

SUOMEN  
ATOMITEKNILLINEN  
SEURA-

ATOMTEKNISKA  
SÄLLSKAPET  
I FINLAND ry.

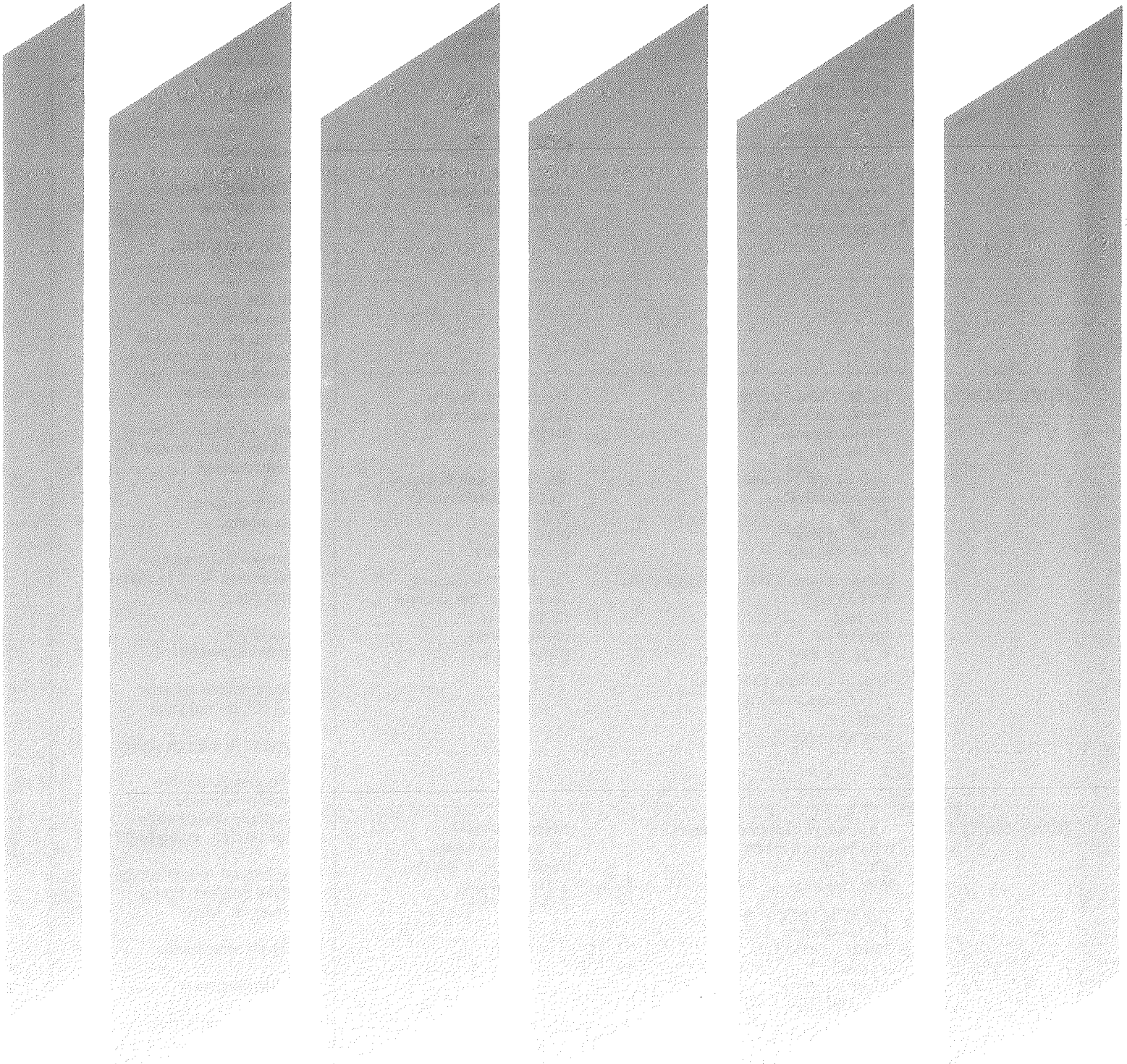


# ATS

## YDINTEKNIikka

1/94

vol. 23



# ATS

## YDINTEKNIikka

### 1/94, vol. 23

#### JULKAISIJA

Suomen Atomiteknillinen Seura —  
Atomtekniska Sällskapet i Finland r.y.

#### TOIMITUS

Päätoimittaja  
TkT Seppo Vuori  
VTT Energia  
PL 1604  
02044 VTT  
P. 90-4565067

Erikoistoimittaja  
FK Osmo Kaipainen  
Teollisuuden Voima Oy  
Annankatu 42 C  
00100 Helsinki  
P. 90-61802522

Erikoistoimittaja  
FL Risto Paltemaa  
Säteilyturvakeskus  
PL 268  
00101 Helsinki  
P. 90-7082380

Toimitussihteeri  
DI Olli Nevander  
IVO International Oy  
01019 IVO Rajatorpantie 8  
P. 90-85612613

#### JOHTOKUNTA

Pj. TkL Eero Patrakka  
Teollisuuden Voima Oy  
27160 Olkiluoto  
P. 938-3811

Vpj. DI Olli Vilkkamo  
Säteilyturvakeskus  
PL 268  
00101 Helsinki  
P. 90-7082372

Rahastonhoitaja TkL Eija Karita Puska  
VTT Energia  
PL 1604  
02044 VTT  
P. 90-456 5036

Sihteeri DI Petra Lundström  
IVO International Oy  
01019 IVO  
(90) 8561 5422

Jäs. DI Eero Mattila  
IVO International Oy  
01019 IVO  
P. 90-85612418

Jäs. TkL Rauno Rintamaa  
VTT/Metallilaboratorio  
PI 26  
02151 Espoo  
P. 90-4566879

Jäs. DI Pertti Salminen  
Teollisuuden Energialiitto  
Eteläranta 12  
00130 Helsinki  
P. 90-668 93011

#### TOIMIHENKILÖT

Yleissihteeri DI Aarno Keskinen  
IVO International Oy  
01019 IVO  
(90) 85612535

Kans.väl.asioiden.siht.  
DI Jussi Palmu  
Imatran Voima Oy  
PL 112  
01601 Vantaa  
P. 90-85614562

Ekskursios sihteeri  
DI Tapio Saarenpää  
Teollisuuden Voima Oy  
27160 Olkiluoto  
P. 938-3814312

#### SISÄLTÖ

Pääkirjoitus .....	1
Suomen energia-politiikan vaihtoehdot .....	1
ATS:n toimintastrategia 1990-luvulla .....	2
Sähköntuotannon näkömät .....	4
Hiilidioksiditoimikunta II:n mietintö: Energian tuotanto ja metsät avainasemassa hiilidioksidipäästöjen rajoittamisessa .....	6
Suomi ja kestävä kehitys — tulemmeko toimeen ilman ydinvoimaa? .....	10
Miten "ekolama" torjutaan? .....	14
Talouden ekologinen rakennemuutos ja matala- energinen Suomi? .....	16
Maakaasun mahdollisuudet .....	18
Polttoaineiden käyttö- tekniikan näkömät ....	20
Energia- ja sähkökauppa .	23
Onko energiafondue oikein valmistettu Sveitsin sähköhuolto 2000-luvun kynnyksellä	25
Operational results of the Paks Nuclear Power Plant in 1993 .....	27
Lyhyesti maailmalta .....	31
English abstracts .....	36
Kannatusjäsenluettelo ....	37

TKT Seppo Vuori on johtava tutki-  
ja VTT Energian ydinenergiatutki-  
musalueella ja on tämän lehden  
päätoimittaja, p. 90-456 5067.

ATS YDINTEKNIikka (23) 1/94

Suomen energiapolitiikan  
vaihtoehdot

Vuoden 1994 numeroiden teemat ovat:

- 1/94 Suomen energiapolitiikan  
vaihtoehdot
- 2/94 Ydinenergian tutkimuksen  
tulevaisuuden näkymät
- 3/94 Ikääntymisen tutkimus:  
laitos ja henkilöstö
- 4/94 Ekskursio

Vuosikerran tilaushinta muilta kuin  
ATS:n jäseniltä: 200 mk

Ilmoitushinnat: 1/1 sivua 2000 mk  
1/2 sivua 1400 mk  
1/3 sivua 1000 mk

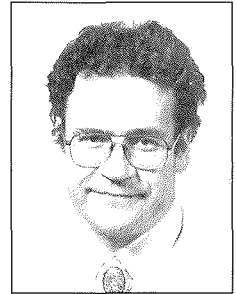
Toimituksen osoite:

ATS Ydintekniikka  
c/o Olli Nevander  
IVO International Oy  
01019 IVO Rajatorpantie 8  
p. 90-508 2613 (suora)  
telefax 90-508 3404

Lehdessä julkaistut artikkelit edustavat  
kirjoittajien omia mielipiteitä, eikä nii-  
den kaikissa suhteissa tarvitse vastata  
Suomen Atomiteknillisen Seuran kan-  
taa.

ISSN-0356-0473

Seppo Vuori



## Suomen energia- politiikan vaihtoehdot

*Kumotessaan syyskuussa 1993 viidettä ydinvoimalaitosta koskevan periaatepäätöksen eduskunta kavensi olennaisesti valtioneuvoston toimintaedellytyksiä toteuttaa energiapolitiikkaa siten, että yhteiskunnan sosiaalitaloudellinen kehitys voidaan turvata ja ympäristöhaittoja pysytään vähentämään. Tämä yleinen tavoite sisältyy edelleen valtioneuvoston syksyllä eduskunnalle esittämään energiapolitiittiseen selonteokoon, joka pyrkii siihen, että mahdollisimman suuri osa tulevasta sähköntuotannon lisäkapasiteetista perustuu kotimaisia energialähteitä hyödyntäviin tuotantomuotoihin. Lisäkapasiteetin tarpeesta loppuosa tulisi hallituksen mukaan kattaa ensisijaisesti maakaasulla ja hiileen perustuvaa perusvoiman lisärakentamista tulisi välttää. Sähkön tuonnille hallitus asettaa rajoitukseksi, että se voi tapahtua vain kansainväliset ympäristösopimukset ja turvallisuusvaatimukset täyttävistä lähteistä. Ydinenergian osalta hallitus edellyttää, että vastaisuudessa Suomen on itse huolehdittava täällä syntyvistä ydinjätteistä.*

*Näiden kaikkien kunnianhimoisten tavoitteiden saavuttaminen edellyttää huomattavia ponnistuksia ja voimakkaita taloudellisia ja hallinnollisia ohjauskeinoja sekä energian tuotannossa ja käytössä että metsiämme ja soidemme hiilidioksidin nettositomiskyvyn säilyttämisessä, jotta asetetut ympäristösuojelutavoitteet voitaisiin täyttää. Hiljan mietintönsä jättäneen hiilidioksiditoimikunnan mukaan CO<sub>2</sub>-päästöjen vakiinnuttaminenkin vuoteen 2010 mennessä vuoden 1990 määrään edellyttäisi jopa noin 20 mrd mk kumulatiivisia lisäkustannuksia. Huomattavasti alhaisemmin lisäkustannuksin vastaavaan tavoitteeseen voitaisiin päästää mikäli ydinvoimaa kaikesta huolimatta voitaisiin tulevaisuudessa käyttää nykyistä laajemmalla määrällä. Yhtenä syynä hiilidioksidipäästöjen alentamisen—tai edes vakiinnuttamisen—vaikeuteen ja kalleuteen Suomessa, on maamme energiarakenteen aiemman kehityksen suotuisuus. Parhaimmillaanhan sähköstä on Suomessa tuotettu 2/3 päästöttömästi vesi- ja ydinvoimalla. Lisäksi sähkön ja lämmön yhteistuotanto sekä biomassan käyttöaste on meillä ollut poikkeuksellisen suurta.*

*Ydinvoimatekniikan asiantuntijoiden omana tehtävänä näissä olosuhteissa on kaikin voimin ponnistella nykyisten ydinvoimaloidemme käytön jatkamiseksi yhtä mallikelpoisen turvallisesti kuin tähän mennessä ja myös ydinjätehuollon käytännön toteutuksen jatkamiseksi kansainvälistäkin arvostusta herättäneellä määrätietoisuudella ja asetettuja aikataulutavoitteita tinkimättömästi noudattaen. Vain menestyminen näillä kahdella rintamalla voi tulevaisuudessa lisätä edellytyksiä hankkia ydinvoiman lisäkäytöstä päättämiseen tarvittava yleinen hyväksyttävyyys. Ydinvoiman käytön ja jätehuollon turvallisuuden korkea tason saavuttaminen ja ylläpitäminen kotimaassa ei kuitenkaan vielä ole riittävää, vaan jatkossakin osa ydintekniikan asiantuntijoidemme panoksesta on suunnattava itäisen naapurimaamme ydinvoimaloiden ja jätehuollon turvallisuuden parantamiseen.*



# ATS:N TOIMINTASTRATEGIA 1990-LUVULLA

*Eduskunnan kielteinen ydinvoimapäätös syksyllä 1993 asetti sekä Suomen ydinteknisen alan että ATS:n uuteen tilanteeseen, joka ei voi olla vaikuttamatta ATS:n toimintamahdollisuuksiin. Tämän johdosta ATS:n johtokunta asetti työryhmän laatimaan ATS:lle toimintastrategiaa 1990-lukua varten. Työryhmän vetäjänä oli Eero Patrakka ja muina jäseninä Petra Lundström, Pekka Louko ja Olli Vilkkamo. Johtokunta hyväksyi työryhmän ehdotuksen joulukuussa 1993, ja toimintastrategiassa asetetut suuntaviivat otettiin huomioon laadittaessa vuoden 1994 toimintasuunnitelmaa.*

## TOIMINTASTRATEGIA LÄHTEE ATS:N TARKOITUKSESTA JA TAVOITTEISTA

ATS:n tarkoituksena on sääntöjensä mukaan edistää ydintekniikan alan tunte-  
musta ja kehitystä Suomessa, toimia yhdys-  
siteenä jäsentensä kesken kokemusten  
vaihtamiseksi ja ammattitaidon syventä-  
miseksi sekä vaihtaa tietoja ja kokemuk-  
sia kansainvälisellä tasolla. ATS on 27  
toimintavuotensa aikana vakiinnuttanut  
asemansa Suomen ydintekniikan johtava-  
na järjestönä, minkä osoittaa laaja ja  
edustava jäsenkunta.

Keskeistä ATS:n toiminnassa on yhtey-  
denpito jäseniin ja jäsenten etujen ajami-  
nen. ATS:n tulevaisuuden toiminnan kanta-  
vana piirteenä on oltava jäsenistöä palve-  
levan suuntautumisen, samalla kun pyri-  
tään aktivoimaan jäsenten toimintaa seu-  
ran puitteissa. Ydintekniikan käytön edel-  
lytysten edistäminen Suomessa on keskei-  
nen osa jäsenistön etujen ajamista.

ATS:n toimintaa suunniteltaessa on otet-  
tava huomioon sekä ydinvoima että muu  
ydintekniikka. Unohtaa ei sovi käyvien  
ydinvoimalaitosten toiminnan turvaamista  
eikä mahdollisia uusia ydinvoimahankei-  
ta. ATS:n asemaa puolueettomana elime-  
nä on korostettava muuttuneessakin ti-  
lanteessa. ATS:n toimintaympäristö on  
tietysti otettava suunnittelussa huomioon.

Samalla on kehitettävä seuran toiminta-  
tapoja siten, että nojaututaan entistä  
enemmän yksittäisten jäsenten asiantunte-  
mukseen ja panokseen.

## JÄSENTEN PALVELU ON EDELLEENKIN KESKEISIN TOIMINTAMUOTO

Lyhyellä tähtämellä ATS:n tulee keskit-  
tyä jäsenkunnan säilyttämiseen ja jäsen-  
tensä palvelemiseen muistaen erityisesti  
nuoren jäsenistön ja Loviisan ja Olkiluo-  
don voimalaitosten henkilökunnan.  
ATS:n jäsenilleen tarjoamat palvelut -  
kuukausikokoukset, seminaarit, ATS  
Ydintekniikka, Nuclear Europe World-  
can, ekskursiot — ovat selvä vastine jä-  
senmaksulle. Tärkeäksi koetaan varsinkin  
me-hengen ylläpitäminen jäsenistön ja  
koko ammattikunnan keskuudessa.

Kuukausikokouksia on enenevässä mää-  
rin korvattu seminaareilla, joista syysse-  
minari on saavuttanut vakiintuneen ase-  
man. Kuukausikokouksia on edelleen jär-  
jestettävä 3-4 vuodessa kulloinkin ajan-  
kohtaisen teeman yhteydessä. Seminaarit  
vaikuttavat nykyhetken sopivalta ko-  
koustoiminnan muodolta. Vuodessa olisi  
syytä järjestää ainakin yksi seminaari.  
Myös varsinaisen tieteellisen kokouksen  
järjestäminen on selvittettävä.

Yksi kuukausikokous voisi vuosittain olla  
nuorten teemakokous. Esiintyjinä olisivat  
eri organisaatioiden nuoret, jotka puhui-  
sivat nuoria kiinnostavista aiheista. Ko-  
kousta täydentäisi illanvietto. Motivaati-  
on kannalta tärkeitä aiheita ovat esimer-  
kiksi tulevaisuuden vaihtoehtoiset ratkaisut.

ATS Ydintekniikka -lehti on tärkeä yhtey-  
denpitokanava, koska se on ainoa tapa  
saavuttaa kaikki jäsenet tasapuolisesti.  
Lehden julkaisemista on tämän vuoksi  
jatkettava. ATS Ydintekniikan käyttöä  
johtokunnan informaatiokanavana tulisi  
tutkia. Osa jäsenkirjeistä voitaisiin korva-  
ta lehdessä julkaistuilla ilmoituksilla  
ajankohtaisista tapahtumista (kokouksis-  
ta, ekskursioista yms.), jos ilmestymisen  
aikataulutus sen sallii.

ENS:n jäsenyyden kautta saatava Nuclear  
Europe on tärkein syy seuran jäsenyydel-  
le ENS:ssä. Jäsenet voivat lisäksi lähettää  
lehteen omia kirjoituksiaan, mitä työtä  
ATS tukee ja koordinoi. Muuhun ENS:n  
toimintaan osallistutaan siten, ettei siitä  
aiheudu ATS:lle kustannuksia. ENS:n  
järjestämät konferenssit ovat jäsenten  
kannalta erittäin tärkeitä.

Ekskursiot ovat säilyttäneet suosionsa  
vaikeasta taloudellisesta tilanteesta huoli-  
matta. Ulkomaan ekskursiot tarjoavat  
etenkin nuorelle jäsenkunnalle oivan  
mahdollisuuden tutustua ydintekniikkaan  
Suomen ulkopuolella. Kotimaan ekskursio-  
kohteina voivat olla myös ydinsähköä  
käyttävät teollisuuslaitokset ja muut  
energia-alan yhdistykset. Ekskursiot eivät  
vaikuta seuran talouteen, ja niitä on syy-  
tä järjestää edelleen.

ATS:n edustajat ovat osallistuneet sekä  
kansalliseen että kansainväliseen yhteis-  
toimintaan olemalla jäseninä erilaisissa  
toimielimissä, mikä on edelleen kannatet-  
tavaa. Tästä on suurin hyöty asianomai-  
sille henkilöille itselleen, mutta ATS:n  
edustajat tekevät tietysti ATS:ää ja Suo-  
mea tunnetuksi. Eräs mahdollinen uusi  
toiminta- ja palvelumuoto voisi olla tark-  
kaan valittujen koulutusaktiviteettien  
koordinointi ja koulutustilaisuuksien  
järjestäminenkin. Ovea on jo raotettu  
kriititiedotamiskoulutuksen yhteydessä,  
ja uusia kursseja tulisi harkita. Koulutu-  
salan ylitarjonta estää kovin laajan pa-  
nostuksen tähän toimintamuotoon. Entis-  
tä kiinteämpien yhteyksien luominen kor-  
keakoulumaailmaan, erityisesti opiskeli-  
joihin, on mahdollista ATS:n jäsenkun-  
nan kautta. Sopivia toimintamuotoja tuli-  
si kokeilla.

## TULEVAISUUDESSA ON ONGELMIA JA UHKAKUVIA

Ydinvoiman käyttö rajoittuu Suomessa  
nyt Loviisan ja Olkiluodon voimalaitok-  
siin sekä niiden polttoaine- ja ydinjäte-  
huoltoon. Näiden laitosten jatkuvan käy-  
tön edellytysten varmistaminen on ensiar-  
voisen tärkeää. Eräs tulevaisuuden uhka-  
tekijä on laitosten henkilökunnan ikään-  
tyminen: henkilöstön keski-ikä kasvaa  
vuosittain lähes vuodella. ATS:n tulisi  
omalla toiminnallaan vaikuttaa jälkikas-  
vun saamiseen. Jonkinlainen taitekohta  
saavutetaan noin kymmenen vuoden ku-  
luttua, jolloin nykyisen henkilöstön van-  
heneminen pakottaa nopeaan peruskoulu-  
tuksen lisäämiseen.

Valtiovallan rahallinen tuki ydintekniseen  
tutkimukseen on jo vuosia ollut lasku-  
suunnassa ja saattaa olla kokonaankin  
vaarassa. Tämä on johtanut toisaalta pai-  
nopisteen siirtymiseen voimayhtiöiden ti-  
laamaan tai rahoittamaan tutkimukseen  
ja toisaalta tutkimuksen määrän laskuun.  
Vallitseva kehityssuunta rapauttaa alan  
osaamista Suomessa ja hankaloittaa pit-  
käjänteistä tutkimussuunnittelua. Ydin-

tekniikan tutkijat ovat muodostaneet myös merkittävän väylän nuorten diplominsinöörien urakehitykselle. ATS:n jäsenistön vankka asiantuntemus saattaisi olla ohjattavissa tutkimuksen merkitystä painottavaan vaikuttamiseen.

Suomen mahdollinen liittyminen EU:hun ja sitä kautta sen tai Euratomin tutkimusohjelmiin on sekä mahdollisuus että uhkakuva. ATS:n on ainakin varauduttava ottamaan asiaan kantaa sen tullessa ajankohtaiseksi. Muutkin kansainväliset yhteishankkeet voivat muuttaa vakiintuneita tutkimus- ja kehityssuuntauksia.

Uuteen ydinvoimalaitoshankkeeseen palattaneen joidenkin vuosien kuluttua. Nyt tapahtunut hankkeen kaatuminen eduskunnassa ei johtunut puutteellisesta tiedosta vaan asenteista. Asenteisiin vaikuttavat muun muassa tapahtumat ulkomailta ja yleiset mielikuvat ydinvoimasta, eikä niitä muuteta lyhyen ajan kuluessa. ATS:n jäsenkunta ei ole täysin optimaalinen asenteisiin vaikuttaja, mutta voi siitä huolimatta antaa asiaan merkittävän panoksen pitämällä yhteyttä yhteiskunnallisiin vaikutuskanaviin.

Yleensäkin ydinvoiman jatkuva käyttö edellyttää näkemystä tulevaisuuden energiantuotannosta, joka koostuu eri tuotantomuodoista eikä sulje pois ydinvoimaa. ATS:n jäsenistöllä on varmaankin tarjottavana oma osuutensa asiasta käytävään keskusteluun.

Muun ydintekniikan kuin ydinvoiman puolella on mahdollisesti tarjottavana sekä koulutukseen että asenteisiin vaikuttamiseen liittyviä toimintamuotoja. Esimerkiksi säteilyn lääketieteellinen käyttö on hyödylliseksi katsottua ja arvostettua. Panostusta tälle puolelle kannattaa lisätä juuri yleisesti vallitsevan hyväksynnän takia.

## **ATS PYRKII VASTAAMAAN HAASTEISIIN**

Pitkällä tähtäimellä, joka tässä yhteydessä asetetaan noin kymmenen vuoden päähän, ATS:n tulee pyrkiä vastaamaan ydinteknistä alaa tulevaisuudessa odottaviin ongelmiin ja uhkakuviin. Uhkakuvien vastapainona on muistettava, että ydinvoimatekniikka ja muu ydintekniikka ovat edelleen kehittyviä aloja. Kehitys- ja innovaatiomahdollisuudet ovat suuret, mutta esteenä ovat asenteet ja poliittiset rajoitukset.

Ydinalan jälkikasvun saaminen edellyttää, että Suomen korkeakouluista valmistuu jatkuvasti alalle erikoistuneita diplomi-insinöörejä. Tämä taas edellyttää, että saatavilla on riittävä määrä diplomitöitä ja että tulevasta urakehityksestä voidaan antaa joitain toiveita. ATS ei tietenkään ole eturintamassa, kun näitä asioita pohditaan, mutta voi ainakin toimia huutavan äänenä muistuttamalla ongelmista ja niiden ratkaisutavoista.

ATS:n kannattaisi selvittää, kuinka yhdistys voisi auttaa alan opiskelijoita löytämään diplomityöpaikkoja. Saattaisi olla mahdollista järjestää yhteyshenkilöverkosto välittämään tietoja sopivista diplomityöaiheista, kuuluuhan ATS:ään päättökentekijöitä ja tutkijoita kaikista alan organisaatioista. Kartoitukseen on hyvä sisällyttää myös ulkomaat.

Ydinteknisen tutkimuksen jatkuminen valtiovallan tuella on elintärkeää sekä riippumattomalle tutkimukselle että henkilöresurssien kehittämiseksi. Asiaan voidaan pyrkiä vaikuttamaan tekemällä vertailevia selvityksiä ja analysoimalla nyky-suuntauksen haittoja. ATS:n puolueeton asema saattaa olla etu vaikutuspyrkimyksissä.

Ydinvoiman käytön edistäminen asenteisiin vaikuttamalla on pitkäjänteistä toimintaa. ATS:n jäsenen aktiivisuus voi kohdistua toisaalta koululaitokseen ja toisaalta julkiseen sanaan. On havaittavissa, että opettajien piirissä on valtavirtauksena ydinvoimaa vieroksuva suhtautuminen. ATS:n asiantuntevat ja arvostusta nauttivat jäsenet voivat omalla aktiivisella toiminnallaan pyrkiä muuttamaan tätä suhtautumista. Toimintamuodot on käytävä tarkemmin läpi ja ATS:n osa harkittava tältä kannalta.

Toimittajille suunnattua ydinteknistä tiedotusta on harrastettu, vaikka on tiedotettu maaperän olevan kivinen kyntää. ATS:n tulee joka tapauksessa miettiä omaa rooliaan tiedotuksessa. Vaikka nyt on mahdotonta sanoa, miten tiedotustoiminta tulisi tulevaisuudessa järjestää, yhteistyötä alan järjestöjen kanssa on edelleen kehitettävä.

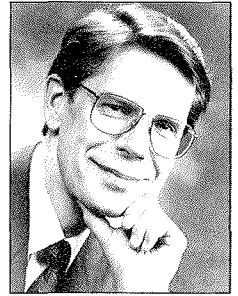
ATS voisi mahdollisesti toimia jonkinlaisena kattojärjestönä erilaisille tiedotustoimintaa harjoittaville ryhmille. Energiakanava on esimerkki onnistuneesta toimintatavasta, ja samaa mallia tulisi soveltaa joissain muissakin tiedotustoiminnan hankkeissa. Tiedottaminen voi tapahtua esimerkiksi nuorilta nuorille, eläkeläisiltä

eläkeläisille jne. ATS:n jäsenkunnassa on mahtava asiantuntemus, ja sen aktiviteettia tulisi herättää jäsenistä päin, ei ylhäältä ohjattuna. Tätä varten tulisi harkita erillisten toimikuntien tai työryhmien perustamista.

ENS:n NucNet ja Nucleus ovat osoittaneet hyödyllisiksi, vaikka ne eivät vaikuttaisikaan asenteisiin. Yhteistyötä ENS:n kanssa tiedotusosalalla on syytä jatkaa.

Aatteet ja asenteet näyttivät voimansa periaatepäätöksen eduskuntakäsittelyssä. ATS voisi yrittää aktivoida keskustelua muiden järjestöjen ja ATS Ydintekniikka muiden lehtien kanssa. Tarvittaessa pyritäisiin käyttämään kansainvälistä apua ENS:stä. Mahdollisia kohdejärjestöjä ovat esimerkiksi tieteelliset seurak ja ydinvoiman vastustajien järjestöt.

TkL Eero Patrakka on Teollisuuden Voima Oy:ssä koulutustoimiston päällikkö (1.6.1994 lähtien kehitystoimiston päällikkö) ja on seuran nykyinen puheenjohtaja, p. 938-381 3500 tai 90-61801)



# SÄHKÖNTUOTANNON NÄKYMÄT

*Vuosikymmenen loppua koskevat perusvoimaratkaisut on perustettava muihin vaihtoehtoihin kuin ydinvoimaan, jota ei tule kuitenkaan sulkea pois jatkossa. Hiileen ja muihin fossiilisiin polttoaineisiin liittyy nyt kuitenkin ensisijassa kotimaisesta päätöksistä johtuva kustannusriski. Sähköntuotantomme perustuu entistä enemmän hiileen. Sen verotuksen kiristäminen ei ole perusteltua. Toisena polttoainevaihtoehtona tuodaan usein esille maakaasu. Kaasuntuottajan mielenkiinto kohdistunee kuitenkin Suomen sijasta edullisemmille markkina-alueille Keski-Euroopassa. Myöskään bioenergiasta ei ole odotettavissa merkittävää vaihtoehtoa hiilelle.*

maisesta päätöksistä johtuva kustannusriski. Energiaverotusta suunnataan nimitäin fossiilisiin polttoaineisiin. Hallituksen esityksen mukaan verotusta on tarkoitus kiristää tulevana vuosina.

Sähköntuotantomme perustuu entistä enemmän hiileen. Sen verotuksen kiristäminen ei ole perusteltua.

Toisena polttoainevaihtoehtona tuodaan usein esille maakaasu. Tällöin tavallisesti unohtetaan, että kaasun käyttö edellyttää suurta mittakaavaa tullakseen taloudelliseksi. Mm. kaasuntuonti Norjasta tähän asti kaavailuilla määrillä edellyttäisi noin 20 miljardin kilowattitunnin vuotuista sähköntuotantoa. Tämä ei voi tulla kysymykseen muuten kuin erittäin pitkän ajankuluessa, sillä rinnan kaasun kanssa olisi joka tapauksessa kehitettävä myös muihin polttoaineisiin perustuvaa tuotantoa. Onkin ymmärrettävää, että kaasun tuottajan mielenkiinto kohdistuu Suomen sijasta edullisemmille markkina-alueille Keski-Euroopassa.

Myöskään bioenergiasta ei ole odotettavissa merkittävää vaihtoehtoa hiilelle. Suurimittaisesta tuesta huolimatta esim. Ruotsissa ei ole saavutettu mainittavia tuloksia.

Fossiilisten polttoaineiden käyttö kasvaa lähitulevaisuudessa. Tämän seurauksena myös hiilidioksidin päästöt nousevat.

## Sähkön käytön kasvu voimistunut

Teollisuuden toiminta vilkastui viime vuonna ja sähkön käyttö kasvoi edellisestä vuodesta noin 6 prosentilla lähes 34 miljardiin kilowattituntiin. Kotitalouksien ja palveluiden sähkön käyttö kasvoi edelleenkin hitaasti, noin yhdellä prosentilla 32 miljardiin kilowattituntiin. Kokonaiskulutus nousi siten runsaaseen 65 miljardiin kilowattituntiin.

Teollisuuden sähkön käytön kasvuun jatkossa vaikuttavat yleisestä taloudellisesta tilanteesta johtuvien epävarmuustekijöiden ohella myös kielteisestä ydinvoima-

## Perusvoima harkitaan uudelleen

Eduskunta ei hyväksynyt hallituksen myönteistä päätöstä viidennen ydinvoimalaitoksen suhteen. Vuosikymmenen loppua koskevat perusvoimaratkaisut on siten perustettava muihin vaihtoehtoihin. Ydinvoimaa ei tule kuitenkaan sulkea pois jatkossa. Siihen liittyvät taloudellisuus-, varmuus- ja ympäristöedut säilyvät eduskunnan nyt tekemästä kielteisestä päätöksestä huolimatta.

Ydinvoiman vaihtoehtona tulee nyt lähinnä kysymykseen hiili. Sitä on saatavissa useista lähteistä, joten se täyttää saatavuodeltaan sähköntuotannon edellyttämät varmuusvaatimukset. Nykyaikainen voimalaitostekniikka täyttää ankaratkin ympäristövaatimukset. Hiilivoiman tuotantokustannukset arvioidaan hieman korkeammiksi kuin ydinvoiman. Polttoainekustannusten osuus on kuitenkin korkea. Sähköntuotannon kustannukset pitkällä aikavälillä riippuvat siten herkästi maailmanmarkkinoiden kehityksestä.

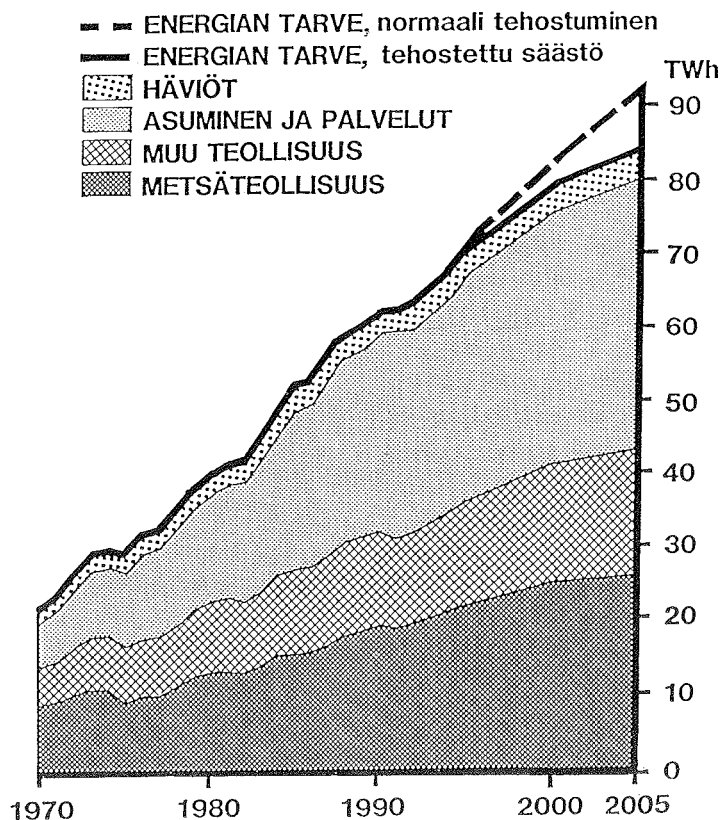
Hiileen ja muihin fossiilisiin polttoaineisiin liittyy nyt kuitenkin ensi sijassa koti-

## RAKENTEILLA OLEVAT JA PÄÄTETYT VOIMALAITOSKONEISTOT 7.12.94

		MW	Valmis
<b>VESIVOIMA:</b>			
Koivukoski	Kainuun Voima Oy	25	1995
Matarakoski	Kemijoki Oy	10	1995
Vuotos	Kemijoki Oy	35	1999
<b>TEOLLISUUDEN PROSESSIVOIMA:</b>			
Kokkola	Imatran Voima Oy, kattilalausiminen	(65)	1994
<b>LÄMMITYSVOIMA:</b>			
Kotka	Mussalon Höyryvoima Oy	89	1994
Ylivieska	Vieska Energia Oy	6	1994
Kuusamo	Imatran Voima Oy	6	1994
Lieksa	Vapo Oy	8	1994
Oulu	Oulun kaupungin energialaitos	140	1995
Martinlaakso	Vantaan Sähkölaitos Oy	79	1995
Vuosaari	Helsingin kaupungin energialaitos	450	1997
<b>SÄHKÖN TUOTANNON BRUTTOLISÄYS</b>		<b>848 MW</b>	
<b>SÄHKÖN TUOTANNON NETTOLISÄYS</b>		<b>500 MW</b>	
vuoteen 2005 mennessä verrattuna v. 1994 huomioiden poistumat			



## SÄHKÖN KÄYTTÖ



päätöksestä johtuvat seuraukset. Näiden merkitystä on lähiaikoina selvitettävä. Rakennustuotannon taantuma vaikuttaa pitkällä aikavälillä kotitalouksien ja palveluiden sähkönkäyttöön.

Varovaisesti tehdyt arviot osoittavat kuitenkin edelleen, että sähkön käyttö voi nousta vuosikymmenen lopulla noin 80 miljardiin kilowattituntiin ja vuonna 2005 noin 84 miljardiin kilowattituntiin. Tässä arvioissa on oletettu, että ennakoitujen sähkön entistä tehokkaampaan käyttöön tähtäävät toimenpiteet osoittautuvat tuloksellisiksi. Mikäli sähkön käytön tehostuminen jatkuu tähänastisella vauhdilla, päädytään sähkönkäyttöarvioissa nopeampaan kasvuun. Sähkön käyttö vuonna 2000 olisi tällöin noin 84 miljardia kilowattituntia ja vuonna 2005 noin 91 miljardia kilowattituntia.

### Sähkön hankinta

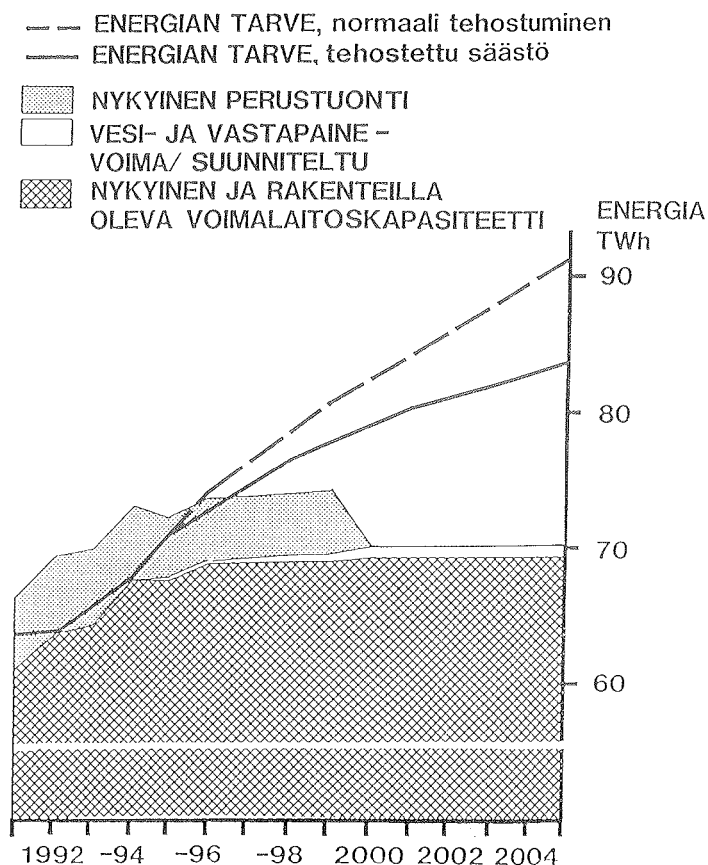
Oheisessa kuviossa on esitetty energian taloudellisen hankintakyvyn kehittymisen. Arvioissa on otettu huomioon tuotantokapasiteetin kustannusominaisuudet ja sähkön tarpeesta johtuva tuotannon vaihtelu.

Rakenteilla olevista laitoksista (850 MW) syntyy noin 500 MW:n suuruinen lisäys ottaen huomioon poistumat ym. (350 MW). Esitettyjen suunnitelmien mukaan arvioidaan vuoteen 2005 mennessä syntyvän noin 300 ... 500 MW suuruinen lisäys.

Hiljattain tehdyn aiesopimuksen mukaan sähkön tuonti Ruotsista kasvaa noin 1 miljardilla kilowattitunnilla tämän vuosikymmenen loppuun saakka.

Vastaava taloudellinen tuotantokyky on tuontisopimusten päätyttyä 1990-luvun lopulla noin 70 mrd kWh. Tuotantokykyä on arvon mukaan tällöin lisättävä noin 10 ... 13 mrd kWh:lla (runsaat 1500 MW). Vuonna 2005 lisätarve on 14 ... 20 mrd kWh.

## SÄHKÖN TUOTANNON LISÄYSTARVE Taloudellinen energian tuotantokyky



DI Harry Viheriävaara on Sähkövaltuuskunnan toimitusjohtaja,  
p. 90-668 9200.

# ENERGIAN TUOTANTO JA METSÄT AVAIN-ASEMASSA HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖJEN RAJOITTAMISESSA

*Hiilidioksiditoimikunnan 4.2.1994 ympäristöministeri Sirpa Pietikäiselle luovuttaman mietinnön mukaan energiantuotannon rakenteen kehittämisen tarjoaa tehokkaimmat ja taloudellisesti edullisimmat keinot päästöjen vähentämiseen. Hiilidioksidittoman ydinenergian ja niukkapäästöisen maakaasun lisääminen ovat merkittävimmät mahdollisuudet. Bioenergia ja pidemmällä aikavälillä muut uudistuvat energialähteet ovat tärkeitä. Energian säästö ja sen käytön tehostaminen on myös keskeistä.*

*Päästöjen rajoittamiseksi tarvitaan sekä energian tuotannossa että käytössä taloudellisia ja hallinnollisia ohjaukeinoja. Ratkaisuista tulee valita kullakin alueella kustannustehokkaimmat. Esimerkiksi liikenteen päästöjen vähentämiseksi tulee suosia autokannan uusitumista niukkakulutteiseen suuntaan ja parantaa liikennejärjestelmien tehokkuutta ja joukkoliikenteen toimintaedellytyksiä.*

*Suomen metsiin ja soihin on sitoutunut merkittäviä määriä hiiltä. Puuston kasvu on nykyisin sen käyttöä suurempi ja metsiin sitoutuu lähes 30 miljoonaa tonnia hiilidioksidia vuosittain. Tämä on merkittävä hiilidioksidin nielu, joka pienentää nettopäästöjämme.*

*Suomen hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 1990 noin 58 miljoonaa tonnia ja kaikkien kasvihuonekaasujen, mukaan lukien CFC-yhdisteet, metaani*

*ja typpioksiduuli, päästöt yhteensä noin 80 miljoonaa tonnia hiilidioksidina ilmaistuna.*

*Hiilidioksidipäästöt kasvavat seuraavien vuosikymmenien aikana, ellei voimakkaisiin toimiin niiden vähentämiseksi ryhdytä. Päästöjen kasvu aiheutuu toisaalta talouskasvun myötä lisääntyvästä energian kulutuksesta ja liikenteestä, toisaalta lisääntyvästä fossiilisten polttoaineiden käytöstä energiantuotannossa.*

Ympäristöministeriö asetti joulukuussa 1991 toimikunnan, jonka tehtäväksi annettiin selvittää Suomen hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämistä. Tehtävänä oli ensiksi selvittää, mihin toimenpiteisiin ja vaikutuksiin johtaisi Suomen sitoutuminen erilaisiin päästörajoitustavoitteisiin. Toisena tehtävänä oli laatia ehdotus kasvihuonekaasujen päästöjen rajoittamista ja nielujen ylläpitämistä koskevaksi toimintaohjelmaksi. Toimikunnan puheenjohtajana on toiminut professori Jorma Routti SIT-RA:sta. Toimikunnassa olivat edustettuina keskeiset ministeriöt, kunnallishallinto, luonnonsuojelujärjestöt, tutkimuslaitokset, teollisuus sekä elinkeinoelämä.

## **Kasvihuoneilmiö**

Ihminen on toiminnallaan voimistamassa ilmakehän luonnollista kasvihuoneilmiötä niin, että se on uhka maapallon luonnolliselle ilmastojärjestelmälle. Hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen pitoisuudet ilmakehässä kasvavat lähinnä fossiilisten polttoaineiden käytön ja metsien hävittämisen sekä tehokkaan maatalouden seurauksena.

Hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen päästöjen seurauksena kasvihuonekaasujen pitoisuuksien arvioidaan nousevan kaksinkertaisiksi esiteolliseen aikaan verrattuna noin vuoteen 2030 mennessä. Tämä pitoisuuksien kasvu tulee aikaa myöten aiheuttamaan keskilämpötilojen kasvun 1,5—4,5 asteella.

Kansainvälinen ilmastopaneeli on todennut, ettei kasvihuoneilmiön voimistumista voida kokonaan estää. Ilmiön etenemistä voidaan kuitenkin rajoittaa ja hidastaa. Jotta keskilämpötilan muutos voitaisiin pitää pienempänä kuin 1 aste sadassa vuodessa, tulisi ilmakehän pitoisuudet vakiinnuttaa nykyiselle tasolle. Pitoisuuksien vakiinnuttaminen edellyttäisi, että maapallon kokonaispäästöjä olisi pystyttävä nopeasti vähentämään jopa yli 60 %. Tämä on erittäin vaativa tavoite, jonka saavuttaminen edellyttäisi merkittäviä muutoksia energiantuotannossa ja -kulutuksessa.

Kasvihuoneilmiön merkityksellisimmät torjuntakeinot ovat energiansäästö ja fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen sekä metsien hävittämisen lopettaminen ja niiden uudelleen istutus. Ilmastomuutosten torjunnasta on solmittu Yhdistyneitten Kansakuntien puitesopimus, niin kutsuttu ilmastopopimus, jonka valtaosa maailman valtioista allekirjoitti Ympäristön ja kehityksen konferenssin yhteydessä Rioossa kesällä 1992. Suomi on allekirjoittanut ilmastopopimuksen ja sen ratifiointi on parhaillaan eduskunnan käsiteltävänä.

## **Kasvihuonekaasujen päästöt Suomessa**

Merkittävimmät kasvihuonekaasut, joilla on suoria päästölähteitä Suomessa, ovat hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>), typpioksiduuli (N<sub>2</sub>O) ja kloorifluorihilivedyt eli niin kutsutut CFC-yhdisteet. Välikäsitteellisesti ilmakehän kemiallisten reaktioiden kautta kasvihuonekaasujen, erityisesti alailmakehän otsonin, pitoisuuksia lisääviä päästöjä ovat typen oksidit, hiilimonoksidi ja haihtuvat hiilivedyt.

Hiilidioksidin päästöt aiheutuvat lähinnä fossiilisten polttoaineiden käytöstä energiantuotannossa, teollisuudessa ja liikenteessä. Vähäisempiä määriä hiilidioksidia vapautuu ilmakehään eräissä teollisissa prosesseissa kuten sementin valmistuksessa.

Myös luonnosta vapautuu ihmistoiminnan seurauksena hiilidioksidia ja muita kasvihuonekaasuja ilmakehään. Maailmanlaajuisesti merkittävin tällainen tekijä on metsien, lähinnä sademetsien hävittäminen. Suomessa hiilidioksidia ja muita kasvihuonekaasuja voi vapautua ilmakehään esimerkiksi turvemaiden ojitusten yhteydessä.



Metaanin pääasialliset päästölähteet ovat jätteet ja jätevedet, maatalous ja polttoaineiden poltto. Typpioksiduulia vapautuu myös polttoaineiden poltossa sekä lannoitteiden käytöstä.

Verrattaessa kasvihuonevaikutukseltaan erilaisia kaasuja toisiinsa käytetään mitattavaksi niin kutsuttua hiilidioksidiekvivalenttia (CO<sub>2</sub>-ekv.) sadan vuoden aikajaksolle laskettuna. Tällöin laskelmista tulee otetuksi huomioon kaasujen erilainen kyky imeä lämpösäteilyä ja niiden erilainen elinikä ilmakehässä.

Kaikkiaan ihmistoiminnasta aiheutui vuonna 1990 seuraavat määrät kasvihuonekaasujen päästöjä (CO<sub>2</sub>-ekv): hiilidioksidi 58,6 milj.t, metaani 3 milj.t, typpioksiduuli 5,4 milj.t, CFC-yhdisteiden käyttö 9 milj.t sekä välilliset kasvihuonekaasujen päästöt 4,5 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. Energiasektorilta peräisin olevia päästöjä oli hiilidioksidipäästöistä 54,5 milj. t, typpioksiduuli- ja metaanipäästöistä 2,5 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv ja välillisten kasvihuonekaasujen päästöjä 4 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv.

Energiantuotannon ja -käytön päästöjen kasvu on 1980-luvulla ollut hidasta. Tähän on pääasiallisena syynä ollut ydinvoiman käyttöönotto ja suuri sähköntuonti. Jos vuoden 1990 sähkön tuontia vastaava sähkömäärä olisi tuotettu Suomessa esimerkiksi hiililauhdevoimalla, olisi siitä aiheutunut noin 10 milj.t hiilidioksidipäästöjä.

### Hiilen sitoutuminen metsiin ja soihin

Hiilidioksidia sitoutuu ilmakehästä kasveihin ja muuhun biosfääriin. Tehokkaasti hiiltä varastoituu Suomessa metsiin ja turpeena soihin. Metsiin sitoutuu hiilidioksidia niin kauan, kuin metsät ovat kasvuvaiheessaan. Kasvuvaiheen loputtua hiili säilyy metsien puustossa, juuristossa, humuskerroksessa sekä maaperässä useiden kymmenien vuosien ajan. Luonnontilaisessa ja kestävässä metsätalouden periaatteiden mukaan hoidetussa metsässä on hiilen kierto pitkällä aikavälillä tasapainossa.

Puuston tilavuus on Suomessa 1960-luvulta lähtien kasvanut. Hakkuu- ja metsätalosten mukaan hiilen vuotuinen nettokertymä metsiin Suomessa 1980-luvun loppupuoliskolla vastaa noin 27 milj.t hiilidioksidia.

Suomen luonnontilaisiin soihin varastoituu vuosittain noin 1-3 milj.t hiiltä, joka vastaa 4-10 milj.t hiilidioksidia. Turpeen polttoainekäytön hiilidioksidipäästöt ovat noin 5 milj.t.

### Päästökehitys

Päästöjen kehitys tulevaisuudessa riippuu siitä kuinka energiankysyntä muuttuu ja kuinka nopeasti energiantuotannossa voidaan siirtyä käyttämään niukkapäästöisiä tai päästöttömiä energialähteitä. Öljyn hiilidioksidin ominaispäästö on noin 80 % kivihiilen ominaispäästöstä ja maakaasun noin 60 %. Ydin- ja vesivoimasta samoin kuin tuuli- ja aurinkoenergiasta ei aiheudu hiilidioksidipäästöjä.

Energiantuotantokoneiston päästöjä voidaan vähentää rakentamalla uusi ja korvaamalla vanhaa käytöstä poistuvaa kapasiteettia niukkapäästöisillä tai päästöttömillä vaihtoehdoilla. Tuotantokapasiteetti uudistuu kuitenkin niin hitaasti, että hiilidioksidipäästöt vuonna 2000 edelleen pääosin aiheutuvat nykyisestä ja jo rakenteilla olevasta tuotantokapasiteetista. Vuoden 2000 energiantuotantokapasiteetin tarpeeseen ja päästöihin vaikuttaa myös sähkön tuonnin osuus, jonka päästöt eivät sisälly Suomen päästölukuihin vuonna 1990.

Kauppa- ja teollisuusministeriö on arvioinut hiilidioksidipäästöjen kehitystä vuoteen 2010 mennessä, jos harjoitetussa energiapolitiikassa ei tapahdu päästöjen rajoittamiseen tähtäviä muutoksia, sähköntuonti päättyy vuonna 2000 ja erillisen sähköntuotannon lisäys tulevaisuudessa perustuu kivihiileen. Kansantalouden kasvuksi 90-luvulla on oletettu keskimäärin 2,5 % vuodessa. Vertailuskenaarioon mukaisesti energian tuotannon ja kulutuksen hiilidioksidipäästöt olisivat vuonna 2000 noin 78 milj.t ja vuonna 2010 noin 91 milj.t hiilidioksidia.

### Hiilen sitoutumisen kehitysnäkymät

Suomen metsiä on viimeiset vuosikymmenet hoidettu kestävässä metsätalouden periaatteella, jolloin hakkuut eivät ole ylittäneet metsien kasvua. Metsänhoidolla on tavoiteltu jatkuvaa ja mahdollisimman suurta kasvua ja puuntuotantoa. Toiminnan tuloksena metsien puuvarat ovat kasvaneet 1950-luvun runsaasta 1500 milj. m<sup>3</sup>:stä lähes 1900 milj. m<sup>3</sup>:iin vuonna 1990 samaan aikaan kun metsäteollisuuden tuotanto on kasvanut. Mikäli hak-

kuut Suomessa säilyvät suunnilleen 1980-luvun loppupuolen tasolla lisääntyvät puuvarat vuoteen 2030 mennessä lähes kaksinkertaisiksi. Tämä vastaa yli 2000 milj. ilmakehästä sidottua hiilidioksidia eli noin 50 milj. t vuotuista hiilidioksidin nettositoutumista. Tämänkaltaisen kehityksen vaarana on metsien liiallinen tihtyminen, ikääntyminen ja pidemmällä tähtäyksellä puuntuotannon rappeutuminen, jolloin metsät muuttavat hiilen sitojista sen lähteeksi.

### Energian tuotannon ja kulutuksen hiilidioksidipäästöjen vähentäminen

Energiankulutuksen hillitseminen on tärkeä keino vähentää hiilidioksidipäästöjä. Energian ominaiskulutus eli energiatehokkuus paranee, kun vanhaa laitekantaa korvataan uudella, ominaiskulutukseltaan pienemmällä laitekannalla. Energiatehokkuutta voidaan edistää nopeuttamalla laitteiden uudistumista sekä muuttamalla kulutustapoja. Yhdyskuntien, liikenteen ja kulutuksen rakenteelliset muutokset sekä tuotantoprosessien muutokset vaikuttavat energiankulutukseen pitkällä aikavälillä.

Toinen tärkeä keino vähentää hiilidioksidipäästöjä on energiantuotantotapojen ja polttoaineiden valinta. Suomessa sähkön ja kaukolämmön nykyinen tuotantokoneisto synnyttää noin 40 prosenttia energian tuotannon ja käytön kokonaispäästöistä. Suomalaisella ominaisella sähkön ja lämmön yhteistuotannon korkealla asteella. Kun sähkön osuus energiankulutuksesta kasvaa ja lämmön tarve on rajallinen, joudutaan lisääntyvästi turvautumaan hyötysuhteeltaan alhaisempaan sähkön erillistuotantoon. Sähkön erillistuotantoa koskevat ratkaisut ovat siten keskeisiä päästöjen tulevan kehityksen kannalta.

Toimikunnan mietinnössä on tarkasteltu niitä teknisiä mahdollisuuksia, joilla Suomen hiilidioksidipäästöjä voitaisiin rajoittaa. Kulutussektorilla on esitetty erikseen hallituksen jo hyväksymän energiansäästöohjelman ja sen kiristämisen vaikutukset. Energiatuotannon osalta on tarkasteltu viittä merkittävintä mahdollisuutta rajoittaa hiilidioksidipäästöjä.

### Perusvoimaa maakaasulla...ydinvoimalla/tuontisähköllä

KTM:n keväällä 1993 julkaiseman perusvoimaselvityksen mukaan vuonna 2000 tarvitaan noin 800 MW uutta ns. perusvoimakapasiteettia.

Nykyisillä polttoaineiden hintasuhteilla ydinvoima on taloudellisesti kilpailukykyinen energiamuoto. Verrattuna kivihii-  
lellä tapahtuvaan lauhdevoiman tuotan-  
toon 1000 MW:n ydinvoimalaitos vähen-  
tää hiilidioksidipäästöjä noin kuudella  
miljoonalla tonnilla.

Maakaasun laajan lisäkäytön edellytyksenä on toisen hankintalähteen saaminen. Merkittävä osa maailman kaasuvaroista sijaitsee Suomen lähialueilla Jäämerellä ja Pohjanmerellä. Suurimpana käytön lisäyksen esteenä on kulutuksen vähäisyys verrattuna toisen runkoputken rakentamisen vaatimiin suuriin investointeihin.

Suomi toi vuonna 1992 noin 13 prosenttia kuluttamastaan sähköstä. Tämän sähkömäärän tuottamisesta syntyneitä päästöjä ei huomioida maamme päästötilastoissa. Sähköntuotantia koskevat sopimukset päättyivät vuoteen 2000 mennessä. Mikäli tuontia jatkettaisiin tämän jälkeen, kirjautuisivat tämän sähkön tuottamisesta syntyneet päästöt nykyisen kansainvälisen käytännön mukaisesti viejamaan kokonaispäästöihin ja vastuu niiden vähentämisestä jäisi viejamaalle.

#### *Maakaasu vastapainelaitoksissa*

Maakaasua käytetään jo nyt yhdistettyyn sähkön- ja lämmöntuotantoon. Kaasun tuntuva lisäkäyttö yhdyskuntien ja teollisuuden energiahuollossa edellyttää, että nykyistä kaasuverkkoa laajennetaan. Laajennuskustannukset Länsi-Suomen verkoston osalta olisivat arviolta 2 mrd.mk.

#### *Bioenergia ja turve*

Bioenergian ja turpeen nykyinen noin 5,5 Mtoe:n vuotuista käyttöä olisi nykyisten polttoainehintojen vallitessa mahdollista nostaa noin 0,5 Mtoe:lla lähinnä metsäteollisuuden jättepolttoaineilla, turpeella ja jonkin verran puun pienkäytöllä. Tuntu-  
vamman bioenergian käytön lisäys edellyttää uuden korkeamman rakennusasteen voimalaitostekniikan kaupallistumista. Tämän arvioidaan ajoittuvan 1990-luvun lopulle. Tuolloin puun ja turpeen lisäkäyttömäärä nykyisillä energian hinnoilla voisi olla 1—1,5 Mtoe, josta puun osuus on noin 0,5 Mtoe.

VTT:n selvityksessä bioenergian käyttöpotentiaalista on bioenergian hiilidioksidipäästöjä vähentäväksi vaikutukseksi arvioitu 4 milj.t CO<sub>2</sub> vuonna 2000 ja 9 milj.t CO<sub>2</sub> vuonna 2010. Tämä edellyttää

metsäteollisuuden lisäinvestointeja Suomeen. Kun huomioidaan vertailutasoon sisältyvä bioenergian lisäkäyttö, jää energiastrategiaa voimakkaampien bioenergian edistämistoimien päästöjä vähentäväksi potentiaaliksi 2 milj.t CO<sub>2</sub> vuonna 2000 ja 6 milj.t CO<sub>2</sub> vuonna 2010.

Näissä laskelmissa polttoturpeen päästöt on laskettu fossiilisten polttoaineiden tapaan polton päästönä, eikä niissä ole huomioitu turvetuotantoalueiden jälkihoidon avulla saavutettavaa turpeen kasvun mahdollista kiihtymistä, mikä pitkällä aikavälillä (satojen/tuhansien vuosien aikana) sitoo poltossa vapautuneen hiilen.

#### *Tuuli- ja aurinkoenergia*

Suomen rannikko- ja saaristoalueiden tuulienergiapotentiaali on yhteensä noin 8 TWh/vuosi ja tunturialueiden jopa 13-16 TWh/vuosi. Keskeinen ongelma ovat korkeat tuotantokustannukset; esimerkiksi rannikko- ja saaristoseutujen potentiaalista vain 3 TWh olisi tuotettavissa alle 50 p/kWh kustannuksin, investointikustannuksiksi on arvioitu 6000-7000 mk/kWh. Sähkön nykykulutuksesta tämä vastaisi noin 5 prosenttia. Tuulienergian käyttöä hankaloittaa myös sen tuotannon satunnainen vaihtelu. Tuuli voiman edistämishohjelman tavoitteena on, että vuoteen 2005 mennessä Suomeen rakennettaisiin 100 MW tuuli voima, minkä CO<sub>2</sub>-päästöjä alentava vaikutus olisi vähäinen.

Aurinkoenergian tuotanto painottuu lähes täysin kevääseen ja kesään. Tästä syystä sen kannattavuutta rasittavat suuret varastointikulut, jotka osaltaan ovat nostamassa aurinkoenergian kustannuksia moninkertaisiksi perinteisiin energialähteisiin nähden. Aurinkoenergian hyödynnettävyys rajoittuu lähinnä lämmöntuotantoon.

#### *Vesivoima*

Suojelupäätöksiä purkamatta ja rajajokia valjastamatta voitaisiin vesivoiman tuotantokapasiteettia lisätä noin 600 MW. Tästä puolet olisi Vuotoksen altaasta ja siihen liittyvistä Kemijoen lisäkoneistoista saatavaa tehoa, mikä on katsottu taloudellisesti kannattavaksi.

#### **CO<sub>2</sub>-päästöjen vakiinnuttamisen kokonaiskustannukset**

Hiilidioksidipäästöjen vakiinnuttaminen vuoden 1990 määrään vuoteen 2000 men-

nessä, edellä esitettyjä keinoja optimaalisesti yhdistellen, aiheuttaisi VTT:n laskelmien mukaan 7—34 mrd.mk kumulatiiviset lisäkustannukset välillä 1990-2020 riippuen käytettävissä olevista vaihtoehdoista. Pienimmät lisäkustannukset syntyisivät, jos lisäydinenergiaa rakennettaisiin ja sähkön tuonti jatkuisi. Suurimmat kustannukset syntyvät, jos tavoitteena on mahdollisimman suuri energiaomavaraisuus eikä lisäydinenergiaa rakenneta.

Teknisen rajoitteen tavoitteen saavuttamiselle asettaa maakaasuverkoston laajentamisen vaatima rakennusaika, lisäydinenergian poissulkeminen sekä niiden keinojen puuttuminen, joilla energiantuotantoa ja -kulutusta voidaan tiukasti ohjata haluttuun lopputulokseen.

Päästöjen vakiinnuttaminen vuoteen 2010 mennessä vuoden 2000 sijasta pienentäisi kumulatiivisia lisäkustannuksia noin puoleen, eli 2,5—18 miljardiin markkaan riippuen käytettävistä vaihtoehdoista. Pienimmät lisäkustannukset syntyvät edelleen rakentamalla lisäydinvoimaa ja jatkamalla sähkön tuontia. Hiilidioksiditavoitteen saavuttamisen vuotuinen lisäkustannus noin vuonna 2010 olisi 0,4—3,3 mrd.mk.

#### **Kasvihuonekaasujen päästöjen muu vähentäminen**

Muiden kuin energiantuotannon- ja käytön hiilidioksidipäästöjen sekä metaanin ja typpioksiduulin päästöjen määrät olivat vuonna 1990 arviolta 13...24 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. Näiden päästöjen rajoittamiskeinoina toimikunnan mietinnössä tarkasteltiin seuraavia:

- suopeltojen metsitys tai soistaminen
- ojitusalojen palauttaminen luonnontilaan
- jälkihoitotoimet (esim. soistaminen) turvetuotantoalueilla
- metaanipäästöjen vähentäminen
- typpioksiduulipäästöjen vähentäminen.

Vuotuisten päästöjen vähentäjänä näiden toimien tehokkuus vaihtelee vuonna 2010 välillä 0,5...5 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. ja niiden kokonaisvaikutuksena näistä lähteistä peräisin olevien kasvihuonekaasupäästöjen vuotuisen määrän on arvioitu alenevan vuoteen 2010 mennessä tasolle 10...15 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv.

#### **Johtopäätökset**

Kansantalouden kasvu lisää Suomessa energiankulutusta 1990-luvulla hallituksen

säästöohjelmasta huolimatta, sillä valtaosa nyt käytössä ja rakenteilla olevista tuotantolaitoksista ja prosesseista, rakennuksista, ajoneuvoista, koneista ja laitteista on edelleen käytössä vuonna 2000. Niiden uudistumisnopeus ei ole riittävä, jotta ominaiskulutuksen pieneneminen riittäisi kumoamaan toiminnan lisääntymisen vaikutukset energiankulutukseen.

Energiansäästöohjelman vaikutusta suuremmat säästöt voitaisiin periaatteessa saada aikaan käyttämällä tiukempia ohjauskeinoja. Voimakkaiden ohjauskeinojen käyttöä ei toistaiseksi ole pidetty hyväksyttävänä. Ellei energiansäästöohjelma johda toivottuihin tuloksiin eikä tavoitteista haluta tinkiä, olisi kuitenkin ryhdyttävä selvittämään tiukempien ohjauskeinojen hyväksyttävyyttä ja toteuttamismahdollisuuksia.

Hiilidioksidipäästöistä vuonna 2000 edelleen suurin osa syntyy nyt käytössä tai rakenteilla olevista laitoksista. Ydinvoiman lisärakentaminen ja vesivoiman merkittävä lisääminen ei ole tehtyjen päätösten perusteella ainakaan toistaiseksi mahdollista. Mittavaa sähköntuotantaa jouduttaneen korvaamaan kotimaisella sähköntuotannolla. Käytännössä ei näytä mahdolliselta rakentaa uutta ja korvata käytöstä poistuvaa energiantuotantokapasiteettia niin niukkapäästöisenä, että se riittäisi vuoteen 2000 mennessä vakiinnuttamaan energiantuotannon ja -kulutuksen päästöt vuoden 1990 määrään.

Suomessa on kuitenkin pidemmällä aikavälillä käytettävissä monia keinoja, joilla on mahdollista merkittävästi rajoittaa kasvihuonekaasujen päästöjä.

Energiantuotannon ja -käytön hiilidioksidipäästöt ovat noin 80 prosenttia Suomen kokonaispäästöistä. Niiden vähentäminen on olennaista. Päästöjen vakiinnuttaminen vuoden 1990 määrään on haluttaessa mahdollista seuraavien 20 vuoden aikana. Se edellyttää energiatehokkuuden määrätietoista parantamista sekä energiankulutusta vähentäviä muutoksia liikenteessä, yhdyskuntien ja kulutuksen rakenteessa, rakennusasteen nostoa yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa, maakaasun riittävää saatavuutta (toinen hankintalähde) ja hiilidioksidittomien energiamuotojen laajaa käyttöä energiantuotannossa.

Ydinvoima on koeteltua ja hinnoitellaan kilpailukykyistä tekniikkaa, joka on teho-

kas keino vähentää erillisen sähköntuotannon päästöjä. Eduskunnan tehtyä kielteisen päätöksen viidennestä ydinvoimalaitoksesta ei ydinvoimaa lähivuosien aikana rakenneta Suomeen. Ydinvoiman käyttömahdollisuudet myöhemmin tulevaisuudessa riippuvat sen yleisestä hyväksyttävyydestä.

Sähkön tuonnin jatkaminen pienentäisi perusvoimakapasiteetin rakentamistarvetta, mutta siihen liittyy monia ongelmia. Maailmanlaajuisiin päästöihin tuonnin jatkamisella olisi vähentävää vaikutusta vain, jos sähkö pystytään viejämäassa tuottamaan pienemmin päästöin kuin ostajamaassa.

On mahdollista, että turvemaiden käsitteilyllä on aiheutettu merkittäviä hiilidioksidipäästöjä ilmakehään. Näiden päästöjen vähentäminen voi osoittautua tärkeäksi keinoksi vähentää hiilidioksidin kokonaispäästöjä. Päästöjen ja niiden syntyä johtavien tekijöiden parempi tunteminen on kuitenkin välttämätöntä, jotta toimenpiteiden vaikutukset päästöihin voidaan tarkemmin arvioida.

Muiden kasvihuonekaasujen päästöjen vähentäminen edesauttaa kasvihuoneilmiön torjumisessa. Niin kutsuttujen CFC-yhdisteiden käytön lopettaminen on merkittävin yksittäinen päästövähennyskeino. Typpioksiduulin päästöjen kasvun estämiseksi on erityisesti pyrittävä kehittämään ja ottamaan käyttöön nykyistä parempia autojen pakokaasujen puhdistusmenetelmiä sekä polttotekniikkaa. Välikäsitteellisesti ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuutta lisäävien typenoksidien, hiilimonoksidin ja haihtuvien hiilivetyjen päästöjen vähentäminen voi osoittautua arvioitua tärkeämmäksi. Autojen pakokaasujen puhdistusmenetelmät vähentävät näitä päästöjä.

Päästöjen vähentämisen lisäksi ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuuksia voidaan rajoittaa huolehtimalla metsien ja muiden luonnossa olevien hiilivarastojen säilymisestä ja kasvamisesta. Metsien puuston lisääntyminen ei poista tarvetta rajoittaa päästöjä, mutta se pienentää päästöjen vaikutusta ilmakehän hiilidioksidipitoisuuteen. Tämä on tärkeää erityisesti seuraavien vuosikymmenien aikana, jolloin muut päästövähennystoimet eivät vielä vaikuta täysitehoisesti.

## Toimikunnan ehdotukset

Toimikunta esitti kaikkiaan 17 ehdotusta koskien kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämisestä, hiilen varastojen ja nieluun lisäämisestä sekä ilmastopimuksen kansainvälisestä yhteistoteutuksesta.

Toimikunnan ehdotukset ovat luonteeltaan toimien suuntaa, ei niinkään niiden voimakkuutta kuvaavia. Ehdotusten samanaikainen, nopea ja tehokkaaseen vaikutukseen pyrkivä toteuttaminen ei ole tällä hetkellä taloudellisesti tai yhteiskunnallisesti mahdollista. Niiden soveltaminen on kuitenkin mahdollista monien eri yhteiskunnan tahojen päätöksillä asteittain ja pala palalta. Taloudellisten ja yhteiskunnallisten mahdollisuuksien parantuessa ja tekniikan tuodessa uusia vaihtoehtoja voidaan toimien vaikuttavuutta lisätä.

Tavoitteen saavuttaminen on Suomelle vaikea tehtävä sen johdosta, että energiarakenteemme tähänastinen kehitys on ollut poikkeuksellisen suotuisaa kyseessä olevien päästöjen kannalta. Suomessa on jo laajasti käytössä useat sellaiset hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen liittyvät keinot, joita muissa maissa voidaan tulevaisuudessa käyttää voimallisesti päästöjen vähentämiseen. Parhaimmillaan sähköstämme tuotettiin 2/3 päästöttömällä vesi- ja ydinvoimalla. Sähkön ja lämmön yhteistuotanto Suomessa on suhteellisesti suurempaa kuin missään muussa maassa. Niinikään biomassan käyttöaste, noin 15 prosenttia energiataasestamme, on teollisuusmaiden korkein.

Metsävarojen kasvu tulee pienentämään päästöjemme vaikutusta ilmakehään. Tämä antaa joustavuutta ilmastopoliittikamme toteuttamiselle. Ilmastopoliittikka vaatii pitkäjänteistä ympäristö-, liikenne- ja energiapolitiikan ohjausta. Tarkoituksenmukaisesti toteutettuna ohjaus on myös mahdollista. Näin toimien tavoite pystytään saavuttamaan ja ilmastopimuksen velvoitteisiin pystytään vastaamaan.

Tämä yhteenvedo on toimituksen laatima perustuen mietinnön täydellisempään yhteenveetoon ja lehdistötiedotteeseen. Mietintö kokonaisuudessaan on julkaistu Komiteamietintönä 1994:2 ja jakelusta huolehtii Ympäristöministeriö ja Painatuskeskus Oy

# SUOMI JA KESTÄVÄ KEHITYS — TULEMMEKO TOIMEEN ILMAN YDINVOIMAA?



*Maailman väkiluku kasvaa nykyisestä lähes 6 miljardista 8 miljardiin vuoteen 2020 mennessä. Enenergiankulutus kasvaa vähintään puolella nykyisestä vuoteen 2020 mennessä. Lähes 85 prosenttia tästä kasvusta tapahtuu kehitysmaissa, jotka kohtaavat myös 90 prosenttia väestönkasvusta.*

biomassasta. Vesivoiman osuus oli noin 30%. Nykyaikainen biomassan käyttö vastasi noin 8%:sta. Aurinko, tuuli, geotermiinen, pienvesivoima sekä valtameri- ja vuorovesienergia edustivat 2% kokonaistuotannosta. Nämä "uudet" uusiutuvat energialähteet voivat suotuisissa oloissa kasvattaa osuuttaan 6%:iin. Vastaavat määrät Gtoe:ina ilmenevät oheisesta taulukosta.

## RION SITOUKSET

Rion ympäristön ja kehityksen konferenssissa (UNCED) kesäkuussa 1992 allekirjoitettiin mm. YK:n Ilmastopöytäkirja sekä 21. vuosisadan toimintaohjelma, Agenda 21. Ilmastopöytäkirja tulee voimaan kuluvan vuoden maaliskuun alkuun, kun vaadittavat 50 ratifiointia on saatu voimaan. Ilmastopöytäkirjassa edellytetään jossain määrin pyöreän sanakäntein, että hiilidioksidipäästöt tasataan vuoden 1990 tasolle vuosituhannen vaihteeseen mennessä. Kuvaavaa maailman trendeille kuitenkin on, että helmikuussa Genevessä pidetyssä Ilmastopöytäkirjan hallitusten välisessä neuvotteluelimessä (INC) vaadittiin yleisesti sitoumusten täsmentämistä ja ankaroitamista valmisteltavaksi sopimuksen osapuolten ensimmäiseen kongressiin (COP I) Berliinissä maaliskuun alkuun 1995. Päästöjen tasoittamista vuoteen 2000 mennessä edellytetään selväsanaisiksi sitoumuksiksi sekä päästöjen vähentämistä vuoden 2000 jälkeen.

Ilmastopöytäkirja ei kerro, miten tavoitettiin ja sitoumuksiin päästään. Agenda 21:n luvussa 9, Ilmakehän suojeleminen, puolestaan korostetaan energian säästöä sekä siirtymistä ympäristön kannalta kestävään energiajärjestelmään, joka suuresti pohjautuisi "uusien" ja uusiutuvien luonnonvarojen käyttöön. Agenda 21:n mukaan nämä uudet ja uusiutuvat energialähteet kuitenkin viittaavat ihmiskunnan traditionaalisimpiin energiamuotoihin: aurinkoon, tuuleen, vesivoimaan, biomassaan, geotermiseen energiaan, valtamerienergiaan sekä eläin- ja ihmisvoimaan. Kuten edellä todettiin, näiden osuus voi kuitenkin seuraavien 30 vuoden aikana korkeintaan kolminkertaistua 2%:n osuudesta 6%:iin energiantuotannosta. Tuttuudesta ja tunnettuisuudesta johtuu myös, ettei näiltä energialähteiltä voi odottaa ihmeitä tulevaisuudessa, vaikka niiden tutkimiseen panostettaisiin huomattavastikin varoja ja resursseja.

Ilmastopöytäkirjan soveltamisessa INC keskustelee maakohtaisista mahdollisuuksista selviytyä sopimuksen sitoumuksista menettelytapojen puolella nieluun avulla sekä siitä, voidaanko hyväksyä ns. yhteistoimeenpano (Joint Implementation), jossa useimmat maat yhdessä voisivat päästä päästöjen tasoittamistavoitteeseen. Suomen kannalta metsän kasvatuksen nielu on ensiarvoisen tärkeä. Samoin se tavoite, että Suomi voisi esim. Venäjän ja Viron kanssa päästä yhteistoimeenpanoon, niin että Suomen panostukset päästöjen vähentämiseen näissä maissa luettaisiin osaltaan myös Suomen hyväksi.

WEC:n edellä mainittuun raporttiin sisältyy pessimisten kuva maailman mahdollisuuksista vastata nykypolitiikalla Rion haasteisiin. Tähän ei yksinkertaisesti ole minkäänlaisia realistisia mahdollisuuksia. Tarvittaisiin varsin täydellistä politiikan ja käyttäytymistottumusten muuttamista, massiivista energian säästöä ja tehokkaampaa käyttöä sekä valtavaa teknologian siirtoa ja rahallista tukea kehitysmailla, jotta nämä voisivat selvitä edellytetyllä tavalla.

Jotkut voivat tietysti suoralta kädeltä sanoa, ettei WEC:n edellä mainittu talouskasvu eikä energiakuva toteudu. Paneamalla päänsä siihen ei kuitenkaan tulevista ongelmista selvitä.

## KANSAINVÄLISEN KAUPPAKAMARIN ICC ENERGIAKOMISSIO

ICC:n Energiakomissiossa on selvitetty aikajäniteitä energiajärjestelmästä toiseen siirtymisessä.

Me emme voi odottaa nopeaa siirtymistä energiajärjestelmästä toiseen. Aikajänite on mieluummin 50-100 vuotta kuin vuosikymmen tai kaksi. Siirtyminen yhteiskuntaan, joka pohjautuisi oleellisesti uusiutuviin energiavaroihin, vaatii huomattavan pitkän ajan, jos onnistuu sittenkään. Teknillinen evoluutioprosessi on tärkeä pitkistä aikajäniteistä johtuen. Oikoteitä ei löydy.

Mikään yksittäinen energialähde ei pysty huolehtimaan energiantarpeestamme maailmanlaajuisesti. Tarvitsemme kaikkia energialähteitä - öljyä, maakaasua, hiiltä, ydinenergiaa sekä tietysti osaltaan uusiutuvia lähteitä. Energian tehokkaampi käyttö on välttämättömyys.

Edellä esitetyt ovat hälyttäviä lukuja Maailman Energianeuvoston WEC:n tuoreesta selvityksestä Energy For Tomorrow's World, jossa on tarkasteltu energiatulevaisuutta vuosina 1990-2020.

WEC:n mukaan fossiiliset polttoaineet jatkavat johtavaa roolia maailman energialähteinä. Niiden osuus nousee lähes kolmanneksella seuraavien 30 vuoden kuluessa. Etenkin maakaasun, mutta myös kivihiihen ja öljyn käyttö kasvaa taasisesti. Tästä syystä odotetaan oleellisia hinnannousuja jo ennen vuotta 2020.

WEC edellyttää ydinenergialta lähes kaksinkertaistuvaa roolia kyseisellä tarkastelujaksolla. Ellei tämä toteudu esimerkiksi hyväksyttävyyssyistä, ainoa vaihtoehto on kasvava kivihiihen käyttö.

Uusiutuvat energialähteet, jotka tällä hetkellä vastaavat n. 18% maailman primäärienergian tuotannosta, eivät pysty oleellisesti nostamaan osuuttaan vuoteen 2020 mennessä. Vuonna 1990 noin 60% uusiutuvasta energiasta tuli traditionaalisesta

Tarvitsemme hallitusten sekä teollisuuden ja muun talouselämän saumatonta yhteistyötä evoluutioprosessin tasaiseen läpiviemiseen. Teollisuuden ja yhtiöiden voimavarat eivät tähän riitä. Ajateltakoon esim. fuusioenergian vaatimia valtavia henkisiä ja aineellisia panostuksia.

## MAAILMANLAAJUISET JOHTOPÄÄTÖKSET

Johtopäätökset edellä olevasta maailmankuvasta ovat seuraavat:

- Maailman väkiluku jatkaa voimakasta kasvuaan.
- Kaikki maat tavoittelevat taloudellista kasvua.
- Maailmanlaajuinen energiankulutus kasvaa puolella vuoteen 2020 mennessä.
- Samoin kasvavat hiilidioksidipäästöt ilmakehään.
- Kaikkia nykyisin käytössä olevia energiavaroja tarvitaan maailman kehityksessä.
- Aikajänteet uusiin energiajärjestelmiin siirtymisessä ovat hyvin pitkät. Ne tarvitsevat tasaisen teknologisen evoluutioprosessin kehittyäkseen.
- Ne tarvitsevat myös hallitusten, teollisuuden ja muun talouselämän saumatoman yhteistyön ja panostuksen onnistuakseen.

Tämä kaikki meidän on otettava huomioon, kun Ilmastositopimusta ratifioidaan.

## YMPÄRISTÖJÄRJESTÖT

Ympäristöjärjestöt ja vihreä liike vaativat yleisesti energian kulutuksen voimakasta leikkaamista. Tähän kuuluu energian tehokkaampi käyttö ja säästö. Suhtautuminen ydinenergiaan ja fossiilisiin polttoaineisiin on lievästi sanoen torjuva. Poikkeuksen tekee maakaasu, kunhan sillä korvataan "likaisempia" polttoaineita. Vaaditaan myös siistimpää teknologiaa.

Vaatimusten perusta on osaltaan oikea. Keinot ja aikajänteet eivät kuitenkaan ole realistisia.

Tosiasiaa ympäristöjärjestöjen ja vihreiden vaatimukset tarkoittavat talouskasvun leikkaamista teollisuusmaissa. Johdonmukainen seuraus on myös, ettei kehitysmaiden taloudellista kehitystä, sellaisena kuin me sen ymmärrämme tai kehitysmaiden päätöksentekijät sitä vaativat, voida sallia.

	1990	2020
Coal	2.3	3.0
Oil	2.8	3.8
Natural Gas	1.7	3.0
Nuclear	0.4	0.8
Large Hydro	0.5	0.9
"Traditional"	0.9	1.3
"New" Renewables	0.2	0.6
Total	8.8	13.4

Energy Mix Annual Global Fuel Use (Gtoe)

Source WEC, Energy for Tomorrow's World

Talouselämässä vallitsee kuitenkin paha pelko, että kutistuvat kansantaloudet pystyisivät hoitamaan ympäristökysymykset huonosti. Entisen Neuvostoliiton ja muiden SEVin jäsenmaiden esimerkki on tästä kyllin selvä osoitus. Köyhtynyt kansantalous ei pysty myöskään auttamaan kehitysmaita edellytetyllä tavalla: hyvä esimerkki tästä on vieläkin vauras oma Suomemme, joka talouslamassa on joutunut leikkaamaan oleellisesti kehitysapuaan.

## MITEN SUOMESSA?

Normaalivuonna Suomelta vaaditaan 2,5% vuotuista talouskasvua. Tämä merkitsee 5%:n vuotuisia teollistuotannon sekä 7%:n viennin kasvua. Lähivuosina talouskasvun tulisi kuitenkin olla oleellisesti suurempaa, kun maksamme lamaan aikana otettuja velkoja ja korjaamme yhteiskuntaamme jälleen kuntoon.

Vuonna 1993, kun lama oli vielä syvä, kun vientiteollisuus veti mutta kotimarkkinat olivat alamaissa, sähkönkulutus kasvoi noin 4%:ia. Kuluvalle vuodelle odotetaan lähes yhtä suurta sähkönkulutuksen kasvua. Kuluvana kylmänä talvikautena sähköntuotantokapasiteettimme, tuonti mukaanluettuna, on ollut kovilla. Vain ns. varavoima on ollut reservissä. Tämä luo näkymää tulevaisuuteen.

WEC:n arviot perustuvat talouskasvuun, joka olisi 3,3% vuodessa, jakautuen 4,6% kasvuun kehitysmaissa ja 2,4% kasvuun muissa maissa: nämä ovat samalla sellaisia lukuja, joita maailmassa yleisesti tavoitellaan.

Istuvan hallituksen ohjelmassa on edellytetty teollisia investointeja kotimaahan. On myös todettu, ettei energia- eikä sähköhuolto saa olla investointien esteenä.

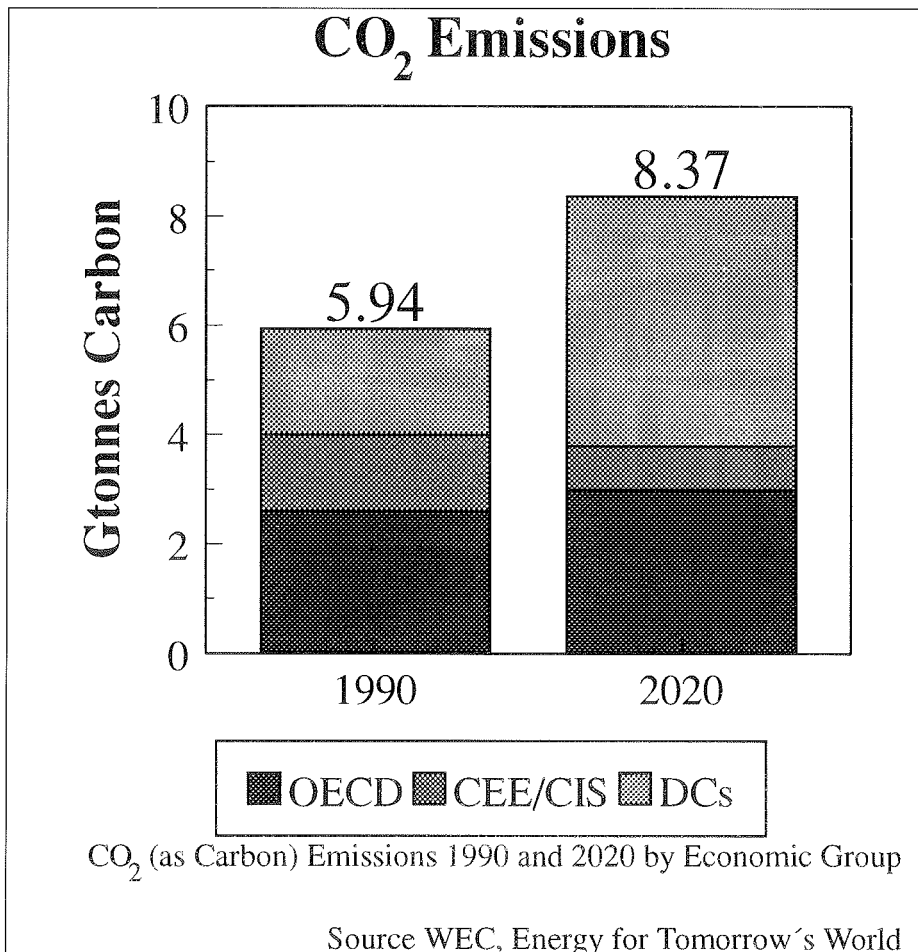
Mitä sitten on tapahtunut? Investoinnit ovat lamassa. Käytämme vientiteollisuuden tuotantokapasiteettia ja pidämme silmä horjuvaa taloutta pystyssä. On varmasti ennen aikaista julistaa lama päättyneeksi, kuten pääministerimme on tehnyt. Ilmeisesti laman syveneminen on kuitenkin onneksi päätynyt.

Teollisuuden kotimaisia investointeja pidättelee huonon taloudellisen tilanteen ja velkojen maksun ohella se, ettei sähköhuollon kaava VRTT + Y (Varmuus, Riittävyys, Taloudellisuus, Teknillinen taso, Turvallisuus ja Ympäristöhuollon vaatimukset) ole toteutumassa. Päin vastoin. 90-luvun lopun, vuoden 2000 ja sen jälkeisen ajan sähköhuollon perusratkaisut ovat pimennossa.

## YDINVOIMAPÄÄTÖS

Eduskunta kumosi syyskuussa 1993 valtioneuvoston myönteisen periaatepäätöksen Loviisan tai Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentamisesta uudella yksiköllä.

Eduskunnan enemmistön kanta oli, että teollisuuden ja kotitalouksien energian-



*Esitetty energianäkymä tarkoittaa, että hiilidioksidipäästöt kasvaisivat vuoteen 2020 lähes puolella 6 gigatonnista lähes 8,5 gigatonniin.*

\* antaa rahoitustukea energian käyttöä tehostaviin toimiin

\* tukee bioenergian käytön lisäämistä

\* rahoittaa teknologian kehitystä uusien ratkaisujen saamiseksi kaupalliseen käyttöön ja vientimarkkinoille

\* lisää kilpailua energiamarkkinoilla ja vähentää markkinoiden toimivuutta haittaavaa sääntelyä

\* kiirehtii neuvotteluja yhteispohjoimaisen kaasuverkon rakentamiseksi

\* kiristää päästönormeja ja tehostaa ydinjätevalvontaa

Selonteossa todetaan ongelmat ja tarve. Sähköhuollon ratkaisuja siitä ei kuitenkaan löydy. Yhteenvedo on paljon puhuva.

tarve on tyydytettävä niin, että energiantuotanto sopeutuu luonnontalouden (ekologian) asettamiin vaatimuksiin. Luonnontaloudellisesti kestävä energiastrategia voidaan eduskunnan mukaan rakentaa energian säästön ja käytön tehostamiseen, uusiutuvan ja kotimaisen energiantuotannon sekä näitä tukevan energiatutkimuksen ja -verotuksen varaan. Lisäksi edellytettiin, että jatketaan Norjan ja Barentsin meren maakaasuvaihtoehtojen selvitystyötä maakaasun osuuden kasvattamiseksi Suomen energiahuollossa. Puun käyttöä energiantuotannossa korostettiin. Ydinvoimasta todettiin, että se jäänee joka tapauksessa väliaikaisratkaisuksi ja sitä seurannevat uudenaikaiset auringon säteilyyn perustuvat tekniikat.

Lähes 200 sivua pitkä ja perusteellinen periaatepäätös kumottiin yhden sivun mittaisilla perusteluilla. Niistä tulee kuitenkin esiin linja, joka eduskunnan arvovallalla esitettyä koskettaa koko yhteiskuntaa ja talouselämää. Johdonmukaisuudella luettuna eduskunnan kumoamis päätös edustaa kantaa, jonka mukaan Suomessa on suhtauduttava erittäin kriittisesti talouskasvuun yleensä sekä muutet-

tava kulutustottumukset niin teollisuudessa kuin kotitalouksissakin. On päästävää matalaenergian teollisuuteen nykyisen energiantensiivisen metsäteollisuuden, metalliteollisuuden ja kemianteollisuuden sijaan. Yhdellä virkkeellä sanottuna — eduskunta edellyttää teollisuusvaltio Suomelta totaalista rakennemuutosta, suunnanmuutosta.

Maan hallitus antoi viime vuoden marraskuussa eduskunnalle uuden energiapolitiittisen selonteon. Sen yhteenvedo on seuraavassa "laatikossa".

#### HALLITUS

\* käyttää energiaverotusta energian käytön tehostamiseksi ja ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi edistämällä sen kansainvälistä käyttöä

\* uusii energiansäästöohjelman vuoteen 1995 mennessä

\* solmii yritys- ja sektorikohtaisia energiansäästösopimuksia kauppa- ja teollisuusministeriön ja toimijoiden kesken

Energiaselonteon jälkeen on uusia valtion tukea vaativia pienimuotoisia hankkeita lähtenyt liikkeelle. Niillä ei kuitenkaan tulevaa perusvoiman tarvetta tyydytetä.

Kuvaavaa on myös uusiutuvien energialähteiden ponteva esiinmarssi julkisuuteen. Esimerkiksi Helsingin Sanomien 19.2.94 tiedesivulla esitellään tuulisähkön mahdollisuuksia Suomessa. Tuntureille voitaisiin rakentaa 1600 MW tuulivoimaa, rannikon parhaille paikoille 500 MW ja saaristoon 1500 MW. Sisämaasta ei laskelmia esitetty. Yhteenlaskettu teho on 3600 MW. Tämä tietäisi noin 12000 laitosta. Artikkelissa ei tietenkään väitettykään, että koko määrä rakennettaisiin. Kuitenkin syntyy mielikuva valtavasta potentiaalista. Todettakoon vain tähän, että esimerkiksi Tanskassa, joka pitää itseään tuulivoiman johtavana maana, kapasiteettista käytetään vain 25 prosentin käyttökerrointa, eli 450 MW:n kapasiteetti kuitistuu runsaaseen 100 MW:iin. Tämä tarikoittaisi Suomessa sitä, että kyseisistä 12000 tuulimyllystä lähtisi vastaavalla tavalla laskettuna vain n. 900 MW:n kapasiteetti. Tällä toteamuksella ei mollata tuulivoimaa. Osoitetaanpahan vain keskuksen taso.



## EDUSKUNTA JA ENERGIA

Kun eduskunta oli tehnyt kielteisen ydinvoimapäätöksen, ajateltiin, että ydinenergiakeskustelu on päättynyt. Kuitenkin todellisuus on aivan toinen. Energian ja ympäristön osalta käsiteltävinä ovat mm. energiaselonteko, Ilmastopöytäkirjan ratifiointi, ympäristövaikutusten arviointilaki, ympäristölupamenettelyä koskeva laki, ympäristövahinkolaki sekä ydinvas-  
tuulain tarkistus. Lähiaikoina on odotettavissa lisäksi sähkömarkkinalaki. Myös vesilakia uudistetaan.

Näyttää todennäköiseltä, että Suomi ratifioi Ilmastopöytäkirjan. Paljonkaan ei tunnu hätkäyttävän se, että sitoudumme hiilidioksidipäästöjen tasaamiseen 1990 tasolle. Samaan aikaan olemme juuri vihikineet käyttöön Meri-Porin järeän kivihiilivoimalaitoksen ja suunnittelemme muita polttamiseen perustuvia ratkaisuja. Kuvaavaa on, että ydinvoimapäätös tehtiin ennen kuin Hiilidioksiditoimikunta II antoi mietintönsä, jossa selkeästi joudutaan varaamaan tilaa ydinvoimaoptiolle. Olisi luullut, että toimikunnan työn tuloksia olisi odotettu ja ydinvoimapäätöstä

peilattu Ilmastopöytäkirjan ratifiointimahdollisuuksia vasten.

Kun eduskunnassa viime vuoden puolella säädettiin fossiilisia polttoaineita rokottava hiilidioksidipäästövero ja kun edellä viitattu lakikavalkadi saadaan säädetyksi, voi vain ihmetellä minkälaisen energiapolitiittisen testamentin nykyinen hallitus ja eduskunta jättävät vuonna 1995 valittaville seuraajilleen toteutettavaksi.

## YHTEENVETO

### HALLITUS

- \* käyttää *energiaverotusta energian käytön tehostamiseksi ja ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi edistämällä sen kansainvälistä käyttöä*
- \* *uusii energiansäästöohjelman vuoteen 1995 mennessä*
- \* *solmii yritys- ja sektorikohtaisia energiansäästösopimuksia kauppa- ja teollisuusministeriön ja toimijoiden kesken*
- \* *antaa rahoitustukea energian käyttöä tehostaviin toimiin*
- \* *tukee bioenergian käytön lisäämistä*
- \* *rahoittaa teknologian kehitystä uusien ratkaisujen saamiseksi kaupalliseen käyttöön ja vientimarkkinoille*
- \* *lisää kilpailua energiemarkkinoilla ja vähentää markkinoiden toimivuutta häiritsevää sääntelyä*
- \* *kiirehtii neuvotteluja yhteispohjoismaisen kaasuverkon rakentamiseksi*
- \* *kiristää päästönormeja ja tehostaa ydinjätevalvontaa*

### PÄÄSTÖTAVOITTEET ENERGIASEKTORILLE

Lähtökohdiana ovat seuraavat energiasektorin ympäristöpäästötavoitteet vuoteen 2000 mennessä

- \* *rikkidioksidipäästöt vähennetään 80 % vuoden 1980 määrästä*
- \* *typen oksidien päästöt vähennetään 30 % vuoden 1980 määrästä*
- \* *hiilidioksidipäästöjen kasvu pysäytetään 1990-luvun lopulla*

## TEOLLISUUS JA VOIMAYHTIÖT

Teollisuus ja voimayhtiöt toteavat, että uusi ydinvoima olisi ollut - ei ainoastaan ruiske talouselämälle nostaa Suomi laman suosta - vaan myös ympäristön kannalta edullisin vaihtoehto. Tuntuu nimittäin siltä, että perusvoiman osalta joudutaan välttämättä uusiin kivihiiliratkaisuihin.

Maakaasustakin tiedämme, että Norjan meren ja Barentsin meren kaasuvarat voivat tulla käyttöömme aikaisintaan kaukana vuoden 2000 tuolla puolen. Nestekin tutkii taasen tässä vaiheessa Venäjän runkolinjojen vahvistamista, valmistautuen venäläisen kaasun tuonnin voimakkaaseen lisäämiseen. Porvoon jalostamon POVO-hankekin ilmeisesti toteutetaan 200 MW:n suuruisena, kun taloudeltaan ja tekniikaltaan epäselvään hankkeeseen ei löytynyt rahoittajia. Perusvoimahuollon ratkaisuja epärealistiset hankkeet pääsivät kuitenkin pahasti sotkemaan.

Teollisuus katsoo tulevaisuuteen eikä ole luopunut uudesta ydinvoimasta. Myös voimayhtiöissä on päätetty jatkaa IVOn ja TVO:n ydinvoimayhteistyötä sitä varalta, että tilaus siihen suuntaan joskus tulisi. Taitoa ja osaamista pidetään pienellä panoksella yllä. Suomessa meillä on kaikki järkevät syyt siihen.

Kunhan nyt vallitsevan makrotasoisien päättämättömyyden ja mikrotasoisien päätösten jälkeen pohditaan tilannetta, alkaa vilkuilu ydinvoiman suuntaan uudelleen. Siihen saakka odotamme teollisuudessa ja voimayhtiöissä tilausilmapiirin syntymistä.

Juhani Santaholma on Perusvoima Oy:n toimitusjohtaja, p. 6090 6015.



## MITEN "EKOLAMA" TORJUTAAN?

*Jos haluamme estää luonnon hyväksikäytön "ylikuumenemisestä" johtuvan romahduksen ennen vuotta 2050, on edistettävä energian säästöä sekä uusiutuvan energian käyttöä. Sama politiikka on myös taloudellisesti järkevää, jos tavoitteena on maksimoida työllisyys tavarantuotannon sijasta.*

### EKOLAMA UHKAA ENNEN VUOTTA 2050

Energiasta on tullut poliittinen kiistakappala. Se on johdonmukainen seuraus siitä, että energia on teollisten yhteiskuntien kohtalonkysymys. Energiaratkaisut vaikuttavat Suomen ja maailman tulevaisuuteen paljon enemmän kuin se, kuka valitaan presidentiksi.

Koko teollista kulttuuria ei olisi ilman energiatekniikkaa. Jos vertaamme Suomen vuotuista sähkönkulutusta ihmisen kykyyn tehdä fyysisistä työtä, sähkö tarjoaa jokaisen suomalaisen käyttöön noin 250 henkilökohtaista orjaa.

Energiatekniikassa kohtaavat kaksi suurta globaalia ongelmaa: uhka raaka-aineiden loppumisesta ja ympäristön saastuminen.

"Kasvun rajat"-raportti räjäytti nämä uhat yleiseen tietoisuuteen 70-luvun puolessa välissä. Sama tekijäryhmä on 90-luvulla laatinut päivitetyn version, jonka suomenkielinen nimi on "Ylittävä kasvun rajat". Sen keskeinen Sanoma on tämä: Jos haluamme estää suunnilleen vuosiin 2030-2050 ajoittuvan Suuren Romahduksen, meidän on toteutettava poliittisia muutoksia; rajoitettava väkiluvun kasvua ja alettava käyttää luonnonvaroja säästeliäästi. Jos muutos viedään läpi 1990-luvulla, romahdus voidaan vielä estää. Kestävä elintaso, jolle voimme päätyä, on korkeampi kuin nykyinen — kun katsotaan koko ihmiskunnan keskiarvoa. Jos romahduksen annetaan tapahtua, ihmiskunta päätyy paljon 1900-luvun alkua alhaisemmalle elintasolle.

Molempien kasvun rajat-raporttien sanomaa voisi verrata siihen, mitä olemme kantapään kautta oppineet 1990-luvun talouslamasta. Nyt maksamme laman ankaruutena 1980-luvun loppupuolen liian kiihkeää talouskasvua eli noususuhdanteen ylikuumenemistä. Jos nousua olisi hillitty, lama olisi lempeämpi.

Suhdannetalouspolitiikan kielelle käännettynä Kasvun rajat -raportin sanoma on siis: On estettävä luonnonvarojen käytön "ylikuumeneminen", jotta emme joutuisi "ekolamaan" ennen ensi vuosisadan puolta väliä.

### ENERGIAYHTÄLÖN KAKSI TUNTEMATONTA

Energia on aina ollut taloudellinen kysymys. Halusimme tai emme, siitä on tullut myös yksi kaikkein keskeisimmistä ympäristökysymyksistämme. Energiapoliittisten ratkaisujen on siis vastattava kahteen kysymykseen. Ensinnäkin: miten säilytämme maapallon elinkelpoisena ihmisille — ja muillekin? Ja toiseksi: miten voimme varmistaa teollisen kulttuurin jatkuvuuden?

Pitemmällä aikavälillä vastaus molempiin kysymyksiin on itsestään selvä. Pitkän päälle voimme käyttää ainoastaan uusiutuvia ja rajattomia energiavaroja; aurinkoa, tuulta, biomassaa, vesivoimaa, vuorovesien ja aaltojen energiaa, geotermistä energiaa. Jos fuusiovoimat saadaan toimimaan, voimme käyttää energiaraaka-aineina myös vedyn raskaita isotooppeja, joita merivedessä riittää.

Pitkään uskottiin toimivien fuusiovoimoiden olevan niin lähellä, että ihmiskunta selviää niiden avajaisiin asti öljyn, hiilen ja fission varassa. Mutta fuusiovoimat ovat olleet parinkymmenen vuoden päässä jo ainakin parikymmentä vuotta. Fissiovoimaloistakin on tullut ongelmallisempia kuin alun perin uskottiin. Siksi lyhyen aikavälin energiayhtälö on tullut hankalammaksi.

Lyhyen aikavälin energiayhtälön kaksi tuntematonta ovat nämä Millaiset huomista koskevat energiaratkaisut vievät meitä kohti ylihuomisen kestävästä energiataloutta? Ja: miten elätämme itseämme siihen ylihuomiseen asti?

### UUSIUTUVAA ENERGIAA SUOSITTAVA

Näistä kysymyksistä ensimmäiseen vastaaminen on sekini melko helppoa. Jos ylihuomenna voimme käyttää vain uusiutuvia ja rajattomia energiavaroja, meidän on heti alettava kasvattaa niiden osuutta. Lisäksi on suosittava säästöä, jotta kuluuksemme ei repeäisi kestävien energiavarojen kapasiteetin ulottumattomiin.

Tuulisähkö on teknisesti pitkällä ja sen hinta lähenee hyvää vauhtia kaupallisesti kannattavaa tasoa. Tuulella ei kuitenkaan ole mahdollista kattaa kovin suurta osaa Suomen sähköntarpeesta.

Aurinkoenergiaa on paljon, mutta se on "niin pieninä palasina maailmalla", kuin hevosen miehen leipä laulun mukaan. Teknisesti Suomessa on kuitenkin potentiaalia ns. kemiallisille kaukolämpöverkoille, joissa esimerkiksi talojen katoille sijoitettujen aurinkopaneelien sähköä käytetään elektrolyysiprosessiin, jolla tuotetaan polttoainetta, esimerkiksi vetyä. Se varastoidaan kesällä ja poltetaan silloin kun lämpöä tarvitaan. Tämä on yksi niistä asioista, joihin sijoittaisiin Suomen tutkimus- ja tuotekehittelyvaroja.

Nopeimmin käyttöön otettavat uusiutuvat energiavaramme ovat vesivoima ja puu. Uudet suuret vesivoimalat ja niiden säännöstelyaltaat aiheuttaisivat kuitenkin liian suuria vaurioita vesistöissä. Sensijaan voimme kunnostaa sähköntuotantoon niitä lukemattomia vanhoja pieniä koskivoimaloitamme ja vesimyllyjämme. Tämän toteutuminen on suurelta osin yksityisen aloitteellisuuden varassa. Sähkömarkkina-lainsäädäntöä pitäisi rakentaa tällaista pienyritteliäisyyttä suosivaksi.

Puun energiapotentiaali on suuri. Sen vuotuinen käyttö on alittanut metsiemme vuosikasvun usealla kymmenillä miljoonilla kuutiometrillä. Kaikki metsäalan ammattilaiset, joita olen kuunnellut, tuntavat olevan yhtä mieltä siitä, että puun polttoa voitaisiin lisätä vähintään 10 miljoonaa m<sup>3</sup> vuodessa, mikä vastaa suuren ydinvoimalan tehoa.

Ongelmana on hinta, kuten energi-ammattilaiset hyvin tietävät.

Hintaongelmaan on olemassa hyvin yksinkertainen ratkaisu. Nostetaan uusiutumattomien energiavarojen hintaa verotuksella niin paljon, että puu muuttuu kilpailukykyiseksi. Kun energian hinta nousee, edistetään samalla säästöä.

Tämän normaali perusinsinööri torjuu refleksinomaisella huudahduksella: Ei missään tapauksessa käy, kansantalous romahtaa. Mutta onko tämä totta vai myytti?

#### **HALUAMMEKO MAKSIMOIDA TYÖLLISYYDEN VAI TAVARANTUOTANNON?**

Kansantalouden ja energiapolitiikan voimamiehet toistelevat lähes yksimielisinä dogmia, joka kuuluu: Työllisyys edellyttää talouskasvua. Talouskasvu edellyttää halpaa energiaa.

Tämä dogmi on joskus pitänyt paikkansa. Mutta maailma muuttuu. Kommunismien aave kuoli, mutta Euroopassa on alkanut kummitella uusi aave. Se on jobless growth eli talouskasvu, joka ei lisää työpaikkoja. Vuosien 1960 ja 1991 välillä bruttokansantuote kasvoi Ranskassa 2,7-kertaiseksi. Työpaikkojen määrä väheni 9 %. Saksassa BYT kasvoi 2,2-kertaiseksi, työpaikat vähenivät 15 %. Englannissa BYT kasvoi 1,8-kertaiseksi ja työpaikat vähenivät 6 %:lla. Suomessa talouskasvu lisäsi työssä olevien määrää 1980-luvun loppuun asti. Nyt jobless growth on saapunut meillemkin.

Viime syksynä Suomen teollisuustuotannon määrä oli toipunut lamaa edeltäneelle huipputasolle. Työpaikkojen määrä teollisuudessa oli samassa ajassa vähentynyt yli 120 000:lla. Lamavuosina viennin markka-arvo oli syksyyn mennessä nousut 40%. Samana aikana vientivaltainen teollisuus oli irtisanonut joka neljännen työntekijänsä.

Puolen miljoonan työttömän armeijaa ei siis ole aiheuttanut pelkkä lama, vaan myös automaatio. Talousviisaat sanovat, että työllisyyden pitäminen ennallaan vaatii 3 % vuotuista talouskasvua. Työpaikkojen lisääminen edellyttää suurempaa kasvua.

Anteeksi nyt vain, talousviisaat. Onko tässä mitään järkeä? Onko tavarantuo- tannon jatkuva kasvattaminen todella ainoa keino järjestää ihmisille töitä, saada heidät tuntemaan itsensä yhteiskunnalle arvokkaiksi kansalaisiksi? Miten kauan tämä voi jatkua? Jatkammeko suoraa tietä Suureen Romahdukseen asti?

Minun näkemykseni on tämä: Tekniikka kehittyi säästämään kallista tuotannon- tekijää. Hintaan voidaan vaikuttaa verotuksella. Kaikki verot ovat peräisin tuotannosta. Ihmistyö on kallista, mutta "haittaverolla" se on tehty vielä kalliimaksi. Jokaisesta satasesta, jonka työn- tekijä saa käteensä, työnantaja maksaa keskimäärin kaksi sataa. Niinpä ihmis- työtä säästävä tekniikka onkin kehittynyt huimaa vauhtia.

On absurdia pitää työn verotus ankarana ja energian hinta halpana tilanteessa, jossa ihmistyötä on yllin kyllin tarjolla, mutta energia on niukka vara. Meidän on tietenkin alennettava työn verotusta ja korotettava energian hintaa veroilla.

Kyllä me insinöörit keksimme energiaa säästävää tekniikkaa yhtä innokkaasti kuin ihmistyötä säästäviä automaatteja, jos se vain tehdään taloudellisesti kannattavaksi. Koska samalla on syytä suosia uusiutuvan energian käyttöä, energiaverot on kohdistettava ennen muuta uusiutu- mattomiin energiaraaka-aineisiin.

Tällainen muutos verotuksen rakenteessa aiheuttaa mm. Ympäristötaloustoimikun- nan teettämien laskelmien mukaan sen, että BKT muodostuu hieman pienemmäksi kuin vertailutapauksessa. Työllisyys sensijaan paranee. Meidän on siis valitta- va: haluammeko maksimoida tavarantuotannon vai työllisyyden.

Elämän laatu Suomessa ei enää juurikaan kohene lisäämällä kulutettavaa tavara- määrää. Ihmistyöllä tuotettavia palveluja lisäämällä sensijaan voimme parantaa elämän laatua huomattavasti.

Vuonna 2030 nykyiset peruskoululaiset ovat noin 50-vuotiaita. Heidän vanhuu- tensa ongelma ei ehkä olekaan se, kuka maksaa eläkkeet, vaan se, onko teollista maailmaa enää olemassa.

TkL Satu Hassi on vihreä kansan- edustaja. Siviiliammatiltaan hän on kirjailija. Aiemmin hän on työsken- nellyt teollisuudessa suunnittelu- ja tutkimusinsinöörinä sekä opettajana Tampereen teknillisessä korkeakou- lussa. Puh. 90-4321.

# TALOUDEN EKOLOGINEN RAKENNEMUUTOS JA MATALAENERGINEN SUOMI?

*Suomalaiset kuluttavat energiaa kaksinkertaisesti OECD-maiden keskiarvoon verrattuna. Voiko Suomesta tulla tulevaisuudessa nykyistä vähemmän energiaa kuluttava yhteiskunta; matalaenerginen yhteiskunta? Mitä tarkoittaa matalaenerginen yhteiskunta ja miksi energiaa pitäisi kuluttaa vähemmän ja tehokkaasti.*

## Energian kulutus määrää kehityksen?

1940- ja 50-luvulla muutamat amerikkalaiset sosiologit ja antropologit tarkastelivat kulttuuristen muutosten yhteyksiä energiankäyttöön. Muun muassa Fred Cottrell jakoi kulttuurit matala- ja korkeaenergiisiin yhteiskuntiin. Näissä evolutiivisissa teorioissa energian hyödyntämistapojen kehittyminen nähtiin kulttuurin muutoksen kannalta jopa tarpeellisempänä kuin lukutaito tai koulutus. Korkea energiankäyttö oli teollistumisen välttämätön ehto.

Teollistumisen ja jälkiteollistumisen teorioissa on energialla ollutkin aina vahva asema. Taloudellisen kasvun ja hyvinvoinnin edellytyksenä on nähty energian kulutuksen kasvu. Lisääntynyt tavaratuotanto ja liikenne ovatkin kulkeneet käsi kädessä energiankulutuksen kasvun kanssa, mutta tuotannon jalostusasteen kasvaessa on energiankulutus kasvanut hitaammin kuin esim. bruttokansantuotteen mitattu tuotannon arvo aina 70-luvulta lähtien.

## Energia uhkaa olemassa oloa

Aluksi energiavarojen riittävyyskysymykset ja myöhemmin kasvavat ympäristöongelmat ovat pakottaneet tarkastelemaan energian tuotantoa ja kulutusta uudesta näkökulmasta. Energiantuotannon päästöt ja tavaratuotannon jätteet uhkaavat jo koko biosfääriä ja globaalia luonnon tasapainoa. Teollinen yhteiskunta on siirtynyt vaiheeseen, jossa se tuhoaa omia toimintaedellytyksiään, kun haittojen ulkoistaminen ei ole enää mahdollista.

Energia on periaatteessa samanlainen tuotannon resurssi kuin materiaaliset raaka-aineet. Energialla on kuitenkin erityisluonteensa: koko vahvan teollistumisen

kauden ajan energian saanti ja hallinta ovat toimineet myös vallan välikappaleina.

Tämän vuoksi perustettiin jo vuonna 1952 nykyisen Euroopan Unionin ensimmäinen sopimus, Euroopan teräs ja hiili yhteisö (ECSC), joka pyrki säätelemään ja vapauttamaan tärkeitten raaka-aineitten, teräksen ja hiilen kauppaa. Myös öljyalan tuottajien yhteisö OPEC on pyrkinyt säännöstelemään öljyn tarjontaa maailman markkinoilla. Rajaton halvan energian saanti on osoittautunut valtaopliittisesti mahdottomaksi ajatukseksi.

Energian riittävyys ei niinkään ole suurin ongelma: hiiltä ja öljyä on riittävästi muuttamaan maapallon ilmasto dramaattisesti ja täyttämään kaatopaikat teollisen tuotannon jätteillä. Uusiutuvat energialähteet näyttäisivät estävän suurimmat ympäristöongelmat, mutta niiden saataavuus lyhyellä aikavälillä herättää epäilyksiä. Lisäksi energiankulutuksen ennustetaan kasvavan kiihtyvällä vauhdilla.

## Tarvitaan uutta energia-ajattelua

1970-luvulla amerikkalainen energia-alan toisinajattelija professori Amory B. Lovins kirjoitti kansainvälistä huomiota saaneita kannanottoja vaatien siirtymistä matala-energieisen yhteiskuntaan hajautetun tuotanto- ja jakelujärjestelmän avulla. Kova ja pehmeä energiapolku asettuivat vastakkain. Lovinsin metateoria rakentui mm. seuraavista subjektiivisista lähtökohdista:

- On parempi tuottaa liian vähän energiaa liian myöhään kuin liian paljon energiaa liian aikaisin, koska energia-ongelman ulottuvuuksia ei tunneta riittävän hyvin.
- Energiajärjestelmän joustavuus on tärkeää säilyttää, koska ihminen ei tiedä läheskään tarpeeksi luonnonjärjestelmien toiminnasta ja kiertokuluista.
- Tavoitteena on pyrkiä erilaisia arvoja ja elämäntyyliä salliviin sosiaalisiin tavoitteisiin niin vähäisellä energian määrällä kuin mahdollista.

Lovinsin ajattelussa päämääränä oli hajautettu uusiutuviin energialähteisiin perustuva energiahuolto, jossa energiareсурssit jaettaisiin oikeudenmukaisesti koko maailman tarpeisiin.

Uusiutuvia energialähteitä oli Lovinsin mukaan otettavissa käyttöön noin 12 TW tehon edestä globaalisti. Kun tämänhetkinen maailmanlaajuinen energiankäyttö

vastaa noin 10 TW tehoa, olisi uusiutuviin energialähteisiin perustuvaa energiantuotantoa mahdollista jopa lisätä nykyisestä, kunhan teollistuneet maat vain tehostaisivat energiankäyttöä ja antaisivat täten kehitysmaille mahdollisuudet lisätä kulutustaan.

Ilman tuntuja teollisuustuotannon ja kulutuksen rakenteellisia muutoksia teollisuusmaat eivät kuitenkaan tätä vaativaa tavoitetta pystyisi saavuttamaan.

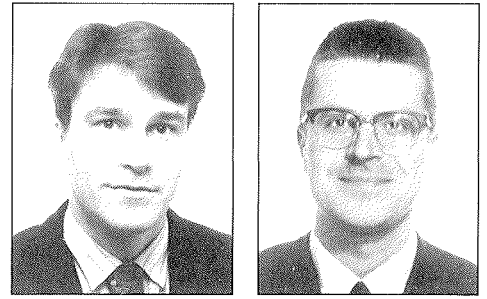
## Ympäristö ja kehitys

1980-luvun lopulta lähtien ekologinen perspektiivi on saanut myös Suomessa tärkeän aseman energiapolitiisissa keskustelussa. Lovinsin ajattelu on saanut yhä laajempaa vastakaikua. On havaittu, että ennakoiva ympäristöpolitiikka edellyttää teknisten uudistusten lisäksi tuotannon ja kulutuksen rakenteiden muutoksia. Teknisten innovaatioiden käyttöönoton edellytyksenä on tuotannon ja kulutuksen rakennemuutos sekä sosiaalinen ja kulttuurinen uudelleenorientoituminen. Tämä on tuotu voimakkaasti esille mm. keskusteluissa kestävän kehityksen ehdoista.

Kestävän kehityksen käsitteestä on syntynyt teollisuusmaissa muutaman vuoden aikana varsin laaja konsensus ympäristöongelmien ratkaisemisen avainsanana. Konsensus on ollut mahdollinen, koska käsite on epämääräinen ja se yhdistää ympäristönsuojelun ja talouskasvun. Talouskasvu ja teknologinen kehitys on tässä synteessissä nähty ongelmien ratkaisun edellytyksenä. Käytännössä käsite on saanut niin monia ristiriitaisia tulkintoja, että sen on katsottu menettäneen myös merkitystään. Käsitteen yleistymisen heijastelee kuitenkin ympäristötietoisuuden leviämistä.

## Ekologinen modernisaatio

Eräät saksalaiset ympäristöpolitiikan tutkijat ovat kestävän kehityksen käsitteen sijasta puhuneet jälkiteollisen yhteiskunnan ekologisesta rakennemuutoksesta. Käsitteillä on viitattu yhteiskuntapolitiiseen kokonaisstrategiaan, jossa luotetaan uuden teknologian luomiin mahdollisuuksiin ja talouden ekologiseen rakennemuutokseen. Samalla on korostettu nk. ekologista ja taloudellista kaksoishyötyä, eli ympäristönäkökulman sisäistäminen talous- ja teollisuuspolitiikkaan tuottaa itse asiassa nykyistä tehokkaamman talouden.



Ekologisen modernisaation teorioissa läh-  
tökohtana on modernin yhteiskunnan ky-  
ky uusiutua ja etsiä ratkaisuja tuotta-  
miinsa ongelmiin. Modernin yhteiskun-  
nan instituutioihin asetetaan siis paljon  
toivoa niiden aiheuttamista ongelmista  
huolimatta. Saksalainen Martin Jänicke  
on käyttänyt käsitettä ekologisen moder-  
nisaation kapasiteetti. Tässä yhteiskun-  
nan ekologinen muutoskyky koostuu nel-  
jästä tekijästä:

1) Taloudellinen kapasiteetti: taloudelli-  
nen kyky kehittää ympäristöpolitiikkaa.  
Taloudellisten resurssien vaikutus voi olla  
ympäristöasioissa hyvin ristiriitainen,  
Rikkailla mailla on korkeampi energian  
ja luonnonvarojen kulutus sekä päästöjen  
määrä, mutta toisaalta niillä on parem-  
mat teknologiset ja institutionaaliset re-  
surssit tehokkaaseen ympäristöpolitiik-  
kaan.

2) Innovatiivinen kapasiteetti: Uusien ide-  
oiden ja intressien kyky nousta institutio-  
naalisesti esille. Kyse on maan yrityselä-  
män ja teknis-taloudellisen eliitin avoi-  
muudesta ottaa vastaan uusia innovaati-  
oita, jotka koskevat ympäristöpolitiik-  
kaa.

3) Kommunikatiivinen kapasiteetti: kyky  
yhteistyöhön ja avoimeen kommunikaati-  
oon. Kyse on siitä, kuinka maan  
suunnittelu- ja päätöksentekokulttuureis-  
sa pystytään saavuttamaan eri osapuolia  
tydyttäviä neuvotteluratkaisuja, joissa  
myös ympäristöpoliittiset intressit ovat  
edustettuina.

4) Strateginen kapasiteetti: kyky luoda  
yhteistyössä pitkän aikavälin ympäristö-  
poliittisia tavoitteita ja strategioita. Stra-  
teginen kapasiteetti merkitsee sitä, että  
ympäristökysymykset nousevat tärkeällä  
tavalla esille politiikan eri sektoreiden st-  
rategioissa.

Mm. uusien energialähteiden kehittämi-  
nen ja käyttöönotto on katsottu olevan  
vauraiden valtioiden harteilla. Toisaalta  
erityisesti kehitysmaat olisivat otollisessa  
asemassa uusia energiajärjestelmiä suun-  
niteltaessa ja tarvitsisivat kehittyntä  
teknologiaa jo alusta saakka, jotta pai-  
kallinen ja globaalinen ympäristökuormi-  
tus ei enää kasvaisi.

#### Suomi, perusteellisuus ja rakennemuutos

Bruttokansantuotteeseen suhteutettuna  
Suomen teollisuus on hyvin energiainten-  
siivistä. Viennin kannalta tällä hetkellä  
merkittävimmät sektorit eli metalli- ja  
metsäteollisuus kuluttavat yli 40 % säh-

köstä ja jalostusaste on alhainen ener-  
giantuotukseen suhteutettuna. OECD-  
maissa bruttokansantuotteen suhde ener-  
giantuotukseen on ollut laskusuuntainen  
viime vuosikymmenien aikana. Japani on  
tässä suhteessa menestynyt parhaiten,  
Ranska, Suomi ja Kanada heikosti.

1980-luvulla kansantaloutemme energian-  
kulutuksen arviointikeskustelua hallitsi  
kaksi käsitystä, joista puhuttiin osittain  
päällekkäin.

Yhtäältä puhuttiin "hallitusta rakenne-  
muutoksesta". Suomesta piti tulla jälki-  
teollinen tietoyhteiskunta, jota leimaavat  
suuntautuminen uuteen huipputeknolo-  
giaan, siirtyminen määrätuotannosta laa-  
duntuotantoon, suurista yksiköistä pie-  
nempiin verkostoituviin äly-yksiköihin,  
tuotantoelämän JOT-ajattelu eli tavaraa  
oikeaan paikkaan oikealla hetkellä sekä  
korkea kulutus- ja palvelutaso. Tietoteol-  
lisessa yhteiskunnassa tuotannon ener-  
giaintensiteetti laskisi, mutta samalla  
energiaa kulutettaisiin lisää kasvaneen  
kulutuksen, palveluiden ja liikenteen  
vuoksi.

Toisessa keskustelussa Suomen teollinen  
rakenne suunniteltiin säilytettäväksi en-  
nallaan eli metsäteollisuuteen vahvasti  
nojaavana. Metsäteollisuuden arvioitiin  
kasvavan jopa yli puolet silloisesta volyy-  
mistään. Suuntana oli erityisesti siirty-  
minen kemiallisesta massantuotannosta me-  
kaaniseen massantuotantoon: sellutehtais-  
ta kuumahierreteknologiaan. Siirtymä  
merkitsi talouden energiaintensiivisyy-  
den kasvua. Kuumahierre tarvitsi run-  
saasti sähköä, joka piti tuottaa uusilla  
Suomeen rakennettavilla ydinvoimaloilla.  
Asemiaan menettävä sellunkeitto oli ollut  
energiataloudeltaan ylijäämäinen.

Kun lama iski Suomen talouselämään,  
kaikki edellä mainitut suunnitelmat ro-  
muttuivat. Myös ydinvoima kärsi tappi-  
on, vaikkakin sitä perusteltiin lamalääk-  
keenä. Laman myötä on unohdettu pu-  
heet hallitusta rakennemuutoksesta. Ny-  
kyinen hallitus on päinvastaisesti esittänyt  
paluuta perusteellisuuden tukemiseen, tie-  
toteollistuminen olisi syytä unohtaa: vien-  
tisektorin kilpailukykyä on tuettu lähes  
kaikin mahdollisin talousteknisin keinoin  
ja tämä onkin tuotantomäärissä lyönyt  
aikaisemmat ennätyksensä. Teollisen ko-  
konaistuotannon kasvun ja massiivisesta  
työttömyydestä johtuvan kotitalouksien  
sähkökulutuksen lisääntymisen vuoksi  
lama ei ole näkynyt energian kokonais-  
kulutuksessa.

#### Vihreä imago vientivalttina

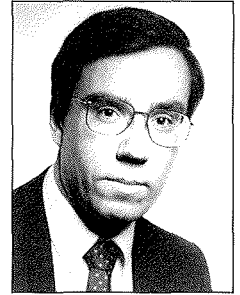
Laman voittamiseksi on maan talous- ja  
teollisuusstrategioissa ollut nähtävissä ko-  
van politiikan paluu: sellaisen missä ym-  
päristöasia tulkitaan hyvien aikojen yllä-  
siyydeksi. Ympäristövaatimusten sanotaan  
häiritsevän lamasta toipumista ja estävän  
työpaikkojen synnyttämistä. Vanhaan  
tuotantorakenteeseen palaaminen saattaa  
kuitenkin osoittautua virheeksi sekä ta-  
loudellisesta että ekologisesta näkökul-  
masta tarkasteltuna.

Ympäristövaatimukset ovat jo nyt — ja  
kasvavassa määrin tulevaisuudessa — tär-  
keä imagotekijä kaikelle tuotannolle, eri-  
tyisesti viennille. Erilaiset ympäristötek-  
nologian maailmanmarkkinat — myös  
energian säästön markkinat — ovat ko-  
vaa vauhtia järjestäytymässä, markkinao-  
suudet ovat vielä jakamatta.

Ympäristöpolitiikan näkökulmasta, la-  
man käynnistämä talouden rakenteiden  
välttämätön muuttaminen ja tavoite eko-  
logiseen rakennemuutokseen olisi tarpeel-  
lista yhdistää. Niiden välille ei saisi luoda  
kilpailuasetelmaa, koska jos kerran ta-  
loutta pyritään kehittämään laman vuoksi  
johonkin uuteen suuntaan, niin miksi ei  
sitten samalla ohjattaisi sitä tukemaan  
ekologisen rakennemuutoksen tarpeita.

Valt. kand. Rauno Sairinen on tutki-  
jana yhdyskuntasuunnittelun täyden-  
nyskoulutuskeskuksessa TKK:lla ja  
Yhteiskuntasuunnittelun seuran pu-  
heenjohtaja.

DI Pekka Järvilehto on vapaa  
ympäristö- ja energiapolitiikan tutkija  
ja Energiapoliittisen yhdistyksen va-  
rapuheenjohtaja.



# MAAKAASUN MAHDOLLISUUDET

*Maakaasun osuus Suomen energiahuollossa on viime vuosina ollut voimakkaassa kasvussa. Käyttö on painottunut teollisuuteen ja yhdistettyyn lämmön ja sähkön tuotantoon yhdyskunnissa. Kasvumahdollisuuksia on edelleen kyseisissä käyttökohteissa, mutta myös uusissa kohteissa kuten suurimittakaavaisessa lauhdesähkön tuotannossa voi maakaasulla olla kasvupotentiaalia.*

Maakaasun osuus Suomen primäärienergian kulutuksesta on noin 8 %:ia. Kasvu on ollut erityisen voimakasta 80-luvun puolenvälin jälkeen, jolloin valmistui verkoston laajennus pääkaupunkiseudulle, Tampereelle ja Lahteen. Tärkeimpiä syitä maakaasun suosioon ovat olleet:

- hintakilpailukyky
- maakaasun alhaiset päästöt energiantuotannossa
- kaasuturbiinitekniikan kehitys.

Maakaasun käyttö poikkeaa Suomessa selvästi muun Länsi-Euroopan kulutusrakenteesta. Länsi-Euroopassa on pienkuluttajien osuus kaasun kulutuksesta noin puolet, kun se Suomessa on vain noin 2%:ia. Syynä tähän on pitkälti se, että lähes kaikissa maakaasualueella sijaitsevissa asutuskeskuksissa on kaukolämmitys. Valtaosa maakaasusta käytetäänkin suurissa teollisuus- ja voimalaitoksissa.

## Maakaasu teollisuudessa

Teollisuudessa omien polttoaineiden osuus Suomessa on perinteisesti ollut varsin suuri, lähes puolet teollisuuden koko polttoaineiden kulutuksesta. Vuonna 1992 maakaasun osuus teollisuuden polttoaineiden kulutuksesta oli 19 %, jolla osuudella se oli teollisuuden selvästi suurin ostopolttoaine. Suurin käyttäjäryhmä on sellu- ja paperiteollisuus ja toiseksi suurin kemian teollisuus. Muiden teollisuuden alojen osuus on selvästi pienempi.

## Maakaasu kaukolämmön ja kaukolämpövoiman tuotannossa

Kaukolämmön ja kaukolämpövoiman tuotannossa maakaasun kulutus on jatkuvasti kasvanut ja se oli vuonna 1992 hiilen jälkeen käytetyin polttoaine. Kasvu on lähes kokonaan perustunut kaasuturbiini- ja kombilaitosten rakentamiseen yhdyskuntiin. Suuria kaukolämpöä tuottavia kombilaitoksia on Lappeenrannassa, Tampereella ja Helsingissä. Pienempiä kaasuturbiinilaitoksia on muun muassa Lahdessa, Imatralla, Espoossa, Vantaalla ja Keravalla.

Nyky aikaisten kombilaitosten merkittävä etu yhdistetyssä lämmön ja sähkön tuotannossa on niiden korkea rakennussuhde eli tuotettu sähköteho suhteessa tuotettuun lämpötehoon. Konventionaalisiiin voimalaitoksiin verrattuna kombilaitosten rakennussuhde on noin kaksinkertainen.

## Maakaasu lauhdesähkön tuotannossa

Suurimmillaan maakaasun käyttö lauhdesähkön tuotantoon oli 70-luvun puolessavälissä, jolloin se saattoi parhaimmillaan olla jopa 20...25 % maakaasun kulutuksesta. 80-luvun alkupuolella lauhdesähkön tuotannon osuus oli alimmillaan eli 2...3 % maakaasun kulutuksesta. Vuonna 1992 lauhdesähkön tuotannon osuus maakaasun kulutuksesta oli 6 %.

Maakaasun käyttö lauhdesähkön tuotantoon on voimakkaasti lisääntymässä Euroopassa. Eurogasin arvion mukaan maakaasun kulutus EU-maissa tulee kasvamaan 265 mrd m<sup>3</sup>:sta vuonna 1993 yli 50 %:lla noin 410 mrd m<sup>3</sup>:iin vuonna 2010. Suuri osa kasvusta perustuisi kaasun käyttöön sähkön tuotannossa. Syynä tähän kehitykseen ovat muun muassa seuraavat seikat:

- ydinvoiman rakentaminen on useimmissa Euroopan maissa tällä hetkellä poliittisesti käytännöllisesti katsoen mahdotonta
- ympäristövaatimusten kiristyminen on nostanut hiilivoimalaitosten sähkön tuotantokustannuksia
- kaasuturbiinitekniikan kehitys on parantanut maakaasuvoimalaitosten (kombilaitosten) kilpailukykyä.

Suomessa ei ole toistaiseksi lähdetty rakentamaan suurimittakaavaista lauhde-

sähkön tuotantoa perustuen maakaasuun. Suurimpana syynä tähän on ilmeisesti ollut sähköntuottajien epäily maakaasun saatavuudesta ja hintakilpailukyvyistä koko voimalaitoksen eliniän ajan.

## Uudet hankintalähteet

Jo pitemmän aikaa on Suomen energia-politiikan ja myös Nesteen tavoitteena ollut saada maakaasulle toinen hankintalähde. Tätä on myös usein pidetty edellytyksenä maakaasun käytön voimakkaalle laajenemiselle. Neste on jo usean vuoden ajan selvittänyt mahdollisuuksia maakaasun uusiksi hankintalähteiksi. Tällaisia selvitettäviä hankintalähteitä ovat olleet:

- nesteytetyn maakaasun (LNG:n) tuonti
- Barentsin meren kaasu

Länsi-Euroopan kaasuyhtiöiden kattojärjestö.

- putkikaasun tuonti Norjasta

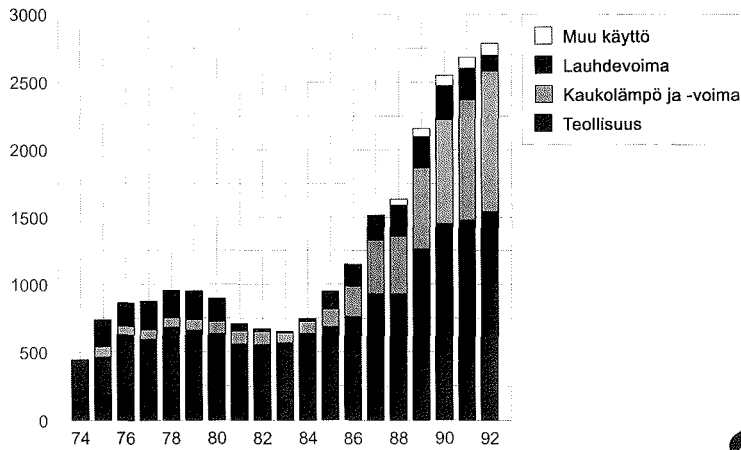
LNG:n tuontia on selvitetty useissa eri yhteyksissä. Hanke ei ole kuitenkaan ole osoittautunut taloudellisesti kannattavaksi.

Maakaasun tuotanto Barentsin merellä on suurhanke, jonka tuotanto käynnistyy aikaisintaan ensi vuosituhannen puolella. Hanke tähtää Länsi- ja Keski-Euroopan markkinoille eikä Suomen kaasumarkkinoilla ole hankkeen toteutuksessa kuin marginaalinen rooli. Jos ja kun hanke aikanaan toteutuu, on todennäköistä, että putkireitti päämarkkina-alueille kulkee joko Suomen alueen läpi tai ainakin Suomen läheltä, jolloin kaasun hankinta myös Barentsin mereltä voi olla mahdollinen vaihtoehto.

Imatran Voima Oy, Neste Oy ja Teollisuuden Energialiitto r.y. tekivät syksyllä 1992 selvityksen Norjan maakaasun hankinnan edellytyksistä. Selvityksessä todettiin, että silloin ei ollut edellytyksiä määrittellä Norjan kaasun kilpailukykyä Suomen energiemarkkinoilla. Selvityksessä todettiin kuitenkin, että Norjan kaasun hankinnan edellytysten kehittämistä tulisi jatkaa. Pohjoismainen kaasuverkko mahdollistaisi Venäjän ja Norjan kaasuvarojen tuomisen pohjoismaisille kaasumarkkinoille ja antaisi samalla mahdollisuuden Suomen ja Ruotsin kaasumarkkinoiden merkittävään kasvattamiseen.



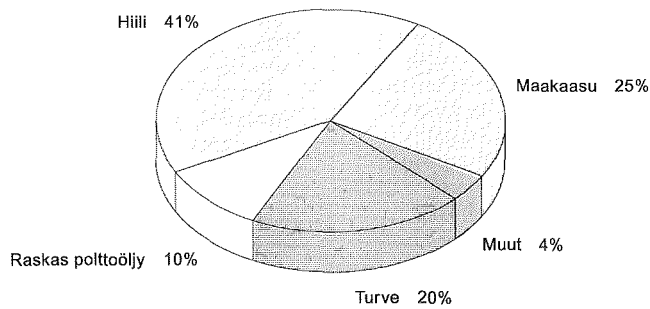
### Maakaasun kulutus Suomessa vuosina 1974-1992 (milj. m<sup>3</sup>n)



### Tulevaisuuden näkymät

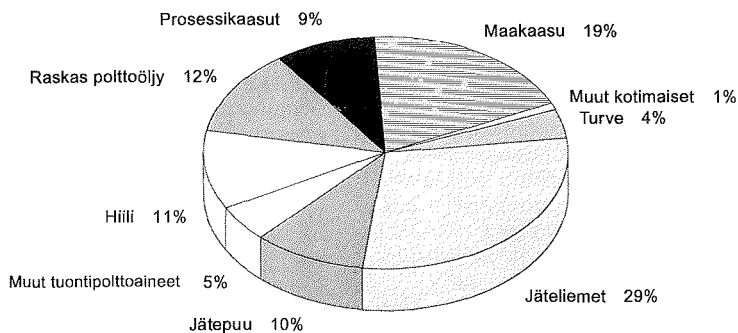
Nykyisen maakaasuverkoston maantieteellisellä alueella voisi maakaasun kulutus ilman suurimittakaavaista lauhdesähkön tuotantoa kasvaa nykyisestä 3.0 mrd m<sup>3</sup>:stä kymmenen vuoden kuluessa noin 4.5 mrd m<sup>3</sup> :iin vuodessa. Kulutuksen kasvu perustuisi pääasiassa vanhevien kiinteän polttoaineen lämmitys- ja vastapainevoimalaitosten korvaamiseen maakaasua käyttävillä kaasuturbiini- ja kombivoimalaitoksilla.

### Kaukolämmön ja kaukolämpövoiman tuotannon polttoaineiden kulutus v. 1992 (yht. 39 TWh)



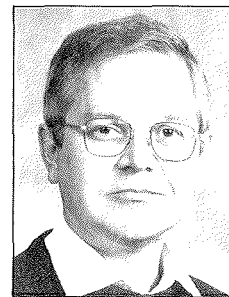
Lähde: Lämpölaitosyhdistys r.y.

### Teollisuuden polttoaineiden kulutus Suomessa vuonna 1992 (yht. 7,1 Mtoe)



Lähde: Teollisuuden Energialiitto

DI Kaarlo Kaarlonen toimii liiketoiminnan suunnittelupäällikkönä Neste Oy:n kaasuryhmässä, p. 90-450 4376.



# POLTTOAINEIDEN KÄYTTÖTEKNIIKAN NÄKYMÄT

*Fossiilisia polttoaineita käyttävien voimalaitosten suurin haaste on kasvihuoneilmiö. Muut päästöt voidaan rajoittaa teknisesti lähes nollassolle. Järkevä rahankäyttö toki edellyttää harkintaa siinä, missä ja mille tasolle päästöt pitää rajoittaa.*

*Voimalaitosalalla on meneillään voimakas kehitystyö, jonka tavoitteena on alentaa päästöjen vähentämiskustannuksia ja tehostaa itse voimantuotantoprosessia. Hiilidioksidipäästöihin nämä vaikuttavat vain, mikäli energiahuollon rakennetta edelleen muutetaan yhteistuotannon suuntaan. Mikäli CO<sub>2</sub>-päästöjä pitää alentaa todella voimakkaasti, joudutaan sähköntuotantovaihtoehtoja joka tapauksessa harkitsemaan Suomessa uudelleen.*

Maapallon energiakysymysten polttopisteessä ovat erityisesti liikenne ja sähköenergian tarve, ei siitä syystä, että energian loppuminen olisi näkyvissä lähitulevaisuudessa, vaan koska ympäristö ei kerta kaikkiaan kestä nykyisenkaltaista energiavarojen käyttöä, varsinkaan väkierikkaiden valtioiden kansantuotteiden kasvaessa nopeasti. Suomessa on ajankohtaista perusvoimakysymys, ts. sähköenergian tuotanto. Keskustelussa on tuomittu eräitä polttoaineita, kuten kivihiiliä, ja annettu joistakin polttoaineista ihan-teellinen kuva. Myös polttoaineiden käytötekniologioissa on sekoitettu käsitteitä. Näistä seuraavassa nimenomaan sähkön-tuotannon kannalta.

## POLTTOAINEIDEN KÄYTÖN TEHOAKUUS

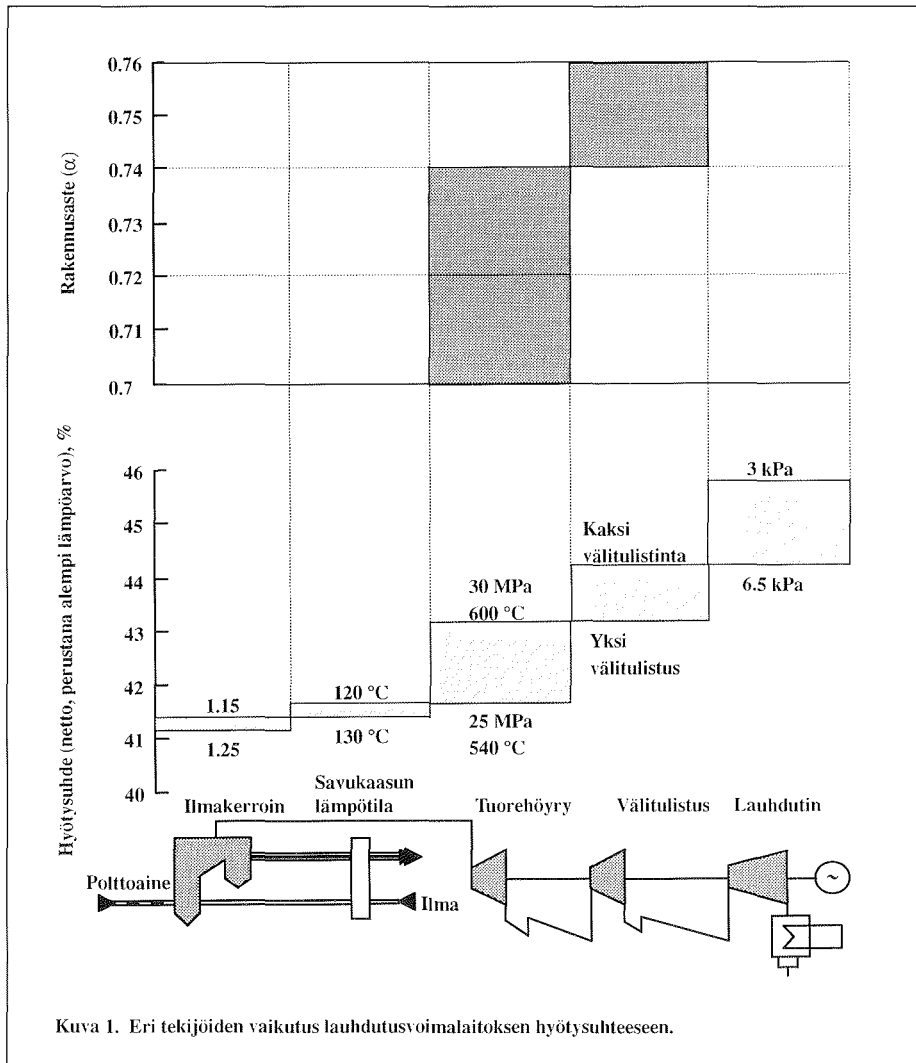
Polttoaineiden kemiallisen energian hyödyksikäytön täydellisyys voimalaitoksella ts. hyötysuhde riippuu siitä, kuinka täydellistä on poltto, kuinka hyvin vapautettu lämpö saadaan siirrettyä mahdolliseen lämmönsiirtoaineeseen — kuten veteen höyryvoimalaitoksessa — ja kuinka tehokkaasti voimantuotantoprosessi toimii. Voimalaitoskokoluokassa poltto on vuosikymmeniä ollut hyötysuhteessa lähes täydellistä, polton täydellisyys on tyypillisesti 98—100 %. Kuumista savukaasuista energia kannattaa ottaa talteen nykyisin 90—95 %:n hyötysuhteella laskettuna polttoaineen alemmasta lämpöarvosta, jolloin poltossa syntyvän vesihöyryn höyrystymislämpö menetetään. Jos esimerkiksi maakaasuvoimalaitoksen hyötysuhde lasketaan ylemmstä lämpöarvosta alemman sijasta, putoaa 95 %:n hyötysuhde 85 %:iin. Suurimmat häviöt syntyvät itse voimantuotantoprosessissa, höyryvoimalaitoksessa kiertoprosessin hyötysuhde jää 40 - 50 %:iin lähinnä veden korkean höyrystymislämmön takia, joka menetetään lauhduttimissa. Voimalaitoksen hyötysuhdetta voidaan parantaa nimenomaan voimantuotantoprosessia kehittämällä. Tämä tapahtuu nostamalla lauhdevoimalaitoksessa tuorehöyryn painetta ja käyttämällä useampaa välitulistinta, korottamalla tuore- ja välitulistus-höyryn lämpötilaa sekä alentamalla lauhdutinpainetta. Tavanomaisessa, kivihiiltä käyttävässä voimalaitoksessa on mahdollista päästä jo tänään 47 %:n (brutto)-hyötysuhteeseen, joka on Tanskassa rakenteilla olevan laitoksen suunnitteluarvo.

Hyvän hyötysuhteen edellyttämä ylikriittinen kiertoprosessi rakennettiin jo 1950-luvun lopussa Yhdysvalloissa Eddyntonen voimalaitokseen, mutta aikaansa edellä olleen tekniikan vaikeudet ja energian halpa hinta pysäyttivät kehityksen pariaksi vuosikymmeneksi.

Toinen tie parantaa voimantuotantoprosessin hyötysuhdetta on integroida se ja polttoprosessi, kuten tapahtuu kaasuturbiineissa ja polttomoottoreissa, sekä tuottaa syntyvällä jätelämmöllä vielä sähköä höyryprosessin avulla. Näin voidaan päästä maakaasulla voimalaitoskokoluokassa jo 58 %:n (brutto)hyötysuhteeseen alemmasta lämpöarvosta laskettuna. Nämä ns. kombiprosessit ovat voimalaitosalalla voimakkaimmin kehittyvä alue. Tekniikka soveltuu tänä päivänä voimalaitoskokoluokassa lähinnä maakaasulle tisle-mäisten polttoaineiden korkeamman hinnan takia. Voidaan ennustaa, että niin kauan kuin maakaasua on saatavissa kohtuuhintaan, kombiteknikailla rakennettuja lauhde- ja yhdistetyn tuotannon voimalaitoksia rakennetaan maailmalla runsaasti, voimalaitosalalle koittaa "maakaasuaika" edullisen kustannusrakenteen ansiosta.

Kombiteknikkaa kehitetään myös sellaisille polttoaineille, joita ei voida käyttää kombiprosesseissa sellaisenaan, kuten erilaisille kiinteille polttoaineille ja öljynjalostuksen pohjaöljyille. Nämä vaativat kaasutuksen ja tuotekaasun puhdistuksen ennen käyttöä voimantuotantoprosessissa. Nopeimmin tulevat käyttöön öljynjalostamoiden yhteyteen rakennettavat laitokset, mallia Porvoon POVO-hanke. Syynä ovat runsasrikkisen raskaan polttoöljyn markkinanäkymät, jalostamoiden ympäristönsuojelutarpeet, sekä mahdollisuus tyydyttää oma energian ja vedyn tarve edullisilla polttoainella. Myös kivihiilen paineistettuun kaasutukseen perustuvia hankkeita on käynnissä. Suomalainen teollisuus on biopolttoaineiden paineistetun kaasutuksen kärjessä maailmassa. Demonstrointiasteella olevat laitokset soveltuvat parhaiten teollisuuden ja yhdyskuntien tarpeisiin.

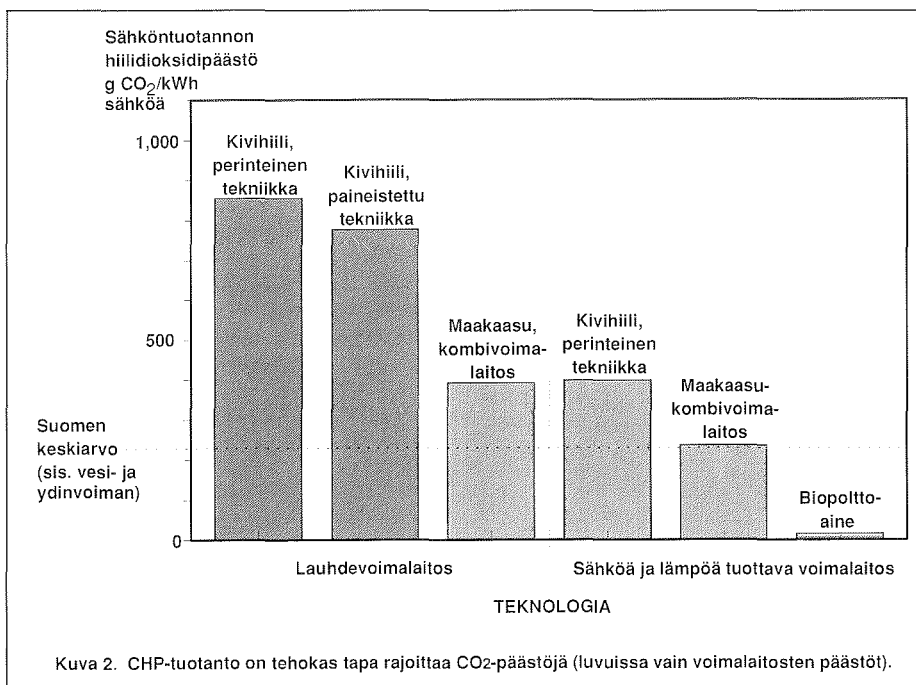
Vaikka voimalaitosprosessit kehittyvät voimakkaasti, on energiakäytön hyötysuhdetta helpointa parantaa porrastamalla lämpökuormia eri lämpötilatasoille ja käyttämällä ylemmän lämpötilatason jätelämpöä alemman lämpötilatason lämmönlähteenä. Suomi on tässä suhteessa johtava maa maailmassa. Yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto (CHP) on täällä itsestäänselvyys aina, kun lämpökuormat



sen sallivat. Kiitos tästä kuuluu alan pioneereille ja edullisille rahoitusmahdollisuuksille, jotka ovat mahdollistaneet pitkäjänteisen energiahuollon kehittämisen.

USA aloitti CHP-tuotannon 50 vuotta Suomea aikaisemmin, mutta sotien jälkeinen halpa energia yhdistettynä "liian" korkeaan pääoman tuottovaatimukseen romutti hyvän alun erityisesti lämmityksessä.

Koko maailman CO<sub>2</sub>-päästöjä voitaisiin vähentää arviolta 10–20 %, jos lämpökuormien porrastus käytettäisiin sähköntuotannossa tehokkaasti hyödyksi. Koska CHP-tuotanto on Suomessa jo nyt laajinta maailmassa, ei sähköntuotannon CO<sub>2</sub>-päästöjen alentaminen käy enää helposti päinsä. Lähin keino on korvata edelleen polttoaineisiin prustuvaa lauhdetuotantoa yhdistetyllä tuotannolla, mikä tapahtuu yhdistetyn tuotannon rakennusastetta nostamalla sekä polttoainemuutoksilla. Edellä mainitut kombiprosessit soveltuvat erityisen hyvin tähän tarkoitukseen. Myös suurissa perinteisissä voimalaitoksissa päästään kaukolämmöntuotannossa korkeisiin rakennusasteisiin, jopa yli 0,8:aan, erityisesti jos kaukolämpöveden lämpötilaa voitaisiin laskea 120 °C:sta alle 100 °C:seen. Venäjällä on rakennettu ylikäyttöisiä CHP-laitoksia useiden tuhansien sähkömegawattien verran.



## PÄÄSTÖT

Voimalaitoksen päästöt riippuvat polttoaineesta, poltosta ja puhdistuslaitteista. Hiilidioksidia lukuunottamatta voidaan päästöt rajoittaa nykyisellä tekniikalla millä tahansa "normaalilla" voimalaitospolttoaineella erittäin matalalle tasolle, esim. kivihiilen polton rikkipäästö samaksi kuin puuta poltettaessa (alle 25 mg SO<sub>2</sub>/MJ) tai alemmaksi. Kyse on siitä, mitä rajoittaminen maksaa ja millä toimilla laskeumaa voidaan vähentää ja ilman laatua parantaa parhaiten. Kun voimalaitospään päästöjä rajoitetaan, nousevat polttoaineiden tuotannon, kuljetuksen ja jalostuksen päästöt vähitellen samalle tasolle tai yli voimalaitosten päästöjen. Myös puhdistuksessa syntyvät sivutuotteet, kuten tuhka ja rikki, vaativat hyötykäytön.

Merkittävimmät voimalaitosten rikinpoistoinvestoinnit on Suomessa jo tehty ja kokemukset ovat pääsääntöisesti positiivisia. Meneillään olevat, polttotekniisiin toimiin perustuvat typenoksidien vähennys-

Taulukko 1. Kaukolämmitys Suomessa 1992.

<b>Koko Suomi</b>			
Kaukolämpö (CHP ja lämpökeskukset)	24,9 TWh		
Sähköä CHP-laitoksista	9,3 TWh		
Rakennusaste (energia)	0,37		
Kokonaishyötysuhde, %	87,2 %		
Kaupunkeja	Rakennusaste		Polttoaineet
	CHP-voimalaitokset	Verkko	
Lappeenranta	0,71	0,60	kaasu
Tampere	0,63	0,59	turve + kaasu
Helsinki	0,54	0,45	hiili + kaasu
Oulu	0,45	0,37	turve

Lähde: Lämpölaitosyhdistys

Taulukko 2. Erilaisten voimantuotantoprosessien rakennusasteita.

CHP-tuotanto	Rakennusaste	Hyötysuhde
Kaukolämmityslaitokset	( $\alpha$ )	(LHV)
- Perinteinen: hiili	0,45—0,75	85—90
maakaasu (kombi)	0,8 —1,2	85—90
biomassa (pieni)	0,2 —0,4	85—90
,, (iso)	0,3 —0,5	85—90
- Kaasutuskombi: biomassa, hiili	0,75	85—90
- Paineistettu poltto: biomassa, hiili	0,65	85—90
<b>Teollisuuden voimalaitokset</b>		
- Konventionaalinen: biomassa, hiili	0,1—0,4	80—90
- Kaasutuskombi: biomassa, hiili	0,5—0,75	80—90
<b>Lauhdevoimalaitokset</b>		
- Konventionaalinen: hiili		38—47
maakaasu (kombi)		52—56
- Kaasutuskombi: hiili		45—49
- Paineistettu poltto: hiili		44—47

Taulukko 3. Erilaisten polttoaineiden ominaisuuksia.

	Typpi - mg NO <sub>2</sub> /MJ	Rikki mg SO <sub>2</sub> /MJ	Kiintoaine mg/MJ	Hiili gCO <sub>2</sub> /MJ
Maakaasu	0	0,1	0	59
Kevyt polttoöljy	75	95	~0	74
Raskas polttoöljy				
- 1 % rikki	400	500	10	77
- 2,5 % rikki	580	1250	10	77
Kivihiili	1000—2000	500—1000	3000—6000	95
Puu	500—1500	20—150	250	(110)
Turve	3000	215*	2700	110

\* Tuhka 5 %, N = 1,7 % ja S = 0,2 % kuiva-aineessa, kosteus 50 %

toimet ovat olleet selvästi vaikeampia. Ohjearvoja on ollut usealla laitoksella vaikea saavuttaa siten, että lentotuhka kelpaisi edelleen hyötykäyttöön. Kivihiilen polton typenoksidipäästöjen alentaminen samalle tasolle, kuin mitä rikillä on päästy, edellyttää savukaasujen katalyyttistä puhdistusta, mikä nostaa puhdistuskuluja huomattavasti. "Helppoilla" polttoaineilla, kuten maakaasulla, päästään poltoteknisillä keinoilla uusissa laitoksissa jopa alle 20 mg:aan NO<sub>2</sub>/MJ.

Eri polttoaineilla on tässä suhteessa selviä eroja. Kivihiilen savukaasujen puhdistus maksaa enemmän kuin maakaasun polton päästöjen rajoittaminen. Kivihiilivoimalaitoksen investoinnista jo yli 25 % on ympäristönsuojelulaitteita.

Energiatuotannon teknisesti ratkaisematon päästö on CO<sub>2</sub>. Hiilidioksidi voidaan poistaa savukaasuista, erityisesti paineistetussa kaasutusprosessissa. Poisto nostaisi kivihiilellä tuotetun sähkön hintaa 50—100 %, mutta ratkaisematta on hiilidioksidin loppusijoitus. Vaihtoehtoina on mm. esitetty sijoitusta meriin ja tyhjeneviin öljy- ja kaasulähteisiin. Kasviuoneilmion arviointi on laajan kansainvälisen tutkimuksen kohteena. Seuraava kansainvälinen arvio (IPCC) valmistunee kahden vuoden kuluessa. Eräiden arvioiden mukaan päästöjen vakauttaminen nykytasolle tai alentaminen esim. 30 % ei lähimainkaan ole riittävää. Jos näin on, joudutaan maailman ja myös maamme energiahuoltoa arvioimaan perinpohjin uudelleen. Fossiilisiin polttoaineisiin perustuva lauhdesähkön tuotanto ei silloin tule kyseeseen. Myös CHP-laitosten polttoainevalikoimaan joudutaan silloin puuttamaan.

Kari Saviharju on erikoistutkija VTT Energian Poltto- ja konversiotekniikat -tutkimusalueella, p. 90-456 6582.



# ENERGIA- JA SÄHKÖKAUPPA

**Suomen energian ja sähkön hankinta perustuu moniin eri polttoaineisiin ja sähkön tuotannon rakenne on monipuolinen. Sähkön hankinnassa ydinvoiman osuus on 29 % ja on samalla suurin hankintaosuus. Suomen sähkön hankinnasta IVOn voimalaitokset ja voimalaitososuudet ovat vajaat 40 %. Myös teollisuudella on likipitään saman suuruinen osuus. Loppuosa tuotannosta on kaupunkien hankintaa.**

Maamme energia- ja sähkömarkkinoiden muutokseen ovat keskeisimmin vaikuttamassa mm. ETAn syntyminen, sen vaikutukset kilpailulainsäädäntöön ja energiemarkkinoihin sekä parhaillaan laadittavana oleva sähkömarkkinalaki.

## ENERGIKAUPPA

Energialouden kehittäminen on ollut tärkeällä sijalla yhdyskuntien kehittämisen ja nopeasti kasvavan teollisuuden energiatarpeen tyydyttämisessä. Kansainväliset öljykriisit 1970-luvulla nostivat energian saantivarmuuden turvaamisen etualalle, minkä seurauksena ryhdyttiin monipuolistamaan energiatuotannon rakennetta ja parantamaan energiakäytön tehokkuutta. Tultaessa 1990-luvulle ovat energiakysymykset ja kestävä kehityksen vaatimus muodostuneet energiemarkkinoiden tärkeiksi tekijäksi.

Energiapolitiikan keskeisiä tavoitteita ovat

- energian saannin varmuus
- taloudellisuus
- hyväksyttävyyys ympäristön kannalta ja - turvallisuus.

Näiden tavoitteiden suuntaamalla tavalla Suomen primäärienergiälähteet jakautuvat monen lähteen kesken verraten tasaisesti. Kuvassa 1 on esitetty vuoden 1992 primäärienergiajakautuma ja siinä tapahtunut kehitys on esitetty kuvassa 2. Nämä kuvat esittävät eri energiamuotojen osuutta Suomen energiakaupan kokonaisuudessa.

## Öljy ja kaasu

Öllytuotteiden tuonti Suomeen vapautettiin vuoden 1991 puolivälissä, jonka jälkeen öljytuotteiden verottomat hinnat ovat laskeneet. Hintojen lasku johtui mm. Nesteen mukaan aikaisempaa paremmasta mahdollisuudesta optimoida ja lostamoidensa tuotantoa. Toisaalta tuonin vapautuminen kiristi kilpailua ja alensi marginaaleja. Öljykaupassa voidaan katsoa olevan vapaa kansainvälinen kilpailu ja sen muodostama hintataso.

Kaasun osalta EU:n tavoitteet ovat samat kuin sähkössäkin eli vapaan kilpailun lisääminen. Suomessa on käytännössä Nesteen monopoli, johon on luvattu muutoksia vasta kaasun toisen tuontisuunnan syntymisen kautta. Ajoittain on myös kasa-kaupan monopolisuudesta keskusteltu. Kaasukaupassa vapaata kilpailua ei vielä ole.

## Hiili

Suomessa hiilen tuonti on vapaata ja hinnat kansainvälisen kilpailun edellyttämällä tasolla. Valtaosan maamme hiilestä on tuotu Puolasta ja entisestä Neuvostoliitosta. Lisäksi on tehty täydentäviä hankintoja eri puolilta maailmaa kulloinkin edullisimmasta hankintalähteestä.

Tärkeintä ja taloudellisinta valtameren takaisissa hankinnoissa on ollut todellisen kilpailutilanteen luominen lähiihilen toimittajille. Hiilen tarpeen kasvu ja lähituottajien käytännön tarjontamahdollisuuksien vaikeutuminen tulevat kasvattamaan valtameren takaisen hiilen markkinaosuutta.

Hiilellä on myös erityisen tärkeä merkitys olla kilpailevana ja vapaasti saatavana energialähteenä kaikille muille energian hankintatavoille.

## Turve ja puu

Kotimaisten polttoaineiden lisääntyvä käyttö on Suomen energiastrategian mukaista. Käyttöä pyritään suosimaan eräin avustuksin ja päästömaksujärjestelyin. Kotimaisten polttoaineiden kaupassa on vapaa kilpailu vaikka turpeen lisäksi kovin suurta kotimaisten polttoaineiden kauppaa ei käydäkään.

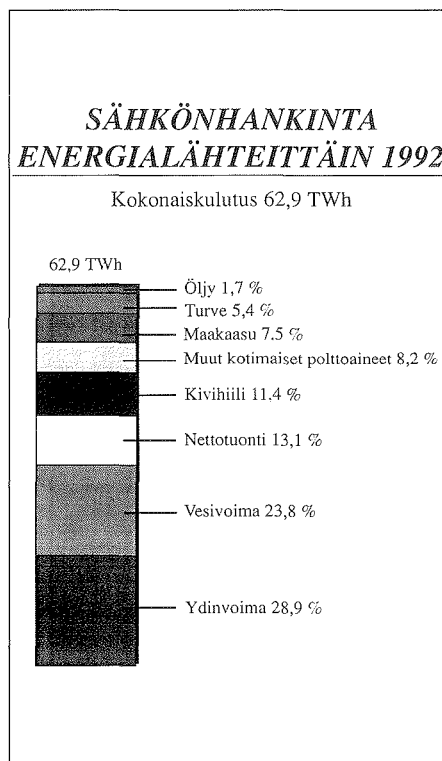
Voimalaitoskäytössä jyrksinturpeella on kilpailevana vaihtoehtona lähinnä kivihiili, tietyissä tapauksissa ja alueilla myös maakaasu ja raskas polttoöljy. Jotta kilpaileva vaihtoehto ei syrjäyttäisi polttoturvetta, on sen hinnan pitkällä aikavälillä asetettava tasolle, jossa se on samaa suuruusluokkaa näiden kanssa.

Puuperäisiä polttoaineita käytetään teollisuudessa varsin paljon, mutta lähes yksinomaan raaka-ainepuun oheistuotteen ominaisuudessa — mm. jätelieimessä.

Puun käyttöä pyritään kuitenkin tehostamaan ja menetelmien kehittyminen parantaa puun kilpailukykyä ja lisää kauppaa puupolttoaineella ensisijaisesti pienimuotoisena ja eräitä muita energianlähteitä täydentävänä primäärienergianmuotona.

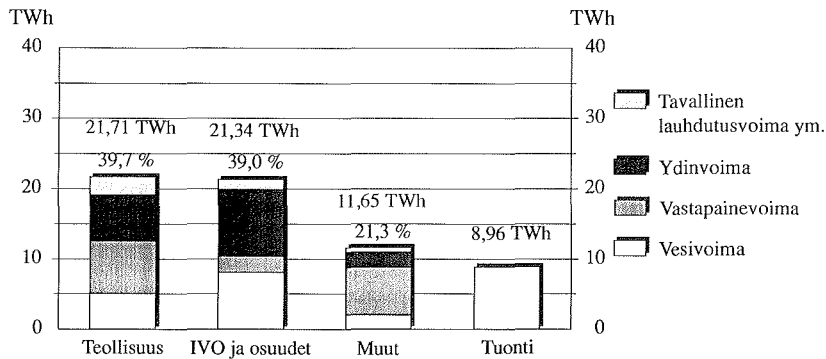
## Ydinpolttoaine

Ydinpolttoaine on yleisesti vapaan kilpailun piirissä, mutta polttoaineen valmistus on luonnollisesti reaktorityyppikohtainen. Toisaalta EU:n piirissä on eräitä tekijöitä, jotka vaikuttavat — ainakin periaatteessa — ydinpolttoaineen hankintaan. Ydinpolttoainehuollon palveluista on jatkuvasti lievää ylitarjontaa. Tähän vaikuttavat mm. monien maiden omavaraisuuspyrkimykset sekä polttoaineen palaman lisääminen.

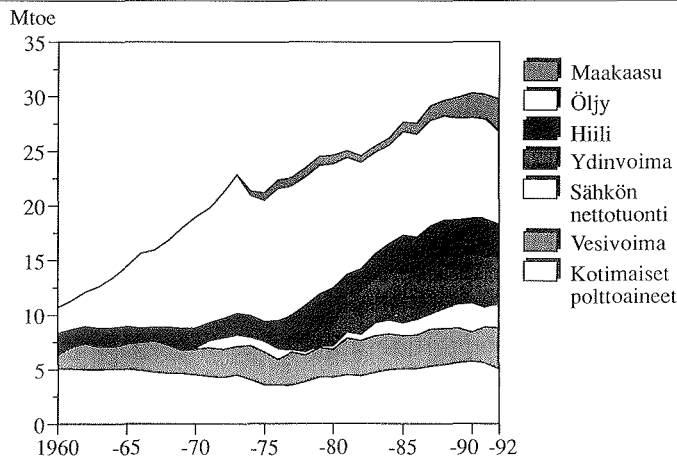


## SÄHKÖNTUOTANNON JA -TUONNIN JAKAANTUMINEN 1992

Kokonaistuotanto 54,70 TWh  
Tuonti 8,96 TWh



## RAAKAENERGIAN KOKONAISKULUTUS ENERGIALÄHTEITTÄIN 1960-1992



### SÄHKÖKAUPPA

Suomen sähkön hankinnan rakenteen kehittymistä on suunnattu energiapolitiikan keskeisten tavoitteiden mukaisesti.

Sähkön hankinta energialähteittäin on jakautunutkin usealle eri hankintalähteelle, joiden osuus on esitetty kuvassa 3. Sähkön hankinta tuotantomuodoittain on esitetty kuvassa 4. Näistä kuvista voidaan havaita, että niin energialähteet kuin tuotantomuodotkin ovat jakautuneet varsin tasaisesti eri hankintalähteille ja tuotantomuodoille. Näin ollen mikään energialähde tai tuotantomuoto ei muodosta liian suurta osuutta kokonaisuudesta. Ydinvoiman osuus sähkön hankinnan energialähteistä on noin 29 % ja on suurin yksittäinen hankintalähde.

Sähkön tuotannon ja tuonnin jakautuminen on esitetty kuvassa 5. Kuvasta nähdään, että teollisuuden sekä toisaalta IVO:n ja IVO:n osuuksien osuudet ovat käytännöllisesti katsoen yhtä suuret eli lähes 40 %. Muiden eli lähinnä kaupunkien osuus on runsas 20 %.

Teollisuus käyttää koko maan sähkön tarpeesta noin 50 % ja tuottaa noin 40 %

eli teollisuus ostaa ulkopuolelta noin 10 % koko maan sähkön tarpeesta. Kaupungit tuottaa noin 20 % maan sähkön tarpeesta ja käyttävät sen ensisijaisesti omaan jakelutoimintaansa.

IVOn tuottama ja hankkima sähkö menee kokonaisuudessaan myyntiin, joka kattaa pääasiassa jakelusähkölaitosten ja osaksi teollisuuden sekä kaupunkien sähkön tarpeen tyydyttämistä. Teollisuus käyttää jonkin verran sähkökauppaa keskenään, mutta teollisuus käyttää pääasiassa itse tuottamansa sähkön.

Suomen jakelulaitokset käyvät merkittävää sähkö- ja kaukolämpökauppaa myydessään sähkön ja kaukolämmön niiden loppukuluttajille. Tämä käsittää noin 50 % koko maan sähkön tarpeesta. Tämän sähkökaupan arvo on noin 10 miljardia markkaa, joka on noin 2-kertaa IVO:n sähkön myynnin arvo.

### Sähköhuollosta sähkömarkkinoihin

Useiden eri tekijöiden johdosta sähköhuolto on muuttumassa sähkömarkkinoiksi.

Sähkön siirtotoiminta laajenee ja monipuolistuu niin kantaverkossa kuin jakeluverkoissakin. Sähkön siirto vapautuu siten, ettei siirtotoiminta muodosta kilpailun estettä sähkömarkkinoilla.

Sähkön hinnoittelu tulee ainakin osaksi muuttamaan markkinoiden hinnoittelun suuntaan — vaikka huomattava osa sähköstä edelleenkin myytäisiin nykyrakenteisilla lähinnä kustannuksia vastaavilla tarifeilla.

Kilpailun vapautuminen tuo mukanaan myös ns. suuri- ja pienimittakaavaisen sähkön myynnin rajan hämärtyksen aivan luonnollisena kehityksenä vaikka jakelualueen ulkopuolelta aggressiivista myyntitoimintaa jakelun piirissä ei tapahtuisikaan. Ratkaisevana tekijänä on sähkön hinnoittelu em. rajan molemmilla puolilla.

Jakelutoiminta näyttää menettävän uuden sähkömarkkinalain mukana monopoli asemansa lähivuosien kuluessa. Näyttää siltä, että jakeluun liittyvä siirtotoiminta eriytetään nykyisestä jakelumyynnistä omaksi tulosityksiköksi. Suuri- ja pienimittakaavaista sähkökauppaa tullaan näin ollen käymään erityisten myyntiyhtiöiden ja yksiköiden toimesta.

### YHTEENVETO

Vapaa kilpailu energia- ja erityisesti sähkökaupassa näkyy myös asiakkaiden mahdollisuutena valita vapaasti energian toimittaja — toistaiseksi kaasukauppaa lukuunottamatta. Toisaalta tämä merkitsee, että asiakkaat tulevat keskenään aikaisempaa enemmän erilaiseen asemaan. Suuri asiakas voi kilpaillussa järjestelmässä saada paremmat ehdot mittakaavaetunsa vuoksi.

Sähköala on nopeasti muuttumassa vapaiksi sähkömarkkinoiksi. Mm. tuotanto-, siirto- ja jakelutoimintojen erottaminen toisistaan vähintään omiksi tulosityksiköiksi johtaa alalla huomattaviin energia- ja erityisesti sähkökaupan organisaatio- ja rakenteiden muutoksiin.

DI Jouko Mikola toimii Imatran Voima Oy:n esikunnassa energiapolitiikan johtavana asiantuntijana, p. 90-6090 6292.





# ONKO ENERGIAFONDUE OIKEIN VALMISTETTU

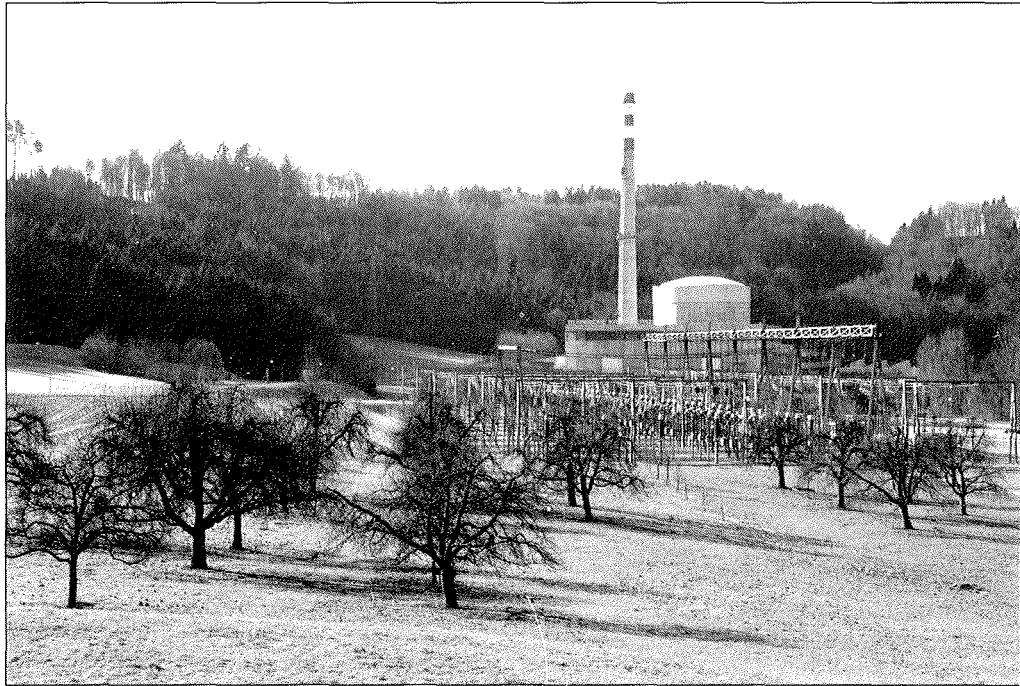
## Sveitsin sähköhuolto 2000-luvun kynnyksellä

*Sveitsissä on ehkäpä maailman suurin demokratia, vaikka ei välttämättä tehokkain. Hallinto on jakautunut selvästi kunnan, kantonin ja liittovaltion toimintoihin. Parhaiten muualla maailmassa tunnetaan moninaiset kansanäänestykset, joita on järjestetty melkein aiheesta kuin aiheesta. Tuikitärkeät maitotuotteet ovat olleet vuoden 1960 jälkeen kolme kertaa äänestettävänä ja soke-riasiatkin kaksi kertaa. Maalainen Juralta ilmaisee käsityksensä näin: "referendumi on kansan tapa sanoa EI Bernin kansanedustajille". Ja näinhän juuri kävi 6.12.1992 äänestyksessä liittymisestä ETA:an.*

*Ympäristöaiheet ovat viime vuosina lisääntyneet. Esimerkiksi kesällä 1993 äänestettiin Bernin kantonissa Aare-joen suojelusta, joka olisi rajoittanut vahvasti vesivoiman hyväksikäyttöä maassa, jossa vesivoimalla tuotetaan noin 60 % sähköstä. Kansalaiset kuitenkin kumosivat aloitteen.*

Ydinvoima on myös ollut näiden äänestysten toistuva aihe vuodesta 1957 lähtien. Alkuun kehitys kuitenkin lähti ilman suuria ristiriitoja. Sveitsi aloitti ydinvoimalla tapahtuvan sähkön tuotannon varhain. Ruotsin tavoin se yritti aluksi kulkea omia teitänsä, ja Lucensin kotimainen voimala tehtiin kriittiseksi 1966 (6 MWe). Sen taru loppui tammi-kuussa 1969, jolloin osittainen sydämen sulaminen aiheutti päästön voimalan maanalaiseen sijoituspaikkaan.

Jo ennen tätä Sveitsi oli kuitenkin päättänyt käyttää perinteistä kevytvesilinjaa, ja hankittu kotimainen kokemus voitiin hyödyntää laitetoimituksina omiin laitoksiin. Ensimmäinen painevesilaitos tilattiin 1965 (2 x 350 MW Westinghouse PWR), ja Beznau I käynnistettiin 1970 sekä Beznau II 1972. Kiehuvesilaitoksen rakennuskohteeksi valittiin Mühleberg (ks. ku-



Mühlebergin kiehuvesilaitos valmistui 1972, ja on siten eräs Euroopan vanhimpia ydinvoimalaitoksia. Se sijaitsee vain noin 30 km päässä Valaliiton pääkaupungista Bernistä länteen kauniilla paikalla Aarejoen partaalla.

vatekstit). "Toisen" sukupolven laitoksina rakennettiin Gösgen (940 MW KWU PWR), joka käynnistyi 1979 ja viimeisenä Leibstadt Sveitsin ja Saksan rajalle joulukuussa 1984 kymmenen vuoden rakennusajan jälkeen (990 MW GE BWR). Erikoinen tekninen yksityiskohta sveitsiläisessä ydinvoimassa on lämmöntuotanto laitoksien ulkopuolisille tilaajille. Beznau tuottaa lämpöä paikalliseen kaukolämpöverkkoon noin 110 GWh/a ja Gösgen yli 150 GWh:a höyryä läheiseen kartonkitehtaaseen. Mainittakoon, että Gösgenin tapauksessa tämä merkitsee noin 60 GWh "menetettyä" sähköntuotantoa yhden vuoden aikana.

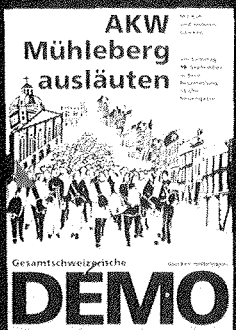
Näiden rakennusohjelman faktojen takana riehui kuitenkin poliittinen taistelu, joka muutti valitun sähköntuotantopolitiikan suunnan. Ydinvoimakritiikki "alkoi" 1969 Kaiseraugstin voimalaprojektin ympäriltä ja vastustus kasvoi siten, että helmikuussa 1979 järjestettiin liittovaltion kansanäänestys, ydinvoimasta. Kysymyksenasetteluna oli käytännössä kategorinen kyllä tai ei ydinvoiman käytölle Sveitsissä. 51,2 % äänestäneistä kannatti ydinvoiman käyttöä—äänestysprosentti oli 50 %, mikä on hyvä tulos Sveitsissä. Paria viikkoa myöhemmin Three Mile Island 2 kärsi osittaisen sydämen sulamisen. Olisi-

kohan noin 23 000 ihmistä äänestänyt toisin kuin äänesti, jos onnettomuus olisi tapahtunut hieman aikaisemmin?

1980-luvun alussa alkoi jo näyttää siltä, että vastustuksen voima hiipuu, ja yritys koota tarvittavat 100 000 ääntä referendumiin järjestämiseksi kuivui kokoon. Kaiseraugstin (lähellä Baselina) voimalan suunnittelu oli jälleen vauhdissa sitten vuoden 1975 laitospaikan valtuksen, ja suunnitelmat Verboisin, Rüthin ja Grabenin laitoksille olivat olemassa. Tosin Leibstadtin projekti oli myös juuttunut lisensointivaikeuksiin. Kun laitos lopulta valmistui, tuli sähkön tuotantohinnaksi noin 40 p/kWh (1993 tiedot), kun se on Gösgenille noin 28 p/kWh. Kotitalous-sähkö maksaa lähes 80 p/kWh, teollisuus maksaa alle 60 p/kWh, kun taas maatalousyrittäjä maksaa noin 35 p/kWh eli alle Leibstadtin tuotantohinnan! Juuston teko on siis tässäkin taustalla.

Myös vuosien 1983 ja 1984 referendumit, joissa ydinvoimaa testattiin, päättyivät sille suopeasti, nyt jopa suuremmilla noin 5 %:n (!) marginaaleilla. Parlamentti, jolle päätösvalta voimalapäätöksistä oli delegoitu, antoi 1985 suotuisan päätöksen Kaiseraugstin 925 MW:n laitokselle. Siten 1986 keväällä oltiin uudessa tarjouskilpailu-

AKW-MÜHLEBERG  
HEUTE RISSE  
MORGEN LEISTUNGS-  
ERHÖHUNG  
10%  
ÜBERMORGEN SUPER-GAU  
ÜBER-ÜBERMORGEN JOD-TABLETTEN



Mühleberg on General Electricin Mark I-sukupolveen kuuluva laitos, jolla on hyvä käyttöhistoria (vuoden 1993 käyttökerroin 90,2 % ja koko käytön aikainen 85,3 %). Silti se on ollut jatkuvasti ydinvoiman vastustajien maalitauluna. Kuvassa alimpana juliste mielenosoituksesta, keskellä geeniteknologian vastustusta, ja ylimpänä aivan tuore juliste, jossa ennustetaan 10 %:n tehonnoston jälkeistä tuhoa: "Tänään säröjä, huomenna tehonnosto, ylihuomenna superonnettomuus (GAU = Grösste Anzunehmender Unfall), ja yliylli huomenna joditabletit". Vastoin vastustajien kampanjointia ja jopa kantonin kansanäänestystä Sveitsin liittovaltion viranomaiset myönsivät luvan tehonnostolle 1992 ja pidensivät laitoksen käyttöä vuoteen 2002.

Taulukko 1 (Lähde Hädener & Kramer 1993):

Asennettu sähköntuotantokapasiteetti 1992 sekä maksimitehot kesällä ja talvella. Huomaa, miten tasaisesti vesivoimakapasiteettia voidaan käyttää (pumppuvoimalaitokset ja vesialtaat).

MW	Vesivoima	Ydinvoima	Lämpövoima (konv)
Asennettu kapasiteetti	11 639	2 950	790
Maksimi päivittäinen teho — talvi	6 592	2 944	409
Maksimi päivittäinen teho — kesä	7 718	2 913	101

Taulukko 2: (Lähteet Hädener & Kramer 1993 ja Bundesamt für Energiewirtschaft 1994):

Sähköntuotanto eri lähteillä (TWh). Sveitsin energiafondue on kunnossa (juustoilla sekoitus on Gruyere, Emmenthal ja Vacherin suhteessa, joka on täysin tekijän valittavissa). 1993 sähköntuotanto nousi vuodesta 1992 3,4 % ja oli 59,3 TWh (osuudet olivat vesivoima 61 %, ydinvoima 37 % ja konventionaalinen lämpövoima 2 %). Sähkön kulutus jakaantui 1992 seuraavasti: teollisuus 31 %, palvelut 33 %, kotitaloudet 30 %, maatalous 1 % ja liikenne 5 %.

	1988	1989	1990	1991	1992
Vesivoima — Joki	15,4	13,6	13,6	13,9	15,2
Vesivoima — Allas	21,0	16,8	17,1	19,2	18,5
Ydinvoima	21,5	21,5	22,3	21,6	22,1
Fossiiliset polttoaineet	1,0	1,1	1,1	1,3	1,5
Yhteensä	59,0	53,1	54,1	56,1	57,3

lussa, kun Tshernobyli räjähti. Kaise-raugstista tuli Tshernobylin uhri Suomen viidennen ja Hollannin kolmannen voimalan sekä Italian ohjelman ohella. Lisäksi 1987 tehtiin kaksi aloitetta, jotka johtivat kansanäänestyksiin 1990 (aloitteen 100 000 nimen keräämisen jälkeen liittovaltiolla on neljä vuotta aikaa järjestää äänestys). Syyskuussa 1990 sveitsiläiset päättivät olla lopettamatta nykyisten voimaloiden käyttöä (53 %), mutta äänestivät toisaalta voimaan 10 vuoden motorion uusille voimaloille (54,6 %). Huhujen mukaan ns. "kassakaapissa" on seuraava aloite ydinvoiman purkamiseksi. Suunnitteluvoimaa vastustajilla riittää, sillä esimerkiksi Greenpeacen toimistolla Zürichissä on käytössään noin 35 täysipäiväistä työntekijää.

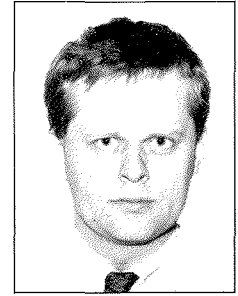
Myös jäteongelma on sveitsiläisen demokration koetinkivi. Nidwaldenin kantonin Wellenbergiin suunnitellun voimalaitosjätteen loppusijoitustilan ja Würenlingenin rakennettavan välivaraston lisensoinnit jauhavat hitaasti päätösten tekokoneiston hampaissa. Tammikuussa

1994 Sveitsin hallitus antoi lakiesityksen maan ydinvoimalain muuttamisesta siten, etteivät kantonitasoiset toimet voisi estää Wellenbergin toteutusta. Tämän lain läpimeno kestää, sillä vaikka liittovaltion kansanedustuslaitos hyväksyisi esityksen, on siitä odotettavissa vastustajien toimesta referendumia...

Mutta toisaalta laitokset käyvät hienosti. Vuonna 1993 ne tuottivat sähköenergiaa 22.05 TWh, ja niiden keskimääräinen käyttökerroin oli 85,6 %. Gösgenin tehoa nostettiin 20 MW:lla 1992 ja se ohitti 100 TWh:n rajapyykin 17.1.1994. Mühleberg sai 1992 kymmenen vuoden käyttöluvan modernisoinnin jälkeen, ja Beznaussa on toteutettu mittavia perusparannusprojekteja turvallisuusjärjestelmissä sekä vaihdettu höyrystimä. Leibstadtin tehoa aiotaan nostaa 15 %, mutta hanke on liittovaltion päätäntäelimissä. Entä tulevaisuus? Nykyiset laitokset jatkavat suuremmilla tehoillaan ja ydinvoimakapasiteettiin Ranskassa on Sveitsistä investoitu EDF:n pääjohtajan Bergougnouxin mukaan noin 600 MW:n verran (tuonti Ranskasta 1993 9,1 TWh). Sähkön välitys Italiaan on tuottavaa, ja Sveitsi on sähkön nettoviejä (1993 jopa 7,2 TWh enemmän vientiä kuin tuontia). Hallitus painiskelee kaikenkattavan ns. Energia 2000-ohjelman kanssa, johon sisältyy mm. edellä kerrottu ydinvoimalaitosten tehonnosto ja energian säästöohjelma.

Helmikuussa Sveitsin lehdet iloitsivat 1,3 %:n sähkönkulutuksen laskusta vuonna 1993 (kulutus 47,2 TWh), mikä tietenkin johtui lamasta — esimerkiksi työttömyys saavutti 1993 lopussa yli 5 %:n huippuluvun. Vuonna 1993 suljettiin lopullisesti elektrolyysiä käyttävä alumiinitehdas, mikä yksin vastasi kolmanneksesta käytön laskusta. Monille sähkönkulutuksen lasku ensimmäisen kerran vuoden 1975 jälkeen kuitenkin merkitsi "suurta käännettä", sillä ympäristötematiikka on täälläkin keskustelua hallitsevaa. Myös energiaministeri Adolf Ogin vuoden 1993 presidentin - ministeriö iloitsi sähkönkulutuksen laskusta ja laski sen osaksi Energia 2000 -ohjelman säästökampanjan tiliin. Hymy saattaa vielä hyytyä Sveitsin Eurooppa- ja energiakysymysten kärjistyessä myöhemmin 1990-luvulla, mutta onhan sähköntuotannon lähtötilanne kuitenkin Euroopan terveimpiä.

DI Jorma Aurela toimii European Nuclear Society:ssa Bernissä projektipäällikkönä, p. +41 31 320 6507 ja fax. +41 31 3824466.  
Osoite Belpstrasse 23, P.O. Box 5032  
CH — 3001 Berne.



## **Operational results of the Paks Nuclear Power Plant in 1993**

*The article gives a short introduction on the international and national background in which circumstances the Paks NPP has to be operated. After the introduction a detailed analysis is provided for the economical situation in Hungary, what is the major limitation factor of further development. Also a detailed analysis is given for 1993, the 3rd best year of operation of the power plant. The article gives a key function to competitiveness of nuclear production with a maintained safety level.*

### **Changes in major international tendencies, brief introduction of domestic economic situation and the electric energy industry in Hungary**

Preparing such comprehensive assignment proves to be traditionally difficult, because the author wouldn't like to provide either a large-scale nor a sketchy work. Forming an overall picture which would like to process the whole deep necessary for an analysis, requires thorough collecting and then well-thought-out selecting activities

As the first factor of the overall analysis, now let us examine the role of the nuclear power plants in the electricity generation of the world. According to the latest statistics, more than 500 units of nuclear power plants, with more than 335,4 GWe power capacity are running or are being under construction (Commissariat à l'Énergie Atomique: Energy Data Book 1993.). Because of the environmental problems will worsen by the turn of the century and the increasing

energy demand of the New Industrialized Countries (NIC) the proportion of the nuclear power plants is steadily increasing. Several environmental government program have proclaimed nuclear energy as one of the most environment-friendly energy source and despite of that the world public opinion does not support governments striving for expansion of nuclear way of electricity generation. In practice a restricted nuclear energy policy is typical for developed industrial countries while an overriding nuclear power plant development program is characteristic of NIC countries and Japan establishing a sound basis of their growth. Europe and the U.S.A. are careful, all Great Power manufacturing and operating NPPs expect solution of energy generation problem from the nuclear power plants of new prototypes but non of them is willing to undertake the implementation. While Hungary's market relations are widening, our share in world trade is continuing to decrease because the world market is developing in more dynamic way than the foreign trade of Hungary. In shaping the judgement of the world concerning nuclear power plant operation, despite of its small dimensions, Hungary may have an important role.

Evaluating the year of 1993 in addition to international general tendencies, the changing in the main processes of the domestic economy, the structural transitions within the supplier sector of the electricity industry should be taken into consideration. This way the importance of the Paks Nuclear Power Plant Ltd.'s existence and production can be judged.

The year of 1993 has passed under the circumstances of international economic crisis. However, according to the positive final conclusions of the GATT negotiations a little recovery of the economy can be expected in the near future, Hungary will not be involved significantly, rather the equilibrium recovery of the Great Economic Power will take place. The position of the former Soviet Union that temporarily left the circle of World Pow-

er is taken up by the European Community, which will result in a worldwide sharing of the markets by the U.S.A., Japan — NIC region and EC. Arising from its geographical situation an obvious opportunity, the EC integration is offered for our country, which strengthen our possibilities for entering the market. Moreover the changes of the future energetic should be considered under the conditions are influenced by our integration efforts into EC.

It should be taken into consideration as an additional condition of operation, that how the following main tendencies which have an influence on our fate are changing in the world, i.e.:

- judgement of nuclear industry, the degree of the public acceptance,
- construction of additional nuclear power plants,
- implementation of nuclear power plant units of new types,
- general safety upgrading efforts.

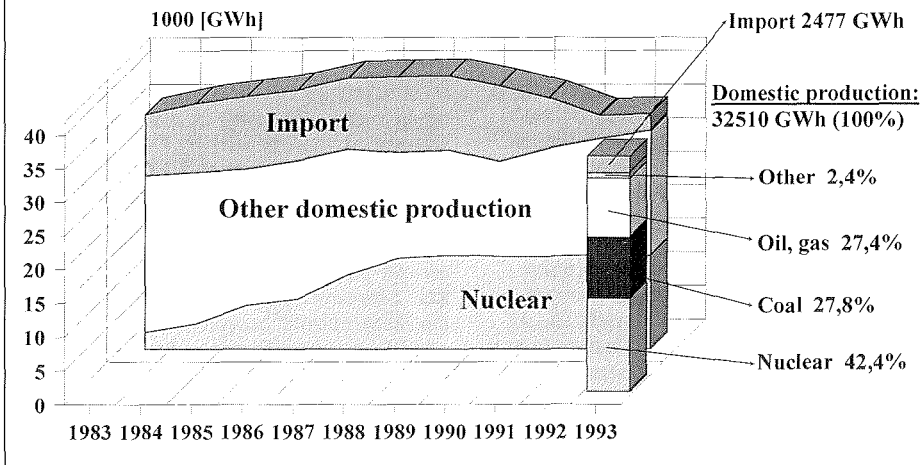
To enjoy the confidence of both national and international public Paks Nuclear Power Plant has to take an active role or fill a part according to the established traditions in almost all of the field were mentioned above.

### **Main tendencies in changes of the domestic production, the role of the Paks Nuclear Power Plant in supplying the demand of the Hungarian consumers**

The changing demands of the country are presented in Figure 1. Three important findings can be proved based on the figures:

1. In the past 5 years the overall economic recession left its marks on the →

## Hungarian Electricity Production 1983-1993



changes of demands. Noticeably the yearly increase of consumption came to a sudden stop in 1988, and then the energy demands was slightly decreasing till 1992. During last year the electricity demand was not decreasing compared to the previous year, which hopefully indicates the start of the boom in economy.

2. Comparing the present structure of consumption to that was characteristic ten years ago, there is an important change, the consumer demands based on import have fallen back from more than 20% to 7%. Practically, the threats of the soviet import possibilities (the lack of capacity) together with the decrease of domestic consumption have not resulted in problems of supply. Since one part of the import lost is covered mostly by conventional domestic power plants operating in peak-load mode — and will be covered by them till construction of a base-load power plant - the tendencies of 1993 in terms of costs can be characterized by a decreasing trend of differences in competitiveness (concerning data were not available at the time of this assignment). However this decrease in cost differences can continue until the new environmental act comes into force, because the proposed penalties for air-polluting emissions of conventional power plants will justify the economic priority of the nuclear electric energy production.

3. There has not been made any decisions on power plant construction for base-load mode operation. This fact can give cause for concern, because in case of economic recovery the balance between the available capacities and the increasing demand probably couldnt be maintained because of Hungary's lost import relations. The situation will be better in case of use of energy saving technologies in the future.

Under these circumstances 42,7 % of the electricity produced in Hungary generated by the Paks Nuclear Power Plant Ltd. in 1993

### Changes in performance statistics during 1993.

To present the performance statistics by figures is the task of this chapter. In the last year 13796 GWh associates with the significant percentage in the domestic production was mentioned above. This production data falls behind the previous, record production of 1992 (13964 GWh) which almost reached a theoretical maximum production concerned the power plants of such types. Moreover this result qualifies the year 1993 as the third best during the whole lifetime.

Shares in production of Paks units are summed up in the following table:

	Produktion (GWh)
1st Unit	3512
2nd Unit	3569
3rd Unit	3178
4th Unit	3537

Since the production were dropped behind that of 1992, in accordance with these results the load factors had been decreased, in the last year the average load factor was 85,63%. Paks units based on these load factors probably are in the forefront of the power plants of the world, which all goes to show a high level of operation. The best load factor was reached by the 2nd Unit. The loss of production caused by the forced outages was 161479 MWh, which amounts 1,17 % of generated electricity.

Paks NPP also joined the CENTREL experiment last year. As it was mentioned above, the direction of integration efforts for Hungary are unambiguous. However this integration has serious conditions which is (or tried to be) determined by the EC as a unified market. One of the conditions of joining is that entering the block called "Visegrádian-Three" - these days Four - has to be unified from all aspects (regulated internal market, cooperative management of trade, unified accounting etc.), thus from the energetic point of view, too. Practically, this means that the four countries should prepare for entering, a full-right membership by means of unified energetic system — as by unified market, too. While the unified system is not proved and grid connections to the EC countries are not established, the full-right membership will not be accessible for these countries. Even therefore, it is a sound argument, that each employee within the the electric energy industry can actively influence the future of Hungary, if they contribute by their work to the uninterrupted safe and reliable energy supply of the country corresponding to the actual environmental requirements.

The electricity generated by our power plant has been provided for the population of the country in a safe and reliable way. In addition to this safe and reliable operation in terms of our safety features, the number of the reactor scrams — can be kept in evidence internationally —, we can record great results for three units. There were no reactor scrams on the 2nd, 3rd and 4th Units. The average value of 1993 was shaped by the 1st Unit into a value of 1 event/unit/year, since on this unit four unplanned reactor scrams took place, which events resulted in significant production losses. The reactor scrams took place due to the following circumstances:

- 3rd January 1993: during feedwater pump start reactor core differential pressure high protection signal occurred,
- 6th January 1993: after work was carried out on a Neutron Flux Monitoring System, during the activation of the one of the reactor protection system group, due to "reactor control and protection system-power supply loss" false signal caused a reactor scram,

- 12th February 1993: in consequence of "main steam collector break" false signal all three emergency core cooling system (ECCS) actuated, the main oil pumps as a result of "pressure drop" signal were switched off and after the loss of the last turbine reactor scram appeared,
- 4th March 1993: during the radio frequency sensitivity test a false "main steam collector break" protection signal appeared, all safety systems functioned properly.

The most important events resulted in output losses can be summed up by the following facts:

- It failed to define the cause of reactor scram occurred after starting the one feedwater pump.
- The exchange of time relays which caused reactor scram occurred during the activation of one of the RPS group was performed.
- It failed to clarify the cause of a false protection signal resulted in ECCS operation at all three safety systems.

- The fourth emergency occurred because of a transceiver fault appeared during test, what caused a "main steam collector break" false protection signal.
- At the 2nd Unit the loss of a turbogenerator initiated by a break protection signal of condenser vacuum occurred in consequence of faulty lock out of pressure control switches.
- During maintenance of a turbogenerator, an oil leak was detected at one of the main transformers and as a consequence the turbogenerator also had to be stopped.
- A small repair was carried out of a SG tube which was plugged earlier.
- A small repair was carried out at the 3rd Unit because of the control on the hot leg collector of a SG deserve the attention among the events of the relatively steady operation.
- During the event concerned with electric professional field, while detecting the failure within the range of 400 kV, the breakers' protection actuated and a full power drop occurred.

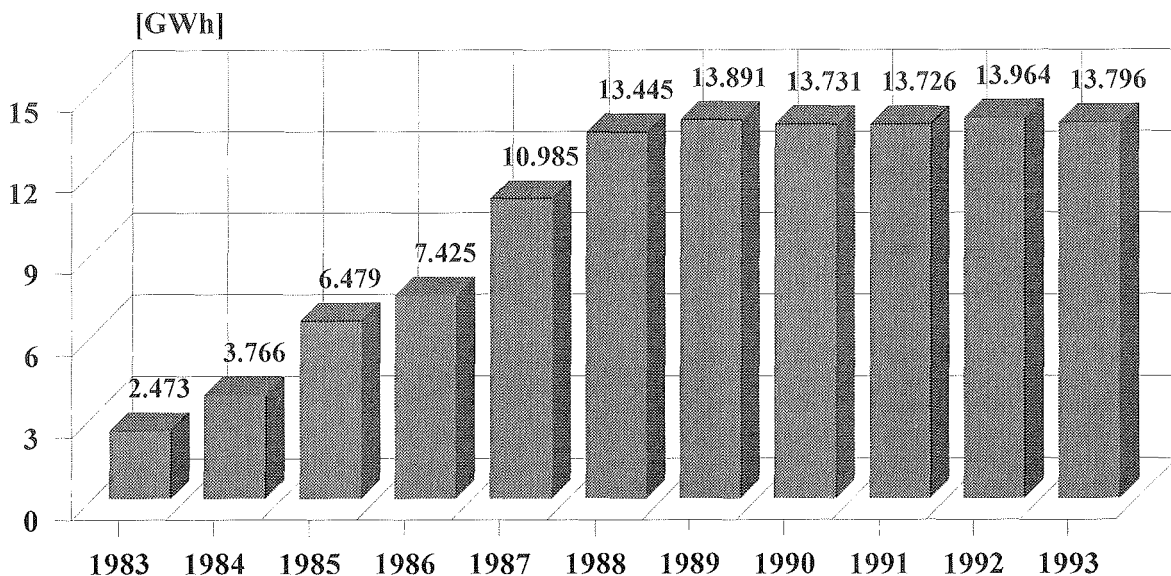
- A short circuit occurred at the 16 kV side of a transformer of the 4th Unit resulted in differential protection operation and full power drop.

The fact, that reactor scrams did not appeared in case of the other three units, caused a good result in longest continuous operation of Paks units. The longest continuous operation periods are presented in the following table:

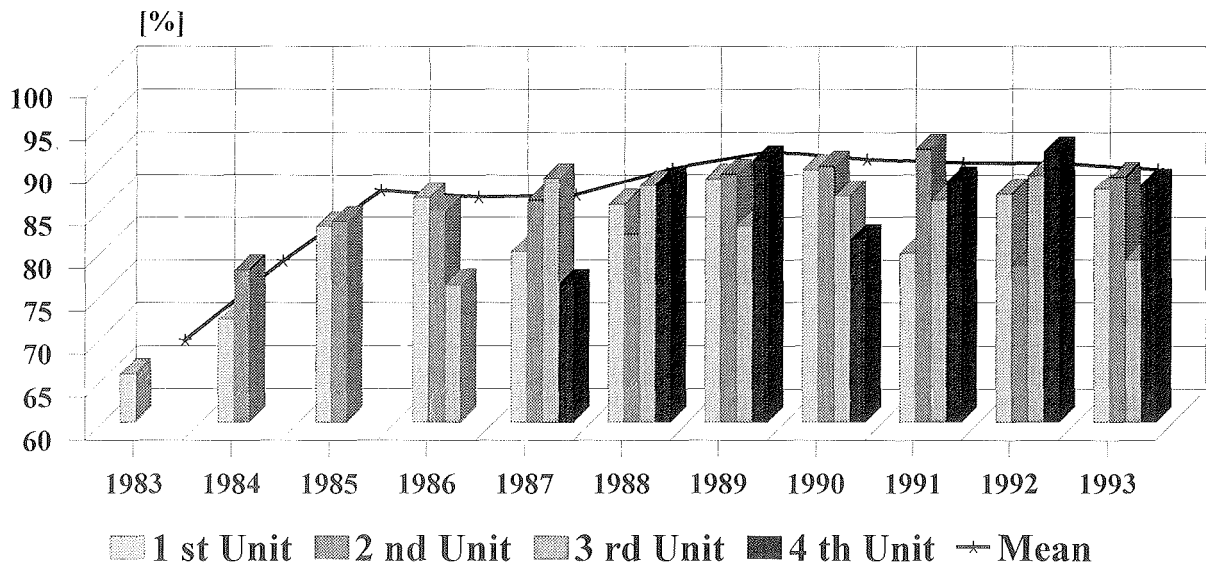
	Longest continuous operation for fuel cycles finished in 1993
1st Unit	73
2nd Unit	282
3rd Unit	216
4th Unit	329

In case of the 4th Unit continuous operation of 329 days means not only a "unit record" but a "power plant record" as well. ( The previous record from 1991 up to now was held by the unit I. with 328 days.)

## Total Electricity Production of the Paks NPP 1983-1993



# Load Factors of the Units of Paks NPP 1983-1993



The maintenance periods took place according to the following table:

	Duration of refueling outages (days)
1st Unit	42,5
2nd Unit	37,0
3rd Unit	69,4
4th Unit	40,9

It can be said with evaluating these periods, that the maintenance of the 2nd and 3rd Units was accomplished in close accordance with the planned periods but with a minimum exceeding, while in case of the 1st and 4th Units we have to record delays lasted several days.

While the shortening the maintenance periods was not managed according to the plan, the measure of the operative received collective dose decreased significantly, which justifies the rightness of the dose planning within work planning process. Thanks to this positive result, hopefully, Paks NPP will be among the bests in world-rank. The greatest collective dose came together at the 3rd Unit, as its value is 658 mSv. This high figure can be justified by the maintenance with fuel reloading of the core. The tendency, according to that at the 1st and 2nd Units the value of the collective dose is greater than that at the 3rd and 4th Units in general, is continuing.

### III. Our objective: maintain competitiveness of nuclear way of electricity production

Nowadays, coming from the changes take place throughout the world, the domestic tendencies and the history of the power plant our most important objective is to maintain our competitiveness. These efforts have to be parallel with technical level and continuous safety upgrading, which are established partly by an inward force and partly the constant progress takes place in the world.

The factor, by reason of which our power plant can justify its history and establish its future is competitiveness. Therefore it is also important concerned with our performance indicators to achieve a position appreciated both on international and domestic scene. Our production in 1993 had a good reputation even internationally.

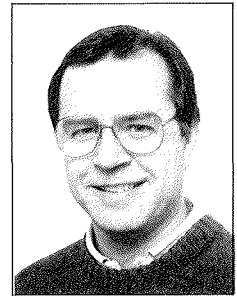
There cannot be find significant deviations between the planned and actual time periods of the refueling, these are short even in international comparisons. The load factors of the fuel cycles which follow the short refueling actions are high. This means few planned and not-planned outages can be expected, and both facts support the high level of maintenance and operational activities. Comparing the four units of Paks presented on the figure with the power plants from the U.S.A. (source: Zack Pate's presentation, WANO - Excellence versus Cost) the statements above prove to be true.

Nationally, our power plant is attacked in the field of economic efficiency. It is absolutely true, that our costs do not include such elements, as the costs of decommissioning, temporary and final disposal, and of possible lifetime expansion yet. Despite of that, based on our preliminary cost analyses the calculations which find right at the present sales level the cost of 1kWh electricity generated currently are unfounded. Cost analyses including the mentioned factors show, that the cost increase must not exceed more than 10-20% of total cost experienced today. The economic efficiency of Paks NPP strongly depends on the decisions concerned with the future problems (e.g. lifetime management—extension). Many successful solutions are kept in evidence by international practice, which strengthen the confidence in adoption of power plants.

If our achievements comes off well in accordance with the foregoing in the future, too, the Paks Nuclear Power Plant can count on being appreciated by national and international public opinion and trade.

Pál Kovács works for the PAKS nuclear power plant in the Operation Analysis Section, tel. (36)-75-318-908.





## Lyhyesti maailmalta

**Suomi** oli jälleen paras maa ydinvoimailoitten luotettavassa käytössä, vuoden 1993 käyttökerroin oli 92,74 %. Etelä-Korea oli toisena 86,90% kertoimella, seuraavina Argentiina, Alankomaat, Unkari, Espanja ja Sveitsi. Ruotsilla meni viime vuosi huonosti (62 %) syynä ydinturva-viranomaisen (SKI) vaatimat korjaukset.

Nucleonics week 10.2.1994

**Norjalaiset** väittävät Tshernobyl-kesiumia esiintyvän ekosysteemissään vielä 30 vuotta. "Luulimme kesiumin biologisen puoliintumisaajan eläimissä, sienissä ja marjoissa olevan 1-2 vuotta, mutta näyttääkin siltä, että 10-20 vuotta on oikeampi arvio", kertoo Per Strand Norjan säteilysuojeluinstituutista. "Saattaa kestää vielä 30 vuotta, kunnes kesiumipitoisuudet ovat hyväksyttävää tasoa". Norjalaiset katsovat saaneensa noin 6-7 % Tshernobyl-päästöistä alueelleen.

Nucleonics week 3.2.1994

**Ranskan** Chatainin kylän pormestari ampui itsensä, koska kylän toivoman korkea-aktiivisen ydinjätteen loppusijoituslaboratorion vastustajat eivät antaneet hetkenkään rauhaa. 62-vuotias pormestari jätti jälkeensä kirjeen, jossa kertoi häneen kohdistuneesta painostuksesta siitä huolimatta, että 60 % asukkaista kannatti laboratorion rakentamista kunnan alueelle.

Nuclear Fuel 31.1.1994

**Ruotsin** ydinvoimalaitosyksiköistä 11 (12) on taas käytössä. Oskarshamn 1-yksikön peruskorjaus valmistunee kuluvan vuoden aikana.

NucNet 1.2.1994

**Tsekin** Dukovanyn ydinvoimalaitoksen kolmosyksikön muuntaja syttyi tuleen 3.2. Muuntaja sijaitsi ulkoalueella. Palo aiheutti yksikön alasajon 1 % teholle. Palo sammutettiin laitospalokunnan ja lähialueen palokunnan toimesta. Palolla ei ollut vaikutusta laitosturvallisuuteen ja siitä ei aiheuttanut radioaktiivisia päästöjä. Tapahtuman alustava vakavuusluokka on 0 (INES). Muuntajapalo voi olla seurauksiltaan vakava, mikäli palon mahdollisuutta ei ole riittävästi ennakoitu laitoksen suunnittelussa.

NucNet 3.2.1994

**Ruotsin** ABB Atom lopettaa edistysellisen PIUS-reaktorin kehittämisen taloudellisesti kannattamattomana toistaiseksi. Tämän kaikkien passiivisesti turvallisten reaktorien "isoisan" kehitys aloitettiin 1970-luvulla. PIUS selviäsi vakavassa onnettomuudessa viikon ilman käyttötoimenpiteitä, johtuen suuresta boorivesialtaasta. Uusien turvallisten reaktorityyppien kehitystä pidetään nykyisin jättiprojekteina, joihin ei yhden valmistajan resurssit riittäisi. Italia oli kiinnostunut PIUS-reaktorista vuonna 1992, mutta ruotsalaiset totesivat olevan viisaampaa pysyä erossa hankkeesta maan sekavasta poliittisesta tilanteesta johtuen. ABB Atom tähyää nykyisin idän ydinvoimaprojekteja, joihin kelpaa edistysellinen BWR 90 ilman kehitystyötä. Etelä-Korea, Thaimaa, Japani ja Indonesia ovat kiinnostavimmat maat.

Nucleonics week 27.12.1993

**Ruotsalaisten** reaktorien (myös Olkiluoto) turvallisuuskysymyksiä käsittelemään perustettu ERFATOM-ryhmä on saanut toimimilat Västeråsista ABB Atomin tiloista. ERFATOM-ryhmään on palkattu kuusi toimihenkilöä analysoimaan turvallisuusongelmia: kaksi voimayhtiöistä, yksi KSU:sta ja kolme ABB Atomista. Myös generiset ongelmat kuuluvat ryhmän tehtäväkenttään.

Nucleonics week 27.12.1993

**Ruotsin** Oskarshamn 1 yksikön reaktori-paineastian dekontaminointi onnistui hyvin. Kyseessä oli maailman ensimmäinen kiehutusvesireaktorin paineastian dekontaminointi ja sillä pyrittiin vähentämään säteilytasoa paineastian sisällä ja suojarakennuksessa paineastian pohjan tarkastusta silmälläpitäen. Siemens-KWU:n kehittämällä "pehmeällä" dekontaminointimenetelmällä (liuoskäsittely) poistettiin tehokkaasti teräksen pinnalta oksidikalvo ja siihen kiinnittyneet radioaktiiviset aineet ilman että rakennemateriaalia syövytettiin vahingollisesti. Dekontaminointi kesti 14 vuorokautta ja maksoi useita miljoonia kruunuja.

NucNet 27.1.1994

**Unkari** luottaa ydinvoimaan. Jo seitsemän kuntaa on ilmoittanut halukkuutensa ottaa alueelleen ydinjätteen loppusijoituslaitoksen. Unkarin neliyksikköinen Paksin ydinvoimalaitos tuotti vuonna 1993 maassa kulutetusta sähköstä 43 %.

Paksiin rakennetaan kansainvälisellä rahoituksella huoltokoulutuskeskus, jossa opitaan viimeisimpiä huoltomenetelmiä ja turvallisuuskulttuuria.

NucNet 26.1.1994

**Iso Britannian** ja maailman ensimmäinen teollisuusmittakaavan ydinvoimalaitos on ollut jo 37 vuotta käytössä ja parantaa edelleen vuosituotantoennätysään. Sellafieldissä sijaitseva Calder Hall 1 MAGNOX 50 MW-yksikkö otettiin käyttöön vuonna 1956 ja teki vuonna 1993 0,18 terawattitunnin tuotantoennätyksen.

NucNet 27.1.1994

**Etelä-Korealaiset** rakastavat ydinvoimaa. Suoritetussa mielipidetutkimuksessa 75 % kannatti uusien ydinvoimalaitosten rakentamista. Maassa toimii yhdeksän yksikköä ja seitsemän on rakenteilla. Tavoitteena on 23 yksikön kokonaismäärä 12 vuoden kuluessa. Ydinvoimalla katetaan 40 % maan sähkönkulutuksesta.

NucNet 20.1.1994

**Venäjän** ydinvoimalaitokset toimivat vuonna 1993 paremmin kuin koskaan ennen. Käyttöhäiriöitä oli 154, mikä on 45 vähemmän kuin vuotta aiemmin. Maan 29 laitossyksiköllä sattui 29 vakavuusluokiteltua tapahtumaa (INES). Vakavimmat kaksi 3-luokan tapahtumaa sattuivat Kuolan ydinvoimalaitoksella helmikuussa myrskyn katkottua sähköyhteyksiä. 2-luokan tapahtumia oli yksi ja loput 26 olivat 1-luokan tapahtumia.

NucNet 20.1.1994

**Venäjä** ja USA ovat sopineet purettavista ydinaseista saatavan uraanin muuttamisesta ydinvoimaloiden polttoaineeksi. USA ostaa Venäjältä 500 tonnia korkearikasteista uraania, joka köyhdytetään Venäjällä ennen toimittamista USAan. Toimitukset aloitetaan 10 tonnin vuosierin, joista saadaan 310 tonnia matala-aktiivista polttoainearaania, mikä riittää 15 ydinvoimalaitosyksikön käyttöön tuotamaan vuoden sähköä 10 miljoonaa kohti. Sopimuksen arvo on 11,9 miljardia dollaria.

NucNet 17.1.1994

**Ukrainan** Zaporozhe 4 VVER 1000-yksiköllä sattui 2-vakavuusluokan tapah-tuma, jossa primääripiiristä peräisin ole-va aktiivista vettä joutui paineilmajär-jestelmään vedenpuhdistusjärjestelmän vuotavan venttiilin läpi. Jonkin verran apurakennuksen valvontaa kontaminoitui. Vuoto havaittiin putkointakierroksella vä-häisestä huonetilan säteilytason noususta. Tapatumia ei aiheuttanut henkilöstölle merkittäviä lisäsäteilyannoksia.

IAEA INES 12.1.1994

**Liettua** on nyt ykkönen ydinsähkön tuo-tanto-osuuskilvassa. Jättimäinen Ignalinan ydinvoimalaitos tuotti 88 prosenttia maassa tuotetusta kaikesta sähköstä vuonna 1993. Entinen mestari Ranska saavutti toistami-sen 78 prosentin tuotanto-osuuden.

NucNet 14.1.1994

**Slovakia** kuuluu uusiin johtaviin ydinsähkön tuottajiin. Ydinsähkön tuotanto-osuus oli 47 prosenttia vuonna 1993 ja se tuotettiin Bohunice 4 x VVER 440-ydinvoimalaitok-sessa. Slovakiassa on lisäksi rakenteilla kol-me uutta VVER 440-yksikköä Mochovcessa.

NucNet 13.1.1993

**Maailmassa** valmistui kaupalliseen käyttöön kymmenen uutta ydinvoimalaitosyksikköä vuonna 1993. USAssa yksi eli maan 109. yksikkö, Kanadassa maan 22. yksikkö, Rans-kassa maan 56. yksikkö, Venäjällä maan 29. yksikkö, Intiassa maan 9. yksikkö, Kiinassa maan 2. yksikkö ja Japanissa neljä yksik-köä eli maassa on nyt 45 yksikköä. Maa-ilmassa on 30 maassa käytössä yhteensä 425 ydinvoimalaitosyksikköä, jotka tuottavat 17 prosenttia maailman sähköstä.

NucNet 13.1.1994 (PL)

**USA:n** Harrisburgin Three Mile Island 2 onnettomuusydinvoimalaitosyksikkö vuo-delta 1979 paketoitiin valvottuun säily-tykseen ydinturvaviranomaisen (NRC) lu-valla 28.12.1993. Yksikköä pidetään pa-ketissa vuoteen 2014 asti, jolloin vieressä sijaitsevan TMI 1 yksikön käyttölu-pa umpeutuu ja molemmat yksiköt puretaan yhdessä. Valvotun säilytyksen lasketaan maksavan 141 miljoonaa ja purkamisen 304 miljoonaa. Laitosalueen puhdistuk-seen kuluu lisäksi 80 miljoonaa.

Nucleonics week 6.1.1994

**Ranskassa** aloitetaan krokotiilien kasvatus ydinvoimalaitoksella. Koillis-Ranskassa sijaitsevan Tricast-ydinvoimalaitoksen vie-reen avataan kesällä 1994 troppinen puisto, jonne tuodaan mm. 600 afrikkalaista krokotiilia. Krokotiililammikot pidetään 25-30 asteen lämmössä ydinvoimalaitoksen hukkalämmöllä. Alueelle toivotaan 100 000 vierailijaa vuodessa.

NucNet 30.12.1993

**Ranskan** ydinvoimalaitokset tuottivat vuon-na 1993 ennätyskelliset 78 % maan sähkön-tuotannosta. Vientiin meni 13 % tuotan-nosta. Ranskassa on 56 ydinvoimalaitosyk-sikköä.

NucNet 7.1.1994

**Liettuan** Ignalinan RBMK ydinvoimalai-tosta ei taloudellisista syistä voida poistaa käytöstä ennen aikojaan eli noin vuotta 2010, jolloin se on teknisesti loppuunajet-tu, ilmenee Ruotsin ja Suomen valtion voimayhtiöiden Liettualle tekemästä ener-giasuunnitelmasta. Ydinvoima ei kuiten-kaan ole paras vaihtoehto sähkötuotan-non lisäämiseksi maassa.

Nucleonics week 6.1.1994

**Venäjä** on pyytänyt Japanilta lainaksi ke-mikalitankkialuksia nestemäisen ydinjät-teen tilapäisvarastoiksi. Sukellusveneistä peräisin olevaa matala-aktiivista neste-mäistä jätettä upotettiin Japaninmereen viimeksi lokakuussa 1993. Venäjä on il-moittanut jättevarastojensa olevan täynnä ja mereen upotus on ollut ainoa vaih-toehto. Meriveden aktiivisuusmittauksissa ei upotus ole näkynyt.

Nucleonics week 6.1.1994

**Israel** valmistaa pommiputoniumia 40 kg vuodessa Dominan tutkimusreaktorissa, ilmenee useista kansainvälisistä arviosta. Israel kieltää asian, mutta ei myöskään allekirjoita IAEA:n ydinmateriaalin valvontasopimusta. USA ei halua painostaa Israelia allekirjoittamaan, koska Lähi-idän rauhanneuvottelut ovat herkässä ti-lassa.

Nucleonics week 6.1.1994

**Ruotsin** hallitus hyväksyi ensimmäisenä maailmassa käytetyn ydinpoltoaineen kallioonhautaamisen. Polttoainekierto-yhtiö SKB voi luvan perusteella ottaa käyt-töön koeloppusijoituslaitoksen vuonna 2010. Hallitus pidätti päätösoikeuden täy-den mittakaavan laitoksen lupaan kunnes koelaitoksen tulokset on arvioitu. SKB voi nyt jatkaa kuparisen loppusijoitus-kapselin ja kapselointilaitoksen valmiiksi suunnittelua. Hallitus esitti päätöksessään eräitä huomautuksia loppusijoitusalueva-lintaan, kanisterin ja laitoksen suunnitel-miin sekä turvallisuusarvioon.

NucNet 22.12.1993

**Unkarin** Paksin ydinvoimalaitos pannaan myyntiin, kun maan sähköntuotannon yksityistämishjelma käynnistyy. Unkari on jo tilannut englantilaiselta pankkii-riyhtiöltä yksityistämisuunnitelman. Kiinnostuneita ostajia löytynee tälle keski-Euroopan parhaalle VVER-laitokselle.

Nucleonics week 23.12.1993

**Norjan** säteilyturvaviranomaisen apulais-johtaja Knut Gussgard on huolestunut Murmankin tukikohdasta varastettujen kolmen ydinpolttoainesauvan mahdolli-sesta salakuljetuksesta Norjan läpi. Polt-toaineessa oleva rikastettu uraani riittää kolmen ydinpommin valmistamiseen. "Entisen Neuvostoliiton uraanijäänteiden joutumista vieraisiin käsiin on pelätty jo

kauan ja nyt se on tapahtunut", sanoo Gussgard. Pohjois-Norjan tulli on pyytä-nyt kiireesti geiger-mittareita, mutta niis-tä ei ole paljoakaan hyötyä, koska polt-toainesauvat ovat käyttämättömiä ja sä-teilevät vain vähän.

Nucleonics week 23.12.1993

**Norjan** Kjellerin ydintutkimuskeskuksen alueelle saveen haudattujen matala- ja keskiaktiivisten jätetynnyreiden on havaittu vuotavan vähäisiä määriä radio-aktiivisia aineita ympäristöön. Haldenin koereaktorin jätetynnyreiden hautaus alkoi 1970-luvulla ja haudattuja tynny-reitä on 1013. Tilanteen selvittämiseksi tutkittiin viittä tynnyriä, joista muu-taman todettiin olevan erittäin huono-kuntoisia.

Nucleonics week 23.12.1993 (PL)

**Ranskassa** on tehty ensimmäinen kokeeli-nen ydinonnettomuus Phebus-koe-reaktorissa maan kaakkoisosassa. Kokeessa reaktorisydäimestä sulatettiin 20 % keskeyttämällä jäähdytys. PWR-ydinpoltoaineen (10 kg) lämpötila nostettiin 2 850 celsiusasteeseen sulamisen aikaansaamiseksi. Koe kesti neljä tuntia. Koereaktorin ympärille oli rakennettu suojarakennus estämään päästöjä ulkoil-maan. Vapautuneet fissiotuotteet johdet-tiin keräilyjärjestelmään. Kansainvälisen 10 vuoden Phebus-projektin tarkoituksena on selvittää fissiotuotteiden käyttäyty-mistä onnettomuustilanteessa. Projektin budjetti on noin 900 miljoonaa frangia. Seuraava sulatuskoe tehdään vuoden ku-luttua.

NucNet 3.12.1993

**USA:n** osavaltioallinen voimayhtiö Tennessee Valley Authority (TVA) on tuomittu maan historian ankarimpaan 1-luokan rangaistukseen turvallisuuspuut-teita esille tuoneiden työntekijöittensä syrjinnästä. Sakon suuruus on 200 000 dollaria.

Nucleonics week 9.12.1993

**Liettuan** hallitus on päättänyt, että Igna-linan ydinvoimalaitoksen keskeneräistä kolmosyksikköä ei rakenneta valmiiksi. Voimalaitos saa myydä tai käyttää hy-väkseen työmaalla olevat laitteet ja tar-vikkeet. Rakenteiden purkamisen saa myös aloittaa.

NucNet 25.11.1993

**Venäläisten** ydinvoimalaitostyyppien käyttäjät pitävät turvallisuusongelmia kä-sittelevän kokouksen Moskovassa 9-10.3.1994. WANO:n järjestämään ko-koukseen osallistuu edustajia mm. Venä-jältä, Bulgariasta, Ukrainasta, Liettuasta, Tsekistä, Slovakiasta ja Unkarista.

NucNet 7.12.1993

**Venäläisiä VVER-ydinvoimalaitoksia** omistavien maiden ydinturvaviranomaiset ovat päättäneet perustaa komission, joka käsittelee jäsenmaiden ydinturvallisuus-, säteilysuojelu- ja viranomaisvalvontakysymyksiä ja vaihtaa kokemuksia em. alueilta. Maat ovat Bulgaria, Tsekki, Suomi, Saksa, Unkari, Venäjä ja Slovakia.  
NucNet 22.12.1993

**Ukrainan ydinturvallisuusviranomaisen** apulaisjohtaja eroaa mielenosoituksellisesti, koska maan hallitus ei rajoittanut Tshernobylin ydinvoimalaitoksen käyttöä. Steinbergin 1.varamiestä Georgi Kopchinskiä harmittaa erityisesti Tshernobyl 2-yksikölle annettu kunnostuslupa ja että viranomaiselta riistettiin oikeus päättää Tshernobylin yksiköiden jäljellä olevasta käyttöiästä teknillisen komitean hyväksi.  
Nucleonics week 7.12.1993

**Ruotsin** vanhimman ydinvoimalaitosyksikön kohtalo ratkeaa keväällä 1994. Oskarshamn 1-yksikkö on 21 vuotias ja seisoo odottamassa mittavien korjaus- ja uudistus suunnitelmien valmistumista. Vanhojen ydinvoimalaitosten alunperin suunniteltu käyttöikä on 30 vuoden luokkaa, uudempien jopa 60 vuotta. Voimayhtiön jatkopäätöksellä katsotaan olevan laajempaa periaatteellista merkitystä siinä että uskotaanko ydinvoiman käytön jatkuvan maassa vielä vuoden 2010 jälkeenkin. Vuosi 2010 on Ruotsin nykyisin voimassa oleva ydinvoimasta luopumisvuosi.  
Nucleonics week 2.12.1993

**Iran** neuvottelee Tsekin Skodan kanssa ydinvoimalaitoslaitteistojen toimittamisesta Iraniin. Iran on ostamassa Venäjältä ja Kiinalta ydinvoimalaitokset, mutta reaktoripaineastioiden hankinta tuottaa nyt vaikeuksia. Skoda on toinen VVER-reaktoripaineastiavalmistajista ja Venäjän Hydropress toinen. Mitsubishi teki Qinsinhanin 300 MW paineastian. Japanilaiset ja eurooppalaiset valmistajat eivät halua joutua huonoihin väleihin USA:n kanssa, joka haluaa varmistaa Iranin luopumisen ydinaseohjelmasta ja varottaa ydinvoimalaitokseen tähtäävästä yhteistyöstä. Israel myös on ilmaissut huolestumisensa Skodan neuvotteluista. IAEA:n skettäisessä tarkastuksessa ei havaittu merkkejä Iranin mahdollisesta ydinaseohjelmasta. Tarkastajia väitetään kuitenkin kuljetetun väärissä paikoissa.  
Nucleonics week 16.12.1993

**Kazakstanin** hyötöreaktori BN 350 Aktaussa (entinen Shevsenko) Kaspian meren itäranalla halutaan laajentaa integroiduksi hyötöreaktorikeskukseksi. Alueelle rakennettaisiin polttoainekierto-kompleksi BOR-60 tyyppisen koehyötöreaktorin ympärille. Lisäksi alueelle rakennettaisiin kaksi tai kolme BMN 170-tyyppistä edistynyttä hyötöreaktoria. Aktaun plutoniuminerotuslaitosta käytettäisiin myös jälleenkäsittämään BN 350:n jäännösplutonium. Kazakstan ei kuitenkaan aio ryhtyä entisen Neuvostoliiton plutoniumjätteen käsittelypaikaksi, il-

moittavat maan atomienergiaviranomaiset. Kazakstan saa USA:lta tukea ydinkärkien hävittämiseen.

Nucleonics week 16.12.1993 (PL)

**Venäjä** rakentaa edistyneen ydinvoimalaitoksen Suomen lähialueelle Sosnovy Borin 10 km etäisyydelle nykyisistä neljästä Leningrad RBMK-yksiköstä. Laitos on edistynyt VVER 500-yksikkö, jonka sähköteho on 630 MW. Yksikkö valmistuu aikaisintaan vuonna 2000 ja sen käyttöikäsi suunnitellaan 60 vuotta. Reaktori tehdään huipputurvalliseksi mm. siten, että reaktorin pysäytys, jäähditys ja jälkilämmönpoisto voidaan tehdä automaattisesti passiivisin järjestelmin, jotka eivät tarvitse ihmisoijausta tai ulkopuolista sähköyhteyttä. Reaktorille tehdään lisäksi kaksinkertainen suojarakennus.  
NucNet 15.11.1993

**Ruotsin** ydinjäterahastosta puuttuu 3 miljardia kruunua. Tilintarkastuksessa havaittiin rahaston korkokertymän alittavan selvästi tavoitteen. Rahastoa valvova Ruotsin ydinturvaviranomainen (SKI) määrättiin seuraamaan tiukemmin rahan kertymistä. SKI:n pääjohtaja Lars Högborg sanoo ryhtyvänsä tarpeellisiin toimiin valvonnan parantamiseksi SKI:n vastineen valmistuttua.  
Nucleonics week 4.11.1993

**Norjan** ydinturva-avustukset juutuivat Murmanskin tulliin neljäksi kuukaudeksi. Kuolan ydinvoimalaitokselle tarkoitettu lähetys jäi tulliin, koska vastaanottaja ei kyennyt maksamaan vaadittua huomattavaa maksua 15 miljoonan markan arvoisesta toimituksesta. Norjan säteilyturvaviranomaisen johtaja Kurt Gussgard kertoo maan haluavan auttaa Kuolan laitosta turvallisuuden parantamisessa ja lähetti tietokoneen tallentamaan laitoksen jo repaleisia piirustuksia, henkilöhakulaitteiston onnettomuustilanteen varalle ja varasähkölaitteita. Lähetys on nyt jo perillä. Gussgard ei tiedä maksoiko Kuolan laitos vaaditun maksun vain saiko se vapautuksen.  
Nucleonics week 4.11.1993

**Iso Britannia**ssa ryhdytään suojelemaan kaloja joutumasta voimalaitoksen jäädytysvesikanavan sihteihin. Hinkley Pointin laitoksen 30 metriä halkaisijaltaan olevassa merivesitunnelissa virtaa vettä 80 m<sup>3</sup> sekunnissa ja mukana runsaasti kaloja. Kaloja ryhdytään säilyttämään vedenalaisilla kovaäänisillä, jotka asennetaan tunnelin imuaukon edustalle. Neljän kovaäänisen äänenvoimakkuus on niinkin suuri kuin 135 desibeliä, joka ylittää rock-konserttien tason ja meren luonnollisen taustamelun (105 dB) selvästi. Kokeilut pienemmällä teholla ovat epäonnistuneet. Melu ei estä nilviäisten mahdollista sisääntuloa.  
NucNet 4.11.1993 (PL)

**Ruotsissa** suunnitellaan reaktoripaineastian koko kannen vaihtoa. Syynä on Ringhals 2-yksikön paineastian kannen yhdestä säätösauvaläpiviennistä löytynyt paha särö. Sopiva kansi saataisiin USA:n eräästä keskeytetystä ydinvoimalaitosprojektista.

Toisena vaihtoehtona olisi hitsata levy läpiviennin ympärille. Ringhals 2 halutaan takaisin sähköntuotantoon vuoden 1993 loppuun mennessä. Reaktorin kansi maksaa noin 5 miljoonaa dollaria.  
Nucleonics week 28.10.1993

**Ukrainassa** on varastettu ydinpolttoainetta. Tshernobyl 3-yksikön polttoainevarastosta on kadonnut kaksi nippua tuoretta RBMK-ydinpolttoainetta. Asia havaittiin 20. lokakuuta normaalissa tarkastuksessa. Niput olivat viallisia ja ne oli pantu "sivuun" kuusi vuotta sitten. Niput eivät aiheuta säteilyvaaraa. Tapahtuma on vakavuusluokitusasteikon ulkopuolella.  
IAEA INES 20.10.1993

**Ruotsin** Barsebäck 2 BWR 600 MW ABB-Atom-yksikön suojarakennus havaittiin epätiiviiksi normaalissa koestuksessa. Vuotokohta oli eräässä putkiläpiviennissä, jossa suojarakennuksen metallivuoraus oli korrodoitunut puhki. Yksikkö valmistui vuonna 1977. Tapauksella saattaa olla yleisempään merkitystä.  
IAEA INES 22.10.1993

**Liettuan** jättimäisen Ignalinan ydinvoimalaitoksen turvallisuusparannusten aloitusta viivytystä epäselvää vastuukysymykset ja lainsäädännön puutteellisuus. Ruotsalaiset halusivat toimittaa laitokselle palonsammutuskalustoa, mutta toimitus odottaa em. epäselvyyksien ratkeamista. Ruotsin ydinturvaviranomaisen itäprojektipäällikkö Jan Nistad toteaa valittaen, että palokalusteet eivät ainakaan heikentäisi laitoksen turvallisuutta.  
Nucleonics week 14.10.1993

**Venäjän** ydinvoimalaitokset ovat nyt ensikertaa mukana alan johtavan lehden Nucleonics weekin kuukausitilastossa (August 1993). Laitosten elinikäinen tuotanto puuttuu tilastosta.  
Nucleonics week 14.10.1993

**Kanadalainen** ydinvoimalaitos teki maailmanennätyksen. Pickering 7 CANDU 540 MW reaktori on ohittanut vesijäädytysreaktorien jatkuvan käytön 533 päivän entisen maailmanennätyksen (Limerick 2 BWR). Yksikön käyttöä aiotaan jatkaa huhtikuussa 1994 alkavaan seisokkiin asti, jolloin se löisi myös kaikkien reaktorityyppien ennätyksen (713 päivää), joka on Oldbury 1 MAGNOX reaktorilla.  
Nucleonics week 21.10.1993 (PL)

**Iso Britannian** valtiollinen voimayhtiö Nuclear Electric on jättänyt maan hallitukselle anomuksen uuden kaksoisydinvoimalaitoksen rakentamisesta. Sizewell C-niminen laitos koostuisi kahdesta rinnakkaisesta 1300 MW PWR yksiköstä, joiden rakenne perustuu valmistumassa olevaan Sizewell B-yksikköön. Laitos sijaitsee kaakkois-Englannissa. Voimayhtiön vanhat Magnox-ydinvoimalaitokset lopettavat toimintansa vuosikymmenen vaihteessa.  
NucNet 18.10.1993

**Kiina** suunnittelee pientä kaukolämpö-ydinvoimalaitoksen prototyyppiä. Laitos on lämpötehoaan 200 MW ja se aiotaan rakentaa valmiiksi pohjois-Kiinaan Dagingin ölykentälle ennen vuotta 2000. NucNet 15.10.1993

**Ruotsin ja Suomen** ydinpolttoainemarkkinoilla tapahtuu uusjako. USA:n General Electric Nuclear Energy (GE) on avannut Tukholmaan myyntikonttorin tarkoitukseen myydä uraanipolttoainetta Ruotsin yhdeksälle ja Suomen kahdelle ABB-Atom-reaktorille. GE on jo myynyt Forsmark-1:lle polttoainetta vuosien 1995-98 latauksiin. Markkinajohto on ollut ABB:n polttoainetehtaalla.

Nucleonics week 7.10.1993

**USA:ssa** nilviäiset pysäyttivät ydinvoimalaitoksen. Floridan St. Lucie 1-reaktoriyksikkö pysähtyi syyskuun alussa, kun nilviäiset tukkivat reaktorin jäähditysvesikanavan sihdit. Sisään tunkevat uudet äyriäismassat estivät laitoksen käynnistytseen usean kerran. Käynnistys onnistui kolmen viikon kuluttua. Yksikköä käytetään 30 % teholla, kunnes merieliöiden poissa-pysymisestä on saatu täysi varmuus. St. Lucie 2-yksikön imukanavan sijainti on parempi. Nucleonics week 30.9.1993

**Ranska** liittyy vihdoon ydinlaitostapahtumien kansainväliseen vakavuusasteikkoon. Ranskalainen asteikko korvataan IAEA:n INES-asteikolla maaliskuussa 1994. INES-asteikko muodostettiin vuonna 1991 ranskalaisesta asteikosta, joten viivästys on ymmärrettävää. Uuden asteikon sisäänajo vaatii kymmeniä koulutus- ja tiedotustilaisuuksia oheisaineistoinen. Ydinlaitostapahtumien vakavuusasteikko on tehty lehdistön tueksi.

Nucleonics week 30.9.1993

**Indonesian** hallitus ilmoittaa valinneensa sijaintipaikan maan ensimmäiselle ydinvoimalaitokselle. Laitos rakennetaan Jaavan saarelle Mount Muriaan noin 450 km Jakartasta itään. Laitokseen suunnitellaan kahta 600 MW yksikköä, jotka valmistuisivat vuoden 2000 jälkeen. Indonesia lähettää viralliset tarjouspyynnöt vuoden 1995 aikana. Siemens, Framatome ja Japani ovat tehneet Indonesialle alaan liittyviä soveltuvuustutkimuksia.

Nucleonics week 9.9.1993

**Norjalaiset** luonnonystävät murtautuivat Kjellerin ydintutkimuskeskukseen ja kaivoivat esiin maahan haudattuja aktiivisia jätetynnyreitä. Laitoksen vieressä sijaitsevaan savikerrostumaan on koehaudattu noin tuhat jätetynnyriä. Tynnyreitä ei rikkottu. Aktivistit vastustavat Haldenin tutkimusreaktorin käyttöluvan uusimista, koska Halden osallistuu Kuolan ydinvoimalaitoksen turvallisuusparannuksiin antamalla koulutusta venäläisille. Haldeniin on lisäksi tulossa tutkittavaksi kilo ydinpolttoainetta Kuolasta.

Nucleonics week 16.9.1993

**Ruotsin ja Suomen** ABB-Atom reaktoreita omistavat voimayhtiöt ovat perustaneet ydinturvallisuusneuvoston. Neuvoston tarkoituksena on hyödyntää yhtiöiden yksityiskohtaista ydinturvallisuustietämystä. Neuvoston kuuluvat Forsmark Kraftgrupp AB, OKG Aktiebolag, Sydkraft AB, Teollisuuden Voima Oy ja Vattenfall AB.

NucNet 8.9.1993

**Ruotsin** Barsebäckin ja Oskarshamnin ydinvoimalaitosten turvallisuutta arvioimaan on pyydetty kansainvälinen riippumaton asiantuntijaryhmä. Ryhmä tutkii maaliskuuhun 1994 mennessä laitosten käytön turvallisuuden ja tekee parannusehdotuksia. Ryhmään kuuluu ydinturvallisuuseksperttien lisäksi mm. turvallisuuskulttuuri-, lentoturvallisuus- ja offshore-öljynporausturvallisuusasiantuntijoita. NucNet 8.9.1993

**Saksan** Brunsbüttel BWR 806 MW KWU-yksikkö, joka sijaitsee Elbe-joen suulla, on seissyt putkistokorjausten vuoksi jo vuoden. Primääripiiriin putkiston hitseistä löydetty sadat säröt johtunevat hitsausvirheistä putkiston valmistusvaiheessa. Säröt ovat jännityspeeräisiä. Samassa yhteydessä tehtävä pääkiertopumppujen uusinta siirtää ylösajoa keväeseen 1994. Pääkiertopumppujen laakerien voitelu muutetaan tapahtuvaksi suojarakennuksen sisällä sijaitsevalla järjestelmällä aikaisemman ulkopuolisen järjestelmän sijaan. Uudet pumput ovat Klein, Schantzlin & Becker AG:n valmistamia. Yksikkö valmistui vuonna 1977.

Nucleonics week 2.9.1993

**Liettuan** Ignalinan ydinvoimalaitoksen 2-yksiköllä havaittiin pieni höyryvuoto yhdessä suojarakennuksen osastossa. Vuoto ei ylittänyt pysäytysrajaa, mutta yksikkö ajettiin kuitenkin alas, koska muutakin korjattavaa oli. Vuodosta ei aiheutunut rajoja ylittäviä radioaktiivisia päästöjä. Tapauksen vakavuusluokka on 0.

IAEA INES 28.2.1994 (PL)

**Israel** on hylännyt VVER-laitosvaihtoehdon mahdollisena tulevana ydinvoimalaitoksenaan. Israel oli neuvotellut Neuvostoliiton kanssa Loviisa-tyyppisestä ratkaisusta, mutta hanke kaatui sosialismin sortuessa. ABB:n saksalaisen tytäryhtiön korkealämpötilareaktori HTR on nyt ykkösvaihtoehdona, kertoo energiaministeri Moshe Shachal.

Nucleonics week 24.2.1994

**Unkarin** Paksin ydinvoimalaitoksen laajentamisesta luovutaan, kertoo Unkarin kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosaston päällikkö Istvan Szucs. Mikäli ydinvoimaa rakennetaan lisää, se tapahtuu muualla kuin Paksissa, johtuen teollisuus- ja muista syistä.

Nucleonics week 24.2.1994

**Kiinan** kolmas ydinvoimalaitosyksikkö valmistuu kaupalliseen käyttöön kesällä 1994. Guangdong 2 PWR 900 MW Framatome-yksikkö saavutti kriittisyyden tammikuussa ja käyttöönottoa jatketaan tehoa kasvattamalla. Nuclear Engineering 3/1994

**Ruotsin** peruskorjattavan Oskarshamn 1 BWR-yksikön reaktoripaineastian pohjan kunnan selvitys aloitettiin maaliskuun alussa. Kyseessä on laitoksen kuntoselvityksen tärkein vaihe. Tulokset valmistuvat toukokuussa. Paineastia dekontaminoitiin Siemensin toimesta tarkastusten mahdollistamiseksi. Dekontaminointijätteen kelpoisuus loppusijoitukseen varmistettiin ennen suoritusta. Voimayhtiö aikoo uusia neljä kuudesta ulkopuolisesta pääkiertopiiristä säröilyä takia ja korottaa yksikön tehoa, mikäli reaktoripaineastian kunto ei aseta rajoituksia.

Nucleonics week 24.2.1994

**Venäjän** Kuolan VVER 4x440 MW ydinvoimalaitoksella sattui maaliskuun alussa muutaman päivän välein kaksi huomiota herättänyttä tapahtumaa. Pysäytetyllä Kuola 2-yksiköllä vuoti lattialle 50 m kuumaa primäärijäähdytettä syöttövesilinjasta 15 minuutin aikana. Aktiivinen päästö ilmakehään (Kr-87) alitti selvästi yleisen päiväkohtaisen rajan. Kuola 3-yksiköllä vuoti primäärijäähdytettä säätösauvan säätölaitteiston kuuluvan laippaliitoksen tiivisteestä muutama litra, kun yksikkö päätettiin pysäyttää tiivisteiden korjausta varten viideksi päiväksi. Päästöjä ei tullut.

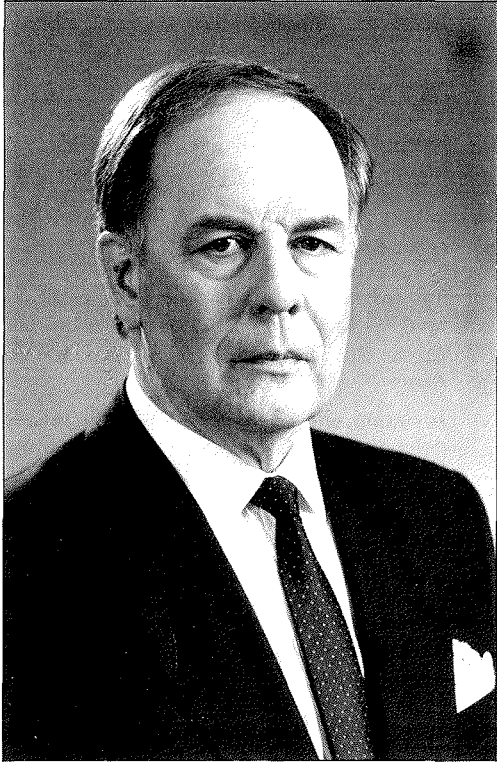
INES 8.3.1994 (PL)

**Venäjän** ydinenergiaohjelman isä on poissa. Akateemikko Anatoli Alexandrov kuoli 91 vuoden ikäisenä 2. helmikuuta. Alexandrov toimi tiedeakatemian puheenjohtajana Bresnevin kaudesta Gorbatsovin kauteen ja kuului Kurtsatovin ydinenergiainstituutin johtajana vuodesta 1960 eläkkeelle jäämiseensä asti 80-luvun lopulle. Alexandrov oli sukellusvenereaktorien isä ja toimi ydinfuusion kehittäjänä akatemian fysiikan instituutin johdossa. Alexandrovin panos oli merkittävä Tshernobylin onnettomuuden selvitystyössä.

Nucleonics week 17.2.1994

**Venäjän** Leningrad 1 RBMK 1000 MW-yksiköllä tapahtui 22.2. pieni vuoto primääripiiriin liittyvän putkiston hitsisau-massa. Hätäjäähdytysjärjestelmän putken hitsin reikä oli pistemäinen. Vuotaneen veden mukana pääsi pieniä määriä radioaktiivisia aineita huonetiloihin, mutta päästöt ulkoilmaan eivät ylittäneet annettuja päiväkohtaisia rajoja ilmastonin puhdistusjärjestelmä toimiessa. Tapahtuman alustava vakavuusluokka (INES) on 1. IAEA INES 23.2.1994 (PL)

Ins. Pekka Lehtinen on Säteilyturvakeskukseen ydinturvallisuusosaston tarkastaja, p. 90-70821.



MAGNUS VON BONSDORF 60 VUOTTA 3.3

Toimitusjohtaja Magnus von Bonsdorff on syntynyt 3.3.1934 Helsingissä. Ylioppilaaksi hän tuli vuonna 1951 ja valmistui Teknillisen Korkeakoulun koneenrakennuksen linjalta diplomi-insinööriksi 1957.

Hänet valittiin Teollisuuden Voima Oy:n toimitusjohtajaksi vuonna 1970. Hän on ATS:n jäsen vuodesta 1969.

## SÄTEILYTURVALLISUUSKURSSI

Säteilyturvallisuudesta vastaavan johtajan tutkintoon päteittävä koulutus ja kuulustelu

### Järjestäjät

Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus yhteistyössä Helsingin yliopiston fysiikan laitoksen kanssa

### Aika ja paikka

19. - 21.04.1994, Helsingin yliopiston kiihdytinlaboratorio

### Tavoite ja sisältö

Kurssi ja siihen liittyvä kuulustelu antavat säteilyturvallisuudesta vastaavan johtajan päteyyden. (Säteilylaki (592/91) 18 §). Tutkinnon pätevyysalat ovat:

- säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa
- säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden kauppa

### Hinta

2 100 markkaa. Kuulustelu ja kurssitodistus kuuluvat kurssin hintaan. Uusintakuulustelusta veloitetaan 350 markkaa kerta.

### Esitelypyynnöt/ilmoittautuminen

**31.03.1994 mennessä** Marjo Salo, puh. (90) 708 4432 tai Timo Linnakylä, puh. (90) 708 4439, fax (90) 708 4439.

**HELSINGIN YLIOPISTO**  
Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus

# English abstracts

## Editorial

*Seppo Vuori (page 1)*

The editorial shortly discusses the main factors involved in the energy policy alternatives in Finland after the rejection of the fifth NPP for Finland in the parliament voting in September 1993. The meeting of stringent pollutant emission restrictions — especially for carbon dioxide — requires demanding efforts. To keep the nuclear option possible further in the future requires persistent efforts from the nuclear community so that the preconditions for public acceptance and positive decision-in principle by parliament could be improved. The absolute prerequisites for this are the continuation of exceptionally good operation of the existing NPPs and the effective organization and safe and timely realization of waste management and disposal.

## Working strategy of the Finnish Nuclear Society (ATS) for the 1990's

*Eero Patrakka (page 2)*

The Finnish Parliament made a negative Decision-in-Principle concerning the fifth nuclear power unit in Finland last September. This decision did not affect the Finnish nuclear community only but it had ramifications for ATS also. ATS Board set an ad-hoc group to prepare the working strategy of the Society for the 1990's. The proposal of this group was endorsed by the Board in December, and the strategy was taken into account when compiling the working plan of ATS for 1994.

The strategy is based on the purpose and objectives of the Society. Consequently, the most important activities shall aim at serving the members of ATS. The long-term problems and threats of the Finnish nuclear field are analyzed, and several countermeasures are proposed. As a summary, it is felt that ATS will have a strong role in assuring the future use of nuclear power in Finland.

## A view to Finnish production of electricity

*Harry Viheriävaara (page 4)*

The Finnish Parliament made a negative decision concerning the fifth nuclear power unit. However, according to the author it is not possible to plan the future of electricity production without the nuclear opportunity. To fill the need until the end of century should be economically done by coal plants. The other possibilities to fill the gap of 1500 MW seems not be practical. The decisions been made are giving about 500 MW's new capacity, if we include also outtaking of old plants to the prognoses. The article is giving trends as a basis of the prognoses.

## Report of the Carbon Dioxide Committee II (page 6)

The carbon dioxide committee was given the task of preparing a suggestion of the acts aimed at reducing the greenhouse gas emissions and increasing the sinks of carbon in Finland.

Emissions of all greenhouse gases were in 1990 in Finland 80 million tons calculated as carbon dioxide. The carbon dioxide emissions were about 58 million tons of the total. The increase of forest resources binds carbon from the atmosphere and reduces thereby net emissions of Finland at present by nearly 30 million tons of carbon dioxide. Carbon dioxide emissions will grow during the next decades, unless strong measures to control them will not be taken.

As a result of the commissions examination, acts will be needed both in the production of energy and in its consumption. Emissions can be reduced by replacing fossil fuels with nuclear energy, bio-energy and other renewable energy sources. saving of energy and improvement of energy efficiency will limit carbon dioxide emissions.

The commission has made suggestions both to change the structure of energy production and to control the consumption of energy.

## Finland and sustainable development — can we manage without nuclear energy?

*Juhani Santaholma (page 10)*

World population is expected to grow from the present near 6 billion to 8 billion by year 2020. Consumption of energy will grow by half of today's consumption by the same year. Near 85% of the growth takes place in the developing countries which also face 90% of the population increase. Fossil fuels will have dominant role. The share of nuclear should increase by half of the present. New and renewables can contribute only in the modest scale. These emerging observations are from a fresh study of WEC, Energy for Tomorrow's World. In the contrast the Rio UNCED commitments insist — first balancing, CO<sub>2</sub> emissions by year 2000 and substantial decrease thereafter. The real world does not mean that desired.

Finland is ratifying Climate Convention. At the same time it abandoned new nuclear energy.

Because the development leads to a deadlock, Finnish industry and power utilities have decided to keep the nuclear option to wait for a coming social order.

## How to avoid ecological depression

*Satu Hassi (page 14)*

To avoid the looming crash following excessive economic growth based on overexploitation of natural resources, saving energy and promulgating the use of

renewable sources of energy are of highest priority. According to the author, this policy would also avoid "jobless growth" and would create more jobs instead of maximizing the GNP.

## Towards low energy consumption in Finland — An ecological change in economy

*Rauno Sairinen and Pekka Järvillehto (page 16)*

Per capita energy consumption in Finland is twice the OECD average. Could Finland become a society with low energy consumption? What would that mean and why we need lower energy consumption and higher efficiency? These are questions dealt with in this article. The authors suggest that ecological goals could and should be considered in connection with the necessary changes in the economic structures resulting from the present economic depression.

## Resources of natural gas

*Kaarlo Kaarlonen (page 18)*

The share of natural gas in Finland's total energy consumption has grown rapidly in the last few years. The main use is in industry and in combined heat and power production in municipalities. There is growth potential in above mentioned sectors, but also new applications like electricity production in condensing power plants can become interesting.

The share of natural gas in Finland's total energy consumption is 8 %.

The use of natural gas differs clearly from the consumption structure of most other European countries, where the share of commercial and residential sector is high while in Finland it is only 2 %.

## Natural Gas in Industry

The share of own fuels in industry has traditionally been big in Finland. Natural gas is the most important purchased fuel in industry its share being 19 % of industry's fuel consumption.

## New supply sources

The goal for Finnish energy policy and Neste has for a long time been to diversify the supply of natural gas. The alternatives which has been studied are:

Import of LNG (liquefied natural gas)  
Gas from Barents Sea  
Gas from Norway

So far no decisions has been made, but the alternatives are under consideration.

## The future

The use of natural gas in contemporary area of network could grow from 3.0 billion m<sup>3</sup> during ten years to 4.5 billion m<sup>3</sup> annually without condensation power production. The growth is based mainly on replacing ageing coal and peat power plants by combined cycle power plants burning natural gas.

## SUOMEN ATOMITEKNILLISEN SEURAN (ATS) KANNATUSJÄSENET 31.12.1993

ABB Strömberg Power Oy  
Rados Technology Oy  
Oy Finn-Atom Ab  
Imatran Voima Oy  
Kemira Oy  
Oy Mercantile Ab  
NAF Oy  
Neste Oy  
Oy Nokia Ab

Perusvoima Oy  
Pohjolan Voima Oy  
Polartest Oy  
Oy Fagerberg Processarmatur Ab  
Siemens Osakeyhtiö  
Oy Soffco Ab  
Suomen Atomivakuutuspooli  
ABB Installaatiot Oy  
Teollisuuden Voima Oy

SEURAN KOKOUS 2/94

SEURAN KOKOUS 2/94

SEURAN KOKOUS 2/94

### **Havaintoja Tsheljabinskin jälleenkäsittelylaitokselle tehdyltä vierailulta.**

ATS:n seuraava kokous pidetään Imatran Voima Oy:n tiloissa, osoitteessa Malminkatu 16, 8. krs, Helsinki,

**torstaina 24.3.1994 klo 17.00**

Virallisia asioita ei ole. Huippumielenkiintoisesta aiheesta kertoo äskettäin jälleenkäsittelylaitoksella vierailnut ydinturvallisuusjohtaja **Jukka Laaksonen** Säteilyturvakeskuksesta. Alustuksen jälkeen tilaisuus kysymysten esittämiseen ja keskusteluun Tervetuloa!

SEURAN KOKOUS 2/94

SEURAN KOKOUS 2/94

SEURAN KOKOUS 2/94



