

ATS

Ydintekniikka n:o 4 / 1975

SUOMEN ENERGIANTUOTANNON JA -KULUTUKSEN PITKÄ-
AIKAISET KEHITYSNÄKYMÄT (N. VUOTEEN 2000)

Suomen Pugwash-toimikunnan energiaseminaari
5.5.1975

Suomen Pugwash -toimikunnan

ENERGIASEMINAARI

Suomen energiantuotannon ja -kulutuksen pitkä-
aikaiset kehitysnäkymät (n. vuoteen 2000).

Helsingissä, Tieteellisten seurain talossa 5.5.1975
pidetyn seminaarin alustukset ja keskustelut.

Toimittanut J.K. Miettinen

Sisälllys:

	s.
1. Prof. J.K. Miettinen, puheenjohtaja: Avaussanat	1
2. Aamupäivän ohjelma: Teknillinen kehitys 1975-2000	
1. Pääjohtaja <u>Pekka Jauho</u> , VTT: "Energiatutkimuksesta Suomessa"	4
2. Teollisuusneuvos <u>Leo Neuvo</u> , KTM: "Suomen energiasuunnittelu"	8
3. Akateemikko <u>Erkki Laurila</u> , VTT: "Ydinenergian tulevaisuus"	11
4. Kaupallinen neuvos <u>Matti Kunnaala</u> , KTM: "Fossiilisten polttoaineiden tulevaisuudesta Suomessa"	15
5. Toim.joht., TT <u>Sven O. Hultin</u> ja DI <u>Kaarlo Kirvelä</u> , Ekono: "Teollisuuden energiatalouden kehitysnäkymät"	22
- Keskustelu	28
3. Iltapäivän ohjelma: Yhteiskunnalliset näkymät	42
1. Päätoimittaja <u>Jan-Magnus Jansson</u> , Hufvudstadsbladet: "Energiatuotannon poliittiset ja yhteiskunnalliset aspektit"	42
2. Toimitusjohtaja <u>Henrik Öhqvist</u> , Ovako Oy: "Teollisuus, energia ja yhteiskunta"	45
3. Prof. <u>Göran v. Bonsdorff</u> , Helsingin yliopisto: "Energia ja kansainvälinen järjestelmä, erityisesti turvallisuuspoliittiset näkökohdat"	48
4. Pääsihteeri <u>Ilppo Kangas</u> , Ympäristönsuojelun neuvosto: "Energia ja ympäristö"	51
- Keskustelu	56

1. Jorma K. Pieltinen, puheenjohtaja: Avaussanat

Pyydän saada lausua kaikki tähän seminaariin saapuneet osanottajat tervetulleiksi tilaisuuden järjestäjän, Suomen Pugwash-toimikunnan puolesta. Vaikka Pugwash-järjestön toiminta ehkä onkin jo useimmille läsnäolijoista ainakin jonkin verran tunnettu, lienee kuitenkin paikallaan tässä aluksi lyhyesti selostaa Pugwash-järjestöä ja sen toimintaa yleensä ja erityisesti syitä, miksi se on ottanut energiakysymysten tarkastelun ohjelmaansa.

Pugwash on pieni Kanadan itärannikolla sijaitseva kalastajakylä, jossa v. 1957 pidettiin ensimmäinen "Tieteen ja maailman asioiden konferenssi", kuten sen virallinen nimi kuului. Sen oli kutsunut koolle englantilainen filosofi, lordi Bertrand Russell, manifestilla, jonka myös 7 muuta Nobel-palkinnon saanutta tiedemiestä allekirjoitti. Konferenssin keskeisenä tavoitteena oli saada ydinasekilpa loppumaan aikaansaamalla ensin täydellinen ydinkoekiello, sitten ydinaseiden rajoituksia ja lopuksi niiden riisunta. Osallistui luonnontieteilijöitä, lähinnä ydinfysiikkoja ja ydinkemistejä, yli 10:stä maasta, mm. Neuvostoliitosta ja Kiinan kansantasavallasta.

Vaikka kokous pidettiin kylmän sodan vallitessa kovimmillaan ja näkökannat olivat useimmissa ja nimenomaan turvallisuuskysymyksissä täysin vastakkaiset, se sai kuitenkin aikaan yksimielisen julkilausuman, jossa vaadittiin ydinasevaltoja lopettamaan ydinasekoeket niiden aiheuttaman maailmanlaajuisen radioaktiivisen laskeuman johdosta. Näin tapahtuikin: suurvallat aloittivat vuoden 1958 ydinkoetauon juuri tämän julkilausuman johdosta.

Pugwashissa pidetty konferenssi osottautui niin hyödylliseksi, että siitä lähtien sellaisia on pidetty vähintään kerran vuodessa; viime vuosina on lisäksi pidetty suppeampia Pugwash-symposiumeja. Kansainväliset turvallisuuskysymykset, erityisesti massatuhoaseita koskevat rajoitukset ja niiden riisunta, ovat

olleet keskeisinä Pugwashin toiminnassa. Ydinaseiden leviämisen riski on 1960-luvun alusta lähtien kasvanut suuresti ydinteknologian kehittyessä, niin myös Pugwashin toiminta tämän riskin rajoittamiseksi, mikä toiminta 1960-luvun lopulla - siirryttyään kansainvälisen diplomatian tasolle - johti mm. ydinsulkusopimukseen. Pugwashhan on vain eräänlainen aivotrusti, jolla itsellään ei ole mitään päätösvaltaa. Se voi vain etsiä uusia ideoita, mutta onkin siinä keskimäärin n. 10 vuotta kansainvälisen toiminnan edellä.

Kun ydinaseteollisuus ja ydinenergian rauhanomainen tuotto ovat saman teknologian haaroja on tietysti selvää että jälkimmäisen kehittyminen lisää edellytyksiä myös edelliseen. Mikäli tähän jälkimmäiseen - ydinenergian tuottoon - ei sen sijaan liity edes taka-ajatuksia atomipommimateriaalin tuotosta, se edustaa vain erästä useista vaihtoehtoisista tavoista tuottaa energiaa. Sitä on siis syytä verrata lähinnä muihin energian tuottamismahdollisuuksiin. 1970-luvulla Pugwash onkin ottanut energian kokonaissuunnittelun, erityisesti energian saannin ja tuoton merkityksen kansainväliselle turvallisuudelle, entistä tehokkaamman tarkastelun kohteeksi. Se järjesti mm. viime kesänä Ranskassa kansainvälisen symposiumin tästä aiheesta.

Suomen Pugwash-toimikunta perustettiin v. 1970 ja se on järjestänyt maassamme jo useita kansainvälisiä tilaisuuksia. V. 1972 pidettiin Lahdessa 15. Pugwash-symposium aiheenaan Euroopan taktiset ydinaseet, kesällä 1973 oli Helsingissä Aseidenriisuntaseminaari, syksyllä 1973 pidettiin Aulangolla Pugwashin suuri vuosikonferenssi, ja keväällä 1974 Helsingissä Kansainvälinen kemiallisen aseidenriisunnan työkokous, Workshop.

Tämä Energiaseminaari on ensimmäinen puhtaasti kotimainen julkinen Pugwash-seminaari - pari suljettua, turvallisuuskysymyksiä käsitellyttä seminaaria on kyllä järjestetty. Tämän aiheeksi valittiin energiakysymykset sentähden, että ne koskettavat läheisesti laajempia piirejä maassamme kuin esimerkiksi massatuhoaseiden riisuntakysymykset. Energiasuunnittelu, energian tuonnin, tuotannon, kulutuksen jne. kehittyminen ja - mieluummin - kehittäminen koskettaa yhteiskunnan kaikkia sektoreita. Siitä huolimatta siitä ei ole nimenomaan kaikenkattavia selvityksiä maassamme juuri aikaansaatu. Tänä on tarkoituksena pyrkiä noin - esikoelunenteisesti tarkastelemaan energiaongelmaa kaikista tärkeimmistä näkökulmista. Järjestäjät kyllä tietävät, että tätä ongelmaa

ei tämän tilaisuuden avulla ratkaista, mutta jos tämäänpäiväiset keskustelumme edes antaisivat yleiskuvan siitä, mitä kaikkea tuollaisen futuristisen energiatutkimuksen tulisi käsittää, helpotettaisiin kenties tulevien komiteoiden tehtävien asettelua.

Aamupäivä on omistettu energian tuoton ja käytön tieteellis-teknilliselle ja kaupalliselle kehitykselle lähivuosina ja vuosikymmeninä. Tarkoituksena on, että ensin kuunnellaan kaikki varsinaiset alustukset ja sitten käydään niiden pohjalta yleiskeskustelu, joka myös nauhoitetaan.

Iltapäivä on omistettu energiakysymysten turvallisuus-, yhteiskunta- ja ympäristöaspekteille.

Lokakuun 1973 öljykriisistä oli ainakin se hyöty, että se toi fossiilisten energianlähteiden rajallisuuden ja kansainvälisen, globaalisen energiapolitiikan tarpeellisuuden selvästi yleiseen tietoisuuteen. Näitä seikkoja koskevan keskustelun aika tulee siis iltpäivän alustusten jälkeen.

P E K K A J A U H O :

Energiatutkimuksesta Suomessa

Energiatutkimuksen tarve

Energiatutkimus kohdistuu energian tuotantoon, siirtoon ja kulutukseen. Suomenkaltaisessa pienessä, pitkälle teollistuneessa maassa tarvitaan energiatutkimusta järjestelmän optimointiin, toimintavarmuuden takaamiseen, vaaratekijöiden ja ympäristöön kohdistuvan rasituksen pienentämiseen, luontaisien energiavarojen mahdollisimman tehokkaaseen hyväksikäyttöön sekä alan teknologian siirtoon ja seurantaan. Lisäksi on välttämätöntä osallistua myös energiasektorin yleiseen t&K-toimintaan, vaikka on avoimesti myönnettävä, ettei maamme panos tällä alalla voi globaalisesti muodostua kovin merkittäväksi.

Tutkimuksen alue on siis erittäin laaja, taloudellisesti merkittävä ja voi se eräissä oloissa muodostua suorastaan ratkaisevaksi maamme mahdollisuuksille selviytyä kansainvälisestä kilpailusta sekä kriisitilanteista. Tutkimus on erittäin pitkäjänteistä, sen tuloksien käytännölliset vaikutukset ilmenevät hitaasti. Tulosten soveltaminen edellyttää määrätietoista energia-, teollisuus- ja talouspolitiikkaa, joka kattaa noin 20-40 vuoden ajanjakson.

tilanne tällä hetkellä.

Suomessa harrastetaan koko energiatutkimusalueen kattavaa tutkimustoimintaa useissa organisaatioissa kuten kauppa- ja teollisuusministeriössä, Ekonossa, Imatran voima oy:ssä, Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa, SITRA:ssa, VAPO:ssa, prosessiteollisuudessa, Sähkölaitosyhdistyksessä jne.

Energian tuotannon puolella tutkimus kohdistuu tuotantokoneiston optimointiin ja tuotannon varmuuden lisäämiseen. Tällöin tulevat kysymykseen laitostyyppi ja -koko sekä sijoitus, varatehon tarve, varmuusvarastointi. Sähköenergian tuotannossa sekä prosessilämmön tuotannossa ovat uudet energiamuodot kuten

maakaasu ja atomienergia tutkimuksen kohteina. Kiinteistöjen lämmityksen osalta tutkimus kohdistuu kaukolämmityksen kehittämiseen sekä energian monikäyttöön esim. atomivoimalaitosten hukkalämmön hyväksikäyttömahdollisuuksien tutkimiseen. Turpeen käytön lisäämishjelma, jonka mukaan vuonna 1985 kulutuksen tulisi olla 20 milj. m³, vaatii runsaasti turpeen nostoon, kuljetukseen ja käyttöön kohdistuvaa tutkimustyötä, joka vasta on pääsemässä alkuun. Prosessitellisuudessa energiaa jätteistä tuottavien prosessien kehittäminen on keskeinen tutkimuskohde, tässä suhteessa maamme on kansainvälisestäikin ottaen aivan jontavia maita.

Energian siirron kohdalla on siirtoverkon stabiilisuuden ja ominaisuuksien tutkiminen käynnissä. Nestemäisten polttoaineiden kuljetus sekä varastointi vaatii myös teknillis-taloudellista tutkimustyötä. Maakaasuputkistojen rakentamiseen liittyy myös omia ongelmia.

Energian kulutuksen osalta on tärkeää kyetä ennustamaan kulutuksen kasvu energiatarpeeseen liittyen, kulutuksen jakautuminen eri komponentteihin sekä suunniteltujen toimenpiteiden vaikutus kulutuksen rakenteeseen. Tässä mielessä pyritään kehittämään maamme oloihin soveltuvia malleja. Koska energian kulutus liittyy erottamattomasti kansantulon kasvua koskeviin ennusteisiin sekä teollisuuden rakenteeseen, ollaan tekemisissä todella vaikean ongelman kanssa. Teknisellä tutkimuksella voidaan vaikuttaa teollisuuden energian kulutukseen kehittämällä uusia prosesseja, suorittamalla säästötoimenpiteitä sekä pyrkimällä jätteiden mahdollisimman hyvään talteenottoon ja raaka-aineiden jälleenkierättämiseen. Liikenteen osalta on tutkimuskohteena koko järjestelmän optimointi. Kiinteistöjen lämpötalous on ilmastollisissa oloissamme erittäin keskeinen energiatutkimuksen alue.

Edellä esitettyjen kohteiden lisäksi maassamme tutkitaan energian tuotantoon liittyviä turvallisuus- ja ympäristökysy-

myksiä erikoisesti kiinnittäen huomiota atomienergian tuottamisen aiheuttamiin riskitekijöihin. Jossakin määrin suoritetaan myös plasmarysiikkaan sekä fuusioon kohdistuvaa työtä ja seurataan eräiden energiantuotantomahdollisuuksien kuten magnetohydrodynaamisten generaattoreiden, turpeen kaasutuksen, lämpöpumpun, tuuli- sekä aaltoenergian ja geotermisen lämmön tarjoamia mahdollisuuksia.

Energian tuotanto ja jakelu esiintyy omana tavoiteluokkana tilastollisissa tarkasteluissa. Tästä johtuen on mahdollista antaa valtion rahoittaman tutkimuksen osalta eräitä lukuarvoja. Tutkimuksen volyymi oli vuonna 1975 noin 18 milj. markkaa. Volyymi on ollut voimakkaassa nousussa, reaaliarvolta on nousuprosentti ollut viisivuotiskautena 1970-74 noin 10 %. Elinkeinoelämän energian tuotantoon ja jakeluun kohdistamia varoja ei ole ollut mahdollista saada esille, samoin puuttuvat kulutustutkimusta koskevat luvut.

tutkimuksen tavoitteet vuoteen 2 000 mennessä.

Energiatutkimuksen tavoitteeksi voidaan määritellä maamme väestölle ja elinkeinoelämälle tarpeellisen energiatuotannon mahdollisimman rationaalinen aikaansaaminen ilman, että toiminnasta aiheutuu hyötyyn nähden suhteettomia vaaroja ihmisille ja ympäristölle. Energiatutkimuksella on myös pyrittävä takaamaan välttämättömimmän tarpeen tyydyttäminen myös kriisitilanteissa. Edelleen on tavoitteena energiaan säästöön ja kotimaisiin raaka-aineisiin perustuvan energiantuotannon edistäminen.

Jos tavoite määritellään edellä esitetyllä tavalla ja arvioidaan realistisesti mahdollisuutemme suorittaa alan tutkimusta, on meidän keskityttävä energiantuotantosysteemin optimointiin ja sen varmuuden lisäämiseen kohdistuviin tutkimuksiin. Näinollen suu-voimantuotannon luotettavuus- ja turvallisuustutkimukset ovat pitkään ajankohtaisia. Meidän on myös pyrittävä lisäämään omavaraisuuttamme kehittämällä kotimaisia polttoaineita käyttäviä energiantuotantojärjestelmiä. Turpeen tutkimukseen ja ydinpoltto-

aineen kotimaisen valmistuksen aloittamiseen tähtäävää tutkimusta on voimistettava. Entistä enemmän on kiinnitettävä huomiota energian säästämiseen uusien prosessien kehittämisen muodossa sekä pyrkimällä raaka-aineiden säästöön ja uudelleenkierrätykseen. Tarkastelujakson aikana on myös ratkaistava periaatteelliselta kannalta aivan keskeinen kysymys taloudellisen kasvun suuruudesta. Tässä mielessä tuotantotoimintaa kuvaavien mallien kehittäminen on hyvin tärkeää. Koko kuljetusjärjestelmän energia-taloudellinen optimointi vaatii myös tutkimustoimintaa.

Energian tuotannon kannalta pitkäjännitteisemmät ongelmat kuten plasmafysiikka, fuusiotutkimus, magnetohydrodynaamiset generaattorit sekä useat muut kehitystyön kohteena olevat alueet ovat saaneet maassamme aivan liian vähäistä huomiota osakseen. Jo pelkästään riittävän asiantuntemuksen takaamiseksi on näiden alojen tutkimustoimintaa voimistettava, maamme kansainväliselle maineellekaan ei ole hyödyksi, jos emme muiden teollistuneiden maiden rinnalla kykene antamaan omaa panostamme myös teknillisen perustutkimuksen alalla. Sellaisia alueita, joilla ei tietääkseni maassamme ole lainkaan tutkimustoimintaa ovat mm. uusien energiaa sisältävien aineiden kehitys (vety, metanoli jne), energian kemiallinen varastointi ja kuljetus, polttoaineparit ja aurinkoenergia. Jonkinlainen seurantatutkimus olisi näilläkin alueilla tarpeen tulevaisuudessa.

Edellä ei ole juuri puututtu tuotekehittelyyn ja siihen välittömästi liittyvään tutkimukseen. On kumminkin selvää, että tällä alueella on tavattomasti tehtävää jo yksinomaan maksutase-syistä. Paitsi tavanomaisia kaupallisia kannustimia voidaan tätä toimintaa edistää kauppa- ja teollisuusministeriön tuotekehitysmäärärahalta.

2. Leo Neuvo: Suomen energiasuunnittelu

Energian merkitys yhteiskunnan eri aloilla tulee vastaisuudessa vielä lisääntymään, huolimatta energian viimeaikaisesta hintatason noususta muihin kustannustekijöihin verrattuna.

Energiahuolto on katsottava erääksi tärkeimmistä yhteiskunnallisista peruspalvelumuodoistamme. Se voitaneen rinnastaa esim. elintarvike-, liikenne- ja tiedotustoimintaan, kuitenkin sillä poikkeuksella, että energiahuolto, varsinkin sähkön osalta, on samalla hyvin pitkälle vietyä prosessiteollisuutta, joka ulottuu koko maan alueelle. Sähköhuol-
lolle on lisäksi tyypillistä, että tuotantoprosessin on toimittava ilman välivarastoja ja tuotanto on voitava optimoida suuresti vaihtelevan kulutuksen mukaisesti.

Aikaisemmin kun energiahuollon tuotantoyksiköt olivat pieniä ja ne palvelivat pääasiassa joko yhden laitoksen tai suppean alueen energiantarpeita, voitiin energiahuoltoon liittyvä suunnittelu suorittaa yrityksittäin, lähinnä laitoksen tai alueen näkökohtien perusteella.

Sotien jälkeen sekä teollistumisasteen lisääntyminen että elintason nopea kasvu ovat lisänneet energian tarvetta voimakkaasti. Kotimaisen raakaenergiavarojen ehdyttyä lisääntyi öljyn kulutus voimakkaasti. Samanaikaisesti on sähkön käytön suhteellinen osuus suurentunut niin, että jonkun ajan kuluttua sähkö edustanee puolta kokonaisenergiämäärästämme sen oltua 1960-luvun alussa vain viidenneksen. Sähköstä on tullut yleishyödyke.

Edelläoleva kehitys on vaikuttanut oleellisesti koko energiahuollon olemukseen. Energiahuolto ottaa niukoista investointipääomistamme

yhä suuremman osan niin, että vuotuiset rahoitustarpeet koko energiahuoltoa varten vastaisuudessa ovat noin 30^{x)} miljardin markan suuruusluokkaa ja suurimpien laitoksikköjen rakentaminen edellyttää yli 2 miljardin pääomia. Ulkomaan tuonnistamme tarvitaan yli 20 % energiahuollon tarpeisiin. Energiahuollon suunnittelu vastaisuudessa ei olekaan mielekästä, jollei sitä nopeuteta kunkinhetkisiin taloudellisiin, tuotannollisiin ja jopa ulkomaankaupallisiin olosuhteisiin. Nyky-yhteiskunta edellyttää lisäksi, että energiahuollon näkemykset tulee voida ottaa yhä vakavammin huomioon mm. alue- ja seutusunnittelussa. Ympäristön- ja luonnonsuojelun merkityksen lisääntyessä vaikuttavat myös ne hyvin oleellisesti energiahuollon suunnitteluun.

Edellä olevat näkökohdat merkitsevät, että energiahuollon suunnittelu on nostettava huomattavassa määrin yritystasolta valtakunnalliselle tasolle. Tämä tietenkin sitoo aikaisempaa enemmän yritysten toimintavapautta, mutta toisaalta se takaa energiahuollolle kohtuulliset toimintaedellytykset. Tälle näkökohdalle tulee antaa vastaisuudessa riittävä painoarvo, sillä ilman valtakunnallista tukea jäävät irralliset hyvätkin energiahuoltoa koskevat päätökset helposti toteutumatta monien uusien valtakunnallisten näkemysten ja vaatimusten ristiaallokossa.

2. Energiasuunnittelun perusteet

Onnistuakseen on tulevalle energiasuunnittelulle asetettava eräitä edellytyksiä:

- a) Energiasuunnittelu on koordinoitava valtakunnallisesti
- b) Energiatarpeen määrittely on tehtävä yhteistyössä tärkeimpien kuluttajaintressiryhmien kanssa. Tarpeen määrittely on ulotettava n. 10 vuotta eteenpäin
- c) Taloudellisia ynnämuuta vastaavia toimintoja säätelevien elimien tulisi esittää energiahuollon suunnitteluun vaikuttavat näkökohdansa etukäteen tiedoksi aikajaksolle, joka ulottuu myös n. 10 vuotta eteenpäin. Tämä koskee erityisesti rahoitusmahdollisuuksia, aluepolitiikan periaatteita, ympäristönsuojelunäkökohtia, ulkomaankaupan tavoitteita, työvoiman käytettävyyttä jne.

x) tulee olla: 3 miljardin (vrt. s. 39)

- d) Eri energialajien energiatarpeiden perusteella tulee energiahuollon laatia c-kohdan perusnäkykset huomioon ottaen mahdollisimman tarkoituksenmukainen energiahuoltosuunnitelma
- e) Huolimatta, että energiahuollon suunnittelu on energiahuollolisten päätösten vuoksi ulotettava n. 10 vuotta eteenpäin riittävän yksityiskohtaisena, on suunnittelun oltava jatkuvaa niin, että perusedellytyksin tapahtuneet muutokset voidaan ottaa huomioon ja laatia uusi olosuhteita vastaava suunnitelma.

3. Suunniteltu toteutusmalli

Viime energiakriisin jälkeinen aika on hyvin selvästi osoittanut, että muuttuvat olosuhteet ja eri energialajien keskinäinen linjanveto edellyttää vastaisuudessa valtiovallan entistä voimakkaampaa ohjaavaa kättä. Toisaalta energiahuolto kytkeytyy varsinkin jakelujärjestelyjen osalta voimakkaasti paikallisiin olosuhteisiin, joten liian suuri keskitys ilmeisesti heikentäisi kokonaistulosta. Voinee olla tarkoituksenmukaista pyrkiä nelitasoiseen suunnitteluun:

- a) valtakunnalliseen eli kokonaisenergiahuollolliseen,
- b) energialajikohtaiseen,
- c) alueelliseen ja
- d) yrityskohtaiseen

suunnitteluun siten, että koordinointi ja ohjaus kulkee a:sta d:hen ja toteutukseen tähtäävät suunnitelmat taas päinvastaiseen suuntaan. Muiden energialajien kuin sähkön ja keskitetyn lämpöhuollon osalta voidaan c-kohta jättää pois. Eräissä tapauksissa a- ja b-kohdat voidaan yhdistää.

Edellä oleva järjestelmä takaisi taloudellisen ja teknillisen vastuun energiahuollon kentässä mahdollisimman alas ja antaisi toisaalta riittävät mahdollisuudet yhteiskunnan ohjaukseen ja puuttumiseen asiain kulkuun, mikäli siihen on aihetta.

Tämä ei asettaisi yrityksille oleellisia muutoksia aikaisempaan toimintaan paitsi, etteivät he voisi tehdä ratkaisujaan tulevaisuudessa täysin itsenäisesti. Valtakunnallista ja alueellista suunnitteluorganismia ei vielä juuri ole. Sähkön osalta tämä on parhaillaan työskentelevän sähkölakikomitean mietittävänä.

3. Erkki Laurila: Ydinenergian tulevaisuus

Kuvitelma teknologisen kehityksen jatkuvasta nopeutumisesta, jonka aatteellinen isä on venäläis-amerikkalainen sosiologi Sorokin, on hallinnut aika voimakkaasti keskustelua ydinenergian käyttöönotosta. Kuuluisin tässä hengessä esitetty väite on epäilemättä Geneven konferenssin (vuonna 1955) puheenjohtaja Babhan esittämä: hänen mukaansa fissioon perustuva ydinenergia jo kahdenkymmenen vuoden kuluttua eli siis 1975 tulee korvautumaan fuusioenergialla. Tällaisen väitteen mielettömyden olisi luullut olevan selviö muillekin kuin Suomen silloiselle delegaatiolle, mutta ilmeistä vaikutusta tuolla väitteellä kuitenkin oli.

- Kun USA:n atomikomissio 60-luvun alussa julkaisi valkoisen kirjansa uraanikriisistä ja korosti välttämättömyyttä siirtyä hyötöreaktorien käyttöön, joiden piti astua markkinoille 80-luvulle tultaessa, jäi tämänkin väitteen syvällisempi analysointi vain tällaisen syrjästäkatsojan oikeudeksi. Sen sijaan suurvaltojen teknologiaohjelmissa (USA, NL, Ranska, Englanti ja Länsi-Saksa) tämä linja priorisoitiin. Uskallan pitää luultavana, että ilman tällaista aatteellista innostusta teknologian ylenmäärin nopeaan kehitykseen termisten reaktorien käytännöllinen tekniikka olisi edistynyt ehkä tapahtunutta nopeammin ja että esimerkiksi kysymys käytetyn polttoaineen kohtalosta olisi tullut maanläheisemmän kehittelyn kohteeksi.

Tuodessani esille yllä olevan paljastan vapaasti kritisoidavaksi oman perusasenteeni. Katson, että kun kohteena ovat mutkikkaat teknilliset systeemit, joiden rutiininomainenkin rakennusprosessi

kestää 7...10 vuotta ja joiden käytön taloudellisuus edellyttää vähintään 20...30 vuoden käyttöaikaa, eivät kuvitelmat kymmenvuosittain tapahtuvista teknologisista vallankumouksista ole realistisia.

Jos nyt tämän seminaarin tarkastelema futuurinen aikaväli ulottuu vain tuohon maagiselta vaikuttavaan lukuun 2.000, voisin tyytyä vastaamaan minulle asetettuun kysymykseen ydinenergian tulevaisuudesta sen teknologiaa ajatellen hyvin yksinkertaisesti vain toteamalla, että hallitseva muoto tulee ilmeisesti olemaan yksinkertaistunut ja selväpiirteistynyt uraanin ja toriumin käyttöön perustuva terminen reaktori. Teollistuneen maailman energiantuotannosta tulee sen varaan rakentumaan tietty osa, ehkä mielumin 25 kuin 50 %. Sen käyttöön liittyvistä ongelmista mittavin, käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisten jätteitten probleema, tullaan ratkaisemaan niin, että yleiseen käyttöön tulevat muutamat niistä lukuisista keinoista, jotka tähän mennessä on jo ideoina esitetty ja osin kokeiltukin.

Hyötöreaktoreitten kehittämisen takana on niin monen suurvallan poliittinen ambitio, että todennäköisesti niiltäkin ennen vuosisadan loppua ilmestyy kaupallisesti käytettäväksi. Omasta puolestani tunnen vähiten epäilyksiä korkealämpötilaiseen kaasujäähdytettyyn hyötöreaktoriin, mutta sen takana ei ole ainakaan vielä noita suurvaltakansallisia ambitioita. Senkin edelle nousee omassa mieltymysasteikossani joku advanced-converter-tyyppi - jopa sekin, jonka ruotsalaiset aikanaan hylkäsivät.

Mitä yleensä teknologian kehitykseen tulee, on ennusteluissa syytä varovaisuuteen. Kokonaan mahdotonta ei ilmeisestikään ole se, että fuusioenergian hallitulle vapauttamiselle löydetään ratkaisu, mutta kun otetaan huomioon se seikka, että Szilardin termistä reaktoria koskevan patenttihakemuksen jättämisestä lähtien kului 30 vuotta fissiovoimalaitosten kaupalliseen läpimurtoon, niin tuntuisi aika optimistiselta ennustaa fuusioreaktorien käyttämistä energiantuotantoon tällä vuosisadalla. Sen sijaan uskon kyllä siihen, että jos fuusioenergian käyttö joskus osoittautuu todella välttämättömäksi ihmiskunnalle, niin teknilliset ratkaisut myös löydetään.

Olen joskus jo parikymmentä vuotta sitten sanonut, että ongelmattomin osa ydinenergian käytössä on reaktorien toiminnan ydinfysikaalinen teoria. Kun siirrytään käytännön tekniikkaan, nousee esille ongelmia, jotka ilmeisesti ovat voitettavissa vain kokemuksen kautta. Yllättävimmät ongelmat ovat sitten odotettavissa taloudellisten, poliittisten ja yhteiskunnallisten tekijöitten piiristä. Luulen, että tämän käsityksen voi muutenkin kuin vain arvailuna esittää myös tänään. Luulen myös, että näin tulee olemaan tilanne edelleenkin. Miten sitä pohditaan, riippuu olennaisesti siitä, onko pohdinnan kohteena koko ihmiskunta ja koko maapallo vaiko vain Suomi. Jos, niinkuin hieman näyttää, taloudellisen kasvun nimellä tunnettu ilmiö alkaisi yleismaailmallisesti hidastua, on sillä tietysti radikaaleja vaikutuksia myös meillä, mutta tarvittaisiin Rudbeckin ja Jusleiniuksen henkeä, ennenkuin uskallettaisiin väittää, että meidän tekemisillämme olisi kovin suuri vaikutus ulkomaailmaan. Sen sijaan meidän on, jos haluamme vastata tästä asuttavaksemme

joutuneesta maapallon osasta ja sitä asuttavasta kansasta, luultavasti pakko toimia kuten naapurimmekin. Niin kauan kuin he pitävät tärkeänä materiaalista hyvinvointia ja käyttävät sen kasvattamisessa hyväksi myös teknologisesti tuotettua energiaa ihmisten lihasvoiman asemasta, niin kauan on se oleva meidänkin kohtalonme. Tästä ajatuksesta lähtien meidän olisi pyrittävä ratkaisemaan ne yhteiskunnalliset ja poliittiset ongelmat, jotka liittyvät energian tuotantoon yleensä ja erityisesti ydinenergian käyttöön siinä.

4. Matti Kunnaala:

FOSSIILISTEN POLTTOAINEIDEN TULEVAISUUDESTA SUOMESSA.

Kun energian kulutus liittyy kiinteästi kansantulon sekä teollisuuden rakenteen kehitykseen ja kun näitä koskevia ennusteita ei ole käytettävissä kuin alustavina vuoteen 1985, on fossiilisten polttoaineiden tulevaisuuden arviointi Suomessa vuoteen 2000 mennessä kovin olettamusten varainen. Seuraavassa esittämäni arviot perustuvatkin suurimmalta osalta toimipaikaltani saatuihin tietoihin. Päätelmieni osalta toteaisin myös, että epävarmuus erityisesti ydinvoiman osuuden kehittymisestä energian kokonaistuotannossamme vuoteen 2000 mennessä lisää niiltä osin epävarmuutta arviointien oikeaan osuvuudessa.

Fossiilisten polttoaineiden tulevaisuutta yleismaailmallisesti arvioitaessa voitaneen edelleenkin pitää lähtökohtana sitä kantaa, jonka mukaan, huolimatta maailman öljyvarojen ilmeisen rajallisuuden toteamisen aiheuttamasta öljyn valta-aseman kaventumiseen johtavasta tulevaisuudesta, öljy tulee ainakin vuoteen 2000 mennessä pysymään tärkeimpänä energianlähteenä koko maailman energiataloutta ajatellen. Kun maailman tunnetut öljyvarat näyttävät riittävän historiallisesti katsoen varsin rajoitetuksi ajaksi äskeisen öljykriisin aikaansaamalla supistuneellakin kulutuksella mitattuna, on ymmärrettävää, että öljyn tuottaja- ja kuluttajamaat pyrkivät aikaansaamaan sopimusperusteisen maailmanlaajuisen öljyvarojen rationaalista käyttöä tarkoittavan järjestelyn. Vaihtoehtoisten ja erityisesti uusien energianlähteiden kehittäminen ja tehostettu käyttöönotto, joka jo nyt on hyvässä vauhdissa, on nähdäkseni parhaassa tapauksessa omiaan helpottamaan sopimusjärjestelyjen syntymistä öljyn osalta.

Öljyllä näyttää säilyvän keskeinen asema meilläkin, vaikka sen suhteellinen osuus energiahuollossamme aleneekin. Arvioiden mukaan meillä tyydytetään energian tarpeestamme öljyllä vuonna 1985 ehkä n.46 %, mikä vastaa n. 16,0 milj. öljytonnia, vastaavien lukujen oltua v. 1974 52.% ja n. 11,3 milj. tonnia. Oletettavasti öljyn suhteellinen osuus edelleenkin jonkun verran alenee vuoteen 2000 mennessä edellä sanotusta tasosta korvaavien energianlähteiden, lähinnä ydinvoiman ja kivihiilen, mutta ehkä myös maakaasun arvioidua nopeammin lisääntyvän käytön vuoksi. Öljyn hinnannousu, kivihiilen lisääntynyt käyttö öljyn sijasta, maakaasun alkanut tuonti sekä öljyn rationaalisen käytön edistämisellä saavutetut kulutus-^{ovat}säästöt/meilläkin viime aikoina antaneet aiheen alentaa öljylle laadittuja kulutusarvioita erittäin tuntuvasti. Viime talvikauden poikkeuksellisen korkean keskilämpötilan ja hyvän vesitilanteen vaikutukset ovat osaltaan kiirehtineet oikaisujen tekoa. Eräänä esimerkkinä toteutuneesta kehityksestä todettakoon, että vuoden 1973 ennusteen mukaan raskaan polttoöljyn kulutukseksi vuonna 1975 arvioidtiin n. 6,2 milj. tonnia kun vastaava arvio vuoden 1974 loppupuolella oli korjattava 5,4 milj. tonniksi. Viimeisimmät arviot näyttävät päätyvän kuluvan vuoden osalta n. 4,0 milj. tonniin. Kulutuksen supistuminen tämän tuotteen osalta on siten ollut viime aikoina erittäin voimakasta. Tärkeimpien öljytuotteidemme kulutus oli v. 1974 n. 14 % (1,8 milj. to) alempi kuin v. 1973. Nimenomaan tässä öljyn tuntuvasti supistuvan kulutuksen vaiheessa onkin tuon kehityksen arviointi vuoteen 2000 mennessä vaikeata kun siihen lisäksi jatkossakin vaikuttavat maailman markkinoilla tapahtuvien ratkaisujen lisäksi myös omat sisäiset toimenpiteemme. Nykynäkymillä löytynee kuitenkin perusteita arvioille, joiden mukaan öljyn kulu-

tuksen keskimääräisenä kasvuna vuosittain voidaan Suomessa pitää pitkällä tähtäimellä n. 3,0 %v. eli hieman pienempänä kuin mihin nykyiset arviot kulutuksen kehityksestä vuoteen 1985 mennessä näyttävät päätyvän. Tämä johtaisi vuoteen 2000 mennessä öljyn käytön lisääntymisen n. 23 - 24 milj. tonniin eli v:sta 1974 lähes 2,5 kertaiseksi. Kehitys eri öljytuotteiden kulutuksen - erityisesti raskaan polttoöljyn kulutuksen osalta - saattaa kuitenkin olla ehkä tuntuvastikin tästä yleiskehityksestä poikkeava. Öljyn kulutuksen kasvu lisäksi vaihtelee eri vuosina.

Tässä esityksessä ei ole aihetta tarkastella öljyn saatavuutta globaalisesti. Asiasta julkisuudessa esitetyt arviot näyttävät senkin suhteen poikkeavan toisistaan erittäin huomattavasti. Öljyn kulutusta supistavat toimenpiteet yhdessä sitä korvaavien energiamuotojen voimakkaan kehittämisen kanssa sekä uusien ja jo tunnettujen öljylöydösten tuotantoon saattaminen ja kehittäminen näyttävät turvaavan öljyn saatavuuden varmasti vuoteen 2000 asti. Eri asia on, että öljyn tuotantokustannukset tulevat pitkällä tähtäyksellä kohoamaan ja että öljyn tuotannossa saattaa aika-ajoin esiintyä tiettyä alijäämäisyyttä. Kansainvälispoliittiset tapahtumat saattavat lisäksi muuttaa tilannetta hyvin nopeasti ja lyhytaikaisia öljykriisejä tulee todennäköisesti esiintymään. Kaikesta tästä epävarmuudesta huolimatta uskoisin öljyllä olevan edellytykset pysyä merkittävimpänä energialähteenä maassamme vuoteen 2000 mennessä.

Öljyntuontimaana Neuvostoliitto säilyttäneenä ainakin nykyiset raakaöljy ja öljytuotemäärät kauppavaihdossamme. Öljytuotteiden tuontiosin saattaa laskea tämän vuosikymmenen loppupuolella, jolloin kotimainen tuotanto peittänee lähes täysin pääasiallisten öljytuottei-

den tarpeen. Lisääntyneen kotimaisen jalostuskapasiteetin tarvitsema raakaöljyn tuonnin lisäys on - ellei Neuvostoliitto lisää toimituksiaan - ilmeisesti toteutettava muualta kuin Neuvostoliitosta. Raakaöljyn tuontimaina tarvitsemiemme lisämäärien osalta tulevat kysymykseen Persianlahden ja Lähi-idän maat sekä hyvinkin mahdollisesti merkittävämmiin muutaman vuoden kuluttua Norja.

Kivihiilen ja teollisuuskoksin käytön lisääntyminen vuoteen 1985 mennessä noin 6,0 - 7,0 miljoonaan tonniin vuodessa näyttää nyky näkymillä varsin todennäköiseltä. Mutta kysymys siitä, kääntyykö kivihiilen suhteellinen osuus energialähteenä laskuun sanotusta vuodesta lukien, ei ole tässä vaiheessa selvästi arvioitavissa. Olisin puolestani valmis asettamaan niiden arvioiden puoltajaksi, joiden mukaan kivihiilen käyttö maassamme tuskin ainakaan oleellisesti alenee aikavälillä 1985 - 2000.

Hiilen toimittajanamme säilyttäneen Puola edelleenkin kiistattoman johtoasemansa, sillä Neuvostoliiton hiilitoimitusten lisääntymisestä ei ainakaan vuoteen 1980 mennessä ole tässä vaiheessa näkyvissä merkkejä. Hiiltähän on toki saatavissa useistakin eri maista, mutta edellä mainittujen maiden maantieteellinen läheisyys on hiilen kuljetuksia ajatellen siksi oleellinen kustannustekijä, että muut tuontimaat tuskin tulevat kysymykseen muuten kuin poikkeuksellisesti.

Puolan kanssa tekeillä olevat kaupalliset järjestelyt hiilen tuonnin turvaamisen osalta taannevat pitkäaikaisten tuontisopimusten pohjalta tavaran riittävän saannin yhdessä Neuvostoliitosta toteutettavan hiilen ja metallurgisen koksin tuonnin kanssa vuosituhannen loppuun. En uskoisi tuottavan suuriakaan vaikeuksia lisätä hiilen tuontia arvioiden mukaisista tuontimääristä, mikäli tällaiseen toimenpiteeseen ilmenisi tarvetta.

Hiilen hintakehitys on tietenkin ratkaiseva tekijä arvioitaessa sen mahdollisuuksia öljyn korvaajana. Ottaen huomioon hiilen öljyyn nähden verrattomasti suuremman riittävyyden maailmassa ja uusimman kaivostekniikan antamat mahdollisuudet, on olemassa edellytyksiä kehitykselle, jonka mukaan kivihiilen hinta pitkällä tähtäyksellä saattaa alentua suhteessa öljyn hintaan. Näin tapahtuessa pitäisin melko varmana, että kivihiili tulisi hyvinkin säilyttämään suhteellisen osuutensa energialähteenä maassamme.

Maakaasun lisääntyvälle käytölle asettanee pitkällä tähtäyksellä rajoituksia jo nykyisinkin todettu tilanne, jonka mukaan sen käytön edellyttämää jakeluverkostoa ei ilmeisesti ainakaan nykyinäköymillä kannata viedä Etelä-Suomen asutusalueilta harvaan asuttuun sisämaahan. Tilanne saattaa saada toisen lähtökohdan arvioinneille, jos Pohjanmeren kaasun tuonnille aukeaa taloudelliset edellytykset. Kaasun käyttö kasvanee joka tapauksessa vuoteen 1985 mennessä noin 1,4 miljardiin kuutiometriin vuodessa. Kaasun käytön lisääntymiselle tästä tasosta on epäilemättä olemassa edellytyksiä, mutta lisämäärät edellyttävät tuntuvaa jakeluverkoston laajentamista. Ilmeistä on, että Neuvostoliitto, josta maakaasun tuonti nykyisin tapahtuu, on tarvittaessa kykenevä toimittamaan maahamme lisämääriä kaasua. Tutkimukset Pohjanmeren kaasun tuontiedellytyksistä ovat vasta alkuvaiheissaan. Kaasun käytön kehittymistä vuodesta 1985 eteenpäin on tässä vaiheessa siten erittäin vaikeata arvioida. Näin ollen uskoisinkin, että sen kasvun mahdollisuudet riippuvat paljolti siitä, missä määrin öljyn ja kivihiilen saatavuus voidaan tulevaisuudessa turvata ja miten taloudelliseksi kaasun käyttö suhteessa edellä mainittujen energianlähteiden ja ydinvoiman käyttöön myöhemmin osoittautuu.

Pyrkimyksestä energian tuotannon kotimaisuusasteen lisäämiseen johtuu, että turpeen polttoainekäyttöä on pyritty ja pyritään voimakkaasti lisäämään. Nykyisten tavoitteiden mukaan tulisi turpeen käyttö vuodessa olemaan vuonna 1980 10,0 milj. kuutiometriä ja 20,0 milj. kuutiometriä vuonna 1985. Viimeksi mainittu määrä turvetta vastaa noin 2,0 milj. tonnia raskasta polttoöljyä. Kun tiedetään maan turvevarastojen vastaavan noin 800 - 2000 milj. öljytonnia (arviot vaihtelevat suuresti), ei raaka-ainevarojen puolesta näytä olevan esteitä suunnitellulle turpeen käytön lisäämiselle. Erinomaisesti polttoturpeen tuotantoon soveltuvia yli 2 metrin turvekerroksen soita lasketaan maassamme olevan n. 300 000 ha. Näiden turve- sisältö olisi n. 600 milj. m³, mikä vastaisi n. 60 milj. öljytonnia. 20,0 milj. m³:n vuosituotannolla pelkästään tämän suoalan tuotto riittäisi em. tuotannolla n. 30 vuodeksi. Turpeen polttoainekäytön teknillisillä ratkaisuilla voidaan vielä varmaan merkittävästi edistää turpeen taloudellisuutta polttoaineena. Ottaen tässä suhteessa huomioon turpeen kuljetuskustannusten painavan merkityksen sen taloudelliselle käytölle, on sen kulutuksen tuleva kehitys myös paljolti sen varassa, miten väestön kasvun painopiste ja runsaasti energiaa tarvitseva teollisuus tulevaisuudessa sijoittuvat turpeen pääasialliseen tuotantoalueeseen nähden.

Turpeen käytölle on näkyvissä muitakin mahdollisuuksia kuin vain jyrshinturpeena polttoainetarkoitukseen. Tästä esimerkkinä mainittakoon mm. parin vuoden sisällä alkava turvekoksien tuotanto metallurgisen teollisuutemme tarpeisiin. Turpeen käytön tulevalle kehitykselle on nähdäkseni kuitenkin ratkaisevaa tuontipolttoaineiden hintataso verrattuna maamme sisäiseen kustannustasoon. Lähtien siitä,

että öljyn hintakehitys on nouseva ja että hiilen hintataso rajoittaa sen käytön pääasiallisesti rannikkoseuduillemme, näyttäisi turpeella olevan edellytyksiä saavuttaa vuonna 1985 5 - 6 %:n osuus kokonaisenergiälähteistämme ja ainakin säilyttää tämä osuus lähimpinä vuosikymmeninä. Oleellinen edellytys tällaisen kehityksen toteutumiseksi on, että polttoturpeen tuotanto- ja varastointiteknikkaa onnistutaan kehittämään niin, että polttoturpeen riittävä jatkuva saanti pystytään turvaamaan.

Fossiilisten polttoaineiden edellä kuvattu kehitysarvio näyttää selvästi johtavan kuitenkin vuoteen 2000 mennessä siihen, että niiden suhteellinen osuus energian lähteinä maassamme alenee. Supistuminen tulisi kohdistumaan lähinnä öljyn kulutukseen öljyn pitkällä tähtäyksellä nousevaksi arvioidun hinnan vuoksi. Tämän hetken näkymien mukaan sanotun alenemisen korvaisi ensisijaisesti ydinvoima. Energian kysynnän kasvun tyydyttäminen edellyttää tulevia vuosia varten laadittujen suunnitelmien mukaan erittäin merkittävää suurusluokkaa olevia energiatalouden investointeja, joiden toteuttamisen ajoittaminen ja suuntaaminen voi huomattavasti vaikuttaa fossiilisten polttoaineiden kulutuksen kehitykseen.

5. Sven O. Hultin ja Kaarlo Kirvelä: Teollisuuden energiatalouden kehitysnäkymät

Teollisuuden osuus maamme energiankäytöstä on poikkeuksellisen suuri. Tämä johtuu siitä, että metsäteollisuudella, joka on verraten energiantensiivistä, on kansainvälisesti arvostellen erittäin suuri osuus kansantaloudessamme. Todettakoon kuitenkin, että metsäteollisuuden vaikutus tuontienergian tarpeeseen on vielä nykyäänkin olennaisesti pienempi kuin mitä kokonaiskäyttöä koskevat tilastonumerot sellaisenaan ilmaisevat. Metsäteollisuus saa huomattavan osan energiastaan omista jätteistään. Niiden saanti on riippuvainen tuotannon määrästä. Tarkasteltaessa teollisuuden energiahuoltoa kansantalouden puitteissa, on määrävänä n.s. ulkoinen energia eli se polttoaine- ja sähkömäärä, jonka teollisuus ottaa yleisiltä markkinoilta ja ulkopuolisilta prosessiin kuulumattomilta voimalaitoksilta. Asiaa havainnollistaa kuva 1, joka esittää tilannetta metsäteollisuuden osalta, jossa sisäinen kiertö edustaa yhtä kolmannelta energian kokonaistarpeesta.

Nykytilanne ja lähiajan kehitys

Teollisuuden osuus energiantarpeesta ja sen arvioitu kehitys on esitetty kuvassa 2. Tässä on valtakunnan koko energiantarve jaettu sähkön ja lämmön osalle ja teollisuuden kenttä sijoitettu niin, että samalla nähdään jako sähkөөn ja lämpөөn myös teollisuuden osalta. Ennusteet ovat parhaillaan tarkistettavina, mutta muutokset eivät tule havaittavasti muuttamaan kokonaiskuvaa ainakaan seuraavan vuosikymmenen aikana. Teollisuus tulee edelleenkin käyttämään noin puolet maamme kokonaisenergiasta.

Sisäinen jakautuma eri teollisuusaloille sekä energiankäytön rakenne poikkileikkauksena vuodelta 1973 on esitetty taulukkona kuvassa 3.

Teollisuuden energiahuollon kehitystä arvioitaessa on pidettävä mielessä myös aikaisempi kehitys ja syntyneet perinteet, koska niillä on oma vaikutuksensa tuleviin ratkaisuihin ja ainakin teollisuuden energiapoliittiseen ajatteluun. Nykyinen suurin energiankäyttäjämme, sellu- ja paperiteollisuus, syntyi sahateollisuuden yhteyteen, jolloin se voi käyttää jätteitä raaka- ja polttoaineena. Perusenergiälähteenä oli aikaisemmin paikallinen vesivoima ja jätepuu. Jo silloin kehitettiin tehokkaat voimalaitosratkaisut yhdistämällä sähkön ja lämmön tuotanto samaan koneistoon lämpöputousten hyväksikäyttämiseksi. Sodan jälkeen tämä kehitys meni voimakkaasti eteenpäin ja vastapainevoimasta muodostui teollisuuden tärkein voimantuo- tuotantomuoto. Puolella polttoainemäärällä saatava sähkö oli huomattavasti edullisempi kuin lauhdevoima tai osto ja se paransi vientiteollisuuden kilpailukykyä. Omatoiminen, edullisimpien käytettävissä olevien vaihtoehtojen toteuttaminen energian hankkimiseksi on ollut teollisuuden periaatteena aikaisemmin. Se näyttää olevan sitä edelleenkin vaikka voimantarve on jalostusasteen myötä kasvanut niin nopeasti, että paikalliset tuotantomahdollisuudet eivät enää riitä. Nykyisin vastapainevoima ei enää riitä ja lisätarpeen peittämiseksi rakennetaan yhteisiä suurlauhdevoimalaitoksia.

Voimanhuollon osalta on kuvassa 4 esitetty taulukko, miten käyttö ja hankinta jakautuivat sektorikohtaisesti vuonna 1973. (EKONOn kalenteri sivu 5). Tässä on energiahuollon jaottelu suoritettu taloudellisten intressipiirien mukaisesti.

Kehitysnäkymät

Energiahuolto on ala, jolla tulevat ratkaisut ja rakentamisohjelmat on selvitettävä ja tärkeimmiltä osiltaan myös päätettävä lähes vuosikymmeneksi eteenpäin. Tilanne on muuttunut, kun ydinvoima tuli mukaan kuvaan. Tavanomaisten laito- sten osalta aikajänne on lyhempi, mutta koska ne vaikuttavat tärkeänä osana kokonaisuuteen, on niiden kehitys kyettävä arvioimaan etukäteen paljon suuremmalla varmuudella kuin aikaisemmin. Teollisuuden osalta on kysymys lähinnä vastapainevoiman tuotantomahdollisuuksista ja toteuttamisedellytyksistä tulevaisuudessa.

Teollisuuden rakennemuutosten ollessa verraten hitaita on sen energiantarvekin arvioitavissa kohtuullisella varmuudella. Monet tekijät, jalostusasteen nosto, yleinen rationalisointi ja mekanisointi sekä ympäristönsuojelun vaatimat toimenpiteet merkitsevät ennenkaikkea sähkön- tarpeen jatkuvaa kasvua. Lämmöntarpeen osalta sensijaan kyetään ominaiskulutukset pitämään kurissa energian- säästötoimenpiteillä, joten lämmöntarve kasvaa pääasiassa vain tuotantovolyymin nousun vuoksi. Jätepolttolaitosten saanti ei myöskään tuntuvasti lisääntynyt, koska kasvava osa talteenotetuista jätteistä tullaan käyttämään raaka-aineeksi. Kehitystä on havainnollistettu kuvassa 5, jossa on esitetty teollisuuden vastapainevoiman ja jätepolttolaitosten osuuden kehitysnäkymät.

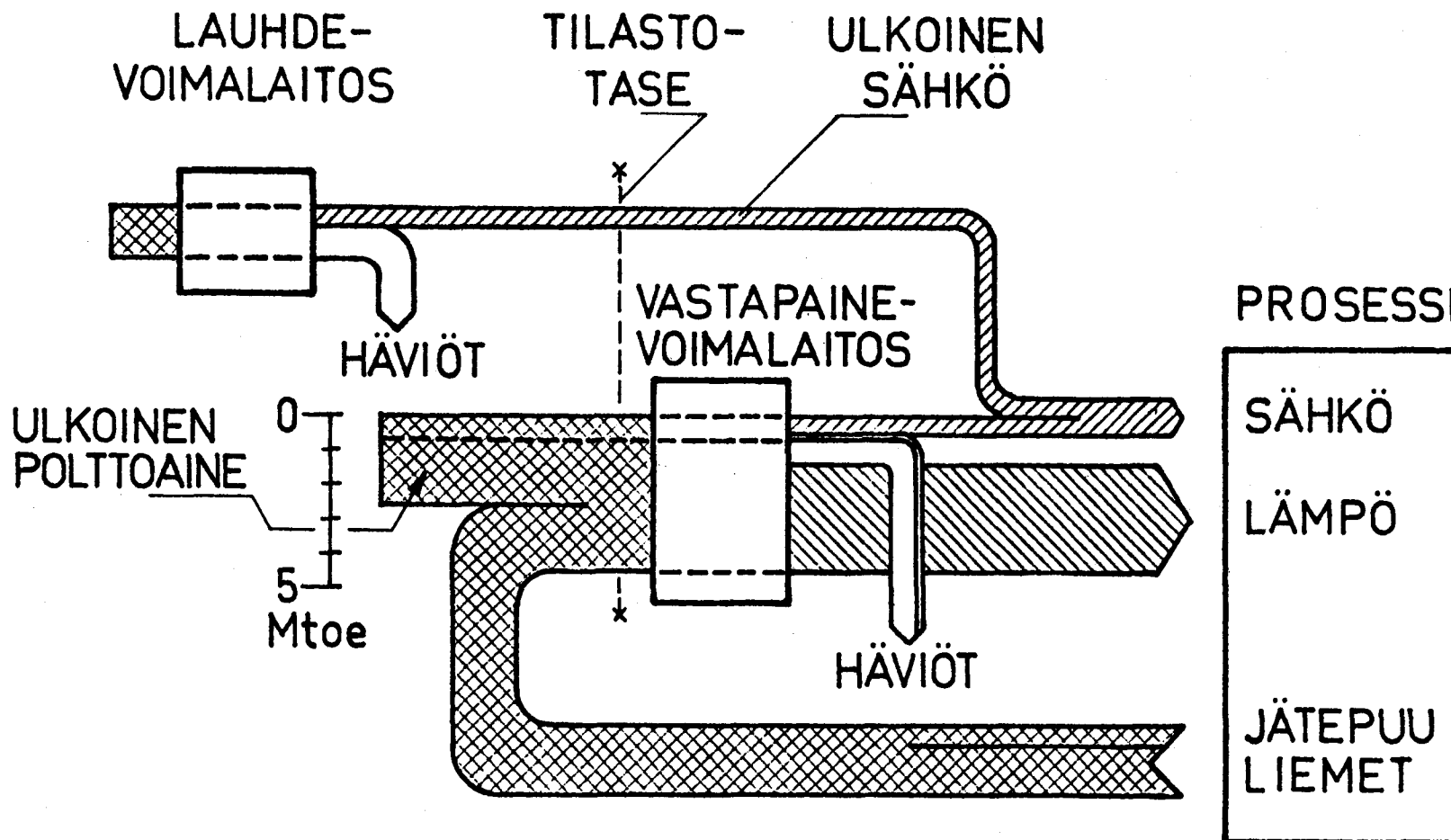
Todella pitkän tähtäyksen kehitystä eli tilannetta vuosisadan loppuun mennessä on teollisuuden osalta vaikea vielä ennustaa, koska rakennemuutokset ja uudet tuotannon alat ehtivät vaikuttaa tulevaan energiantarpeeseen merkittävästi. Toisaalta on selvää, että nykyistä tuotantoa ei silloin suinkaan ole lopetettu, sillä kaikkialla tarvitaan paperia, metalleja ja kemian tuotteita. Kysymys on lähinnä raaka-aineiden riittävydestä ja kun niiden rajallisuus tai rikastuksen vaikeutuminen on tiedostettu, tarvitaan yhä enemmän energiaa tuotteiden valmistukseen. Uusien energiamuotojen eli lähinnä ydinenergian käyttöönotto ja siihen liittyvän teknologian kehittäminen ovat näinollen tärkeimpiä tulevaisuuden tehtäviä teollisuuden osalta. Tämä ei koske pelkästään sähköä vaan myös lämpöä.

Energian käyttö sinänsä ei ole itsetarkoitus vaan apuväline, jonka avulla voidaan saada aikaan kehitystä ja parannusta koskipa se sitten tuotantoa, mukavuustasoa tai ympäristön suojelua. Energian tuotanto puolestaan määräytyy energian tarpeen mukaan. Kun energian käytön kasvua pyritään vähentämään, sitä ei voida tehdä tuotantopuolta vähentämällä ilman erittäin vaikeita haittoja koko yhteiskunnan toiminnalle, vaan kehitystä on ohjattava kulutuspuolta rajoittamalla. Energiahuollon tehtävänä on nimenomaan varmistaa energian saanti kulloinkin esiintyvää kulutusta vastaavaksi.

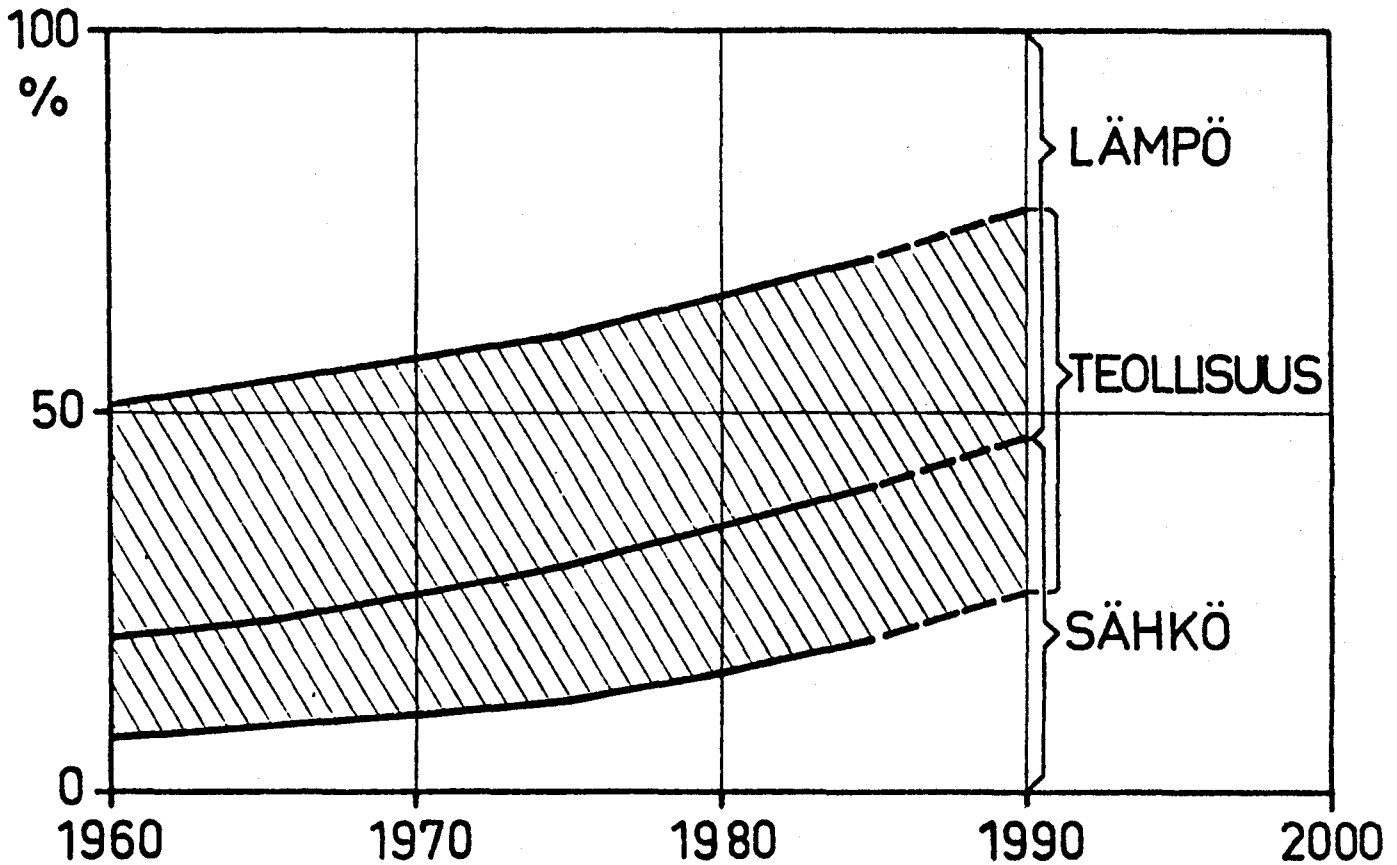
Maamme tämänhetkinen ja ilmeisesti myös tulevakin kansantaloudellinen pulmamme on maksutaseen voimakas alijäämä. Kasvava tuontienergian määrä ja sen voimakkaasti noussut hintataso ovat aiheuttaneet tilanteen kärjistymisen. Siksi nyt pyritään voimaperäisesti vähentämään energian kulutusta. Lienee myös verraten yleistä käsitys, että teollisuuden rakennetta olisi ohjattava mahdollisimman vähän energiaa käyttäville aloille. On kuitenkin pidettävä mielessä, että suurin osa energiavaltaisesta teollisuudesta lisää moninkertaisesti vientituloja energian aiheuttamaan valuuttamenoon verrattuna. Jos energiaa on saatavissa, voidaan maksutasetilannetta usein tehokkaasti parantaa myös energiankäyttöä ja siten energiantuontia lisäämällä. Tarpeettoman energiantuhlauksen eliminointi ja korkealuokkaisten ratkaisujen käyttö tuotannossa ja kulutuksessa ovat asia erikseen ja ne täydentävät tuotantopoliittisia toimenpiteitä. Rajoittavina tekijöinä kansantaloudellisesti edullisten ratkaisujen toteutukselle ovat yleensä liiketaloudellinen kannattavuus ja vientimahdollisuudet sekä luonnollisesti raaka-ainevarat.

Miten teollisuuden energiahuolto vuosikymmenien tähtäyksellä tulee kehittymään, on suuressa määrin tavoitteellinen kysymys. On hyvin epävarmaa lähteä teollisuuden nykyrakenteen pohjalta ennustamaan miten energiantarve pitkällä tähtäyksellä kasvaa. Määräävänä tulee olemaan, mitä energialla, erityisesti uusilla energialähteillä ja niiden käyttömenetelmillä voidaan saada aikaan ja missä määrin energialla on korvattava muita, nopeammin ehtyviä resursseja. Pitkän tähtäyksen energiapoliittinen suunnittelu teollisuudessa tulisi näinollen yhdistää muuhun uusien toimintalinjojen suunnitteluun ottamalla huomioon energian tuotantopuolella näköpiirissä olevat kehityslinjat.

METSÄTEOLLISUUDEN ENERGIATASE 1973



TEOLLISUUDEN ARVIOITU OSUUS
SÄHKÖ-JA LÄMPÖENERGIAN KÄYTÖSTÄ
1960-1985 EPN-VÄLIRAPORTIN 1974 MUKAAN



Kuva 3

Teollisuuden alakohtainen energiankäytön jakautuma 1973

Laskettu primäärienergiapuolella kertoimilla:

		Vastapainevoima		Muu voima				
		1 kWh = 0,125 kg oe		1 kWh = 0,25 kg oe				
		Sähkö	Lämpö					Kokonais- energia
Metsäteollisuus	%	56	66					62
Kemianteollisuus	"	15	7					10
Metallien perusteollisuus	"	12	8					10
Muu teollisuus	"	17	19					18
Koko teollisuus	"	100	100					100
Jakautuma sähkөөn ja lämpөөn	%	37	63					100

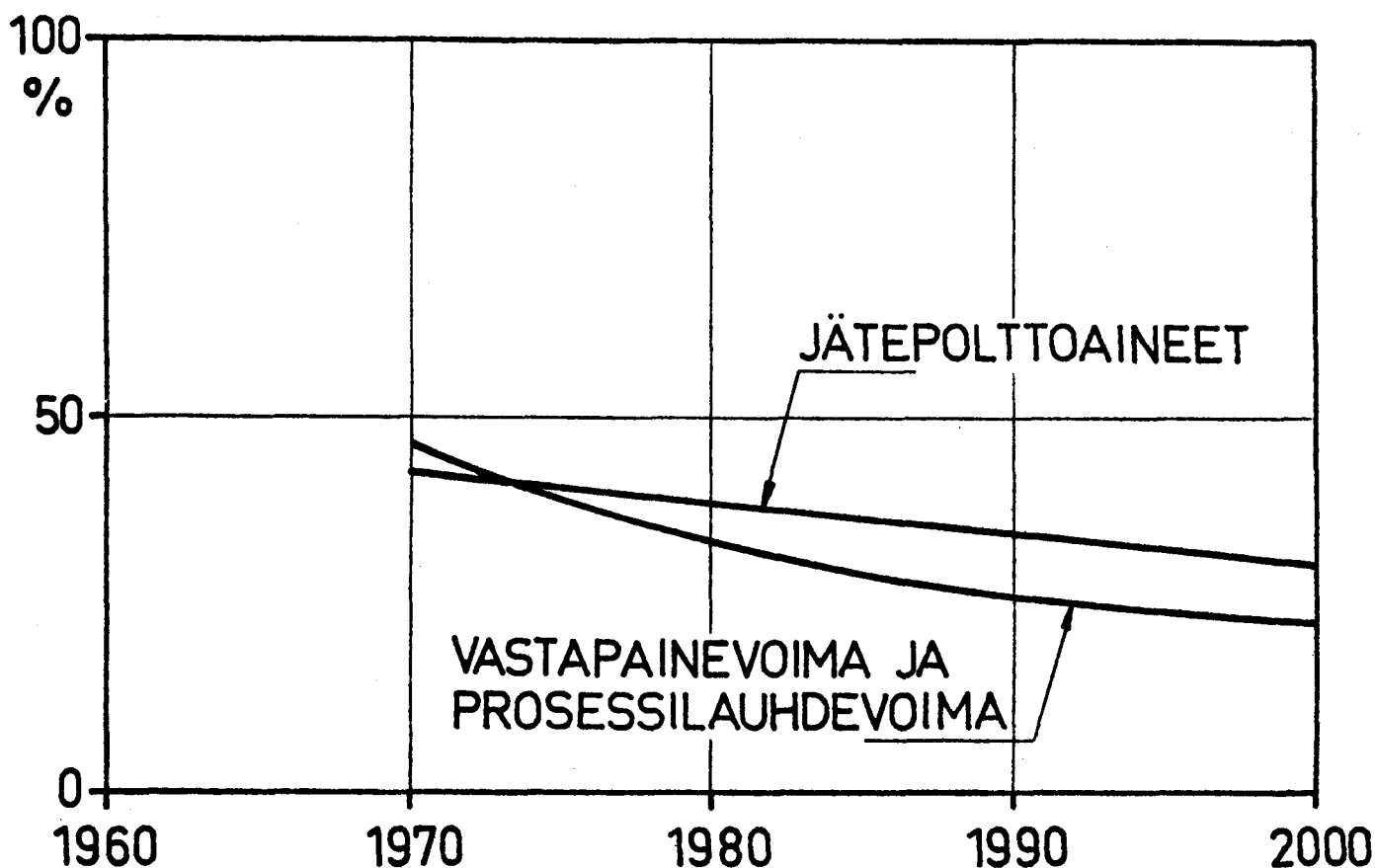
Kuva 4

SUOMEN VOIMAHUOLLON SEKTORIJAUKAUTUMA VUONNA 1973 KOKONAISKULUTUS (Netto) GWh 29 151												100 %	
Käynnistätty ja tuonti (brutto) 30 420 GWh - 104,4 %		Kokonaiskulutus (netto)	Sähkö- ja lämpöenergiat	Teollisuus- kulutus (jalostus)	Muu kulutus*	Kokonaistuotanto ja tuonti (brutto)	Omakulutus	Vesivoima	Vastapainevoima	Muu lämpövoima	Nettotuonti	Tietohankinta	Omisvaraisuus %
1.	Sellu- ja paperiteollisuus	18,3	0,9	36,3	1,1	30,4	1,7	7,9	17,4	3,4	0,0	7,9	74,9
2.	Mekaaninen puunjalostusteollisuus	2,3	0,1	2,2	0,1	1,5	0,1	0,5	0,5	0,3	0,0	0,8	60,9
3.	Kemian teollisuus	5,6	0,1	5,4	0,1	2,1	0,1	0,0	1,1	0,9	0,0	3,5	35,7
4.	Metallien valmistus, kivi- ja metalliteollisuus	8,3	0,2	7,7	0,4	3,7	0,2	0,2	0,1	3,2	0,0	4,7	42,2
5.	Muu teollisuus	3,2	0,1	2,7	0,4	1,1	0,1	0,5	0,4	0,1	0,0	2,1	31,3
6.	Jäte- ja lämpövoimaindustriat	2,1	21,7	3,8	15,8	1,7	0,0	1,3	0,1	0,0	0,2	20,2	7,8
7.	Käytännölliset	17,6	1,1	4,0	12,5	9,8	0,5	0,8	4,9	3,6	0,0	7,9	52,5
8.	Yhteisvoimalaitokset**)	0,3	0,3	0,0	0,0	10,2	0,5	1,7	0,0	6,0	0,0	- 9,8	
9.	Valtion voimayhtiöt	2,7	2,5	0,0	0,2	43,9	0,7	20,8	0,0	7,8	14,6	- 26,6	
YHTEENSÄ		100,0	7,3	62,1	30,5	104,4	4,0	35,7	24,5	25,3	14,8	10,5	

* Yksityinen, maatalous, palvelu, julkinen kulutus ** Yhteisvoimalaitosten tuotanto on jaettu muille sektoreille omistussuhteen mukaan

Kuva 5

TEOLLISUUDEN PROSESSIVOIMAN JA JÄTEPOLTTOAINEIDEN OSUUDEN KEHITYSARVIO



KESKUSTELU

Bruno Bärs, VTT, reaktorilaboratorio:

Oli mielenkiintoista todeta alustajien pidättyvä optimismi tulevaisuuteen nähden. Ehkä se on menneisyyteen katsoen perusteltua. Kuitenkin on joitakin osoittimia, jotka antavat aihetta tietynlaiseen optimismiin. Viittaisin tässä esimerkiksi MHD:n eli magneto-hydrodynaamisen tekniikan läpimurtoon, jolla ilmeisesti on saatavissa lähes kaksinkertainen hyötysuhde aikaisempiin menetelmiin verrattuna. Tämä menetelmään on ilmeisesti suurvalloissa tekemässä läpimurtoansa. Ainakin Neuvostoliitossa on ilmoitettu, että jo ensi vuosikymmenellä otetaan käyttöön täyden mittakaavan, ehkä tuhannen, parin tuhannen megawatin laitoksia. Tämä on varsin mullistava muutos. Jos katsoo mitä muutoksia äskeiset hinnannuutokset öljyssä ja fossiilissa polttoaineissa saivat aikaan, niin mitähän tällöisen uuden teknologian tulo sitten voisi saada aikaan.

Samoin fuusion suhteen on myös ilmoitettu, ainakin Pravdassa luki marraskuussa - luen mahdollisimman tarkkaan käännettynä - että "Neuvostoliitossa voidaan 1980-luvun alkupuolella saada aikaan sellainen laite, mikä avaa tien sähköenergian laajamittaiseen tuottamiseen lämpöydinreaktion hyväksikäytön pohjalta."

J.K. Miettinen:

Tässä olikin jymyutinen!

Veikko Rauhala, VTT, Poltto- ja voiteluainelaboratorio:

En käytä tätä puheenvuoroa sen takia, ettenkö tietäisi, että maakaasu palaa puhtaalla, kauniilla liekillä kattiloiden alla ja että se tavallaan on jo varattu vuoteen 1979 saakka. Suomalais-neuvostoliittolainen sopimushan käsittää suurimmillaan tuonnin 1,4 miljardia kuutiometriä vuodessa. Kaasun käyttö kasvaa tänä vuonna 1 miljardiin kuutiometriin ja ensi vuonna 1,1 jne., kunnes vuonna 1979 saavutetaan 1,4 miljardia kuutiometriä vuodessa. Sain ajatuksen tähän puheenvuoroon jakeluun tulleesta Economic Commission for Europe'n kokousraportista, jossa kokouksessa ei liene ollut suomalaisia mukana. Ehkä erehdyn. Kokous oli Algeriassa viime kesänä ja koski maakaasun nesteytystä, kuljetusta ja ekspansiota. Kun teollisuusneuvos Neuvo tässä

mainitsi alueellisen ja laadullisen suunnittelun, niin tämä raportti toi mieleeni sen, että ruotsalaiset vastuunalaiset henkilöt, lähinnä maakaasun käyttöönoton suunnittelijat, ovat käyneet useamman kerran Algeriassa ja suunnitelleen nesteytetyn maakaasun käyttöönottoa Ruotsissa ilman että mitään siirtoputkistoa olisi olemassa. Siis näinkin rohkeasti ajatellaan.

Nyt maahamme on rakennettu maakaasuputkisto, jolla voidaan siirtää jopa 3 miljardia kuutiometriä vuodessa maakaasua. Mainitun kaasumäärän siirto on mahdollista ilman kompressoreita. Jos kompressoreita lisätään, voidaan siirtää vieläkin enemmän kaasua. Tässä tilanteessa olisi nesteytetyn maakaasun käytölle tiettyjä perusteita. Asiaa olisi ainakin selvitettävä. Ensimmäinen peruste on, että sillä voitaisiin avata markkinat alueella, jossa ei ole putkistoa. Silloin maakaasu tulisi prima-käyttöön, jota se ei nyt tällä hetkellä ehkä ole, vaikka Lappeenrannassa onkin toteutettu savukaasun tehostettu käyttö jätelämpökattiloissa.

Toinen peruste olisi tietysti se, että tämän kokousraportin mukaan hintaero putkisiirrolla kuljetetun kaasun ja nesteytetyn kaasun välillä on pienenemässä. Tässä on joitakin arvioita. Pyydän anteeksi näitä pöyristyttäviä yksiköitä, mutta minä luen suoraan raportista. Lasketaan, että putkisiirrolla kuljetettu maakaasu Amerikassa maksaisi n. 130 senttiä per miljoona British thermal unit¹⁾ ja nesteytetyn maakaasun hinnat olisivat esimerkiksi Afrikasta Amerikkaan kuljetettuna 80-150 senttiä per miljoona British thermal unit, Japaniin 150, Eurooppaan 75-100 ja niin edespäin. Siis jo yksinomaan siitä syystä, että nesteytetyn maakaasun hintaero putkisiirrolla kuljetettuun kaasuun nähden on pienenemässä, olisi aiheellista selvittää tätä kysymystä, jos ajatellaan kymmenen vuotta eteenpäin.

1) Yksi British thermal unit = 0,252 kilokaloria, eli se lämpö määrä joka tarvitaan lämmittämään yksi naula vettä yhden Fahrenheit-asteen lämpöiseksi.

Ilppo Kangas, Ympäristönsuojeluneuvosto:

Kaksi lyhyttä kysymystä, ensinnä Jauholle: Tässä monisteessa on energiatutkimukseen liittyvä rahoitusvolyyymi 18 milj. markkaa. Voiko tämän jakautumisesta antaa joitakin tietoja?

Toinen kysymys Neuvolle: Tässä lyhennelmässä sivulla kaksi, aivan yläalaidassa, sanotaan, että "vuotuiset rahoitustarpeet koko energiahuoltoa varten vastaisuudessa ovat noin 30 miljardin markan suuruusluokkaa. Onko tässä painovirhe tai kirjoitusvirhe? Ei suinkaan vuodessa 30 miljardia? *)

Antero Jahkola, Teknillinen korkeakoulu:

Näissä alustuksissa ja puheenvuoroissakin on tuotu esiin globaalisesti se mitä kaikkea energiatuotannon alalla pitäisi ja voitaisiin tutkia vuoteen 2000 mennessä. Minun mielestäni Suomen kaltaisen pienen maan pitäisi välttämättä pyrkiä noudattamaan tiettyä energiantutkimuspolitiikkaa siinä suhteessa, että vähäisiä varoja ja tutkimusresursseja ei sidottaisi kaiken sen seuraamiseen, mitä suuremmissa maissa tehdään.

On selvää, että meillä Suomessa energian tuotanto täytyy perustaa suuriin, merkittäviin tuotantomuotoihin. Ehkä pitkällä tulevaisuudessa fuusioon tai sitä ennen MHD:hen ja lähivuosina termisen fission tuotamaan ydinenergiaan, mutta tutkimustoiminta ilmeisestikin pitäisi kohdistaa meitä lähempänä oleviin energiamuotoihin. Näistä turve kotimaisena tarjoaa hyvin paljon vielä tutkimattomia mahdollisuuksia. Myöskin turpeen polton hyötysuhteen kehittämässä voidaan uudella teknologialla päästä samoihin lukuihin kuin suuressa mittakaavassa MHD:llä. Myös muita meitä sekä ajallisesti että paikallisesti lähempänä olevia tutkimuskohteita on löydettävissä. Meidän noudattamamme energiantutkimuspolitiikan pitäisi aika jyrkästi pyrkiä kohdistamaan pääpaino tällaisiin määrättyihin painopistesuuntiin.

*) tulee olla: 3 miljardia (vrt. s. 39)

Erkki Laurila, VTT:

Ensiksi tohtori Bärsin huomautuksiin. Mitä MHD:een tulee, niin sehän on eräs energian konversiokeino. Se sopii, kun primäärilähteenä on fossiilinen polttoaine. Periaatteessa se myös tietysti sopii korkealämpötilareaktoreiden kanssa, sitten kun ne aikanaan ovat siinä kunnossa.

Voi olla että ensimmäiset teknillis-kaupalliseen käyttöön tulevat MHD:t saattavat astua markkinoille 80-luvun alkuvaiheessa, mutta en minä usko, että se mitään varsinaista mullistusta merkitsee. Sehän vain nostaa jonkin verran tätä hyötysuhdetta. Teoriassa paljonkin. Käytännössä se tulee olemaan eräs energiantuottomuoto, jonka hyötysuhde on vähän parempi kuin toisen, mutta kukaan ei tällä hetkellä tiedä, mikä on sen kustannus, joten mitään mullistusta ei MHD merkitse. Se merkitsee vain erästä tervetullutta askelta eteenpäin ja entisten resurssien parempaa käyttämistä.

Sitten professori Jahkolan huomautus. On primäärisesti aivan oikein huomauttaa siitä, että pienessä maassa pitäisi keskittää voimat juuri sellaisten probleemoiden tutkimiseen, joiden tutkimustuloksista todennäköisesti on meille itsellemme iloa. Minä rohkenisin epäillä, että suurinta osaa niitä tutkimusvaroja, mitä meillä tekniikan nimissä on käytetty, tuskin voidaan syyttää ohjatuksi liian paljon väärin suuntiin.

Jos joku sen sijaan luulee, että niin sanotulla suurenergiafysiikalla on jotain tekemistä energiaprobleemoiden kanssa, niin tässä on ehkä syytä huomauttaa, että sillä seikalla ei ole mitään tekemistä energiatalouden kanssa. Ja jos joku luulee, että ne rahat on ohjattu sinne siinä mielessä, että meidän energiataloutemme selviytyisi, niin tämä väärinkäsitys poistettakoon nopeasti. Suurenergiafysiikalla ei ole siis mitään välitöntä tekemistä energiatutkimuksen kanssa, mutta kieltämättä tämä on juuri se kenttä, missä varmasti on legio ideoita odottamassa vain esittäjäänsä ja tutkijoitansa, ja minä esimerkiksi kuvittelen juuri, että tuo turvekysymys on ja tulee pysymään pienenä kysymyksenä, niin kauan kun me käytämme turvetta samalla tekniikalla kuin Neuvostoliitossa ja Irlannissa. Meidän olosuhteemme vaativat varmasti jotakin aivan radikaalisti toista tekniikkaa. Käsittääkseni olemme tulossa siihen, että meillä asteittain aletaan hieman pohtia

turvekysymyksiä tältäkin kannalta; mitä niille meidän olosuhteissa oikein pitäisi tehdä. Pääjohtaja Jauhon pyynnöstä esitän tämän. Luulisin nimittäin, että juuri tämä linja josta professori Jahkola huomautti, lienee tavoitteena. On sitten toinen asia kuinka helposti sataprosenttiseen tavoitteen toteuttamiseen päästään.

Matts Roos, Helsingin yliopiston ydinfysiikan laitos:

Haluan kysyä Leo Neuvolta, onko Kauppa- ja teollisuusministeriössä mitään tarkoitusta kehittää tai tutkia matalaenergiamalleja. Toistaiseksi olen saanut käsityksen, että suunnittelu on ollut hyvin paljon jatkoa historialliseen kasvuun ja tarpeet eteenpäin on määritelty lähinnä sillä tavalla, että on jatkettu käyrää; siis kasvuprosentti on aika lähellä samaa kuin aiemminkin. Nyt viime aikoina olemme kaikki nähneet lehdistä että muissa maissa siirtyään aika paljon tutkimaan ja vakavasti suunnittelemaan, jollei nol-lakasvua, niin ainakin sellaisia malleja, missä kasvuprosentti on huomattavasti varhempaa pienempi.

Täällä määriteltiin energiasuunnittelun perusteina mm., että energiatarpeen määrittely on tehtävä yhteistyössä tärkeimpien kuluttajaintressiryhmien kanssa. Kuluttajaintresseissä on saada energia niin halvalla kuin mahdollista. Kuinka voidaan tällä tavalla päästä automaattisesti siihen, että käytettäisiin vähemmän energiaa?

Tapahtuihan viime vuonna myös, että kun Helsingin sähkölaitos totesi, että helsinkiläiset käyttivät vähemmän sähköä kuin oli suunniteltu, niin haluttiin heti korottaa sähkön hintaa. Sehän on myöskin tätä säästöpolitiikkaa vastaan.

Leo Neuvo, KTM:

Käsitys, jonka kysyjä esitti energiansuunnittelusta oli vähän vanhentunut. Sitä ei enää sovelleta. Energiasuunnittelu ei ole summeeraamista siitä mitä eri energian tuottajat ajattelevat ja käsittävät omalta osaltaan, vaan se lähtee energian tarpeesta.

Miksi näin? Todettakoon esimerkiksi sähkön osalta: ei ole mahdollista, että tuotanto ja tarve eivät olisi synkronismissa keskenään, koska jokaisella on mahdollisuus ottaa verkosta se määrä sähköä, jonka hän tarvitsee. Otto-oikeutta ei voida muuttaa toiseksi kuin säännöstelyllä ja siihenhän tällä hetkellä ei ole mitään tarvetta eikä se myöskään ole tarkoituksenmukaista. Näin ollen esimerkiksi sähkön osalta nämä kaksi tekijää on saatettava tasapainoon, ja nimenomaan siten, että tuotanto vastaa tarvetta. Eri asia on sitten, mikä on tarve. Se on kuluttajaryhmien itsensä harkittava. Kuluttajaryhmien toimintaa on säänneltävä jos halutaan vaikuttaa energian tarpeeseen.

Tarkasteltakoon esimerkiksi lasiteollisuutta. Jos halutaan supistaa lasiteollisuuden energian tarvetta, on siinä kaksi tietä. Toinen on se, että lasiteollisuus muuttaa tuotantoprosessiaan niin, että he saavat saman tuloksen vähemmällä energialla. Toinen on se, että supistetaan lasiteollisuuden kapasiteettia. Minä epäilen, että tämä viimeksi mainittu on epäreaalinen ja epätarkoituksenmukainen. Sitä vastoin edelliseen eli prosessin muutokseen on ryhdytty jo, ei yksistään ministeriön tekemien ehdotusten perusteella vaan nimenomaan teollisuus on vapaaehtoisesti ryhtynyt suunnittelemaan energiankäyttöään tarkemmin.

Vaikeampaa on yksityisen kuluttajan suunnitella energian kohtuullista tarvetta, koska hänellä ei ole sellaista tietoutta kuin teollisuudella kustannusten supistamismahdollisuuksista. Saada yksityisen ihmisen kulutus tarkoituksenmukaiseksi on mahdollista ainoastaan valistuksen kautta.

Toinen kulutusvalistuksen kohderyhmä on huonelämmityksestä vastaavat. Huonelämmityksessä on saavutettavissa huomattaviakin säästöjä sen lisäksi mitä viime talvena jo saavutettiin. Tähän liittyvä tutkimustyö

on menossa SITRAn toimesta. Valtaosan sen tutkimustoimista rahoittaa kauppa- ja teollisuusministeriö. Tällä tutkimuksella on tarkoitus muuttaa meidän huonerakennustoimintaamme ja siinä olevia rakenteita niin että tarvitaan saman, noin 20 asteen, huoneen lämpötilan säilyttämiseksi vähemmän energiaa. Täten voidaan supistaa kulutusta. Ei kai kysyjäkään tarkoita, että huoneen lämpötila pudotettaisiin johonkin 15 asteeseen ja sanottaisiin, että voitte käyttää energiaa vain tämän edellyttämän määrän ja sillä selvä. Kysyjän tarkoitus kai oli, että tarpeesta lähdetään liikkeelle ja energia sovelletaan tämän mukaiseksi.

Se että tällä hetkellä suunnittelun perusteena käytettäisiin jotain vanhoja trendilukuja, ei pidä paikkaansa. Energiapolitiikan neuvottelukunta lähtee nimenomaan eri sektoreiden todellisesta tuotantovolyymista, on kysymys sitten eri teollisuudenhaarojen, liikenteen tai huonelämmityksen tarvitsemasta energiasta. Siitä tehdään tällä hetkellä hyvin perusteellisia selvityksiä ja tämän avulla saadaan todennäköinen tarve. Sen jälkeen energiahuollon on sitten hoidettava sitä vastaava energia. Tämä on tällä hetkellä voimassa oleva järjestelmä, jota on tarkoitus kehittää.

Vaikeutena tässä on se, että me emme tiedä tällä hetkellä, minkälaiset taloudelliset resurssit meillä on käytettävissä viiden tai kymmenen vuoden päästä. Jos joku sen osaa ilmoittaa tällä hetkellä joltisellakin varmuudella, olisi ei yksistään kauppa- ja teollisuusministeriö vaan moni muu kiitollinen siitä. Olisi hyvä, jos esim. tällä hetkellä tiedettäisiin varmuudella kuinka paljon meillä on pääomaa käytettävissä kymmenen vuoden aikana erilaisiin tuotantoinvestointeihin ja sitä kautta mikä on todennäköinen tuotantovolyymi. Tätähän ei voi kukaan tällä hetkellä tarkkaan tietää. Näin ollen meidän on lähdettävä määrätyistä perusolettamuksista, jotka voivat muuttua. Tämän takia energiasuunnitelmat ja niiden pohjalta tehdyt päätökset eivät voi olla kymmenen vuoden tähtäimellä mitään ehdottoman varmaa niin kuin edellytettiin silloin, kun tehdään päätös ydinvoimalaitoksen rakentamisesta. Tämän takia meidän on pyrittävä pitämään jatkuvasti yllä energiasuunnittelua ja otettava huomioon mahdollisesti näissä perusteissa esiintyvät muutokset.

V.O. Ahonen, Neste Oy:

Tohtori Hultinin esityksestä kävi varsin selvästi ilmi, että teollisuus käyttää energiastamme hyvin huomattavan osan sekä lämmön että sähkön muodossa. Kun nyt kuitenkin on hyvin suuressa määrin ilmeistä, että Suomessa joudutaan energiaa kehittämään myös suurissa yksiköissä, niin olemme tässä todellakin vaikean tehtävän edessä, niin kuin teollisuusneuvos Neuvo sanoi. Tuskin mikään teollisuuden ala, puhumattakaan yksityisestä teollisuuslaitoksesta, voi tällä hetkellä sanoa, mikä on sen energian tarve kymmenen vuoden kuluttua. Kuitenkin nämä suuret tuotantoyksiköt vaativat mainitun ajan, että ne saadaan rakennetuiksi. Näin ollen en voi yhtyä prof. Jahkolan esittämään käsitykseen, että energiaa, nimenomaan sähköä, tuotetaan vain suurissa yksiköissä. Näin minä ymmärsin hänen äsken maininnee. Minusta Suomessa voidaan ja tulee sähköä tuottaa vielä eteenkinpäin teollisuuden tarpeisiin verrattain pienissä yksiköissä, jotka käyttävät fossiilisia polttoaineita, joita taas on riittävästi saatavissa, kuten kaupallinen neuvos Kunnaala kertoi meille. Sitä paitsi, jos fossiilisia polttoaineita käytetään teollisuuteen, nämä arvokkaat polttoaineet tulevat siellä tehokkaasti hyväksikäytetyksi, koska teollisuus, kuten tunnettua, kehittää energiansa vastapaineperiaatteella, jossa sähkön ja lämmön yhteistuotanto on tehokasta.

Antero Jahkola, TKK:

Jos sallitaan aivan lyhyesti korjata tämä lisensiaatti Ahosen väärinkäsitys. En tarkoittanut, että energia pitää pyrkiä tuottamaan pelkästään suurissa yksiköissä, vaan että energiasta joka tapauksessa suuri osa tullaan tuottamaan suurissa yksiköissä. Tässä huolimatta tutkimuksen painopistettä ei pidä tämän mukaan suunnata. Tutkimuksen painopiste energiatutkimuksen alalla tulee suunnata niille alueille, joissa meidän kansalliset varamme ja tutkimusmahdollisuutemme ovat parhaimmat. Esimerkkinä olkoon turve. Silloin jos sitä käytetään, joudutaan hyvinkin pieniin tuotantoyksiköihin, jopa pienempiin kuin mitä teollisuus nyt käyttää.

Jouko Veivo:

Professori Jauho mainitsi puheessaan, että sotilaallinen tutkimus vaikuttaa hyvinkin ratkaisevasti monesti myös siviilitutkimukseen ja että siellä on varoja käytettävissä hyvinkin runsaasti tutkimustehtäviin. Tämä tietysti johtuu siitä, että tälläkin alalla on kova kilpailu.

Tulee mieleen ajatus, onko siviilitutkimus ja kehittämistyö optimoitu niin, että sillä saavutettaisiin mahdollisimman hyvä tulos, mikä taasen veisi teknistä kehitystä eteenpäin mahdollisimman nopeasti. Onko itse tässä kehittämistyössä jonkunlaista koordinoimis- ja kehittämistarvetta, ja kuinka suuri osa kansantulosta pitäisi sijoittaa tutkimus- ja kehittämistyöhön, jotta siitä olisi kansantaloudellisesti ajatellen mahdollisimman suuri hyöty.

Erkki Laurila, VTT:

Vastaan tähän. En usko että tämä on sama vastaus, jonka Jauho antaisi. Minä nimittäin olen sen verran jo syrjässä, että katson oikeudekseni olla hieman sitä mieltä, että ei Isä Jumalakaan, jos hän kiinnostuisi suomalaisesta tutkimuksesta, pystyisi optimoimaan meitä niin että kaikki virheet eliminoituisivat. Kyllä minä luulen että tällainen ideaalinen optimointi on tavoittamaton tavoite, mutta uskon että jokainen järkevä ihminen tietysti pyrkii siihen. Lähinnähän on kysymys henkisistä resursseista, ja siitä, kuinka näitä resursseja käytetään ja missä hengessä. Halutaanko niitä käyttää tämän yhteiskunnan hyväksi vai mahdollisesti johonkin toiseen tarkoitukseen.

Tällä probleemalla - sotilaallinen tutkimus kontra siviilitutkimus - ei Suomen oloissa ole käsittääkseni sanottavaa merkitystä koska meillä sotilaallinen tutkimus, sikäli kun sitä on, on aikalailla suppeata ja luonteeltaan sellaista, että siitä on aika vähän siltoja siviilitutkimukseen.

Sen sijaan on kieltämättä myönnettävä ihmiskuntaa kokonaisuutena ajatellen se seikka, että suurvallat katsovat aiheelliseksi pitää puolustusvoimia niin korkeassa arvossa. Siitä on tietysti seurauksena, että sillä puolella myös paljon tutkitaan, ja kai sieltä on joitakin tuloksia tippunut siviilipuolellekin. Mutta käsittääkseni se problema ei ole meidän probleemamme, sillä Suomessa ovat käytännöllisesti katsoen tutkijaresurssit pääasiassa siviilitutkimuksessa.

Olli Kuusinen:

Kuinkahan vakavasti otettavia mahtavat olla tuollaiset uudet, mm. metsämiesten esittämät ajatukset, että vanhaa fossiilista polttoainetta - oli se sitten öljyä tai kivihiiltä - ei jatkossa kannattaisi ehkä kovin paljon käyttää, vaan sitä mitä tämä ystävämme, joka nytkin paistaa, tuottaa. Suomessa varsinkin on metsän avulla mahdollisuus saada jatkuvasti aurinkoenergiaa talteen; valoisa kesäyömmä ovat tässä etuna. Olen nähnyt muistaakseni jonkin esitteenkin kertovan siitä, kuinka vähän energia-aineksia - teollisuusbenssiiniä tai vastaavia - tarvitaan lannoitteiden valmistamiseen. Mm. lannoitteilla saadaan metsä kasvamaan, ja näin saatu tuotos hyödyksi varsin suuressa mitassa sekä raaka-aineena että uutena energiana. Olisikohan tässä pitkän tähtäyksen aihetta korkeakoulun edustajan mainitsemaan tapaan kotimaiselle tutkimukselle?

Samalla esitän lisäkysymyksen. Kun nyt järjestäjänä on nimenomaan tiedeseura ja istumme tieteellisten seurojen talossa niin fyysikoita -han täällä on varmaan useitakin. Muistan kouluajaltani nimityksen lämpöpäri. Olisiko tästä pienen lämpötilan suoraan sähköksi muuttamisesta mihinkään - sen sijaan että menemme tuohon korkeaan lämpötilaan, magnetohydrodynaamiseen systeemiin. Lämpöpäriin hyötysuhde tietävästi on äärimmäisen pieni, mutta ehkäpä sitä kansainvälisin yhteistoimin voisi parantaa. Nykyisten sähkön myyjien harmiksi voitaisiin esittää ajatusleikki: kun jo polttoöljyä, hiiltä, puuta ja turvetta toimitetaan varsin moneen sataantuhanteen pisteeseen ympäri maata, miksei saman kuljetuksen päässä, jossa energia jo tuottaa lämpöä, myös voitaisi synnyttää sähköä pienellä termoelementtijärjestelmällä tai vastaavalla? Siis joka taloon oma sähköntuotantolaitos.

Erkki Laurila, VTT:

Minä pitäisin kiinni tuosta kysymyksen ensimmäisestä puoliskosta. Minä luulin että Suomessa olisi jo vallinnut tämä kansantalousprofessori Pulliaisen käsitys, että Suomessa peltoihin käytetään enemmän energiaa kuin mitä sieltä saadaan ulos. Minä en ole maatalouden puoltaja, mutta kun nyt sattumalta minut televisioon haastettiin, niin tämän takia minä sinne menin ja totesin vain, että tilastollisesta vuosikirjastakin voi jo nähdä kuinka paljon kalorioita Suomen maatalous tuottaa, ja kuinka paljon sinne kalorioita viedään, näitä vanhoja yksiköitä, mutta kai se bilanssi SI-yksiköissä olisi sama.

Mitä metsään tulee, niin muistan hämärästi, että kasvinviljelys tuottaa jonkinäköistä sidottua kemiallista energiaa nopeammin ja enemmän kuin normaali suomalainen metsä, mutta metsäpä kasvaa hieman vaatimattomammalla alustalla kuin pelto. Kyllä minulle on jäänyt se käsitys että Suomen oloissa, niin kauan kun nämä energiaraaka-ainehinnat pysyvät nyt esimerkiksi tuolla tasolla kuin öljykriisin huippuaikana, taitaa olla niin, että puhtaana kaloriatuottona suomalainen maaperä ei tuottaisi niin paljon että se ilahduttaisi työntekijäänsä.

Mitä tähän lämpöpariin tulee, niin kyllähän se on mielenkiintoinen asia. Tietävästi sitä on jo kauan sitten käytetty ainakin kurio-siteettina. Moskovassa tai Leningradissa vaikutti ikivanha professori Joffe joka oli edelläkävijä Peltier-efektin käyttämisen suhteen ja kaukaisilla Siperian paikkakunnilla tietävästi käytettiin öljylampuja joiden savukanaalin kylkeen oli pantu termoparistoja niin paljon, että niistä saatiin voimanlähde radiota varten. Ei tarvinnut paristoja lähteä ostamaan kylmässä talvipakkasessa.

Vaikuttaa kuitenkin siltä, että toistaiseksi vielä tuolla alueella joudutaan odottamaan viisasten kiveä. Rahaa on käytetty hirveästi nimenomaan satelliitteja ja aurinkoparistoja ajatellen ja aluetta on kehitetty, mutta kyllä hyötysuhde edelleenkin on vain n. 10-12 prosentin luokkaa. Jos lasketaan pääomakustannukset, jotka jouduttaisiin uhraamaan voimalaitokseen joka toimisi esimerkiksi 10 tai 20 asteen lämpötilaerolla, niin luulen että nuo vanhanaikaisemmat konstit taitavat olla vielä huomattavasti edullisempia.

Leo Neuvo, KTM:

Tähän metsään on ehkä vielä syytä palata, koska se merkitsee niin paljon suomalaisessa yhteiskunnassa ja teollisuudessa. Vaikka metsä tuottaakin energiaa aika hyvin tuottamalla puuta niin sitä ei kuitenkaan kannata polttaa, mikäli siitä saadaan vientitavaraa. Siitä saadaan suurempi hyöty sitä kautta kuin tällä kysyjän mainitsemaalla tavalla, joten minusta on edelleenkin lähdeittävä siitä, että polttopuuta ja yleensä metsätuotteissa olevia raaka-aineita ei tulisi polttaa kuin niiltä osin mikä jää jätteeksi muusta tuotannosta.

Samalla korjaan monisteeni sivulla kaksi olevan virheen. Siellä mainitaan vuosittaiseksi investointitarpeeksi noin 30 miljardia markkaa. Sen tulisi olla noin kolme miljardia markkaa.

J.K. Miettinen:

Jos tässä olisi sallittu pieni filosofinen puheenvuoro pyytäisin saada pitää sellaisen. Minä täysin yhdyn akateemikko Laurilaan siinä, että korkeaenergiafysiikasta emme nyt varmasti saa ratkaisua tämän päivän energiaongelmaan. Jollakin lailla tunnen kuitenkin halua puolustaa tätä alaa yleensä. Kun Einstein esitti energia-massakaavansa, se taisi olla 1905, niin ei arvattu silloin, että se voisi tuoda energiaa verkkoon, mutta 30 vuotta myöhemmin se osoittautui perustavan laatuiseksi. Ehkäpä korkeaenergiafysiikkakin voi joskus tulevaisuudessa, vähän pidemmällä tähtäimellä, tuoda jotain uutta ratkaisua. Kun protonia ja anti-protonia toisiaan vastakkain ampumalla saadaan mielenkiintoisia energiahyttelökimppuja, joiden massa on usean massayksikön arvoinen, niin siinä on paljon energiaa yhdessä kasassa. Se on juuri se alue, joka kaikkein voimakkaimmin vie eteenpäin meidän tietoaamme materiaasta, ja sellaisenaan näkisin sen priorisoitavaksi ykkösenä perustutkimusalueista. Se ei ratkaise käytännön ongelmia tänä päivänä, mutta ratkaisee niitä ehkä joskus tulevaisuudessa.

Matts Roos:

En nyt halua sanoa suurenergiafysiikasta muuta kuin että yhdyn siihen mitä professori Miettinen juuri sanoi. Haluaisin kohdistaa huomion siihen, että pääomat joita tarvitaan suuria voimalaitoksia - varsinkin ydinvoimalaitoksia - varten ovat mielestäni hyvin paljon suurempia kuin ne varat mitä uhrataan energiatutkimukseen. Se mitä pääjohtaja Jauho selitti Suomessa tehtävän, oli kaikenlaista pientä, mutta ei se ole mitenkään mittakaavassa niihin miljardeihin mitä tarvitaan ydinvoimaloihin. Vaikka nyt ei voidakaan odottaa uusia energiamuotoja löydettävän lähiaikana, niin tämä tutkimus on kuitenkin käynnistettävä joskus. Minä en ymmärrä miksi tätä itsestään selvää asiaa ei ymmärretä.

Erkki Laurila, VTT:

En minä suurenergiafysiikkaa vastusta! Minä vain Jahkolan puheenvuoroon huomautin, että jos katsotaan mitä tekniikan nimissä rahoitetaan, niin se todellakin on aika suoraviivaista. Mitä tulee professori Roosin huomautukseen, niin tuo on mielenkiintoinen kysymys, kuinka paljon rahaa nyt sitten pitäisi panna johonkin, jota jossain mittakaavassa toteutetaan. Siinä kuvastuu aika suuri usko rahaan. Minä en usko rahaan ollenkaan. Minusta rahattoman miehen aivot saattavat joskus olla paremmatkin kuin rahakkaan. Paremminkin minä olen huomautinani joskus, että sellaiset laitokset, jotka kylpevät rahassa, niin niissä tahtoo ideoitten kiertokulku olla huomattavasti heikompaa kuin pienemmissä ja vaatimattomammassa puitteissa. En minä usko että Suomen energiaongelmat sillä ratkeavat, että päätettäisiin yhtäkkiä käyttää voimalaitoksen hinta energiatutkimukseen. Meiltä ei yksinkertaisesti löytyisi niin montaa muodollisesti pätevää tutkijaa, jotka pystyisivät kuluttamaan sen, vaikka heille maksettaisiin valtion korkeimman palkkaluokan mukainen palkka, ja sen suurempaa palkkaa ei kai Suomessa tutkijalle maksetakaan.

Mitä sitten tulee siihen, että onko Suomessa käytetty rahaa tarpeeksi tai liian vähän, niin kyllä minä omasta puolestani olen vähän sitä mieltä, että niukkuuden budjettia se on koko ajan hieman ollut, mutta en minä usko että meillä voidaan osoittaa mitään sellaista todella hyvää ideaa, jonka tutkiminen olisi johtanut johonkin positiiviseen tulokseen ja jota ei myös olisi voitu rahoittaa. Kyllä minä itse olen tapellut sen puolesta, että rahaa olisi pitänyt saada enemmän, mutta sittenkin objektiivisuuteen pyrkiessä täytynee myöntää, ettei meillä rahan puutteen takia ole suuret tulokset jääneet saavuttamatta. Kyllä se paremminkin johtuu siitä, että näin pienestä kansasta ei ilmeisesti tilastotieteen mukaan tule niin monia kyvykkäitä aivoja, kuin mitä suurista maista tulee. Mutta ainahan rahaa voitaisiin vähän lisääkin käyttää. Kyllä minä luulen, että kaikesta huolimatta Suomessa joillakin muilla aloilla saatetaan rahaa käyttää tyhmemmin, kuin mitä sitä käytettäisiin, jos suurennettaisiin vielä huomattavasti niitä kaadereita, jotka saavat palkkansa sen tittelin mukaan että ovat tutkijoita. Toivottavasti heissä myös on kyllin monta sellaista, jotka joka aamu esittävät omalletunnollensa kysymyksen: olenko minä pätevä tutkija.

3. Iltapäivän ohjelma: Yhteiskunnalliset näkymät

1. Jän-Magnus Jansson: Energiatuotannon poliittiset ja yhteiskunnalliset aspektit

Energiatuotantoon liittyviä poliittisia ja yhteiskunnallisia ongelmia esiintyy sekä kansainvälisellä että kansallisella tasolla. Kansainväliset ongelmat kytkeytyvät ensisijaisesti joskaan eivät yksinomaan öljyn hallitsevaan asemaan energiatuotannossa. Vasta viime vuosina on täysin oivallettu että öljyongelma ennen kaikkea on luonteeltaan valtapoliittinen. Aikaisemmin kansainvälisten suuryhtiöiden hallitseva asema öljymarkkinoilla osittain kätki tämän tosiasian. 1970-luvun öljykriisin pysyviä tuloksia on suurten öljy-yhtiöiden aseman supistuminen. Niiden tilalle ovat yhä selvemmin astumassa valtiot ja valtioryhmittymät, jotka kilpailevat ja neuvottelevat keskenään.

Tähän viittaa mm. Tukholman kansainvälisen rauhatutkimusinstituutin (SIPRI:n) äsken julkaisema kirja "Oil and Security" lausueksaan : "Aikaisemmat laskelmat öljyn saannista ovat perustuneet optimistiseen näkemykseen maailman edelleen huomattavista öljyvaroista ilman selkeätä kuvaa vielä tärkeämmästä kysymyksestä, ketkä omistavat ja hallitsevat ne." Tämä välinpitämättömyys johtuu ilmeisesti siitä, että öljyntuottajamaat aina OPECin perustamiseen v. 1960 ja vielä tämän jälkeenkin eivät pystyneet vaikuttamaan voimakkaana tekijänä maailmanpolitiikassa. Senjälkeen kun OPEC ja arabivaltioiden erityisjärjestö OAPEC energiakriisissä osoittautuivat tärkeiksi voimatekijiksi ja niiden vastapainoksi syntyi läntisten öljynkuluttajamaiden öljyklubi on kenttä vähitellen "järjestäytynyt". Näiden voimatekijöiden kesken puuttuvat kuitenkin vielä säännöllinen vuorovaikutus ja neuvotteluvalmius. Näitä etsitään juuri nykyvaiheessa, seikka josta

eräs esimerkki on läntisten kuluttajamaiden ehdotus öljyn minimihintajärjestelmästä.

Valtataistelu öljystä tuo mukanaan myös riskitekijät. Yksi näistä on mahdollisuus, että johtavat kuluttajamaat sotilaallisilla tai taloudellisilla sanktioilla pyrkivät suojelemaan etujaan tuottajamaissa. Aikaisemmin tämä tapahtui ennen kaikkea öljytuotannon kansallistamisen yhteydessä. Tämä vaihe on kuitenkin jo sivuutettu. Sitä vastoin mm. ulkoministeri Kissinger on pariin otteeseen viitannut mahdollisuuteen, että länsivallat voisivat suorittaa intervention öljyn saannin takaimiseksi. Tällainen kehitys on kuitenkin varsin epätodennäköinen vaiheessa, jossa se aiheuttaisi erittäin vakavaa kansainvälistä jännitystä ja jollain öljymarkkinatkin ovat tyyntymässä. Sitä vastoin on selkkauksen vaara edelleen ajankohtainen jos jossakin tärkeässä tuottajamaassa tapahtuisi sisäinen vallansiirto tai jos kansainvälinen tilanne huononisi esim. Genèven konferenssin epäonnistuttua.

Teollistuneet öljynkuluttajamaat pyrkivät helpottamaan tilannetta eri keinoin. Näihin kuuluvat mm. a) energiakulutuksen supistaminen, b) saatavissa olevan energian tehokkaampi käyttö ja c) öljyn korvaaminen uusilla energialähteillä. Energiakysymyksellä on mitä laajin kantavuus myös sisäpoliittisesti. On selvää, että energiatuotanto on luonteeltaan palveleva: se määräytyy kokonaan niiden tavoitteiden mukaisesti, jotka asetetaan yhteiskunnan eri toiminnoille, kuten asumiselle, liikenteelle ja tuotantoelämälle. Suomessa on lähdetty siitä, että energian tarve kasvaa rinnakkain kansantuotteen kasvun kanssa, kuitenkin jonkin verran nopeammin. Sidonnaisuus taloudelliseen kasvuun, jota tosin voidaan lieventää mikäli teknisin keinoin aikaansaadaan energian säästöä, tekee nopeat perusratkaisut taloudellisesta kasvuvauhdista välttämättömiksi. Tämä vuorostaan vaikuttaa mm. tapaan, jolla voidaan lisätä sosiaalisia ja sivistyksellisiä palveluja.

Vaihtoehtoja etsittäessä öljyn käytölle ei tällä hetkellä ole paljon liikkumavaraa. Kun vesi- ja turvevarat eivät esim. Suomessa voi näytellä ratkaisevaa osaa ja maakaasunkin saanti on rajoitettua, on virallisissa asiakirjoissa päädytty tosin suhteellisen lievään ydinvoiman lisäämishjelmaan. Tällä halutaan meillä, kuten muissakin teollisuusmaissa, ennen kaikkea vapautua fossiilisten polttoaineiden kasvavasta käytöstä. Ydinvoima on vahvasti politisoitunut energiamuoto. Kansainvälispoliittisesti se ei ainakaan tällä hetkellä ole täysin neutraali, vaan se antaa lisää valtteja niille johtaville teollisuusmaille, joilla on teknisesti riittävästi kykyä alalla. Sisäpoliittisesti se on turvallisuussyistä kiistanalainen. Vaikka ydinvoimalla onkin kielteiset puolensa, ei kuitenkaan ole vastuullista tuudittautua uskoon, että fossiiliset polttoaineet tyydyttävät yhteiskuntamme tarpeet. Johtavan öljymaan edustaja, Persian shaahi on periaatteessa aivan oikeassa kun hän korostaa, että öljy on liian kallis aine poltettavaksi. Uusien voimalähteiden löytäminen ja säästö ovat siis jatkuvasti tarpeen länsimaisessa yhteiskunnassa, eikä öljykriisin hetkellinen helpottuminen vähennä niiden tärkeyttä.

2. Henrik Öhquist: Teollisuus, energia ja yhteiskunta

Energiakustannusten äkillinen nousu ja tästä seuranneet ongelmat ovat herättäneet monta teollisuuden tulevaisuutta koskevaa kysymystä. Käsittelen lyhyesti eräitä keskeisimpiä näistä kysymyksistä, ja rajoitan esitykseni Suomen oloja koskeviin asioihin.

Teollisuuden kehitysvauhti ja struktuuri.

Energian lisälasku tulee ennemmin tai myöhemmin kaikkien maksettavaksi. Poliittisesti houkuttelevaa on vyöryttää suurin osa taakasta teollisuuden kannettavaksi ja jättää yksityiset kuluttajat rauhaan. Koska hyvinvointimme suuressa määrin riippuu teollisuuden kehityksestä tämä menettely johtaa kuitenkin siihen että kuluttajat aikanaan joutuvat maksamaan oman osuutensa, ja silloin lisälasku on paljon suurempi. Teollisuutta ei siis saisi rasittaa niin kovasti että se menettää kilpailukykynsä.

Pitäisikö teollisuuden struktuuria muuttaa uudessa tilanteessa ? Pitäisikö keskittyä vähemmän energiaa käyttäviin teollisuuden aloihin ? Mielestäni asia ei ole näin yksinkertainen. Paljon energiaa käyttävää teollisuutta (lähinnä prosessiteollisuutta) tullaan tarvitsemaan maailmassa jatkossakin. Teollisuuden tuotteiden hinnat tulevat määräytymään kustannusten mukaan, joten prosessiteollisuus tuskin joutuu suurempiin vaikeuksiin kuin muut alat.

Prosessiteollisuuden osuuden supistaminen Suomessa olisi perusteltua vain jos energiahintamme pysyvästi tulisivat olemaan paljon korkeampia kuin muualla. Koska kuljetuskustannusten osuus koko energiahinnasta on melko pieni ja pienenee edelleen tulevaisuudessa, energian hintojen pitäisi meillä asettua suurin piirtein kansainväliselle tasolle. Tämä edellyttää luonnollisesti että energiahuoltomme hoidetaan järkevästi ja että hinnoittelu tapahtuu kustannusten perusteella.

On tietysti odotettavissa että niin mullistava muutos kuin energiahintojen valtava nousu jossain määrin tulee vaikuttamaan teollisuuden struktuuriin. Nämä muutokset tulevat määräytymään markkinamekanismien mukaan, ja tulos on vaikeasti ennustettavissa. Ei ole yhtään varmaa että muutokset aina suuntautuvat kohti vähemmän energiaa kuluttavaa teollisuutta.

Energian käytön tehostaminen teollisuudessa.

Vaikka teollisuudessa ei ole odotettavissa suurempia struktuurimuutoksia energian kallistumisen johdosta, energian käytön suhteen on paljon tapahtumassa. Energian kulutusta vähentäviä toimenpiteitä ovat:

- a) Tuotantoprosessien muuttaminen. Korkeampi energian hinta johtaa muuttuneisiin tuloksiin prosessien optimoinnissa.
- b) Energian tehokkaampi hyväksikäyttö, hukkaenergian supistaminen.
- c) Jätelämmön talteenotto. Ensisijaisesti pyritään käyttämään hyväksi jätelämpöä teollisuuslaitoksen omiin tarpeisiin, mutta jos niitä ei ole riittävästi voi esimerkiksi asuntojen lämmitys tulla kysymykseen. Tässä on kehitettävä yhteistyötä kuntien kanssa.

Kaikissa ylläolevissa kohdissa on paljon tehtävissä. Valtiovalta voi tukea tätä kehitystä organisoimalla ja rahoittamalla laajempia yhteisprojekteja, niin kuin jo on tapahtumassa.

Teollisuudessa tapahtuu kuitenkin myös kehitystä joka lisää energian tarvetta, esim.:

- e) Lisääntyvä mekanisointi. Lihasvoimaa korvataan sähkövoimalla. Energian kallistumisesta huolimatta tätä kehitystä ei voi pysäyttää.
- f) Ympäristönsuojelun ja työolosuhteiden kehittämisen. Erilaiset suodattimet ja ilmastointilaitteet ovat esimerkkejä paljon energiaa kuluttavista laitteista. Tätäkään kehitystä ei voi jarruttaa.

Teollisuuden vaatimukset yhteiskunnalta energian suhteen.

Tärkeimmät vaatimukset ovat:

- A. Energian turvattu saanti
 - a) Lyhyellä tähtäimellä (ei tuotantohäiriöitä)
 - b) Pitkällä tähtäimellä (ei virheinvestointeja).
- B. Kilpailukykyinen energiahinta.

Vaatimukset A ja B saadaan parhaiten tyydytetyksi välttämällä monopoli-tilannetta tai pakko-ohjausta. Teollisuuden pitäisi saada ottaa osaa oman energiatarpeensa hoitamiseen ilman kilpailurajoituksia. Tällä tavoin saavutetaan myös kansantaloudellisesti paras tulos. Tarvittava kokonaiskoordinaointi voidaan saavuttaa yhteisillä suunnitteluelimillä.

Yhteiskunnan vaatimukset teollisuudelle.

Teollisuus on maamme suurin energian kuluttaja. Sillä on sen vuoksi suuri vastuu energia-asioissa. Koska teollisuuden päätehtävä kuitenkin on tavaroiden tuottaminen ja markkinointi, sen pitäisi ensisijaisesti keskittyä tämän tehtävän hoitamiseen mahdollisimman tehokkaasti. Tämän takia yhteiskunnan vaatimukset pitäisi esittää selvinä pelisääntöinä joita teollisuuden on noudatettava. Tämä koskee sekä kansantaloudellisia näkökohtia, kauppataaseongelmaa, ympäristönsuojelun vaatimuksia jne.

3. Göran von Bonsdorff:

ENERGIA JA KANSAINVÄLINEN JÄRJESTELMÄ, ERITYISESTI TURVALLISUUSPOLIIT-
TISET NÄKÖKOHDAT

Teoreettinen lähtökohta.

Energiaongelma liittyy läheisesti kysymykseen kansainvälisen järjestelmän muotoutumisesta. Sellaisessa järjestelmässä, missä toimijoiden lähtökohtana on yksinomaan niiden kansallisen edun vaaliminen, on energia yksi niistä voimavaroista, jotka ovat omiaan lisäämään valtion kansainvälistä vaikutusvaltaa. Valtiolle on edullista omistaa energiaa ja käyttää sitä omien intressiensä puolustamiseksi muita valtioita vastaan sekä näiden saattamiseksi riippuvuussuhteeseen itsestään. Energia voi näin ollen myötävaikuttaa yksityisen valtion turvallisuuden kasvuun, mutta kokonaisuuden kannalta katsoen se ei ole mikään turvallisuustekijä.

Aivan toisin on asian laita sellaisessa kansainvälisessä järjestelmässä, missä toimijoiden lähtökohtana on tietoisuus keskinäisestä riippuvuudesta ja yhteisten yleismaailmallisten intressien olemassaolosta kansallisten intressien rinnalla. Eräiden toimijoiden energia-
varojen omistus tasoittuu sen johdosta, että toiset toimijat voivat tarjota muita arvoja vastikkeeksi, seikka mikä on omiaan luomaan pohjaa rationaaliselle vaihdolle molempien eduksi. Energian arvon ja sen jakeluun liittyvien periaatteiden arvioimiseksi tarvitaan yleismaailmallista energiapolitiikkaa sekä kansainvälistä elintä ongelman selvittämiseksi ja energian toimituksen yhtenäistämiseksi. Näissä olosuhteissa energiasta muodostuu yleismaailmallinen turvallisuustekijä.

Nykytilanne.

Maailman energiatuotannon nykyinen tilanne käy ilmi siitä tosiasiasta, että öljyn osuus on noin puolet maapallon koko energiankulutuksesta, hiilen noin kolmannes, luonnonkaasun kuudesosa ja vesivoiman

parisen prosenttia. Ydinvoima on vasta alkanut näkyä tilastossa. Suuri ja tärkeä kauppatavara on öljy, kun sensijaan muut polttoaineet tuotetaan suhteellisen lähellä kulutuspaikkakuntaa. Tämä on selitys öljyn merkitykseen kansainvälisessä politiikassa. Samanaikaisesti on kuitenkin viime vuosien kehityksen ansiosta muiden vaihtoehtojen merkitys jossakin määrin kasvanut.

Mitään yleismaailmallista energiapolitiikkaa ei toistaiseksi ole saatu aikaan ja myös alueellisella tasolla on usein ilmennyt vaikeuksia yhteisten suuntaviivojen muotoutumisen suhteen. Tämä koskee esimerkiksi EEC:n puitteissa käytyjä keskusteluja. Tärkein neuvottelujäbjestö on v. 1960 perustettu OPEC (Organisation of Petroleum Exporting Countries), johon kuuluvat Iran ja useimmat arabivaltiot, mutta myös Venezuela, Nigeria ja Indonesia. Jäsenvaltioiden öljyvienti nousee 85 prosenttiin maailman kokonaisviennistä. OPEC:in tärkeimpänä päämääränä on 51 prosentin osallisuuden saavuttaminen kaikista tuotantolaitoksista. Järjestön politiikka suuntautuu näin ollen ensi sijassa öljy-yhtiöitä vastaan, joiden hallussa ovat öljyn tuottamiseen tarvittavat taloudelliset ja tekniset voimavarat. Jäsenmaiden ja johtavien suurvaltojen väliset suhteet vaihtelevat, koska osa on suuremmassa määrin Yhdysvaltoihin, osa taas Neuvostoliittoon orientoutuneita.

Energiaongelma ja rauha.

Öljyn hinnan nousu on aiheuttanut useita seurausilmiöitä, jotka vaikuttavat epäedullisesti rauhan ylläpitämiseen maailmassa. Niinpä erityisesti monet heikosti kehittyneet maat ilman omia energianlähteitä ovat joutuneet kärsimään taloudellisesti. Markkinatalousmaissa on syntynyt taloudellisia häiriöitä. Öljyä tuottavissa maissa on öljyn myynnistä kertyneet tulot sensijaan että niitä olisi käytetty väestön elintason kohottamisen hyväksi, suureksi osaksi tuhlatu kalliiden aseiden ja muiden sotatarvikkeiden hankintaan. Kaikki nämä seikat ovat olleet

omiaan lisäämään epävakaisuutta kansainvälisessä yhteisössä.

Vakavana on myös pidettävä sitä seikkaa, että mielenkiinto ydinenergian käyttämisestä kohtaan on lisääntynyt myös sellaisten valtioiden keskuudessa, jotka eivät ole allekirjoittaneet ydinsulkusopimusta. Tätä on katsottu merkitsevän ydinaseiden leviämisen vaaran lisääntymistä. Se ei vaikuta lupaavalta aseidenriisunnan asteittaisen toteuttamisen kannalta katsottuna.

Ehdotuksia tilanteen vakiinnuttamiseksi.

Mitä nyt tarvittaisiin on ennen kaikkea kansainvälistä yhteistyötä sekä yleismaailmallisella että alueellisella tasolla, jolloin molemmissa tapauksissa pyritään soveltamaan samanlaisia yleisiä periaatteita. Lähtökohtana olisi keskinäisen riippuvuuden olemassaolo ja molemminpuolinen hyöty eikä energian pitäminen kansallisen voiman lähteenä. Valtioiden päämääränä olisi yhteistyön asteen kohottaminen eikä oman vaikutusvallan lisääminen. Tästä johtuen pyritään tekemään päätöksiä yhteisymmärryksen (consensuksen) eikä enemmistöperiaatteen perusteella.

Yleismaailmallisen energiapolitiikan päämääränä voi olla ainoastaan rauhan turvaaminen. Sen takia öjytuloja ei olisi käytettävä aseiden hankintaan vaan asianomaisen maan väestön elintason kohottamiseen. Eri-tyisiä helpotuksia olisi myönnettävä niille kehitysmailla, joilla ei ole hallussaan omia energianlähteitä. Ydinenergian käyttöä yksinomaan rauhanomaisiin tarkoituksiin on tarkoin valvottava. Edelleen on pyrittävä siihen, että valtiot mahdollisimman suurella määrällä käyttäisivät omia energianlähteitään. Koska tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista olisi erityisesti tutkittava, miten toisaalta teollisuusmaiden ja kehitysmaiden ja toisaalta markkinatalousmaiden ja sosialististen maiden energian vaihtoa parhaiten voidaan kehittää ja edistää. Kaikkien näiden toimenpiteiden koordinoimiseksi olisi perustettava kansainvälinen energianeuvosto YK:n alaisena elimenä.

4. Ilppo Kangas: Energia ja ympäristö

Ympäristön ja ympäristönsuojelun kannalta energiaa ja energiataloutta on syytä tarkastella kahdelta toisistaan poikkeavalta kannalta.

Tavanomainen tarkastelutapa kartoittaa energiantuotannon ja käytön luonnolle ja ympäristölle aiheuttamaa rasitusta, ympäristön pilaantumista ja saastumista, haittaa ja vahinkoa ihmiselle, ihmisen rakenteille ja luonnolle.

Luonnontalouden tarkastelutapa suunnistaa ongelmaan energettisestä näkökulmasta. Energia on jokaisen eliöyhteisön ja sen ympäristön luonnonvaraoja yhteensitova voima. Ihmisen väestö ei tässä ole mikään poikkeus. Luonnontaloudessa auringon energia sitoutuu ravintoketjuissa. Ihminen on rengas näissä ketjuissa.

Ihmisen taloudessa energia, sähkö, pyörittää ihmisen rakenteita ja elinkeinoja. Ihmisen taloudessa sähkö on samankaltaisessa asemassa kuin riittävä ravinto energianlähteenä luonnontaloudessa ja itse ihmiselle.

Luonnon ja ympäristönsuojelun kannalta nämä kaksi tarkastelutapaa, seurauskeskeinen ja toiminnallis-taloudellinen ovat yhteenkuuluvia.

Seurauskeskeinen tarkastelutapa voidaan pelkistää kysymykseen energian eri raaka-aineiden - ja yleisemmin kaikkien luonnonvarojen - riittävydestä. Riittävyyden tärkein osaongelma on taas raaka-ainelähteiden luonnontalouden kannalta oikea ja kestävä käyttö. Luonnonvarojen luonnontalouden kannalta oikean käytön avulla voidaan seurausvaikutuksia vähentää jopa vähimpään mahdolliseen. Näin ympäristön pilaantumisen ja saastumisen mahdollisuus voidaan ehkäistä ennen syntymistään.

Silti haitallisten seurausvaikutusten kannalta energian lähteet luonnollisesti eroavat toisistaan. Välillisesti tai välittömästi auringon energiaan perustuvat energian tuotantotavat ovat vähiten ympäristöä pilaavia ja saastuttavia. Näitä ovat muun muassa vesi- ja tuulivoima sekä luonnon uusiutuva biomassa. Vihreiden kasvien auringon energiaa sitovaa kykyä tulisi tässäkin katsannossa pyrkiä nykyistä tehollisemmin käyttämään hyödyksi. Jäljellä olevan koskivoiman valjastamiselle on sen sijaan esteenä myös näiden useissa tapauksissa ainutkertaisten muut luonnon arvot.

Myös fossiiliset polttoaineet ovat auringon energiaa, joka on varastoitunut uusiutuvien luonnonvarojen ylimääränä vuosimiljoonien kuluessa. Tämän auringon ikienergian varastot ovat yleisesti katsoen hyvin rajalliset. Tästä johtuukin, että ne tulisi varata ensi sijassa kemian jalostusteollisuuden raaka-aineeksi.

Aineen ikienergiaan perustuva ydinvoima on kaikkialla maailmassa myös ympäristönsuojelun piirissä osoittautunut kiistanalaiseksi energiantuotantotavaksi. Näissä ydinkemiallisissa reaktioissa ihminen on oppinut vapauttamaan aineen sisäiseen olemukseen sidottua energiaa, joka on ainakin yhtä vanhaa kuin koko maapallo. Ilmiönä tämä on osittautunut monille, varsinkin asiaan tiedollisesti syvällisesti vihkiytymättömille peloittavaksi. Myös ydinenergian polttoaineen varastot ovat nykyisin käytettävillä teknologioilla rajalliset.

Kun energiaa tarvitaan sekä nykyaikaisen teollistuneen yhteiskunnan moninaisten rattaiden pyörittämiseen että hyvän ympäristön laaduntakaamiseksi ja sen pitämiseksi puhtaana, on samalla energian käytössä ja käytön suuntaamisessa omaksuttava uusia ajatuksia.

Luonnontaloudellisen tarkastelutavan kannalta on tärkeänä pääperiaatteena noudatettava energiankäytön hallittua säästeliäisyyttä. Toiseksi energiankäytön lisäystä on suunnattava enenevässä määrin koti-, ravinto- ja jätetalouteen. Näin lisätään ihmisyyteen sisäisiä valinnan vaihtoehtoja ja vakavuutta. Ihmisen yhteiskunnan kehittämisen kuluttaa energiaa.

Kotimaisista energianraaka-aineista on turve lähitulevaisuudessa ainoa, jonka hyväksikäyttöä on mahdollista lisätä. Senkin hyväksikäytölle on silti osoitettavissa so- pivampiakin kohteita.

Valinta vaikeiden vaihtoehtojen välillä päättynee meidän-

kin maassamme myös viileän ympäristönsuojelun harkinnan jälkeen ydinvoimaan, jos tarpeelliset ympäristönsuojelija turvallisuusnäkökohdat toteutetaan. Nämä näkökohdat tulee kaikissa olosuhteissa ottaa täysipainoisesti huomioon tinkimättä niiden vaatimista kustannuksista. Huomattavaa on, että ydinvoiman normaalikäytön aikaiset ympäristövaikutukset ovat muihin energiantuotantotapoihin verrattuina, vesivoimaa lukuunottamatta, selvästi edullisimmat. Ydinvoiman keskustelun alaiset kohdat liittyvät onnettomusriskiin, jolla tarkoitetaan sekä onnettomuuden todennäköisyyttä että onnettomuuden seurauksia, ja radioaktiivisten jätteiden muodostamaan ongelmaan.

On yhteiskunnan päätettävissä, minkä suuruinen riski katsotaan voitavan ottaa. Huolellisesti suunnitelluissa, toteutetuissa ja valvotuissa ydinvoimaloissa riskin suuruus ei näyttäisi ympäristönsuojelun kannalta olevan siedettävien.

Ydinvoimaloiden jätteiden hävitykseen ja varastointiin ei tunneta ehdottoman hyväksyttäviä lopullisia teknisiä ratkaisuja. Tämä ongelma on tunnistettava ja etsittävä myös tässä keinot, jotka ovat hyväksyttävissä ja siedettävissä.

Ydinvoima nykyisessä muodossaan näyttää myös ympäristönsuojelun kannalta kehityksen nykytilassa välttämättömältä välivaiheelta etsittäessä luonteeltaan pysyvämpiä energiantuotantotapoja.

Elämä on syntynyt maan pinnalle auringon valossa.
Auringon prosessien välillinen tai välitön hyödyntäminen
ja soveltaminen suoraan maan pinnalla näyttäisivät jo
tämän hetken tietämysten valossa olevan mahdollisia
pysyviä energiantuotantoratkaisuja.

KESKUSTELU

Kysyjä N.N., TKK:

Lehdistöllä on ilmeisesti hyvin suuri mahdollisuus vaikuttaa esim. energiatuotantopolitiikkaan?

Jan-Magnus Jansson, Hufvudstadsbladet:

Julkisen sanan mahdollisuudet ovat varmasti hyvin suurelta osalta vielä käyttämättä. Tämä ei koske vain lehdistöä vaan muitakin tiedotusvälineitä. Jos verrataan meikäläisten keskustelua Ruotsin keskusteluun, niin volyyminhan on ollut tavattoman pieni. Nyt en halua väittää että Ruotsin keskustelu olisi mallikelpoista, päinvastoin siinä on lausuttu paljon turhaa, mutta se kai kuuluu demokratian olemukseen. Palaan vielä siihen mihin lyhyesti viittasin alustuksessani, että olemme jonkinlaisessa välitilassa. Meillä on alkanut ilmestyä tällaista informaatiota, mutta se ei liiku leveällä rintamalla, ja kun kerran on avattu tällainen keskustelu, niin sen volyymin pitäisi kasvaa. Ruotsissahan tämä keskustelu liikkuu laajalla rintamalla. Muistaakseni pelkästään sosiaali-demokraattisen puolueen eri piireihin ja työryhmiin osallistui 40 000 ihmistä. Suomessahan ei ole vastaavaa. Joten vastaus kai on se, että lehdistöllä voisi olla huomattavasti suurempi vaikutus kuin mitä sillä on ollut.

J.K. Miettinen:

On vaikea saada lehdistöä innostumaan tällaisista asioista kuin energiakeskustelu. Esimerkiksi tähän tilaisuuteen ei lehdistö ja julkinen sana ole osoittanut paljoakaan kiinnostusta. Hyvä on sentään, että julkaistaan lähetettyjä kirjoituksia, mutta informaation välityksessä kyllä näyttää olevan suuria vaikeuksia. Tämän tilaisuuden tarkoituksena oli jakaa informaatiota varsin huolellisesti valmistettuna, mutta ei se näytä taas kelpaavan.

Ydinenergian osalta tämä tarjonta tulee jatkumaan vielä viikon lopulla. Suomen Kemistiliiton Radiokemisti-kilta nimittäin järjestää ensi lauantaina nimenomaan ydinenergiaa koskevan julkisen keskustelutilaisuuden Domus Academicassa, jonne tietysti kaikki tästä asiasta kiinnostuneet ovat tervetulleita.

Bruno Bärs, VTT:

Täällä on keskitytty pääasiassa öljyongelmiin ja todettu että mm. köyhät kehitysmaat ilmeisesti jäävät kärsimään tästä tilanteesta. Mielestäni tämä keskustelu pitäisi ulottaa kaikkiin luonnonvaroihin. Ei ole kyse pelkästään öljystä. Teollisuusmaathan ovat kymmeniä vuosia itsekkäästi käyttäneet omia luonnonvarojaan, ja nyt kun kenkä puristaa, ruvetaan puhumaan suurjaosta. Lisäksi OPEC maat ovat kaikista auliimmin auttaneet kehitysmaita. YK:han on myös tehnyt jonkinlaisen päätöslauselman, jonka mukaan kaikilla mailla on oikeus omien luonnonvarojen hyödyntämiseen ja jos tätä linjaa seurataan, niin tietenkin ne voivat aika itsekkästi niitä käyttää. Öljykriisihän ei lähtenyt arabi- ja öljyä tuottavien maiden toiminnoista. Oireitahan esiintyi aikaisemmin esimerkiksi Yhdysvalloissa. Tietenkin arabimaiden öljyboikotti myöhemmin vaikutti hinnannousuun. Hintahan oli tavallaan keinotekoisena alhainen, ottaen huomioon öljyvarojen rajoitetun määrän.

Persian saahin kiinnostus ydinenergiaan ei ehkä ole niin mahdotoman jalo. Persiahan kelluu öljyllä, ja sillä ehkä saattaa olla aivan toisenlaiset, jopa sotilaspoliittiset motiivit päästä ydinenergian kimp- puun.

Jorma Vakkuri, Energetiikkaseura ry.:

On erinomaista että tällaisia keskusteluja järjestetään laajapohjaisesti energian käsittelyn ja sen merkityksen toteamiseksi. Keskustelua vain helpottaisi suuresti, jos olisi olemassa yhteinen kieli näille keskusteluille. Jo pelkästään todellisuuden näkeminen energiasisällöltään hallitussa muodossa, siten että päätöksenteon pohjaksi saataisiin selvä kuva siitä, mitä ihminen tekee ja voi tehdä, on erittäin vaikeaa.

Energetiikka-sanaa on alettu käyttää rajatuimmassa merkityksessään koskemaan sitä todellisuuden tarkastelutapaa, jolla sen ilmiöiden energieettiset yhteydet voidaan kuvata energiavirtoina ja varantoina termodynaamisia lakeja noudattaen. Tällä tavoin saadaan toisaalta luoduksi yhteys luonnontalouden peruslainalaisuuksiin, ja toisaalta samanaikaisesti kuvatuksi koko tarkasteltava osa todellisuutta osana yhdys- ja yhteiskuntaa.

Suomessa energeettistä systeemikuvausta on käytetty esimerkiksi eräissä bioenergeettisissä tutkimuksissa ja metsäteollisuuden makrotaloudellisen tarkastelukehikon luomisessa. Todettakoon että edustamani eri alojen tutkijoiden ja suunnittelijoiden perustama seura on käynnistänyt vuonna 1974 toimintansa, voidakseen kehittää ja edistää energeettistä tarkastelutapaa sekä sen rajatusta että laajemmasta merkityksestä.

Anders Palmgren, Imatran Voima Oy:

Energiakenttähän on hyvin monivivahteinen, ja on hyvin todennäköistä, että melkein kaikki, myös täällä mukana olevat, näkevät vain osan totuudesta. Vain harvoille on suotu riittävästi viisautta nähdä tämä kokonaiskenttä läheskään kokonaan. Houkutus on varmaan hyvin suuri asioiden pelkistämiseen ja ryhtymiseen tällaisiin osittaisratkaisuihin, jotka jonkun suppean näkökulman kannalta voisivat ehkä tilannetta parantaa. Yksi tällainen aika yksinkertainen temppu joka on ollut ajatuksena liikkeellä on se, että luotaisiin uusi energiavero. Sellainen on mm. Ruotsissa kai osoitettu sähkölle, ja myös Yhdysvalloissa on tullaista veroa ruvettu kantamaan. Minä kysyisin johtaja Öhquistiltä, onko teollisuudessa, teollisuusliitossa tai muualla tutkittu, miten vaikuttaisi kansantaloudellisesti tai jollakin muulla tavalla mitattuna tällainen energian hinnan nousu jos yhtäkkiä tulisi esille esimerkiksi sähköenergian kolmen prosentin vero?

Henrik Öhquist:

Ei ole tehty varsinaisesti sellaisia selvityksiä. Sitä vastoin tätä asiaa on paljon pohdittu Teollisuusliiton energiapoliittisessa työryhmässä ja yksimielisesti on tultu siihen johtopäätökseen, että parempi jos ei tällaista kokeilla. Se olisi teollisuuden kilpailukyvylle erittäin vakava asia. Voimme sanoa että meillä oli tavallaan viime vuonna energiaveron ainakin öljyn suhteen, koska meillä öljyn hinta oli huomattavasti yli kansainvälisen tason. Tämä meni onneksi ohi melko lyhyessä ajassa ja onneksi se vielä sattui yleiseen korkeasuhdanteeseen, niin että sitä ei suoraan huomattu, ja ehkä siitä voi vetää sen johtopäätöksen, että teollisuus kesti tämän hyvin. Itse asiassa siitä kuuluu kiitos juuri tälle suhdannevaiheelle. Sitä ei silloin huomattu, mutta se kyllä tullaan huomaamaan nyt kun ollaan alamäkeä menossa, koska teollisuuden taloudellinen tilanne on heikentynyt tämän takia. Tämä vaikuttaa ehkä liioittelulta, mutta määrättyillä teollisuuden aloilla, esimerkiksi juuri prosessiteollisuudessa, tämä lisämaksu on ollut hirvittävän suuri.

Jouko Veivo:

Kun monesti puhutaan siitä, että on olemassa ristiriita kehitysmaiden ja teollisuusmaiden välillä, niin silloin ei muisteta, että teollisuusmaat itse asiassa ovat synnyttäneet tämän niin sanotun teollisen kulttuurin ja luoneet ne tikapuut, joita myöten myöskin kehitysmaat voivat nousta ylöspäin. Onhan tietysti ollut olemassa arabikansoja ja muita joilla on paljon vanhempi kulttuuri, mutta ne eivät ole kyenneet luomaan ja kehittämään vastaavaa teknologiaa, joka olisi ollut perustana hyvinvoinnille.

Puhuttaessa öljykriisistä unohdetaan melkein tyystin, että öljyhinnan nousu oli seurausta Israelin ja arabien välisestä poliittisesta ja sotilaallisesta taistelusta. Jos tämä konflikti olisi kyetty selvittämään kunnollisesti, niin ehkä tällaista poliittista aihetta hinnankorotuksiin ei olisi syntynytkään. Ehkä ei olisi jouduttu maksamaan niin korkeaa hintaa öljystä kuin nyt tehtiin.

Tietysti tällaiseen luonnonvarojen käyttöön aina sisältyy sodan vaara, koska tarvitsijoita on niin paljon - tässä tapauksessa öljyn tarvitsijoita on paljon - ja omistajia niin vähän. Nämä luonnonvarat ovat keskittyneet pienelle alueelle. Monissa sheikkikunnissa asukkaat eivät tee juuri lainkaan työtä. Siellä ei ole kysymys siitä, etteikö toimeentulo olisi hyvä. Siellä lehtitietojen mukaan lähes kaiken työn suorittavat ulkomaalaiset, joten öljyn hinnan korotuksia ei voida oikein perustella siellä vallitsevilla olosuhteilla ja syillä. Varsinkin raaka-aineet, erityisesti sellaiset kuin öljy, joiden kysyntä on viime aikoina hyvin jyrkästi kasvanut, ovat varsin sattumanvaraisesti jakautuneet. Joillakin on niitä paljon enemmänkin kuin mitä tarvitsivat. Tämä on synnyttänyt taistelua luonnonvaroista. Jonkinlainen järkevä ratkaisu pitäisi löytyä siihen, etteivät jotkut pienet vaikuttajat kansainvälisessä politiikassa pääsisi liikaa määräämään näissä asioissa.

Göran von Bonsdorff:

Saisinko sanoa vaan aivan lyhyenä kommenttina tähän puheenvuoroon, että on tietysti aivan oikein, ettei voi sanoa öljyn olleen varsinaisen syyn kriisiin. Se voi yhtä hyvin olla seurausilmiö. Täytyy tietysti nähdä kokonaiskuva, ja silloin tulemme juuri siihen tulokseen, että kriisin syynä voisi yhtä hyvin olla se, ettei ole pystytty hoitamaan kansainvälisiä asioita, ja että vallitseva kansainvälinen järjestelmä ja ne instituutiot, jotka meillä on käytettävissämme, ovat puutteellisia, ja että olisi pyrittävä muuttamaan kansainvälistä järjestelmää. Tätä juuri tarkoitin, kun huomautin että ensisijassa olisi lähdettävä yleismaailmallisista, globaalisista, eduista. Niin kauan kuin valtiot asettavat etusijalle omat kansalliset etunsa, nykyinen järjestelmä säilyy ja myös sodan vaara. Mutta se on aivan oikein, ettei varsinaisen syy ole öljy, vaan että se liittyy maailman yleiseen poliittiseen tilanteeseen.

Erkki Laurila, VTT:

Tämä ydinvoimaa koskeva keskustelu on alkanut Amerikasta ja tullut sitten Ruotsin kautta Suomeen. Se on aika vaikea keskustelun muoto. Minä olen oman yksinpuheluni suorittanut siinä ilmeisesti kymmenen vuotta liian aikaisin. Silloin siihen ei kukaan kiinnittänyt onneksi huomiota, joten ei siitä riitaakaan tullut.

Tällä hetkellä keskustelulle on leimaa-antavana piirre, jota amerikkalainen professori Alvin Weinberg, Oak Ridgen johtaja, kuvaa sillä että hän sanoo siinä olevan kaksi elementtiä, "science" ja "trans science". Toisella puolella ovat epätoivoisesti rationaalisen tieteen puitteissa pysyttämään pyrkivät ammattimiehet, jotka koettavat uskollisesti esittää asiat sillä tavalla kuin heidän rationaalinen oppinsa sen esittää. Toisella puolella on absoluuttista perfektionismia edustavat tyypit, jotka tietävät absoluuttisen varmasti kaiken. Usko on siis tietoa vastassa. Tietoa edustava puoli tietää tietonsa rajoittuneisuuden mutta joka hetki kun se tunnustaa sen toinen puoli käyttää sitä heti hyväkseen, koska heidän perfektionistisessa mielessään ei saa olla mitään muuta kuin yksi absoluuttinen ehdottomuus, jota ei kuitenkaan ole olemassa.

Tämä piirre keskustelussa on tavallaan masentava, koska se ilmeisesti tekee varsinaiset ammattimiehet hyvin haluttomiksi keskustelemaan. Sen jälkeenhän keskustelu muuttuu oikeastaan puhtaaksi floretti-miekkailuksi sanojen taiteella. Nyt valitettavasti on niin, että hyvin harvoin pätevällä ammattimiehellä on luontaisia kykyjä, ja vielä vähemmän aikaa harjaantua tällaiseksi sanoilla miekkailijaksi. Sen sijaan toinen osapuoli, jolla ei ole vastuuta kannettavanaan tästä arkipäivän ikävästä tekniikasta, voi käyttää aikaa ja haalia itsellensä loistavan sanallisen varaston ja arsenaalin, jolla voidaan viehättää kuulijakuntaa, yleisöä, ja ennen kaikkea saada lehdistö kiinnostumaan itsestään. Lehdistöä ei kiinnosta arkipäiväinen, reaalista maailmaa kuvailemaan pyrkivän teknikon sanoma. Lehdistöä kiinnostavat katastrofiuhkat, loistava kielenkäyttö ja kaikki sellaiset värikkäät kuvat, joita valitettavasti reaali-tekniikasta aika suuressa määrin puuttuu, mutta ei kai tälle mitään mahda.

Mitä sitten tulee tähän toiseen kysymykseen joka oli mielessäni, niin oikeastaan professori von Bonsdorff siihen jo vastasi. Probleemahan on ilmeisesti se, että kun nämä öljyvaltiot nyt ostavat aseita, niin kai se on juuri osoitus siitä, ettei ole parempaakaan keksitty. To-tuushan on kai juuri siinä, että jotkut näistä öljyvaltioista ovat sel-laisia, että ei millään inhimillisellä mielikuvituksella keksitä tar-peita, joiden tyydyttämiseen kuluisivat kaikki ne öljytulot kutakin asukasta kohti, joita voidaan saada jossakin Abu Dhabissa ja Bahrainissa. Mutta vastausta on kai etsittävä juuri kansainvälisen suu-remman politiikan ja jonkin näköisen kansainvälisen yhteistyön filoso-fian alueelta.

Jan-Magnus Jansson:

Valitettavasti en kuullut akateemikko Laurilan puheenvuoroa alus-ta. Koska edustan lehdistöä nykyisin niin myönnän että on määrätty totuus siinä, että mielellään etsitään otsikot sellaisista aiheista, jotka sopivat otsikoihin, mutta väittäisin Suomen lehdistöä tässä var-sin vastuuntuntoiseksi. Mitään muuta politiikkaa ei kai ainakaan edustamal-lani lehdellä ole ollut, kuin että puheenvuorot julkaistaisiin niin eri tahoilta - kuten täällä on laita - jotta saataisiin jonkinlainen dialogi aikaan.

Itse edustan kyllä sitä käsitystä, että määrättyissä puitteissa on syytä meillä käyttää ydinvoimaa niin kuin on tehty. Mielestäni on kuitenkin tärkeää, että toisinkin ajattelevat tässä pääsevät oikeuksiinsa. Tässä ei ole kysymys siitä että toinen puoli edustaisi tieteellisyyttä ja toinen ei, vaan jokaisella kirjoittajalla on auktoriteetti. Onko se todellinen tai näennäinen, siihen on maallikon vaikea ottaa kantaa. Joka tapauksessa huomattavat nimet ovat kummallakin puolella, ja tämä tekee lehdistön työn sikäli vaikeaksi, että kannanottaminen on joskus tavattoman vaikeata.

Bruno Bärs, VTT:

Minä haluaisin torjua pienen väärinkäsityksen, joka mahdollisesti vallitsee näistä öljytuloista, koska täällä on lukuja käytettävissä. OPEC-maiden öljytulot vaihtelevat alkaen \$43:sta per capita. Suurin arvo on Kuwaitissa \$11,237, toiseksi suurin Saudi-Arabiassa \$3,600 vuodessa. Yhdysvaltojen per capita tulo oli toisella neljänneksellä \$5,320. Jos tuloja verrataan, niin todetaan, että nämä öljytulot ovat kyllä aika pieniä keskimäärin, ja tuskin tässä on mitään sijoitusvaikeuksia.

J.K. Miettinen:

Minä puolestani pyytäisin saada lisätä tähän, että Yhdysvallat myi Lähi-Itään viime vuonna aseita kuuden ja puolen miljardin dollarin edestä. Se on hyvin suurelta osalta sellaista superaseistusta kuin hävittäjäpommittajia. Tosin Persian Shaahi osti niistä pääosan, mutta kyllä se asekauppa on ollut melkoista muuallekin Lähi-Itään.

Tosiasia on, että YK on sellaisen julkilausuman esittänyt, että luonnonvaroihin on sillä kansalla oikeus, joka sattuu sillä maanpinnan kolkalla elelemään. Niinpähän niilläkin arabiheimoilla, jotka vaeltavat Persian hietikolla, on oikeus siihen öljyyn, mikä sattuu sillä kohti maan kuoressa olemaan. Se on kyllä väärä prinssiippi, se täytyy myöntää. Se tullaan ensi vuosituhanella näkemään, kun nämä luonnonvarat todella tulevat rajallisiksi. Silloin ainoa järkevä mahdollisuus on kansainvälinen järjestelmä niin kuin professori von Bonsdorff sanoi, järjestelmä joka jakelaa luonnonvaroja vähän oikeudenmukaisemmalla tavalla kuin pelkäänsä kansallinen oikeus.

Toisaalta täytyy myöskin muistaa, että historialliset perinteet antavat tiettyjä oikeuksia. Hirvittävän kovalla työllä ja kieltämyksillä ovat teollisuusvaltiot johtoasemansa saaneet. Ne ovat luoneet - nykyteollisuuden ja teollistuneen yhteiskunnan niin kuin täällä jo aikaisemmin tuli esille. Pugwash pyrkii juuri selvittämään sitä, mikä olisi sellainen kansainvälinen järjestelmä, joka kohtuullisella tavalla ottaisi huomioon sekä kansallisen omistusoikeuden että kansalliset perinteet, sen moraalisen oikeuden, joka kansalla on luomansa hyvinvoinnin hyväksikäyttöön.

Tämä tulee koskemaan meitä suomalaisia ensi vuosituhanella lu- jasti. Me olemme ympäristön käytön suhteen suunnilleen ylellisintä kansaa mitä maapallolla on. Meillä on viitisentoista ihmistä neliöki- lometrillä, kun Keski-Euroopassa on tätä nykyä yli kolme sataa melkein maassa kuin maassa. Sieltä, esimerkiksi Länsi-Saksasta, kohdistuvat kyllä katseet hyvin kateellisina tänne Suomeen ja juuri meidän ympä- ristöömme. Toistaiseksi erittäin puhtaan ja väljän ympäristöömme suhteen tulee ensi vuosituhanella varmasti olemaan painetta ellei ympäristöämme siihen mennessä ole jo jouduttu muille jakelemaan.

Matts Roos:

Haluan vastata eräisiin asioihin. Akateemikko Laurila oli sitä mieltä, että ydinvoiman vastustajat voisivat käyttää koko vapaa- aikansa sitä varten, että kirjoittaisivat hyvin ja pääsisivät lehdis- töön. Se että he voivat käyttää tähän koko vapaa-aikansa pitää tietysti paikkansa, mutta niin mielestäni nekin jotka työskentelevät ydinvoi- mateollisuudessa, voisivat käyttää vapaa-aikansa ja myös työaikansa samaa tarkoitusta varten, mikäli haluaisivat etteivät vastustajat olisi paremmassa asemassa.

Minulla päinvastoin on sellainen käsitys että lehdissä kirjoite- tulla on erittäin pieni vaikutus päätöstopilla. Nyt esimerkiksi kriti- soidaan sitä, että jos ydinvoiman vastustajat haluavat vähentää energian- kulutusta tai eivät halua ydinvoimaa, niin heidän pitäisi myös ehdottaa muita energiavaihtoehtoja. Luulen että tämä kävisi päinsä, jos me käyttäisimme hyvin paljon vapaata aikaa jolloin me voisimme oppia ja ehdottaa jotakin, mutta sillä tavalla syntyvää dokumenttia ei katsot- taisi minkäänlaiseksi viralliseksi asiakirjaksi vaan se kumottaisiin hyvin nopeasti.

Helsingin yliopistolla kirjoitettiin kerran paperi ydinvoimaloista, joka lähetettiin Helsingin kaupungin valtuutetuille. Kului erittäin pitkä aika, ennen kuin se katsottiin sopivaksi mihinkään viralliseen käsittelyyn.

Kyllä meidän puoleltamme, jotka olemme huolestuneita siitä, että ajetaan ydinvoimalalinjaa liian nopeasti ja ilman että riittäviä ratkaisuja on löydetty niihin ongelmiin jotka me kaikki tiedämme, tunnetaan vaikutusmahdollisuudet pieniksi. Kekusteluissa me saamme tietysti esiintyä, mutta ei sillä ole suurta merkitystä.

Olli Kuusinen, huolestunut eteläespoolainen:

Kun tässä äskeinen puhuja sanoi, että he ovat vaatimattomasti esittäneet Helsingin kaupungille jotain, niin täytyy meidän espoolaisten puolesta todeta, että se esitys on sittenkin ilmeisesti ollut aika voimakas ja arvokas ydinenergian määrättyä sijoituspistettä vastaan. Tätä työnnetään nimittäin tällä hetkellä meidän harmiksemme meistä länteen, Kirkkonummen naapuriksi sinne Inkon Kopparnäsiin. Helsingin kaupunki toisin sanoen on luopunut Granö-projektistaan. En tiedä missä määrin juuri mainitut kirjoitukset ovat siihen vaikuttaneet. Itse en ota kantaa muuta kuin siinä mielessä että tiedän tästä tilaisuudesta poissaolevien, varsinkin kirkkonummelaisten, inkoolaisten ja siuntio- laisten, olevan huolestuneita. Itse Kivenlahdessa asuvana myös säpsäh- dän joskus että pahas, minä vuonna se Inkon Kopparnäsin laitos val- mistuukaan. Sehän on meistä vain 25 kilometrin päässä.

Siitä lienemme kuitenkin yhtä mieltä, että kaikkia energiamuotoja tarvitaan. Missä määrin tai mitkä prosentit ydinenergia tulee voitta- maan ja minä vuonna, onko se 25 prosenttia vuonna 2000 tai aikaisemmin, sitä ei tiedetä akateemikko Laurilaa siteeratakseni. Olettaisin joka tapauksessa, että meidän kannattaisi yhdessä harkita tarkkaan vielä sitä, mitkä ovat ne tuotannon oikeat sijoituskohteet, semminkin kun Tekniska Föreningen i Finland'in Sähköinsinöörien kerhon tai jonkun vastaavan yhdistyksen tilaisuudessa ruotsalainen esitelmöitsijä esit- ti äskettäin hyvin mielenkiintoisia näkymiä. Heillä nimittäin tehdään pientä tutkimusta tarkoituksella selvittää, kannattaako niitä kauko- lämpöverkkoon sopivia lämpimiä vesiä, joita reaktorit tuottavat, kul- juttaa säiliölaivalla. Toisin sanoen ehdotan, että pidättäydyttäisiin vielä Inkon Kopparnäsin rakentamisesta. Toistaiseksi rakennettaisiin vain Loviisa ja Olkiluoto, ja selvitettäisiin näiden kuumien vesien laivaus suuralueitten kaukolämpöverkon päähän. Kemistit tietävät, että kiertovesien lämpötilamaksimia voidaan nostaa - niin kuin jokai- nen automieskin - pistämällä sinne sopivia kemikaaleja joukkoon. Sil- loin varmasti näitten vesien kuljetusarvo lisääntyy vielä entisestään.

Sitten toinen kysymys samalla kun ympäristönsuojelija ja ilmei- sesti KTM:kin edustajat ovat vielä mukana. Voidaanko ajatella, että yksityisten paikkakuntien, esimerkiksi Espoon, lämpövoimalasuunnitelmia voidaan siirtää jollakin suuremmalla päätöksellä? Edustan kovasti ni-

mittäin sitä kantaa, että paljon puhuttu Suomenojan lämpövoimalaitos pitäisi ja voitaisiin siirtää Espoon rannikon toiselle osuudelle, joka olisi Kauklahti. Siellä on myös jäähdytysvedet ja sinne voidaan hyvin toimittaa tarpeen vaatiessa ilmeisesti sekä kivihiiltä että öljyä proomuilla ja lisäksi ainakin kivihiiltä hyvin kätevästi junakuljetuksena esimerkiksi Suomen Sokerin tai Paraisten Kalkin jo valmiitten Porkkalan sataman ja raiteen avulla. Myös kehätie III kulkee lähes vierestä. Idea vaatii tietenkin tarkemmat selvitykset.

Ilppo Kangas, Ympäristönsuojeluneuvosto:

Jos saan yrittää vastata, tietenkin vain henkilökohtaisen mielipiteeni, tähän jälkimmäiseen osaan.

Käsitykseni mukaan energiapolitiikka sijoitusten osalta tulisi hoitaa siten, että energia tuotetaan siellä, missä se kulutetaankin niin pitkälle kuin mahdollista. Tähän liittyy olennaisesti toinen vaatimus joka on se, että pääpaino sijoituspäätöksellä tulee olla alueellisella ja paikallisella tasolla, koska myös sekä hyöty että haitta tulevat samalle alueelle.

Minun mielestäni tässä Espoon Suomenojan sijoituksessa on kyllä jälkimmäinen kohta erityisesti laiminlyöty. Yleisesti ottaen sijoituspolitiikka - tämä koskee ydinvoimalaohjelmaa kaikkein laajimmissa esitetyissä vaihtoehtoissa - on myös tapahtunut unohtaen tämän jälkimmäisen näkökohdan.

On tietenkin niin, että siellä missä asutuksen ja teollisuuden painopiste on, eli siis Etelä- ja Lounais-Suomessa, siellä on myös energiakysymyksen painopiste. Mutta siitä huolimatta tässä nykyisessä esitettyjen suunnitelmien mukaisessa linjassa on olemassa se vaara, että maan muut alueet jäävät vähempiarvoiseen osaan. Ja tämä on huono ratkaisu.

Matts Roos:

Kun sanoin jotain informaatiosta, tarkoitin millä tavalla voidaan informoida, eikä millä tavalla voidaan sijoittaa ydinvoimaloita. Minun pitää nyt kuitenkin lisätä, että dokumentti jonka fyysikot yliopistolla kirjoittivat, ei ottanut kantaa mihinkään sijoitus-

vaihtoehtoon vaan oli sitä mieltä, että pitää välttää ydinvoimalan sijoittamista lähelle pääkaupunkia. Olin myös läsnä debatissa Helsingin kaupunginvaltuuston istunnossa jossa asia ratkaistiin. Siellä ainoastaan yhden puolueen yksi ainoa edustaja mainitsi tämän dokumentin, ja silloin kaikki muut olivat ulkona kahvilla niin ettei sillä paperilla kyllä ollut paljon vaikutusta ainakaan suoraan siihen että Helsingin projekti siirrettiin Kopparnäsiin. Minä luulen että siinä oli aivan toisia, ekonomisia ja aikataulusyitä, jotka ehkä Imatran Voiman edustaja voisi täällä selittää mikäli joku haluaa tietää.

Toiseksi haluaisin sanoa myös sen, että keskustelu siitä, pitääkö meidän säästää energiaa vai ei, liikkuu aika paljon sellaisissa piireissä, että öljy on tullut kalliimmaksi ja sitä ei ole paljon enää jäljellä. Kukaan ei ole maininnut sitä, että uraania on myös rajoitetusti. Täällä on tullut painotetuksi, että ilmeisesti ydinvoimalat ja ydinreaktorit nykyisessä muodossaan ovat välivaihe kunnes päätämme siirtyä plutonium-talouteen. Nyt olisi syytä harkita mitä muita vaihtoehtoja on.

Kukaan ei voi vielä käyttää aurinkoenergiaa niin että se olisi taloudellista tällä hetkellä, mutta aurinkoenergia lämmittää jo ilmakehän, eikä se tule siitä sen enempää lämpiämään. Kaikki muut tai melkein kaikki muut energian muodot, myös ydinenergia ja fossiiliset polttoaineet, taas saattavat lämmittää ilmakehää niin paljon, että siitä seuraa suuria ilmastollisia vaikutuksia. On siis olemassa rajoituksia, jotka ovat tärkeämpiä ja suurempia kuin se, että öljyn hinta nyt tällä hetkellä on noussut. Jos me nyt sanomme, ettemme voi muuttaa teollisuuden energiankäyttöä, niin se tapahtuu siksi ettei tämä suurempi ongelma tunnu vielä realistiselta. Se tulee luultavasti myöhemmin tuntumaan hyvin realistiselta. Silloin täytyy tutkia toisia vaihtoehtoja. Sen takia minä tänä aamuna ensin kysyin, onko Kauppa- ja teollisuusministeriön tarkoitus tutkia matalaenergiavaihtoehtoja.

Jouko Veivo:

Täällä mainittiin, että energia pitäisi kehittää siellä missä sitä tarvitaankin. Tämä kannanotto, nimenomaan ydinreaktoreiden suhteen, tulee synnyttämään ristiriitoja, koska Helsinki on erittäin suuri energiankuluttaja. Jos ydinreaktori sijoitetaan esim. Santahaminaan tai muualle kovin lähelle pääkaupungin asutusta, niin vaaratekijät tulevat olemaan suuria kuluttajaväestölle. Vaihtoehtoja vertailtaessa pitäisi laskea energian siirron hinta. Onko energian siirtäminen niin kallista, että on välttämätöntä vaarantaa näinkin suuren väestön turvallisuus energialähteen sijoituksen takia, koska reaktorissa joka tapauksessa on radioaktiivisia aineita ja hyvinkin pitkäikäisiä.

Normaaliolosuhteissa tämä asia ehkä voidaan hallita niin ettei onnettomuuksia tule, mutta on aina se mahdollisuus, että jokin terroristiryhmä suurlähetystön asemasta katsoo hyödyllisemmäksi valloittaa pääkaupungin alueelle tai lähistölle sijoitetun reaktorin ja uhata siten suuren kaupungin asukkaita. Toinen huomioon otettava vaaratekijä on sota. Ydinreaktorin pommittaminen voi olla varsin kohtalokasta lähellä olevan suuren kaupungin asukkaille. Jos tuulen mukana saapuu hajoavasta ydinreaktorista pitkäikäisiä radioaktiivisia saasteita, niin pääkaupungin käyttäminen myöhemmin rauhan aikana vaatii erittäin suuria ja kalliita puhdistustoimenpiteitä. Ja voidaanko koskaan olla varmoja siitä, että puhdistus on tällaisen onnettomuuden jälkeen ollut tarpeeksi tarkka? - Reaktorionnettomuuden seuraukset voivat olla varsin kiusallisia. Englannissahan tällainen reaktorionnettomuus on sattunut. Reaktori oli siellä sijoitettu varsin syrjäiselle seudulle tietämäni mukaan, mutta onnettomuudesta seuranneet kustannukset olivat aika runsaat.

J.K. Miettinen:

Niin, ei kai tätä reaktorien sijoitusongelmaa voi nyt ihan ahtaasti katsella. Ydinreaktorit ovat nykyään niin suuria, että niiden sijoitus on kyllä valtakunnallinen ongelma. Valtakunnallisissa puitteissa täytyy löytyä niille paikat, jotka täyttävät niin turvallisuus - kuin muutkin vaatimukset.