

ATS

YDINTEKNIikka

SUOMEN
ATOMITEKNILLINEN
SEURA —

ATOMTEKNISKA
SÄLLSKAPET
I FINLAND ry



1/2007

vol. 36

Tässä numerossa

PÄÄKIRJOITUS:

Energiapolitiikka ajetaan
biohumalassa pellolle 3

EDITORIAL:

Energy policy got bio fever 4

Uutisia 5

Ilkka Mäkipentti ydinasioista kuultuna 6

Sähkömarkkinat,
päästökauppa ja ydinvoima 10

Fingrid ylläpitää ja
kehittää kantaverkkoa 12

Loppusijoituksen
rahoitus turvattu 15

Varautumista nykyiseen ja tulevaan 18

Ranskassa ja Britanniassa edetään
kohti geologista loppusijoitusta 20

Energiaskenaariot
ilmastonmuutoksen kehittämiseksi 22

Säteilyturvakeskuksen
toiminnan rahoitus 24

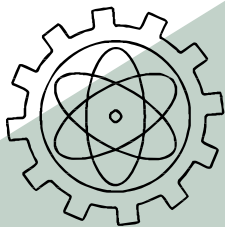
ATS:n vuosikokous 2007 26

Diplomityöt 28

KOLUMNI:

Energiaa hukkaan 30

Tapahtumakalenteri
ja seuran uudet jäsenet 31



ATS

1/2007, vol. 36

VUODEN 2007 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 Nuclear Services Oy
PL 100, 00048 Fortum
p. 010 453 3093
telefax 010 453 3403
toimitus@ats-fns.fi

ISSN-0356-0473

Painotalo Miktor Ky



441 194
Painotote

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 Nuclear Services Oy
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
Teollisuuden Voima
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 tietoa 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.

Energiapolitiikkaa ajetaan biohumalassa pellolle

Aika on rahaa. Energiajärjestelmässä ajan hinta aiheuttaa erityisiä ongelmia kahdesta syystä. Ensinnäkin energiantuotannon investointien takaisinmaksuajat ovat pitkiä, jolloin taloudellisten riskien ottoon on olematonta. Toiseksi useimpiin energiantuotantomuotoihin sisältyy merkittäviä myöhemmin esiin tulevia ulkoiskustannuksia, eli kustannuksia, jotka kohdistuvat jollekin muulle kuin energian tuottajalle tai kuluttajalle.

Energiantuotannossa tyypillisiä ulkoiskustannuksia ovat hiilidioksidi- ja pienhiukkaspäästöjen aiheuttamat kustannukset ja erilaiset tuotantoon sidotut tukiaiset. Ulkoiskustannusten olemassaolo vääristää kilpailua ja johtaa pahimmillaan kysynnän ja tarjonnan rakenteelliseen epätasapainoon. Hyvänä esimerkkinä tästä on Euroopan unionin ja Yhdysvaltojen vahvasti tuettu maatalous, jonka ylituotanto dumpataan maailmanmarkkinoille.

Maatalous- ja energiapolitiikka lähentelevät toisiaan päätöksentekoa leimaavassa bioenergiajuopumuksessa. Bioenergian käytön lisääminen on yksi keino ilmastomuutoksen torjumisessa ja energiaomavaraisuuden parantamisessa. Bioenergian käyttö ulotetaan kunniahimoisin tavoittein myös liikennepoltoaineisiin.

Peltoenergialla yritetään parantaa sairaana kouristelevaa suomalaista maataloutta, mikä on häikäilemätöntä maatalouspolitiikkaa ilmastomuutoksen torjumisen varjolla. Peltobiomassapohjaiset liikennepoltoaineet ovat hädin tuskin energia- tai kasvihuonekaasutaseeltaan sellaisia, että fossiilisia polttoaineita kannattaisi niihin vaihtaa. "Eko" ja "bio" eivät aina ole toistensa synonyymejä, vaikka näin helposti annetaan ymmärtää. Teknologia toki kehittyy – ja biosta voi tulla aidosti ekoa – mutta jatkossakin ratkaistavaksi jäävät myös eettiset kysymykset biopoltoaineiden raaka-aineista ja niiden alkuperästä.

Suomessa suurin bioenergiapotentiali on metsässä, jonka vuotuinen hyödyntämätön nettokasvu ylittää selvästi esimerkiksi liikenteen energiankulu-

tuksen. Myös orgaanisten yhdyskuntajätteiden laajempi hyödyntäminen yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa olisi todellinen ekoteko. Metsä kannattaa kuitenkin jalostaa mahdollisimman pitkälle, eikä kaiken puun polttaminen ole missään tapauksessa kannattavaa.

Keskustelussa vähälle huomiolle on jäänyt ajatus liikenteen sähköistämisestä. Sähköauton hiilidioksidipäästöt ovat arviolta 40–60 % pienemmät kuin polttomoottoriversion, mikäli auto ladattaisiin valtakunnanverkosta. Autojen tarvitsema energia voitaisiin tuottaa jatkossa päästöttömästi lisäydinvoimalla ja uusiutuvilla energialähteillä. Ladattavat hybridiautot olisivat tällöin käytännössä päästöttömiä kaupunkiajossa, koska ne suoriutuvat siitä ilman polttomoottorin käyttöä. Pidempiä matkoja varten niihin tankattaisiin metsäbiomassapohjaista polttoainetta. Hybriditeknologian käyttöönoton edistäminen veroratkaisuina olisi tässä mielessä todellinen ympäristöteko.

Biopolttoainehumala aiheuttaa vaaraa, jos nyt tehtävissä ratkaisuisia ajaututaan vääriin kaistalle. Vähäpäästöisten teknologioiden kehittämistä ja käyttöönottoa pitää toki tukea, mutta energiapolitiikasta ei saa tulla maatalouspolitiikan jatketta. Kehitys- ja demonstraatiovaiheen jälkeen tuotannon on pärjättävä omillaan markkinoilla eikä taloudellisuus voi perustua jatkuviin subventioihin. Tuotantotukien muodossa ulkoistetut kustannukset vääristävät kilpailua ja voivat estää edistyneemmän teknologian käyttöönoton.

Uusi eduskunta pääsee ottamaan kantaa kuldenteen ydinvoimalaan. Ydinenergian tarpeellisuudesta ilmastomuutoksen torjumisessa vallitsee liikkuttava yksimielisyys niin kansallisesti kuin kansainvälisesti. Planeettamme tila ei kuitenkaan parane yksistä vaaleista tai edes yksimielisyydestä asioiden huolestuttavasta kehityksestä, siihen tarvitaan tekoja – tänään.

Energy policy got bio fever

Time is money. In the energy system, the value of time causes problems. Firstly, pay-back times of investments are long, which makes the business extremely risk averse. Secondly, energy production may cause delayed externalities, i.e. costs that are caused to a third party and not carried by the producer or the consumer.

Typical externalities in energy production are costs of carbon dioxide and small particle emissions, and subsidies coupled with production volume. The externalities distort the competition in the market and, in the extreme, can cause market failures. An example of such a failure is the subsidised agriculture in the EU and the US with their overproduction dumped in the world market.

Agricultural and energy policy are coming closer in the bio fever that labels the current decision making. The increased use of bio energy is of course one mean to mitigate climate change and improve our energy security. The use of bio energy is also extended with ambitious objectives to provide bio fuels to the transport sector.

The fact that the climate change is used as an excuse to subsidise bio energy from the fields is ruthless. Bio fuel production from the fields makes little sense compared to fossil fuels if you look at the energy or CO₂ emission balance of the product's whole life cycle. Words 'eco' and 'bio' don't necessarily match, although this is the impression we all tend to have. The technology progresses – and one day 'bio' will be 'eco' – but still the questions about the ethics of the sources of the raw materials remain.

IN FINLAND, the most important biomass is from the forests. The unutilised net growth of the Finnish forests exceeds notably e.g. the energy consumption in the transport sector. Also, the extended use of organic municipal waste in combined heat and power production would be beneficial to the environment. It is clear that the biomass from the forests

needs to be processed to provide as much added value as possible, and burning it all is far from being cost-effective.

Electrifying the transportation sector has not been an issue in the Finnish discussion so far. The emissions of an electric vehicle are estimated to be 40–60% less than those of a vehicle with combustion engine if the electric vehicle is loaded from the grid. The additional capacity needed for the electrified transport sector could be provided with nuclear power and renewables. A plug-in hybrid would then be virtually emission free in urban areas because in short distances and slow speeds there would not need to use the combustion engine. For longer trips the vehicle is tanked up with forest based bio fuel. Supporting the hybrid technology with taxation policy would be beneficial to the environment.

The current bio fever might turn the development into wrong tracks. Development and introduction of clean technologies should naturally be supported but energy policy cannot be a continuation of the agricultural policy. Each technology should be economically viable after the development and demonstration phase without continuous subsidisation. Externalities in the form of production subsidies distort the competition and – in the worst case – prevent more advanced technologies from entering the market.

Whatever is the outcome of the elections in March, the new Parliament has the privilege to make a decision in principle about the sixth reactor in Finland. There is a significant national and international consensus about the need of nuclear energy in the mitigation of the climate change. However, the result of one election or general consensus about the alarming development doesn't save the planet. Actions are needed – today.

■

UUTISIA

Ydinvoima salonkikelpoinen EU-energiastrategian osa

EUROOPAN KOMISSION tammikuussa 2007 julkistamassa energiastategiassa ydinvoima on nostettu yhdeksi vaihtoehtoiseksi ratkaisuksi muiden joukossa. Raportin mukaan halvan energian ajat ovat Euroopassa ohi ja kaikki EU:n jäsenvaltiot joutuvat vastaamaan ilmastomuutoksen, lisääntyvän tuontiriippuvuuden ja korkeampien energianhintojen asettamiin haasteisiin.

Komission tavoitteena on ruokkia uutta teollista vallankumousta, nopeuttaa vähäpäästöisen energiantuotannon osuuden kasvua ja lisätä muutamien vuosien sisällä merkittävästi paikallisesti tuotetun pienipäästöisen energian osuutta tuotannosta ja käytöstä. Vuoteen 2020 mennessä teknologialla on päästävä uusiutuvien energianlähteiden 20% tavoiteosuuteen. Vuoteen 2030 mennessä sähköä ja lämpöä on yhä enenevässä määrin tuotettava lähes päästöttömissä fossiilista polttoainetta käyttävissä voimaloissa, joissa hiilidioksidi otetaan talteen ja varastoidaan. Liikenteessä on yhä enemmän sopeuduttava käyttämään toisen sukupolven biopolttoainetta ja vetypolttoainetta.

VUOTEEN 2050 mennessä ja sen jälkeen olisi lopullisesti siirryttävä Euroopan energiajärjestelmässä vähähiilisyteen niin, että uusiutuvilla energianlähteillä, kestäväällä hiilen- ja kaasun käytöllä, kestäväällä vedynkäytöllä sekä neljännen sukupolven

fissioenergialla ja fuusioenergialla on suuri osuus Euroopan kokonaisenergiavalikoimassa.

Komission mukaan ydinvoima on ollut yksi tapa rajoittaa hiilidioksidipäästöjä EU:ssa, ja niin haluavilla jäsenvaltioilla se tulee myös pysymään osana energianäkymiä tilanteessa, jossa tarvitaan huomattavia päästövähennyksiä. Ydinvoima on vähemmän haavoittuvaista hintavaihteluille kuin hiili- tai kaasuvoima. Lisäksi uraanivaroja riittää moniksi vuosikymmeniksi, ja ne sijaitsevat hajallaan eri puolilla maapalloa.

EU:N TASOLLA pyrkimyksenä tulisi olla kehittää edelleen kaikkein edistyneimpiä puitteita ydinvoiman käytölle niissä jäsenvaltioissa, jotka ydinvoiman valitsevat, noudattaen kaikkein tinkimättömiä turvallisuuteen, riskinhallintaan ja ydinmateriaalin leviämisen estämiseen liittyviä normeja Euratomin perustamissopimuksen vaatimusten mukaisesti. Ydinvoima herättää kuitenkin myös merkittäviä ydinjätteeseen ja laitos-ten käytöstäpoistoon liittyviä kysymyksiä, joten näihin asioihin olisi jatkossa kiinnitettävä huomiota yhteisön toimissa.

Energiastategiaraportti löytyy kaikilla

EU:n kielillä osoitteesta:

http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/index_en.htm

Kiinassa sähkön- tuotanto kasvoi 102 GW vuonna 2006

KIINA RAKENSI uutta sähköntuotantokapasiteettia peräti 102 GW:n verran vuonna 2006. Vuosikasvu on suurempi kuin koko olemassaoleva kapasiteetti Brittein saarilla. Suurin osa uudesta kapasiteetista on hiilivoimaa, vain 1% ydinvoimaa, joten vaikutus maailman hiilidioksidipäästöihin on merkittävä.

(Lähde: World Nuclear News)



Uusi säteilyvaaran merkki esitelty

IAEA JA ISO esittelivät uuden säteilyvaaran merkin. Merkissä on täydennetty vanhaa säteilyvaaran merkkiä pääkallon ja sääriluiden sekä juoksevan henkilön symboleilla. Perusteluna on se, että vanhalla merkillä ei ole riittävän intuitiivista merkitystä asiaan vihkiytymättömien piirissä. Uuden merkin tavoitteena on parantaa turvallisuutta.

<http://www.iaea.org/NewsCenter/News/2007/radiationsymbol.html>



Ilkka Mäkipentti esittämässä KTM:n tervehdystä voimayhtiöiden ydinjätetoimikunnalle, pöydän ääressä Pekka Jauho ja Magnus von Bonsdorff.

Ilkka Mäkipentti:

Valtiolla oli ISO VASTUU ydinenergian infrastruktuurin luomisessa

Olemme aloittamassa haastattelua teollisuusneuvos Ilkka Mäkipenttin kotona Espoon Tapiolassa. Mäkipentti jäi v. 1993 eläkkeelle kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM) energiaosaston ydinenergiaryhmän johdosta. ATS:n eri tilaisuuksista tuttu keskustelija oli sitä myös kotonaan, jutustelu sujui ja soljui. Emme työasioissa olleet juurikaan kanssakäymisessä, yhteistä on kuitenkin ollut kummankin aktiivinen opiskeluajan harrastustoiminta. Mäkipentit olivat juuri palanneet autoillen joulunvietosta tyttärensä luota Englannista, pääharrastus on kuitenkin kesäpaikka Vanajaveden rannalla Hattulassa Hämeenlinnasta pohjoiseen. Kun kysyin miehen harrastuksista, saa vaimo sympaattisella tavalla tunnustuksen: "Vaimo pitää huolen, etten ole liian laiskana."

Lähdetään liikkeelle tässä...

"...kuulustelussa."

...siis keskustelussa eli haastattelussa. Kerroit olevasi Kangasniemeltä.

"En lähtöisin. Koulunkäyntini siellä kyllä aloitin kirkonkylän alakansakoulussa mutta sieltä siirryin sitten Lauritsalan kautta Helsinkiin."

Selvä. Yleensähan sanotaan ihmisen olevan sieltä missä hän on koulunsa käynyt.

"Siinä tapauksessa SYK Helsingin Etu-Töölössä. Sitten tulivat opinnot TKK:n sähköinsinööriosastolla, josta valmistuin v. 1958. Menin teekkarina Koneelle töihin. Olin TKY:n ja Suomen ylioppilaskuntien liiton hallituksissa, oli myös kansainvälisiä yhteyksiä. Ehkä siinä opinnotkin hyvän asian vuoksi hiukan venyivät?"

Monet tärkeät kontaktit ovat opiskeluajalta ja ne ovat säilyneet myöhemminkin.

"Olen mukana eräissä "ukkoryppäissä", jotka tapaavat silloin tällöin."

Ydinasiantuntijoita kehittämään

Koneeltako sitten menit KTM:öön?

"Kyllä. Ensin sähköavustuksia, ja ehkä yllättävää, myös eräitä tullikysymyksiä käsittelemään. Maan sähköverkosto oli 1960-luvulla vielä aika heikossa kunnossa, oli paljon alueita joilla ei ollut sähköä ollenkaan. Valtio antoi tietyn järjestelmän puitteissa rahaa alueiden sähköistykseen."

Milloin herättiin huomaamaan, että sähkö on välttämättömyystarvike?

"Karjalassa oli menetetty kapasiteettia. Sitä kysyttiin lisää, sillä suurin osa maaseutua oli sähkötöntä. Vähitellen siirryin hoitamaan ydinenergiakysymyksiä. Akateemikko **A.I.Virtanen** oli tuonut esiin atomienergian käytön tarpeen tulevan ajan Suomessa. Energiakomitea, jonka puheenjohtaja oli **Erkki Laurila** ja sihteeri **Pekka Jauho**, esittivät Atomienergianeuvottelukunnan (AEN) asettamista valmistelemaan asiaa. AEN näki ydinenergian käyttöönoton Suomessa tarkoituksenmukaiseksi."

"Valmistelutöistä tärkeimpänä nähtiin asiantuntijakunnan kasvattaminen ja kouluttaminen. AEN:n puitteissa, jonka pääsihteerinä toimin, kehitettiin Laurilan ideoitu palkkausmalli. Valtaosa oli tutkinnon suorittaneita, jotka palkattiin noin kolmeksi vuodeksi hankkimaan jotakin lisätutkintoa, ei fyysisesti ministeriöön mutta ministeriön palkkalistoille, suurimmillaan heitä oli lähemmä satakunta henkeä."

Mitä koulutettavat varsinaisesti tekivät?

"Heidät sijoitettiin eri tutkimuslaitoksiin, spektri oli laaja. Luonteeltaan teknisissä tehtävissä väkeä oli pääasiassa Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa (VTT), mutta myös Merentutkimuslaitoksessa (MTL), Ilmatieteen laitoksessa (IL), jne. Jo silloin visioitiin, että erilaiset luonnonsuojelukysymykset tulevat varmasti "tapetille". Tällaisia olivat ilmakysymykset kuten saasteen leviäminen metsäpeitteisessä maastossa. Loviisan selälle rakennettiin merenmittaustorni Loviisan alueen meren tilan

mittaukseen jo ennen ydinvoimalaitoksen käynnistämistä. Ansiot olivat palkkaa eivätkä stipendejä, jolloin perhe- ja lapsiasiat, ym. menivät normaalin verojärjestelmän puitteissa eikä syntynyt ns. stipendijärjestelmään liittyviä sosiaalisia ongelmia. Näin meille kehittyi vähitellen myös lisää uutta professorikuntaa."

Tutkimuslaitoksia kehitetään

Tuliko heistä professoreja?

"Sellaisiakin heistä tuli yliopistoihin, TKK:uun, IL:een, ym."

Kuinka kauan asiantuntijoiden ydinenergia-alalle valmistelua kesti, mitä saavutettiin?

"Säteilyfysiikan laitoksen (SFL) reaktorturvallisuusryhmä oli pääosin lähtöisin ministeriön palkkollisia. Siirtelin koulutettavia "klöntteinä" korkeakoulujen ja muiden laitosten kokonaan palkattaviksi. Neuvottelin valtiovarainministeriön kanssa, että laitosten budjetteihin otettiin vastaavat summat, jotta ne pystyivät ottamaan henkilöt palkkalistoilleen. Osa koulutettavista hävisi myös teollisuuteen."

"IVO ja TVO hoitivat oman väkensä koulutuksen ja palkkauksen. TVOn insinöörit olivat lähinnä Ekonosta, koulutus **Olavi Vaavuoren** vastuulla. Vähitellen voimayhtiöiden tarpeet täyttyivät ja ministeriön ohjelmassa MTL, IL ja SFL saivat väen 1960-luvun loppuvuosina suoraan omille palkkalistoilleen. Kun suurempaa joukkoa viimein siirrettiin VTT:een ja SFL:n reaktio-

→ →



IAEA:n ylesikokous n. vuonna 1991. Edessä Ilkka Mäkipentti ja Alec Aalto, takana Sakari Immonen.



Ilkka Mäkipentti olympiaradion yhteyksiä hoitamassa vuonna 1952.

riturvallisuusosastolle, palkkalistojemme joukko suorastaan katosi. Menettelyä ei enää tarvittu, koska tehtävät oli suurelta osin sijoitettu niihin laitoksiin joihin niiden tulikin kuulua.”

Antti Vuorinen kiitteli sitä, että SFL:ssä säteilysuojelu ja reaktoriturvallisuustoiminta organisoitiin ”saman katon alle”, melkein pä ainoana maailmassa.

”En minäkään nähnyt järkeväksi jakaa reaktoriturvallisuutta ja säteilysuojelua hoitavaa viranomaistoimintaa kahteen eri laitokseen kuten Ruotsissa. Ajatukseni vastustajien mielestä turvallisuusvalvontaa ei voida panna ydinennergian rakentamista ajavaan KTM:öön. Selitin, ettei ministeriö aja mitään rakentamista vaan se huolehtii siitä että maassa on hyvä tekninen osaaminen. Teknologiaapuolen hoito kuuluu KTM:lle, ei sosiaali- ja terveystieteille (STM).”

”Asiasta olisi voinut tulla hallinnonalojen välinen riita, mutta sitä ei haluttu. Kun reaktoriturvallisuusväki oli siirretty SFL:een, niin totta kai se siellä sitten pysyi, kaikessa muussa KTM:n mutta henkilöhallinnollisesti STM:n hallinnon alla. Toki olisi voitu tehdä Ruotsin malliin erillinen reaktoriturvallisuuslaitos, siellähän SKI on erillään SSI:stä. Mutta sellaista ei haluttu.”

”Tätä säteilysuojelun ja reaktoriturvallisuustyön yhdessä pitämistä oli sekin, että ei haluttu mitään Ruotsin esimerkin mukaista ydinennergia tutkimuslaitosta, vaan VTT:n sisälle ryhdyttiin luomaan ydintekniikan tutkimusta, tämäkin Laurilan järjestelyä. Teknologian ja ydinteknologian tut-

kimuksen piti voida olla keskenään vuorovaikutuksessa. Niillä oli paljon yhteistä ja kumpainenkin sektori kärsii, jos ne erotetaan toisistaan. Ruotsissahan tämä huomattiin vasta 15 vuotta myöhemmin.”

IAEA valvomaan ydinlaitoksia

Kansainvälinen atomienergiajärjestö (IAEA) on ilmeisesti ollut merkittävämpi organisaatio Suomelle ja Suomi IAEA:lle kuin yleisesti tiedetään?

”Kyllä. 1950/60-lukujen vaihteessa haluttiin tasapuolisuuden nimissä hankkia Otaniemeen Triga Yhdysvalloista ja miilun polttoaine Neuvostoliitosta, IAEA:n kautta. IAEA:n perussäännön mukaan tällainen välitystehtävä voitiin antaa myös IAEA:lle

Assosiaatiosanaleikki

□ *Ilmaston lämpeneminen?*

”Osa fysikaalista faktaa, osa sellaista jonka taustaa ei täysin tiedetä.”

□ *Energiaskenaario?*

”Useassa tilanteessa hyvin tarpeellinen, voi olla hyvin vaikeakin.”

□ *Teollisuusneuvos?*

”Aika hassu sana.”

□ *Tapiola?*

”On ollut mukava paikka elää.”

□ *Kirjahylly?*

”Valtaakohan internet sen paikan?”

□ *Nokia?*

Suuri vaikuttaja meillä, toivottavasti pysyy pystyssä.”

ja Suomi halusi ensimmäisenä tätä käyttää. Tällöin sovittiin myös valvontajärjestelmästä. Tuolloin minkäänlainen hankinta ei tullut kysymykseen, ellei ollut kahdenvälisiä sopimuksia niiden maiden kanssa, joiden kanssa hankinta tehtiin. Neuvotelimme sopimuksia sitten puolen tusinan maan kanssa. Oli sovittava että maat saavat valvontaoikeudet sekä ydinlaitoksiin että tänne tuotuun polttoaineeseen.”

”Sopimuksissa oli sellaiset pykälät, että mikäli IAEA suostuu hoitamaan valvonnan, maat luopuvat valvontaoikeuksistaan. V. 1968 suurvallat sopivat Genevessä siitä, että IAEA voi huolehtia valvonnasta. Myöhemmin tehdyn ns. ydinsulkusopimuksen eli ns. Non Proliferation Treaty (NPT) -sopimuksen synty oli erittäin hyvä asia, koska siihen perustaen Suomi saattoi vapautua kahdenvälisten sopimusten mukaisesta valvonnasta siten että se voitiin siirtää IAEA:lle.”

”Uuden luomisessa olimme paljon edellä, koska tekstiluonnos jo oli, ja neuvotelimme IAEA:n kanssa pelkästään Suomea koskevan valvontasopimuksen. Kun sopimus oli selvä, siitä muodostui perusta myös IAEA:n muiden maiden kanssa tehtäville sopimuksille. Irtauduimme myös niistä vaikeuksista, joita olisi saattanut syntyä, jos sekä ”itä” että ”länsi” olisivat saaneet valvontaoikeudet samaan laitokseen tai polttoaineeseen Suomessa.”

Millaisia laitoksia valvottiin?

”Kahdenväliset sopimukset alistivat kaikki ydinlaitokset valvonnan piiriin. NPT -valvonnan kohteena oli vain fissiokelpoinen materiaali, jota tietysti käytettiin näissä ydinlaitoksissa. Olin mukana kaikissa meidän kahdenvälisten sopimusten prosesseissa 1990 -luvun alkuun asti. Muutaman vuoden ajan olin puheenjohtajana 11 valtion ryhmässä, joka määritteli mitä laitteistoja ja materiaaleja valvonnan piiriin tulisi ottaa.”

Diplomatian merkityksestä

Mitä kuuluu diplomatiaan, kuinka tärkeää se on? Diplomatiaassa kai pyritään kulkemaan oikein ja välttämään umpikujareittejä? Ja



OECD:n Nuclear Energy Agency:n Steering Committee vuonna 1992, edessä komitean varapuheenjohtaja Ilkka Mäkipentti.

maan sisälläkin on diplomatiata, ei vain ulkopolitiikassa?

”Asia riippuu tietysti ajankohdasta ja asioiden taustasta. Ei nykyään tarvitse enää menetellä niin kuin silloin kun Loviisan laitoksia hankittiin. Aikoinaan jouduin tekemään myös laskelman, miten yksityisen ja julkisen sektorin osuudet TVO:ssa olisi muodostettava. Tämä oli edellytyksenä sille, että TVO:lle annettiin tarpeelliset luvat. Paljon riippui siitä, kuinka sovussa eri tahot toimivat keskenään. En sanoisi että ydinvoiman rakentamisen asioita koskaan hirveän tiukalle vedettiin. Väliillä TVOn asiassa kumpikin sektori pani kovan aika laila kovaa vasten.”

Valtiovan roolista

KTM:n rooli tiedetään ydinenergia-alalla. Vai tiedetäänkö sittenkään? Mikä se on ohjaavana elimenä tutkimuksen rahoituksessa ja valtion intressien vaalijana?

”Lähtökohta on, että ministeriö ei voi tehdä mitään päätöksiä muutoin kuin lakeihin perustaen. Mutta jos tarvitaan jokin lupa tai suostumus, ministeriö voi jarruttelella ja esittelemällä näkemyksiään ohjata prosessia. Nykyisin tarvitaan jopa eduskunnan hyväksyntää, mikä korostaa ministeriön ja eduskunnan vahvaa asemaa.”

”Laissa ministeriön tehtävänä on päättää Suomen ulkopuolisissa yhteyksissä, vaikkapa merikaapelihankkeessa. Sanotaan ettei niitä saa tehdä ilman ministeriön lupaa. Ja laissa sanotaan, onko päättäjä ministeriö vai valtioneuvosto.”

Ainutlaatuisista ehkä koko maailmassa että eduskunta on lainsäätäjä ja toimeenpanija?

”Tässä on ”puurot ja vellit” mennyt mielestäni nyttemmin vähän sekaisin. Eduskuntaa ei pitäisi sotkea tähän ja siksi laissa onkin lähdetty siitä ettei eduskunta ole päättäjä vaan valtioneuvoston päätöksen jälkikäteen hyväksyjä. Ensinnäkin valtioneuvoston on itse tehtävä päätös. Positiivinen päätös viedään eduskuntaan, negatiivista päätöstä ei tarvitse viedä minnekään.”

Valtion budjetin ydinenergia-alan tutkimusrahoitus oli 70- ja 80-luvuilla hyvin tärkeä mutta sitten sen merkitys väheni. Kansallisissa tutkimusohjelmissa se on yhä tärkeä.

”Kun ydinenergian kannatus väheni, valtion budjetissa rahoitus jäi paikalleen ja jopa pieneni. Silloin VTT:n oli pakko siirtää painopistettä tilaustutkimuksien suuntaan. Viimein ydinenergiakia muutettiin niin, että jätehuoltorahastosta voitiin maksaa osa kustannuksista. Rahaston filosofia muuttui, koska alkuperäisen tarkoituksen mukaan se on puhdas finanssirahasto. Lakia muutettiin ja niinpä rahasto nyt ”vuotaa” tältä osin, ei tosin merkittävästi.”

STUK:n Jukka Laaksosta haastateltiin taannoin radiossa, kysyttiin miten KTM/STM ohjaa STUK:n toimintaa? Laaksosen mukaan STUK:ssa on asiantuntemus ja hyvät kansainväliset yhteydet. Ministeriöt eivät määrää mutta ne pidetään ajan tasalla.

”Turvallisuusteemaan ei pidäkään sotkea poliittista aspektia vaan siinä on oltava itsenäinen. Tutkimus on eri asia. Turvallisuusviranomaisella pitää olla vahva mielipide. He voivat sanoa että ”tehkää te mitä haluatte

mutta me teemme näin.” Säteilysuojelu on STM:n alasta, ydinenergiaturvallisuus KTM:n alasta toimintaa.”

Asiantuntijoita tulevaisuudessa

Onko meillä tulevaisuudessa riittävästi ydinenergia-alan asiantuntijoita?

”Opiskelijat pelkäsivät pitkään ettei ydinenergia-alalle tule työpaikkoja. Tilanne on nyt kai korjaantumassa? Voimayhtiöt kouluttanevat omat henkilönsä?”

STUK on arvioinut, että heidän henkilöstönsä riittää 6. laitoksenkin tapauksessa, koska he kasvattavat henkilöstöään hallitusti jo 5. laitoksen tarpeita ajatellen. Samoin tekee TVO. Miten KTM:ssä nähdään tulevat ydinenergia-alan asiantuntijatarpeet?

”Nykyään ministeriö ja valtio eivät ole vastuunkantajia kuten toiminnan alkuvaiheessa. Vastuu henkilöstön saatavuudesta on nyt voimayhtiöillä ja muilla. Mutta sähköntuotanto on mielestäni ala, jossa valtion tulisi olla enemmän mukana, koska alan nykyjärjestelmä ei näytä kunnolla kantavan tiettyjä vastuitaan. Paino on taloudessa ja lisäkapasiteetista ja investoinneista kannetaan huonosti huolta.”

Monesti kun joku on kysynyt minulta, miksi Suomessa ja maailmalla pitäisi olla ydinvoimaa, olen vastannut mm., että jos halutaan ydinvoimaa, niin osaamisen, asiantuntemuksen ja tiedon ketju ei saa katketa aikamatkalla kaupalliseen fuusioon.

”Emme voi lopettaa siksikään, ettei ole mitään tilalle. Ehkä joudutaan vielä menemään raskaimman kautta, niin että 6. yksikköä ei saada riittävän ajoissa?” ■

Sähkömarkkinat, päästökauppa ja ydinvoima

Pohjoismaiset sähkömarkkinat toteutettiin 1990-luvun lainsäädäntömuutoksin tavalla, joka ei ota millään välittömällä tavalla kantaa voimalaitoskapasiteetin tasoon tai uusien voimalaitosten rakentamiseen. Lainsäätäjien ajatuksena on siten täytynyt olla, että sähköenergialla käytävä kauppa johtaa kaupallisien perusteiden sopivan kapasiteetti tason ylläpitoon. Tämän oletuksen oikeutus ei ole lainkaan itsestäänselvyys, vaan esimerkiksi Englannissa päädyttiin alunperin toiseen johtopäätökseen ja energialla käytävän kaupan rinnalle luotiin kapasiteettimaksu, jonka suuruus riippui vallitsevasta kapasiteettitilanteesta.

Yhdysvaltalaiset taloustieteilijät **A. Jaffe** ja **F. Felder** julkaisivat vuonna 1996 lehdessä *The Electricity Journal* artikkelin *Should Electricity Markets have a capacity requirement? If, how should it be priced?* He kuvasivat kapasiteetin tarvetta taloudellisena eksternaliteettina, jonka asianmukaista painotusta ei energiaan perustuva kaupankäynti pysty automaattisesti turvaamaan. Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla saadut kokemukset viittaavat myös siihen, että energiakauppaan perustuvat markkinat eivät kaikissa olosuhteissa johda investointeihin, jotka turvaisivat pohjoismaisten yhteiskuntien odottaman huoltovarmuuden sähkön toimituksissa.

Perussyynä tälle ongelmalle on se, että voimalaitoksen kokonaiskustannuksista suuri osa muodostuu pääomakustannuksista, mutta sähkömarkkinat perustuvat hinnoittelunsa kilpailuun, johon tarjouksia kannattaa tehdä muuttuvien kustannusten perusteella. Täten pääomakustannuksille ja kiinteille kustannuksille saadaan katetta vain siltä osin, kuin oman tuotannon muuttuvat kustannukset alittavat hintatason ratkaisevan marginaalituottajan kustannukset.

Vesivoima markkinavoimana

Säännösteltävissä olevan vesivoiman suuri osuus Pohjoismaiden sähköntuotannossa monimutkaistaa muuttuvien kustannusten määrittämistä. Vesivoiman tapauksessa

ratkaiseva kustannus ei synny itse voimalaitoksella, vaan se muodostuu käytettävän veden vaihtoehtoisarvosta eli siitä, kuinka paljon vesivoimantuottaja arvioi voitansa saada tuottoa vedestä jollain myöhäisemmällä hetkellä.

Tämän ajattelutavan olennaisin seuraus on vesivoimasta pyydettyvän hinnan nouseminen loppukesän ja syksyn aikana, kun halutaan välttää altaiden tyhjenemistä ennen talven kysyntähuippua. Lopputulos on juuri se, mihin Norjasta alkaneessa markkinauudistuksessa pyrittiinkin: vesivoimantuottajat suunnittelevat toimintansa tähden tuotannon ajoittumiseen tavalla, joka on optimaalinen myös koko yhteiskunnan sähköhuollon turvaamisen kannalta.

Koska tulevia sateita on mahdotonta ennustaa, ei tulos luonnollisestikaan ole aina ollut optimaalinen tarkasteltaessa sitä jälkikäteen, mutta vain syksyllä 2002 vaikuttaa hinnoittelu poikenneen olennaisesti siitä, mitä sen olisi teoreettisten laskelmien mukaan pitänyt olla. Tuo poikkeama liian alhaisten hintojen suuntaan johti vuoden vaihteen 2002-03 tienoilla paljon rajumpan hintapiikkiin kuin hinnoittelu luottanemallilaskelmiin olisi johtanut.

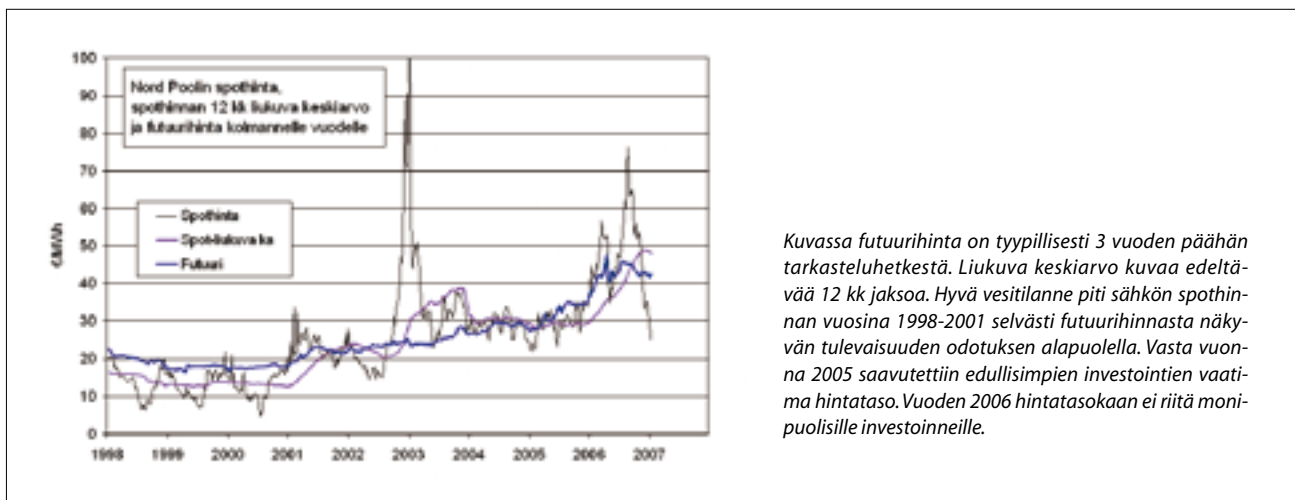
Toimivatko markkinat?

Kokonaisuutena on tähänastinen kokemus pohjoismaisilta sähkömarkkinoilta osoittanut hinnoittelun ohjaavan onnistuneesti markkinoiden operatiivista toimintaa noin

yhteen vuoteen ulottuvalla aikahorisontilla. On myös ilmeistä, että toteutuneista poikkeavat, esimerkiksi toteutuneita merkittävästi korkeammat, hinnat eivät hoitaisi oikein markkinoiden perustehtävää: sähkön tarjontaa mahdollisimman edullisesti ja luotettavasti tällä noin vuoden eteenpäin katsovalla perspektiivillä.

Tarkasteltaessa markkinoita pitemmällä aikavälillä, on mietittävä, kuinka kapasiteetti kehittyy. Kapasiteettitilanteen käydessä tiukemmaksi yleistyvät tilanteet, joissa joudutaan turvautumaan muuttuvilta kustannuksiltaan kalliimpaan säätö- ja huippuvoimaan. Tätä tapahtuu lyhytkestoisesti talvien kulutushuippujen aikana sekä erilaisissa järjestelmän häiriötilanteissa. Tällaisten tilanteiden osuus vuoden tunneista pysyy aina suhteellisen pienenä, mutta hintapiikit voivat näiden tuntien aikana olla hyvin rajuja nousten jopa monikymmenkertaisiksi normaaliin sähkönhintaan verrattuna.

Sähkön tarjonnan riittävyys voi muuttua ongelmalliseksi myös toisella tavalla. Sateisuuden jäädessä olennaisesti normaalia vähäisemmäksi vuoden aikana tai kahdena vuonna peräkkäin heikkenee vesivarausten tilanne niin, että sähkön riittävyys talven yli tulee uhatuksi. Tällöin hintataso nousee yleensä vähintään useamman kauden ajaksi, mahdollisesti yli vuodeksikin. Pitkäkestoisuudesta johtuen vaikuttavat tällaiset hinnannousut lyhytaikaisia



Kuvassa futuurihinta on tyypillisesti 3 vuoden päähän tarkasteluhetkestä. Liukuva keskiarvo kuvaa edeltävää 12 kk jaksoa. Hyvä vesitilanne piti sähkön spothinnan vuosina 1998-2001 selvästi futuurihinnasta näkyvän tulevaisuuden odotuksen alapuolella. Vasta vuonna 2005 saavutettiin edullisimpien investointien vaatima hintataso. Vuoden 2006 hintatasokaan ei riitä monipuolisille investoinneille.

huippuja enemmän sähkön keskimääräiseen hintaan.

Kaksi näkökulmaa huoltovarmuuteen

Niukuustilanteita voidaan tarkastella sekä yhteiskunnan huoltovarmuuden että investointia suunnittelevan sähköntuottajan näkökulmasta. Olisi onnekas sattuma, jos näistä molemmista näkökulmista päädyttäisiin samaan luotettavuustasoon. Laskelmat ovatkin viitanneet siihen, että luotettavuus kärsii liikaa yhteiskunnan näkökulmasta jo huomattavasti aiemmin kuin keskimääräisen hintatason nousu synnyttää investoijalle riittävän insentiivin uusien investointien tekemiseksi.

On siis näyttänyt siltä, että investoinnit sähköntuotantokapasiteettiin ovat olleet jäämässä yhteiskunnan näkökulmasta liian vähäisiksi, mikä puolestaan saattaisi johtaa yhteiskunnan markkinoille vieraisiin toimiin luotettavuuden turvaamiseksi. Tämä taas saattaisi varmistaa, että insentiiviä kaupallisiin investointeihin ei syntyisi myöhemminkään.

Kustannuksiltaan suhteellisen edullisena vaihtoehtona on ydinvoiman lisärakentaminen ollut Suomessa keskustelun kohteena koko nykyisten sähkömarkkinoiden olemassaolon ajan. Pitkään ydinvoiman kannattavuus näytti kyseenalaiselta, mutta sen edistäminen oli kuitenkin loogista suurten sähkön teollisten kuluttaji-

en kannalta ja hanke etenikin juuri tästä suunnasta tulleen intressin turvin. Ydinvoiman kannattavuutta tukevan ilmasto- ja ympäristöpolitiikan todennäköisyys kasvoi lisäksi jo 1990-luvun loppuvuosina, mikä lisäsi kiinnostusta ydinvoimaan myös sähköä markkinoille toimittavan tuottajan kannalta.

Ilmastotavoitteet ohjaavat markkinoita

Kioto sopimus sekä vielä konkreettisemmin EU:n päästökauppadirektiivi ovat vaikuttaneet olennaisesti voimalaitosinvestointien kannattavuusnäkyymiin. Päästökaupan automaattisena seurauksena muuttuviin kustannuksiin perustuvilla sähkömarkkinoilla on markkinahinnan nousu päästöoikeuden hinnan mukana.

Niin kauan kuin hiililauhevoimaa tarvitaan vuosittain merkittävässä määrin ja se on ainakin talvella yleisin marginaalituottaja pohjoismaisella markkina-alueella, voidaan sähkön markkinahinnan odottaa seuraavan myös kesällä hiililauhevoiman kustannusmuutoksia.

Täten on odotettavissa, että sähkön hinta nousee suunnilleen 7 e/MWh, kun päästöoikeuden hinta nousee 10 e/t hiilidioksidia. Historiatilastoja on vaikea tulkitä tarkoin monien tekijöiden muuttuessa samanaikaisesti, mutta sähkön hinta näyttää noudattaneen näitä odotuksia, mutta nousu on ehkä jäänyt hieman edellä kuvattua vähäisemmäksi.

Joka tapauksessa näyttäisi ennen päästökaupan voimaantumista kyseenalaiselta näyttäneen uuden ydinvoiman kannattavuus käänntyneen erinomaiseksi. Tältä osin päästökaupan tavoite siis toteutuu ja ilmaston kannalta edullisemmän tuotantomuodon kannattavuus paranee ratkaisevasti. Samansuuntaisia vaikutuksia on luonnollisesti myös muiden ilmaston kannalta neutraalien tuotantomuotojen kannattavuudelle. Puun polttoon perustuva yhteistuotanto on kannattavaa aiempaa useammassa kohteessa ja tuulivoiman kannattavuus alkaa parhaissa paikoissa olla lähellä ilman investointitukiakin.

Investoijien kannalta riskinä on edelleen päästökaupan tai sitä vastaavien kannattavuutta turvaavien ratkaisujen tulevaisuus. Päästökaupan hintatasosta Kioto sopimuskaudella on vain arvioita ja Kioto kautta seuraavista ratkaisuista on olemassa vain periaatekannanottoja. Tällä hetkellä näyttää kyllä erittäin todennäköiseltä, että ilmastomuutoksen kannalta edullisten tuotantomuotojen kannattavuus tulee jatkossa korostumaan entistä voimakkaammin, mutta ratkaisevia sopimuksia jouduttaneen odottamaan vielä joitain vuosia. ■

Pekka Pirilä
tekniikan tohtori,
energiatalouden professori
Teknillinen korkeakoulu
pekka.pirila@tkk.fi



Fingrid ylläpitää ja kehittää kantaverkkoa

Sähkömarkkinoiden kokonaisuus on Fingridin toiminnan kulmakivi. Suomen päävoimansiirtoverkosta vastaava Fingrid Oyj on kymmenvuotisen toimintansa aikana osoittanut olevansa sekä osaava että tehokas organisaatio. Yhtiön siirtotariffit ovat vertailun mukaan edullisimmat Euroopassa.



Fingridin kehityskaarta voi perustelusti sanoa komeaksi. Perustamisvaiheen tiukat tehokkuusvaatimukset ovat ylittyneet selvästi samalla kun yhtiö on alentanut siirtotariffejaan yli viidenneksellä, reaalisesti jopa 40 prosenttia. Rinnan tariffien alentamisen kanssa yhtiön omavaraisuutta on kyetty nostamaan kymmenestä prosentista kahteenkymmeneen.

Myös verkon kehittäjänä, sähkömarkkinoiden toimintaedellytysten edistäjänä Fingrid on hoitanut osuutensa erinomaisesti. Yhtiön investoinnit rajasiirtokapasiteetin kasvattamiseen ovat Pohjoismaiden suurimmat, siirtomahdollisuuksia on lisätty sekä maan länsi- että itärajalla.

Yhtiölle asetettu velvoite asettaa markkinoiden kokonaisuuden yhtiön edun edelle konkretisoitua edelleen, kun rakenteilla oleva, siirtokapasiteettia merkittävästi nostava toinen merikaapeliyhteys Ruotsiin valmistuu vuosikymmenen vaihteessa.

Fingrid vastaa järjestelmän toimivuudesta

Syksyllä 1997 Energiamarkkinavirasto – tuolloin vielä nimeltään Sähkömarkkina-keskus – määräsi Fingridille vastuun Suomen kantaverkkotoiminnasta. Perustamisvaiheen keskeisiä tavoitteita, lakisäätöisten lisäksi, olivat tiukat tasapuolisuus- ja tehokkuusvaatimukset, tariffien alentamishjel-

ma sekä sähkömarkkinoiden toimintaedellytysten kehittäminen niin Suomessa kuin kansainvälisestikin.

Fingridin vastuuta laajennettiin edelleen jo seuraavana syksynä, kun lakimuutos asetti yhtiön järjestelmävastuulliseksi eli TSO:ksi (TSO = Transmission System Operator) vastaamaan maan sähkön kulutuksen ja tuotannon kunkin hetkisestä tasapainosta. Voimajärjestelmän teknisen toiminnan varmistamiseksi yhtiö hankki omistukseensa ja hallintaansa riittävän määrän varavoimakapasiteettia, lähinnä kaasaturpiineita. Samaan aikaan kantaverkko täydentyi nykyiseen laajuuteensa Fingridin hankkiessa omistukseensa Kemijoki Oy:n kantaverkkojohdot.

Sähkömarkkinoiden kokonaisuus

Fingridillä on alusta lähtien ollut selkeä linjaus: markkinoiden toimivuutta edistetään poistamalla sitä rajoittavia esteitä. Ensimmäisiä tehtäviä oli saada yhtiölle siirtyneen tasevastuun eli sähkön tuotannon ja kulutuksen kunkin hetkisen tasapainon periaatteet kaikille osapuolille avoimiksi ja yhtäläisiksi. Kynnys markkinoille pääsyyn maldtui.

Ensi vaiheen keskeisiä hankkeita oli myös Spot-pörssin ulottaminen Suomeen. Se edellytti EL-EX-pörssin ja Nord Poolin

työjaon, rakenteiden ja omistusten uudelleenjärjestelyä. Rajatariffit poistuivat pohjoismaisilta rajoilta. Pohjoismaiset sähkön fyysisen kaupan markkinapaikat ELSpot, ELBas sekä käyttötunnin aikaiset säätösähkömarkkinat ovat TSO-omisteisia ja toimivat esikuvina eurooppalaiselle markkinoiden kehittämistyölle.

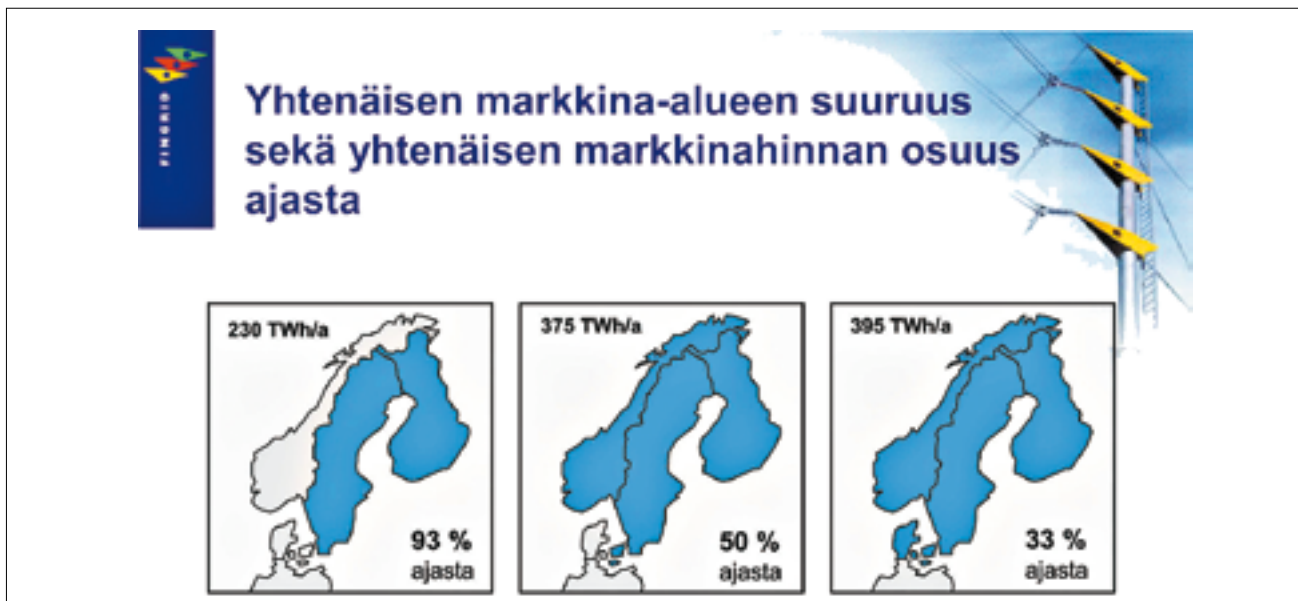
Suomen rooli EU:n ulkorajavaltiona

Eurooppalaisten markkinoiden kehittämisessä Fingridin toimet ovat olleet kahdensuuntaisia. Yhtäältä on haluttu varmistaa, että Manner-Euroopan markkinoilla toimijat pelaavat samoilla säännöillä suomalaisiin kilpailijoihin nähden, siis ilman monopolietuja. Toisaalta tavoitteena on ollut torjua EU:n lainsäädännössä sellainen kehitys, joka haittaisi pohjoismaisen markkinamallin toimintaa.

Tässä on myös onnistuttu: pohjoismaiset ratkaisut ovat usein muodostuneet lainsäädäntötyön perustaksi ja malliksi. Euroopan unionin reunavaltiona meille suomalaisille erittäin tärkeitä ovat luonnollisesti ne periaatteet, joilla eurooppalaisen markkina-alueen ulkoraja-alueilla toimitaan.

“Valot päällä valtakunnassa”

Jotta suomalaiset saavat sähkönsä laadukkaana ja varmasti, tarvitaan järjestelmä, ➔ ➔



jonka avulla käyttövarmuus voidaan säilyttää korkealla tasolla. Järjestelmävastavaana yhtiönä Fingrid huolehtii, että maamme sähköjärjestelmää ylläpidetään ja käytetään teknisesti ja kaupallisesti tarkoituksenmukaisella, sähkömarkkinoiden toimintaa edistävällä tavalla.

Suomen sähköjärjestelmän käytössä noudatetaan pohjoismaisten kantaverkkooperaattoreiden kesken yhteisesti sovittuja periaatteita. Järjestelmän on joka hetki kestävä mikä tahansa yksittäinen vika ilman vian vaikutusalueen laajenemista. Tämä periaate on lähtökohtana mm. siirto-rajajen määrittämisessä ja reservien ylläpidossa.

Synkronisesti yhteen kytketyllä pohjoismaisella verkolla on sama taajuus. Taajuus kuvaa sähkön tuotannon ja kulutuksen tasapainoa. Mitä vähemmän verkon taajuus vaihtelee, sitä parempi on sähkön laatu. Pohjoismaisessa yhteiskäyttöverkossa taajuuden sallitut vaihteluvälit ovat 49,9 ja 50,1 Hz. Sähköjärjestelmän häiriöihin vaurudutaan häiriöreserveillä.

Käyttövarmuus säilyy myös tulevaisuudessa

Asiakkaiden tarvitsemien siirtojen varmistamiseksi Fingrid on investoinut kotimaiseen verkkoon huomattavasti. Tulokset näkyvät, kantaverkon häiriöistä kuluttajille asti näkyvä sähköntoimituksen keskeytysaika on pitkään pysynyt marginaalisella muutaman minuutin vuositasolla.

Tulevaisuuden käyttövarmuuden turvaamista ennakoidaan asiakkaiden ennusteisiin perustuvien pitkän aikavälin kehittämissuunnitelmien avulla. Näiden ennusteiden pohjalta rakennetaan mm. seuraavan kuuden vuoden aikana uusia voimajohtoja noin 1300 kilometriä.

Rajayhteyksiä on lisätty

Myös rajayhteyksien siirtomahdollisuuksia on kasvatettu markkinoiden tarpeita ennakoiden. Ruotsin rajalla siirtokapasiteetti on lähes kaksinkertaistettu. Investoinnit ovat vähentäneetkin ratkaisevasti sitä aikaa,

jonka Suomi on omana erillisenä markkina-alueenaan.

Rajoituksia on tällä hetkellä vain noin 5-10 prosenttia ajasta. Kun rakenteilla oleva Fenno Skan 2-merikaapeliyhteys valmistuu, päästään selvästi alle Fingridin tavoitteeseen asettaman viiden prosentin tason. Tällöin rajoituksia on markkinoilla vain ääritilanteissa eivätkä näiden rajoitusten poistamiseksi tarvittavat investoinnit ole enää kansantaloudellisesti ajatellen järkeviä.

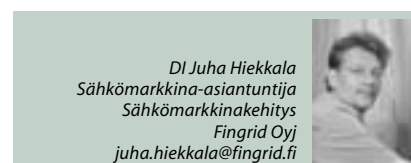
Venäjän rajalla siirtokapasiteettia on kasvatettu lähes viidelläkymmenellä prosentilla. Kolmas Venäjän ja Suomen välinen yhteys saatiin käyttöön vuoden 2003 alusta. Tämä yhteys edellytti verkon vahvistusta myös Kymenlaakson ja pääkaupunkiseudun välillä.

Tehdyt rajakapasiteettilaajennukset ovat kustannuksiltaan yhteensä noin 200 miljoonaa euroa, kotimaista verkkoa on vahvistettu noin 300 miljoonalla eurolla. Tulevista investoinneista huolimatta Fingridin tavoitteena on pitää sekä kantaverkosiirron hintataso että yhtiön omavaraisuus vakaana.

Tulokset kannustavat jatkamaan

Yhtiölle asetetut tehokkuusvaatimukset ja tariffien alentamishjelma ovat edellyttäneet toimintamallien ja -menetelmien jatkuvaa kehittämistä. Perustehtävässä, TSO:na pitäytyminen, on tukenut tavoitteen saavuttamista. Niinpä Fingrid ostaa kaikki omaisuutensa hallintaan liittyvät materiaalit, palvelut ja projektit asiantuntijayrityksiltä.

Yhtiön rooliin osaavana tilaajana kuuluu, että kaikki olennainen töiden määrittelystä valvontaan tehdään itse. Toimintamallin on vaativa, mutta hyvät tulokset kannustavat jatkamaan valitulla linjalla. Kansainväliseen kunnonhallinnan ITOMS-vertailuun Fingrid on osallistunut viisi kertaa, jokaisella kerralla sijoituksena on ollut "best practice"-luokka – sekä laatu että kustannustaso ovat olleet vertailun kärjessä.





Yhteiskunnan edun mukaista on, että ydinjätehuollon varat ovat varmuudella olemassa ja käytettävissä silloin, kun asianomaiset ydinjätehuollon toimenpiteet on tehtävä ja että ydinjätehuollon kustannusrasitus kohdistuu mahdollisimman oikea-aikaisesti ja täysimääräisesti sillä tuotettuun hyötyyn.

Valtion ydinjätehuoltorahasto

Loppusijoituksen rahoitus turvattu

Artikkelissa kuvataan valtion ydinjätehuoltorahaston toiminta. Periaatteena on, että mikäli voimalaitosten toiminta päättyisi kuluvana vuonna, niin varautumisrahastosta pystytään rahoittamaan tähän mennessä kertyneen käytetyn polttoaineen loppusijoittaminen. Rahastoimalla varaudutaan myös muun ydinjätteen loppusijoitukseen ja käytöstäpoistoon, ei pelkästään polttoaineen loppusijoitukseen.

Ydinjätehuollon pääperiaate Suomessa on, että luvanhaltija, jonka toiminnan seurauksena syntyy tai on syntynyt ydinjätettä, vastaa niiden huollosta. Ydinenergialailla on säädetty, että Suomessa syntynyt ydinjäte on käsiteltävä ja varastoitava Suomessa ja sijoitettava pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen. Jätehuoltovelvollisten huolehtimisvelvollisuus päättyy, kun ydinjätteet on loppusijoitet-

tu viranomaisten hyväksymällä tavalla. Sen jälkeen ydinjätteiden omistusoikeus ja vastuu ydinjätteistä siirtyy valtiolle.

Suomessa ydinjätehuollon periaatteisiin kuuluu myös, että ydinjätehuollon kustannuksiin varaudutaan jo ydinlaitosten hyötykäytön aikana. Varautumisen tarkoitus ja merkitys ilmaistiin jo vuonna 1978 atomienergialaissa. Ydinlaitosten toiminnan käynnistyttyä ydinjätehuollon kustannuk-

siin varauduttiin tekemällä vuosittain varaus jätehuoltovelvollisen yrityksen kirjanpidossa ja tilinpäätöksessä sen mukaisena kuin kulloinkin varaustarve edellytti. Nykyisin ydinjätehuollon kustannuksiin varaudutaan siten, että ydinjätehuoltovelvolliset suorittavat vuosittain ydinjätehuoltomaksun.

Valtion ydinjätehuoltorahasto on perustettu 1.3.1988 keräämään ja säilyttä-



mään ydinjätehuoltomaksut. Rahasto toimii kauppa- ja teollisuusministeriön alaisuudessa.

Rahaston perustamisen taustalla vaikuttaa ydinenergialain yleinen tavoite, jonka mukaan ydinenergian käytön on oltava yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Yhteiskunnan edun turvaaminen edellyttää varmuutta siitä, että ydinjätehuollon varat ovat varmuudella olemassa ja käytettävissä silloin, kun asianomaiset ydinjätehuollon toimenpiteet on tehtävä. Yhteiskunnan edun mukaista on myös huolehtia siitä, että ydinjätehuollon kustannusrasitus kohdistuu mahdollisimman oikea-aikaisesti ja täysimääräisesti sillä tuotettuun hyötyyn.

Valtion ydinjätehuoltorahasto oli viisitoista vuotta yksinomaan varautumisrahasto. Rahaston rakennetta muutettiin 1.1.2004 voimaan tulleella ydinenergia-

lain muutoksella. Siitä lähtien rahasto on muodostunut kolmesta erillisestä rahastosta. Kunkin rahaston varoja voidaan käyttää vain sellaisiin tarkoituksiin, jotka perustuvat kyseisiin varoja koskeviin ydinenergialain säännöksiin. Varautumisrahaston lisäksi siihen kuuluu kaksi tutkimusrahastoa, jotka ovat ydinturvallisuustutkimus- ja ydinjätetutkimusrahasto.

Yhteiskunnan kokonaisedun kannalta on tärkeää, että Suomen viranomaisten ja muiden tarvitsijoiden käytettävissä on korkeatasoista ja nopeasti saatavissa olevaa ydinturvallisuutta ja ydinjätehuollon ratkaisuja koskevaa asiantuntemusta.

Varautumisrahaston toiminta

Valtion ydinjätehuoltorahaston tehtävänä on kerätä, säilyttää ja turvaavasti sijoittaa ne varat, jotka tulevaisuudessa tarvi-

taan ydinjätteistä huolehtimiseksi. Näin yhteiskunnalla on taloudellinen takuu siitä, että ydinjätehuolto pystytään hoitamaan kaikissa olosuhteissa. Rahasto on toisin sanoen eräänlainen takuurahasto, josta varat palautetaan ydinjätehuoltovelvollisille siten kun ydinjätehuollon toimenpiteet on aikanaan suoritettu ja ydinjätteet on pysyvällä tavalla loppusijoitettu.

Rahaston pääoma muodostuu kauppa- ja teollisuusministeriön määräämistä ydinvoimayhtiöiden ydinjätehuoltomaksuista ja rahaston tuotosta.

Ydinjätehuoltomaksu määrätään vuosittain ja se perustuu ydinjätehuoltovelvollisten ilmoittamaan ydinjätehuoltotilanteeseen, tekemättömiin toimenpiteisiin ja niiden kokonaiskustannuksiin. Kerättyjen varojen yhteismäärän täytyy jokaisena tarkasteluhetkenä vastata vielä tekemät-

Voimalaitosjätehuollon ja käytöstäpoiston kustannukset

SUOMESSA YDINVOIMALAITOKSEN jätehuollossa on olemassa kaksi toisistaan poikkeavaa kustannusarviota. Koko voimalaitoksen käytön aikana syntyvien jätteiden huollon kokonaiskustannusten arvio sisältää sekä jo toteutuneet ydinjätehuollon kustannukset että laitoksen koko suunnitellun käyttöajan aikana kertyvien jätteiden huollon kustannusten arvion. Toinen kustannusarvio laaditaan ydinenergialain ja -asetuksen mukaista varautumista varten.

Loviisan voimalaitos

Ydinjätehuollon kustannusarvio on tehty olettaen, että Loviisan molempia yksiköitä käytetään 50 vuotta. Toteutuneet kustannukset on laskettu sellaisinaan ja tulevien kustannusten kustannusarvio on vuoden 2006 lopun hintatason mukainen. Kustannusarvio perustuu mm. Loviisan voimalaitoksen käytöstäpoistosuunnitelmaan sekä muihin ydinjätehuoltoon koskeviin suunnitelmiin ja selvityksiin.

Loviisan voimalaitoksen käytöstäpoiston kustannukset on arvioitu esitettyjen suunnitelmien ja työmääräarvioiden perusteella voimalaitosyksiköiden käytöstäpoistosuunnitelmassa. Eri tyyppisten hankintojen osalta arviot perustuvat olemassa olevaan kokemuseräiseen kustannustietoon ja laitetoimittajilta saatuihin kustannusarvioihin. Kokonaisuutena käytöstäpoisto on hyvin työvaltainen projekti, jolloin henkilökustannusten määrä on erittäin merkittävä.

*Esko Tusa, Fortum Nuclear Services
Jari Tuunanen, Teollisuuden Voima*

Kustannukset [milj.e]

	tulevat 1977–2006	toteutuneet 2007–2053
Voimalaitoksen käytöstäpoisto		240
Voimalaitosjäte (käsittely, loppusijoitus)	33	30
Kaikki yhteensä	33	27

Olkiluodon ydinvoimalaitos

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käytöstäpoiston strategiana Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköiden osalta on viivästetty purku 60 vuoden käytön ja 30 vuoden valvotun säilytyksen jälkeen. Olkiluoto 3 -laitosyksikön osalta strategiana on tällä hetkellä välitön purku. Strategian mukaisesti kaikkien kolmen laitosyksikön purkutyöt toteutetaan samanaikaisesti 2070 -luvulla.

Purkujätteen määrä Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköiltä 40 vuoden käyttöajan mukaan laskettuna on 5600 t (21 000 m³ pakattuna) kontaminoitunutta jätettä ja 4000 t (4 400 m³ pakattuna) aktivoitunutta jätettä.

Vuoden 2003 purkusunnitelmassa käytöstäpoiston arvioidut kustannukset olivat Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköiden osalta noin 140 Me (vuoden 2003 rahassa). Suurimmat kustannuserät muodostuvat 30 vuoden valvotusta säilytyksestä, purkutöistä ja purkujätteen loppusijoituksesta.

Purkusunnitelman päivitys on parhaillaan tekeillä ja se valmistuu vuoden 2008 loppuun mennessä. Suurimmat muutokset aikaisempaan ovat laitoksen 60 vuoden käyttöajan ja Olkiluoto 3 -laitosyksikön rakentamisen huomioiminen suunnitelmissa ja kustannusarviossa.



Valtion ydinjätehuoltorahasto muodostuu kolmesta rahastosta ja kunkin varoja voidaan käyttää vain sellaisiin tarkoituksiin, jotka perustuvat kyseisiin varoja koskeviin ydinennergialain säännöksiin.

tömien ydinjätehuoltotoimenpiteiden kustannuksia.

Ydinjätehuoltovelvollisilla ja valtiolla on oikeus lainata rahastolta varoja. Ydinjätehuoltovelvolliset voivat vakuuksia vastaan lainata korkeintaan 75 % siitä osuudesta, joka yhtiöllä on rahastossa. Lainaamatta jääneet varat rahasto sijoittaa tuottavasti.

Muu rahaston toiminta

Rahaston tehtävänä on myös kerätä ja jakaa varoja ydinturvallisuuden ja ydinjätehuollon tutkimukseen. Tavoitteena on varmistaa, että Suomessa viranomaisten käytettävissä on korkeatasoista ydinturvallisuutta ja ydinjätehuoltoa koskevaa asiantuntemusta. Tutkimukseen kerätyt varat pidetään erillään ydinjätehuoltovaroista.

Tutkimushankkeiden rahoitusta varten Valtion ydinjätehuoltorahasto kerää vuosittain ydinlaitosten haltijoilta ja jätehuoltovelvollisilta ydinennergialain mukaisesti maksuja tutkimushankkeiden rahoittamiseksi. Rahasto myöntää rahat tutkimushankkeisiin vuosittain hakemuksesta ja

kauppa- ja teollisuusministeriön esityksen perusteella.

Valtion ydinjätehuoltorahaston organisaatio

Rahaston järjestysmuodosta, tehtävistä ja hallinnosta säädetään asetuksella. Rahaston johtokunnassa on kauppa- ja teollisuusministeriön edustajien lisäksi valtiota ja muita julkisia yhteisöjä edustavia rahoitusalan asiantuntijoita.

Hallintoa hoitavat valtioneuvoston määräämät johtokunta ja toimitusjohtaja. Johtokunta tekee tärkeimmät rahaston operatiivista toimintaa koskevat päätökset. Toimitusjohtajan tehtävänä on rahaston johtaminen sekä johtokunnan päätösten valmistelu ja täytäntöönpano.

Valtion ydinjätehuoltorahasto toimii valtion talousarvion ulkopuolella. Tämä tarkoittaa sitä, että rahaston kirjanpito ja tilinpäätös hoidetaan erikseen. Rahaston henkilökuntaan kuuluvat sihteeri ja kirjanpittäjä.

Rahaston toimintaa valvoo eduskunta. Vuosittain kauppa- ja teollisuusministeriö esittää rahaston tilinpäätöksen valtioneuvoston raha-asianvaliokunnalle, jonka käsittelyn jälkeen ministeriö voi vahvistaa tilinpäätöksen.

Rahaston merkitys

Valtion ydinjätehuoltorahasto on ollut toiminnassa yhdeksäntoista vuotta yhteiskunnan kokonaisedun turvaamiseksi. Vuoden 2006 tilinpäätöksen tietojen mukaan varautumisrahastossa on noin 1,5 miljardia euroa.

Tutkimusrahastojen varat jaetaan vuosittain hakemuksesta. Eduskunta teetti vuonna 2004 arvion rahaston toiminnasta. Arvio perusteella rahaston toimintaa voidaan pitää asianmukaisena.

Jaana Avolahti
Neuvotteleva virkamies
Energiaosasto
Kauppa- ja teollisuusministeriö
jaana.avolahti@ktm.fi



Varautumista nykyiseen ja tulevaan

Ydinenergialain mukainen varautuminen työllistää Posivaa, joka on vastuussa TVO:n ja Fortumin varautumisselvitysten laatimisesta. Varautuminen kattaa kaiken olemassa olevan ydinjätteen tulevan hoitamisen – käytetty polttoaine, voimalaitosjäte ja voimalaitosten käytöstäpoisto – sekä tarvittavan tutkimuksen, hallinnon ja viranomaisvalvonnan.

Oikeat summat rahastoon vuosittain

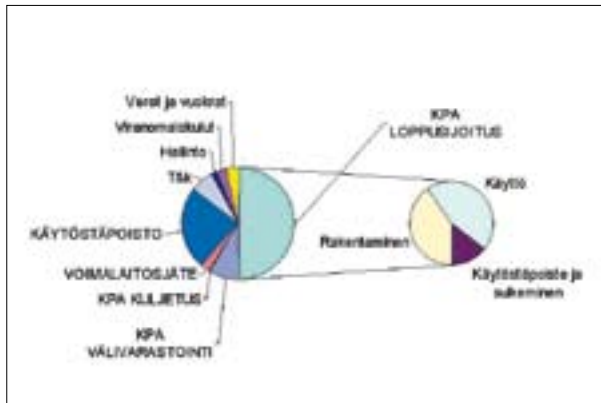
Varautumista varten eivät riitä pelkästään käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseen tarvittavat varat. Myös käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointi, voimalaitosjätteen loppusijoitus ja voimalaitosten käytöstäpoisto kuuluvat varautumisen pii-

riin. Ydinpolttoaineen loppusijoittamisen osalta varaudutaan polttoaineen kuljetuksiin, loppusijoittamiseen, T&K-toimenpiteisiin ja loppusijoitusta varten tarvittaviin veroihin ja valvontamaksuihin.

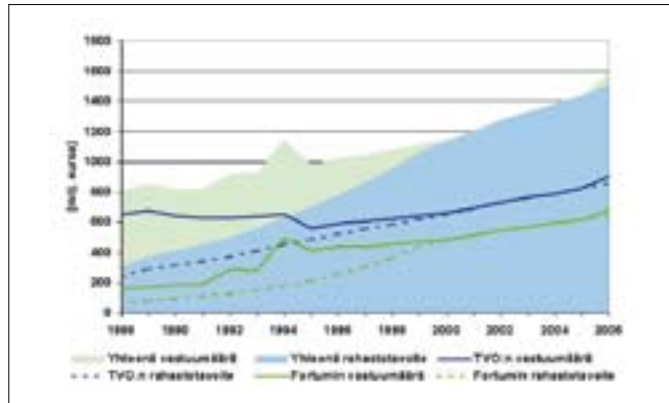
Posiva laatii vuosittain kaikista yllämainituista toimenpiteistä ja niiden kustannuksista jätehuoltokaavion, jonka jätehuoltovelvolliset toimittavat kauppa- ja teolli-



Mittauksia Olkiluodon VLJ-luolan tutkimustunnelissa.



Käytetyn polttoaineen loppusijoitus vie puolet ydinjätehuollon kustannuksista (Lähde: Posiva Oy).



Vastuumäärä kasvaa tasaisesti (Lähde: Posiva Oy).

suusministeriöön syyskuussa. KTM pyytää kaavoista ja niissä esitetyistä kuluista lausunnot Säteilyturvakeskukselta ja VTT:ltä ja tämän jälkeen vastuumäärät vahvistetaan seuraavan vuoden alussa.

Kahdenlaisia laskelmia

Varautumisen lähtökohtana on että ole-massa oleva käytetty ydinpoltoaine kye-tään loppusijoittamaan turvallisesti ja oikea-aikaisesti. Varautumisessa huomioidaan vain jo kertynyt polttoaine, joten esim. OL3 ei kerrytä rahastoa ennen käyn-nistymistään.

Ydinenergialain mukaisen varautumi-sen lisäksi kansainvälinen tilinpäätösstan-dardi IFRS edellyttää voimalaitosten koko käyttöiän mukaisten jätehuoltokustannus-ten arviointia ja niiden vaikutusten rapor-tointia osana pörssiyritysten tilinpäätös-tä. IFRS-prosessissa Posivan tehtävänä on laatia kaikki ydinjätehuollon kustannukset kattavat kassavirrat, jotka ulottuvat toimin-nan alusta vuodesta 1979 aina loppusijoi-tustilojen sulkemiseen 2100-luvulla.

Kustannusten arviointi

Loppusijoituksen kustannukset arvioidaan loppusijoituksen teknisten suunnitelmien ja aikataulujen perusteella.

Posivan toiminta ennen loppusijoituslai-toksen käytön alkamista on jaettu kolme-vuotisiin suunnittelujaksoihin, jotka täh-

tävät rakentamisluvan ja käyttöluvan saa-miseen. Vuonna 2006 on kuvattu T&K-toi-menpiteet seuraavalle kolmivuotiskaudelle ja laadittu esisuunnitteluvaiheen pohjalta laitoskuvaus ja tämän pohjalta arvioidaan kustannuksia. Laitoskuvaukseen perustuva loppusijoituksen kokonaiskustannusarvio valmistuu vuoden 2007 aikana ja sitä käy-tetään edelleen varautumisarvioiden laa-timisessa.

Kustannusarviota käytetään myös oh-jaamaan loppusijoitustilojen suunnittelua. Varautumista varten kokonaiskustannus-arviota muutetaan vastaamaan varautu-misen perusteena olevaa jätemäärää ja ai-kataulua.

Vuoden 2006 loppuun mennessä OL1- ja OL2 voimalaitosyksiköiden tuottami-en radioaktiivisten jätteiden huollon tule-vat kustannukset epävarmuuslisineen ovat 903,4 milj. euroa. Vastaavat luvut LO1- ja LO2 voimalaitosyksiköille ovat 684,7 milj. euroa.

Miten systeemi toimii käytännössä

Varautumisrahasto ei maksa ydinjäte-huoltoa vaan jätehuoltovelvolliset hoi-tavat tämän työn omalla kustannuksel-laan. Varautumisrahasto toimii vakuute-na sen varalta, että voimayhtiöt eivät jos-tain syystä pystyisikään hoitamaan vel-voitteitaan.

Loppusijoituksen tutkimus-, suunnitte-lu- ja käyttökustannukset tulevat yhä edel-leen voimayhtiöiltä. Jo toteutuneet ydin-jätehuoltotoimenpiteet vaikuttavat varau-tumiseen.

Esimerkiksi Posivan karakterisointitilan ONKALON rakentaminen vähentää vastu-u-määrää, koska sen jo toteutuneisiin raken-nuskuluihin ei enää tarvitse varautua.

Suurimpia epävarmuustekijöitä kus-tannuksille ovat pitkät ajanjaksot, suunni-telmiin tulevat muutokset ja mahdolliset muutokset lainsäädännössä.

Tällä hetkellä vallitsee kuitenkin yleinen käsitys, että kustannukset eivät ole esteenä turvallisuudelle loppusijoitukselle. ■





Koelaitoksen käytävät. Kuva: Meuse/Haute-Haute Marne/ Andra

Ranskassa ja Britanniassa edetään kohti geologista loppusijoitusta

Asiantuntijoiden keskuudessa geologinen loppusijoitus tunnustetaan yleisesti ainoana kestäväenä ratkaisuna radioaktiivisten jätteiden pitkän aikavälin huollossa. Maailmalla loppusijoitukseen tähtäävät ohjelmat ovat useimmiten pysähtyneet tarvittavien poliittisten päätösten puuttuessa.

Britanniassa ja Ranskassa jätehuollon tulevaisuuden ”suuri kuva” on ajankohtainen juuri nyt, sillä geologiseen loppusijoitukseen tähtäviä strategiavalintoja ja poliittisia päätöksiä on tehty kummassakin maassa. Vaikka nopeita muutoksia ydinjätehuoltoon ei ole odotettavissa, voidaan myönteisillä päätöksillä edetä jätteiden pitkäkestoisen välivarastoinnin myötä kohti sijoituspaikan valintaa.

Lähtötilanne Britanniassa

Britannian ydinjätehuoltoa on pitkään leimannut pitkäjänteisen ja johdonmukaisen sekä eri osapuolia sitouttavan toimintastra-

tegian puuttuminen. Nykytilanne sai alkunsa 1990-luvun loppupuolella, kun ydinjäte-yhtiö Nirexin loppusijoitukseen tähtäävät geologiset paikkatutkimukset Sellafieldin alueella katkesivat ennen aikaisesta paikalliseen vastustukseen. Sen jälkeen loppusijoitukseen tähtäävät ratkaisut ”jäädettiin”, mutta toisaalta muitakaan vaihtoehtoja ei nostettu esille.

Jätehuollon uudelleenorganisointi

Kariutuneiden paikkatutkimusten myötä Nirexin toimintaedellytykset vaikeutuivat. Lisäksi yhtiön riippuvuus ydinvoimateolli-

suudesta koettiin rasitteena. Vuonna 2003 Britannian hallitus päätti ydinjätehuollon uudelleenorganisoinnista, johon sisältyi Nirexin irrottaminen ydinvoimayhtiöistä riippumattomaksi hallituksen alaiseksi tutkimuslaitokseksi.

Ydinjätehuollon käytännön toteutusta varten päätettiin perustaa oma yhtiö, NDA (Nuclear Decommissioning Authority), joka aloitti toimintansa samanaikaisesti voimayhtiöistä irrotetun Nirexin kanssa keväällä 2005. Ydinjätehuollon kansallisen strategian laadinta osoitettiin puolestaan erikseen valittavalle asiantuntijakomitealle.

Jätekomitea CoRWM

Vuonna 2003 asetetun "jätekomitean" (CoRWM, Committee on Radioactive Waste Management) tehtävänä oli arvioida ydinjätehuollon lopullista ratkaisua lukuisten toteutusvaihtoehtojen – myös epätodennäköisten – joukosta ja päätyä perusteltuun malliin kansallisesta ja kestävästä huoltostrategiasta. Keskeisenä vaatimuksena komitean työlle oli eri kansalaisryhmien kuuleminen valmistelutyön aikana.

Keväällä 2006 komitea julkisti raporttinsa keskeiset johtopäätökset, joihin sisältyy geologinen loppusijoitus ydinjätehuollon pääteratkaisuna. Tämän lisäksi työryhmä korostaa pitkäaikaisen välivarastoinnin merkitystä, koska oletettavasti loppusijoituksen valmistelu ja toteutus vie useiden sukupolvien ajan. Kehittyneet pitkäaikaisvarastointi toimii myös varajärjestelmänä tilanteessa, jossa loppusijoituksen toteuttaminen valitussa kohteessa jostakin syystä keskeytyy.

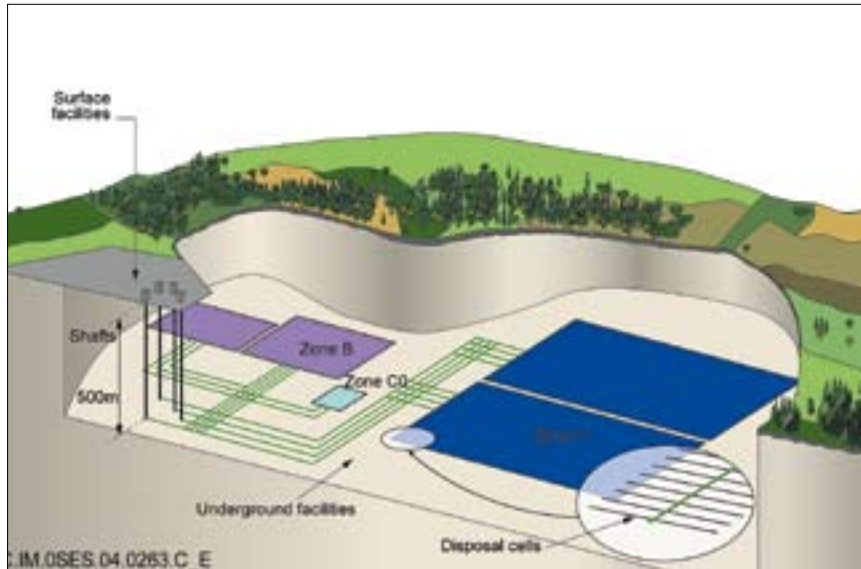
Perustellessaan jätekomitean johtopäätöksiä asiantuntijaryhmän puheenjohtaja ja Gordon MacKerron totesi, että geologinen loppusijoitus täyttää ihmisten ja ympäristön kannalta parhaiten turvallisuuden vaatimukset.

Lisäksi ratkaisu on tarkastelluista vaihtoehtoista oikeudenmukaisin, koska loppusijoituksessa jätehuollon päätöksiä ei siirretä tulevien sukupolvien vastuulle.

Paikanvalintaprosessi

Komitea luovutti raporttinsa Britannian hallitukselle sekä Skotlannin, Pohjois-Irlannin ja Walesin viranomaisille viime vuoden kesällä. Myöhemmin syksyllä Britannian hallitus informoi Parlamenttia päätöksestä edistää geologiseen loppusijoitukseen tähtäävää ydinjätehuoltostrategiaa.

Tulevaisuudessa siintävän paikanvalintaprosessin tulee hallituksen mielestä perustua vahvaan yhteistyöhön ehdokaskuntien kanssa. Loppusijoitus suunnitelmia ja paikanvalintaa koskeva kansalaiskuuleminen on tarkoitus käynnistää kuluvana vuonna ja päätöksiä hankkeen aikataulusta odotetaan viimeistään vuonna 2008. Loppu-



Tulevan geologiseen kerrostumaan syvälle rakennettavan loppuvaraston kaavakuva. Kuva: Andra

siijoitushankkeen käytännön toimenpiteistä vastaa NDA.

Ranskan strategiavalinnat

Ranskassa päätöksenteon taustalla on vuonna 1991 hyväksytty ydinenergialaki, johon kirjattiin vaatimus 15 vuoden aikalisästä jätehuollon strategioiden selvittämiseen. Aika umpeutui viime vuonna, kun Ranskan hallitus jätti parlamentille radioaktiivisten jätteiden pitkän aikavälin huoltoa linjaavan lakiesityksen.

Parlamentin kesällä 2006 hyväksymään lakiin sisältyvä ydinjätehuollon strategia nojaa kolmeen pääperiaatteeseen. Lähtökohtana on jätteiden määrän ja haitallisuuden minimointi jälleenkäsittelyllä ja pitkäikäisten radionuklidien transmutaatioon soveltuvaa tekniikkaa kehittämällä.

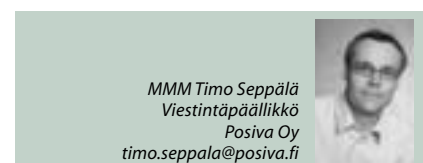
Toisaalta jätteiden pitkäaikaiseen varastointiin tarvitaan nykyistä kehittyneempiä laitoksia, joissa jätettä voidaan varastoida ennen jälleenkäsittelyä ja loppusijoitusta. Huollon päätevaiheena on geologisen loppusijoituksen toteutus siten, että jäte on palautettavissa niin haluttaessa.

Loppusijoitukselle aikataulu

Britanniassa valmistellusta ehdotuksesta poiketen ranskalaisten lakiesitykseen on kirjattu jätehuollon toteuttamista koske-

va aikataulu. Lakiesityksen mukaan loppusijoituspaikka on tarkoitus valita vuonna 2015 ja loppusijoitus aloittaa vuonna 2025.

Lakiesitys ei ota kantaa loppusijoituspaikan sijaintiin, mutta toistaiseksi geologiset tutkimukset ovat keskittyneet Koillis-Ranskassa sijaitsevalle Buren alueelle, jonka savikerrostumaan yli 500 metrin syvyyteen ydinjäteyhtiö ANDRA on louhinut maanalaista tutkimuslaboratoriota vuodesta 2000 alkaen.





Smolan tuulipuisto Trondheimin edustalla, kokonaiskapasiteetti 150 MW. Kuva: Juha Kiviluoma.

Poikkeuksellisen kuiva kesä ja lämmin talvi ovat puhuttaneet myös suomalaisia. Ilmastonmuutoksesta on entistä enemmän konkreettisia esimerkkejä. Globaalilla energijärjestelmämallilla arvioidaan tehokkaimpia keinoja energiantuotannon päästöjen vähentämiseksi ja ilmaston lämpenemisen rajoittamiseksi.

EU julkisti tammikuun alussa uuden energia- ja ilmastostrategiansa jolla tavoitellaan maapallon keskilämpötilan nousun rajoittamista kahteen asteeseen esiteolliseen aikaan verrattuna. Viime vuosisadalla on havaittu 0,6-0,7 asteen globaali lämpeneminen. VTT on arvioinut mitä globaalisti ja eri maaryhmittymissä vaaditaan ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi.

Maailman päästöjen tulisi vähentyä nykytilanteesta yli 70% tämän vuosisadan aikana. Sata vuotta on pitkä aika, mutta se vastaa vain noin kahta voimalaitossukupolvea. Kyseessä on erittäin dramaattinen muutos.

Globaali energiankulutus kasvaa jatkuvasti ja fossiilisten polttoaineiden käytön voimakas kasvu on keskittynyt kehittyviin maihin. Aasiassa kivihiilen käyttö on kas-

vanut 215 % ajanjaksolla 1980-2004. Nyt Kiinan ja Intian vuotuinen hiilenkäyttö on kolminkertainen Länsi-Eurooppaan verrattuna ja kaksinkertainen koko Etelä- ja Pohjois-Amerikan vuosikäyttöön verrattuna. Kivihiilen käytön kasvun ennustetaan jatkuvan Aasiassa kolmen prosentin vuosivauhtia vuoteen 2030 asti.

Ilmastonmuutoksen hillintä on nyt suurempi haaste kuin mitä IPCC:n kolmannen arviointiraportin ilmestyessä vuonna 2001 arvioitiin.

Energiaa säästettävä

Energiankulutuksen hillitseminen on tärkeä ja kiireellinen osa ilmastonmuutoksen hillintätoimia. Ilman energiankäytön voimakasta maailmanlaajuisista tehostamista kaikilla yhteiskunnan sektoreilla voida, että mitkään energian tuotantopale-

tin muutokset eivät riitä ilmastonmuutoksen rajoittamiseen.

Suomessa sähkön ja lämmön yhteistuotannolla saadaan polttoaineen energiasta talteen 90%. Maailmalla yleisimmässä sähkön lauhdetuotannossa lämpöenergiaa ei oteta talteen ja polttoaineesta hyödyksi saadaan noin 40%. Asuin- ja toimistorakennusten energiankäyttö aiheuttaa kolmanneksen maailman hiilidioksidipäästöistä. Kuumassa ilmastossa rakennusten jäähdytys on suurin energiankuluttaja. Erityisesti Aasiassa rakennusten energiankäyttö kasvaa nopeasti.

Liikenne on toinen keskeinen energian käyttäjä maailmassa. Tielikenteen hiilidioksidipäästöt ovat EU-15:ssa kasvaneet 22% vuodesta 1990 vuoteen 2004. USA yksin tuottaa lähes puolet maailman tieliikenteen päästöistä, ja USA:n liikenne-

päästöt kasvavat edelleen. Liikenne tuottaa myös terveydelle haitallisten ilma-
saasteiden, kuten hiukkasten ja typenoksi-
dien päästöjä ja on yleensä suurin yksittäi-
nen kaupunkien ilmanlaadun heikentäjä.
Eri liikennemuodoista nopeimmassa kas-
vussa ovat kuitenkin maailman lentoliiken-
teen päästöt.

Kehityskaissa kyse perustarpeista

Vuonna 2006 lähes kaksi miljardia ihmis-
tä tuotti välttämättömät energiapalvelun-
sa eli ruuanlaitto- ja lämmitysenergian, sa-
moilla menetelmillä kuin tuhansia vuosia
sitten, biomassan, jätteen ja lannan kotitar-
vekäytöllä. Tällöin hyötysuhde on huono ja
vakavia sivuhaittoja ovat metsien hävitys
ja eroosio sekä hengityselinsairauksiin joh-
tavat saasteet sisäilmassa. Maailman Ener-
gianeuvosto WEC arvioi että 7 % tämän-
hetkisestä globaalista sähköntuotannosta
riittäisi kattamaan kehitysmaiden väestön
perustarpeet.

Energiapalvelujen puute ja huono laatu
hidastaa kehitysmaiden taloudellista ke-
hitystä. Maailman kehittyvillä valtioilla on
tarve parantaa teollisuutensa ja väestönsä
energian saantia. Ei ole realistista olettaa,
että ne jättäisivät hyödyntämättä saatavilla
olevat fossiiliset energiavaransa. Hiilidiok-
sidin talteenoton ja loppusijoituksen tek-

nologioiden kehittämiseen panostetaan
maailmalla voimakkaasti.

Miten tuotantojärjestelmän pitäisi muuttua.

VTT on arvioinut kustannustehokkaita
vaihtoehtoja päästöjen vähentämiseksi
tämän vuosisadan aikana globaalilla ener-
gijärjestelmämallilla. Maailmanlaajuisesti
keskeisimmät teknologiat voimakkaiden
energiansäästötoimien lisäksi ovat VTT:n
arvioiden mukaan hiilidioksidin talteenotto
ja loppusijoitus (Carbon Capture and Storage
CCS) fossiilisista voimalaitoksista, laajamittainen
metsitys, tuulivoima, ydinvoima ja edistyneet
bioenergiateknologiat. Liikenteessä tulevaisuuden
vaihtoehtoja ovat uudet biopolttonesteet,
polttokennot tai kenties sähköautot. Jätehuol-
lossa uusi polttoteknologia yhdistettynä
materiaalien kierrätykseen tuo ilmastohyö-
tyä. Pidemmällä tulevaisuudessa saatamme
nähdä aurinkosähkön ja fuusioenergian
laajemman hyväksikäytön.

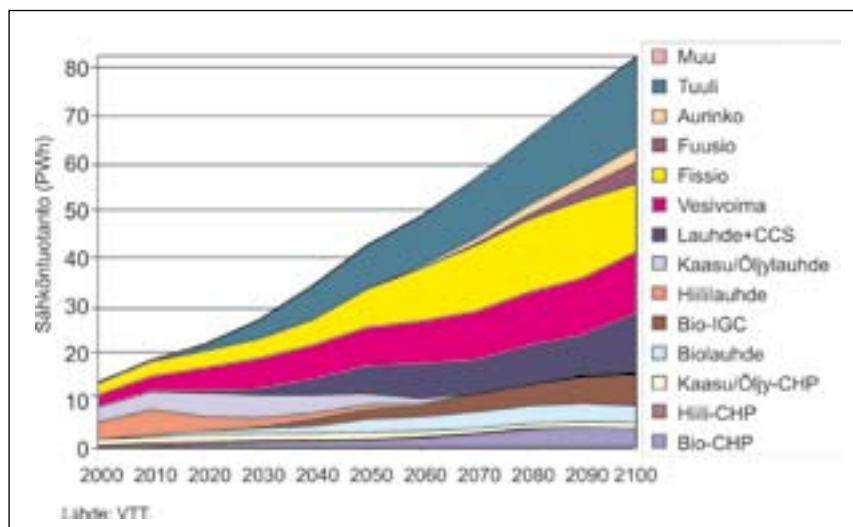
Laskelmissa on oletettu että tällä hetkel-
lä käytettävissä olevat energiankäytön te-
hostamisteknologiat otetaan laajasti käyt-
töön. Esimerkiksi matalaenergiatalot ja
lämpöpumput yleistyvät maailmanlaajuisesti,
samoin energiatehokkaat valaistusteknologiat.
Skenaariolaskelmissa on oletettu myös liikennesuoritteiden energiate-

hokkuuden paranevan merkittävästi sekä
rakenteellisin toimin että uusilla moottori-
teknologioilla, kuten hybridautoilla ja
polttokennoteknologiolla. Silti maailman-
laajuinen energiankulutus pitkällä tähtäimellä
kasvaa voimakkaasti.

Kustannustehokas päästöjen rajoittami-
nen EU:n tavoitteeseen voisi esimerkiksi
Länsi-Euroopan sähköntuotantojärjestelmälle
käytännössä merkitä 700-800 TWh
tuulivoimaa ja 300-400 TWh uusia bioenergiatek-
nologioita vuoteen 2030 mennessä. Ydinvoimaa
olisi kustannustehokasta tuottaa noin 1000 TWh.
Suomen sähkönkulutus vuonna 2006 oli noin 90 TWh.

Globaalista tuulivoimaa voisi olla yli 3000
TWh ja bioenergiaa noin 2000 TWh vuoteen
2030 mennessä. Vuosisadan loppupuolella
määrät kasvavat edelleen. Ydinvoima ja
hiilidioksidin loppusijoitus ovat maailmanlaajuisesti
tärkeitä ja päästöjen vähentämisen kannalta
edullisia teknologioita. Gen IV-ydinreaktorien
on laskelmissa oletettu olevan käytettävissä
vuodesta 2020 alkaen. Laskelmissa ydinvoiman
osalta ei ole oletettu hyötöreaktorien käyttöö-
nottoa. Sen vuoksi näin voimakkaan ydinvoiman
kasvun skenaariossa uraanivarojen riittävyys
voi jo muodostua yhdeksi rajoittavaksi tekijäksi.

Maailman energiantuotantojärjestelmän
on muututtava erittäin voimakkaasti päästöt-
töttömiä energiamuotoja käyttäväksi, mikäli
ilmastonmuutosta halutaan hillitä tehokkaasti.
Voidaan sanoa, että maailmanlaajuinen haaste
muutokseen on ennennäkemätön. Kannattaa
myös muistaa, että näiden kaikkien teknologioiden
kehittäjille ja valmistajille avautuvat erittäin
suuret maailmanlaajuiset markkinat, mikä tuo
myös työpaikkoja ja hyvinvointia.



Globaalin sähköntuotannon kehitys teknologiakohtaisesti ilmastomuutoksen hillinnän skenaariossa EU:n kahden asteen tavoitteeseen.

TkT Sanna Syri
VTT, Energijärjestelmät
sanna.syri@vtt.fi
DI Antti Lehtilä,
VTT Energijärjestelmät
antti.lehtila@vtt.fi
TkT Ilkka Savolainen,
VTT Energijärjestelmät
ilkka.savolainen@vtt.fi

Säteilyturvakeskuksen toiminnan rahoitus



Muun valtionhallinnon tavoin STUKin rahoitus muuttui 1990-luvulle tultaessa merkittävästi: yksityiskohtaisesta eri menojen budjetoinnista siirryttiin tarkastelemaan määrärahoja kokonaisuutena. Resurssien käytöstä puolestaan päätetään tulosjohtamisen ja -ohjauksen puitteissa.

Merkittävä rahoitukseen liittyvä uudistus oli vuonna 1992 voimaantullut nettobudjetointi. Sen mukaisesti nettobudjetoitu valtion laitos saa itse tienaamansa rahat käyttöönsä. Tätä ennen tulot menivät valtion yhteiseen kassaan.

STUKissa nettobudjetointi aloitettiin vuonna 1994. Tässä vaiheessa uusi menetely koski vain asiantuntijapalveluja ja yhteisrahoitteisia tutkimuksia, jotka olivat voimakkaassa kasvussa integroitumiskehityksen myötä. Palveluista merkittävin osa liittyi itäisen Euroopan ydin- ja säteilyturvallisuuden parantamiseen.

Aluksi nettobudjetointia ei sovellettu valvontatoimintaan, näin myös STUKissa. Käytäntö on kuitenkin ajan kuluessa muuttunut. Ongelmaksi koettiin yleisesti se, että monopoliasemassa valvontaviranomainen voi periaatteessa kasvattaa monin keinoin tulojaan.

Nettobudjetoitu valvontatoiminta edellyttääkin tehokasta kontrollia. Valvontatoiminnan laskutus perustuu omakustannushintaan.

STUKissa valvontatoiminta muuttui nettobudjetoiduksi vuonna 2000. Valvontatoimintaa koskevat tulo- ja kustannusarviot esitetään vuosittain STUKin tulossopimuksessa sosiaali- ja terveysministeriön kanssa. Tulossopimus käsitellään lisäksi STUKin johtokunnassa. Nettobudjetoinnin avulla STUK on voinut kasvattaa valvontahenkilöstön määrää joustavasti Olkiluoto-3:n rakentamisen edellyttämällä tavalla.

STUKin henkilökunta, menot ja rahoitus vuonna 2005

• Henkilökunta (henkilötyövuosia)	328
• Menot	28,1 MEUR
• Rahoitus	
- STUK / valtion talousarvio	11,5 MEUR
- viranomaisvalvonta	10,9 MEUR
- asiantuntijapalvelut (sisältää lähialueyhteistyön)	4,8 MEUR
- yhteisrahoitteiset tutkimukset (sisältää EU-rahoituksen)	0,8 MEUR
- muu rahoitus	0,1 MEUR

Maksullisuuden ja laskutuksen yleiset perusteet esitetään vuonna 1992 uudistetuissa maksuperustelaisissa. Sen soveltamisesta STUKin toimintaan määrätään KTM:n ja STM:n päätöksissä vuonna 1993.

Rahoitus tulee monelta taholta

Oheisessa kuvassa selvitetään STUKin rahoitus vuonna 2005. Sen mukaisesti menot olivat 28,1 miljoonaa euroa. Valtion budjetista tulevilla määrärahoilla katettiin menoista 41 % eli 11,5 miljoonaa euroa ja STUKin hankkimilla tuloilla 59 % eli 16,6 miljoonaa euroa. Ydinturvallisuusvalvonnan tulot olivat 9,3 miljoonaa euroa.

Tärkeimpien tilaajien rahoitusosuudet palveluista selviävät oheisesta kuvasta. Merkittävä osa palveluista liittyy Itä-Euroopan ydinturvallisuuden parantamiseen, ja siinä rahoittajina ovat ulkoasiainministeriö ja EU:n komissio. Vastaavasti oheisesta kuvasta käy ilmi yhteisrahoitteisten tutkimusten pääasialliset rahoittajat.

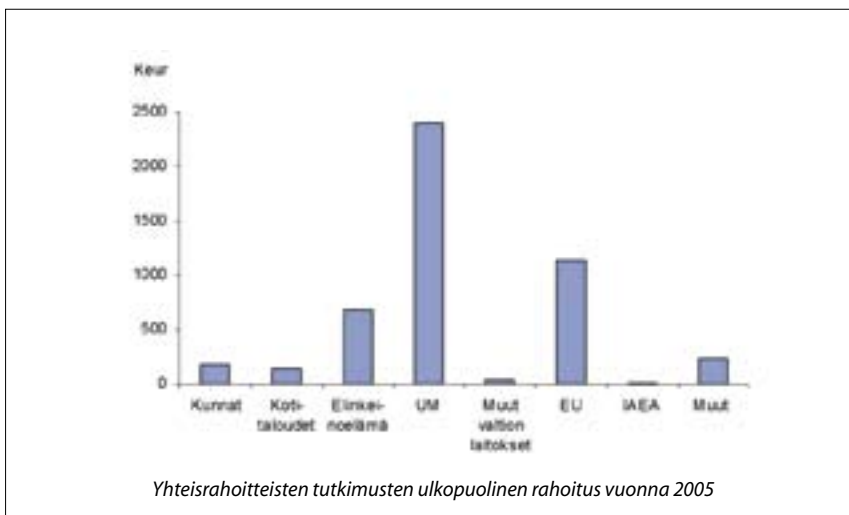
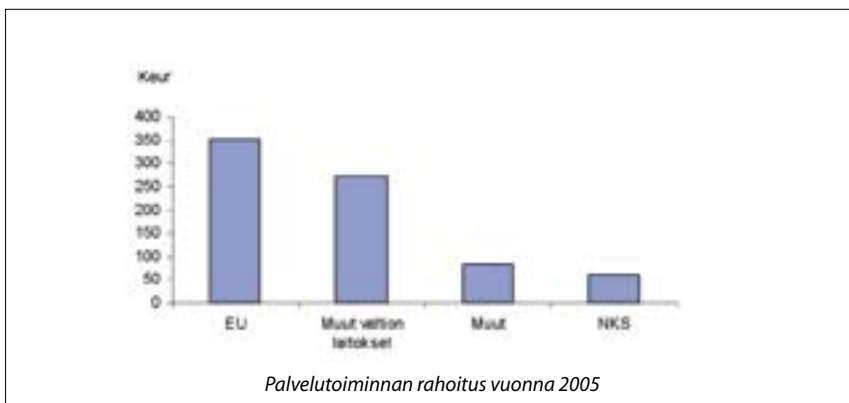
Suurimmat rahoittajat ovat komissio ja TEKES.

Kustannukset hallussa

Maksullisen toiminnan ja erityisesti valvonnan kustannusten oikea laskutus edellyttää täsmällistä kustannuslaskentaa ja työajan seurantaa. Kustannuslaskennan yhteydessä hallinnon ja tukitehtävien kustannukset työrytätään STUKin tulosalueille, joita ovat

- ydinturvallisuus
- säteilyn käytön valvonta
- ympäristön säteilyvalvonta
- tutkimus
- valmiustoiminta
- palvelut
- viestintä.

STUKin tulosalueista ympäristön säteilyvalvonta, valmiustoiminta ja viestintä rahoitetaan kokonaan valtion määrärahoilla. Palveluiden kustannukset maksavat niiden tilaajat. Tutkimukseen saadaan rahoitusta edellä esitetyn mukaisesti myös muilta organisaatioilta, ja säteilyn käyttäjät maksa-



vat säteilyturvallisuusvalvonnan kustannukset.

Ydinturvallisuusvalvonnan kustannukset laskutetaan voimayhtiöiltä ja Posiva Oy:ltä kuukausittain toteutuneiden työaikojen ja muiden menojen perusteella.

Laskutettaviin menoihin sisältyvät myös STUKin muilta tilaajilta valvontaan liittyvät analyysit ja selvitykset.

Koko vuotta koskevan kustannuslaskennan perusteella tehdään tasauslasku, jossa omakustannushinnan perusteella laskutetaan lisää tai palautetaan mahdollinen liikalaskutus.

Hannu Koponen
Johtaja
Säteilyturvakeskus
hannu.koponen@stuk.fi



Erkki Laurila -palkinnon saajat Timo Ruskeeniemi (vas.) ja Lasse Ahonen. (Kuva: Antero Lindberg)

ATS:n vuosikokous 2007

ATS:n vuosikokous pidettiin 21. helmikuuta, ja paikkana oli jälleen Tieteiden talo Helsingissä. Kokouksessa käsiteltiin yhdistyksen sääntöjen määrämät asiat. Sen lisäksi julkistettiin vuoden 2006 Erkki Laurila -palkinnon saaja. Kokouksen lopuksi kuultiin kaksi esitelmää liittyen sähkön toimitusvarmuuteen Suomessa.

Seuran puheenjohtaja **Harriet Kallio** esitteli kokoukselle jäsenistölle kokouskutsun yhteydessä toimitetun toimintakertomuksen vuodelta 2006. Aikaisempien vuosien toimintakertomukset ovat saatavilla nykyisin myös seuran www-sivulla (www.ats-fns.fi). Vuoden aikana järjestettiin vuosikokous, yksi jäsenkokous ja syysseminaari yhdistettynä seuran vuosijuhlaan.

Jäsenkokouksessa keväällä keskityttiin ajankohtaiseen aiheeseen liittyen uraaniin etsintään Suomessa ja sen ympärillä käytävään keskusteluun. Syysseminaarissa keskityttiin sähkömarkkinoiden toimintaan. Ekskursiolla mentiin rajanaapurimme Venäjän yli aina Japaniin saakka.

YG ja Energiakanava aktiivisina

Vuonna 2006 ATS YG suunnitteli toimintaansa pidemmällä tähtäimellä ja kiteytti toimintansa tavoitteet ja tarkoitukset missioksi ja visioksi. Nuorten ATS:n jäsenten

ryhmä toimii erittäin aktiivisesti monella saralla järjestäen tapahtumia jäsenistölle.

Suurin ponnistus kansainvälisellä saralla YG:llä oli yhdessä ruotsalaisten kanssa järjestetty International Youth Nuclear Congress 2006 Tuhholmassa ja Olkiluodossa.

Lisäksi YG järjesti Kesäriehan, opiskelijainfoja, osallistui energiamesuille sekä piti seminaarin käsitellen ydinvoiman polttoainekiertoa uraanista polttoaineeksi ja polttoainekiertoon liittyvät ympäristönäkökohtia.

Myös Energiakanavan toiminta jatkui vilkkaana. ATS-Energiakanava järjesti vuonna 2006 jäsenilleen kaksi koulutustilaisuutta. Kevään jäsentilaisuuden esitelmien aiheina oli "Hallituksen ilmasto- ja energiastrategia" sekä "Ydinmateriaalien valvonta". Kesäkuussa Energiakanava järjesti omalle ja ATS:n jäsenistölle yhteisen kesäretken Olkiluotoon. Syksyn jäsentilaisuudessa käytiin tutustumassa HYKSin syöpätautien klinikan toimintaan säteilyhoidon osalta.

Johtokuntaan uutta verta

Kallio esitteli myös vuoden 2007 toimintasuunnitelmaa josta voidaan todeta että seuran toiminta tulee jatkumaan samankaltaisena kuin aikaisemmin. Kommentteina esitettiin, että ATS:n pitäisi enemmän tehdä alan asioita tunnetuksi ihmisille. Ydinvoimasta keskustellaan nykyisin huomattavasti pitkän hiljaisen ajanjakson jälkeen ja keskustelussa esiintyy monesti virheellisyksiä joita voisi oikaista.

Johtokunnan jäsenistä erovuorossa oli jäsen **Ronnie Olander**. Lisäksi johtokunnasta erosi rahastonhoitaja **Käthe Sarp-ranta**. Uusiksi jäseniksi valittiin **Yrjö Hytönen** (STUK) ja rahastonhoitajaksi **Anna-Maria Länsimies** (ET). Muu johtokunta pysyi ennallaan. Puheenjohtajana jatkaa **Harriet Kallio** (Fortum), varapuheenjohtajana **Harry Lamroth** (Fortum), sihteerinä **Juha Poikolainen** (TVO) ja jäsenenä **Olli Nevander** (TVO) sekä **Johanna Hansen** (Posiva).

EL-palkinto ikiroutatutkimuksista

Tilaisuudessa suoritettiin **Erkki Laurila-palkinnon** jako vuoden 2006 parhaalle ATS Ydintekniikka -lehden artikkelin kirjoittajalle. Parhaan artikkelin olivat kirjoittaneet Geologian tutkimuskeskuksessa työskentelevät **Lasse Ahonen** ja **Timo Ruskeenie-mi** "Ikiroutatutkimukset Kanadassa". Artikkelin julkaistiin lehden numerossa 2/2006. Kirjoittajille annettiin kunniakirjat ja 500 euron stipendi.

Lopuksi kuultiin kaksi esitelmää, ensin **Eero Kokkonen** (Fingrid) kertoi sähköntoimitusvarmuudesta järjestelmävastavaan näkökulmasta. Toisena esitelmän **Mika Purhonen** (Huoltovarmuuskeskus) kertoi ydinvoimasta yleisen huoltovarmuuden kannalta.

Molempia esitelmiä seurasi useita kysymyksiä joihin useimpiin esitelmöitsijät antoivat asiaa valottavia vastauksia. Osittain aiheista alettiin jo eksyä politiikan puolella, johon kyseisessä tilaisuudessa ei ollutkaan tarkoitus saada tyhjentyviä vastauksia. ■

Uudet johtokunnan jäsenet



ANNA-MARIA LÄNSIMIES työskentelee asiantuntijana Energiateollisuus ry:ssä. Ydinvoima-asioiden lisäksi työnkuvaan kuuluvat muun muassa sähkötuotannon energiatehokkuusasiat ja tuulivoima. Ydinvoima-alan työkokemusta Anna-Marialla on Energia-alan Keskusliitto ry Finergyn ydininformaation toimittajan työstä, säteilysuojeluvastustajan työstä Loviisassa, TVO:n viestintä- ja yhteiskuntavastuun harjoittelusta ja konsultointitehtävistä sekä Olkiluodon voimalaitoksen konetekniikan harjoittelusta. Anna-Maria on 32-vuotias reservin luutnantti, kirjallisuustieteen maisteri, konetekniikan ylioppilas ja 1,5-vuotiaan Viivin äiti, joka asuu Kotkassa ja käy töissä Helsingissä.

YRJÖ HYTÖNEN on työskennellyt vuodesta 2004 ylitarkastajana ja lujuustekniikan asiantuntijana Säteilyturvakeskuksesta. Yrjön työtehtäviin kuuluu kaikkien kotimaisten ydinvoimalaitosten mekaanisten laitteiden lujuuden varmistaminen. Viime aikoina työnkuva on hallinnut uuden ydinvoimalaitoksen päälaitteiden lujuuden varmistaminen ja valmistuksen valvonta. Aikaisemmin Yrjö työskenteli yli 20 vuotta suunnittelu- ja asiantuntijatehtävissä Fortumissa ja sen edeltäjässä Imatran Voimassa vastuualueenaan pääasiassa VVER-440 tyyppisten ydinvoimalaitosten lujuustekniset ongelmat ja eliniän hallinta. Yrjö on valmistunut diplomi-insinööriksi Otaniemestä vuonna 1982 pääaineenaan lujuusoppi.



DI Juha Poikolainen
Reaktoriturvallisuusinsinööri
Teollisuuden Voima Oy
Turvallisuustoimisto
juha.poikolainen@tvo.fi



Selvitys ylikriittisen veden jäähdyttämistä reaktoreista

Ville Tulkki

Diplomityön aiheena on selvitys ylikriittistä vettä jäähdytteenä käyttävän ydinreaktorin, SCWR:n (supercritical water reactor), kehitystyön tämänhetkisestä tilasta. Reaktorin kehityksen ollessa kiinteästi yhteydessä historiallisiin, teknisiin sekä taloudellisiin seikoihin on osaa aiheista käsitelty laajemminkin. Tavoitteena on ollut enemmän koota kattava yleisselvitys kuin yksittäiseen aiheeseen keskittyminen.

Ydinvoimalat ovat 1940-luvulta alkaneen historiansa aikana kehittyneet kolmen sukupolven verran. Ensin tulivat 50- ja 60-lukujen prototyyppilaitokset, 70- ja 80-luvuilla rakennettiin nykyään käytössä olevat kaupalliset ydinvoimalat ja kolmannen sukupolven muodostavat 90-luvulla suunnitellut edistyneet kevytvesilaitokset.

Nykyiset ydinvoimalat ovat todistaneet voivansa tuottaa edullista sähköä turvallisesti ja luotettavasti. Kuitenkin huoli siitä, kuinka paljon ydinvoimaloiden suorituskykyä voidaan enää nostaa perinteiseen kevytvesiteknologiaan pohjaten, saattaa olla aiheellinen.

Seuraavan reaktorisukupolven kehityksen päämääränä ovat kestävän kehityksen asettamiin paineisiin vastaamaan kykenevät ydinvoimaratkaisut. Turvallisuus, ydinjätteistä huolehtiminen, asekelposen materiaalin leviämisen hankaloittaminen sekä ydinvoiman aiheuttamiin pelkoihin vastaaminen ovat neljännen sukupolven järjestelmien tavoitteena.

Näiden laitosten kehittämisen koordinoimiseksi perustettiin vuonna 2000 Generation IV International Forum (GIF), joka on valinnut kuusi lupaavinta reaktorikonseptia lähempään tarkasteluun. Konseptit pohjautuvat jo 50- ja 60-luvuilla esitettyihin ideoihin, jotka vasta nykyään alkavat olla teknisen vaativuutensa vuoksi hyödynnettävissä.

Yksi ehdotetuista neljännen sukupolven reaktorista on SCWR, jonka jäähdytysvesi on veden kriittistä pistettä korkeammassa paineessa. Tässä paineessa vesi ei kiehu, ja jäähdytysveden lämpötilaa voidaan nostaa huomattavasti. Kor-

keampi lämpötila puolestaan mahdollistaa voimalan hyötysuhteen nostamisen sekä höyryjärjestelmän yksinkertaistamisen.

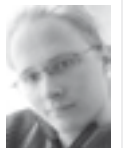
SCWR pohjaa yhtäältä tuttuun kevytvesiteknologiaan, toisaalta fossiilivoimaloissa jo 60-luvulta käytettyyn ylikriittisessä paineessa olevaan veteen, joten sitä voisi pitää miltei arkipäiväisenä vaihtoehtona muille neljännen sukupolven reaktoreille.

Ensimmäiset suunnitelmat ylikriittisessä paineessa olevan veden käyttämiseksi ydinreaktoreissa tehtiin 60-luvun alussa, mutta ne unohdettiin perinteisemmän kevytvesiteknologian levitessä maailmalla. Idea pääsi uudelleen pinnalle 90-luvulla, ja nykyään on GIF:n alla eri SCWR-projekteja useampia: japanilainen SCLWR, kanadalainen painekanaavareaktori CANDU-SCWR sekä eurooppalainen HPLWR, johon on osallistunut myös suomalaisia tutkijoita.

Esimerkkeinä SCWR:n suurimmista haasteista ovat reaktorirakenteiden kestävyys säteilyä ja korkean paineen sekä lämpötilan rasittamina ja pienen primääripiirin vesimäärän vaikutus reaktorin toimintaan. Tutkimuksen painopisteinä ovat reaktorikonseptin kehitys sekä perustavaanlaatuiset tutkimukset käytettävistä materiaaleista, vesikemiasta, termohydrauliikasta, reaktorin rakenteesta sekä turvallisuudesta.

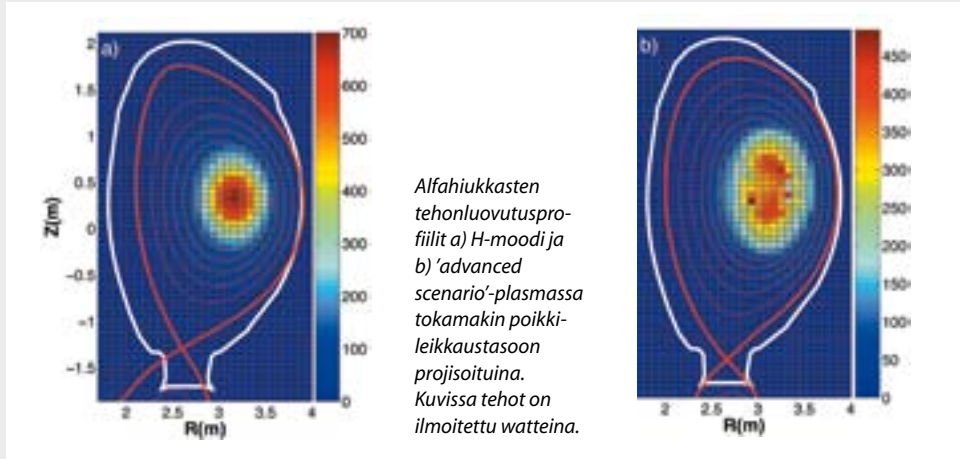
Perustutkimuksen pitäisi olla valmiina tämän vuosikymmenen lopussa, jonka jälkeen selvitys reaktorityypin käytännöllisyydestä olisi mahdollinen. Julkistetun tavoitteen mukaan koevoimalityksen tulisi olla käynnissä vuoteen 2020 mennessä. Kehitystyön ollessa vielä verrattain alussa se tarjoaa mahdollisuuden laaja-alaiseen ja pitkäkestoiseen tutkimukseen, vaikkei itse voimalaitosta aivan lähitulevaisuudessa rakennetakaan.

Tutkija Ville Tulkki
Teknillinen fysiikka -
Energiatieteet
Teknillinen korkeakoulu
ville.tulkki@tkk.fi



Fuusioalfojen käyttäytyminen 'advanced scenario'-plasmaissa

Otto Asunta



Energian tuottaminen fuusioreaktorilla voi olla taloudellisesti kannattavaa vain, mikäli riittävän suuri osa plasman kuumennukseen tarvittavasta energiasta saadaan fuusioreaktioista itsestään. Deuteriumin ja tritiumin fuusiossa vapautuva neutroni karkaa välittömästi ulos plasmasta, joten riittävän kuumennuksen aikaansaamiseksi fuusiossa syntyvien 3,5 MeV:n alfahiukkasten on pysyttävä reaktorissa niin kauan, että ne ehtivät luovuttaa suurimman osan energiastaan taustaplasmale.

Diplomityössä tutkittiin alfahiukkasten koossapitoa ja tehon luovutusta erityyppisissä plasmaissa seuraamalla niiden ratoja ASCOT-koodilla. Tokamakin voimakkaasta toroidaalisesta magneettikentästä johtuen fuusiosta syntynyt alfahiukkanen alkaa kiertää reaktoria toroidaalisesti. Magneettikentän kaareutumisesta ja gradientista sekä sähkökentästä johtuvat ajautumiset muokkaavat hiukkasen rataa ja aikaansaavat erilaisia ratatopologioita.

Korkeaenergisisillä fuusioalfoilla näiden ratojen leveydet ovat samaa suuruusluokkaa kuin plasman koko ja kääntäen verrannollisia toroidaalisen plasmavirran suuruuteen. Näin ollen alfahiukkasten koossapito on erityisen ongelmallista suorituskyvyltään optimoiduissa 'advanced scenario'-plasmaissa, jolle ominainen termisten hiukkasten koossapitoa parantava sisäosien kuljetusvalli luodaan tyypillisesti lähes olemattomalla toroidaalisella virralla plasman keskustassa.

Simulaatiot osoittivat korkeaaenergiisten alfahiukkasten suorien ratahäviöiden olevan huomattavasti suurempia optimoidussa plasmassa kuin tavallisissa H-moodiplasmaissa. Suorilla ratahäviöillä tarkoitetaan alfahiukkasia, jotka karkaavat reaktorista välittömästi synnyttyään ja vievät näin koko fuusioreaktiosta saamansa energian ulos plasmasta.

Nämä häviöt näyttäisivät kumoavan optimoiduissa plasmaissa termisen polttoaine plasman paremmalla koossapidolla saavutettavan hyödyn. Erilaisten H-moodiplasmojen tulokset antavat kuitenkin vihjeitä siitä, että häviöitä voidaan vähentää kasvattamalla plasmavirtaa.

Alfahiukkasten tehonluovutusprofiilit H-moodiplasmaissa olivat symmetrisiä ja ne keskittyivät magneettisen akselin läheisyyteen. Optimoidussa plasmassa tehonluovutus puolestaan levittäytyi laajemmalle alueelle ja siinä havaittiin magneettisten akseleiden läheisyyteen sijoittuneiden maksimien lisäksi runsaasti hienorakennetta, joka johtui poikkeavan magneettisen vuopintarakenteen aiheuttamista erikoisista hiukkasradoista

Tutkija Otto Asunta
Teknillinen fysiikka -
Energiatieteet
Teknillinen korkeakoulu
otto.asunta@tkk.fi



Energiaa hukkaan

Nyt on taas koittamassa se aika, jolloin maaliskuun vaalit lähenevät ja kansanedustajista löytyy tunnettua puhe-lannoite-energiaa yhden ydinvoimalan verran. Heidän energiatarinansa ovat jälleen monimuotoisia ja usein tuulesta temmattuja. Kuitenkin ydinvoima näyttää saaneen heidän silmissään armon, kun kasvihuoneilmiö lämmittää jo muutakin kuin tunteita.

Myös monet kansainväliset yhtiöt ovat huomanneet ilmaston muutoksen uhkaavan bisneksiään ja odottavat nyt valtioiden tulevan apuun ja tarjoavan tukea ilman voittojen romahtamista. Olisi hauskaa nähdä jonkun puhujista tekevän itse jotain, vaikka siirtyvän pysyvästi yksinomaiseen joukkoliikenteen käyttöön. Nykyinen tilanne, jossa puolet maamme hiilidioksidipäästöistä tulee rakennuksista ja liikenteestä kertoo koruttomasti tavallisen ihmisen ja puhuvan poliitikon välinpitämättömyydestä ja haluttomuudesta vaikuttaa oikeasti.

Eduskunnan puhemies Lipposen puolueen kausina tavoitteena on täysi öljyriippumattomuus vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteen saavuttamiseen tarvitaan monenlaista ratkaisua ja myös lisää ydinvoimaa. Tämän vuoksi puhemies on kääntynyt kannattamaan ydinvoimaa myös puheissaan. Kotimaan vihreät taas keksivät taannoin arvostella puhemiehen puheiden terävimmän kärjen olevan peräisin ydinvoimaa markkinoivalta Foratomilta. Vihreän ajattelun periaatteiden mukaan poliitikko ei saa lainata asiatietoa ydinvoimaa kannattavalta järjestöltä. Tärkeää ei ole arvion ja faktojen oikeellisuus, vaan keneltä tieto on peräisin. Näin kunnan poliitikko pysyy kaukana faktoista ja niitä laskevista putkiaivoista. Kunnan vihreä pössyttelee mielummin luomumenetelmällä viljeltyä pilvettä tai ottaa Kristoffer Kolumbus -kännin: "Ei tiedä mihin on menossa, eikä perille päästyään tiedä missä mahtaa olla, mutta pääasia on saada koko reissu menemään valtion laskuun."

VAALIEN ALLA oli energiapolitiikkaan siirtynyt myös Nokian entinen johtaja, jonka ns. uusia mielipiteitä kaupataan kansalaisille. Kerrottakoon kai-

kille näille kaupamiehille pari tosiasiaa: tuulivoima ja aurinkoenergia sekä fuusio on aina arvioitu pysyviksi ratkaisuksiksi nykyisen ydinvoiman rinnalle ja jälkeen, ja energian säästö ei ole mikään ydinvoiman rakentamisen vaihtoehto. Ydinvoimaa rakennetaan Suomessa ilman yhteiskunnan tukea teollisuustuotannon sähkön tarpeeseen. Teollisuus arvioi tulevan sähkön edullisen hinnan ja siitä saatavan tuoton tekevän rahan lainaamisen investointia varten kannattavaksi. Nämä samat rahat ja tuotot eivät ole laillisesti ja järjellisesti siirrettävissä varsin tarpeelliseen, yhteiskunnan tukemaan kansalaisen ja autoilijan energiansäästöön. Uusimpana iskuna ydinvoimamiehet saivat Halosta päähän, kun presidenttimme liittyi ydinvoiman kirjavaan vastustajajoukkoon. Presidenttimme mukaan energia saadaan ydinvoiman sijasta puita polttamalla. Tämä verrattain paljon pienhiukkasia tuottava ja kallis tuotantotapa on hyvä lisä energiapalettiin, mutta ei toimi laajassa mittakaavassa ja puuraaka-aineelle on teollisuudessa myös muuta käyttöä.

Olkiluoto 3 projekti on jäämässä jälkeen alkuperäisestä aikataulustaan noin puolitoista vuotta. Se on aika paljon, kun on vasta aloitettu rakentaminen – pohjalaatta ja rakennusten perustuksia on valuttu. Onneksi nuorison harjoitteluvaihe alkaa olla ohi sekä omistajan että laitostoimittajan puolella ja voidaan siirtyä oikeaan rakentamiseen. Kuitenkin monen mielestä laitostoimittajan on syytä ryhdyttävä tai venäläisten vihjaama mahdollisuus aloittaa laitospaikalla kilpaileva ja nopeammin nouseva rinnakkainen hanke ei kohta enää vaikuta pelkältä huumorilta.

KULTTUURIEROT OVAT ongelmana kaikissa suurissa kansainvälisissä hankkeissa. Niistä kertoo seuraava tarina: USA:ssa kaverini joutui auto-onnettomuuteen ja vakuutusyhtiö ei maan tavan mukaan halunnut maksaa hänen sairaalakulujaan – perusteena oli se, että hän oli vakuuttanut paikalliselle poliisille olevansa täysin kunnossa. Oikeudessa tuomari kysyi ystävältäni, miksi hän ei ollut kertonut tämän poliisin kysyessä vammautuneensa. Ys-

tävänä selitti asian: "Jouduttuani onnettomuuteen menetin hetkeksi tajuntani, mutta heti toivuttuani etsin autotani ollutta rakasta Leslie-koiraani. Se oli ollut takapenkillä ja haukahtanut varoitukseksi juuri ennen onnettomuutta. Näin koirani makaavan elottomana vähän matkan päästä autosta. Sitten suurikokoisen poliisin varjo peitti kasvoni, näin hänen kädessään pistoolin ja kuulin möreän äänen sanovan: "Koiraa oli huonossa kunnossa ja oli parempi lopettaa sen kärsimykset." – Sitten poliisi kysyi minulta: "Entä te! Oletteko te kunnossa?"

AIEMMIN MAINITTU energiavaalien läheisyys näkyy monin tavoin lehdissä. Myös naisten "ilmiannot" sovinistisista julkisuuden miehistä ovat alkaneet. Eräiden julkisuushakuisten "Kiss and tell" -tyttöjen kertomusten tai peräti kirjojen lisäksi alkaa iltapäivälehdissä olla vastaavien henkilöiden tarinoita, kuinka tunnettu miespoliitikko teki heille ehdotuksia tai kähmi salaa. Tarinoiden kaava on vakio: yleensä aluksi nimetään suurempi joukko miespoliitikkoja, joiden keskuudesta toimittajat saavat etsiä varsinaisen sovinismin syyllisen. Seuraavissa lehdissä syyllistä haukutaan ja taustoja kaivellaan, jos jotain vastaavaa löytyisi uhrin menneisyydestä. Tämän rinnalla osa syyttömästi epäillyistä saa kertoa tuomitsevansa ehdottomasti moisen käytöksen. En kannata sovinismia, mutta moisen vaalien aluspelleilyn voisi kyllä lopettaa! Maailman seuraaminen on opettanut, että jo alkullista ehdottelun ja yrittämisen aloittanut on ennemmin tai myöhemmin poistunut naisseurassa harrastamaan tasa-arvoista, vaakasuraa liikuntaa. Me vähemmän "sovinistisesti" käyttäytyvät herrasmiehet saamme jatkaa keskustelua energiapolitiikasta ilman naisseuraa.

ALOITIN KANSANEDUSTAJISTA ja lopetan myös heihin. Erään energiayhtiön markkinointimies kertoi pelanneensa golfia mukamas rehdin kansanedustajan kanssa, mutta kaveri osoittautui täydeksi huijariksi. Useamman kerran kansanedustaja löysi lyömänsä pallon muutaman metrin päästä reiästä, vaikka oikea pallo oli tämän energiayhtiön markkinointimiehen taskussa.

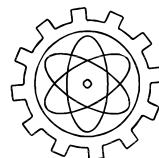
■

Olli Nevander
Teollisuuden Voima Oy

TAPAHTUMAKALENTERI

Lähialuekursio Norjaan 7.-9.6.2007

Vierailukohteina mm. tutkimusreaktori
ja HAMMLAB Haldenissa
Kutsu jäsenpostissa
Lisätietoja: Kristiina Turtiainen
(kristiina.turtiainen@tvo.fi)



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

UUDET JÄSENET

Varsinaiset jäsenet

- Ralf Ahlstrand
Euroopan komissio
- Pasi Kelokaski
Fortum Nuclear Services
- Matti Paajanen
Teollisuuden Voima
- Tuomas Puustinen
Fortum Nuclear Services
- Minna Räisänen
Fortum Power and Heat
- Ville Tulkki
Teknillinen korkeakoulu

Nuoret jäsenet

- Arto Saarnio
Teknillinen korkeakoulu

Suomen Atomiteknillisessä Seurassa oli 21.2.2007 pidetyn johtokunnan kokouksen jälkeen 425 varsinaista jäsentä ja 40 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
YIT Installaatiot

ATS internetissä:

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