

# ATS

YDINTEKNIikka

SUOMEN  
ATOMITEKNILLINEN  
SEURA —

ATOMTEKNISKA  
SÄLLSKAPET  
I FINLAND ry



3/2002 vol. 31

## Tässä numerossa

Pääkirjoitus Tulevaisuuteni ydinfyysikkona .....	3
Editorial My future as a nuclear scientist .....	4
Tekninen fysiikka – energiatieteet: TKK:n sivistaja ydintekniikan alalla ....	5
Vetyjä ja atomeja Saimaan rannalla .....	8
Eurooppaan ydintekniikkaa oppimaan .....	10
Ydinenergiakoulutus .. kansainvälisestä näkökulmasta .....	13
Teollisuuden Voima uudistaa henkilöstön peruskoulutusta .....	16
Koulutustoimintaa Leningradin ydinvoimalaitoksella .....	18
Radioaktiivisuusvalvonta rajoilla Tieto lisää turvallisuutta .....	22
Säteilevät Naiset jatkavat vauhdilla .....	26
WIN Global 2002 kokous .....	29
WIN Award 2002 Anneli Nikulalle .....	30

# ATS

3/2002, vol. 31

## JULKAISIJA

Suomen Atomiteknillinen Seura –  
Atomtekniska Sällskapet i Finland ry.

## ATS WWW

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

## TOIMITUS

PÄÄTOIMITTAJA  
DI Olli Nevander  
Fortum Nuclear Services Oy  
PL 10, 00048 Fortum  
p. 010 453 2613  
olli.nevander@fortum.com

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

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

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

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

ERIKOISTOIMITTAJA  
TkL Eero Patrakka  
Teollisuuden Voima Oy  
27160 Olkiluoto  
p. (02) 8381 3300  
eero.patrakka@tvo.fi

## JOHTOKUNTA

PUHEENJOHTAJA  
TkT Harri Tuomisto  
Fortum Nuclear Services Oy  
PL 10  
00048 Fortum  
p.010 453 2464  
harri.tuomisto@fortum.com

VARAPUHEENJOHTAJA  
FT Rolf Rosenberg  
VTT Prosessit  
PL 1404, 02044 VTT  
p. (09) 456 6342  
rolf.rosenberg@vtt.fi

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

RAHASTONHOITAJA  
Tekn.yo. Reetta von Hertzen  
Fortum Nuclear Services Oy  
PL 10  
00048 Fortum  
reetta.raikkala@fortum.com

DI Kari Kaukonen  
Teollisuuden Voima Oy  
27160 Olkiluoto  
p. (02) 8381 2120  
kari.kaukonen@tvo.fi

DI Kirsi Alm-Lytz  
Säteilyturvakeskus  
PL 14, 00881 Helsinki  
p. (09) 7598 8663  
kirsi.alm-lytz@stuk.fi

DI Martti Kätkä  
Teollisuuden Voima Oy  
Töölönkatu 4, 00100 HKI  
p. (09) 6180 3130  
martti.katka@tvo.fi

## MUU TOIMINTA

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

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

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

YOUNG GENERATION  
DI Marjo Mustonen  
Teollisuuden Voima Oy  
27160 Olkiluoto  
p. 02 8381 3223  
marjo.mustonen@tvo.fi

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

## UUODEN 2002 TEEMAT

1/2002  
EU:n hakijamaat ja Venäjä

2/2002  
Ydinjätehuolto  
ja safequards

3/2002  
Ydintekniikan opetus  
ja koulutus

4/2002  
USA-Kanada ekskursio  
+ ENC 2002 Lille

## ILMOITUSHINNAT

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

## TOIMITUKSEN OSOITE

ATS Ydintekniikka  
c/o Olli Nevander  
Fortum Nuclear Services Oy  
PL 10, 00048 Fortum  
p. 010 453 2613 (suora)  
telefax 010 4533 403

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

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

ISSN-0356-0473



Painotalo Miktör Ky



# Tulevaisuuteni ydinfyysikkona

**A**stelen alas koulun portaita ruusu kädessäni ja tuore valkolakki päässäni. Mietin, että mikäköhän minusta tulee isona: pappi, lukkari, talonpoika, kuppari, lääkäri, lakimies, ekonomi, vaiko sittenkin ydintekniikan ammattilainen? Valitseminen tuntuu niin kovin vaikealta, kun kaikki ympärillä saarnaavat koulutuksen tärkeydestä, mutta eivät puhua pukahda sen sisällöstä.

Pääsykokeiden kautta sukellan Teknilliseen korkeakouluun tupsupäisten tekkarien joukkoon. Opetusohjelmasta silmiin pistää matematiikan ja fysiikan seasta ydintekniikan kursseja. Mieleeni tulvahtavat lukion kirjoista tutut protonit ja neutronit. Sitten huomaan avaruusfysiikan pääaineen, neuroverkkoja käsittelevät kurssit ja akustiikan opintojaksot. Yht'äkkiä elämäni on taas täynnä valintoja. Enkä ole vielä edes päättänyt, pyrkisinkö sittenkin ensi keväänä lääketieteelliseen tiedekuntaan.

Takana on vuosi fysiikan ja matematiikan opintoja, ja olen menettänyt suuntavaistoni täysin. Korvista pursuavat matriisit, Maxwellin yhtälöt sekä olio-ohjelmoinnin perusteet, mutta en käsitä, kuka voisi tarvita näitä asioita työssään. Opiskelu on alkanut tuntua enemmän elämäntavalta kuin pyrkimiseltä johonkin päämäärään. Toivottavasti ensi vuonna päästään asioihin paremmin käsiksi. Ehkä kesätöissä trukkikuskina ehdin miettiä asioita enemmän. Kun ei tullut niihin lääketieteellisen pääsykokeisiinkaan luettua.

Toisen opiskeluvuoden syksy on kuunneltu professoreiden myyntipuheita. Yksi tekee yhteistyötä suuryrityksen kanssa, toinen lupaa paljon rahaa, kolmas tarjoaa tohtorinhattua ennätysajassa ja neljäs työpaikkaa rapakon takaa. Pääainevalinnat ovat käsillä. Nyt pitäisi siis tietää, mitä jatkossa haluaa opinnoiltaan. Pohdin, tahtoisinko viettää loppuelämäni tutkimalla pikkuruisten atomiydinten tanssahtelua kaiken

maailman kentissä. Mistäköhän ydintekniikassa oikeastaan on kyse? Onko se fysiikkaa vai tekniikkaa vai pureudutaanko siinä asioiden ytimiin? Voi kumpa joku kertoisi oikeat vastaukset näihin päässäni pyöriviin kysymyksiin.

Nyt jo neljännen vuoden ydintekniikan opiskelijana tunnen saaneeni hieman otetta alasta. Kurssitarjontaan kuuluu kaikkea muutakin kuin protoneja, neutroneja ja niiden ympärillä pörräviä elektroneja. Yhtäällä pohditaan, miten ytimen halkeaminen tapahtuu, ja toisaalla taas kuinka saataisiin kaksi ydintä yhdeksi. Voisinkohan minä olla mukana ratkaisemassa fuusioreaktorin arvoitusta ja maailman energiaongelmaa? Eikä minulla ollut aavistustakaan siitä, miten moni asia ympärillämme säteilee. Olisipa joku kertonut edes osan tästä kaikesta silloin, kun painiskelin pääainevalintojeni parissa.

Diplomityö kainalossani astelen alas koulumme portaita. Takana on pitkä opintoputki ja monen monta kurssia. Viime kuukausina tuntui välillä siltä, ettei lopputyö valmistu koskaan. Mutta tässä sitä nyt ollaan. Kysymys kuuluukin, että mitä tapahtuu seuraavaksi. Kuka ottaisi töihin ydintekniikan opiskelijan, joka ei vielä oikein uskalla kutsua itseään ammattilaiseksi? Kursseja olen lukenut ehkä enemmän kuin tarpeeksi mutta töistä minulla on vasta kalpea aavistus. Pitäisiköhän ottaa Geiger-putki käteen, jospa töitä löytyisi sieltä missä säteilee? ■

# My future as a nuclear scientist

*I walk down the stairs of my high school with a rose in my hand. I have just graduated and I wonder what I will become: a priest, a cantor, a farmer, a cupper, a doctor, a lawyer, an economist, or maybe a nuclear scientist? It seems so difficult to make a decision, when everyone around keeps preaching about the importance of education, but noone says a word about what to study.*

*I pass the entrance examinations to the Helsinki University of Technology and become one of the pom-pom-headed tech students. The study programme is full of mathematics and physics courses. The sight of some nuclear courses brings to my mind the protons and neutrons I learned about in school. I can't help noticing also the major subject of space physics nor the courses on neural networks and acoustics. Suddenly my life is again full of choices. Should I still take the entrance examinations to the Faculty of Medicine next spring?*

*After one year of studying mathematics and physics I have completely lost my sense of direction. I feel I have learned more than enough about matrices, Maxwell's equations and object oriented programming, but I still don't understand who could make use of these skills in the real world. Studying feels like a way of life and doesn't seem to lead anywhere. Maybe next year I'll get a better grip on the subjects under study. I hope my summer job in the warehouse will let me think more about my future. I missed the med school entrance exams anyway.*

*During the autumn of the second year of studies I have listened to numerous professors advertising their laboratories. One collaborates with a large company, another promises a sack of money. Yet another offers a doctor's degree in record time, maybe even a good job overseas. It's time to*

*choose a major subject. So now I am supposed to know what I want to study for the next three or four years. I try to imagine what it would be like to investigate the dancing of tiny atomic nuclei in all sorts of fields for the rest of my life. What's nuclear science all about? Is it physics or technology or is it about going to the core of matter? I wish someone could give me the right answers to these questions bouncing around in my head.*

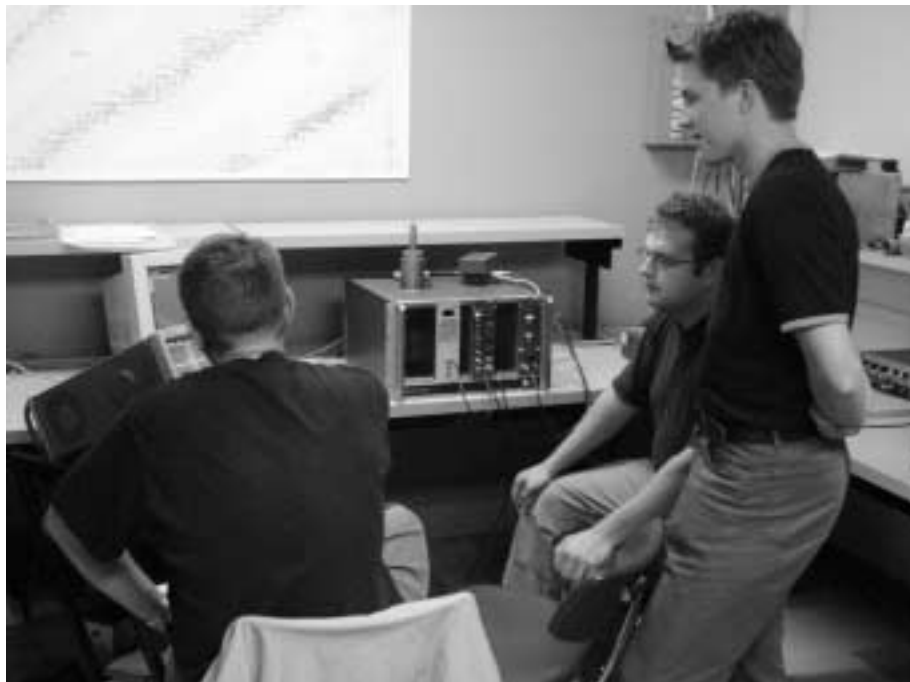
*As a fourth-year nuclear science student I now feel I understand something about the field. The courses of my major subject offer not only nuclei and electrons around them. In one course one wonders how to break a nucleus and in another how to make two nuclei to become one. Could I contribute to the building of the fusion reactor and solving of the world's energy problem? And I didn't have a clue how many things around us emit radiation. I wish somebody had told me even a small part of all this when I was trying to make my mind about my future major subject.*

*I walk down the stairs of my University with my brand new master's thesis in my hands. I have passed quite a few courses in my years of study. During the last couple of months I occasionally felt that my thesis would never be finished. But here I am. The question is: what happens next. Who would employ a nuclear science student who doesn't yet dare to call himself a professional? I have passed maybe even more than enough courses but I have only a slight idea about what I could do for living. Perhaps I should grab my Geiger tube and try to find work where people radiate? ■*

*Teknillinen fysiikka - energiatieteet:*

# TKK:n sivistäjä ydintekniikan alalla

*Teknillisen korkeakoulun ydintekniikan laboratorion tuore nimi on Teknillinen fysiikka – energiatieteet. Nimenvaihdoksesta huolimatta laboratorio jatkaa perinteitään ydintekniikan ja säteilyfysiikan opetuksessa. Näiden rinnalle on vuosien varrella tullut fuusiofysiikan ja uusien energiamuotojen fysiikan kursseja, jotka ovat lähempänä laboratorion oman tutkimustoiminnan painopistettä. Opiskelijoiden perehdyttäminen ydintekniikkaan hoituu pääasiassa yhteistyössä STUK:n, VTT:n ja voimayhtiöiden kanssa, ja näiden yhteistyöorganisaatioiden tarpeisiin valmistuu keskimäärin 5-6 uutta diplomi-insinööriä vuosittain. Lisensiaatti- ja tohtoritutkintoja perinteisen ydintekniikan alalta on viime vuosina valmistunut keskimäärin 2 vuodessa. Eduskunnan myönteisen ydinvoimapäätöksen mahdolliset vaikutukset ydintekniikan suosioon fyysikko-opiskelijoiden keskuudessa nähdään parin seuraavan vuoden aikana.*



*Nopeiden elektronien spektriä mittaamassa ydintekniikan laboratoriotöissä.*

**S**uomeen alettiin hankkia ydinvoimasaamista 1950-luvun loppupuolella ja keskeiseen rooliin tässä tehtävässä nousi Teknillisen korkeakoulun (TKK) reaktorilaboratorio. Kokeellista tutkimustoimintaa tehtiin aluksi alikriittisellä miilulla ja vuodesta 1962 alkaen amerikkalaisvalmisteisella Triga-tutkimusreaktorilla. (Kts. artikkeli Trigan 40-vuotisjuhlista ATS Ydintekniikan numerossa 2/2002).

Triga ja reaktorilaboratorio siirtyivät Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) hallintaan 1970-luvun alussa, mutta

yhteistyö TKK:n ydintekniikan laboratorion kanssa on jatkunut. Triga käytetään edelleen vetonaulana ydintekniikan oppilastöissä. Trigalla opiskelijat pääsevät käytännössä määrittämään neutronien diffuusiopituutta, vuoprofiilia, säätösauvakalibrointeja ynnä muita reaktorin perussuureita.

Triga siirryttyä VTT:n hallintaan TKK:n ydintekniikan laboratorion ei ole juurikaan ollut omaa tutkimustoimintaa perinteisen reaktoritekniikan alueella. Tutkimusta on laajennettu ydintekniikkaa sivuaville aloille eli fuusioreaktoritutkimukseen

sekä säteilyfysiikkaan. Myös lasereiden sovelluksia ydintekniikassa on tutkittu.

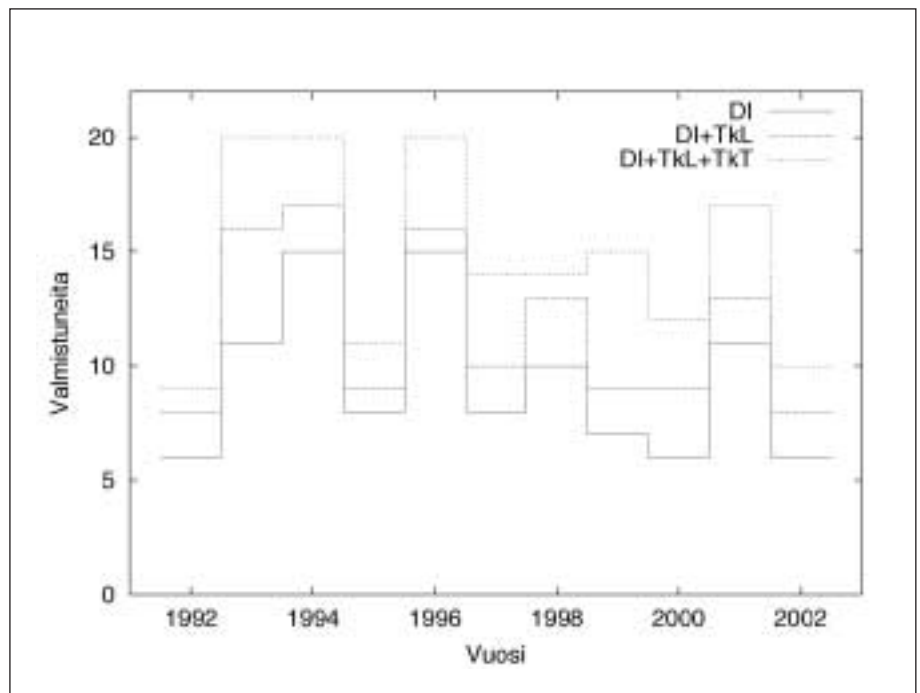
Jo 1980-luvulta ydintekniikan laboratorioissa on myös tutkittu uusia ja uusiutuvia energiamuotoja, mm. lämmön varastointia, aurinkosähköjärjestelmiä ja polttokennoja. Julkisessa keskustelussa ydinvoima ja uudet energiamuodot on määritelmänomaisesti pantu toistensa vastapoleiksi. Todellisuudessa tilanne on kuitenkin se, että molempia tarvitaan, kun ihmiskunnan energiantarvetta pyritään tyydyttämään tavalla, jonka planeettamme voi kestää. Ydintekniikan laboratorion nimenvaihdos nykyiseen muotoonsa "Teknillinen fysiikka – energiatieteet" (engl. "Advanced Energy Systems") kuvastaa laboratorion muuttunutta tutkimus- ja opetusprofiilia, mutta samalla se on osoitus siitä, että rauhanomainen rinnakkaiselo on täysin mahdollista eri energiamuotojen tutkimuksessa. Kokemuksen mukaan laboratorioissa opiskelleen on mahdollista siirtyä energia-alan laidalta toiselle eli täällä ei leimauduta yhden asian kannattajiksi.

## Tarvitaanko ydintekniikan opetusta?

TKK:n ydintekniikan laboratorio koulutti suomalaisten ydinvoimaosaaajien ensimmäisen sukupolven hyvissä ajoin ennen ensimmäisiä voimalaitoshankintoja. Alkuinnostuksen jälkeenkin laboratorio on saanut innokasta opiskelija-ainesta täyttämään alan henkilöstötarvetta. Viimeisen vuosikymmenen aikana laboratoriosta on valmistunut keskimäärin 10 diplomi-insinööriä vuodessa. Lisäksi laboratoriosta on suoritettu tekniikan lisensiaatin ja tohtorin jatkotutkimintoja keskimäärin 6 vuodessa.

Kannattaa kuitenkin huomata, että perinteisen ydintekniikan alalta, johon tässä luettaisiin myös säteilyn havaitsemiseen ja valvontaan liittyvän tutkimuksen, valmistuu laboratoriosta noin 5-6 diplomi-insinööriä ja noin 2 lisensiaattia tai tohtoria vuodessa. Karkeasti ottaen puolet yllämainituista energiatieteet-laboratorion tutkinnoista ovat siis plasma- ja fuusiofysiikan sekä uusien energiamuotojen alalta.

Ydintekniikan opiskelijavolyymi on toistaiseksi riittänyt, koska alalla ei ole tapahtunut mitään mullistavaa pariinkymmeneen vuoteen. Seuraavan kymmenen vuoden aikana on kuitenkin odotettavissa melkoinen sukupolvenvaihdos kaikissa alan organisaatioissa, joten voidaan kysyä, onko ydintek-



Energiatieteet-laboratoriosta valmistuneiden diplomi-insinöörien, tekniikan lisensiaattien ja tekniikan tohtorien lukumäärät 1992-2002. Kuluva vuosi on esitetty tähän mennessä valmistuneiden lukumäärä.

niikan ammatillisista odotettavissa pulaa. Ydintekniikan hoito on vuosien varrella himmentynyt sen verran, että terävimmän nuorison saamiseksi alalle joudutaan jatkossa tekemään työtä. Suurten ikäluokkien siirtyminen eläkkeelle näkyy nimittäin aktiivisena rekrytointina myös muilla aloilla kuin ydintekniikassa.

Kansainvälisenä trendinä on ollut ratkaista ongelma laajentamalla pelikenttää: ottamalla muita energiamuotoja ydintekniikan tutkimuksen ja opetuksen rinnalle saadaan opiskelijapohjaa laajennettua. Samalla tietenkin ydintekniikan osaaminen jää pinnallisemmaksi, joten syventävä koulutus jää entistä enemmän ensimmäisten työpaikkojen harteille.

## Ydintekniikan opetus käytännössä

TKK:n teknillisen fysiikan koulutusohjelmaan on viime vuosina otettu noin 100 opiskelijaa vuosittain. Koulutusohjelman sisäänpääsykynnys on pysynyt TKK:n korkeimpana yhdessä tuotantotalouden kanssa. Teknillisen fysiikan opiskelijoista karkeasti puolet valitsee opintosuunnakseen nimenomaan fysiikan, kun muut suuntautumis-

vaihtoehdot ovat matematiikka sekä systeemi- ja informaatiotieteet. Fysiikan suunnan valinneista keskimäärin 10-12 valitsee vuosittain pääaineekseen energiatieteet.

Kaikki fysiikan suunnan opiskelijat suorittavat vähintään kaksi ydintekniikan kurssia: säteilysuojelukurssin sekä ydintekniikan laboratoriotyöt. Nämä kurssit suoritetaan yleensä kolmannella vuosikurssilla, ja etenkin laboratoriotyöt toimivat tärkeänä askeleena "oikeisiin fyysikon hommiin", sillä niissä opitaan paitsi ydinfysiikan peruslajia käytännössä niin myös mittauslaitteiden käyttöä, ryhmätyötä sekä tulosten käsittelyä ja raportointia. Näitä taitoja syvennetään myöhemmillä kursseilla. Ydinfysiikkaa käsitellään jonkin verran toisen vuoden fysiikan peruskursseilla ja ydinenergiatekniikan perusteet tarjotaan halukkaille kolmannen vuoden syksyllä. Viimeksimainitun kurssin suorittaa keskimäärin 20-30 fyysikkoo vuodessa ja lisäksi muutama koneosaston energiatekniikan opiskelija.

Energiatieteet pääaineekseen valinneiden kurssivalikoima ei poikkea muiden fyysikoiden kurssivalikoimasta kuin viimeisen 20 opintoviikon (ov) osalta. Tässä nipussa on pakollisena valintana ydin- ja reaktorifysiikan työt, jotka painottuvat enemmän Tri-

galla tehtäviin töihin kuin peruslaboratoriotyöt. Sen lisäksi luennoidaan mm. ydinenergiatekniikan jatko-opintojaksoa ja isotoopiteknikkaa, mutta myös plasmafysiikkaa ja aurinkoenergiateknikkaa, joista opiskelija saa valita kiinnostavimmat kurssit.

Mainittujen vakiokurssien lisäksi energiatieteet-laboratorio luennoi vaihtuva-aiheisia erikoiskursseja, yleensä laboratorion dosenttien tai vieraillevien tutkijoiden erikoisalueista. Näitäkin voi valita perusopintoihin, vaikka tyypillisesti erikoiskursseille osallistutaan jatko-opiskeluvaiheessa. Esimerkkeinä tuoreista erikoiskurssien aiheista voidaan mainita aerosolit, energiatekniikan materiaalit, inertiaalikoossapitofuusio sekä vetyperustaiset energiasysteemit. Lisäksi vuosittain järjestettävissä ydintekniikan seminaareissa pureudutaan vaihtuviin ajankohtaisiin aiheisiin, esimerkkeinä ydintekniikan sosio-ekonominen vaikutus, Kioton ilmastopöytäkirjan vaikutukset energiahuoltoon, energiavahvistimet ja ydinjätteen transmutointi, ydinjätteen loppusijoitus sekä korkealämpötilareaktorit.

Fyysikko-opiskelijoiden "ammattikursseista" tärkeimmät ovat kuitenkin kolme erikoistyötä (yhteensä 15 ov) ja diplomityö (20 ov). Näissä opiskelija pääsee sukeltamaan pintaa syvemmälle johonkin kapeaan erikoisalueeseen, ja jos kiinnostuksen kohde on ydintekniikka, niin nämä voivat käytännössä kaikki liittyä sen osa-alueisiin. Erikoistöitä kuitenkin suosittellaan tehtäväksi fyysikan eri osa-alueista, jotta fyysikon näkökulma pysyy riittävän laajana. Monesti erikois- ja diplomityöt tehdään laboratorion tai sen yhteistyöorganisaatioiden (STUK, VTT, voimayhtiöt) tutkimusprojektien yhteydessä eli relevanteista käytännön aiheista.

Loppujen lopuksi voidaan todeta, että energiatieteiden laboratorion tavoitteena on kouluttaa energia-asioista perillä olevia generalisteja. Koska sisääntulevat opiskelijat ovat lahjakkaita, he pystyvät tällä koulutuksella tekemään kaikkea, mitä energia-alan fyysikon käytännössä tarvitsee tehdä. Oman alan erikoisosaaminen kehittyy joka tapauksessa käytännön työkokemuksen mukana.

## Voiko ydintekniikkaa tutkia yliopistossa?

Yliopistotasoinen opetuksen yleisenä edellytyksenä on alalla tehtävä korkeatasoinen tutkimustoiminta, joka tukee opetusta. Ydintekniikan opetuksen dilemma energia-

tieteet-laboratoriossa on se, että laboratoriossa ei juurikaan tehdä ydintekniikan tutkimusta. Asiantuntemus on siis haettava enimmäkseen muualta. Periaatteessa tähän on kaksi ratkaisuvaihtoehtoa: ulkopuolisten asiantuntijoiden käyttö opettajina tai oman ydintekniikan tutkimuksen lisääminen.

Vaikka laboratorion perustehtävä on korkeimman ydintekniikan opetuksen antaminen, niin minkäänlaista erityispanostusta tämän turvaamiseen ei laboratorion saa valtion perusrahoituksessa. Näinollen sille ratkaisulle, että käytetään STUK:ssa, VTT:llä ja voimayhtiöissä työskenteleviä laboratorion dosentteja ja muita asiantuntijoita opettajina ydintekniikan kursseilla, tulevat taloudelliset reunaehdot vastaan.

Laboratorion tutkimuksen voimakkaampi keskittäminen ydintekniikkaan on taas ongelmallista sen johdosta, että ala on niin kypsässä vaiheessa, että yliopistolle sopivaa perustutkimusta ei ydintekniikassa juurikaan ole. Ydintekniikka ei ole enää fyysikan tutkimuksen eturintamassa. Alalla on toki mielenkiintoisia ongelmia ratkaistavana, mutta ne ovat hyvinkin soveltavaa tutkimusta. Joidenkin ydintekniikan valtavirran ulkopuolella olevien aiheiden kuten Rubbian energiavahvistimen tai kuulakekoreaktoreiden tutkimus voisi vielä kuulua perustutkimuksen puolelle, mutta näihin ei nykyisellään juuri panosteta resursseja Suomessa.

## Tulevaisuuden haasteet

Ydintekniikan osaaminen tulisi siirtää nykyiseltä asiantuntijapolvelta uudelle sukupolvelle. Tässä suhteessa ATS:n Young Generation -verkosto on avainasemassa, mutta se voi toimia vain, jos alalle saadaan jatkosakin rekrytoitua nuorta väkeä. Tämä tapahtuu pääasiassa TKK:n ja LTKK:n opetusyksiköiden kautta, joten niiden toimintaedellytysten turvaaminen on alan kaikkien organisaatioiden kannalta oleellista.

Kannattaa myös huomata se, että nuoren väen rekrytointi alalle ei riitä, vaan heidät

pitäisi saada myös pysymään alalla. Nykyisin ei ole tavallista sitoutua yhden organisaation palvelukseen koko työuran ajaksi, vaan haasteita haetaan aikaisempaa helpommin uusilta urilta. Ydintekniikan alalla pysymistä voidaan edistää tarjoamalla alalle tuleville kiinnostavia tehtäviä ja tarjoamalla heille alusta alkaen selkeää näkymä tulevaisuuteen, jonkinlainen urasuunnitelma. Suunnitelmaa ei tietenkään voida koskaan noudattaa orjallisesti, vaan siitä on voitava joustaa, mutta näkymä on syytä tarjota riittävän ajoissa.

Ydintekniikan ukkoutumisongelma näkyy myös TKK:n ydintekniikan opetuksessa, sillä laboratorion dosenteista suuri osa on jäänyt eläkkeelle. Dosentteja käytetään perinteisesti syventävien kurssien opettajina, joten tulevaisuudessa uusiksi dosenteiksi tarvitaan eri ydintekniikan alueiden osaajia, joiden avulla ydintekniikan opetus voidaan turvata.

Tämän lehden toisessa artikkelissa mainittu Euroopan kattava ydintekniikan opetusverkosto tarjoaa toisen lähestymistavan: kaikkea ei ole tarpeen tehdä itse, vaan voidaan turvata muiden maiden osaamiseen alalla. Tämän verkoston hyväksikäyttö tulee tarpeelliseksi, mikäli Triga päätetään ajaa alas. Tämä uhkahan on ollut olemassa jo pitkemmän aikaa. Verkostoon on syytä kuitenkin osallistua jo ilman välttämätöntä pakkoakin. Jonkinlainen omavaraisuus olisi kuitenkin hyvä säilyttää.

Lisätietoja:

<http://www.hut.fi/Units/AES>

TkL Jarmo Ala-Heikkilä on  
TKK:n energiatieteet-  
laboratorion assistentti,  
puh. 4513204,  
jarmo.ala-heikkila@hut.fi



TkT Rainer Salomaa on  
TKK:n energiatieteet-  
laboratorion professori,  
puh. 4513199,  
rainer.salomaa@hut.fi





Heikki Kalli, Eero Virtanen

# Vetyjä ja atomeja Saimaan rannalla

*Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun (LTKK) energiatekniikan koulutusohjelma tarjoaa mahdollisuuden opiskella ydinvoimalaitustekniikkaa omana opintosuuntanaan. Lähtökohtana on voimalaitostekninen koulutus, mutta opiskelijalla on suuri valinnanvapaus sisällyttää tutkintoonsa kiinnostuksensa mukaan esimerkiksi ydinvoimalaitoksen käyttöön, säteilysuojeluun tai vaikkapa ydinreaktorin fysiikkaan tai prosessien lämpö- ja virtaus- tekniseen mallintamiseen perehdyttäviä kursseja.*

**K**un Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu kuusikymmenluvun lopulla 1969 perustettiin, sen ensimmäisen rehtorin Viljo Immosen visiona oli 6000 – 8000 opiskelijan tekniikan ja talouden korkeakoulu. Tämä opiskelijamäärä näytti sittemmin pitkään aika utopistiselta, mutta epäilyistä huolimatta korkeakoulu jatkoi tasaista laajenemistaan ja nykyinen kasvutavoite on kuin onkin Immosen vision haarukassa.

Rehtori Immonen oli voimalaitosopin ja energiatalouden professori. Tästä johtuen voimatekniikka valittiin yhdeksi nuoren korkeakoulun keskeisistä opintosuunnista. Tämä tilanne on jatkunut tähän päivään. Energia-ala (energiatekniikka sekä siitä erkautunut sähkötekniikka) on sekä opettaja- että opiskelijamäärissä mitaten yksi LTKK:n pääsuunnista.

Viljo Immosen voimateknisissä visioissa ydinenergia-alan opetuksella oli tärkeä osansa. Tämä ajatus ei sammunut, vaikka Viljo Immonen äkillisesti vuoden 1970 lopussa kuoli. Ydinenergiaan liittyviä kysymyksiä pohdittiin jo eräissä LTKK:n ensimmäisen vuosikurssin diplomitöissä. Kokeellinen tutkimus on ollut vahvasti toiminnassa mukana alusta alkaen. Vuoden 1973 tienoilta professori Pertti Sarkomaa teki silloiselle atomienergianeuvottelukunnalle ehdotuksen painevesityyppisen ydinvoimalaitoksen hätäjähdytystä mallintavan koelaitteiston rakentamisesta Lappeenrantaan. Tästä ehdotuksesta on jäljellä muun muassa akateemikko Erkki Laurilan ja LTKK:n rehtorin

Erkki Kinnusen välistä kirjeenvaihtoa. Laurilan mielestä tällainen ”looppilaitteisto” tekisi hyvää nuoren korkeakoulun imagolle.

## Ydinenergia-alan opetus vakiintuu LTKK:ssa

Rehtori Immosen visioima ydinvoimalaitosinsinöörien koulutus alkoi toden teolla 1970-luvun puolivälin jälkeen, kun LTKK:uun perustettiin ydintekniikan apulaisprofessori. Ensimmäiseksi viranhaltijaksi valitun TkT Jussi Vaurion lähdettyä tutkijaksi Argonnen tutkimuskeskukseen Yhdysvaltoihin virkaa hoiti TkT Risto Tarrant, josta myöhemmin tuli energiatalouden professori LTKK:ssa. (Professori Tarranten ryhmän laskelmat ydinsähkön hinnasta olivat viimeksi näkyvästi esillä viiden ydinvoimalaitosyksikön periaatepäätöstä tehtäessä.) Apulaisprofessorin tukena toimi ahkeria dosentteja, joista mainittakoon erityisesti TkT Olli Tiainen.

Ydintekniikan apulaisprofessori täytettiin uudelleen vuonna 1979, josta lähtien viran haltijana toimi TkT Heikki Kalli. Vuonna 1989 virka muutettiin professuuriksi. Heikki Kallin aikana opetus sai nykyisen muotonsa. Koulutuksessa painotetaan eri voimalaitostyyppien tekniikan ohella myös ydinvoiman käytön turvallisuutta ja ympäristövaikutuksia. Erittäin merkittävää on ollut Heikki Kallin ydintekniikan laboratorioon luoma kansainvälinen ilmapiiri; Lappeenrannasta sekä opiskelijat että valmistuneet ydintekniikan osaajat ovat olleet töissä

PACTEL-laitteistolla tehdään ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimusta.



ulkomailla erilaisissa tehtävissä ja myös diplomitoita on tehty ulkomailla. Lisäksi laboratoriossa on työskennellyt useita ulkomailla tulleita tutkijoita ja opiskelijoita. Hyvät yhteydet ranskalaisiin ydinenergialan tutkimuslaitoksiin ovat olleet merkittävästi lisäämässä Lappeenrannan TKK:n ydintekniikan osaamista. Heikki Kalli jäi eläkkeelle vuoden 2001 lopussa. Uudeksi ydinenergiatekniikan professoriksi on valittu TkT Riitta Kyrki-Rajamäki.

## Ydinenergiatekniikan opiskelu LTKK:ssa tänään

LTKK:n energia- ja ympäristötekniikan osastolla on leveä ja syvälinen osaaminen ydinenergiaan liittyvissä kysymyksissä. Ydinenergiatekniikan professorin lisäksi osastolla on energiatalouden professori Risto Tarjanne, jonka kiinnostus ydinvoimalaitoksiin jo edellä todettiin. Ydinvoimalaitosten termohydrauliikan opetus nojaa osaston perinteisesti laajoihin lämpö- ja virtaustekniikan perus- ja jatkokursseihin. Opetuksessa käytetään hyväksi LTKK:ssa toimivan Ydinturvallisuuden tutkimusyksikön asiantuntemusta ja koelaitteita. Fysiikan professori Antti Luukko luennoi säteilynsuojelun ja säteilymittaustekniikan kursseja. Lisäksi dosentti TkT Jussi Vaurio käy Loviisan voimalaitokselta luennoimassa luotettavuustekniikkaa ja todennäköisyyspohjaista turvallisuusanalyysia. Tällä hetkellä opetus kattaa kaikki ydinenergia-alan keskeiset ja ajankohtaiset alueet ja tästä johtuen kurssitarjonta on kohtalaisen laaja.

Opetuksen tavoitteet on porrastettu. Kaikille energiatekniikan opiskelijoille pakollinen on ydinenergiatekniikan peruskurssi. Seuraavaksi kaikille voimalaitoksista kiinnostuneille opiskelijoille on tarjolla ydinvoimatekniikan syventäviä kursseja. Lopulta niillä opiskelijoilla, jotka toisen opiskeluvuoden lopulla ottavat pääaineekseen ydinvoimalaitostekniikan, on valittavanaan useita vaihtoehtoisia ”ammattiprofiileja”.

Painottamalla valinnoissaan voimalaitostekniikkaa ja kunnossapitoa opiskelija saa valmiudet ydinvoimalaitosten käyttötehtäviin. Valitsemalla kurssipakettiin modernia fysiikkaa, säteilynsuojelua, säteilymittaustekniikkaa ja ydinreaktorien fysiikkaa opiskelija suuntautuu ydinvoimalaitoksen säteilynsuojelun tai reaktori-insinööriin tehtäviin. Itse asiassa sopivasti valiten tutkinto voi tulla lähelle fyysikkotutkintoa, jota



LTKK:n ydintekniikan opetus- ja tutkimushenkilöstöä syksyllä 1997.

LTKK:ssa ei varsinaisesti voi opiskella. Keräämällä pakettiin luotettavuustekniikkaa, ydinvoimalaitosten lämpö- ja virtaustekniikkaa sekä ydinreaktorien fysiikkaa opiskelijalla on hyvät lähtökohdat onnettomuusanalyysien tekijäksi.

## Kokeellinen tutkimustoiminta opetuksen tukena

Ydinvoimalaitosten onnettomuustilanteita koskeva kokeellinen tutkimus LTKK:ssa sai tukevan perustan, kun VTT:n silloinen ydinvoimatekniikan laboratorio tuli mukaan rahoittajaksi ja yhteistyökumppaniksi. VTT:llä oli tarve lisätä omaa osaamistaan ydinvoimalaitosten lämpö- ja virtaustekniikassa eli termohydrauliikassa. Samalla se mukaantulollaan eliminoi yhden mahdollisen kilpailijan alan kapeilta konsulttimarkkinoilta. Vuonna 1976 tehdyllä yhteistyösopimuksella VTT lupautui osallistumaan tutkija- ja laitteistokustannuksiin, LTKK puolestaan antoi muun muassa tutkimustilat ja infrastruktuurin sekä sitoutui pidättäytymään kaupallisista tilaustutkimuksista.

Yhteistyö jatkui varsin hedelmällisenä neljännesvuosisadan ajan. Ensimmäisestä vaatimattomasta jälleenkastumislaitteistosta edettiin suurempiin ja monipuolisempiin koelaitteistoihin, joita vuosien mittaan on rakennettu jo toistakymmentä kappaletta. Suurin ja kansainvälisestikin tunnetuin näistä on Loviisan laitoksen ensiöpiiriä simuloiva PACTEL-laitteisto. VTT:n ryhmää ja koelaitteistoilla tehtävää työtä johti sairastumiseensa asti DI Timo Kervinen.

Kokeellisen ryhmän toiminta VTT:n osana päättyi vuoden 2001 alussa, jolloin ryhmä siirtyi laitteistoineen korkeakoulun alaisuuteen itsenäiseksi ydinturvallisuuden tutkimusyksiköksi. Viime aikoina yksikkö on määrätietoisesti laajentanut osaamistaan erilaisten erilliskoelaitteistojen rakentamisessa samoin kuin vakavien onnettomuuksien kokeellisessa simuloinnissa. Yksikön toimintaa johtaa nykyisin TkL Heikki Purhonen.



Heikki Kalli,  
ydintekniikan professori,  
eläkkeellä LTKK:sta,  
puh. 09 - 505 3690,  
Heikki.Kalli@lut.fi



Eero Virtanen,  
ma Ydinenergiatekniikan  
professori,  
Lappeenrannan TKK,  
puh. 05 - 621 2705,  
Eero.Virtanen@lut.fi

# Eurooppaan ydintekniikkaa oppimaan

*Ydinvoima on mitä mainioin energian lähde, mutta sen turvallinen käyttö ei luonnistu rahattomalta tai tietämättömältä. Kun 60-70-luvuilla silloinen nuotiala kasvoi nopeasti, parhaat kyvyt valtasivat työpaikat. Vuosien saatossa hohto on kuitenkin hiipunut ja kasvu kääntynyt taantumaksi. Vaikka tällä hetkellä alan osajia vielä on tyydyttävästi, alamäki näkyy edessä. Maailman monet ydinvoimalaitokset ovat vielä vuosikymmeniä käyttökelpoisia. Merkkejä ydinvoiman uudesta tulemisesta on näköpiirissä, mutta mistä saataisiin uusia huippuasiantuntijoita eläkkeelle siirtyvien tilalle ja miten taata tietojen ja taitojen säilyminen?*

## Kansainvälinen huoli tulevaista ydintekniikan osajista

Moni kansainvälinen työryhmä on pohtinut tieto-aidon säilyttämisongelmaa. Vastikään OECD/ NEA julkaisi raportin "Nuclear education and training, cause for concern?". IAEA on järjestänyt useita kokouksia asian tiimoilta ja ANS:n, kuten useissa muissakin ydinalan kokouksissa, on koulutukselle omistettu omat erikoisistuntonsa. Johtopäätökset ovat varsin yhtenevät: osaamisen katoamisuhka on akuutti ja koskee niin koulutusta, tutkimusta kuin ydinvoimaloiden käyttäjiä. Erityisen hankala on tilanne yliopistojen peruskoulutuksessa, joka on järjestelmän peruspilareita ja jossa vajavuudet näkyvät vasta pitkän valmistumisviipeen jälkeen. Ydineergiatekniikan tarjonta yliopistoissa koulutusohjelmana tai pääaineena on useissa maissa merkittävästi kutistunut: esim. USA:ssa 90-luvun alussa ohjelmia oli 42, nykyisin enää 25. Koe- ja tutkimusreaktorit sekä muut suuret tutkimuslaitteet ovat varttuneessa keski-ikässä ja jatkajia on niukalti.

Suomessakin ydineergia-alan koulutus- ja tutkimustarpeita on selvitetty säännöllisin väliajoin; viimeisin KTM:n työryhmäraportti "Toimenpiteitä ydineergia-alan tietä-

myksen säilyttämiseksi" on kahden vuoden takaa. Maamme ydintekniikan professoreista 50% on siirtynyt eläkkeelle ja keskeisiä koelaitteitamme ovat saneeraajien kirveet toistuvasti kopistelleet. Opetusministeriön asettamat korkeakoulujen tulostavoitteet eivät mitenkään suosi ydintekniikkaa – vain tutkintojen määrä näyttää ratkaisevan.

## Eurooppalainen ydintekniikan koulutusverkko ENEN

Euroopan yhteisössä polkaistiin kesällä 2000 käyntiin projekti, jonka tavoitteena oli miettiä ydineergia-alan koulutuksen selvitymisstrategiaa. Ehdotettu työrukkana on eurooppalainen opetuksen yhteistyöverkko ENEN (European Nuclear Engineering Network, ks. myös [www3.sckcen.be/enen/](http://www3.sckcen.be/enen/)). ENENissä pyritään yhteistyön avulla tehostamaan vähenevien opetuksen henkilö- ja laiteresurssien käyttöä sekä toisaalta kansainvälistymisen myötä lisäämään uusien lahjakkaiden opiskelijoiden rekrytointia. Osallistujat kattavat Euroopan ydinvoima- maat varsin hyvin – joukosta puuttuivat ainoastaan Bulgarian ja Liettuan edustajat.

Toistaiseksi ENEN-hankkeessa on keskitytty selvittämään mitä pitäisi tehdä. Koordinaation ohella työn alla on kymmenen osin päällekkäistä osaprojektia:

WP1 – Eurooppalaisen ydinvoimatekniikan opetuksen nykytila (mukaanlukien läheiset alat kuten säteilysuojelu, radiokemia, jne.)

WP2 – Miten eurooppalainen koulutusverkko tulisi organisoida ja miten se toimisi?

WP3 – Ydintekniikan opetus muualla maailmassa (USA, Japani, Korea) ja yhteistyömahdollisuudet

WP4 – Eurooppalainen ydineergia-alan tutkinto (European MSc in Nuclear Engineering) – pääaineen alueet ja sisältö

WP5 – Eurooppalaisen tutkinnon vaatimukset (lähtötaso, laajuus, akkreditointi), kustannukset

WP6 – Ydinvoimatekniikan peruskurssit, nykytila ja tavoitteet, opetusmuodot

WP7 – Jatko-opintokurssit, yhteys olemassaoleviin kurssimuotoihin

WP8 – Laboratoriotyöt, käytännön harjoittelu

WP9 – Ydinvoimateollisuuden täydennyskoulutustarve

WP10 – Kaksi pilottikoetta.

Osaprojekteissa on keskitytty tiedonkeruuseen ja ydinalan eurotutkinnon pohtimiseen. Koulutustietoja – aiemmat selvitysryhmät mukaan lukien – on kerätty jopa kyllästymiseen saakka: ydinalan tietopankit Internet-ajasta huolimatta ovat edelleen puutteel-



ENEN-funktionäärejä juhannusaattona 2002 Ljubljana.

lisiä ja kukin selvitysprojekti näyttää vaativan omannäköisensä kaavakkeet. ENENin kantavin teema on eurooppalainen ydintekniikan tutkimus, European MSc in Nuclear Engineering. Tutkinnon formalisointi on kaksipiippuinen juttu: Suomi on toki siirtymässä Bolognan mallin mukaiseen tutkintorakenteeseen, mutta olisiko korostetun ammatillinen tutkimus meille paras vaihtoehto? Muun muassa ranskalaiset haluaisivat formalisoida tutkinnon – maassahan ydintekniikan koulutusyksiköt tuottavat “lisensioituja” henkilöitä. Ranskan suuri koulutusvolyyymi sopii tällaiseen, mutta Suomessa ydintekniikan eri specialistien kysyntä on rajallinen ja siksi meille ehkä paremmin soveltuu vankat perustiedot ja taidot omaava “yleishenkilö”, joka vasta varsinaisessa leipätyössään koulitaan asiantuntijaksi.

Suomen kannalta ENENin mielenkiintoisin osuus on pilottikokeet, jotka toteutetaan ensi vuonna. Ensimmäinen hanke on reaktorifysiikan laboratoriuokkurssi, jossa kolmen viikon aikana kierretään Budapestin teknisen korkeakoulun, Itävallan ydintutkimusinstituutin sekä Tsekin kooreaktorit ja jokaisessa tehdään laajajakko reaktorifysiikan töiden sarja. Kustannuksiksi arvioidaan noin 100euroa/päivä. Opintojen laajuus olisi noin 8 ECTS (vastaa noin 5-6 nykyistä opintoviikkoa). Toinen ENENin pilottikoe

on reaktorifysiikan jatko-opintokurssi Mollissa, Belgiassa, jossa tehtäisiin myös joitain reaktorifysiikan töitä. Kurssi olisi perusteisiin keskittyvä ja riittävän laaja-alainen, mutta vaatii perusteellisen ennakkovalmistautumisen, sillä oppimisen kannalta jakso on kovin lyhyt. Kurssien koko voisi olla noin 30-50 osallistujaa ja kukin lähettäjämaa vastaisi omista kuluistaan.

### Suomen omaakin opetusta on kehitettävä

KTM:n tieto-taitoryhmän raportti laadittiin ennen eduskunnan ydinvoimapäätöstä. Tutkimusta ja opetusta oltiin jo osin sopeuttamassa moratoriovaihtoehtoon, kun yllättäen uuden väen tarve tuli ajankohtaiseksi. Miellyttävän väkevä elvytysruiske riutuvalla potilaalle poisti krooniset vaivat, mutta tuliko tilalle akuuttiongelmiä?

Opiskelijoiden rekrytoimiseen laitoshanke tulee varmasti vaikuttamaan, mutta valmistumisaikoihin ja erikoistumiseen liittyy pitkähkö viive. Maamme on hyvin riippuvainen ydintekniikan kansainvälisestä osaamisesta ja sen saatavuudesta, joten Suomessa on asiat hallittava entistäkin paremmin, etenkin jos muualla maailmassa uhkana on tietojen ja taitojen rapautuminen ja teknisen tuen heikkeneminen.

Uusi laitoshanke sekä opettajakunnan vaihtuminen luovat oivan tilaisuuden laajempaan opetusremonttiin. Tähänastinen perusstrategia on ollut kouluttaa yleishenkilöitä, joilla on vankka matemaattis-luonnontieteellinen tausta, hyvä ongelmanratkaisukyky sekä riittävät perustiedot alaltaan ja tätä tuskin on tarve muuttaa. Syvällinen erikoisiantuntemus on kehitettävä ja sen on kehitettävä jatkuvasti käytännön työssä; ensimmäisenä askeleena tässä useimmiten suomalainen erikoisuus, teollisuudessa tai tutkimushankkeissa tehty diplomityö. Toinen vaalimisen arvoinen asia on Suomessa vallinnut erinomainen yhteistyö ja työnjako TKK-LTKK -akselilla ja toisaalta korkeakoulujen ja alan muiden toimijoiden, VTT:n, STUK:n ja voimayhtiöiden kesken.

Ydintekniikan perusteiden opetuksessa on kuitenkin joukko perusongelmia, joista pari esimerkkiä TKK:lta valaisee tilannetta. Triga-kooreaktori on erinomainen opetusväline, jonka käyttöön TKK:lla olisi peräti 30% oikeus. Reaktorifysiikan ja ydinenergiatekniikan töihin on Trigaa kuitenkin tarvittu vain parin viikon ajan vuosittain. Trigalla tehtyjen opinnäytetöidenkin lukumäärä on huvennut lähes olemattomiin. Yhtään räväkkää ideaa Trigan hengissäpitämiseen, BNCT-hankkeen lisäksi, ei ole ilmaantunut. Toinen koulutukseen liittyvä ongelma on reaktorifysiikan jatko-opintojakso. Kurssi on välttämätön ja sitä on luennoitu säännöllisesti, mutta ydinvoiman lamavuosina kuulijat vähenivät. Tilanne ei innosta luennoitsijaa, opiskelijaa eikä opetuksen rahoittajaa.

### ENEN:stä rusinat?

Ydintekniikan laboratoriotöistä osa tietysti voitaisiin korvata tietokonesimuloinneilla ja videodemonstraatioilla ja osa luentokursseista itse- ja/tai etäopiskelulla. Todellinen koelaitte on kuitenkin jotain ainutkertaista. Myös ulkomaiset tehokurssit voisivat toimia erinomaisesti, jos niille osallistujat prepat-taisiin riittävästi. ENEN näyttäisi tarjoavan tähän mielenkiintoisen foorumin. Olisiko vaihtoehto kustannustehokas ja tarjoaisiko se nykyisiin opiskelumahdollisuuksiin verrattuna jotain merkittävää uutta? Olisiko ydintekniikan eurooppalaisesta tutkinnosta jotain lisäarvoa?

Jo nyt suomalaisten on erittäin helppo opiskella pitempiä jaksoja ulkomaisissa yliopistoissa. Vähintään lukukauden kestävien



**ENEN-in osallistuvat instituutit:**

1. Studiecentrum voor Kernenergie Centre d'Etude de l'énergie Nucléaire B
2. K. U. Leuven Research and Development B
3. Universiteit Gent B
4. Université Catholique de Louvain B
5. Delft University of Technology NL
6. Budapest University of Technology and Economics HU
7. Czech Technical University CZ
8. Ústav jaderného výzkumu ŘEZ CZ
9. Slovak University of Technology SK
10. Institut "Jozef Stefan" SI
11. Atominstitut der Österreichischen Universitäten A
12. CEA-INSTN F
13. Universidad Politecnica de Madrid E
14. Helsinki University of Technology FIN
15. Kungl Tekniska Högskolan S
16. Swiss Federal Institute of Technology Zürich CH
17. University of Birmingham UK
18. Technische Universität München D
19. Consorzio Interuniversitario per la Ricerca Tecnologica Nucleare I
20. University "Politehnica" of Bucharest RO
21. Center of Technology and Engineering for Nuclear Projects RO
22. National Technical University of Athens EL

vierailujen aikana voi tehdä laboratoriotöitä ja kuunnella monia kursseja, jotka useimmat hyväksytään korvaamaan kotiyliopiston kursseja. Euroopassa diplomityöläisistä ja jatko-opiskelijoista on pulaa ja paikkoja järjestyy varsin helposti. Tästä huolimatta monet opiskelijat ovat haluttomia viettämään 4-5 kuukautta ulkomailla. Muutaman viikon pikavierailu voisi olla kiehtovampi vaihtoehto?

Maailmalla on kohtalaisesti tarjolla erityisesti jatko-opintoihin soveltuvia vaihtuva-alaisia ydintekniikan erikoiskursseja, joista viime aikaisina esimerkkeinä Sveitsissä ETH:ssä järjestettävä "Monifaasivirtaukset" (1450€), CEA:n Eurokurssit "Corium" Ranskassa (1050€) ja "Korkealämpötilareaktorit" (800€), Haldenin "LWR rakenne-materiaalit" (600€) Norjassa jne. Kesäkouluista mainittakoon Frederic Joliot - Otto Hahn kesäkoulu Ranskassa (aiheena viimeksi transmutaatio, 1300€). Kustannuksiin (suluissa osallistumismaksut) on lisättävä lennot ja tapauksesta riippuen myös majoitus. Tällaisiin erikoiskursseihin verrattuna ENEN-kursseissa keskityttäisiin selkeämmin ydinenergiatekniikan perusasioihin ja kurssit toistettaisiin säännöllisesti. Vertailukohta löytyy fuusiotutkimuksesta: suomalaiset tohtoriopiskelijat on järjestelmällisesti kouluttu Culhamin Englannissa, Carolus Magnus- (Saksa, Belgia, Hollanti) sekä MPI- kesäkouluissa Saksassa. Perusasioiden oppimisen ohella varsin tärkeä rooli kesäkouluilla on ollut tutustuttaa uudet tutkijat sekä toisiinsa että alan "guruihin".

Onko ENEN:n ja edellä mainittujen erikoiskurssien hinta-laatusuhde paikallaan?

Tyypillisesti TKK:lla pidetyn Sov:n reaktorifysiikan kurssin kustannukset ovat olleet (5000-6000€) ja koska suorittajien lukumäärä on viime aikoina jäänyt vuosittain noin viiteen, suorituksen yksikköhinta on kohonnut noin 1000-1200 euroon. Oleellista eroa eurooppalaisen tai kotimaisen luentokurssin välillä ei siis ole. Laboratoriokurssien kohdalla ENEN:n edut lienevät melko ilmeiset, kun huomioidaan töiden merkittävä monipuolistuminen sekä laitteistojen kokonaiskäyttökulut. Lyhyet tehokurssit vaativat esivalmistelun ja jälkihoidon oppimistuloksen takaamiseksi. Vaihtoehto voisi olla Internet-pohjainen etäopetus; hienommat videoneuvotteluväylät olisivat kalliimpia. Tällaisissa kursseissa on mahdollisuus erittäin laadukkaaseen oppimateriaaliin, mutta kokemuksien mukaan etäopetus vaatii erittäin paljon panostusta.

**Suomella olisi annettavaakin**

ENEN-hankeessa Ranska ja Espanja ovat suurina ydinvoimamaina itseriittoisia ja niiden intresseissä lienee lähinnä eurotutkinto ja sen akkreditointi; Unkari, Tsekki, Slovakia, Slovenia ja Itävalta sekä toisaalta Belgia ja Hollanti muodostavat maantieteellisesti luontaisia yhteistyöryhmiä. Saksalaiset ovat ryhmässä vetäneet kovin vaisua profiilia – resursseja on kuulemma Saksassa yllin kyllin verrattuna oppilasmääriin eikä ole syytä perustaa uusia järjestelmiä. Suomen luontaisimmat yhteistyöpartnerit ovat Ruotsi, VVER-kytkentöjen kautta Keski-Euroopan ryhmä sekä tapauskohtaisesti verkon muutkin jäsenet.

Eurooppalaiseen yhteistyöhön Suomi voisi myös tarjota omaa osaamistaan: VVER-reaktorit, uuteen voimalaitoshankkeeseen liittyvät asiat, ydinjäte, laskennalliset menetelmät, jne.

Suomessa ollaan tänään uudessa tilanteessa, jossa ei tarvitse murehtia moratoriovaihtoehtoja. Opetuksen resursseja ei kuitenkaan ole yllin kyllin käytössä eikä tilanne varmastikaan itsestään tule muuttumaan, joten aika on ryhtyä remonttihommiin. TKK:lla uudistus on käynnistymässä; LTKK:n uudella viranhaltijalla on samat haasteet edessään. Työssä saattaa eurooppalainen yhteistyöverkko osoittautua hyväksi avuksi. Kehitys ei pysähdy viidennen puiteohjelman esiselvityshankkeeseen ENEN:iin, vaan kuudenteen puiteohjelmaan ollaan jo leipomassa – eräänä ydinenergiatutkimuksen palikkana – koulutuksen huippuyksikköä työnimeltään NERANES - Network of Excellence in Education, Research and Application in Nuclear Engineering and Sciences. Aika näyttää miten NERANES hanke lähtee liikkeelle.

Positiivista työntöä on.



# Ydinenergiakoulutus kansainvälisestä näkökulmasta

*Ydinenergiaa käytävillä länsimailla on kaikilla yhteinen huoli siitä, miten taataan uusien asiantuntijoiden saatavuus ns. rakentajasukupolven jäädessä lähivuosina eläkkeelle. Ratkaisumalleja haetaan enenevässä määrin kansainvälisen yhteistyön kautta. Suomessa koulutusresurssit näyttäisivät olevan tulevaisuuden tarpeisiin nähden riittäviä. Periaatepäätöksen takia tilannetta tulisi kuitenkin tarkastella uudestaan.*

## Kansainvälisyys lisääntyy

Keskustelu ja huoli asiantuntijoiden ja pätevän henkilöstön riittävydestä ei ole uusi asia. Tarkastelukulmat tosin ovat muuttuneet vuosien kuluessa merkittävästi. Valmistauduttaessa 70- ja 80-lukujen kiihkeään rakentamiskauteen ongelmana oli miten pystyttäisiin luomaan rakenteet tarvittavien uusien asiantuntijoiden kouluttamiseksi. Pienissä maissa, kuten Suomessa, tukeuduttiin pitkälti kansainvälisen yhteistyön kautta saatuu tietoon. Alalle tarvittavien uusien asiantuntijoiden määrä väheni nopeasti siirryttäessä 80-90-luvuilla rakentamisvaiheesta käyttövaiheeseen. Luonnollisena seurauksena myös koulutusresursseja alettiin supistaa. Tällä hetkellä ollaan tilanteessa, jolloin ydinenergian käytön ripeän kasvun aikana alalle tulleet henkilöt ovat jäämässä eläkkeelle. Ongelma onkin miten käytössä olevilla rajallisilla resursseilla pystytään kouluttamaan riittävä määrä uusia asiantuntijoita.

Uusien asiantuntijoiden houkuttelemisen ydinenergia-alalle tekee haastavaksi kaikissa OECD-maissa viimeisten kymmenen viidentoista vuoden aikana tapahtuneet kaikkia tekniikan aloja koskevat asennemuutokset. Esimerkiksi nuorten tekniikkaan osoittaman kiinnostuksen hiipuminen on lisännyt kilpailua uusista asiantuntijoista eri tekniikan alojen välillä. Lisäksi informaatioteknologian räjähdysmäisen kasvun myötä kiinnostus kaikkiin perinteisiin tekniikan aloihin, ydinenergiatekniikka mukaan lukien, on ainakin väliaikaisesti romahtanut.

Yleinen globalisaation eteneminen on myös omalta osaltaan muuttamassa toimintaympäristöä. Esimerkiksi sähkömarkkinoiden avautuessa voimayhtiöt levittivät toiminta-aluettaan muun muassa hankkimalla osakkuuksia kansallisten rajojen ulkopuolelta. Yhtiöiden toiminnan laajentuessa useiden maiden alueelle alkavat ne luonnollisesti tarkastella myös kompetenssin säilymistä ja uusien asiantuntijoiden saatavuutta koko yhtiön näkökulmasta eikä toimipaikkojen sijaintimaiden rajojen mukaisesti.

Ydinenergiaa käyttävien länsimaiden kohtaamien haasteiden samankaltaisuus ja markkinoiden globalisoituminen lisäävät kansainvälisten yhteistyöjärjestöjen, kuten OECD:n ydinenergiajärjestön (Nuclear Energy Agency, NEA), merkitystä toimivien ratkaisumallien löytämiseksi.

## NEA analysoi myös koulutuksen tilaa

NEA:n komiteoista useimmat ovat toteuttaneet omilla sektoreillaan hankkeita, joiden tavoitteena on ollut selvittää ja kartoittaa koulutuksen ja tutkimuksen tilaa sekä ennakoita mahdollisia ongelmia.

NDC (Nuclear Development Committee) toteutti muutama vuosi sitten hankkeen, jossa tarkasteltiin ydintekniikan koulutuksen laajuutta. Hankkeessa kerättiin jäsenmaista suuri määrä tilastotietoa. Eri maiden asiantuntijoista koostunut ryhmä analysoi näitä tilastotietoja sekä laati joukon eri osapuolille suunnattuja suosituksia. Kerätyt tiedot osoittavat selkeästi, että monissa maissa

ydintekniikan opetus on viime vuosina vähentynyt merkittävästi. Useissa yliopistoissa ydintekniikan kurssien sisältöä on kevennetty ja osa on sulautettu muiden kurssien sisään. Samoin ydinenergia on poistettu monissa paikoissa kurssien ja opintojaksojen nimistä.

Ehkä huolestuttavin piirre on kuitenkin se, että yliopistojen käytettävissä olevat tutkimuslaitteistot, kuten tutkimusreaktorit, ovat vanhoja eivätkä yliopistot useinkaan ole halukkaita tai niillä ei ole taloudellisia resursseja investoida uusiin laitteistoihin.

Teollisuuden ja tutkimuslaitosten omat koulutusresurssit ja koulutuksen taso sen sijaan näyttäisivät olevan tällä hetkellä riittäviä. Ilman erityistoimia on kuitenkin ennakoitavissa, että yliopistoilta saatava tuki sekä uuden henkilöstön ydinenergiatietämyksen taso heikkenevät, mikä vaikeuttaisi teollisuuden ja tutkimuskeskusten omien koulutusjärjestelmien toimintaa.

## Yhteistyötä tarvitaan

Asiantuntijaryhmä suositteli, että hallitukset, yliopistot ja teollisuus ryhtyisivät pikaisesti tarpeellisiin toimiin, ettei ydinenergian turvallisen käytön vaatiman tietämyksen taso vaarantuisi tulevaisuudessa. Ryhmä esitti, että hallitusten tulisi muun muassa tarkastella osana energiastrategioiden suunnittelua myös ydinenergia-alan henkilöresurssien riittävyttä sekä R&D-infrastruktuuria. Yliopistojen tulisi omalta osaltaan tarjota kiinnostavia ja tasokkaita opetusohjelmia sekä aktiivisesti markkinoida niitä.

**Lähteitä:**

- *Nuclear education and training - cause for concern?, OECD NEA 2000.*
- *Assuring Future Nuclear Safety Competencies, OECD NEA 2001.*
- *Nuclear Safety Research in OECD Countries; Major Facilities and Programmes at Risk, OECD NEA 2001*
- *Assuring Nuclear Safety Competence into the 21st Century, OECD NEA 2000*
- *EU Komission 5. Tutkimuksen kehityksen puiteohjelman ydinradio-ohjelman esittelysivut*
- *Transition From Initial Education To Working Life – Country Note – Finland, OECD 1999*

Tutkimuslaitosten tulisi kehittää teollisuutta palvelevia haastavia tutkimushankkeita, jotka houkuttelisivat mukaan kyvykkäitä opiskelijoita ja työntekijöitä. Lisäksi kaikkien osapuolten tulisi lisätä yhteistyötä niin kansallisesti kuin kansainvälisesti.

Ainakin osittain tämän raportin seurauksena muun muassa USA:ssa ja UK:ssa käynnistettiin hankkeet, joissa selvitettiin ydintekniikan koulutuksen ja muun infrastruktuurin tilaa. USA:ssa selvityksen tuloksena on yliopistoille suunnattu erityisrahoitusta ydintekniikan opetuksen ja tutkimusreaktoreiden kehittämiseen (Innovations in Nuclear Infrastructure and Education, INIE). Lisäksi tämän erityisrahoituksen tavoitteena on syventää kansallisten tutkimuskeskusten ja yliopistojen välistä yhteistyötä. UK:ssa selvitykset osoittavat, että nykyisillä koulutusresursseilla ei pystytä tyydyttämään teollisuuden ja viranomaisien tarpeita. Lisäksi koulutusvalmiudet ovat jatkaneet heikkenemistään viime vuosien aikana. Toimenpiteiksi esitetään, että teollisuus tehostaisi suoria kontakteja yliopistoihin esimerkiksi rahoittamalla väitöskirjojen tekijöitä teollisuuden tarpeiden mukaisilla aloilla. Lisäksi raportissa korostetaan kansainvälisen yhteistyön tärkeyttä, koska koulutusresurssien riittävyysongelmat ovat länsimaille yhteisiä.

Koulutuksen tilaa tarkastelleen hankkeen jatkoksi NDC käynnisti keväällä 2002 uuden hankkeen yhteistyössä tiedekomitean (NSC, Nuclear Science Committee) kanssa. Tämän uuden hankkeen tavoitteena on arvioida edellisen hankkeen suositusten toteutumista sekä kartoittaa eri maissa toteutettujen toimien onnistumista. Lisäksi hankkeessa etsitään keinoja kohentaa ydintekniikan koulutus- ja R&D-infrastruktuuria kansainvälisen yhteistyön avulla. Suomea hankkeessa edustaa FINNUS-tutkimusohjelman johtaja Riitta Kyrki-Rajamäki. Hanke valmistuu vuoden 2004 aikana.

### **Koulutus tärkeä osa järjestöjen toimintaa**

NEA:n ydinturvallisuus- ja valvontaviranomiskomiteoilla on ollut useita hankkeita, joissa on tarkasteltu keinoja ylläpitää ja luoda riittävä ydinturvallisuuteen liittyvän tietämyksen tasoa. Näiden hankkeiden tuloksena on käynnistetty useita kansainvälisenä yhteistyönä toteutettavia tutkimushankkeita, joiden tavoitteena on säilyttää ja

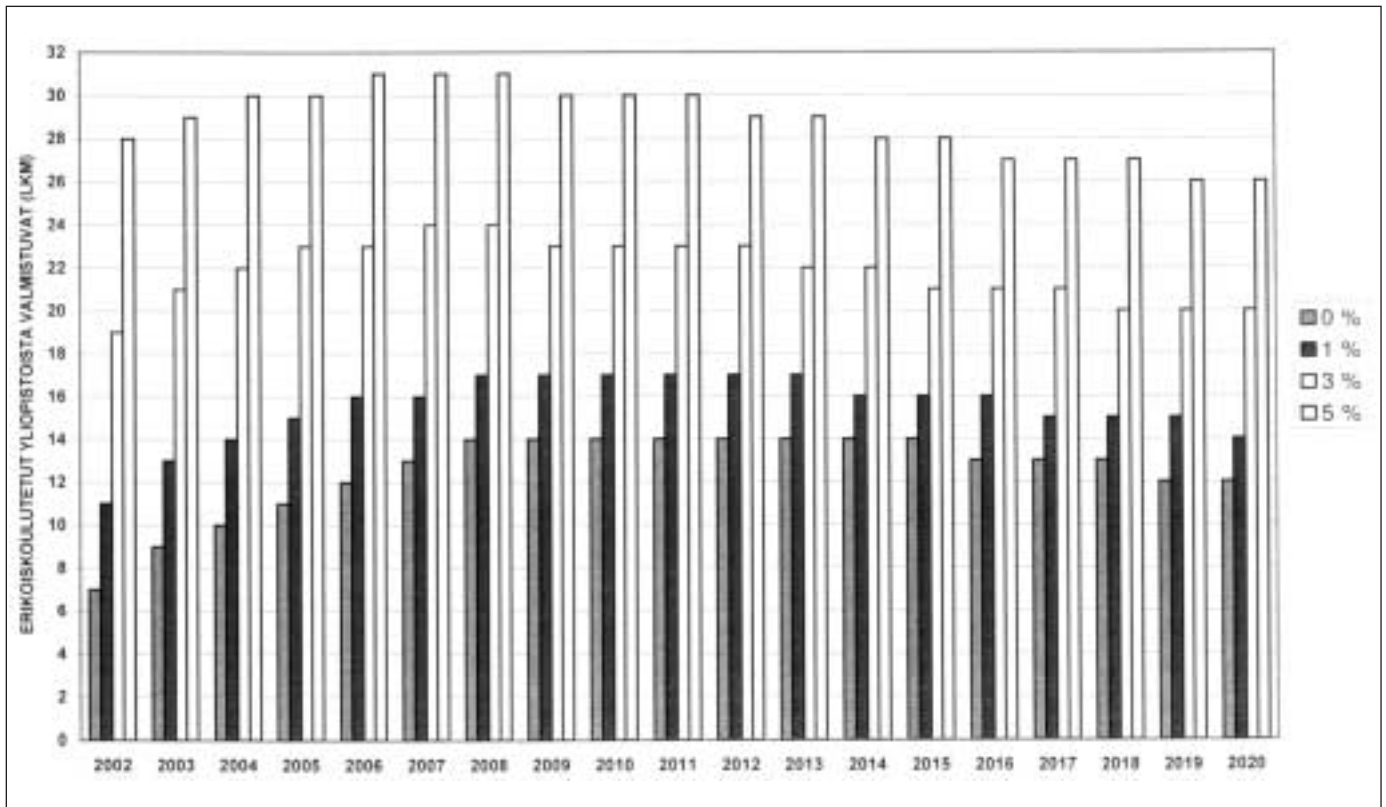
luoda niin tietämystä kuin tutkimuslaitteistoja. Tässä yhteydessä kannattaa vielä mainita, että NEA on aktivoinut myös ydinenergian käyttöön liittyvän kansainvälisen lainsäädännön asiantuntijoiden koulutusta sponsorioimalla vuosittain kahden viikon mittaisia koulutusjaksoja. Kurssit järjestää ranskalainen Montpellier:n yliopisto.

YK:n ydinenergiajärjestöllä (IAEA) on myös hankkeita ydinenergiatietämyksen säilyttämiseksi, koulutus mukaan luettuna. IAEA:n yhtenä tehtävänä on teknologian siirto kehittyneiltä mailta kehitysmaille. Tästä johtuen IAEA:n hankkeet suuntautuvat pitkälti tietämyksen säilyttämiseen (eng. knowledge preservation) sekä vähemmän kehittyneiden maiden asiantuntijoiden koulutuksen täydentämiseen, kun taas NEA:n hankkeiden tavoitteena on tietämyksen hallinta (eng. knowledge management), johon olennaisena osana kuuluu myös uuden tietämyksen luominen.

Osana EU:n tutkimus ja kehitys -puiteohjelmia komissio rahoittaa koulutus- ja tutkijanvaihtohankkeita. Lähinnä tarkoitukseen osoitettujen varojen vähyden takia näiden hankkeiden merkitys on kuitenkin ollut marginaalinen. Muutama vuosi sitten liikkeelle pantu koulutusverkkohanke ENEN saattaa kuitenkin muuttaa tilannetta. Tämän hankkeen tavoitteena on luoda näkemys (road map) siitä, miten ydinenergiatekniikan opetusta Euroopassa voitaisiin kehittää ja tehostaa. Yhtenä pääajatuksena on luoda ns. Eurooppalainen ydinenergiatekniikan tutkinto. Tutkinto voisi muun muassa tehostaa opetusresurssien käyttöä siten, että verkkoon kuuluvat yliopistot eivät välttämättä itse tuottaisi kaikkia tutkintoon sisällytettäviä kursseja, vaan opiskelijat voisivat käydä suorittamassa niitä toisissa yliopistoissa tai esimerkiksi etäopiskeluna omassa yliopistossaan.

### **OECD:n arvioita Suomen koulutusjärjestelmästä**

OECD arvioi muutama vuosi sitten Suomessa tehtyjen yliopistoista valmistuneiden henkilöiden työelämään siirtymisen helpottamiseksi tehtyjen järjestelyjen toimivuutta (Transition From Initial Education To Working Life - Country Note - Finland, OECD, November 1999). Järjestelmän hyvänä puolenä raportissa pidetään suuntausta vahvistaa teollisuuden ja yliopistojen yhteydenpitoa, jonka tavoitteena on saada koulutus



KOULUTUSTARVE 2002 - 2020. Ydinenergia-alan erikoiskoulutuksen saaneiden uusien asiantuntijoiden koulutustarve, kun alalta oletetaan poistuvan 0-5% tasaisesti kaikista ikäluokista.

vastaamaan teollisuuden tarpeita. Samoin onnistuneena pidetään yliopistojen ja teollisuuden yhteistyömuotoja, joissa muun muassa opiskelijat tutustuvat työelämään jo opiskeluaikana sekä teollisuuden edustajia on mukana koulujen hallinnossa.

Sen sijaan raportissa kehoitetaan kiinnittämään erityisesti huomiota siihen, ettei päätösvallan siirtäminen yliopistoille johda epätoivottuihin tuloksiin, kuten esimerkiksi joidenkin alojen koulutuksen loppumiseen Suomessa kokonaan. Keinoina epätoivottujen suuntausten havaitsemiseen esitetään seuranta ja ulkoisten arviointien järjestämistä säännöllisesti. Osittain näiden suositusten perusteella opetusministeriö on asettanut ammatillisesti suuntautuneen koulutuksen kehittämistä varten 31 koulutustoimikuntaa ja koulutuksen yhteistyöneuvotelukunnan. Energia-alalla on oma koulutustoimikunta, jonka tehtäväkenttään myös ydinenergia-ala kuuluu. Toimikuntien päätehtävänä on edistää yhteistyössä opetusministeriön ja opetushallituksen kanssa koulutuksen ja työelämän vuorovaikutusta.

## Tilanne Suomessa

Kauppa- ja teollisuusministeriö asettama työryhmä arvioi pari vuotta sitten ydinenergiatekniikan tietämyksen sisältöä ja laajuut-

ta, jota tarvitaan Suomessa sijaitsevien ydinlaitosten turvallisen käytön jatkumisen taakamiseksi. Työryhmä katsoi, että yleisesti ottaen niin asiantuntijoiden määrä kuin asiantuntemuksen taso ovat Suomessa vähintäänkin tyydyttävällä tasolla. Monilla tieteen aloilla resurssipohja on kuitenkin varsin kapea, jolloin asiantuntijapalveluiden saatavuusongelmia sekä tason laskua voi helposti tapahtua. Yhtenä keinona tietämyksen ylläpitoon ja luomiseen ja sitä kautta myös resurssien ohuudesta johtuvien riskien vähentämiseen työryhmä esittää nykyisten kaltaisten suomalaisten julkisten tutkimusohjelmien toteuttamista jatkossakin.

Työryhmä kartoitti myös ydinenergia-sektorilla toimivien organisaatioiden henkilöstön ikäjakamia. Kerättyjen tietojen perusteella tehdyn yksinkertaisen analyysin mukaan uusien asiantuntijoiden tarve lisääntyy pelkästään eläkkeelle jäämisten takia kaksin-kolminkertaiseksi seuraavan 5–10 vuoden kuluessa. Työryhmän arvion mukaan korkeakoulujen ja yliopistojen nykyinen koulutuskapasiteetti kuitenkin riittää hyvin tämän tarpeen tyydyttämiseen. Työryhmä esittikin toimenpiteiden pääpainon suuntaamista opiskelijoiden houkuttelemiseen valitsemaan ydinenergiaan liittyviä kursseja. Lisäksi työryhmä piti toimivana nykyistä koulutusjärjestelmää, jossa anne-

taan kattava alan yleiskoulutus ja syventävä koulutus vasta osana organisaatioiden omaa työhön ohjaamista.

Tähänastisten arvioiden ja suunnitelmien perusteena on ollut, että nykyisiä ydinvoimalaitoksia käytetään vielä ainakin 20 vuoden ajan. Tilanne on kuitenkin muuttumassa eduskunnan siunattua valtioneuvoston periaatepäätöksen uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamisesta. Mikäli TVO päättää rakennushankkeen käynnistää, tulisi koulutus- ja tutkimusresurssien riittävyttä sekä suuntaamista tarkastella uudestaan.

Yleisellä tasolla voidaan kuitenkin arvioida näiden päätösten kohentavan ydinenergian kiinnostavuutta. Tämä helpottanee uusien asiantuntijoiden saatavuutta, sillä alalle hakeutunee aikaisempaa enemmän uusia opiskelijoita. Lisäksi myös muille sektoreilla, esimerkiksi tietotekniikan alalle, siirtyneitä todennäköisesti palaa takaisin ydintekniikan pariin.

Tkt Timo Haapalehto  
Administrator (hallintohenkilö)  
Nuclear Energy Agency,  
Pariisi  
Timo.haapalehto@oecd.org  
Puh. +33 1 45 24 10 67



# Teollisuuden Voima uudistaa henkilöstön peruskoulutusta



*Kunnossapito- ja suunnitteluosaaminen perustuu aina hyvään oman alueen tekniseen pohjakoulutukseen, joka hankitaan tekniikan oppilaitoksissa. TVO:ssa niin kuin muuallakin tarvitaan kuitenkin soveltavaa osaamista, joka on hankittava työpaikkakoulutuksena. Valtaosa tästä koulutuksesta toteutetaan itse järjestettynä eli sisäisenä koulutuksena. Sellainen koulutus, jota ei voida tai ei kannata järjestää sisäisenä koulutuksena, hankitaan ulkopuolisilta kouluttajilta. Kurssimuotoisen koulutuksen lisäksi ovat perehdyttäminen, työnopastus ja työharjoittelu ne keinot, joilla tarvittava osaaminen voidaan saavuttaa.*

**T**VO:n johto käynnisti vuonna 1998 ns. TVO 2002-ohjelman, jonka tarkoituksena oli selvittää, minkälainen TVO:n tulee olla vuonna 2002, jotta se ydinvoimayhtiönä kykenee tehokkaasti vastaamaan vapautuvien sähkömarkkinoiden asettamiin haasteisiin. Osana tätä ohjelmaa päätettiin selvittää, miten kunnossapito- ja suunnitteluhenkilöstön koulutus nykyisellään vastaa tuleviin osaamishaasteisiin ja miten koulutusta tulisi kehittää.

Selvityksen tulokset osoittavat, että ko. henkilöstön peruskoulutusta tulee kehittää. Kunnossapito-, suunnittelu- ja koulutusyksiköt saivat tehtäväkseen laatia koulutuksen kehittämissuunnitelman.

## **Koulutukselle tehtiin kehittämissuunnitelma**

Kehittämissuunnitelman mukaisesti kunnossapito- ja suunnitteluhenkilöstön koulutusta voidaan tehostaa panostamalla erityisesti seuraaviin asioihin:

- Luodaan kunnossapito- ja suunnitteluhenkilöstölle nykyistä selvempi, loogisesti



etenevä koulutusohjelma. Ohjelmaan sisältyy kaikille tekniikan aloille soveltuva yhteinen peruskoulutusohjelma sekä eri tekniikan alojen edellyttämä tekniikkakohtainen koulutus.

- Kehitetään em. koulutuksen tueksi hyvätasoiset koulutusaineistot ja hyödynnetään tässä työssä TVO:ssa vielä olevaa mutta ennen pitkää väistyvää asiantuntemusta.

- Saatetaan työnopastustoiminta järjestelmälliseksi.

- Toteutetaan tehokkaan teknisen koulutuksen ja työnopastuksen edellyttämät teknisen koulutuksen tilat.

- Tehostetaan yksilökohtaisten koulutussuunnitelmien laatimista ja suunnitelmien toteutumisen valvontaa.

- Käynnistetään suunnitelmallinen yhteistyö hyvien ulkopuolisten kunnossapitokouluttajien kanssa.

## **Kehittämissuunnitelmaa toteutetaan**

### **Peruskoulutusohjelma**

Peruskoulutuksen osalta on valmistussa sekä yhteisen osuuden että tekniikan alojen mukaan eriytyvän koulutuksen sisältöjen määrittäminen. Määrittämisessä huomioidaan STUK:n asettamat viranomaisvaatimukset sekä käytetään hyväksi Olkiluodon laitosten kunnossapidossa saatua yli kahden vuosikymmenen kokemusta eri kunnossapitoalueiden henkilöstön osaamistarpeista.

### **Koulutusmateriaalit**

Kun koulutustarve on määritetty, tulee uusien koulutusmateriaalien laadinta käynnistää seuraavia periaatteita soveltaen:

- Määritellään kunnossapidon oppimateriaalit ja niiden ylläpito sekä koulutusmateriaalien yleiset kriteerit.

- Hankitaan oppimateriaalien tekoon "ulkopuoliset" ammattilaiset.

- Nimetään materiaalien asiasisältövastaavat TVO:n laitosasiat hallitsevista asiantuntijoista.

- Perustetaan oppimateriaalien laatimisyhtymät materiaalin tekemisen ammattilaisista ja TVO:n asiasisältövastaavista.

Tämäntapainen oppimateriaalien laatimismenettely mahdollistaa TVO:lla nyt olevan sekä teoreettisen että varsinkin käytännön asiantuntemuksen siirtämisen mahdollisimman tehokkaasti "tulevan polven" käyttöön.

Materiaalien laatiminen on hyvin laaja tehtävä, mutta hyvätasoiset koulutusmateriaalit ovat osa tehokasta koulutusta. Kouluttajien on helpompi tulla opettamaan, kun oppimateriaalit ovat valmiita ja hyvätasoisia.

### **Työnopastus**

Työnopastajat on nimetty ja heidät on koulutettu. Työnopastusjärjestelmä on uudistettu.

### **Teknisen koulutuksen tilat**

Teknisen koulutuksen tilat on toteutettu ja ne ovat käytössä.

### **Yksilökohtaiset koulutussuunnitelmat**

Toimikohtaisten koulutusvaatimusten ja yksilökohtaisten koulutussuunnitelmien laatiminen ja pitäminen ajan tasalla ovat osa TVO:n ohjeistettua toimintaa. Henkilöstön osaamisen kehityksen tietojärjestelmään on tekeillä nämä toiminnot sisältävä osa, jolla tuetaan yksilökohtaisten koulutussuunnitelmien laatimista ja ylläpitoa. Tämän avulla toiminnan odotetaan tehostuvan.

## **Yhteistyö ulkopuolisten koulutusorganisaatioiden kanssa**

Yhteistyö ulkopuolisten koulutusorganisaatioiden kanssa on toistaiseksi ollut "perinteistä". Laitostoimittajat ja laitteiden maahantuojat ovat itsestään selviä yhteistyötahtoja myös koulutusalueella, ja niitä on käytetty ja tulee jatkossakin käyttää kouluttajina mahdollisuuksien mukaan:

- Westinghouse Atom, Västerås
- Alstom Power, Finspong
- eri laitteitoimittajat.

Yhteistyösopimuksia ei vielä ole tehty ulkopuolisten koulutusorganisaatioiden kanssa. TVO:lle räätälöityjä kursseja on kuitenkin ostettu eri tarjoajilta. Laajinta yhteistyö on ollut AEL:n kanssa.

Yhteistyömuotoja pyritään kehittämään edelleen paremmin TVO:ta palveleviksi.

## **Kouluttajataidot ja kasvatustyötehtäviin**

Päätoimisten kouluttajien ja otonkouluttajien opetustaitoja on tarkoitus kehittää Rautan opettajakoulutuslaitoksen tuella. Fortumin Loviisan laitoksen osallistuu myös tähän kehityshankkeeseen.

Mentorointi, jota voidaan pitää "työkummitoimintana", ollaan ottamassa TVO:lla koeikäyttöön. Sitä on tarkoitus soveltaa etenkin asiantuntija- ja esimiestehtäviin kasvatamisessa. Myös kunnossapito-organisaatioissa on kiinnostusta mentoroinnin käyttöön.



Värinäsimulaattorin ääressä Paulus Smeekes ja Esko Ahola.

Kunnossapitokoulutuksen kehittäminen on suunnittelu- ja kunnossapitoorganisaatioiden sekä osaamisen kehitystoimiston yhteishanke, ja yhteishankkeena sillä on hyvät mahdollisuudet myös toteutua. ■

Kauko Yli-Antola  
Teollisuuden Voima Oy  
Osaamisen kehittämistoimisto  
Yleiskoulutusjaoksen päällikkö  
p. +02-83813510  
kauko.yli-antola@tvo.fi



# Koulutustoimintaa Leningradin ydinvoimalaitoksella

*Ydinturvallisuusalan lähialueyhteistyötä on tehty kymmenen vuoden ajan. Tämän ajan on tuettu myös Leningradin ydinvoimalaitoksen (LAES) henkilökunnan koulutustoiminnan kehittämistä välittämällä tietoa ja kokemusta. Yhteistyö on nivoutunut hyvin koulutuskeskuksen hankkeisiin, joista merkittävimmät ovat olleet kahden täysimittakaavaisen koulutussimulaattorin käyttöönotto ja kunnossapitohenkilöstön koulutuskeskuksen suunnittelu, rakentaminen ja varustaminen koulutuskäyttöön. Seuraavassa on yhteistyöohjelmasta katsaus, joka on samalla kuvaus koulutustoiminnasta LAES:lla tänä päivänä.*



*LAES:n koulutuskeskus on haasteellisen tehtävän edessä: vastuulle siirtyy myös kunnossapitohenkilöstön koulutus. Kuvan simulaattorirakennuksen jatkeeksi on valmistumassa uudet tilat koulutustoimintaa varten. Tilojen varustaminen asianmukaisin kunnossapidon koulutuslaittein ja varustein sekä koulutustoiminnan käynnistäminen on nopeutettavissa kansainvälisellä tuella.*

**Y**hteistyö alkoi vuoden 1992 syyskuussa, kun suomalaiset alan asiantuntijat Säteilyturvakeskuksen (STUK) johdolla ja Venäjän valvontaviranomainen GAN tekivät laajan ydinvoimalaitoksen käyttötoiminnan turvallisuuteen kohdistuvan tarkastuksen Leningradin ydinvoimalaitoksella. Mallina käytettiin Kansainvälisen Atomienergiajärjestön IAEA:n kehittämää ns. OSART-tyyppistä arviointimenetelmää, jossa ulkopuoliset ja laitoksen omat asiantuntijat vertaavat turvallisuuteen kohdistuvia työmenetelmiä kahdeksalla eri osa-alueella kuten esimerkiksi johtamistoiminnan, käyttötoiminnan, kunnossapidon, teknisen tuen ja säteilysuojelun osa-alueilla. Kolmiviikkoisen tarkastuksen yhtenä osa-alueena oli myös laitoksen henkilökunnan koulutus.

Tämä koulutustoiminnan arviointi oli samalla alku edelleen jatkuvalla laajalle koulutuspainotteiselle käyttöturvallisuusyhteistyölle, jonka tavoite on edistää turvallisuutta korostavia työmenetelmiä ja turvallisuuskulttuuria ja edesauttaa laitoksen koulutuskeskuksen jatkuvaa haasteellista kehitystyötä.

Yhteistyö on ollut varsin tuloksellista; vuoden 1992 jälkeen laitokselle on rakennettu uusi koulutuskeskus, jonne on amerikkalaisella avulla hankittu kaksi täysimittakaavaista koulutussimulaattoria, ja viime vuosina koulutuskeskuksen toimintaa on kehitetty myös kunnossapitohenkilöstön kouluttamisessa. Suomalainen tuki on kohdistunut pääasiassa työmenetelmien vertaamiseen ja kehittämiseen hyvälle yleiseurooppalaiselle tasolle Olkiluodon ja Leningradin ydinvoimaloiden yhteistyönä. Leningradin ydinvoimala on toivonut yhteistyön jatkamista suomalaisen osapuolen kanssa myös jatkossa.

## **Leningradin laitoksen käyttöhenkilöstön koulutus länsimaiselle tasolle**

Vuoden 1992 tarkastuksessa todettiin laitoksen koulutusorganisaatio varsin ohueksi; erillistä koulutuskeskusta ei ollut eikä kokopäivätoimisia käytön kouluttajia. Vuoropäälliköiden ja ohjaajien koulutus oli pääosin itseopiskelua ja työpaikkakoulutusta. Tulokkaille työpaikkakoulutus oli varmaankin tehokasta erittäin kokeneen, rakentamishaikeasta asti mukana olleen käyttöhenkilöstön ohjauksessa. Alku- ja kertauskoulu-

tuksessa hyödynnettiin satojen kilometrien päässä sijaitsevan Smolenskin koulutuskeskuksen palveluja. Esimerkiksi ohjaajien simulaattorikoulutus tapahtui Smolenskissa simulaattorikoulutuksen määrän ollessa auttamattoman vähäinen; parikymmentä tuntia neljän vuoden välein.

Laitoksella oli valmiina jo 90-luvun alussa suunnitelmia laitospaikalla järjestettävän koulutuksen tehostamiseksi. Suunnitteilla oli oman koulutuskeskuksen rakentaminen ja tiloihin oli jo suunnitteilla USA:n avulla laitoksen 3-yksikköä vastaava täysimittakaavainen koulutussimulaattori. Koulutuskeskussuunnitelmissa oli myös tilavaraukset vanhempaa polvea olevien 1- ja 2-yksikköiden simulaattorille. Koulutusorganisaationkin oli esitetty kahdeksan uutta kouluttajaa. Esille tulleiden laitoksen suunnitelmien valossa ja tarkastuksessa todettujen puutteiden pohjalta seuraavana vuonna STUK:n puolelta esitettiin koulutuspainotteinen yhteistyöohjelma, jonka tavoitteena oli mm. avustaa koulutussimulaattorin käyttöönotossa ja koulutusohjelmien laatimisessa esittelemällä suomalaisia koulutusmenetelmiä. Yhteistyöohjelman toteuttajaksi ehdotettiin Olkiluodon ydinvoimalaitosta ja koordinoinnista vastaavaksi Säteilyturvakeskusta.

## **Yhteistyö - suunnitelmista toteutukseen**

LAES:n koulutuskeskuksen henkilökunnan kokonaismäärä on noin 130. Määrä ei kuitenkaan ole suuri suhteutettuna laitoksen kokonaishenkilökuntaan; noin 4500 työntekijään. 90-luvulla koulutuskeskuksen velvoitteena oli toisaalta ainoastaan käyttöhenkilökunnan koulutus ja ennen kaikkea simulaattorikoulutuksen suunnittelu ja toteutus.

Lähialueyhteistyön ensivaiheessa tarjottiin koulutuskeskukselle mahdollisuus vertailla koulutusmenetelmiä ja -ohjelmia yhteistyössä Olkiluodon ydinvoimalaitoksen kanssa painopisteen ollessa TVO:n ohjaajien koulutustoiminnan ja erityisesti simulaattorikoulutuksen esittelyssä. Myös TVO:n kokemusta amerikkalaisen simulaattorin käyttöönotossa hyödynnettiin. LAES:n koulutuskeskuksen tuleville simulaattorikouluttajille TVO laati yksityiskohtaisen koulutusohjelman. Tiiviillä yhteistyöllä oli tavoitteena edesauttaa ja nopeuttaa simulaattorin käyttöönottoa. Yhteistyörahoituk-

sella kustannettiin myös joidenkin kouluttajien osallistuminen IAEA:n järjestämille kursseille.

Vuonna 1997 arvioitiin koulutussimulaattorin valmius koulutustoimintaan käyttöönotton jälkeen STUK:n ja TVO:n yhteistyönä LAES:n koulutuskeskuksen ja paikallisen viranomaisen kanssa. GAN teki käyttöönottotarkastuksen simulaattorille saman vuoden lopulla, jolloin LAES:lla käynnistyi virallisesti valvomohenkilökunnan simulaattorikoulutus.

Koulutusyhteistyötä on jatkettu vuosittain erikseen sovitulla ohjelmilla. Koulutuksen jatkokehittelyä varten yhteistyön aihevalikoima on ollut laaja. Tällä hetkellä kysytyjä ovat mm. ratkaisumallit simulaattorimuutosten tekemiseksi kun ydinvoimalaan tehdään muutoksia ja käyttöhenkilökunnan psykologiset testausmenetelmät.

## **Vuoropäälliköiden ja ohjaajien osaaminen paljastuu lisenssi-koulusteluissa**

Käyttöhenkilöstön alku- ja kertauskoulutuksen tehokkuus ja koko koulutusorganisaation toimivuus paljastuu viimeistään lisenssi-koulusteluissa. LAES:lla aikaisemmin voimassa olleen käytännön mukaan voimayhtiö itse myönsi vuorohenkilökunnan lisenssit. Laitoksella edellytettiin kahden vuoden välein pidettäviä kuulusteluja tavoitteena arvioida henkilön ammattitaidon ylläpitoa/tasoa ja siten henkilön kelpoisuutta tehtäviinsä. Kuulusteluissa valvontaviranomaisen rooli vastasi lähinnä tarkkailijaa, mutta uusi koulutustoimintaa koskeva lainsäädäntö vuodesta 1999 alkaen nosti viranomaisen velvoitetta aikaisemmasta. GAN onkin nykyisin lisenssimyöntäjän asemassa. Tämä on samalla muodostunut GANin paikallisyksikön ongelma: miten selvytyä suuresta työmäärästä ja miten asettaa hyväksymiskriteerit eri ammattiryhmille.

Uuden lainsäädännön myötä voimayhtiöt joutuivat arvioimaan ja uudistamaan lisenssiointimenetelmiään sekä täydentämään kuulusteluvaatimuksiaan. Aikaisemmin kahden vuoden välein pidetty kuulustelumenetelmä on säilytetty, mutta tämän lisäksi on nyt virallinen kuulustelu viiden vuoden välein. Tämän kuulustelun pitää kuulustelulautakunta puheenjohtajanaan pääinsinööri. Lautakunnan jäseninä ovat

## LAES:n käyttöhenkilöstön koulutus- ja kuulustelutietoja vertailluna TVO:n vastaaviin

	TVO	LAES
Simulaattorikoulutuksen määrä ohjaajan alkukoulutuksessa	9 viikkoa	3 viikkoa
Simulaattorikoulutuksen määrä vuosittain lisenssin ylläpitämiseksi	10 päivää	1 viikko
Henkilökohtaisen työtaidon osoittaminen simulaattorilla ennen 1. ohjaajalisenssiä	Kyllä	Kyllä
Suullinen kuulustelu, jakso	3 vuotta	5 vuotta
Suullisen kuulustelun pitopaikka	valvomo	koulutuskeskus
Kuulustelijoiden lukumäärä	2+2	6+2
Suullisessa kuulustelussa kysymysten lukumäärä	6	15
Hyväksyntä edellyttää kysymyksistä oikeita vastauksia	70 %	80 %
Laitosdokumentaation käyttömahdollisuus kuulustelussa	Kyllä	Kyllä
Pisteytysmenettely	0-5	oikein/väärin
Työtaidon osoitus simulaattorilla, jakso	3 vuotta	5 vuotta

reaktoriosaston, turpiiniosaston ja ydinturvallisuus- osaston päälliköt sekä laitoksen (=neljän yksikön) vuoropäällikkö ja hallintoasioista vastaava. GAN lähettää ohjeidensa mukaan kaksi paikallisen tarkastusyksikön edustajaa kuulusteluun.

Yllä olevassa taulukossa on vertailtu tämän hetken koulutus- ja kuulustelumenetelmiä TVO:n ja LAES:n välillä. Teoriatietoja testataan 15 kysymyksen avulla kaksivaiheisesti. Kysymyksen selvittämiseen on käytettävissä kaksi tuntia ns. valmistautumisaikaa ennen lautakunnan edessä pidettävää suullista kuulustelua. Vuosittaisen simulaattorikoulutuksen määrä on edelleen suomalaista tasoa alhaisempi, vaikkakin se on kasvanut merkittävästi laitospaikalla sijaitsevan, laitoksen kanssa identtisen simulaattorin ansiosta. Käytössä olevalla simulaattorilla ei suurempaan määrään ole mahdollisuutta, sillä simulaattorin kapasiteettia on käytetty myös 1- ja 2-yksikön käyttöhenkilöstön koulutukseen. Tilanne paranee edelleen toisen koulutussimulaattorin käyttöönoton jälkeen.

Käyttöhenkilökunnalla lisenssin saantiin ja ylläpitoon liittyy myös työtaidon osoitus simulaattorilla. Käytännön taitoja testataan simulaattorilla, jossa ryhmälle ajetaan

- normaalitoimintaan liittyviä tehtäviä, joita ovat esim. laitosyksikön käynnistäminen, alasajo, laitteiden vaihtoa ja komponenttien käynnistyskokeita
- laitosyksikön valvomohälytyksiä ja häätälanteita.

Kokeessa ei välttämättä ole koko vuoro. Testausvuoro voidaan koota eri vuoroista tai osin simulaattorikouluttajista. Toimin-

nassa arvioidaan sitä onko perustoiminta oikein suoritettu, onko tehtävä toteutettu lyhyimmässä mahdollisessa ajassa, onko lopputilanne saavutettu määräyksiä rikkomatta. Kokeen tuloksen arvioivat kouluttajat ja em. lautakunta. Hyväksytyt simulaattorikoe oikeuttaa toimimaan operaattorina viisi vuotta.

Uusitun viranomaisohjeen mukainen lisensiointimenettely on nyt LAES:lla ollut käytössä vajaan kahden vuoden ajan. Tänä aikana laitoksen 180 lisensioitavasta on ehditty kuulustelemaan noin puolet. Kuulusteluissa on hylätty vain kaksi henkilöä ja yhden paperit palautettu jatkoselvityksiin. Tämä kieltämättä osoittaa käyttöhenkilökunnan koulutuksen tason olevan korkea.

### LAES:n kunnossapito- henkilöstön koulutuksen kehittäminen

LAES:n koulutuskeskuksen suurimpana haasteena tällä hetkellä on oma kunnossapitohenkilöstön koulutuskeskuksen suunnittelu, rakentaminen ja varustaminen koulutuskäyttöön. Suunnittelutyö käynnistyi 90-luvun loppupuolella. Vastapuolen aloitteesta yhteistyö laajennettiin vuonna 1998 myös tälle koulutusalueelle. Lisäys oli perusteltua, koska yhteistyö on tehokkaimmillaan toiminnan suunnitteluvaiheessa, jossa vastapuoli päättää toimintansa päälinjoista ja menettelytavoista sekä koulutusohjelmiansa laajuudesta ja sisällöstä. Tällöin on vaivatonta hyödyntää ulkopuolisten omasta toiminnastaan esittämistä tiedoista ja kokemuksista hyväksi todetut,

omaan toimintaan kelpuutettavat sovellukset ja menettelyt. Yhteistyön toteutuksesta on vastannut TVO:n koulutuskeskuksen asiantuntijat.

Kunnossapitohenkilöstön määrä LAES:lla on suuri verrattuna länsimaiseen käytäntöön, joka perustuu useimmiten aliurakoitsijoiden palvelujen hyödyntämiseen. Ulkopuolisten palvelujen saatavuuden ollessa lähes olematon on laitos joutunut selviytymään kunnossapitotehtävistään omillaan, mikä on heijastanut koko kunnossapito-organisaation rakenteeseen. Oman koulutusorganisaation puuttuessa henkilöstöä on koulutettu ulkopuolisilla ammatinedistämislaitoksilla. Työkohtainen koulutus lyhyen perehdyttämiskurssin jälkeen on toteutettu kolmen vuoden pituisena työpaikkakoulutuksena vanhemman työntekijän johdolla. Suunnitelmien mukaan osa tämän koulutusjakson sisällöstä siirretään toteutettavaksi valmistuvassa koulutuskeskuksessa luokka- ja laiteopetuksena. Työmäärä tulee muodostumaan koulutusvelvoitteista johtuen erittäin suureksi.

Koulutuskeskusrakennus, joka on jatke simulaattorirakennukselle, valmistuu tämän vuoden lopussa. Tilojen teknistä suunnittelua, koulutusvälineiden ja -ohjelmien laadintaa varten on oma yksikkö. Yksikköön on palkattu myös kolme uutta kouluttajaa, joiden kouluttaminen tehtäviinsä on tapahtunut Novovoroneshin koulutuskeskuksessa. Yksikön tietotaito ja kokemus vastaavista koulutuskeskuksen suunnittelutehtävistä on luonnollisesti rajoittunut.

Yhteistyöohjelmaa on läpiviety lähinnä seminaarityyppisinä tiedonvaihtotilaisuuksi-



Koulutuskeskuksessa vierailleva saa olla kohdevalinnassaan tarkkana: laitoksen I-blokin (yksiköt 1 ja 2) simulaattori on numeroitu simulaattori 2:ksi ja vastaavasti uudemman 3 ja 4 yksiköiden eli II-blokin simulaattori 1:ksi. Numeroinnissa on pidetty käyttöönottojärjestystä tärkeänä. Kuva on koekäyttövaiheessa olevalta simulaattori 2:ltä.

na, joissa on esitelty suomalaista kunnossapitohenkilöstön koulutuksen suunnittelua ja toteutusta. Seminaarien yhteydessä venäläiset ovat tutustuneet TVO:n kunnossapitokoulutukseen Olkiluodossa ja AEL:n kunnossapitokoulutukseen Helsingissä. Ulkomaisiin malleihin venäläisellä osapuolella oli mahdollisuus tutustua vierailuilla Forsmarkin ydinvoimalaitoksella, Västeråsin Westinghouse Atomin LWRS-Centerissä ja Paks:n voimalaitoksen kunnossapitohenkilöstön koulutuskeskuksessa Unkarissa.

Yhteistyön tavoitteena on ollut esitellä vaihtoehtoisia koulutusmenetelmiä LAES:n suunnitteluosastolle. Koulutusvälineistön hankinta ja koulutusohjelmien määrittäminen kullekin kunnossapitotyöntekijälle ovat haasteellisia tehtäviä. Jälkimmäisen tehtävän helpottamiseksi on esitelty erilaisia käytäntöjä ja vaatimuksia mm. työnopastuksen suunnitteluun, työnopastajien kouluttamiseen, uusien kouluttajien perehdyttämiseen sekä laitekurssien ja niiden sisällön konkreettiseen määrittämiseen. Yhteistyöbudjetilla ei kustanneta laitehankintoja, mutta lukuisten vierailujen yhteydessä eri koulutus-

keskuksiin on venäläisillä edustajilla ollut hyvä mahdollisuus löytää ratkaisuja ja saada suosituksia koulutuskeskuksen varustamiseksi.

### Tulevaisuuden näkymiä

Koulutuskeskuksen asiantuntijoiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella päällimmäisenä huolena on edelleen ja jatkossa todennäköisesti pullonkaulaksi muodostuva LAES:n johdon politiikka voimalaitoksen henkilökunnan vähentämiseksi. Tämä koskettaa luonnollisesti myös koulutuskeskusta, joka on myös joutunut vähentämään väkeä, tosin toistaiseksi vähennykset on voitu toteuttaa keskuksen rakennusten kunnossapitohenkilöstön kustannuksella. Vaikea korrelaatio ratkaistavaksi lähitulevaisuudessa on lisääntyvä koulutusvelvoite ja mahdollisesti edelleen vähenevä koulutushenkilöstö.

Yhteistyön kestoaihe on vuosien varrella ollut koulutuskeskuksen tarvitsema materiaallinen tuki. Tilanne koulutuskeskuksessa on tällä hetkellä varsin surkea; uudet erin-

omaiset koulutustilat, mutta koulustoitinnan tehokkuudelta ja kenties jopa osin mielekkyydeltäkin on pohja pois puuttuvien koulutusmateriaalien/välineiden johdosta. Tarve on ilmeisen tavanomainen: puute on printterien värikaseteista aina kalvoihin ja jopa tusseihin asti. Suomen lähialueyhteistyöbudjetista on poikkeuksellisesti kustannettu kaksi pienehköä hankintaa; ATK-luokkaan tietokoneita ja muutamaan luokahuoneeseen teknistä opetusvälineistöä. Tämä vähäinen tuki tosin ylittää eräillä länsimaisilla avustushjelmillä useiden vuosien suunnitteluvaiheen jälkeen aikaansaadun konkreettisen panoksen.

DI Jouko Mononen,  
ylitarkastaja  
Säteilyturvakeskus,  
puh. 09 7598 8349,  
jouko.mononen@stuk.fi



# Radioaktiivisuusvalvonta rajoilla Tieto lisää turvallisuutta



Radioaktiivisten lähteiden etsintäharjoitus (radioaktiivinen lähde on auton etusäleikössä).

*Suomi on johdonmukaisesti tukenut kansainvälistä ydinsulkuvalvontaa. Ensisijainen tavoite on Suomen oman turvallisuusympäristön edistäminen. Neuvostoliiton hajottua jäi uusiin itsenäistyneisiin valtioihin runsaasti isännättömiä radioaktiivisia aineita. Virossa tällainen valvonnan ulkopuolelle jäänyt radioaktiivinen cesium-lähde aiheutti kuolemaan johtaneen säteilyonnettomuuden. Näiden orpojen radioaktiivisten aineiden viranomaisvalvonnan kehittäminen ja laittoman kaupan estäminen muodostaa Suomen ja lähialueiden säteily- ja ydinturvallisuusyhteistyössä keskeisen alueen. Yhteistyö radioaktiivisuusvalvonnassa edistää säteilyturvallisuutta myös Suomessa.*

**U**SA:ssa 11.9.2001 tapahtuneiden terrori-iskujen jälkeen on maailmalla herätty vaatimaan lisää turvallisuustakeita myös radioaktiivisten aineiden valvonnan osalta. Radioaktiivisuusvalvontaa rajoilla on pyritty tehostamaan mm. lisäämällä valvontalaitteita rajoille ja antamalla koulutusta rajavalvontaa suorittaville henkilöille. Radioaktiivisten aineiden rajavalvontakoulutuksen antamisessa Säteilyturvakeskuksella on monivuotinen kokemus, niin suomalaisten tulliviran-

omaisten kuin myös Ulkoasiainministeriön rahoittamien ydinsulkuvalvonnan tukiohjelmien kautta Venäjän, Ukrainan ja Baltian tulli- ja rajavalvontaviranomaisten kouluttamisessa.

## **Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta ja salakuljetusten estäminen**

Suomessa kuljetetaan vuosittain noin 20000 radioaktiivista pakkausta. Suurin osa kulje-

tuksista on lääketieteellisissä sovelluksissa käytettävien radioaktiivisten aineiden kuljetuksia. Määriltään suurimmat ydinaineiden kuljetukset Suomessa ovat ydinvoimaloiden polttoaineiden kuljetukset. Radioaktiivisten aineiden ja ydinaineiden maahantuonti on luvanvaraista. Luvanvaraisuudella varmistetaan, että radioaktiivisten aineiden ja ydinaineiden maahantuonti tai maastavienti on turvallista eikä siitä aiheudu vahinkoa ympäristölle.

1990-luvulla uusi ilmiö on ollut radioaktiivisten aineiden salakauppa ja -kuljetukset. Kaiken kaikkiaan kansainvälisesti tällaisia tapauksia on raportoitu maailmalla yli 300 kappaletta. Tapaukset voidaan jaotella kolmeen pääluokkaan: 1) todellisiin salakuljetuksiin, jotka voivat liittyä ydinaseiden hankkimiseen, 2) hämäämiesten välityskauppoihin, joissa kaikenlaista radioaktiivista ainetta yritetään myydä ydinase materiaalina ja 3) vahinkoihin, joihin luetaan mm. kontaminoituneet romumetallilastit. Riippumatta siitä, onko tapaus vahinko vai tahallinen teko, valvonnan merkitystä ei voi vähätellä.

Vuonna 2001 ei Suomen rajoilla todettu yhtään salakuljetusyritystä. Muutoinkin viime vuosina on rajoilta käännyttyjen kuljetusten lukumäärä ollut laskusuunnassa (taulukko). Lukumäärän pienenemiseen on osaltaan vaikuttanut tullimiesten koulutuksen ja kokemusten karttuminen.

Radioaktiivisten aineiden salakuljetusten ehkäisemiseksi on ensiarvoisen tärkeää, että rajoilla valvontaa suorittavat henkilöt tietävät, mitä tekevät. Radioaktiivisuushavainto rajalla ei aina merkitse, että kyse olisi välttämättä salakuljetuksesta. Kyseessä voi olla mittarivirhe tai yksinkertaisesti kyse voi olla täysin laillisestakin kuljetuksesta. Joka tapauksessa, valvontaa suorittavien henkilöiden tulee tuntea perusasiat radioaktiivista aineista ja niiden havaitsemisesta. Sataprosenttiseen varmuuteen ei tehokkaallakaan valvonnalla ja rajavalvojien tietämyksen lisäämisellä päästä, tarvitaan myös tiivistä viranomaisyhteistyötä rajojen molemmin puolin.

Radioaktiivisten aineiden havaitsemisessa rajoilla tärkeässä roolissa ovat automaattiset mittausportit. Mittausportit yksin eivät riitä mahdollisen salakuljetettavana olevan säteilylähteen löytämisessä. Mittausporttien tehtävä on antaa ensimmäinen hälytys mahdollisesta säteilylähteestä, joten niiden hälytysrajat ovat mahdollisimman alhaiset. Täl-



Säteilyn mittausportti ajoneuvoille Rajajoosepissa.

löin vääriäkään hälytyksiltä ei voida välttyä. Esimerkiksi luonnostaan radioaktiivinen lannoitelasti ("potassium"), joka sisältää kalium-40:ää, saa rajan säteilymittarit hälyttämään.

Säteilylähteiden etsimistä varten on kehitetty kannettavia säteilyn mittauslaitteita. Mittalaitteiden (annosmittarit) avulla voidaan joko määrittää säteilylähteestä tulevan säteilyn annosnopeus tai mittalaitteita (geigermittarit) voidaan käyttää säteilylähteen paikantamiseen. Salakuljettajilta ei mielikuvitusta puutu, joten myös rajavalvontaa suorittavien henkilöiden on osattava varautua monenlaiseen. Suomen toistaiseksi ainoa varsinainen salakuljetusyritys oli vuonna 1993, kun salakuljettajat jäivät kiinni hallusaan kalifornium-lähde. Kyseinen kalifor-

niumlähde oli piilotettu kuljetusvälineessä olleen kuormalavan sisälle. Kalifornium-252:ta voitaisiin periaatteessa käyttää ydinräjähteen sytyttimenä.

## Radioaktiivisuusvalvonta rajoilla –koulutus

Radioaktiivisuusvalvontakoulutuksessa on koko STUKin asiantuntemus käytössä aina säteilyn käytön valvonnasta ydinmateriaalien ja radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvontaan. STUKin lisäksi kursseilla on luennoitsijoita myös Tullista ja MAP Medical Technologies:ista, joka on erikoistunut radioaktiivisten aineiden (lääketeolliset tuotteet) myyntiin, pakkauksiin ja kuljetuksiin. Vuonna 2000 STUK järjesti osin EU:n rahoituksella kurssit Baltian maiden rajavalvontaviranomaisille. Tällöin normaalin osallistujakaartin lisäksi mukana oli luennoitsijoita myös EU:sta, IAEA:sta ja USA:sta.

STUKin järjestämille radioaktiivisuusvalvonta rajoilla -kursseille osallistuu normaalisti 15-20 henkilöä. Etenkin venäläisille järjestettävillä kursseilla mukana on usein myös muutama suomalainen tullihenkilö. Tällä järjestelyllä kursseista saadaan koulutuksesta enemmän irti, kun molemmin puolin rajaa työskentelevät tulli- ja rajavalvontahenkilöt voivat keskustella myös keske-

Suomen rajalta käännyttyjen radioaktiivisia aineita sisältäneiden kuljetusten lukumäärät vuosina 1996-2001.

Vuosi	Lukumäärä
1996	18
1997	23
1998	9
1999	7
2000	2
2001	0

nään kokemuksistaan, niin kurssilla kuin kentällä. Onnistunut radioaktiivisten aineiden rajavalvonta edellyttää yhteistoimintaa niin maan sisällä kuin eri maiden välilläkin.

Tehokas oppiminen perustuu tietojen vaihtoon ja vuorovaikutukseen. Kurssille osallistuvat organisaatiot esittelevät suorittamaansa radioaktiivisuusvalvontaa sekä säteilyhavaintoja rajoilla. Rajavalvontaviranomaisilla on yleensä vain koulufysiikan tiedot perustanaan, joten kurssilaisia on pyritty rohkaisemaan joka käänteessä kysymään mahdollisesti epäselviksi jääneitä asioita. Kysymyksiä on voitu esittää missä vaiheessa koulutusta tahansa ja kaikkiin kysymyksiin on yritetty mahdollisimman kattavasti vastata. Ruokailu- ja kahvitaukojen aikana usein onkin joku kurssilainen rohkaistunut kysymään selvennystä mieltään vaivanneeseen kysymykseen.

## Kurssin sisältö

Radioaktiivisuusvalvonta rajoilla -kursseilla kolmen työpäivän aikana pyritään kurssilaisille antamaan mahdollisimman monipuolinen kuva radioaktiivisista aineista ja säteilystä, säteilyn havaitsemisesta, säteilyltä suojautumisesta, mahdollisista säteilyhavainnoista rajoilla ja radioaktiivisten aineiden valvonnan merkittävyydestä rajoilla myös ydinaseiden leviämisen ehkäiseminen huomioon ottaen.

Kurssilla ensimmäisenä päivänä kerrataan säteilyfysiikan perusteet alkeista lähtien. Aluksi selvitetään, mitä radioaktiiviset aineet ovat ja mistä säteilyä syntyy. Säteilystä ja sen mittaamiseen käytettävät suuret käydään lyhyesti läpi. Koska säteily voi olla asiaan perehtymättömälle vaikeasti ymmärrettävä asia, säteilyltä suojautumiseen ja säteilyn terveydellisiin vaikutuksiin kiinnitetään huomiota. Päivän päätteeksi tutustutaan erilaisiin säteilylähteisiin ja niiden havaitsemiseen eri mittalaitteiden avulla. Säteilymonitorien tarkistuksesta ja toiminnasta on myös erillisiä harjoituksia.

Kurssin toisena päivänä keskitytään radioaktiivisten aineiden kuljetuksiin ja siihen mitä radioaktiivisuusvalvonta rajoilla tosiasiassa sisältää. Huomiota kiinnitetään erityisesti radioaktiivisten aineiden käsittelyyn ja pakkauksiin. Tullin asiantuntijan ja mahdollisen kurssin osallistujien edustajan esitykset radioaktiivisten aineiden valvontajärjestelyistä rajoilla kuten myös mahdolliset säteilyhavainnot tullissa ovat usein herättä-



*Suomessa ainoa varsinainen ydinmateriaalien salakuljetusyritys jäi kiinni 1990-luvun alussa, kun säteilylähteen (252Cf) salakuljetusyritys kuljetusvälineessä olleen kuormalavan sisällä paljastettiin.*

neet paljon kiinnostusta ja keskustelua. Myös Suomen Tullin käytössä olevista matkalaukku- ja Vaalimaan röntgenlaitteista esitelmöidään kurssilla.

Kurssilla viimeinen päivä on omistettu radioaktiivisten lähteiden esintäharjoituksille, joiden aikana kurssilaiset ovat päässeet testaamaan oppimaansa käytännössäkin.

Kurssin päätteeksi pidetään aina loppukeskustelutilaisuus. Tilaisuudessa käydään läpi vielä avoimina olleet kysymykset ja ongelmat sekä pyydetään palautetta – niin ruusuja kuin risujakin – kurssista. Lopuksi kurssilaisille jaetaan koulutuksesta todistus, johon on kirjattu pääosiltaan heidän kurssilla saamansa tiedot.

## Palautetta kurseista

Kurssipalautte on pääosin ollut myönteistä. Suurin valituksen aihe on ollut kurssien tiukka aikataulu ja se, että kolmen päivän aikana kurssilla tulee eteen varsin paljon informaatiota. Toisaalta, tämä on nähty usein myös positiivisena asiana. Kaikki luennot ja harjoitukset eivät arvatenkaan kaikkia kurssilaisia voi kiinnostaa, mutta kurssin tarkoitus onkin ollut tarjota jokaiselle ainakin jotakin, niin aloittelevalle tullimiehelle kuin jo vähän kokeneemmallekin. Kaiken kaikkiaan saadusta palautteesta on

voitu päätellä, että kurssin sisältö on ollut riittävän kompakti ja kiinnostava. Käytännön harjoituksia ja soveltamista toivotaan usein lisää ja mahdollisuuksien mukaan luennoitsijat ovatkin omilla esityksissään pyrkineet käytännön esimerkein valaiseen esittämäänsä.

## Koulutusta tulevaisuudessakin

Radioaktiivisuusvalvonta rajoilla kehittyä ja painopistealueetkin muuttuvat. Samalla kehitetään myös STUKin järjestämää koulutusta. Niin sanottujen tahattomien salakuljetustapausten ehkäisemisen ohella koulutuksessa painoa tullaan antamaan myös yleisen turvallisuuden takaamiselle. Mahdollisten uusien uhkien torjunnassa tehokas radioaktiivisten aineiden rajavalvonnassakin.

**FM Marko Hämäläinen**  
Säteilyturvakeskus, ydinmateriaalitoimiston tarkastaja  
puh. 09 75988374  
marko.hamalainen@stuk.fi





# Safety of nuclear power plants – Finnish national research programme

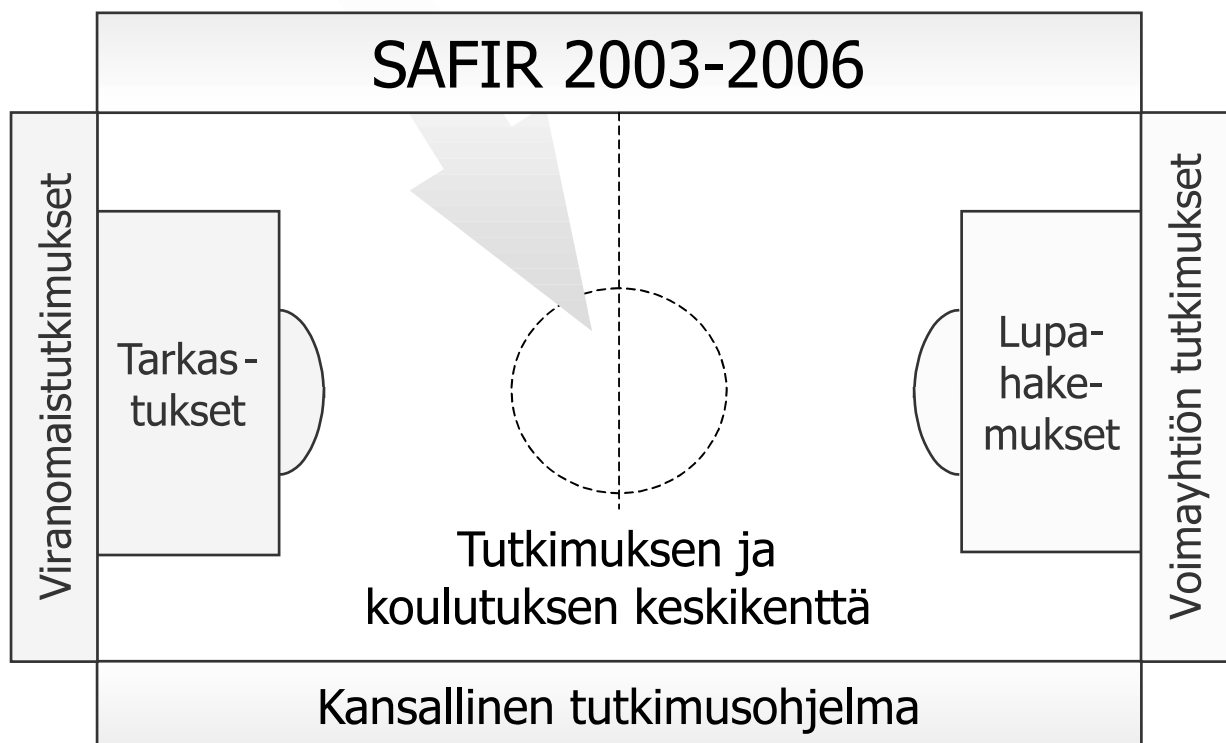
Ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimusohjelma "SAFIR" käynnistyy suunnitelmien mukaan vuoden 2003 alusta.

Hanke-ehdotukset on tehtävä viimeistään 29.11.2002.

Ohjelman runkosuunnitelma antaa tähän raamit:  
[www.vtt.fi/pro/tutkimus/finnus](http://www.vtt.fi/pro/tutkimus/finnus) (alk. 14.10.2002)

SAFIRin turvallisuustutkimuksen päärahoittajat ovat KTM, STUK, VTT ja voimayhtiöt.

Ydinvoima-alalla tulevat koulutustarpeet ja suomalaisen tutkimuksen kokonaisuus jatkossa korostumaan. Ne otetaan huomioon myös SAFIR-ohjelmassa.



Lisätietoja:

Riitta.Kyrki@vtt.fi, Jorma.Aurela@ktm.fi, Timo.Okkonen@stuk.fi.

SAFIR-esitys

FINNUS-tutkimusohjelman loppuseminaarissa 14.–15.11.2002

ilmoittautumiset Anne.Kemppi@vtt.fi, [www.vtt.fi](http://www.vtt.fi)

# Säteilevät Naiset jatkavat vauhdilla



Energiakanavan puheenjohtaja Eija Karita Puska avaamassa seminaaria.

**S**eminaariin oli ilmoittautunut runsaat 80 henkeä, vaikka Naisjärjestöjen keskusliitto ei tänä vuonna suostunutkaan jakamaan seminaarin kutsuja, ja kutsu jäi näin saamatta monilta joille se aiemmin oli mennyt. Paikalla oli kuitenkin ilmoittautuneista vain luokkaa 60 henkeä,

mukana Säteilevät Naiset seminaareihin uskollisesti osallistunut ministeri Helvi Sipilä.

Avauspuheenvuorossa Energiakanavan puheenjohtaja Eija Karita Puska kertoi, että Energiakanavan tarkoituksena on edistää tosiasioiden ja tieteellisesti tutkittuun tietoon

*ATS-Energiakanava järjesti Säätytalolla 10.9.2002 perinteisen, järjestyksessään kuudennen Säteilevät Naiset -seminaarin, jonka teemana oli 'Energia ja Yhteiskunta'. Seminaari koostui kahdesta alustuksesta ja paneelista, johon oli kutsuttu naiskansanedustaja jokaisesta puolueesta.*

perustuvan tiedon levittämistä energia-asioidista, säteilyn käytöstä ja radioaktiivisuudesta erityisesti naisille. Toiminnan tavoitteena on poistaa aiheettomia pelkoja, joita liittyy säteilyyn ja ydinvoimaan sekä jakaa asiallista tietoa eri energiamuodoista. Energiakanavan näkyvimmit toimintamuodot ovat Säteilevät Naiset seminaarin ohella viime aikoina olleet Säteilevät Naiset -lehdet ja yhteiset kesäseminaarit emoseura ATS:n kanssa. Uudelleen elvytettyä toimintamuotona mukaan ovat tulleet jäsenille järjestettävät koulutustilaisuudet.

Seminaarin ensimmäisessä varsinaisessa alustuksessa tutkija Erika Säynäsallo Tampereen Yliopistosta pohti kysymystä Yhteiskunnan kokonaisuuden ydinvoimapäätöksenteossa: poliittista retoriikkaa vai harkinnan kriteeri?

Alustuksen kysymyksenasettelu, näkökohdat ja huomiot perustuivat pitkälti Säynäsalon piakkoin valmistuvaan väitöskirjaan. Väitöskirjan lähtökohtana on ollut eduskunnan päätöksenteko viidennestä ydinvoimalahankkeesta vuonna 1993. Tutkimuksen empiirisenä aineistona on edustajille ko. päätöksentekoprosessin jälkeen kohdistettu kysely. Edustajilta kysyttiin, miten he olivat muodostaneet ydinvoimamielipiteensä ja miten ymmärsivät edustajan tehtävänsä ko. päätöksenteossa.

Säynäsallo katsoi, että yhteiskunnan kokonaisuuden ydinvoimapäätöksenteossa on



*Kansanedustajat  
Mari Kiviniemi,  
Riitta Korhonen,  
Pentti Tiusanen,  
Janina Andersson ja  
Marja-Leena  
Kempainen.*

ollut edustajille samanaikaisesti sekä harkinnan kriteeri että poliittista retoriikkaa. Se on ollut harkinnan kriteeri, koska edustajat joutuivat (poliittisista näkemyksistään ja sitoumuksistaan riippumatta) ottamaan kantaa yhteiskunnan kokonaisuuteen päätöksenteossa. Tätä on edellyttänyt ydinenergialaki ja sitä edellyttää myös parlamentaarisen politiikan dynamiikka. Hallitus ja eduskunta joutuvat aina tavalla tai toisella ottamaan kantaa siihen, millä tavalla poliittiset päätökset heijastuvat koko yhteiskuntaan.

Toisaalta yhteiskunnan kokonaisuuteen Säynäsalon mukaan väistämättä myös poliittisesti latautunut käsite. Käsite on tulkinnanvarainen ja sidoksissa harkitsijan poliittisiin intresseihin ja tavoitteisiin. Edustajat antoivatkin yhteiskunnan kokonaisedun käsitteelle (kyselyssä) kirjavia tulkintoja. Ne heijastivat samalla ydinvoimakysymyksen (tai laajemmin energiapolitiikan) erityistä roolia yhteiskunnassa. Ydinvoimapäätöksellä on hyvin monenlaisia seurauksia yhteiskunnassa tai sillä voidaan edistää hyvin erilaisia tavoitteita yhteiskunnassa.

Tutkija kuitenkin korosti, että edustajien harkinta ei ole ollut avoimen poliittista harkintaa siten, että edustajien enemmistö olisi tunnustanut/ja tai käsitellyt avoimesti poliittisia riippuvuuksiaan. Edustajat eivät esimerkiksi selkeästi viitanneet ydinvoimapäätöksen yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen määriteltessään yhteiskunnan kokonaisedun käsitettä kyselyssä. Suuri osa edustajista myös katsoi, että äänestäjien mielipiteillä ei juuri ollut merkitystä heidän ydinvoimaratkaisulleen ja että yleisen kansalaismielipiteen ei tulisi ohjata päätöksen-

tekoa. Edustajien näkemykset heijastivat tutkijan mukaan riippumattoman edustajan



*Erika Säynäsalon esitelmöi  
Yhteiskunnan kokonaisedusta  
ydinvoimapäätöksenteossa.*

ideaalia, joka perustuslaillisenä periaatteena tarkoittaa, että edustajaa eivät sido muut kuin hänen oma harkintansa ja perustuslaki.

Säynäsalon päätteli, että edustajien harkintavallan ongelmaksi ei ole ollut sen po-

liittinen tarkoitushakuisuus vaan pikemminkin se, että monet edustajat ovat tavallaan joutuneet nousemaan poliittisen roolinsa yläpuolelle, eräänlaiseen asiantuntijarooliin. Tällaisessa roolissa edustajat eivät ole kyenneet käsittelemään tehtävänsä liittyviä jännitteitä ja ristiriitoja avoimesti. Sen sijaan he ovat pyrkineet (tai joutuneet) osoittamaan, että heillä on tietoa ja kapasiteettia nousta ns. kokonaisuuden edustajaksi. Edustajien harkintavalta on tässä yhteydessä ollut poliittista retoriikkaa tavalla, jossa edustajan rooli harkitsijana on epäpoliittisointu tai epäpoliittisointu.

Tutkija korostikin, että ydinvoimapäätöksenteon kaltaisen tilanteen perusongelma ei ole edustajien yksilömoraalissa. Kysymys on pikemminkin parlamentaarisen järjestelmämme perustuslaillisen rakenteen ongelmasta, sillä se tukee yksilökeskeistä poliittista johtajuuskulttuuria ja politiikan epäpoliittisointumista ja asiantuntijoitumista. Ydinvoimapäätöksentekotilanteet (vaikkakin niiden yhteydessä on käyty arvokeskustelua) heijastavat politiikan pelisääntöjen ongelmia ja nostavat esiin päättäjiä ja kansalaisia toisistaan vieraannuttavan kehityksen institutionaalis-rakenteellisia syitä. Tutkija painotti, että puolueiden roolia suomalaisessa parlamentaarisessa politiikassa olisi selkiytettävä ja vahvistettava.

Erika Säynäsalon esitys herätti vilkkaan keskustelun, ja etenkin paikalla olleet kansanedustajat kommentoivat osaltaan omia tuntemuksiinsa kevään ydinvoimaa- ja energian tuotannon tiimoilta.

Seminaarin toisessa alustuksessa Metallinjalostajat ry:n toimitusjohtaja Sirpa Smolsky puhui puhtaana energian merkityk-

sestä teollisuudelle. Sirpa Smolsky totesi, että energia on yksi tuotantopanoksista, jonka saatavuus ja hinta ovat teollisuudelle sitä tärkeämpiä, mitä energiaintensiivisemmästä teollisuuden alasta on kyse. Energiaintensiivinen teollisuus on aina kiinnittänyt runsaasti huomiota energian tehokkaaseen käyttöön, sillä energian osuus tuotantokustannuksista voi olla jopa 30% ja tästä johtuen energialasku suuri. Pienikin säästö energiankäytössä on kannattanut ja KTM:n ja teollisuuden välisiä energiansäästösopimuksia ovat tehneet käytännöllisesti katsoen kaikki paljon energiaa käyttävät yritykset.

Smolsky painotti, että puhtaan energian merkitys teollisuudelle on entisestään korostunut ilmaston muutoksen torjunnan tultua erääksi keskeiseksi globaaliksi tavoitteeksi. YK:n pääsihteeri Kofi Annan listasi ennen Johannesburgin kestävän kehityksen kokousta työlistan, jonka viidestä kohdasta yksi oli energia (muut olivat vesi, terveys, maatalous ja luonnon monimuotoisuus). Hänen mukaansa on pystyttävä tarjoamaan puhdasta energiaa kahdelle miljardille, nyt köyhydessä elävälle ihmiselle, joilta se nykyään puuttuu. Jotta voitaisiin varmistaa, ettei tämä edistysaskel tuo mukanaan tuhoisaa ilmastonmuutosta, on energiatehokkuutta parannettava, käytettävä enemmän uudistuvaa energiaa, toteutettava Kioton pöytäkirja ja rahoitettava tutkimustyötä, jolla edistetään uusien puhtaiden energiamuotojen ja hiilen sitomisen kehitystä. Smolsky huomautti, että nyt Johannesburgin kokouksen päätyttyä tiedämme, että kokouksen pöytäkirjaan sisältyy mm. kestävän kulutuksen ja tuotannon puiteohjelma, jonka tavoitteena on talouskasvun ja hyvinvoinnin tuottaminen niin, että ympäristöhaitat vähenevät.

Sirpa Smolsky totesi, että Suomen teollisuudelle edellä mainitut tavoitteet – puhdas energia ja kestävä tuotanto – sopivat hyvin. Teollisuus on laajasti sitoutunut kestävän kehityksen periaatteiden noudattamiseen ja tuloksia tehdystä työstä on runsaasti. Suomalaiset yritykset ovat monien prosessien käytössä energiatehokkuudessa maailman huippuluokkaa. Tehtävällä kehitystyöllä pystytään energian kulutusta edelleen jonkin verran alentamaan, mutta energian kokonaiskäyttö Suomessa kasvaa.

Esimerkkinä energiankäytön ja päästöjen kehityksestä Sirpa Smolsky mainitsi edustamansa alan, eli metallien jalostuksen, jossa



*Sirpa Smolskyn aiheena oli Puhtaan energian merkitys teollisuudelle.*

energian käytön säästötoimenpiteitä on toteutettu jatkuvasti. Tuotannon kasvattaminen on kustannuskilpailukyvyyn säilyttämiseksi välttämätöntä, mikä jatkuvasta energiatehokkuuden paranemisesta huolimatta kasvattaa energian kokonaiskäyttöä ja samalla päästöjä. Globaalisti katsoen osallistumme kuitenkin Smolskyn mukaan juuri tällä tavalla parhaiten mm. maailman ilmastonmuutoksen hallintaan, sillä kaikkien metallien käyttö kasvaa maailmassa 2-5% vuodessa ja kokonaispäästöt minimoituvat, kun tuotteet tehdään siellä, missä ne osataan tehdä pienimmin päästöin.

Lopuksi Sirpa Smolsky totesi, että yritysten yhteiskuntavastuu on noussut yhä näkyvämmiin esille. Yhteiskuntavastuu koostuu taloudellisesta-, ympäristö- ja sosiaalisesta osasta; se on hyvää yrityskansalaisuutta. Suomalainen rehellisyyteen pyrkivä, ei liikaa meteliä itsestään pitävä toimintatapa täyttää monet yritysten yhteiskuntavastuuseen liitettävät piirteet. Samalla on kuitenkin Smolskyn mukaan muistettava, että vain kannattava yritys voi toimia vastuullisesti ja hoitaa velvoitteensa sekä ihmisten että ympäristön suhteen parhaiten mahdollisin tavoin. Onkin välttämätöntä, ettei Suomen teollisuuden kilpailukykyä heikennetä asettamalla täällä toimiville yrityksille velvoitteita, joita kilpailijoilla muualla maailmassa ei ole.

Kansanedustajille järjestetty paneelikeskustelu aiheesta Energia ja Yhteiskunta oli mukana ensimmäistä kertaa syksyn Säteilevät Naiset -seminaarissa. Paneeliin osallistui Mari Kiviniemi (kesk), Riitta Korhonen (kok), vasemmistoliiton naiskansanedustajien ollessa estyneinä heitä paneelissa edustanut ympäristövaliokunnan puheenjohtaja Pentti Tiisanen (vas), Janina Andersson (vihr) ja Marja-Leena Kempainen (kd).

Paneelissa kysyttiin kansanedustajien visioita tulevaisuuden energiahuollosta ja politiikasta yhdistettyinä heidän visioonsa tulevaisuuden yhteiskunnan pääpiirteistä.

Kysymyksiä olivat: 1) Mihin perustuu suomalaisen yhteiskunnan hyvinvointi? Mikä on energian/sähkötuotannon rooli tämän hyvinvoinnin luomisessa tai turvaamisessa? 2) Millainen on visionne tulevaisuuden yhteiskunnasta 10 ja 60 vuotta eteenpäin? ja 3) Mikä on ja millainen tulisi jatkossa olla yhteiskunnallisen päätöksenteon rooli energia-asioissa?

Kansanedustajien vastaukset näihin, osin varsin vaikeisiin kysymyksiin olivat varsin samansuuntaisia. Kaikki korostivat energiantuotannon monimuotoisuutta ja suomalaisen yhteiskunnan korkeaa koulutustasoa sekä nykyisen että tulevaisuuden yhteiskunnan hyvinvoinnin edellytyksenä. Ydinvoiman roolista tulevassa energian tuotannossa kansanedustajilla oli luonnollisesti erilaiset näkemykset, mutta kiihkeää väittelyä aiheesta ei syntynyt. Yksimielisimpiä kansanedustajat olivat odotetusti yhteiskunnallisen päätöksenteon tärkeydestä myös tulevaisuudessa energiakysymyksiä ratkottaessa.

*Kirjoitus perustuu alustusten osalta varsin suoraan Säynäsalon ja Smolskyn toimittamiin esitelmäreferaateihin. Lisää seminaarista ja paneelista ATS:n www-sivujen alla olevilta Energiakanavan sivuilta. Säteilevät Naiset seminaarin ja kesäseminaarin perusteella on tekeillä Säteilevät Naiset -lehden numero 4.*

*Seminaarireferaatien kirjoittaja Eija Karita Puska on ATS-Energiakanavan puheenjohtaja ja ATS-Ydintekniikka -lehden erikoistoimittaja.*

# WIN Global 2002 kokous

*Kansainvälisen ydinalan naisten muodostaman WIN (Women In Nuclear) Global-järjestön vuosikokous järjestettiin Pariisissa 26-27. kesäkuuta 2002. Järjestöön kuuluu nykyisin yli 2000 naista 57 eri maasta. Suomessa WIN-toiminta tapahtuu Suomen Atomiteknillisen Seuran (ATS) naistyöryhmän Energiakanava organisoimana. Pariisin keskustassa järjestettyyn kokoukseen osallistui noin 150 naista, joista noin 70 ulkomailta, edustaen 27 eri maata. Kokouksen teemana olivat ydinenergian uudet mahdollisuudet muuttuvassa maailmassa.*



*WIN-kokouksen aloitusistunnosta, vasemmalta Nina Commenceau-Yanossis, Annick Carnino, Anne Lauvergnon ja France Bres-Tutino.*

*Kuva: Allophoto-Paris-Claude Sarrabia.*

**V**arsinainen vuosikokous oli tällä kertaa vain noin tunnin mittainen, ja valitsi Annick Carninon jatkaamaan WINin puheenjohtajana seuraavaan vuosikokoukseen asti. Perinteisiä maaraaportteja ei tällä kertaa esitetty, vaan ne jaettiin kokousedustajille. Tätä monet kokousosanottajat pitivät valitettavana, koska useille maaraaportti on kuitenkin muodostanut kompaktin tavan kuulla WIN-toiminnasta eri maissa.

Kokouksen ohjelma oli varsin tiivis koostuen pääosin kutsutuista esitelmistä. Anne Lauvergnon AREVasta ydinenergian uudesta roolista muuttuvassa maailmassa, Nina Commenceau-Yanossis EURATOMista esitemöi laajentuvan Euroopan energiastartegiasta, CEA:n Jaques Bouchardin esitelmän aiheena oli Ydinenergian uudet haasteet, WINin puheenjohtajan Annick Carninon, joka on 'siviiliamatiltaan' IAEA:n Nuclear Safety Installation Divisionin johtaja, aiheena oli maailmanlaajuinen turvallisuus, ja Julia Swartz OECD /NEAsta esitelmöi ydinvarusteista ja vakuuttamisesta.

Toisen päivän teemana oli vuorovaikutus yhteiskunnan kanssa. EDF:n Martine Griffon-Fouco alusti aiheesta, jonka jälkeen ko-

kous jakaantui kolmeen samanaikaiseen työryhmään. Näistä ensimmäinen käsitteli luottamuksen rakentamista ydinjätehuoltoon, ja siinä yhtenä kolmesta alustajasta toimi Anneli Nikula TVOsta. Toisen työryhmän aiheena oli Säteilyn ja terveys, ja kolmas ryhmä pohti koulutuksen ja asiantuntijuuden kehittämisen ongelmia.

Kokousosanottajille oli myös järjestetty mahdollisuus osallistua erilaisille puolen päivän ekskursioille, joita olivat Curie Museo, johon oli yhdistetty tapaaminen Marie Curien tyttärentyttären Helene Langevin-Joliotin kanssa, retki Framatome-ANP:n simulaattorille, tutustuminen Louvren museon tutkimus- ja restaurointikeskukseen, ja

tutustuminen ranskalaisen elokuvan pioneerin Georges Meliesin kunniaksi järjestettyyn *Magia ja Elokuva* -näyttelyyn.

Kokouksen virallinen illallinen oli järjestetty jokilaivaristeilynä Seinellä, jossa me 150 tärkeää naista tunsimme olomme turvalliseksi jatkuvan poliisivenesaattueen ja laivalla olleiden turvamiesten ansiosta. Risteily sujui kaikin puolin onnistuneesti, muiden vastaan tulleiden laivojen kenties hie- man ihmettellessä 150 iloisesti puhelevaa rouvaa laivan kannella. Kokousjärjestelyt olivat kaiken kaikkiaan onnistuneet, kiitos paikallisten järjestäjien, eli WIN-Ranskan ja etenkin sen puheenjohtajan France Bres-Tutinin.



*WIN Global kokouksen osanottajat ryhmäkuvassa.*

*Kuva: Allophoto-Paris-Claude Sarrabia.*

*Suomesta kokoukseen osallistuivat Anneli Nikula ja Käthe Sarparanta TVOsta ja allekirjoittanut. Englanninkielinen kokousohjelma ja kuvia ja muuta materiaalia kokouksesta on luetavissa sekä ATS:n www-sivujen alta löytyviltä Energiakanavan sivuilta että WINin sivuilta, joihin löytyy linkki mm. Energiakanavan sivuilta. Anneli Nikulalle luovutetusta WIN Award 2002 tunnustuspalkinnosta seuraavalla sivulla.*

# WIN Award 2002

## Anneli Nikulalle

**K**ansainvälisen ydin-  
alan naisten muo-  
dostaman WIN  
(Women In Nuclear) Glo-  
bal-järjestön tämän vuoden  
tunnustuspalkinto WIN  
Award 2002 on myönnetty  
Anneli Nikulalle. WINin pu-  
heenjohtaja Annick Carnino  
luovutti palkinnon Annelille  
WIN Global kokouksessa  
Pariisissa 27.6.2002. Palkin-  
to luovutetaan henkilölle,  
joka on toiminut erityisen  
aktiivisesti alan kehityksen  
hyväksi. Annelin palkinnon  
myöntämisperusteissa mai-  
nitaan niin hänen näkyvä  
ja aktiivinen toimintansa  
TVO:n ydinvoimalaitos-  
hankkeen yhteydessä kuin  
hänen pitkä uransa, jonka  
kuluessa hän on edistänyt  
ydinvoiman yleistä hyväk-  
syttävyyttä omalla asiantun-  
temuksellaan, henkilökoh-  
taisella karismallaan sekä  
poikkeuksellisen vahvalla  
säteilyyn ja energiaan liitty-  
viin kysymyksiin omistautu-  
misellaan.

Anneli on valmistunut fi-  
losofian maisteriksi Helsingin Yliopiston radiokemian laitok-  
selta. Hän on työskennellyt tutkimusassistenttina Helsingin  
Yliopiston radiokemian laitoksella, kemistinä ja jaospäällik-  
könä Teollisuuden Voima Oyssä, erityisasiantuntijana IVO-  
konsernin ympäristönsuojeluyksikössä ja ympäristö- ja ydin-  
energiapolitiikan erityisasiantuntijana Finergyssä. Marras-  
kuussa 1999 Anneli nimitettiin Teollisuuden Voima Oyn joh-  
tavaksi asiantuntijaksi. Vuosina 1997-2000 hän toimi Suo-



*Annick Carnino ojentaa WIN Award 2002:n  
Anneli Nikulalle.*

*Kuva: Allophoto-Paris-Claude Sarrabia.*

men Atomiteknillisen Seuran  
varapuheenjohtajana. Hän on  
toiminut myös mm. kansal-  
lisen ydinenergiafoorumin  
pääsihteerinä, ja kansainväli-  
sellä tasolla NUCNetin joh-  
tokunnan ja Foratomin johto-  
kunnan jäsenenä. Hän on  
myös WIN Globalin johto-  
kunnan jäsen. Anneli Nikula  
on työnsä ohella toiminut akti-  
ivisesti ydinvoimatiedotuk-  
sessa. Lukuisten esitelmien ja  
artikkelien avulla Anneli on  
pyrkinyt informoimaan suurt-  
ta yleisöä ydinvoimaan ja sä-  
teilyyn liittyvissä kysymyk-  
sissä.

Suomessa WIN-toiminta  
tapahtuu Suomen Atomitek-  
nillisen Seuran (ATS) nais-  
työryhmän Energiakanava  
organisoimana. Energiakanava-  
valla on nykyisin noin 80 jä-  
sentä. Merkittävimmät Ener-  
giakanavan järjestämät tilai-  
aisuudet ovat vuosittaiset  
Säteilevät Naiset -seminaa-  
rit, ATS-Energiakanava ke-  
säseminaarit ja Säteilevät  
Naiset tiedotuslehdet. Kaik-  
kien näiden tapahtumien al-

kuun saattamisessa ja toteutuksessa Annelilla on Energiaka-  
navan perustajajäsenenä, entisenä puheenjohtajana ja nykyi-  
senä koordinaatioryhmän jäsenenä ollut merkittävä osuus.  
Annelin saamaa palkintoa voidaan näin ollen pitää tunnus-  
tuksena myös koko Energiakanavan monivuotiselle työlle. ■



## ***Olkiluoto tuottaa viidenneksen kotimaan sähköstä***

Suomen suurin sähköntuotantolaitos, Olkiluodon ydinvoimalaitos Eurajoella, on tuottanut sähköä Suomelle jo yli 20 vuoden ajan. Peräti **viidennes kotimaan sähköntuotannosta on peräisin Olkiluodosta.**

**Olkiluoto on täyden palvelun ydinvoimalaitosalue,** jonne on rakennettu tilat myös käytetyn polttoaineen välivarastointia ja voimalaitosjätteen loppusijoittamista varten.

**Voimala on suunniteltu ihmisten ja ympäristön turvallisuus huomioiden.**

Kaikki turvallisuuden kannalta merkitykselliset toiminnot varmistetaan useilla rinnakkaisjärjestelmillä. 500 alan ammattilaista työskentelee Olkiluodossa tyydyttääkseen sekä kotitalouksien että teollisuuden sähkön tarpeen.

Kestävän kehityksen merkitys on noussut yhä tärkeämmäksi asiaksi energiatoiminnassa, mm. Kiiton ilmastopimuksen velvoitteiden vuoksi. **Sähkön tuottaminen ydinvoimalla ei aiheuta hiilidioksidipäästöjä,** minkä vuoksi se säästää ympäristöä.



Teollisuuden Voima Oy

[www.tvo.fi](http://www.tvo.fi)

SUOMEN  
ATOMITEKNILLINEN  
SEURA —

ATOMTEKNISKA  
SÄLLSKAPET  
I FINLAND ry



## **Kannatusjäsenet:**

ABB Power Oy  
Fintact Oy  
Fortum Oyj  
Kemira Oy, Energia  
Mercantile-KSB Oy Ab  
Patria Finavitec Oy  
Platom Oy  
Pohjolan Voima Oy  
Posiva Oy  
PRG-Tech Oy  
PrizzTech Oy  
Rados Technology Oy  
Saanio & Riekkola Oy  
Siemens Osakeyhtiö  
Soffco Oy Ab  
Suomen Atomivakuutuspooli  
Teollisuuden Voima Oy  
VTT Prosessit  
VTT Tuotteet ja tuotanto  
YIT Installaatiot

## **ATS internetissä:**

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