvakeskuksen **Anna Lahkolan** esitykseen ydinmateriaalivalvonnasta, jonka aikana selvitettiin seikka, että ydinmateriaali ja ydinaine ovat molemmat englanniksi nuclear material.

Seminaaripäivän päätteeksi pidettiin paneelikeskustelu, joka kehkeytyikin varsin vilkkaaksi. Kysymyksiä esitettiin päivän ai-

kana paljon ja kaikille seminaarissa olleille jäi varmasti myös mieleen eräs erittäin aktiivinen osallistuja: "I am Daniel from Sweden!"

Seminaari oli kokonaisuudessaan todella onnistunut ja pysyi melkein minuutilleen aikataulussaan – ja sehän suorastaan huvitti ulkomaalaisia vieraita.



KTM Petra Lehtinen  
Logistikko  
Teollisuuden Voima Oy  
petra.lehtinen@tvo.fi



WANOn Pariisin keskus sijaitsee nykyisin Neuilly-nimisessä Pariisin naapurikaupungissa. Neuillystä on lyhyt matka Pariisin tunnetuimpiin turistikohteisiin. Kenties tämä kuva kertoo toisenlaisesta Pariisista – asuntolaiva Seine-joella aivan Louvren tuntumassa. Kuva: Tellervo Taipale.

# World Association of Nuclear Operators

## tekee vapaaehtoista työtä turvallisuuden ja luotettavuuden parantamiseksi

*WANOn perustehtävänä on edistää ydinvoimalaitosten turvallisuutta ja luotettavuutta. Se toimii ydinvoima-alan sisällä ja lähinnä jäsenistönsä keskuudessa.*

**W**ANO-nimi tulee sanoista World Association of Nuclear Operators eli Ydinvoiman käyttäjien maailmanlaajuinen yhdistys. Jäsenyys on vapaaehtoista. Kuitenkin kaikki maailman sähköä tuottavat ydinvoimayhtiöt ovat liittyneet WANOn jäseniksi. Laitosyksiköitä niillä on yhteensä 441.

Aluekeskuksiksi kutsuttavat WANO-toimistot sijaitsevat Pariisissa, Moskovassa, Tokiossa ja Atlantassa. Nämä keskuksat tekevät yhteistyötä Lontoon koordinaatikeskuksen kanssa ja kautta. Se, mihin aluekeskukseen kukin laitos kuuluu, perustuu reaktoriyyppiin. Esimerkiksi Loviisan laitos kuuluu Moskovon keskukseseen ja Olkiluoto Pariisiin.

Päätös WANOn perustamisesta syntyi Tshernobylin onnettomuuden jälkeen. Organisaation tehtävänä on maksimoida

ydinvoimalaitosten käyttöturvallisuutta ja luotettavuutta kannustamalla jäsenistöä avoimeen ja keskinäiseen tietojen ja kokemusten vaihtoon ja vertailuun sekä omaksumaan hyviksi todettuja toimintatapoja. Tämä tehtävä on kirjattu WANOn missioksi.

### Neljä pääohjelmaa

WANOn kaikki viisi keskusta työskentelee neljän pääohjelman pohjalta. Keskuskohtaisia eroavuuksia on siinä, mihin kukin keskus työssään erityisesti painottuu. Ohjelmat ovat

- Käyttökokemukset (The Operating Experience, OE)
- Vertaisarviointi (The Peer Review Programme, PR), joka on ehkäpä tärkein ohjelmamme. Pelkästään Pariisin keskuksessa noin puolet henkilökunnasta työskentelee Peer Reviewn parissa.

- Ammatillinen ja tekninen kehittäminen (The Professional and Technical Development Programme, PTD)

- Tekninen tuki ja tietojen vaihto (The Technical Support and Exchange Programme, TSM).

### Pariisin keskuksessa kansallisuuksien kirjo

Työskentelen WANO Paris Centressä eli Pariisin keskuksessa, jossa nelivuotinen komennukseni alkoi vuoden 2004 toukokuussa. "Komentajani" on Teollisuuden Voima Oy.

Vastuullani on kaksi ohjelmaa, Seminaarit ja workshopit sekä Viestintä. Nämä Seminaarit, workshopit, koulutustilaisuudet ja erilaiset tiettyjen erityisammattiryhmien kokoukset kuuluvat puolestaan WANOn PTD-ohjelmaan.

Pariisin keskuksen jäsenet ovat 13 eri maasta ja niillä on yhteensä yli 150 laitoksen yksikköä. Keskuksessamme työskentelee noin 30 henkilöä, joista seitsemän on vakituisina hallinnossa. Muut – johtajat mukaan lukien – ovat komennuksella, jotka kestävät yleensä kahdesta neljään vuotta. Henkilökunta edustaa käytännössä kaikkia niitä maita, joista keskuksen jäsenyhtiöt ovat kotoisin. Työskentelykieli on englanti. Henkilökunnan tehtävänimikkeet vaihtelevat ohjelma- ja projektipäälliköistä maa- ja organisaatiokohtaisiin yhteysvirkailejiin.

## Peer Review – työkalu ydinvoimalaitosten toimintojen kehittämiseen

Peer Review'ta voi kutsua myös vertaisarviointiksi. Se tehdään, kun joku ydinvoimalaitos sellaisen omista toimistaan haluaa. Arvioinnin tavoitteena on tuottaa lisäarvoa yhtiölle sille laitokselle, jolle arviointi tehdään kuin muillekin WANOn jäsenyhtiölle.

Yksityiskohtaiset arviointitulokset ovat luottamuksellisia – ne jäävät vain laitoksen ja WANOn tietoon. Arviointitulosten pohjalta tuotetaan kuitenkin yleispäteviä raportteja WANOn Ohjeita- ja Hyviä käytäntöjä (Guidelines and Good practices) -sarjoihin.

Kolmiviikkoiseksi työrupeamaksi vakiintunut WANO-vertaisarviointi tehdään parinkymmenen ydinvoima-alan asiantuntijan voimin. Sitä edeltää perusteellinen perehtyminen laitokseen. Sen jälkeen tulokset raportoidaan seikkaperäisesti. WANO myös seuraa arviointituloksiin perustuvien parannus- ja kehittämistoimenpiteiden toteutumista.

Arviointiryhmällä on vankka ja laaja-alainen ydinvoima-alan kokemus. Joukko on aina kansainvälinen ja arviointiin osallistuu niin WANOn kuin sen jäsentenkin henkilökuntaa.

Peer Review'ssa WANOn jäsenlaitos saa hyvän vastineen jäsenmaksulle. Itse arviointi ei maksa mitään, arvioitava laitos kustantaa ainoastaan arviointiryhmän ylläpidon, majoituksen ja ruokailun.

Koko WANOn toiminta-aikana on toteutettu yli 230 arviointia. WANOn Pariisin kes-

kus on tehnyt niitä vuosittain kymmenkunta omien jäsenyhtiöidensä laitoksille. Tavoitteena on, että kullakin laitoksella olisi Peer Review viiden tai kuuden vuoden välein.

## Peer Review'ssa läpikäytäviä asioita

Laitos voidaan arvioida eri toimintojen osalta. Arviointitapa riippuu laitoksen toimintatavoista ja siitä, mihin toimintoihin laitos itse erityisesti toivoo kiinnitettävän huomiota. Näitä ovat mm. organisaatio ja hallinto, laitoksen käyttö ja käyttökokeemukset, kunnossapito, tekninen tuki, säteilysuojelu, koulutus, laatutoiminnot, palosuojelu, kemia ja valmiustoiminta.

Yhtiöillä laitosta voidaan tarkastella sellaisten toimintojen kautta, jotka vaikuttavat läpi eri organisaatiotasojen ja -yksiköiden. Näihin kuuluvat mm. turvallisuuskulttuuri, inhimillinen toiminta, organisaation itsearviointi, työturvallisuus, laitoksen yleinen tila ja suunnitteluperusteet, työnjohto sekä laitteistojen toiminta ja kunto.

WANOnsa Peer Review'ta valmistellaan perusteellisella perehtymisellä laitosryhmään, laitoksen toiminnasta kertoviin tunnuslukuihin, toimintatapoihin sekä moneen muuhun piirteeseen. Peer Review -henkilökunnasta pieni ryhmä vierailee laitoksella etukäteen ja tekee ikään kuin alustavan arvion.

Kun Peer Reviewn raportointi on valmis, se lähetetään arvioidulle laitokselle, joka ryhtyy raportissa suositeltuihin kehittämistoimenpiteisiin. Sovitun ajanjakson kuluessa pieni arviointiryhmä vierailee laitoksella ja tavallaan tarkastaa, että sovitut kehittämistoimenpiteet on tehty tai asianmukaisesti ainakin käynnistetty.

## WANO järjestää seminaareja ja workshoppeja

Pariisin keskuksen tapahtumia järjestetään niin Ranskassa kuin muissakin jäsenistömme maissa. Vuoden 2006 aikana tapahtumiamme on ollut Japanissa, Ranskassa, Ruotsissa, Suomessa ja UK:ssa. Vuoden 2007 aikana todennäköisesti kaukaisin seminaarimaamme on Kiina.

WANOn Pariisin keskuksella on kolme seminaarisarjaa, joiden tapahtumat järjestetään vuosittain:

- Senior Executive Seminar on tarkoitettu ydinvoimayhtiöiden ja laitosten johtajille. Tähän mennessä jo yli 250 WANOn jäsenistöä edustavaa johtajaa on osallistunut näihin seminaareihin.

- Engineering Support and Maintenance Managers' Seminar. Tämä seminaari on tarkoitettu teknisen tuen ja huoltotoimintojen päälliköille.

Operations Managers' Seminar on suunnattu lähinnä laitos- ja vuoropäälliköille. Vuonna 2006 tämä seminaari pidettiin Euroopalla, Vuorjoen kartanossa.

Osa workshopien aiheista ja seminaarien teemoista syntyvät WANOn aluekeskuksissa, mutta monet perustuvat jäsenistömme ehdotuksiin ja toivomuksiin. Useat aiheista ja teemoista perustuvat yleisimpiin Peer Review -tuloksiin, joita kutsutaan Areas for Improvement eli toimintoihin, jotka edellyttävät korjaus- tai kehittämistoimenpiteitä.

Kuluneen vuoden WANOn workshopit ovat käsitelleet seuraavia aiheita: minor events, radiological protection ja decommissioning. Vuoden 2007 aiheita ovat käyttökokeusten raportointi, palosuojelu ja knowledge management.

Koulutuspäälliköille, inhimilliseen toimintaan perehtyneille ja viestinnän ammattilaisille on järjestetty ja järjestetään kutsumenettelyyn perustuvia pieniä työkokouksia. Äskettäin järjestetyn Communication Expert Group Meetingin aiheet olivat jätehuollon viestintä ja kriisiviestintä. ■

*Tarkempia tietoja kaikista WANOn ohjelmista löytyy sen jäsenistölle tarkoitetuilta www-sivuilta [www.wano.org](http://www.wano.org). Sivuille on periaatteessa jokaisella jäsenyhtiöllämme tai -laitoksemme työntekijällä mahdollista päästä.*

TkL Tellervo Taipale  
Programme Manager of  
Seminars and Workshops  
Programme Manager of  
Communication  
[tellervo.taipale@wanopc.org](mailto:tellervo.taipale@wanopc.org)



## Ydinvoimalan paineakun mallinus

Seppo Hillberg

**P**aineakut ovat osa ydinvoimalan hätäjähdytysjärjestelmiä. Rakenteellisesti ne muodostuvat nesteellä täytetystä ja kaasulla paineistetusta painesäiliöstä, murtolevystä sekä primääripiiriin yhtyvistä purkauslinjasta. Primääripiirin paineen alentuessa riittävästi murtolevy päästää paineakun sisältämän nesteen purkautumaan primääripiiriin. Tämän diplomityön tavoitteena oli tutkia APROS-terminohydrauliikkaohjelmiston paineakkukomponentin käyttäytymistä matalissa lämpötiloissa. Käytetyt APROSin versiot olivat 5.06 sekä tämän työn aikana kehitetty sisäinen kehitysversio. Simulaatiot ajettiin 6-yhtälömallia käyttäen. Työn aikana rakennettiin myös kaksi analyyttistä laskentamallia vaihtoehtoisiksi laskentamenetelmiksi.

**TARVE TYÖLLE** oli ilmennyt kokonaista Pactelkoelaitteistoa kuvaavissa simulaatioissa, joissa paineakkukomponentin painekäyttäytyminen oli ollut epä johdonmukaista. Näillä pohjatie-doilla APROSin paineakkukomponentti siirrettiin omaksi mallikseen ja sillä ajettiin matalista alkulämpötiloista lähteneitä purkauksia. Simulaatioiden tuloksista oli havaittavissa, että alle 30 °C lämpötiloista lähteneissä tapauksissa oli epäsäännöllisyyksiä ja varsinkin lähestyttäessä 10 °C lämpötilaa häiriöt tulivat selvästi esiin. Tulosten perusteella VTT:llä kehitettiin useita APROSin sisäisiä kehitysversioita häiriökäyttäytymisen tutkimiseen. Näistä viimeisellä ajettiin samat koesarjat kuin mitä alkuperäisellä versiolle oli ajettu. Näiden ajosten tuloksista oli havaittavissa, että vaikka alkuperäinen häiriökäyttäytyminen oli saatu kuriin, tulokset eivät olleet kaikilta osin tyydyttäviä. Kehitysversion laskennan ongelmat liittyivät pitkälti kaasun lämpötilan painumiseen hyvin matalaksi, mikä johti ongelmiin materiaaliominaisuuksien ennustamisessa. Matalissa lämpötiloissa tarkka ennustaminen vaatisi huomattavan määrän tauluk-

kopisteita, mikä kasvattaisi taulukkojen kokoa sekä hidastaisi laskentaa.

**TYÖSSÄ RAKENNETUT** kaksi analyyttistä laskentamallia olivat isentrooppinen ja isoterminen. Isoterminen malli kuvaa tilannetta, jossa hyvin voimakas lämmönsiirto paineakun seinämistä ja nesteestä pitää kaasun tasalämpöisenä. Isentrooppinen malli taas kuvaa tilannetta, jossa kaasu ei saa lisäenergiaa mistään. Fysikaalisesti tämä malli ei ole mahdollinen, mutta sitä käyttämällä saatiin painekäyttäytymiselle ehdoton alaraja. Kumpikaan analyyttisistä malleista ei ottanut huomioon massasiirtoa faasien välillä. Analyyttisten mallien laskentatuloksista huomattiin, että isoterminen malli toimii matalissa lämpötiloissa kohtuullisen hyvinä korvaajana paineakkukomponentin omalle laskennalle. Isentrooppinen malli sen sijaan päätyi laskennassaan odotetusti muita malleja huomattavasti alempiin paineisiin.

**TÄMÄN DIPLOMITYÖN** tarkastelema tilanne ei ole simulointitapauksena yleinen, mutta siihen on silti mahdollista törmätä. Tulevaisuudessa APROSin uudet höyrynpainetaulukot saattavat korjata kyseisen tilanteen, mutta ennen tämän tapahtumista tilanteen mahdollisuus on kuitenkin hyvä tiedostaa. Tämä diplomityö esittelee painekäyttäytymisen kyseisessä tilanteessa sekä antaa ohjeet sen kiertämiseen korvaavalla analyyttisellä laskennalla. ■

DI Seppo Hillberg  
Tutkija  
VTT, ydinvoimalaitos-  
mallinnus-tiimi  
seppo.hillberg@vtt.fi





# Todennäköisyyspohjaisen paloanalyysimenetelmän kehittäminen ydinvoimalaitoksella

Tommi Purho

**T**ulipalo on merkittävä uhka ydinvoimalaitoksen turvallisuudelle. Jotta tulipaloista aiheutuva ydinturvallisuusris-ki voidaan määritellä, on tulipalojen todennäköisyydet ja seuraukset selvitettävä. Menetelmää kutsutaan todennäköisyyspohjaiseksi paloanalyyksiksi.

**TEOLLISUUDEN VOIMA OY:N** Olkiluodon 1- ja 2-yksiköiden paloanalyysi sisältää laitostyösköiden sisäiset tehoajon sekä vuosihuollon aikaiset palotapahtumat. Paloanalyysiä päivitetään säännöllisesti ja viimeisin TVO:n paloanalyysi on vuodelta 1998. Päivityksen jälkeen on esiintynyt tarvetta kehittää TVO:n nykyistä paloanalyysimenetelmää. Tärkeinä kehityskohteina on pidetty alkupalon syttymistaajuuksien realistisempaa estimointia sekä palojen leviämisen tarkempaa analysointia.

**SYKSYLLÄ 2006** valmistuneessa diplomityössä esitetään paloanalyysin pääpiirteet, kaksi erilaista palotaajuuksien estimointimenetelmää sekä palojen leviämisen arviointimenetelmiä. Palotaajuuksien estimointimenetelmistä keskitytään Berryn menetelmän sekä NUREG/CR-6850-palotaajuuslaskentamenetelmän tarkasteluun. Berryn menetelmässä laitoskohtainen palotaajuus allokoidaan laitoksen huone-tiloille huoneilakohtaisten syttymistodennäköisyyksien perusteella. NUREG/CR-6850-menetelmässä huoneilakohtainen palotaajuus määräytyy huoneilassa olevien syttymislähteiden yhteenlasketusta palotaajuudesta. Palon leviämisen arviointiosuudessa on esitetty kolmen erilaisen virtausteknisen laskentatyökä-lun perusteet sekä palon leviämistodennäköisyyksiä arvioivan Probabilistic Fire Simulator (PFS) -ohjelman käyttöä.

**TYÖN AIKANA** on laskettu molemmilla palotaajuuden estimointimenetelmillä palotaa-

juuksia eri tyyppisille huone-tiloille. Berryn menetelmän palotaajuudet olivat pääosin alhaisempia kuin NUREG/CR-6850-menetelmällä lasketut palotaajuudet. Palon leviämistarkastelussa on tutkittu ydinvoimalaitoksen rehe-uoneen tulipaloa. PFS:n avulla laskettujen leviämistodennäköisyyksien arvoja on vertailtu TVO:n paloanalyysissä käytettyihin kvalitaatiivisiin peittokertoimiin. Palon leviämistodennäköisyys eri osajärjestelmien välillä todettiin suuresti riippuvan analyysissä oletetuista vaurioitumislämpötiloista.

**TUTKITTUJA MENETELMIÄ** hyödyntäen diplomityössä kehitettiin paloanalyysimenetelmäkuvaus. Menetelmäkuvauksessa huone-tilojen paloriskit kartoitetaan aluksi Berryn menetelmällä. Näin kaikille laitoksen huone-tiloille saadaan arvioitua palotaajuus sekä paloalkutapahtumaluokkien sydänvauriotaajuus. Seuraavaksi suoritetaan valintamenettely, jossa valitut kriteerit täyttävälle huone-tiloille tehdään tarkentava palotaajuuslaskenta. Tarkentava palotaajuuslaskenta perustuu NUREG/CR-6850-menetelmän mukaisesti huone-tilojen realisti-siin syttymislähteisiin. Kriittisimpien huone-tilojen osalta palon leviämisen arviointiin on tarkoitettu hyödyntää numeerista simulointia. Diplomityössä kehitettyä menetelmäkuvauksista on tarkoitus hyödyntää Olkiluoto 1:n ja 2:n todennäköisyyspohjaisen paloanalyysin seuraavassa päivityksessä.

■

DI Tommi Purho  
Luotettavuusinsinööri  
Teollisuuden Voima Oy  
tommi.purho@tvo.fi



# DIPLOMITYÖ

## Juhlavaa menoa

**N**elikymppisen Atomiteknillisen Seuran vuosikymmenet ovat sujuneet varsin mallikkaasti. Johtoajatus toimia eri tehtävissä ja organisaatiossa työskentelevien ydintekniikan ammattilaisten yhdyssiteenä ja tiedonvaihdon kanavana on yhä ajankohtainen. Tässä juhlavassa kolumnissani tarkastelen seuraava eräiden historian tapahtumien varjossa – rivien välistä voi tietysti lukea kuinka seura tarvittaessa itse ohjasi historiaa. Vuosien varrelta on tarjolla monta tapahtumaa, jotka ovat vaikuttaneet seuran toimintaan, poimin niistä vain muutamia.

**UUDELLAEN LÄMMITETTY** Suomen viidennen reaktorin hanke kaatui 90-luvun alussa Vanhasen pontteen. Samalla heikkenivät myös opetuksen ja tutkimuksen panostukset, ja teollisuuden kiinnostus ydinvoimaa kohtaan alkoi hiipua. Ilman ATS:n vapaa-ajallaan puuhailleiden aktiivien panostusta olisi Ahon ja Vanhasen ydinvoiman vastainen akseli voinut tuhota kokonaan energjavaltaisen teollisuuden kaavailemat ydinvoimahankkeet. ATS:n piirissä pidettiin kuitenkin yllä opetusta ja tiedonjakoa. Tämä työ tuotti Young Generation (YG) toiminnan käynnistykseen ja mahdollisti ydinvoiman opetuksen jatkumisen tasokkaana usealla yliopistopaikkakunnalla.

**UUDELLAEN LÄMMITETTY** Suomen viidennen reaktorin hanke kaatui 90-luvun alussa Vanhasen pontteen. Samalla heikkenivät myös opetuksen ja tutkimuksen panostukset, ja teollisuuden kiinnostus ydinvoimaa kohtaan alkoi hiipua. Ilman ATS:n vapaa-ajallaan puuhailleiden aktiivien panostusta olisi Ahon ja Vanhasen ydinvoiman vastainen akseli voinut tuhota kokonaan energjavaltaisen teollisuuden kaavailemat ydinvoimahankkeet. ATS:n piirissä pidettiin kuitenkin yllä opetusta ja tiedonjakoa. Tämä työ tuotti Young Generation (YG) toiminnan käynnistykseen ja mahdollisti ydinvoiman opetuksen jatkumisen tasokkaana usealla yliopistopaikkakunnalla.

**UUDELLAEN LÄMMITETTY** Suomen viidennen reaktorin hanke kaatui 90-luvun alussa Vanhasen pontteen. Samalla heikkenivät myös opetuksen ja tutkimuksen panostukset, ja teollisuuden kiinnostus ydinvoimaa kohtaan alkoi hiipua. Ilman ATS:n vapaa-ajallaan puuhailleiden aktiivien panostusta olisi Ahon ja Vanhasen ydinvoiman vastainen akseli voinut tuhota kokonaan energjavaltaisen teollisuuden kaavailemat ydinvoimahankkeet. ATS:n piirissä pidettiin kuitenkin yllä opetusta ja tiedonjakoa. Tämä työ tuotti Young Generation (YG) toiminnan käynnistykseen ja mahdollisti ydinvoiman opetuksen jatkumisen tasokkaana usealla yliopistopaikkakunnalla.

70-luvun lopulla suomalaisten, venäläisten ja ruotsalaisten projekteissa tehokas päätöksenteko kiteytyi ajatukseen: ”Hyvä projektin johtaminen on kuin mäkihyppyä: ajoittain pitää olla kyky hypätä hyppyrin nokalta sumuun näkemättä alastulokohtaa ja laskeutua siitä huolimatta monttun nappialastulolla” – tämä voisi olla ohjenuora-

na nykyisinkin. Mäkihyppy ei vain ole ranskalaisen suosikkilaji.

Koko 80-luvun uuden kiiltävät neljä yksikköä tahkosivat sähköä nopeasti kasvavalle taloudellemme ja silloisen IVO:n johtajat valmistelivat – ihan ilman optioita – seuraavaa ydinvoimalaitosta. Uuden ympäristötietoisien neuvostoihmisen Tshernobylistä Ukrainassa vuonna 1986 valmistelemat sähköntuotantokokeet muuttivat tilanteen. Laitostyyppin turvallisuussuunnittelun puutteet ja kokeen johtajan päätös suorittaa myös fyysikköjen ylipyökimät osat kokeesta työnsi ydintekniikan hankeaikeet kiihtyvään alamäkeen. Maailman pahin ydinturma syytytti sinisen valon ja saastutti puoli Eurooppaa. Suomen hankkeet pysähtyivät ja naapurimme ruotsalaisten laaja ydinohjelma sai iskun, josta se ei toipunut koskaan.

**UUDELLAEN LÄMMITETTY** Suomen viidennen reaktorin hanke kaatui 90-luvun alussa Vanhasen pontteen. Samalla heikkenivät myös opetuksen ja tutkimuksen panostukset, ja teollisuuden kiinnostus ydinvoimaa kohtaan alkoi hiipua. Ilman ATS:n vapaa-ajallaan puuhailleiden aktiivien panostusta olisi Ahon ja Vanhasen ydinvoiman vastainen akseli voinut tuhota kokonaan energjavaltaisen teollisuuden kaavailemat ydinvoimahankkeet. ATS:n piirissä pidettiin kuitenkin yllä opetusta ja tiedonjakoa. Tämä työ tuotti Young Generation (YG) toiminnan käynnistykseen ja mahdollisti ydinvoiman opetuksen jatkumisen tasokkaana usealla yliopistopaikkakunnalla.

Vuosituhannen vaihtuessa ATS ponnisti uuden tutkitusti turvallisen ydinvoimalan puolesta. Tuhatluvun vaihto vahvisti myös ATS:n modernia ilmettä: onneksi vähemmän yökerhoissa ”viiveilevät” ydintekniikan naiset saivat juhlia seuran ensimmäis-

tä naispuolista puheenjohtajaa. Vuosikymmeni-  
en vieressä on ATS:n toiminta muutenkin kehitty-  
nyt. Seura on saanut verkkosivut ja monistenippu-  
na aloittanut ATS Ydintekniikka -lehti on muuntu-  
nut neliväriseksi tieteelliseksi julkaisuksi.

Nyt ATS:n työ jatkuu ja 40-vuotisjuhlat on pi-  
detty. Uusi projekti etenee välillä eteen ja välillä  
taaksepäin – liikkuu ja kuluttaa pääomia kuitenkin  
koko ajan. Aikatauluun takaisin pääseminen vaa-  
tisi jo ihmettä. Kannattaa kuitenkin muistaa erään  
uskonnollisen italialaisen ystäväni ajatus ihmees-  
tä ja ilmestyksestä: "Jos Neitsyt Maria saapuu pro-  
jektityömaalle tukemaan hiipuvaa uskoa projek-  
tin onnistumiseen – on kysymys ilmestyksestä. Jos  
ranskalainen projektipäällikkö saapuu työmaalle  
ja saa merkittävää parannusta aikaan aikatauluti-  
lanteessa – on kysymys ihmeestä." Luterilaisissa  
maissa ei ole ollut tapana uskoa kumpiinkaan.

**KASVIHUONEILMIÖN KIIHTYMINEN** lämpenevi-  
en merien vapauttaessa lisää hiilidioksidia on jo  
näkyvissä. Ympäristöystävällisten energiavaihto-  
ehtojen puute tuottaa kohta ydinvoiman uuden  
tulemisen myös Euroopassa. Tämän suunnan-  
vaihdon kynnyksellä pitää katsoa rohkeasti  
eteenpäin. Suhteet Japaniin, Kiinaan ja Etelä-Korea-  
an sekä Etelä-Amerikan nousuaan valmisteleviin  
suurtalouksiin on tunnusteltava kuntoon ennen  
ATS:n viidenkymmenen vuoden ikää. Nämä kasva-  
vat maat tulevat jatkossa satsaamaan yhä enem-  
män ydinvoimaan ja hyvien suhteiden ohella ne  
voivat tarjota myös konsulttityötä suomalaiselle  
ydininsinööreille. Vaikka samoille kavereille, jotka  
väännettyään Olkiluoto kolmosen omin käsin  
pystyyn rohkenevat tarttua mihin tahansa.

Olli Nevander  
Teollisuuden Voima Oy

# TAPAHTUMAKALENTERI

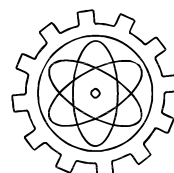
## ATS:n vuosikokous, 21.2.2007, Tieteiden talo, Helsinki

Tilaisuus alkaa klo 16.00.

Kutsu jäsenpostissa helmikuun alussa.

Lisätietoja:

Juha Poikolainen, VTT (juha.poikolainen@vtt.fi)



Lisätietoja kaikista ATS:n tapahtumista löytyy internetistä:  
[www.ats-fns.fi](http://www.ats-fns.fi)

# UUDET JÄSENET

## Varsinaiset jäsenet

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Mika Lehtonen<br>Fortum Nuclear Services                   | <input type="checkbox"/> Tom Lönnroth<br>Åbo Akademi                              |
| <input type="checkbox"/> Liisa Heikinheimo<br>Valtion teknillinen<br>tutkimuskeskus | <input type="checkbox"/> Sari Ojala<br>Posiva                                     |
| <input type="checkbox"/> Petri Holma<br>Teollisuuden voima                          | <input type="checkbox"/> Suvi Rein<br>Fortum Nuclear Services                     |
| <input type="checkbox"/> Kaisu Kannisto<br>Teollisuuden voima                       | <input type="checkbox"/> Vesa Tanskanen<br>Lappeenrannan<br>teknillinen yliopisto |
| <input type="checkbox"/> Sulo Luomala   |   |

## Nuoret jäsenet

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Jussi Huotilainen<br>FNS | <input type="checkbox"/> Mikko Paloneva<br>FNS   |
| <input type="checkbox"/> Antti Ketolainen<br>FNS  | <input type="checkbox"/> Heikki Suikkanen<br>LTY |
| <input type="checkbox"/> Piilvikki Lind<br>LTY    |  |

Suomen Atomiteknillisessä Seurassa oli 1.12.2006 pidetyn johtokunnan kokouksen jälkeen 660 varsinaista jäsentä ja 61 nuorta jäsentä eli opiskelijaa. Kunniajäseniä oli 12 ja kannatusjäseniä 17. Seuran jäseneksi pääse johtokunnan hyväksymällä hakemuksella. Hakemukseen tarvitaan kahden jäsenen suositus.

ATS:n jäsenhakemus internetissä:  
<http://www.ats-fns.fi/info/jasenhakemus.html>

SUOMEN  
ATOMITEKNILLINEN  
SEURA —

ATOMTEKNISKA  
SÄLLSKAPET  
I FINLAND ry



Palautus  
**Suomen Atomiteknillinen Seura**  
c/o VTT (Lämpömiehenkuja 3A)  
PL 1000  
02044 VTT

## **Kannatusjäsenet**

Alstom Finland Oy  
Fintact Oy  
Fortum Oyj  
Metso Powdermet Oy  
Patria Finavitec Oy  
Platom Oy  
Pohjolan Voima Oy  
Posiva Oy  
PRG-Tech Oy  
Pohjoismainen Ydinvakuutuspooli  
PrizzTech Oy  
Rados Technology Oy  
Saanio & Riekkola Oy  
Siemens Osakeyhtiö  
Teollisuuden Voima Oy  
TVO Nuclear Services Oy  
Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT

## **ATS internetissä:**

<http://www.ats-fns.fi>