

ATS

YDINTEKNIikka

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA –

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



4/2005

vol. 34

Tässä numerossa

Pääkirjoitus	
Teoriasta käytäntöön	3
Editorial	
Introduction of theory	4
Uutisia	5
VENÄJÄN EKSURSIO MATKA	
“...meille loisti valot Moskovan...”	6
Russki Standard – Polttoainetta venäläisittäin	9
Kurtshatov-instituutti – Atomipommista fuusiorekatoriin	11
Käynti Kalinin ydinvoimalaitoksella.....	14
COLUMN	
Atom for Peace	16
Voihan Venäjä!	18
Säteilevät Naiset keskustelivat energiantuotannon jätteistä	20
ATS-syysseminaari 2005	24
KOLUMNI	
Eihän Venäjällä kukaan vielä teehen ole tukehtunut	26
Tapahtumakalenteri ja seuran uudet jäsenet	27

ATS

4/2005, vol. 34

JULKAISIJA / PUBLISHER Suomen Atomiteknillinen Seura –
Atomtekniska Sällskapet i Finland ry.

ATS WWW www.ats-fns.fi

TOIMITUS / EDITORIAL STAFF

PÄÄTOIMITTAJA
DI Kai Salminen
Fortum Nuclear Services Oy
PL 100, 00048 Fortum
p. 010 453 3093
paatoimittaja@ats-fns.fi

ERIKOISTOIMITTAJA
TkT Eija Karita Puska
VTT Prosessit
PL 1604, 02044 VTT
p. 020 722 5036
eija-karita.puska@vtt.fi

ERIKOISTOIMITTAJA
DI Riku Mattila
Säteilyturvakeskus
PL 14, 00881 Helsinki
p. (09) 7598 81
riku.mattila@stuk.fi

TOIMITUSSIHTEERI
Minna Rahkonen
Fancy Media Ky
Uusi Porvoontie 857
01120 Västerskog
p. 0400 508 088
fancymedia@saunalahti.fi

ERIKOISTOIMITTAJA
TkL Jarmo Ala-Heikkilä
Teknillinen korkeakoulu
PL 4100, 02015 TTK
p. (09) 451 3204
jarmo.ala-heikkila@hut.fi

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

JOHTOKUNTA / BOARD

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

VARAPUHEENJOHTAJA
M.Sc. Lena Hansson-Lyyra
Fortum Nuclear Services Oy
PL 100, 00048 Fortum
p. 010 4535 361
lena-hansson-lyyra@fortum.com

SIHTEERI
DI Juha Poikolainen
VTT
PL 1000, 02044 VTT
p. 020 722 5057
sihteeri@ats-fns.fi

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

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

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

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

MUU TOIMINTA / OTHERS OFFICERS

YLEISSIHTEERI
Liisa Hinkula
VTT Prosessit
PL 1604, 02044 VTT
p. 020 722 5097
liisa.hinkula@vtt.fi

KANSAINVÄL. ASIOIDEN SIHT.
DI Satu Siltanen
Fortum Nuclear Services Oy
PL 10, 00048 Fortum
p. 010 453 2089
satu.siltanen@fortum.com

YOUNG GENERATION
DI Satu Siltanen
ks. Kansainväl. asioiden siht.

ENERGIAKANAVA
TkT Karin Rantamäki
VTT Prosessit
PL 1604, 02044 VTT
p. 020 722 6376
karin.rantamaki@vtt.fi

EKSKURSIOSIHTEERIT
DI Pekka Nuutinen
Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto
p. 02 8381 3224
pekka.nuutinen@tvo.fi

Tekn. yo Anu Turtiainen
Lpr teknillinen yliopisto
anu.turtiainen@lut.fi

VUODEN 2006 TEEMAT

1/2006
Kansallinen
ydinturvallisuus - YK3
Koulutus ja osaaminen

2/2006
Ulkomaisten laitoshankkeet,
jätehuolto ja loppusijoitus

3/2006
YG-numero

4/2006
Syysseminaari, ekskursio

ILMOITUSHINNAT

1/1 sivua 700 €
1/2 sivua 500 €
1/4 sivua 300 €

TOIMITUKSEN OSOITE

ATS Ydintekniikka
c/o Kai Salminen
Fortum Nuclear Services Oy
PL 100, 00048 Fortum
p. 010 453 3093
telefax 010 453 3403
toimitus@ats-fns.fi

Osoitteenmuutokset:
Liisa Hinkula /
Fujitsu-Siemens
VTT Prosessit
p. 020 722 5097
yleissihiteeri@ats-fns.fi

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

ISSN-0356-0473



Painotalo Miktor Ky



PÄÄKIRJOITUS

Teoriasta käytäntöön

Vastavalmistuneena insinöörinä olen viime kuukaudet harjoitellut teoriasta käytäntöön siirtymistä. Teoria ja käytäntö kohtaavat välillä ihan mukavasti, mutta joskus tulee mieleen, että ei kai tätä näin oltu suunniteltu. No eipä tietenkään, mutta eivät asiat omassa elämässäkään tapahdu niin kuin elokuvissa.

Eurooppalaiset sivistysvaltiot ovat todenneet, että "ilmastomme näyttää lämpenevän, kuinkahan maapallon nyt käy?". En ole henkilökohtaisesti tippaakaan huolissani siitä kuinka maapallon käy. Huolimatta teknisestä koulutuksesta, uskon luonnon kyllä korjaavan itse itsensä. Hiukkasen olen huolissani siitä, mahtaako ihmiskunta säilyä hengissä tuosta korjausliikkeestä.

Joka tapauksessa ilmaston muuttuminen on tosiasia ja sille on tehtävä jotakin, myös siellä sivistyneissä maissa. Varsinaista ratkaisua energiantuotannon ja kasvihuoneilmiön väliseen ristiriitaan ei ole löydetty, mutta nyt joku on kuitenkin tajunnut kaivaa ydinvoiman naftaliinista myös sivistyneissä maissa. Teoriassa ongelma on siis ratkaistu, mutta käytännössä ollaan päästy puheiden ja arvailujen asteelle.

Vähemmän sivistyneet valtiot ovat jo aiemmin todenneet, että huolimatta muiden maiden poliittisesta ilmapiiristä omaan maahan voi rakentaa hiilidioksidivapaata ja edullista ydinvoimaa. 60-luvun teoria ydinvoiman mahdollisuuksista erinomaisena energianlähteenä on uudelleen lämmitettynäkin mieluisampi kuin palaaminen kivikaudelle savunkatkuiseen luolamieselämään. Kehittyvien maiden ratkaisu on käytännönläheisempi kuin sivistyneiden maiden poliittinen debatti ydinvoiman hyödyistä ja haitoista. Kaupunkivihreän mielestä ei ydinvoimaloita edes tarvita, kun sähköä saa pistorasiasta... tai naapurimaasta.

Nokkelinta käytäntöä edustanee Kiinan valitsema tapa. Vaikka suunnitelmissa onkin nosta ydinvoiman osuus 4%:sta vain 20:een vuoteen 2020 mennessä, on laitosten rakentamistahti lähes sama kuin Ranskassa 70-80-luvuilla. Sitä paitsi ainakaan Jenkeillä, Venäjällä tai Ranskalla ei tunnu olevan mitään Kiinan ydinvoimasuunnitelmia vastaan.

Ekskursiokohteena olleella Venäjällä tuntuisi olevan kiinnostusta rakentaa uusia laitoksia ja osaamistakin näyttää olevan. Venäjän öljytuloista pitäisi teoriassa riittää jonkinmoinen siivu maan sähköntuotantokapasiteetin lisäämiseen, mutta jälleen käytäntö on hieman toista. Kalinin-4:n rakennustyöt ovat enemmän tai vähemmän jäissä rahapulan takia.

Energiapolitiikka on Suomessa ollut kautta aikojen käytännönläheistä. Tilanteisiin on reagoitu jälkikäteen katsoen melko nopeasti ja viisaasti. Kuitenkin viidennen yksikön lupaa saatiin odotella ensimmäisestä yrityksestä lähes kaksikymmentä vuotta. Sinä aikana sähköä tuotiin entisestä Neuvostoliitosta ja peruskuormaa ajeltiin välillä hiellelläkin. Toivottavasti muissakin Euroopan maissa tajutaan, että härkää on otettava sarvista viimeistään nyt.

Introduction of theory

Since I graduated month ago I have been applying theories that I learned in my studies to my present job. Somehow I have noticed that the theory doesn't always apply or things just wont work as it was supposed to work. I should not be surprised; it just doesn't work in real life.

All the civilized European countries have noticed that the climate change and the global warming are real phenomena. They are worried about what happens to the Earth when the climate changes. I am not worried about the Earth; it will take care of itself. I am worried about the mankind; will it survive when the Earth takes care of itself.

Anyway it is quite obvious to all of us that something must be done. The civilized countries didn't regard nuclear energy as an option since the very recent times but luckily somebody reminded them long enough so that now even the deafest politicians have noticed the option and part of global warming issue is solved. So, for now also Central Europe will go ahead with nuclear... in theory. However it is not quite probable that this applies.

Some other countries have decided to go for free nuclear despite the opposition of these civilized countries. Nuclear option was introduced in the 60's as carbon dioxide and later on also profitable way of producing electricity. For me, going for technology of 60's sound more familiar than going for smoky Middle Age by burning all possible stuff. But why should we build new nuclear plants, if your neighbour already has them?

China has decided to take the chance with nuclear. They are up to build forty new NPP's before 2020. The rate is almost the same as France had in 70's and 80's. They have applied the theory the praxis. As we noticed during the excursion to Russia, they are also interested in building new NPP's. In theory the have afford on it, as the their oil production cause cash flow from abroad. In praxis the construction of Kalinin-4 NPP has been cancelled due to lack of funding.

Finland's energy policy is regarded as rather logical. If something new has appeared, the actions have been taken quickly. However, the decision in principle to build the fifth unit was taken more than a decade after the first application. During those years electricity was imported from abroad and coal was used for producing base load. In my opinion also other European countries should do some more against global warning – if we don't want to get back to the Middle Ages.

■

EDITORIAL



IYNC2006:ssa yli 150 esitelmää

International Youth Nuclear Congress 2006 (IYNC2006) järjestetään Ruotsissa ja Suomessa 18.-23.6.2006. ATS:n ja Ruotsin YG:llä on konferenssin järjestämisessä suurin vastuu. Konferenssiin odotetaan yli 150 teknis-tieteellistä artikkelia ja yli 400 osallistujaa yli neljästäkymmenestä

maasta. Konferenssin teknisessä ohjelmassa on lisäksi 8 kutsuttua huipputason puhujaa. Tekninen ohjelma huipentuu 22. kesäkuuta, kun konferenssin osallistujat vierailivat Ölkiluodossa OL3:n rakentamista ja Posivan loppusijoitustutkimusta seuraamassa.

ATS Young Generation järjesti IYNC2006 syksyllä kilpailun jäsenilleen parhaasta teknisestä tiivistelmästä. Tiivistelmien korkea taso yllätti YG:n ydinryhmän. Ydinryhmä päätti palkita 6 tiivistelmää tukemalla kunkin kirjoittajan matkaa konferenssiin korkeintaan 750 eurolla. Parhaat palkitut konferenssiartikkelit julkaistaan lisäksi ATS Ydintekniikan syksyn 2006 YG-numerossa.

Lisätietoja IYNC2006:sta: Satu Siltanen, satu.siltanen@fortum.com

Jäsenkysely

ATS Ydintekniikasta
netissä

ATS Ydintekniikka -lehden toimitus on päättänyt kerätä jäsenistön mielipiteet lehdestä ja kerätä ehdotuksia lehden kehittämiseksi. Jäsenkyselystä saatavia tietoja käytetään lehden sisällön kehittämiseen ja linjan tarkistamiseen.

Kyselyyn pääset vastaamaan 1.-15.4.2006 seuran sivuilla internetissä osoitteessa:
www.ats-fna.fi/magazine/jasenkysely2006.html tai seuran pääsivulta:
ATS Ydintekniikka > Jäsenkysely.

Ölkiluodon uusi Vierailukeskus ja tiedenäyttely avattiin yleisölle

Ölkiluodon uusi vierailukeskus ja heurekaomainen Sähköä uraanista -tiedenäyttely avattiin tammikuun lopussa.

”Ölkiluodossa käy vuosittain yli kymmenen tuhatta vierasta. He haluavat lisätä tietämystään ydinvoimasta ja me puolestamme haluamme avoimesti kertoa heille toiminnastamme”, totesi toimitusjohtaja **Pertti Simola** avajaispuheessaan.

Kansanedustaja **Timo Kalli** arvioi juhlapuheessaan yleisen hyväksyttävyyden olevan avainasemassa ydinvoiman käytön tulevaisuuden kannalta. Hän uskoi, että TVO:n valitsema avoimien ovien politiikka kantaa hyvää hedelmää myös tulevaisuudessa. ”oskus sanotaan, että tieto lisää tuskaa, mutta mielestäni ydinvoimatiedon kohdalla käy päinvastoin. Tieto voi poistaa turhia huolia ja parhaimmillaan lisätä ymmärrystä”, Kalli totesi.

Vierailukeskuksen pääarkkitehti **Aki Alanko** totesi, että vierailukeskukseen esittäytyvät panoraamana yhtä aikaa TVO:n arvot ja konkretia: suojeltu luonto, merimaisema ja itse laitosalueen fasadi Ölkiluoto 3:sta tuulivoimalaan.

Vierailukeskuksen Sähköä uraanista -näyttelyn suunnittelusta ja valmistuksesta vastasi yhdessä TVO:n kanssa Tiedekeskus Heureka. Heurekan toiminnanjohtaja **Per-Edvin**



Perssonin mukaan uusi näyttely, yhteensä 35 näyttelykohdetta, on suurimpia Heurekan ulkopuolisille tahoille toteutettavia näyttelyitä.

”Heurekan näyttelyfilosofian ydin on tuottaa oivaltamisen iloa kaikille. Kävijä tutustuu elämyksellisesti itse kokeilemalla ja asioita yhdistelemällä usein vaikeinkin pidettyihin tieteellisiin aiheisiin. Uusi näyttely antaa hyvän faktopohjan ydinvoiman perusteiden ymmärtämiseksi”, Persson painotti.

Uuden vierailukeskuksen kerrosala on noin 2000 m³ ja rakennustilavuus on noin 11500 m³. Auditoriossa on noin 130 paikkaa.

Anneli Nikula



“...meille loisti valot Moskovan...”

Laulun sanoja mukaillen täytyy todeta, että Moskovan valot ovat todellakin kirkkaat – ainakin Kremlissä. Maan lähihistoriasta voisi päätellä, että jopa kirkkaammat kuin pitkiin aikoihin. Monet ihmiset tuntuvat olevan kohtalaisen tyytyväisiä niihin uudistuksiin, joita Putinin hallinto on ajanut maassa läpi. Neuvostoliiton hajoamisen jälkeen enemmän tai vähemmän hallitsemattomassa tilassa ollut maa on jälleen saamassa suurvalta-asemansa, jos se nyt sitä on koskaan menettänytään.



Tunnetusti suuri laiva kääntyy pientä hieman hitaammin. Kankeahko itäinen byrokratia nostaa päätänsä aina siellä täällä nyky-Venäjäläkin, eikä seurueemmekaan välttynyt paperisodan miinoilta. Hieman totuttomana paikallisiin tapoihin olin lähettänyt tarvittavia asiapapereita liian myöhään, ja kas kummaa kaikki vierailut eivät toteutuneetkaan. Toisaalta sopivia naruja vetelemällä näyttää homma toimivan melko helposti. Kaupallisilla perusteilla toimiva polttoainetehtas tuntuu tulkitsevan vierailijamääräyksiä hieman valtion hallinnoimia paikkoja löysemmin – lieneekö asiakassuhteilla merkitystä asiaan. Toisaalta kyse on myös jostakin ihan muusta: tuntuu olevan herttaisen yhdentekevää millaiset läystäkkeet olet täyttänyt tai jättänyt täyttämättä, kunhan tunnet oikeita henkilöitä. Moskovan lentokentällä ei muuten ole tietoaakaan vanhan hyvän ajan tiukoista tulli- ja

maahantulomuodollisuuksista. Passintarkastus sujuu melko mutkattomasti pienehköstä virkailijamäärästä huolimatta ilman ylimääräisiä harjoituskieroksia.

90-luvulla puhuttiin Aasian tiikereistä (tarkoitetaan lähinnä Malesiaa ja Singaporea), joiden talouskasvu oli jopa nykyistä Kiinaa hurjempaa. Venäjän talous on kehittynyt hieman maltillisemmin kuin näiden tiikereiden, mutta on selvää, että yli satamiljoonainen kansa on aikamoinen sisämarkkina, jos venäläiset yritykset sen osaavat hyödyntää. Liiketoiminnan kasvun ja entistä paremman työllisyystilanteen myötä myös tavallisilla ihmisillä alkaa olla varaa hankkia ”ylellisyystavaroita”, eivätkä kaupat ole tyhjillään. Eläkeläiset eivät tosin eläkkeellään paljoa saa ja siksi myös monet heistä käyvät päivätöissä.

Ulkomaille Venäjällä on myydä luonnonvaroja aina öljystä ja uraanista kul-

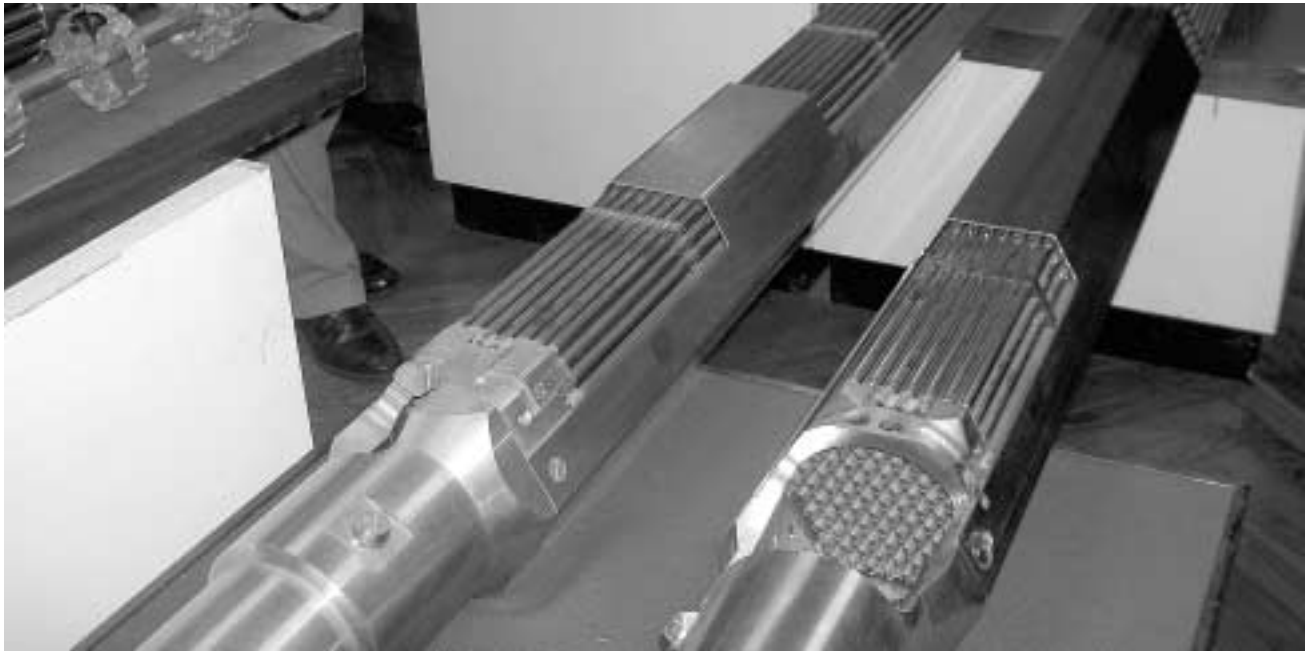
taan ja muihin jalometalleihin. Samalla kun omistajajärjestelyt vievät öljytuloja valtion suuntaan, näyttää valtiolla myös olevan mahdollisuus kehittää muitakin energiahuoltoa kuin öljynporausta. Näin uusien voimalaitosten suunnitteluun ja rakentamiseen näyttää olevan lisää rahaa. Toisaalta voimalaitosten valtiollisesta omistuksesta syntyy ongelmia: pankit eivät ole kovinkaan halukkaita antamaan valtiolle lainaa uusia laitoksia varten – ne kun katsovat, että valtion ollessa toimijana tuotto ei ole paras mahdollinen. Tämä ongelma on noussut esiin Kalinin 4-yksikön rakentajilla.

Raha ei tunnetusti Venäjällä oksilla roiku, ja kaiken näköisiä yrittäjiä riittää. Monet palvelut, joita Suomessa pidetään itsestään selvinä, eivät olekaan aivan selviä Venäjällä.

Pikaisesti luulisi tilausajobussin tarkoittavan jotakin muuta kuin Saksassa parhaat päivänsä nähnyttä Mersun



Ekskursion osallistujat TVEL:n polttoainetehtaalla. Osallistujat vasemmalta; Olavi Vapaavuori, Jukka Hautojärvi, Magnus Hanses, Ilari Aro, Tomi Koskiniemi, Antti Piirto, Ari-Pekka Kirkinen, ryhmän tulkki, Mika Harti, Pauli Kopiloff, Mr. Sannikov, Pekka Viitanen, Henrikki Häkkinen, Harry Lamroth, Anssu Ranta-aho ja Pekka Nuutinen.



TVEL:n valmistama VVER-440 polttoaine-elementti.

pikkubussia, mutta sellaisella kyllä ajelimme pitkin viikkoa ja maanteitä. Ensimmäinen yksilö oli jopa kuljettajan mielestä niin pelottavassa kunnossa, että sillä ei passannut lähteä ajamaan Moskovan ja Pietarin välistä sinällään kunnioitettavaa 700 km:n matkaa.

Kieltämättä kilinä, kolina ja jyrinä oli, jos ei nyt korva huumaavaa, niin ainakin pahaenteistä.

Tilanne jatkui torstai-aamuna paljon parempana: uudemman Mersun kone piti sekin ääntä, mutta huomattavasti miellyttävämpää ja vähäisempää kuin edel-

lisen. No, kaikki ilo loppuu aikanaan; lauantai-aamuna lähestyttäessä Novgorodia bussista irtosivat toisen puolen takarengaat. Ja eivätkä ihan nopeasti edes pysähtyneetkään, kuten ei myöskään bussi-parka tai sen ylväät matkustajat. Matkustajien ylpeys tosin oli hieinan koetuksella, sillä tapaus säikäytti perinpohjin, vauhtia oli kai kuitenkin 70 km/h. Kuski aloitti karanneiden renkaiden etsinnän ja muut ihmettelivät mahdollista jatkosuunnitelmaa. Kuski soitteli omaan toimistoonsa. Moskovassa kulemma tutkittiin asiaa. Ennen politby-

roon päätöstä näimme kuitenkin parhaaksi jatkaa matkaa paikallisella "Onni Vilkaalla". Vuorobussi poikkesi taas edellisistä kulkupeleistä, eikä välttämättä parempaan suuntaan. Joka tapauksessa Pietarissa oltiin tuntia ennen junan lähtöä, ja sillä sipuli.

Tässä vaiheessa on syytä kiittää **Vasili Kalinia** Venäjän Atomiteknillisestä Seurasta loistavasta tuesta ja avusta sekä ennen matkaa että matkan aikana. ■

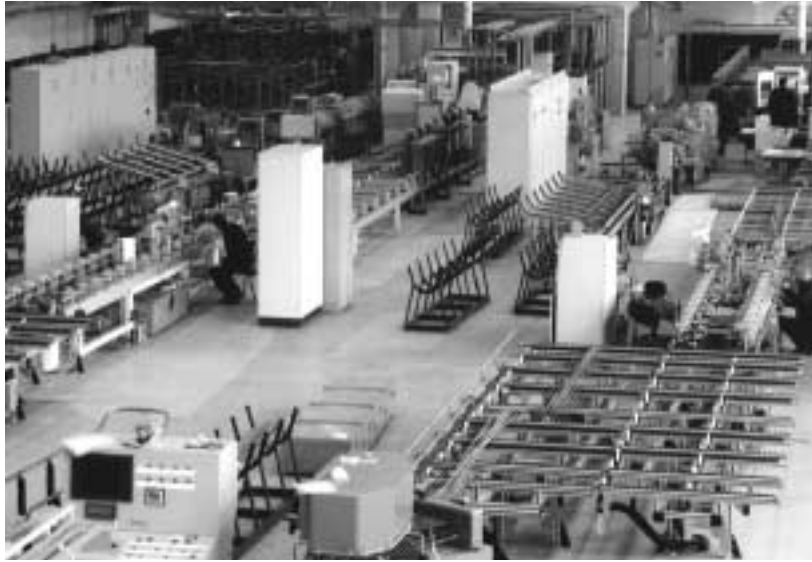


Linja-autossa ompi tunnelmaa, linja-autossa matka katkeaa...

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



Russki Standard – Polttoainetta venäläisittäin



Haikein mielen jätimme kolossaalisen neljästä 28 kerroksisesta talosta koostuvan betonin värisen hotellin taaksemme ja suuntasimme kulkumme pois Moskovasta. Hiukan yli kahden tuntia ja 60 kilometriä matkattuamme pikantti savusumun tuoksu tunkeutui nenäämme. Lähestyimme Venäjän teollisuuden kovaa ydintä. Suuntanamme oli kaupunki nimeltä Elektrostal ja TVEL-yhtiön polttoainetehdas, jossa tehdään muun muassa Loviisan VVER-440 polttoaine-elementtejä.

Aloitimme tutustumisen tehtaaseen museosta, josta saattoi kirjaimellisesti aistia aidon neuvostoimperiumin tuoksun ja mahdin. Kokemusta vahvistivat myös seinillä roikkuvat Leninin liput. Kontrasti tehtaaseen valmistamaan huipputekniikkaan oli ilmeinen ja näkyvä.

Nykyinen polttoainetehdas aloitti toimintansa vuonna 1917 ammustehtaan. Ensimmäiseen maailmansotaan ei ammuksia kuitenkaan ehditty toimittaa. Toisessa maailmansodassa tehtaalla oli tärkeä rooli Neuvostoliiton asemahdin rakentamisessa. Tehtaan tuotantoa ei

pysäytetty edes silloin, kun natsi-Saksan panssarit kolkuttelivat Moskovan portteja. Toisen maailmansodan aikana tehdas tuotti noin 80 eri ammustyyppiä, joita toimitettiin rintamalle ällistyttävät 200 junavaunullista päivässä.

Sodan keskivaiheilla alkoi ammustehtaan uusi tulevaisuus. Neuvostoliitto käynnisti ydinohjelmansa, ja ohjelmaan liitettiin myös Elektrostalin ammustehdas. Sodan loppupuolella Kurchatov-instituutissa käynnistettiin Neuvostoliiton ensimmäinen tutkimuskäyttöön tarkoitettu ydinreaktori, johon TVEL toimitti polttoaineen.

Toisen maailmansodan päättyessä USA oli jo ydinasevalta. Neuvostoliiton tavoitteena oli hankkia pikaisesti ydinase, ja Elektrostalin ammustehtaan rooli oli merkittävä ydinaseiden tuotantoon tarvittavien materiaalien valmistuksessa. Vuonna 1956 TVEL toimitti polttoainetta Neuvostoliiton ensimmäiseen reaktoriin, jonka pääasiallinen tarkoitus oli tuottaa plutoniumia ydinaseisiin. Samana vuonna toimitettiin myös ensimmäiset polttoaine-elementit ydinkäyttöiseen sukellusveneeseen.

60-luvulle tultaessa ydinenergiassa nähtiin suuri potentiaali energiaon-

gelmien ratkaisijana. Tuolloin Elektrostalista toimitettiin polttoainetta myös moniin tutkimusreaktoreihin. 60-luvulla alkaneen kehityksen seurauksena TVEL:stä on kasvanut suuri VVER- ja RMBK- laitosten polttoainetoimittaja, joka vastaa pääosasta näiden reaktori-tyyppien polttoaineen tuotannosta. Tehdas tekee polttoainetta myös Venäjän ainoaan nopeaan hyötyreaktoriin ja muihin pienempiin ydin sovellutuksiin.

TVEL:n markkinaosuus maailmanmarkkinoista on noin 17 %, josta pääosa muodostuu 56 kaupallisesta reaktorista. Polttoainetta valmistetaan nykyään kahdessa eri tehtaassa, joista toinen on Novosibirskissä. Uraani toimitetaan tehtaalle väkevöitynä uraaniheksafluoridina, josta lopputuotteena syntyy valmis polttoaine-elementti. Polttoaineen raaka-aineena käytetään myös jälleenkäsiteltyä uraania.

Polttoainesauvojen valmistus

Ekskursiomme ensimmäisenä kohteena oli kokoonpanolinja, jossa valmistetaan polttoainesauvoja VVER-1000 laitoiksiin. Siemensin toimittamalla täysin automatisoidulla linjalla sauvat liikkuvat vaiheesta toiseen, kunnes lopputuotteena on valmis polttoainesauva. Elektrostalin tehtaalle polttoainepelletit saapuvat Novosibirskin tehtaalta.

Ensimmäisessä vaiheessa zirkoniumista valmistetut suojakuoret leikataan nimellismittaansa ja puhalletaan paineilmalla puhtaaksi. Tämän jälkeen suojakuoren toinen pää suljetaan hitsaamalla siihen tulppa. Hitsauksen laatu tarkastetaan ultraäänellä.

Seuraavana on vuorossa polttoainepellettien asettaminen suojakuoreen. Lisääminen tapahtuu täristämällä sauvaa, jolloin polttoainepelletit liukuvat sauvan koko pituudelle.

Sauvan latauksen yhteydessä mahdollisesti irronneet pienet polttoainehiukaset ja muut epäpuhtaudet imetään alipaineella pois sauvasta. Tämän jälkeen

sauva paineistetaan heliumilla 21 barin paineeseen ja sauvan auki olevaan päähän hitsataan tulppa. Hitsauksen tiiveys tarkastetaan jälleen ultraäänellä. Tämän jälkeen sauva pintakäsitellään ja päiden hitsit jälkikäsitellään kuumentamalla.

Polttoaine-elementtien kokoaminen

Toisena kohteena oli VVER-440 tyyppisten laitosten polttoainesauvoista muodostuvan polttoaine-elementtien kokoonpanolinja. Iloisena yllätyksenä löysimme esillä valmiita polttoaine-elementtejä, jotka olivat matkalla Loviisan voimalaitokselle. Elementit olivat tyyppiä, josta kotelo voidaan siirtää pois mahdollistaen helpommat käytettyjen polttoainesauvojen tarkastukset.

Elementtien kokoonpano alkaa polttoainesauvojen purkamisella kuljetusastiasta. Sauvat nostetaan pystysuoraan asentoon, jonka jälkeen aloitetaan sauvojen kemiallinen käsittely. Käsitteilyn tarkoituksena on muodostaa sauvan pinnalle suojaava oksidikerros. Tämän jälkeen sauvojen päähän asetetaan muovinen nuolenkärjen muotoinen muovikapale, joka on halkaisijaltaan hiukan suurempi kuin polttoainesauva. Muovin tarkoituksena on helpottaa sauvan asennusta heksagonaaliseen elementteihin, jotka toimivat polttoainenipun runkona. Lopulta sauvat työnnetään yksitellen käsin elementtiin.

Jokaisen yksittäisen polttoainesauvan viivakoodi luetaan ja sauvan paikka polttoainenipussa merkitään tietokantaan sauvan jäljitettävyyttä varten.

Tämän jälkeen seuraa elementin ylä- ja alapään kiinnitys. Lopuksi elementti nostetaan noin 10 metrin päähän, jossa asennetaan zirkoniumkotelo. Kotelo asennetaan nostamalla kotelo alhaalta elementtiin, minkä jälkeen kotelo ruuvataan kiinni. Kotelon yläpään ruuvien kiinni pysyminen varmistetaan tyssäämällä ruuvien kannat ja kotelon alapään ruuvien kiinni pysymien varmistetaan

”hitsitäpeillä”. Tämän jälkeen polttoaine-elementit ovat valmiita lastattavaksi kuljetuskoteloihin ja kuljetettavaksi laitoksille.

Jäähvyäiset

Kolmantena kohteena oli tehtaan ruokala, jossa perinteiseen venäläiseen tapaan kilisteltiin Russki Standard -vodkaalla täytettyjä laseja suomalais-venäläiselle yhteistyölle, hyvälle tehdaskierrokselle sekä kaikelle muulle maan ja taivaan välissä.

Kiitos TVELin avoimuuden pääsimme paikkoihin, joihin ei vierailijoilla olisi ennen ollut mitään asiaa. Kun laitoskierroksen isäntä oli vielä erittäin ystävällinen ja vastasi kattavasti kaikkiin kysymyksiimme, jäi iskuryhmällemme hyvä maku vierailusta. Ainoana kummallisuutena voidaan mainita vain itse tehdasrakennukset, joista ryhmämme lintubongari onnistui bongamaan linnun. Tosiaankin, Elektrostalissa valmistetaan polttoaine-elementtejä venäläiseen tapaan.

■





Kurtshatov-instituutti – Atomipommista fuusioreaktoriin

ATS:n vierailukohde Moskovassa 12.10.2005 oli Kurtshatov-instituutti (Russian Research Centre "Kurchatov Institute"). Alun perin nimellä I. V. Kurchatov Institute of Atomic Energy tunnettu organisaatio perustettiin II maailmansodan aikana ratkaisemaan ydinaseiden valmistukseen liittyvät ongelmat. Ensimmäisen johtajansa Igor Kurtshatovin nimeä kantava instituutti on Venäjän johtava ydintutkimuskeskus, jolla on ollut merkittävä osa Venäjän sotilaallisen ja rauhanomaisen ydintekniikan kehityksessä. Tutkimuskeskuksen alueella sijaitsee kymmenen tutkimusreaktoria sekä kokeellisia laitoksia, joissa on valmiudet vaarallisten aineiden kuten käytetyn polttoaineen käsittelyyn. Tutkimuskeskuksessa tehdään merkittävää kiinteän olomuodon fysiikan ja kemian tutkimusta ja monet tuntevat instituutin myös siellä kehitetystä tokamak-fuusioreaktorista.

Moskovan liepeillä sijaitseva Kurtshatov-instituutti on Venäjän johtava ydintutkimuskeskus ja ydintekniikan strategisen suun-

nittelun keskus. Se on mukana kansainvälisessä tutkimuksessa teoreettisen ja kokeellisen ydin- ja fuusiotekniikan alalla.





Igor Kurshatovin asunto toimii nykyisin museona.

Kurshatov-instituutin 14 eri laitoksessa työskentelee 5300 ihmistä, joista tiedemiehiä on 2200, insinöörejä 1400 ja loput ovat teknikkoja ja muita työntekijöitä. Pelkästään reaktoriteknikan laitoksessa (Institute of Nuclear Reactors) työskentelee noin 1500 ja fuusiotekniikan laitoksessa (Institute of Nuclear Fusion) noin 1000 henkilöä. Vuosittain instituutissa käy noin 2200 vierasta ja 600 laitoksen tiedemiestä vierailee joka vuosi ulkomailla.

Tutkimuslaitos perustettiin yksinomaan sotilaallisten päämäärien toteuttamiseksi. Nykyään laitoksessa tehtävä tutkimus keskittyy turvallisen ja ympäristöstävällisen energiantuotannon kehittämiseen. Kurshatov-instituutti on suoraan Venäjän hallituksen alainen ja sen johtajan nimittää pääministeri.

Instituutin toimintaa rahoittaa teollisuus-, teknologia- ja tiedeministeriö, mutta julkinen rahoitus käsittää vain noin 15% kustannuksista. Loput rahoituksesta tulee kansainvälisistä projekteista ja kaupallisesta toiminnasta.

Plutoniumia pommiin

Vuoden 1942 kuluessa Stalin oli saanut viitteitä Saksassa, Britanniassa ja

USA:ssa tapahtuneesta nopeasta kehityksestä ydinaseiden valmistamiseksi. Se antoi virikkeen ydinenergiatutkimuksen aloittamiseksi sotilaallisiin tarkoituksiin. Käännekohtaksi muodostui kuitenkin vasta Hiroshiman ja Nagasakin pommitukset kesällä 1945, jotka antoivat lopullisen syyksen ja vapauttivat resurssit ydinaseen valmistamiselle Neuvostoliitossa.

Kuitenkin jo vuonna 1943 Neuvostoliiton puolustusvaliokunnan päätöksellä perustettiin pienimuotoinen tutkimusohjelma, jonka johtoon nimettiin nuori fyysikko **Igor V. Kurshatov**. Samalla joukko fyysikoita, joista suuri osa oli tehtävissä rintamalla, koottiin yhteen. Tutkimusohjelma tähtäsi ketjureaktion tuottamiseen, isotooppien separointiin, ja uraani- ja plutoniumpommiin rakentamiseen.

Kurshatov laati kesällä 1943 ehdotuksen plutoniumin tuotantoon suunnitellun F-1-tutkimusreaktorin rakentamiseksi. Ehdotus käsitti maan alle rakennettavan uraani-grafiittihilan. Metallisen uraanin ja erittäin puhtaan grafiitin tuottamiseksi olevaa teknologiaa ei kuitenkaan ollut saatavilla ja ensimmäiset yritykset puhtaan reaktoriin kelpaavan grafiitin tuottamiseksi epäonnis-

tuivat. Materiaaliongelmia viivyttivät reaktorin rakentamista kolme vuotta.

Vasta sodan päättymisen jälkeen kyettiin valmistamaan reaktorin edellyttämää metallista uraania saksalaista teknologiaa käyttäen. Uraani tuotiin Saksasta ja siitä valmistettiin polttoainetta läheisellä Electrostalin polttoainetehtaalla.

F-1 saatiin valmiiksi 25.12.1946. Reaktorilla ajettiin korkealla teholla plutoniumin tuottamiseksi tutkimustarkoituksiin. Se toimi esikuvana plutoniumin tuotannolliseen käyttöön rakennetuille reaktoreille ja sillä testattiin niihin ladattavien uraani- ja grafiittimateriaalien puhtautta. Sen avulla määritettiin myös sydämen optimaalinen hilaväli.

Ensimmäinen Tseljabinsk-65:n viidestä Pu-239:n valmistamiseen suunnitellusta tuotannollisesta reaktorista käynnistyi vuonna 1948. Se oli F-1:n tapaan grafiittihidasteinen luonnonuraanilla toimiva reaktori.

Tämän jälkeen Neuvostoliitto aloitti hyvin pian ydinkokeet, joista ensimmäinen, RSD-1:n räjäytys, tehtiin onnistuneesti elokuussa 1949. Neuvostoliiton ensimmäinen vetypommikoe tehtiin vuonna 1953. Maailman ensimmäinen sähköverkkoon kytketty ydinvoimala valmistui Obninskiin vuonna 1954 ja ensimmäinen ydinsukellusvene Leninsky Komsomol (K-3) vuonna 1959.

F-1: Maailman vanhin toimiva reaktori

ATS:n 14 hengen ryhmä pääsi vierailemaan F-1-reaktorilla. Reaktorin valvomo sijaitsee muutaman metrin maanpinnan alapuolella ja käynti sinne tapahtuu portaita pitkin maan päällä sijaitsevasta pienestä rakennuksesta. Itse reaktori on sijoitettu valvomon lattiatason alapuolelle 7 metrin syvyyteen maan pinnasta, ja sinne johtaa kapea jyrkkä käytävä.

Reaktorisydän on koottu suorakaiteen muotoisista grafiittipaloista. Reaktorisydämen halkaisija on noin 6 m ja sitä ym-

päröi metrin paksuinen heijastin, joka on rakennettu samanlaisista grafiittipaloista kuin itse sydän. Reaktorissa on uraania noin 48 t ja grafiittia yhteensä 436 t. Reaktorin huipputeho on 24 kW ja negatiivinen lämpötila- ja tehokerroin tekevät siitä helposti hallittavan. Anosnopeus reaktorihuoneessa oli noin 1,0-1,5 mSv/h.

F-1 muistuttaa merkittävästi E. Fermi Chicagossa vuonna 1942 rakentamaa CP-1-reaktoria. Aiheellisesti on kysytty, missä määrin F-1 oli neuvostoliittolaisten oma aikaansaannosta ja kuinka suuri osa reaktorin parametreista oli vakoilemalla saadun informaation tulosta.

F-1 on edelleen käytössä ja se on maailman vanhin toimiva reaktori. Sydämeen ei ole lisätty polttoainetta alkulatauksen jälkeen ja nykyisen latauksen on arveltu riittävän vielä 300-700 vuodeksi. F-1-reaktoria on käytetty ja käytetään edelleen tiettyjen reaktorifysikaalisten vakioiden määrittämiseen. Reaktorista saatavaa suhteellisen voimakasta neutronisuihkua on hyödynnetty materiaalitutkimuksissa ja tutkittaessa säteilyn biologisia vaikutuksia.

Nykyään reaktoria käytetään lähinnä detektorien kalibroimiseen. Vierailun aikana meneillään oli ukrainalaisten antureiden testaus.

Fuusiotutkimusta tokamakeilla

Kurtshatov-instituutti on keskeinen magneettiseen koossapitoon perustuvan fuusion ja plasmafysiikan tutkimuslaitos. Aluksi kontrolloidun fuusion ja plasman tutkimus käsitti erilaisia suuntia, joihin tokamak-tyyppisten laitteiden lisäksi kuuluivat magneettiset peilit ja pinnelaitteet. Nykyisin etusijalla ovat magneettiseen koossapitoon perustuvat tokamak-reaktorit, jotka on kehitetty alun perin **I. Tammin** ja **A. Sakharovin** ideoiden pohjalta.

Ensimmäinen tokamak-tyyppinen laite TMP valmistui Kurtshatov-insti-



Maailman vanhin toimiva reaktori F-1.

tuutissa v. 1955. Sen jälkeen instituutissa on tehty kokeellista tutkimusta useilla eri tokamak-reaktoreilla. Nykyistä vuonna 1989 valmistunutta suprajohtavaa T-15-koereaktoria on käytetty muun muassa plasman eri kuumennusmenetelmien testaamiseen.

T-15:n modernisoinnissa suprajohtavat materiaalit korvataan resistiivisillä ja reaktorista muokataan Ranskaan suunniteltavan ITER-koelaitteen pikkuveli T-15M:n plasma olisi kooltaan noin neljäsosa ITER:n plasmasta. Näin T-15M-reaktorissa voitaisiin simuloida ITER:n olosuhteita. Kurtshatov-instituutissa tehdään myös paljon teoreettista fuusiotutkimusta.

Venäjän ydinenergiastrategia

ATS:n ekskursioryhmälle tarjottiin kahvit Kurtshatov-instituutissa. Venäjän Atomiteknillisen Seuran puheenjohtajana vuodesta 1981 toiminut **Andrei Gagarinski** kertoi Kurtshatov-instituutista ja vastaili vierailijoiden esittämiin kysymyksiin.

Kurtshatov-instituutti on merkittävässä osassa Venäjän ydinenergiastrategian määrittämisessä toimien pääosin

energiaministeriön ja Rosenergoatomin teknisenä apuna. Muun muassa kaikki Venäjällä käytössä olevat ydinalan normit (standardit ja määräykset) on kehitetty Kurtshatov-instituutin johdolla.

Tulevaisuuden suuntaviivat

Millaisia ovat Venäjän ydinenergian tulevaisuuden suuntaviivat?

Gagarinskin mukaan Venäjän yhteiskunnallinen tilanne on rauhoittunut ja muuttunut suopeammaksi ydinvoimaa kohtaan. Hän luetteli tulevaisuuden tavoitteista seuraavia kohtia:

- 1) Rakenteilla olevien ja uusien VVER-1000 reaktorien valmistuminen. Näitä ovat esimerkiksi Balakovo-5/-6, Kalinin-4, Kursk-5 ja Rostov-1/-2. Tarkoitus on rakentaa ainakin yksi laitosyksikkö valmiiksi kahden vuoden kuluessa.
- 2) VVER-1500 reaktorin suunnittelun loppuun saattaminen vuoden 2007 kuluessa. Päätökseen vaikutti osaltaan myös VVER-1000-laitoksen häviäminen OL3-tarjouskilpailussa EPR:lle.
- 3) Uuden lauttareaktorin kehittäminen ja rakentaminen.
- 4) BN-800 hyötöreaktorin suunnittelu ja rakentaminen. Hyötöreaktorin jäähdytteeksi harkitaan natriumia tai lyijyn ja vismutin seosta.
- 5) Suljettu polttoainekierto.
- 6) Korkean lämpötilan kaasujäähdytteiset reaktorit ja vedyn tuotto.

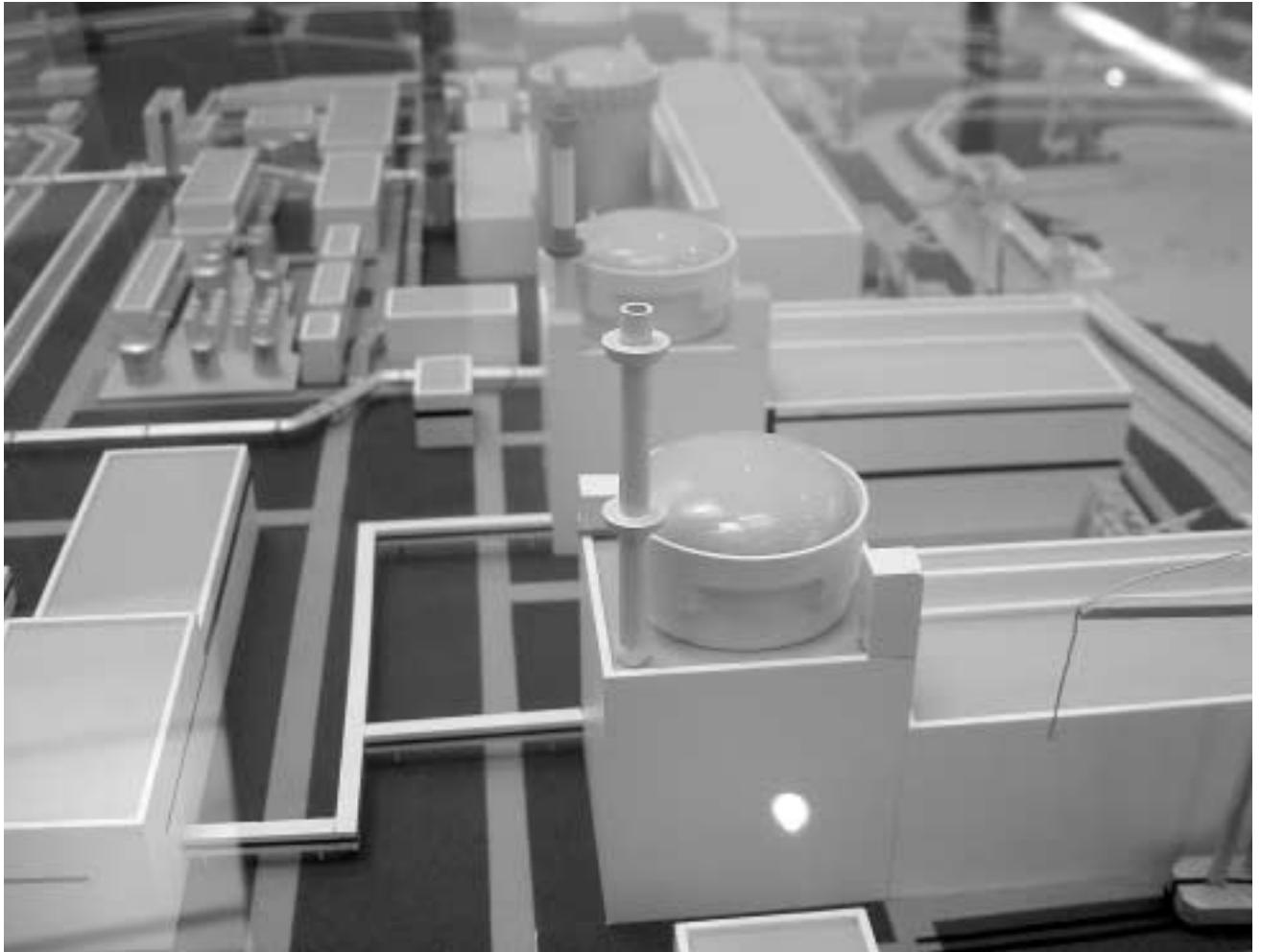
DI Anssu Ranta-aho
Tutkija
Ydintekniikka
VTT Prosessit
anssu.ranta-aho@vtt.fi



DI Tomi Koskiniemi
Tarkastaja
Säteilyturvakeskus
tomi.koskiniemi@stuk.fi



Käynti Kalinin ydinvoimalaitoksella



Mielenkiintoisen ekskursiomme viimeinen kohde oli Kalinin ydinvoimala. Perjantaiamuna 14.10 otimme suunnan majapaikastamme Tveristä kohti Udomljaa, joka sijaitsee Moskovan ja Pietarin välillä, noin 150 km päässä Tveristä. Laitokselta kertyy matkaa Moskovaan noin 330 km ja Pietariin 400 km.

Laitosalue on Udomlja järven etelärannalla ja on kooltaan 287 hehtaaria. Alueelle on suunniteltu tehtävän neljä VVER-1000-tyyppistä 1000 MW:n painevesilaitosta. Ensimmäinen rakennusvaihe aloitettiin kahden yksikön rakentamisella vuonna 1975.

Tuolloin Udomlja oli pieni maataloudesta toimeentulonsa saanut kylä, jossa asukkaita oli n. 5 000. Ydinvoimalaitosten rakentamisen ja käytön tarvitsemien palvelujen ja henkilöstön myötä kaupungin asukasluvu on kasvanut, ja nykyään se on n. 33 000.

Välillä kaupungin nimi oli Kalinin, mutta 1990 se palautui Udomnajaksi. Ensimmäinen rakennusvaihe toteutui niin, että Kalinin 1 -yksikkö otettiin käyttöön toukokuussa 1984 ja Kalinin 2 -yksikkö joulukuussa 1986. Toiseen rakennusvaiheeseen kuului myös kahden

yksikön rakentaminen, ja sen käynnisty kolmosyksikön rakentamisen aloituksella vuonna 1984.

Yksikkö oli tarkoitus ottaa käyttöön vuonna 1989. Tshernobylin onnettomuuden seurauksena laitossyksikön rakennustyö hidastui kun turvallisuusvaatimuksia ja ympäristöasioita jouduttiin käsittelemään uudelleen. Kun Neuvostoliitto lakkasi olemasta ja Venäjällä tapahtui tuotannon romahdusmainen lasku ja talouden kriisi, niin kolmosyksikön rakennustyö keskeytettiin vuonna 1991.

Kolmosen rakennustyötä päätettiin jatkaa vuonna 2000, tällöin koko projektisuunnitelma oli käsitelty uudelleen ottaen huomioon mm. muuttuneet ydin-, säteily- ja paloturvallisuusvaatimukset sekä toiminnan ekologiset ja turvajärjestelyjen asiat.

Kalinin 3 -yksikkö kytkettiin verkkoon joulukuussa 2004 ja se aloittaa kaupallisen toiminnan vielä tämän vuoden aikana. Neljäs yksikkö on rakenteilla ja se otetaan käyttöön vuonna 2010.

ATS:n vierailussa Kalinin laitokselle keskityttiin esitelmään kuunteluun ja keskusteluihin laitoksen vierailukeskuksessa, joka on Udomljan kaupungissa. Keskuksen tarkoituksena on toimia erilaisten konferenssien ja tapaamisten pitopaikkana, sekä lisätä yhteistyötä kansalaisten ja ydinvoimalan välillä. Keskuksessa on hyvä VVER1000:n pienoismalli.

Ensin tutustuimme keskuksessa olevaan näyttelyyn, jossa on esitellä voimalan ja alueen historiaa, tilannetta nyt ja tulevaisuudessa.

Tämän jälkeen siirryimme auditorioon kuulemaan varapääinsinöörin **Igor Bogomolovin** esitelmää Kalinin 3 -yksikön parannuksista sekä käyttöönotto-toiminnasta ja sen aikana saaduista kokemuksista.

Bogomolov esitteli avoimesti laitossyksikön käyttöönotkokokemuksia. Esitelmä oli erittäin kattava ja siitä saatiin myös kopio sähköisessä muodossa (78 kalvoa; 82 MB).

Kalinin 3-yksikössä on paljon teknisiä parannuksia verrattuna ensimmäiseen ja toiseen yksikköön. Isot komponentit ovat pääosin samanlaisia kuin aiemmissa yksiköissä, tärkeät muutokset on tehty laitoksen suojaus- ja hätäjärjestelmiin.

Bogomolovin kertoi, että muuttuneiden turvallisuusvaatimusten vuoksi tehdyssä suunnitelmien uudelleen arvioinnissa todettiin laitossyksikön alkuperäisessä suunnittelussa 162 poikkeamaa.

Näistä 132 poikkeama on korjattu rakentamisen ja 10 koekäytön aikana. Loput 20 poistetaan tulevaisuudessa koekäytön ja käytön aikana. Poikkeamien käsittelystä on sovittu Rostech-nadzorin kanssa.

Ensimmäisen sukupolven VVER1000 -laitoksiin verrattuna Kalinin 3 -yksikön reaktorin polttoaine-elementit ja sydän on suunniteltu uudelleen, neutronivuo on nyt tasaisempi.

Laitoksen paloturvallisuutta on parannettu kun turpiinilla käytetään uudentyyppistä öljyä (Fyrquel-L) ja kytkinlaitosten katkaisijat on uusittu paloturvallisuuden kannalta paremmiksi. Laitoksella on tehty myös muutoksia järjestelmien ja laitteiden fyysisen erottelun ja suojauksen parantamiseksi. Radioaktiivisten aineiden käsittelyä ja suodatinjärjestelmiä on parannettu säteilyannosten ja päästöjen ja pienentämiseksi.

Muilta yksiköiltä saadun käyttökokeiden vuoksi on kolmosyksikölle aiemmin asennettu turbiini purettu ja tilalle on vaihdettu toisen toimittajan turbiini. Kuitenkin 6.12.04 tehdyssä turbogeneraattorin TG3:n koekäytössä oli siinä esiintynyt epänormaalia värähtelyä.

TG3 jouduttiin tasapainottamaan ja akseli-linjausta korjaamaan, minkä vuoksi TG3:lle tehtiin mm. 14 käynnistystä ja koekäyttöä, ennen kuin ongelma oli ratkaistu lähes kokonaan ja koekäyttö voitiin hyväksyä 15.12.

Kommentin mukaan turbogeneraattori TG3 oli hyväksyttävissä, mutta ei hyvä. TG3:n korjausten jälkeen Kalinin 3-yksikön koekäyttöä jatkettiin 16.12, jolloin V.Putinin läsnä ollessa laitos kyt-

kettiin Venäjän sähköverkkoon. Laitossyksikkö ei pysynyt sillä kertaa verkossa kauaa, koska samana päivänä tuli turbiinipikasulku.

Merkittävä laitosparannus on automaation uusinta – sen suunnitelma hyväksyttiin vuonna 2002. Aiemmin asennetut laitteet ja valvomo purettiin ja uudet asennettiin vuonna 2003. Automaatio on rakennettu Venäjällä Siemensin "Teleperm" lisenssillä. Esittelijä kertoi että kaikki laitteet ovat Venäjällä tehtyjä. Varaosissa on sekä venäläistä että läntistä osaa.

Laitoksen ohjaukset valvomosta suoritetaan näyttöpäätteiltä lukuun ottamatta turvallisuusjärjestelmiä, joiden ohjaus on muista järjestelmistä riippumattonta ja tehdään valvomosta erillisiltä paneeleilta. Käyttöönoton ja koekäytön yhteydessä todettiin automaatiojärjestelmän johdosta noin 530 poikkeamaa, mistä johtuen automaatio on ollut kriittisellä linjalla.

Käyttöönotto toteutettiin suunnitelmallisesti vaiheittain ensin laita- ja järjestelmätasolla, jonka jälkeen tehtiin hydrauliset kokeet. Reaktorilaitoksen pesut ja huuhtelut sekä suojarakennuskokeet, jotka olivat viimeinen vaihe ennen laitausta. Reaktori ladattiin ensimmäisen kerran lokakuussa 2004 ja kriittisyys saavutettiin 6.12.04. Latauksen aikana yksi polttoainenippu pääsi kosketta toista nippua, jolloin se vaurioitui ja sitä ei voitu asentaa paikalleen reaktoriin. Se jouduttiin lähettämään korjattavaksi valmistajalle, jossa sen päätyosa ja seitsemän sauva vaihdettiin.

3-yksikön koekäyttö jatkui helmikuuhun 2005 asti ongelmitta. Tämän jälkeen kolmosyksiköille primääripiirin aktiivisuustaso alkoi nousta. Reaktoria käytettiin 97 päivää täydellä teholla ennen heinä-elokuussa 2005 tehtyä laitoksen tarkastuskesäkokousta, jossa reaktori purettiin ja polttoaineelle tehtiin perusteellinen vuoto-testiä.

Vuodon paikantaminen oli tavallista vaikeampaa, mutta usealla menetelmällä tehtyjen tarkastusten tuloksena löytyi

yksi vuotava nippu, joka vaihdettiin. Esittelijä mainitsi, että polttoaineen laatu ei aivan ole läntisellä tasolla.

Seisokin jälkeen primääripiirin aktiivisuustason kerrottiin palautuneen normaaliksi; 94 % seisokkia edeltäneestä tasosta oli poistunut. Koekäytössä on 16.12.2004 jälkeen laitossyksiköllä tapahtunut 16 häiriötä, joiden tarkka kuvaus ja merkitys jäivät esitelmän yhteydessä osittain selvittämättä. Näistä kaksi johti virheelliseen reaktoripikasulkuun.

Käyttöönoton aikana höyrystymien ja paineistimen varoventtiileissä oli ongelmia, joiden laadusta ei tilaisuudessa saatu täyttä selvyyttä tulkkauvaikeuksien vuoksi. Esittelijän mukaan vastaavia ongelmia on ollut myös muiden laitosten samanlaisissa laitteissa, mutta nyt varoventtiilit on saatu teknisesti kuntoon. Ikäviin käyttöönnoton tapahtumiin kuului myös yhden pääkiertopumpun vikaantuminen. Syynä oli koekäytön aikana apujärjestelmässä tapahtunut vuoto, josta vesi pääsi pääkiertopumpun moottoriin mikä meni oikosulkuun ja vaurioitui.

Kalinin laitossyksiköt käyttävät jäähdytyksessä luonnontilaisten Udomlja ja Pesivo järvien vettä jäähdytyksessä. Udomljan pinta-ala on noin 10 km² ja Pesivon 6 km². Vesi otetaan Udomljasta ja lasketaan säädellysti keinotekoisten kanavien kautta joko takaisin Udomljaan tai Pesivoon, josta se palaa järviä yhdistävää luonnonkanavaa myöten takaisin Udomljaan.

3-yksikön rakentamisen aikana kävi käyttökokemusten ja analyysien perusteella selväksi, että 3- ja 4-yksiköiden toimiessa järviin laskettava vesi tulee lämpenemään yli ympäristöluvassa sallittujen arvojen; kesällä T < 28 °C ja talvella T < 8 °C ja tämän vuoksi laitosalueelta Udomljaan laskevan kanavan viereen rakennettiin kaksi jäähdytystornia. Bogomolovin mukaan tornien jäähdytysjärjestelmä on avoin, ts tornista vesi palautuu Udomlja järveen.

Hänen mukaan torneihin mahdollisesti kertyvästä kasvustosta ei ole vielä kokemusta, mutta jonkinlaisen ongelman

se saattaa aiheuttaa tulevaisuudessa, koska nykyisen avoimen jäähdytyskierron vuoksi veteen ei voida lisätä kasvuston lisääntymistä estäviä kemikaaleja, jotka joutuisivat ympäristökuormana järviin. Jäähdytysvesien hallintaan kuuluu myös suunnitelmat parantaa vesien virtausten ohjausta Udomlaja järven pienten saarien väliin rakennettavalla patojärjestelmällä.

Kalinin 3-yksikön ohjaajat ovat käyneet vähintään kolmen vuoden koulutuksen tehtävänsä ja vuoropäälliköiltä vaaditaan vielä vähintään neljä vuotta sen lisäksi. Laitossyksikköä vastaava täysimittakaavainen koulutussimulaattori otetaan käyttöön vuoden 2006 lopussa. Hätätilanneohjeita kehitetään yhdessä EDF:n kanssa. Ykkös- ja kakkos-yksiköllä oirepohjaiset ohjeet ovat, mutta kolmosyksiköltä ne puuttuvat.

Auditorio-esityksen jälkeen käytiin aiheeseen liittynyt vilkas keskustelu Bogomolovin ja vierailijoitten kesken.

Tilaisuuden päätteeksi paikallinen televisio haastatteli ATS:n matkanjohtaja ja Antti Piirtoa ekskursiosta ja Suomen ydinvoimatilanteesta. Vierailukeskuksen käynnin jälkeen ajoimme vielä linja-autollamme laitosalueen laitamalle, josta pääsimme katsomasta laitosaluetta turvallisen etäisyyden päästä niin, että nähtiin metsä puilta ja saatoimme ihaila kolmea rivissä seisovaa VVER-1000 laitossyksikköä.

*Ins. Henrikki Häkkinen
Vuoropäällikkö
Teollisuuden Voima Oy
henrikki.hakkinen@tvo.fi*



*Ins. Pauli Kopiloff
Ylitarkastaja
Säteilyturvakeskus
pauli.kopiloff@stuk.fi*



The year 2004 turned out to be at least not worse than the previous year when the world's nuclear power production went down by 2.7%. It is worth noting that in the period of 1999-2002 nuclear production of electricity was growing in average 2.5% faster than the world power production in general.

As anywhere else Asian countries made the biggest contribution to nuclear development. China has put a new unit into operation, now it was Qinshan-II NPP unit 2 of its own national production. It could have commissioned two units but for regrettable malfunctions of Russian equipment at the constructed Tianwan-I with VVER-1000 reactor. Gradually implementing its ambitious nuclear program (27 units within 15 years) China has already offered a tender for four new units at two sites, in which the Americans are going to participate with their AP-1000 project.

New units were commissioned in India, Republic Korea and in Japan: Tarapur-4, Ulchin-5 and Hamaoka-5. The last one has the reactor of the third generation of ABWR-1300 type

Another big event in Indian history is grouting first concrete in the foundation of fast neutron power reactor with 500 MW capacity. We can say for sure that Russia will not be the only nation to develop fast neutron reactors with a clear goal to guarantee fuel for future centuries of large-scale nuclear power production.

By the way, there are no doubts that China will realise its plans to commission its first fast 60 MW reactor, which is constructed with an active participation of Russian specialists, in 2005. Triple Russia-China-India cooperation in the field of fast reactors has already entered

Atom for Peace

the "protocol of intentions" stage. The French are watching this process closely and with big interest.

In Europe, the only region where four countries have adopted nuclear power phase-out policies, the situation seems rather ambiguous. Swedish Government is more or less consistent in its actions; recently it declared the decision to shut down Barsebäck-2 unit. As of this writing, only two units, Barsebäck-1 and Chernobyl -3, have been closed by political force.

It has been announced that the last unit in Sweden is to be shut down in between 2020 and 2030, which corresponds approximately to 40-year reactor lifetime. Both the producers of energy and the trade unions disagreed with this decision. They are enjoying an open public support: 82% of the respondents spoke against phasing-out.

The owners of other Swedish nuclear power plants, Forsmark and Ringhals, continue investing money into upgrading the power units and increasing their capacity.

The situation in Germany, Belgium and Netherlands looks even more "reversible". At least the politicians call for new research in the field of energy strategy considering the commitments of the Kyoto Protocol, and Belgium Electrabel is studying the perspectives of buying a new EPR reactor.

However, there are processes more important for the future of the peaceful atom. The interest of Europe to the construction of new nuclear power plants is seen "with a naked eye". We shall not go back to the description of the national and the Ukrainian achievements and speak about our big expectations once again – saying more does not mean having more.

Let's have a look at a steady movement of Romania to the five-unit dream of its former leader – the Cernavoda nuclear power plant. The start-up of the second unit with a CANDU-6 reactor is rather close – 2007. Now they are looking for the investors ready to put money in the completion of unit 3 construction planned by 2011. There are still plans to finish the construction of nuclear power plants Mochovce in Slovakia and Belene in Bulgaria.

A good sign is that after its first site in Olkiluoto, the European EPR-1600 reactor of French-German design found a new one in Flammanville, its "birthplace" in Normandy.

The situation with the USA nuclear power program is clearing up. Having voted for the current president, electorate also voted for his pro-nuclear policy. Not long ago the Department of Energy announced allocating the first 13 million dollars (the majority of finance is to come from 2005 budget) to two consortia: Dominion with an improved CANDU ACR-700 reactor and NuStart considering either Westinghouse AP-1000 or ESBWR, an efficient boiling water reactor from GE Company. The federal money is to support licensing of new nuclear power plants.

Nuclear things keep happening at other continents as well. Brazil is going to resume the construction of Angra-3 unit and is discussing the program of constructing four new units of its own design. The Government of South Africa promises significant investment into a well-known PBMR project – a high-temperature module reactor – and hopes to build a demonstration unit before 2010. Nigeria has put into operation its first research reactor bought from China and uses it primarily to train nuclear special-

ists – scientists and engineers – which means that this nation has also made a step forward along the nuclear road.

A natural interest of more and more countries to the use of atomic energy has caused a new turn in the international UN and the IAEA discussions of nuclear fuel cycle development problems. These discussions involve wide circles of specialists and politicians. It is an economic nonsense to think that every country belonging to the "nuclear club" should have all nuclear productions from "birth to bury". Moreover, it may degrade, if not eliminate completely, the thresholds of non-proliferation.

In reality since the beginning of nuclear military programs such sensible productions as uranium enrichment, nuclear fuel processing and others have been concentrated in a few countries.

However, their number is growing up. Hence the revival of the interest to the idea of establishing international fuel cycle centres that will be operating under international supervision – for example, under IAEA control. They will guarantee the supplies of necessary products and provide the needed service to the developing countries in order to ensure a free access to the advantages of nuclear technologies.

This way is not free from obstacles, first of all of political character, but the movement in this direction has started. The coming year is promising new interesting progress in "internationalisation" of nuclear fuel cycle, which will in many respects determine the future of nuclear power industry. ■

*Andrei Gagarinsky
Russian Scientific Centre
Kurchatov Institute*



Voihan Venäjä!

Venäjän matkan takaiskuja olivat seuraavat: bussin renkaan irtoamisen, peruuntuneet vierailut Venäjän ydinenergiatuotannosta vastaavan Rosenergoatomin Moskovan konttoriin ja Obninskissa sijaitsevan maailman ensimmäisen tuotantoreaktorin näkemättä jääminen. Tämä peruuntuneita vierailuja simuloiva tarina on kirjoitettu periaatteella "Aina varastettu hevonen ostettua halvempi on" (ven. sananlasku) eli lainaten ja varastaen tietoa eri lähteistä.

Artikkeliin on koottu katsaus Venäjän ydinenergian nykytilasta ja kehitys suunnitelmista. Tuleva ydinenergiatuotannon lisäys pohjaa paljolti Tshernobylin onnettomuuden jälkeeseen jäädytettyjen projektien loppuunsaattamiseen sekä VVER-1500 laitoksen kehittämiseen ja rakentamiseen.

Peruutuksista huolimatta kuulumme Venäjän ydinenergia-alan yleistilasta palasia kaikissa vierailukohteissamme. Tshernobylin jälkeen alkaneesta ydinalan pysähtyneisyydestä oli Venäjällä seurauksena useiden voimalahankkeiden kesken jääminen.

Tällaisen projektien henkiinherättämisestä ovat mainioita esimerkkejä Kalininin laitoksen kolmosyksikön käyttöönotto, TVELin poltto-ainetehtaan yhteistyö Framatomen kanssa ja Kurchatov instituutin osallistuminen uuden energiaohjelman suunnitteluun.

Historiallista perspektiiviä antoi Kurchatov-instituutissa nähty Venäjän ensimmäinen tutkimusreaktori ja historiallinen tietoisuus Igor Kurchatovin (1903-1960) kotimökissä.

Taantuma hellittää

Tshernobylin jälkeinen ydinenergia-alan taantuma on Venäjällä ilmiselvästi vuosien kuluessa lientynyt. Aika parantaa haavat eikä uusia merkittäviä kömmähdyksiä ei ole tapahtunut.

Yhteiskunnallinen kehitys näkyy hyvin myös ydinenergian tuotannossa: käyttöertoimet ovat Venäläisten tilastojen mukaan nousseet vuoden 1993 noin 51,2 %:sta vuoden 2004 arvoon 84,5 %. Muista parantuneista tunnusluvuista mainittakoon suunnittelemattomien pikasulkujen määrä, joita vuonna 1992 oli keskimäärin 1,2 per laitos ja vuonna

2004 vain 0,38 per laitos. Tilastoihin alkaa kylläkin suhtautua epäillen, kun huomaa esimerkiksi sen, että käytössä olevaan sähkötehoon luetaan mukaan meille esitelty Kalinin-3, jota ollaan vasta ottamassa käyttöön.

Kymmenellä laitoksella 30 reaktoria

Rosenergoatomin 30 tuotantoreaktoria sijaitsevat kymmenellä paikkakunnalla. Nämä ovat varsin luonnollisesti keskittyneet Venäjän Euroopan puoleiseen osaan, mutta eksoottisen yksityiskohtana on neljä pientä 12 MW kiehuntakanavatyypistä reaktoria Bilibinossa Siperian perukoilla.

Näiden vuosina 1973-76 rakennettujen reaktoreiden erikoisuus on yhdistetty sähkön ja kaukolämmön tuotto ensimmäisenä maailmassa.

Tämän hetkistä Venäjän reaktoreista ainoa käytössä oleva hyötöreaktori sijaitsee Beloyarskissa. Tämä 1980 käyttöönotettu BN-600 tyyppinen reaktori on maailman ensimmäinen tuotantokäyttöön otettu hyötöreaktori. Laitoksella on aiemmin ollut käytössä AMB-100 ja AMB-200 -reaktorit. Nämä ovat RBMK:n esiasteita, joiden käyttöä on suunniteltu jatkettavan ainakin vuoteen 2019.

Venäjän reaktorit, edellä mainitut pois lukien, ovatkin sitten meille tutumpaa tekniikkaa: VVER-440 reaktoreita on Kuolassa neljä ja Novovoronezissa kaksi, RBMK-reaktoreita on Leningradin laitoksella on neljä, Smolenskissa kolme ja Kurskissa niinkään kolme. VVER-1000 reaktoreita on näkemäsämme Kalininissa kolme, Novovoronezissa yksi, Balakovossa neljä ja Volgondonskissa (ent. Rostov) yksi. Kalinin 3 on ensimmäinen uuden sukupolven VVER-100 reaktori.

Merkittävää kasvua vuoteen 2020

Venäjän hallitus on hyväksymässä ydinenergian kehitysohjelmaa, joka tähtää 40 %:n kasvuun vuoteen 2020 mennessä. Tämä tarkoittaa nykyisen 23 GW:n tehon nostoa 32 GW:iin. Kehitys tulee pohjautumaan painevesi ja hyötöreaktoreiden reaktoreiden käyttöön. Painevesireaktoreissa VVER-1500 on jossain vaiheessa korvaamassa VVER-1000 -konseptia.

RBMK-tekniikkaa ajetaan alas

Kurchatov-instituutista professori Andrei Gagarinski kertoi meille keskeneräisiä reaktoreita olevan muutamia, pääasiassa VVER-1000, tyyppisiä, mutta myös yksi RBMK-tyyppinen. RBMK-reaktoria ei ehkä rakenneta valmiiksi, koska tulevat reaktorit pyritään standardoimaan mm. valmistukseen liittyvän tehokkuuden takia. Julkisuudessa on esitetty myös

turvallisuusnäkökohtiin läheisemmin liittyvänä perusteena suojarakennuksen puuttuminen.

Keskeytyneitä projekteja jatketaan

Ydin energiaohjelman käynnistys seuraavan kymmenen vuoden kuluessa tulee kattamaan kolmen keskeneräisen VVER-1000 projektin loppuun saattamisen. Reaktorit rakennetaan jo nyt käytössä oleville laitoksille, Volgondonskiin toinen, Kaliniiniin neljäs ja Balakovoon viides yksikkö. Näiden lisäksi aloitetaan mahdollisesti uusia VVER-1000 -projekteja muilla laitoksilla. Myös päivitetty versio natriumjäähdytteisestä hyötöreaktorista (BN-800) aiotaan rakentaa Beloyarskiin, vanhemman BN-600:n rinnalle. Muihin suunnitelmiin lukeutuu kelluva ja sirrettävä 70 MW:n laitoksen suunnittelu.

Ensimmäinen VVER-1500 Leningradin laitokselle

Ydinohjelman lippulaivana olevien VVER-1000-reaktoreiden rakentamista jatketaan nykyisten suunnitelmien mukaan vuoteen 2015. Samalla kuitenkin viimeistellään modernimman ja tehokkaamman VVER-1500 mallin suunnittelua. Piirustukset ovat pääpiirtein valmiina jo vuonna 2006 ja ensimmäisten VVER-1500 reaktoreiden arvioidaan olevan valmiina 2015 tienoilla.

Rakentaminen tulee tapahtumaan Leningradin voimala-alueelle. Paikan valintaan on vaikuttanut nopea taloudellinen kehitys alueella ja hankkeen rahoitusmahdollisuus sähkön myynnillä Ruotsiin. Venäläisten arvioiden mukaan hanke on taloudellisessa mielessä kannattava siinä mielessä, että VVER-1500:lla tuotettu sähkö maksaa arvioiden mukaan kaksi kolmasosaa VVER-1000:n hinnasta.

OL3 tunnetaan Venäjälläkin

Vierailuillamme saimme monestikin kulla valittelut siitä, että venäläinen tar-

jous Suomen viidenneksi tuotantoreaktoriksi hävisi tarjouskilpailussa. Onhan VVER-1000 on kelvannut Intiaankin. Venäjän ydinenergiapiireissä mielletty syyksi tarjouksen hylkäämiseen puolen-toista GW:n teholuokan reaktorin puute. Näin ollen TVO:n tarjouskilpailussa tekemä valinta 1600 MW:n EPR:stä on osaltaan vaikuttanut VVER-1500 suunnittelun kiiruhtamiseen.

Tarjouskilpailun häviämisestä huolimatta Venäläisen tekniikan vienti vetää. Kahta VVER-1000 reaktoria rakennetaan parhaillaan Intian Kudakulumiin.

Suuri ja mahtava

Lyhenne VVER tulee venäjän sanoista Vodo-Vodyannoy Energeticheskiy Reaktor, joka suunnilleen tarkoittaa vesijäähdytteistä ja -moderoitua energia-reaktoria.

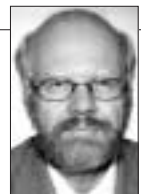
RBMK taas on lyhenne sanoista Reaktory Bolshoi Moshchnosti Kanalnye, tarkoittaen tietysti suurta ja mahtavatehoista kanavakiehuntareaktoria.

Jossain vaiheessa matkaa kysyttiin venäläiseltä isännältä, että aiotaanko Venäjällä tutkia kiehumisvesireaktorien tekniikkaa. Tähän saatiin ensin vastaus, että "Ei, se on huono, vaikeasti operoitava tekniikka", ja hetken mietinnän jälkeen todettiin, että myös RBMK on kiehumisreaktori. ■

TkL Pekka Viitanen
Jaospäällikkö
Säteilyturvallisuus
Teollisuuden Voima Oy
pekka.viitanen@tvo.fi



DI Harry Lamroth
Suunnittelupäällikkö
Turvallisuus ja polttoaine
Fortum Nuclear Services Oy
harry.lamroth@fortum.com





Säteilevät Naiset keskustelivat energiantuotannon jätteistä

Säteilevät Naiset seminaari teemanaan ”Energiasta jätettä – jätteestä energiaa” järjestettiin Säätytalolla 20. syyskuuta 2005. Tilaisuus koostui Anneli Nikulan (kuvassa) avauspuheenvuorosta ja neljästä energiantuotannon jätteistä ja niiden hyötykäyttöä eri näkökulmista valottaneesta esitelmästä.

Avauspuheenvuoronsa aluksi TVO:n yhteiskuntavastuu- ja viestintäjohtaja **Anneli Nikula** muisteli Energiakanavan entisenä puheenjohtajana työryhmän alkutaivalta todeten, että

”Atomiteknillisen Seuran naiset perustivat Energiakanavan viisitoista vuotta sitten ja tämän noin 80 henkisen ryhmämme naiset työskentelevät energia- ja säteilyasioiden parissa yrityksissä, valtion hallinnossa, tutkimuslaitoksissa, yliopistoissa, sairaaloissa jne.. Olemme oman alamme naisverkosto, joka kouluttaa sekä itseään että muita samoista asioista kiinnostuneita naisia. Näissä merkeissä olemme järjestäneet myös tämän seminaarin. Ensimmäinen seminaari järjestet-

tiin vuonna 1997 ja silloin luulimme, että se oli ainutkertainen tilaisuus. Nyt tämä ainutkertainen on jo toistunut useita kertoja ja tämä seminaari on jo 9. Säteilevien Naisten -seminaari. Olemme pyrkineet vastaamaan kysyntään.”

Nikula totesi, että Säteilevät Naiset ovat saaneet vuosien kuluessa kuulla monenlaisia esitelmiä energiasta ja säteilystä. Se, miksi aikoinaan aloitettiin teemalla ympäristö, johtui siitä, että naiset olivat ja ovat edelleen selvästi enemmän huolissaan ympäristöriskeistä kuin miehet. Vertailuasteikolla miehiä huolettivat enemmän hiilen, öljyn ja kaasun päästöt. Ydinvoimaan ja erityisesti ydinjätteisiin liittyviä riskejä naiset pitivät selvästi su-

urempina kuin miehet. Näin on ollut ja tulee varmasti olemaan, totesi Nikula.

Avauspuheenvuoronsa lopuksi Nikula totesi, että seminaariin kokoontunut yleisö osoitti jälleen kerran vääräksi julkisuudessa esiintyneet epäilyt, että energia-asiat eivät kiinnostaisi naisia.

Suomen jätehuolto

Tarja-Riitta Blauberg Ympäristöministeriöstä esitelmöi Suomen jätehuollosta. Blauberg totesi, että Suomen yhdyskuntajätehuolto on muuttunut melkoisesti viimeisten vuosien aikana. Euroopan yhteisön jätelainsäädäntö on kehittynyt erittäin voimakkaasti ja ympäristövaa-

timukset ovat tiukentuneet. Kaatopaikkojen määrä on vähentynyt rajusti ja vastaavasti jätteiden hyötykäyttö- ja käsittelylaitosten määrä on moninkertaistunut.

Tuottajan vastuu -periaate on myös muuttanut jätehuoltoa. Tuottajavastuun mukaan tuotteiden tuottaja eli pääsääntöisesti kyseisten tuotteiden valmistaja ja maahantuoja taikka näiden muodostama tuottajayhteisö vastaa jätteenä käytöstä poistettavien tuotteiden keräilyä, esikäsittelyä, kierrätyksen, hyödyntämisen ja muun jätehuollon järjestämisestä sekä siitä aiheutuvista kustannuksista. Jätteiden lajittelu, keräys, kuljetus hyödynnettäväksi tai käsiteltäväksi on keskeinen osa jätehuollon käytännön toteutusta.

Jätteitä syntyy Suomessa vuosittain eri toiminnoissa kaiken kaikkiaan noin 120 milj. tonnia. Tähän kokonaisuutensa luettaisiin tilastollisesti mukaan myös kaikki kaivostuotannon jätteet sekä alkutuotannon jättemateriaalit lukuun ottamatta metsiin jääviä puunkorjuutätteitä. Pääosa jätteistä muodostuu tuotannollisessa toiminnassa.

Teollisessa toiminnassa syntyy suuria määriä jätteitä/sivutuotteita, jotka soveltuvat maanrakentamiseen korvaamaan luonnonaineksia. Tällaisia jätteitä ovat osa tuhista, kuonista, rakennusteollisuuden ja rakentamisen jätteistä sekä renkaista. Näiden materiaalien uudelleenkäyttö maanrakentamisessa on muutama miljoona tonnia vuodessa. Yhdyskuntajätteiden ja -lietteiden yhteenlaskettu osuus jätteiden kokonaisuudesta on noin 5 %. Kiinteän yhdyskuntajätteen määrä oli lähes 2,4 milj. tonnia vuonna 2004. Valtaosa tästä määrästä (60 %) sijoitettiin kaatopaikoille. Materiaalina hyödynnettiin 30 % ja energiana noin 8 %. Polton osuus ilman energian talteenottoa oli vain 2 %.

Kunnalliseen jätteenkäsittelyyn tulevasta yhdyskuntajätteestä arviolta noin puolet on peräisin kotitalouksista. Jätettä syntyy kotitalouksissa noin 315 kg asukasta kohti vuodessa. Tästä puolet menee hyötykäyttöön.

Lainsäädännön edellyttämä jätehuollon vaatimustason nousu tulee lähitulevaisu-

udessa lisäämään investointeja jätteiden hyödyntämiseen ja käsittelyyn. Tulevaisuuden tavoitteena on kääntää jätteiden määrä laskuun ekotehokkuuden ja kestävän tuotannon ja kulutuksen ansiosta. Myös jätteiden kierrätystä ja hyötykäyttöä tulee lisätä tulevaisuudessa. Edellytyksenä on kuitenkin toimivat markkinat uusiomateriaaleille ja kysyntää niistä valmistetuille tuotteille. Jätteiden poltto eli energiahyödyntäminen todennäköisesti lisääntyy Suomessa, mutta vasta muutaman vuoden päästä kun suunnitellut laitoshankinnat ovat toteutuneet.

Blauberg painotti, että yhdyskuntajäte muodostaa vain teollisten talouksien jätevirtojen huipun. EU:n kaikista materiaali- ja piilovirtoista on ns. piilovirtojen osuus yli 60 %. Nämä piilovirrat sisältävät kaivostoiminnan ja muun tuotannon jätteenä, malminlouhinnan tieltä siirrettyyn peittomaan, ruoppauksessa siirretyt ainekset sekä hiilidioksidi- ja muut päästöt. Suomalaiset kuluttavat noin 100 tonnia luonnonvaroja henkeä kohti vuodessa. Suomen luonnonvarojen kokonaiskäyttö 1970-2001 on kasvanut noin 300 Mt:sta yli 500 Mt:iin, kun otetaan huomioon sekä kotimaiset että tuonnin piilovirrat. Materiaalien käytöstä päättyy jätteeksi noin 36 %. Yhdyskuntajätteen synnyn ehkäisyllä on siten suuret kerrannaisvaikutukset materiaalien piilovirtojen vähentämisessä.

Jätteen synnyn ehkäisy ja materiaalihokkuus liittyvät läheisesti toisiinsa. Jäteala onkin muodostumassa kiinteäksi osaksi yhteiskunnan materiaalitaloutta. Blauberg korosti, että jättekysymyksiä on jatkossa tarkasteltava myös osana luonnonvarojen käyttöä, tuotteiden suunnittelua ja tuotteiden elinkaarta. Jätepolitiikassa onkin syytä siirtyä perinteisestä jätteenkäsittelystä tarkastelusta laajempaan materiaali- ja elinkaari-tarkasteluun.

Jätteestä energiajärjellä ja tunteella

Fortumin Eeva Rauramo totesi, että Suomessa jätteen energiahyötykäyttö on hyvin vaatimatonta, olemme jäljessä monia Eu-

roopan maita. Suomen valtakunnallisen jättesuunnitelman tavoitteena on, että kaikesta jätteestä saadaan hyötykäyttöön 70 % – vuonna 2005! Nykytason ollessa 40 %, tämän tavoitteen saavuttaminen – edes lähivuosina – tarkoittaa, että tarvitsemme uusia jätevoimalaitoksia paljon ja nopeasti.

Suomeen on suunnitteilla uusia laitoksia noin 20 paikkakunnalle. Hankkeita vaivaa kuitenkin valituskierte. Asialla ovat niin kilpailijat kuin asukkaat ja järjestöt. Osin saamme syyttää siitä itseämme. Emme ole osanneet riittävän ajoissa ja avoimesti kertoa laitoshankkeistamme kuntalaisille ja muille sidosryhmille. Jätevoimalaitoksen puolesta puhuja argumentoi sitä hyvänä jätehuoltoratkaisuna, taloudellisena, ympäristömyötäisenä ja turvallisena. Vastustaja epäilee sen vähentävän kierrätystä, nostavan jäte- ja energiamaksuja, tuottavan haitallisia päästöjä ja hajuhaittoja, ja lisäksi rumentavan ympäristöään.

Rauramo korosti, että kaikki keinot on syytä ottaa käyttöön; yksinomaan jätteen synnyn ehkäisyn ja kierrätyksen tehostamisella emme pääse lähiajan tavoitteisiin. Ihannetarkoituksena on osoittautunut monissa maissa yhdistelmä; jätteen kierrätys ja käyttö energiantuotannossa. Hyvinä esimerkkeinä ovat Ruotsi, Hollanti ja Saksa.

Jätteen käyttö energiantuotannossa on useissa maissa jo nyt halvempi vaihtoehto kuin kaatopaikalle sijoittaminen. Kaatopaikkamaksu Suomessa on 80 -100 euroa jätetonnilta. Uudet määräykset ja verot nostavat jätehuollon kustannuksia edelleen ja tuntuvat jokaisen maksamassa jättemaksussa. Jätevoimalaitoksen korkeita investointikustannuksia katetaan jätteen vastaanotto- ja energianmyyntituloilla. Jätepolttoaine pitää energian hinnan vakaana. Sitä eivät heilauttele tuontipolttoaineiden maailmanmarkkinahinnat.

Jätteen käytöllä voitaisiin korvata fossiilisia polttoaineita noin 4 TWh. Se vastaa Tampereen kaupungin kokoisen kaupungin energiantarvetta. Jätteen energiakäyttö vähentää myös kaatopaikkojen metaanipäästöjä. Viranomaisen asettamat päästöraajat ovat jätteelle selvästi tiukemmat kuin muille polttoaineille.





Jäte varastoidaan alipaineiseen bunkkeriin, jolloin hajut eivät pääse leviämään ympäristöön. Bunkkerista ilma johdetaan kattilaan. Turussa asukkaat ovat esittäneet huolensa laitoksen ammoniakkipäästöistä. Kattilassa käytetään 25 prosentista ammoniakkiuosta, joka säilytetään turvallisesti terässäiliössä. Suurin riski on kuljetusonnettomuusriski (1/630 v), kuten muillakin kemikaaleilla.

Rauramo muistutti, että Ruotsissa Fortum on muuttanut yhdyskuntajätettä energiaksi jo 35 vuotta. Tukholmassa sijaitsevan Högdalenin laitoksen kokemus tulee hyödyksi nyt Suomessakin. Kokkolaan ja Turkuun rakennettavat laitokset valmistuvat v. 2008. Yhteensä Fortumille on 11 voimalaitosta, joissa jätettä käytetään joko pää- tai rinnakkaispolttoaineena.

Energian tuotannon sivutuotteet

Helsingin Energian Sari Väätäjän aiheena olivat energiantuotannon sivutuotteet, joilla tarkoitetaan polttoprosessissa syntyviä tuhkia ja erilaisia savukaasujen rikkinpoistotuotteita. Jätteiksi luokitellut sivutuotteet soveltuvat hyödynnettäväksi sellaisenaan tai eri tavalla käsiteltyinä.

Pohjatuhka koostuu pöly- ja leijukerospoltossa muodostuneista kattilan pohjalle putoavista raskaimmista partikkeleista. Karkearakeinen kuuma pohjatuhka jäähdytetään vedellä talteenoton yhteydessä. Lentotuhka koostuu kevyistä, savukaasujen mukana kulkeutuneista hiukkasista, jotka kerätään talteen savu-

kaasunpuhdistusjärjestelmässä. Savukaasujen pölynpuhdistukseen käytetään yleisimmin sähkö- tai letkusuodattimia, joiden etuna on korkea erotusaste, yli 99 %. Lentotuhka kerätään suodattimilta varastosiiioihin.

Kivihiili sisältää vaihtelevia määriä rikkiä, mikä siirtyy savukaasuihin. Savukaasuista rikin oksidit poistetaan joko määrällä tai puolikuivalla rikinpoistomenetelmällä. Märkämenetelmän lopputuotteena saadaan lietemäistä kipsiä (kalsiumsulfaattia). Puolikuivassa menetelmässä saadaan kalsiumsulfittipohjaista lopputuotetta.

Monilla kivihiilivoimalaitoksilla on omat kaatopaikat tuhkia varten, mutta kivihiilenpolton sivutuotteita sijoitetaan myös yleisille kaatopaikoille. Sivutuotteet luokitellaan tavanomaisiksi jätteiksi, joten ne saa sijoittaa vain tavanomaisen jätteen kaatopaikoille. Väätäjä mainitsi, että kaatopaikkamenettelystä on valmis teilla valtioneuvoston asetus.

Jätelain periaatteiden mukaisesti ensisijaisesti on pyrittävä jätteen synnyn ehkäisemiseen ja toissijaisesti hyödyntämään jäte aineena tai energiana. Jätehierarkiassa kaatopaikkasijoitus on viimeinen vaihtoehto.

Sivutuotteiden hyödyntäminen maarakentamisessa katsotaan ympäristönsuojelun tulkinnan mukaan jätteen laitos- tai ammattimaiseksi hyödyntämiseksi. Tällöin hyötykäyttö on ympäristöluvanvaraista. Jätteiden hyödyntämiseen maarakentamisessa ei ole ollut omaa lainsäädäntöä, minkä johdosta kohdekohtainen luvitus on

koettu toiminnanharjoittajan kannalta epäyhtenäiseksi, hitaaksi ja kankeaksi. Yhteisten pelisääntöjen puute on asettanut tuhkan hyötykäyttäjät eriarvoiseen asemaan riippuen ympäristöluvan myöntäjästä.

Jo useamman vuoden ajan valmisteilla olleen valtioneuvoston asetuksen eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (maarakennusasetus) toivotaan selkeyttävän ja keventävän menettelyä. Asetuksella vapautettaisiin tiettyjen tekniset käyttöedellytykset omaavien ja ympäristösuojeluvaatimukset täyttävien jätteiden maarakennuskäyttö ympäristölupavelvollisuudesta. Energiantuotannon sivutuotteista asetuksen piiriin kuuluisivat kivihiilen, turpeen ja puuperäisen aineksen polton pohja- ja lentotuhkat.

Sivutuotteiden hyötykäyttöä on pyritty lisäämään aktiivisesti viime vuosien aikana. Tähän ovat synnä mm. kiristyvät ympäristö- ja päästönormit, kaatopaikkojen ja läjitysalueiden vähentyminen sekä läjityskustannusten nousu. Kiristyneet ilmansuojelumääräykset ovat myös lisänneet sivutuotteiden kokonaismääriä. Tuhkan tuottajat ovat olleet aktiivisesti mukana monissa sivutuotteiden hyötykäyttöä koskevissa tutkimus ja kehityshankkeissa.

Vuosittain käytetään maarakentamiseen noin 70 milj. tonnia luonnon kiviaineksa. Kivihiilenpolton pohjatuhka kokonaisuudessaan ja lentotuhka osittain käytetäänkin erilaisiin maarakennuskohteisiin: teiden, katujen, pysäköintialueiden, urheilukenttien, rata-alueiden, kaatopaikkarakenteiden ja meluvallien rakentamiseen,



maisemointiin sekä putki- ja johtorakenteiden täytteeksi. Lentotuhkaa käytetään myös betoni- ja sementtiteollisuudessa ja asfaltin täyteaineena.

Väättäjä korosti, että tuhkan tuottajan näkökulmasta valmisteilla olevan maarakennusasetuksen saaminen tuhkien hyötykäyttöä käytännössä edistävässä muodossa olisi ensiarvoisen tärkeää. Tulevaisuudessa energiantuotannon sivutuotteiden määrittämisen tuotteiksi jätteiden sijaan sekä mahdollinen jätteen määrittelyn muuttamisen toivotaan lisäävän sivutuotteiden hyötykäyttömahdollisuuksia.

Energiantuotannon radioaktiiviset jätteet

Posivan Marjatta Palmun esitelmän painopisteenä olivat ydinsähkön tuotannosta syntyvät radioaktiiviset jätteet, Suomessa syntyvät ydinjättemäärät ja -tyypit sekä Suomen ydinjätehuolto käytännössä. Radioaktiivisella jätteellä tarkoitetaan sellaista aineista, jolla ei sellaisenaan ole hyötykäyttöä, mutta jota ei voi aineksen sisältämän radioaktiivisuuden vuoksi käsitellä tavanomaisten jätteiden tapaan. Jätetilastoissa, joita esimerkiksi Tilastokeskus ylläpitää, ei tämän vuoksi ole esitetty radioaktiivisten jätteiden osuutta jättemäärissä.

Ydinjätteet eli ydinsähkön tuotannon radioaktiiviset jätteet luokitellaan kolmeen pääluokkaan. Vähä-/matala-aktiivisten jätteiden käsittely ei edellytä erityisiä säteilysuojauksimenpiteitä. Keskiak-

tiiviset jätteet edellyttävät säteilynsuojauksimenpiteitä, mutta eivät vaadi jätteen jäähdystystä. Runsas-/korkea-aktiiviset jätteet edellyttävät hyvin tehokkaita säteilynsuojauksimenpiteitä ja riittävää jäähdystystä. Käytettyä polttoainetta, joka on yksi runsas-aktiivisen ydinjätteen tyyppi, varastoidaan vähintään 20 vuotta ennen sen käsittelyä loppusijoituslaitoksessa.

Palmu painotti, että ydinjätehuollon yleiset turvallisuustavoitteet tähtäävät säteilyannosten minimointiin, ALARA (As low as reasonably achievable) -periaatteen noudattamiseen ja kokonaisperusteltavuuteen. Säteilyannosten minimoiminen keskeisenä kohteena ovat eniten altistuvat yksilöt eli henkilöt, jotka tekevät säteilytyötä. Lisäksi koko väestön saamaa säteilyannosta pyritään minimoimaan. Suomessa ja maailmassa väestön saaman keskimääräisen säteilyannoksen lähde ei ole kuitenkaan ydinsähkön tuotantoketjusta aiheutuva säteily vaan merkittävimmät säteilyn lähteet ovat luonnollinen taustasäteily ja lääketieteellisen säteilyn eri käyttömuodot.

Kokonaisperusteltavuus ydinjätehuollon osalta tarkoittaa sitä, että koska ydinvoiman lainmukainen tuotanto Suomessa on käynnistynyt jo ennen nykyisen lainsäädännön syntyä ja ydinjätettä on syntynyt, ei ydinjätehuollon tarpeellisuutta voida ydinenergialain mukaan kyseenalaistaa jo päätetylle ydinvoimaohjelmalle. Meillä on siis velvollisuus huolehtia Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten ydinjätteistä.

Suomessa ydinjätehuoltovelvollisia voimayhtiöistä ovat Teollisuuden Voima Oy ja Fortum Power and Heat Oy. Molemmat yhtiöt huolehtivat voimalaitospaikkakunnilla laitostensa vähä- ja keskiaktiivisesta voimalaitosjätteestä. Lisäksi yhtiöt ovat varastoineet runsasaktiivisen käytetyn polttoaineen välivarastoihin odottamaan riittävää jäähtymistä ja loppusijoituksen aloittamista.

Käytetyn polttoaineen huollon strategiat maailmanlaajuisesti ovat välivarastointi, suora loppusijoitus, jälleenkäsittely sekä erotus ja transmutaatio, joka on teknisesti vasta kehittyasteella. Sekä jälleenkäsittely että erotus ja transmutaatio edellyttävät myös loppusijoitusta osana ratkaisua. Ydinvoimat tuotantoa on Euroopassa tällä hetkellä kolmessatoista Euroopan Unionin maassa sekä kolmessa muussa Euroopan maassa. Suurimmassa osassa Euroopan maita ydinjätehuollon osalta ei ole tehty ratkaisuja minkään ydinjätetyypin osalta.

Suomessa on päädytty suoraan loppusijoitukseen ratkaisuna käytetyn polttoaineen huoltoon. Valtioneuvoston periaatepäätöksen jälkeen 2000 käynnistettiin varmentavat paikkatutkimukset Olkiluodossa ja osana näitä tutkimuksia käynnistettiin maanalaisen kallioperän karakterisointi- ja tutkimustilan ONKALON louhinta loppukesästä 2004. Paraikaa loppusijoituslaitoksen esisuunnittelun toinen vaihe on käynnissä ja loppusijoituskapselin ja kapseloinnin kehitystyö jatkuvat tavoitteena rakentamislupa- valmius vuonna 2012. Loppusijoitus-

laitoksen käytön on tarkoitus alkaa vuonna 2020 jatkuen 2130-luvulle.

Suomessa ydinjätehuollon ratkaisun taustalla ovat seuraavat periaatteet. Suomi huolehtii vain omista ydinjätteistään. Samoin sukupolvi tai sukupolvet, jotka ovat hyötäneet ydinenergiasta, myös huolehtivat näin syntyneistä jätteistä pysyvästi. Loppusijoituslaitoksen rakentamisessa edetään vaiheittain ottaen huomioon tekninen kehitys sekä voimalaitoksien käytöstä kertyvä käytetty polttoaine.

Loppusijoitusratkaisumme perustuu toisiaan täydentäviin vapautumisesteisiin eli moniesteperiaatteeseen, jossa tiivis kuparivaippa ympäröi valurautaiseen sisäosaan sijoitettuja polttoainepippuja. Kuparikapseli puolestaan sijoitetaan bentoniitilla (paisuvahilainen savi) vuorattuun kallioperään porattuun loppusijoitusreikään loppusijoitustunnelissa.

Loppusijoitustunnelit sijaitsevat 400-500 m syvyydessä kallioperässä. Lopuksi loppusijoitustunneli ja yhdystunnelit loppusijoitustilaan täytetään tiiviiksi, jolloin tila voidaan jättää valvomatta odottamaan käytetyn polttoaineen radioaktiivisuuden alenemista ympäristön kannalta vaarattomalle tasolle.

Seminaarin järjestelyt ja seminaarimateriaali

Seminaarin järjestelyistä vastasi jälleen Energiakanavan koordinaatioryhmä puheenjohtajansa **Karin Rantamäen** johdolla. Seminaarin esitelmien pohjalta on valmistumassa keväällä 2006 julkaistava *Säteilevät Naiset* nro 6 tiedotuslehti, joka jaetaan mm. kansanedustajille ja ATS:n jäsenille ja jota on saatavilla myös ydinvoimalaitostemme vierailukeskuksissa Loviisassa ja Olkiluodossa.

Tämän artikkelin on koonnut esitelmäojien toimittaman materiaalin pohjalta Energiakanavan koordinaatioryhmän jäsen Eija Karita Puska, joka myös toimi seminaarin puheenjohtajana Karin Rantamäen ollessa työmatkalla.

Juha Poikolainen, ATS:n johtokunnan sihteeri, VTT



ATS:n ekskursios sihteeri Pekka Nuutinen (vas.), Kiinan Atomiteknillisen Seuran pääsihteeri Manchang Fu, ATS:n johtokunnan puheenjohtaja Antti Piirto ja sihteeri Juha Poikolainen.

Palace Hotel Linna on kautta aikojen tunnettu nimellä Vanha Poli. Sen ovat suunnitelleet aikoinaan arkkitehdit Walther Thomé ja Karl Lundahl, käyttöön rakennus vihittiin 31.10. 1903. Nykyään sitä pidetään yhtenä suomalaisen jugendin, kansallisromantiikan, merkittävämpänä edustajana maassamme.

Valmistumisestaan lähtien aina vuoteen 1967 Vanha Poli toimi Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunnan osakuntarakennuksena ja tämän jälkeen ravintolakäytössä. Nykyään hotellia ja ravintolaa pyörittää Palace Ravintolat Oy.

Seminaari oli aiheiltaan suuntautunut luotsaamaan ydinenergian tulevaisuuden suunnitelmia muissa maissa kuin Suomessa. Tilaisuuteen oli kutsuttu puhumaan teollisuutta edustavia henkilöitä maista, joissa ydinenergian rakentaminen on ajankohtaista. Puhujia oli pyydetty paikalle Kiinasta, Ranskasta ja Venäjältä. Valitettavasti ohjelmaan jouduttiin tekemään pieni muutos aivan viime hetkillä Rosenergoatomin edustajan ylitsepääsemättömän esteen takia. Paikalle saatiin kuitenkin pyydettyä TVO:n ydinturvallisu-

uspäällikkö **Herkko Plit** pitämään tilannekatsaus Olkiluotoon rakenteilla olevan yksikön nykyisestä vaiheesta.

Ydinvoiman osuus kasvaa Kiinassa

ATS:n puheenjohtaja **Antti Piirto** piti seminaarille lyhyen avauspuheen. Sen jälkeen vauhtiin päästettiin Kiinan Atomiteknillisen Seuran pääsihteeri **Manchang Fu**, jonka juuret ovat voimayhtiö CNNC:ssä (China National Nuclear Corporation). Herra Fu kertoi esitelmässään Kiinan tavoitteista kasvattaa ydinvoiman osuutta maan sähköntuotannossa 2020 mennessä 40 GWh:iin, joka vastaisi arviolta noin neljää prosenttia tuotannosta. Tavoite on vähintäänkin haastava ja tarjoaa loistavan mahdollisuuden Kiinan ydinenergia-alan kehittämiseen.

Yhtiö CNNC on Kiinan ainoa polttoaineen toimittaja, joka tekee kaiken itse malmin etsinnästä polttoaine-elementtien kasaamiseen. Yhtiö omistaa maan ydinvoimalaitokset lähes kokonaan ja myös suunnittelee näitä. Yhtiö on toimittanut suunnittelemaan laitoksia myös muihin

ATS-syysseminaari 2005

Suomen Atomiteknillisen Seuran syysseminaari järjestettiin 23. marraskuuta perinteiseen tapaan Helsingissä Vanhan Polin juhlasalissa, nykyiseltä nimeltään Palace Hotel Linnassa. Paikalle oli saapunut hieman vajaa sata seuran jäsentä.

maihiin ja useita on rakenteilla. Viime vuonna käyttöön otetun Qinshan 2x650 MWe voimalaitoksen investointikustannukseksi ilmoitettiin 1350 USD/kW.

Kiinalaiset käyttävät useita erilaisia painevesilaitoskonstruktioita. Vuoden 2004 lopussa Kiinassa oli käytössä yhdeksän ydinvoimalaitosta yhteiskapasiteetillaan 9000 MWe tuottaen 2,3% maan sähkön tarpeesta. Nykyiset valitut voimalaitospaikat itärannikolla mahdollistavat 30 laitosyksikön rakentamisen vuoteen 2020 mennessä. CNNC osallistuu myös nopeiden reaktoreiden tutkimukseen sekä ITER-projektiin.

Ranska valmistautuu uuteen sukupolveen

Seuraavana esitelmänä kuultiin Arevalla työskentelevän ranskalaisen **Alain Calamandin** esitelmä Ranskan ydinennergian tulevaisuuden näkymistä. Aluksi hän kertoi lyhyesti Ranskan Atomiteknillisen Seuran tärkeimmistä kulmakivistä joita ovat: tietämyksen kehittäminen, informaation jakaminen ja kansainvälinen verkottuminen. Seurassa on noin 3500 aktiivista jäsentä jotka järjestävät erilaisia tapahtumia ja osallistuvat ydinvoimaa koskevaan keskusteluun.

Seuraavaksi kuulin hieman Ranskan sähköntuotantorakenteesta ja ydinvoimalaitosten historiasta. Tärkeimmät tekijät maan voimakkaaseen ydinvoimainotukseen johtuvat vahvoista toimi-

joista omilla alueillaan ja voimakkaaseen sekä pitkäjänteiseen poliittiseen tahtoon.

EDF on päättänyt rakentaa EPR-yksikön Flamanvilleen. Uusin lakien mukainen julkinen keskustelu on käynnissä ja rakentaminen on tarkoitus aloittaa vuonna 2007. Tämä on tärkeä hanke ydinvoiman jatkuvuuden kannalta Ranskassa. Uusi laitosyksikkö mahdollistaa opimisen ja pitää näin oven avoimena vanhojen ydinvoimalaitoksien korvaamiseksi myöhemmin.

Vuonna 2020 Ranskassa 83% voimalaitoksista on yli 30 vuotiaita. Millä tuotetaan sähkö, kun voimaloiden 40 vuoden suunniteltu käyttöikä saavutetaan? Realistisimpana vaihtoehtona voitaneen pitää nykyisten voimalaitosten käyttöiän jatkamista ja uusien samantapaisten laitosten rakentamista. Samaan aikaan kehitetään GEN-IV-tyyppisiä reaktoriratkaisuja, joihin voidaan siirtyä myöhemmin, kun on tarve korvata loppuunajetut vanhat laitokset.

Myös Ranskassa tehdyissä selvityksissä ydinvoima näyttää olevan halvin tapa tuottaa sähköä, kuten monet aikaisemmat tutkimukset ovat osoittaneet.

Katset Olkiluotoon

Lopuksi kuultiin Herkko Plitin esitelmä Olkiluoto 3:n rakentamisen tilanteesta. Töitä laitoksen eteen tehdään tällä hetkellä 26 maassa ja Olkiluodon infrastruktuu-

ritäydennykset etenevät suunnitelmien mukaisesti. Työt etenevät kaikilla rintamilla, laitostoimittaja lähettää jatkuvasti ulos uusia kyselyitä eri työvaiheista. Alihankintasopimuksia on tehty noin 900, joista hieman reilu puolet on tullut Suomeen.

Laitostoimittajan rakennustöistä reaktorilaitoksen pohjalaatta on valmis. Seuraavaksi on vuorossa reaktorirakennuksen pohjalaatan päälle tuleva tasausvalu jonka jälkeen vuorossa on teräksisen suojakuoren nosto ja asennus. Lisäksi turvallisuusjärjestelmä- ym. rakennusten perustustöiden valmistelut ovat täydessä käynnissä.

Komponentteja valmistetaan ympäri maapalloa ja joitakin komponentteja on alkanut pikkuhiljaa saapua projektin käytössä olevaan satamaan. Voimalaitoksen rakentamiseen tarvittavat luvat on myönnetty ja käyttö lupa-anomus tullaan jättämään kesällä 2007. Kaikki tilaajan työt työmaalla on tehty ja työmaa on luovutettu laitostoimittajalle. Laitoksen käyttöhenkilökunnan rekrytointi etenee ja uuden henkilöstön koulutusta jatketaan suunnitelmien mukaan.

Esitelmien jälkeen keskustelu jatkui vapaamuotoisena perinteisessä cocktail-tilaisuudessa hienoisen odottelun jälkeen. Ravintolaa pyörittävä uusi omistaja sopeutui muuttuneeseen aikatauluun hieman jähmeästi. ■

Ei Venäjällä kukaan vielä teehen ole tukehtunut

Matkustajat pyydetään lentokoneeseen, vanhaan Tupoleviin, Moskovan Sheremetyevo-I lentokentällä. Lennon Irkutskiin on tarkoitus lähteä hetken kuluttua. Mitään ei kuitenkaan tapahdu, ja matkustajat pyydetään takaisin terminaaliin. Tunnin kuluttua yritetään uudestaan. Vieläkin lähtövalmistelut edistyvät hitaasti, kunnes lentokoneen viereen ajaa mekaanikkojen auto. Miehet selvästi kiistelevät jostakin. Yksi mekaanikoista tulee sisään matkustamon etuosaan, avaa lattiassa olevan luukun ja kömpii alas ahtaasta aukosta jakoavain kädessä. Muutaman minuutin ähellyksen jälkeen mekaanikko kömpii takaisin ylös lievä hymy kasvoillaan. Joku kriittinen osa lentokoneesta on korjattu ja matka voi alkaa! Nousun jälkeen matkaa taitetaan kolmisen tuntia, kunnes kesken matkan kone joutuukin laskeutumaan Novosibirskiin. Matkustajille ei kerrota välilaskun syytä. Viimein venäläiset matkustajat hermostuvat ja pakottavat lentäjät kertomaan pysähdyksen syyn. Polttoaine ei olisi riittänyt Irkutskiin asti, joten oli laskeuduttava Novosibirskiin. Lisäpolttoaineeseen ei heti löydy rahaa. Muutaman tunnin odottelun jälkeen lentoyhtiö suostuu pitkän ostamaan lisää polttoainetta ja matka Irkutskiin voi jatkua. Perille päästään onnellisesti, tosin kymmenen tuntia aikataulusta myöhässä.

Venäjällä käytännön asioilla on yleensä taipumus järjestyä tavalla tai toisella, ei kuitenkaan läheskään aina helpoimmalla tavalla. Kuten edellä kerrottu kuvaus eräästä lentomatkastusta ja myös ATS-ekskursiolla tapahtuneet kommellukset osoittavat, matkan varrella kaiken näköistä saattaa sattua. Ensimmäiset päivät nuorena insinöörinä Venäjällä tuntuvat useimmiten varsin dramaattisilta ilman mitään erityistä syytäkään. Hurja liikenne, äänekäs puheensorina ja kyrillinen kirjoitus aiheuttavat sydämentykytyksiä. Varsin nopeasti kuitenkin oppii auttavasti lukemaan. Muutaman käynnin jälkeen venäläisiä tapoja ja kulttuuria alkaa paremmin ymmärtää.

Harva ihminen jää kylmäksi Venäjällä matkustaessaan. Eteen tulevista tilanteista joko pitää tai sitten ei. Venäjällä

matkustaminen vaatii kieltämättä sopeutuvaista ja osin seikkailunhaluista luonnetta. Toisaalta tekemisissä pitää olla järki mukana, jotta osaa välttää mahdolliset vaikeudet. Ihmisten välinen kanssakäyminen on huomattavasti läheisempää ja henkilökohtaisempaa kuin Suomessa, mikä saattaa tuottaa vaikeuksia meille jäyhille suomalaisille.

Venäläisten kanssa neuvotellessa tunteet leiskuavat ja äänen korottamista ei kainostella. Vaikka neuvottelut olisivat olleet riitaisat, tapaamiset yleensä päättyvät saman ruokapöydän ääreen. Vodkamaljoja nostellaan ja hyvää elämää kaikille osapuolille toivotetaan. Alkoholin käytön voi sinänsä pitää aika kohtuullisena ja venäläisessä liike-elämässä vodkan juonti onkin vähentynyt viime vuosina. Suomalaisilla on tosin usein tapana lähteä vielä baareihin ja yöelämään neuvotteluiden jälkeen keskenään. Joskus tuntuu, että venäjänkaupan kosta ja hurja maine perustuu nykypäivänä useammin suomalaisten keskinäiseen juhlimiseen kuin venäläisten isäntien tarjoaman vodkan määrään. Liikeasiat otetaan nykyään vakavasti Venäjällä.

Neuvostoliiton hajoaminen aiheutti sen, että valtiollisten tutkimusinstituuttien rahoitus romahti, jolloin monet nuoret akateemiset ihmiset lähtivät muille aloille. Nykyään uusi nuori sukupolvi on tullut vahvasti myös Venäjällä mukaan ydinvoima-alalle. Venäjällä on valtava tietotaito ydinvoimalalla ja venäläinen ydinvoimateollisuus on vahvassa nousussa. Tämä on ymmärrettävää, sillä venäläinen ydinvoimaosaaminen on muuttunut viime vuosina kannattavaksi liiketoiminnaksi. Sähkön myynti, voimaloiden vienti sekä ydinpolttoaineen väkeväinti ja valmistus tuovat Venäjälle merkittäviä tuloja. Venäjän valtiolla menee muutenkin taloudellisesti varsin hyvin etenkin öljyn, kaasun ja sähkön korkean hinnan takia.

Kansalle varallisuus on vielä toistaiseksi jakautunut erittäin epätasaisesti, mikä kieltämättä näkyy katukuvassa. Suurkaupunkien keskustat ovat täynnä hulpeita autoja, kalliita kauppoja ja komeasti restauroituja julkisivuja. Rikkaiden

asuinalueet vartioitujen aitojen takana ovat täynnä toinen toistaan komeampia kartanoita. Toisaalta Siperian aroilla, Karjalan kylissä ja ränsistyneissä lähiöissä hyvinvointi ei ole juurikaan kasvanut viime vuosina. Köyhyys on käsin koskeltavaa suurimmassa osassa Venäjää.

Keskiluokka on kuitenkin nopeasti kasvamassa vakiintuneiden olojen ja kasvaneiden tulojen myötä. Venäjä on kuuluisa luonnonrikkauksistaan. Kun vielä muistaa, että Venäjän taloudellisesti kasvavalla alueella on yli 140 miljoonaa asukasta, joilla ei ole käytännössä ollenkaan velkaa, ymmärtää, että Venäjän taloudellinen potentiaali on huikea. Matkaa on kuitenkin vielä jäljellä, eikä poliittinen ja yhteiskunnallinen riski ole talouselämän kannalta vielä kokonaan kadonnut. Yksittäisen suomalaisen insinöörin tai liikemiehen näkökulmasta suurin riski Venäjällä lienee liikenne.

Suomalaisilla on usein vielä varsin negatiivinen käsitys venäläisistä. Toisaalta venäläiset pitävät suomalaisia kovin hidasälyisinä. Aktiivisella kanssakäymisellä ennakkoluulot murtuvat, ja kun tarkemmin ajattelee, niin ehkäpä suomalaiset ja venäläiset tulevat keskenään toimeen yhtä hyvin kuin suomalaiset ja ruotsalaiset... Se, mitä edellinen lause tarkoittaa, kannattaa käydä itse Venäjällä toteamassa eikä luottaa pelkästään muiden kertomien tarinoiden tai median aiheuttamiin ristiriitaisiin mielikuviin.

Kolumnin otsikko on vanha venäläinen sananlasku.

TAPAHTUMAKALENTERI

Vuosikokous 27.2. 2006, Tieteiden talo, Helsinki

Kutsu jäsenpostissa.

Lisätietoja: Juha Poikolainen, VTT
sihteeri@ats-fns.fi

IYNC2006 18.-23.6.2006, Tukholma ja Oikiluoto

Maailmanlaajuinen nuorten ydinvoimakonferenssi, jonka järjestämiseen Suomen YG osallistuu.

Internet: www.iync.org
Lisätietoja: Satu Siltanen,
Fortum Nuclear Services Oy
satu.siltanen@fortum.com

Lisätietoja kaikista ATS:n tapahtumista löytyy internetistä: www.ats-fns.fi.

UUDET JÄSENET

VARSINAISET JÄSENET

Ari-Pekka Kirkinen Fortum Nuclear Services
Ilkka Männistö, VTT Tuotteet ja tuotanto
Eero Sarparanta, Framatome ANP
Kati Takala, Energiateollisuus ry.
Pekka Viitanen, Teollisuuden Voima
Anssi Paalanen, Teollisuuden Voima
Anssu Ranta-Aho, VTT Prosessit

NUORET JÄSENET

Givile Giedraityte, Teknillinen korkeakoulu
Tapani Raunio, Teknillinen korkeakoulu
Jukka Rintala, Teknillinen korkeakoulu

Suomen Atomiteknillisessä Seurassa oli 8.2.2006 pidetyn johtokunnan kokouksen jälkeen 640 varsinaista jäsentä ja 48 nuorta jäsentä eli opiskelijaa. Kunniajäseniä oli 10 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.pdf>.

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA —

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



Kannatusjäsenet

Alstom Finland Oy
Fintact Oy
Fortum Oyj
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
VTT Prosessit
VTT Tuotteet ja tuotanto

ATS internetissä:

www.ats-fns.fi