ETLA **ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS**
The Research Institute of the Finnish Economy
Lönnrotinkatu 4 B 00120 Helsinki Finland

Sarja B 154 Series

Hannu Hernesniemi – Esa Viitamo

SUOMEN ENERGIAKLUSTERIN KILPAILUETU

The Competitive Edge of Finnish Energy Cluster
(with English summary)

Julkaisija: Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, ETLA
Kustantaja: Taloustieto Oy

Helsinki 1999

Kansi: Mainos MayDay, Vantaa 1999

ISBN 951-628-297-0
ISSN 0356-7443

Painopaikka: Yliopistopaino,
Helsinki 1999

HERNESNIEMI, Hannu **- VIITAMO,** Esa, **SUOMEN ENERGIA-KLUSTERIN KILPAILUETU.** Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 1999, 356 s. (B, ISSN, 0356-7443, No. 154). ISBN 951-628-297-0.

TIIVISTELMÄ: Tämä kirja on Suomen energiaklusterin kilpailukykyä selvittäneen FINENTEC-hankkeen loppuraportti. Hanke on jatkoa ETLAssa 1990-luvun alussa tehdyille klusteritutkimuksille.

Energiaklusterista on kehittynyt merkittävä ja kilpailukykyinen osaamiskeskittymä Suomen vientiteollisuuteen. Energiateknologian vienti on kasvanut voimakkaasti koko 1990-luvun ajan ja tukenut erilaisten palvelutoimintojen nousua klusterin toiseksi tukijalaksi. Käynnissä oleva Euroopan sähkömarkkinoiden vapautuminen ja integroituminen muuttaa energialiiketoiminnan toimintaympäristöä kansainväliseksi ja samalla kilpailulliseksi. Energialiiketoiminnasta on siten kehittymässä kolmas klusterin kilpailukyvyn kannalta keskeinen liiketoiminta-alue.

Vaikka energiaklusterin nousu kansainväliseen menestykseen ajoittuukin 1990-luvulle, kilpailukyvyn kehittyminen on ollut pitkä, Suomen vaativista olosuhteista lähtöisin oleva prosessi. Markkinoiden globalisoituessa ulkomainen omistus energiaklusterin yrityskentästä on kasvanut voimakkaasti. Monikansallisten yritysten resurssit yhdistettynä Suomen tarjoamaan infrastruktuuriin ovat energiaklusterin kilpailukyvyn perusta myös tulevaisuudessa.

AVAINSANAT: Energia, klusteri, kilpailukyky

HERNESNIEMI, Hannu **- VIITAMO,** Esa, **The Competitive Edge of Finnish Energy Cluster.** Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 1999, 356 p. (B, ISSN, 0356-7443, No. 154). ISBN 951-628-297-0.

ABSTRACT: This book comprises the final report of the FINENTEC project, which examines the competitiveness of Finland's energy cluster. This project is a continuation of the cluster research conducted at ETLA in the beginning of the 1990s.

The energy cluster has developed into a significant and competitive center of expertise in the Finnish export industry. Exports of energy technology have grown strongly throughout the entire 1990s and have bolstered the rise of various services into the cluster's second main business sector. The current process of liberalization and integration of European electricity markets will change the business environment of

energy-related business activities, making it more globalized and competitive. Energy-related business activities are thus developing into the cluster's third most important business area from the perspective of competitiveness.

Even though the international success of the energy cluster is occurring in the 1990s, the development of the cluster's competitiveness was a long process originating in Finland's demanding conditions. As markets globalize, the share of foreign ownership in firms belonging to the energy cluster has grown sharply. The resources of multinational corporations combined with Finland's infrastructure will also form the base of the energy cluster's competitiveness in the future.

KEY WORDS: Energy, cluster, competitiveness

ESIPUHE

Tässä tutkimuksessa selvitetään Suomen energiaklusterin kilpailuetua ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Hankkeen suunnittelu käynnistyi vuoden 1997 lopulla, ja sen nimeksi annettiin FINENTEC. Tutkimuksen tilaaja ja päärahoittaja on Tekes, ja sen on toteuttanut Etlatieto Oy. Hanketta ovat rahoittaneet myös energiaklusterin johtavat yritykset, joiden edustajat ovat toimineet johtoryhmän jäseninä.

Tutkimuksen toteutuksesta ovat vastanneet tutkimusjohtaja Hannu Hernesniemi ja tutkija Esa Viitamo. Hankkeen sisäiseen ohjausryhmään ovat kuuluneet toimitusjohtaja Pekka Ylä-Anttila ja tutkimusjohtaja Markku Lammi. Johtoryhmän koostumus oli seuraava:

Teknologiajohtaja Seppo Hannus, Tekes Energiateknologian yksikkö (pj)
Director Strategic Planning Seppo Aho, Fortum Power and Heat Oy
Teknologiajohtaja Lars Gädda, Fortum Oil and Gas Oy
Johtaja Veikko Hokkanen, Helsingin Energia Oy
Teknologia-asiantuntija Kari Komulainen, Tekes Energiateknologian yksikkö
Toimitusjohtaja Aappo Kontu, PVO-Palvelut Oy
Toimitusjohtaja Kalle Mattila, ABB Power Oy
Teknologiajohtaja Jouko Perttula, Kvaerner Pulping Oy
Energiapoliittinen asiamies Jouni Punnonen, TT Energiapolitiikka
General Manager Asko Vuorinen, Energy Engineering, Wärtsilä NSD Oy
Toimitusjohtaja Pekka Ylä-Anttila, Etlatieto Oy

Johtoryhmä kokoontui kaikkiaan kuusi kertaa. Sen keskeisimpiä tehtäviä oli arvioida energiaklusterin tulevaisuuden haasteita. Johtoryhmä pohti, mitkä ovat energiaklusterin toimintaympäristön ja liiketoiminnan tärkeimmät muutokset ja miten niihin tulisi reagoida. Tämän lisäksi se esitti keinoja, joilla julkinen valta voisi edistää energiaklusterin kilpailukykyä.

Johtoryhmän työskentely osoitti, että yritysten keskinäisestä kilpailusta huolimatta eri osapuolilla on yhteinen tahto kehittää klusterin toimintaedellytyksiä ja yhteistyötä. Tämä onkin yksi Suomen energiaklusterin vahvuuksista. Kiitämme johtoryhmää.

Tutkimusta varten on haastateltiin useita henkilöitä eri yrityksistä (ks. haastattelut sivulla 355). Haastatteluilla ja yrityskäynneillä saatiin runsaasti tietoa, josta vain osa oli mahdollista julkaista. Julkaisematon, luottamuksellinen aineisto antoi kuitenkin arvokasta taustatietoa tutkijoille. Kiitämme kaikkia haastateltuja ja toivomme heille menestystä liiketoimissaan.

Helsingissä 2.8.1999

Pentti Vartia

Sisällys

ESIPUHE
YHTEENVETO
SUMMARY

1 JOHDANTO 1

1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja taustat - merkittävät muutokset vaativat analyysiä 1
1.2 Kirjan sisältö 2

2 MÄÄRITELMÄT, TARKASTELUKEHIKKO JA KESKEISET YRITYKSET 4

2.1 Klusteri ja Porterin timanttimalli 5
2.2 Energiaklusteri 8
2.3 Energiateknologiahyödykkeet 11
2.4 Energiaklusterin keskeisiä yrityksiä 15
2.5 Energiaklusteri kansantaloudessa 31

3 ENERGIATEKNOLOGIAN MAAILMAN-MARKKINAT JA SUOMI 33

3.1 Energiateknologian maailmanmarkkinat 33
3.2 Suomen energiateknologian vienti 44

4 ENERGIATEKNOLOGIAN KILPAILUKYKY 59

4.1 Höyrykattilat ja kattilalaitokset 60
4.2 Diesel- ja kaasumoottorivoimalat 93
4.3 Tuulivoimalat 119
4.4 Energian siirron ja jakelun teknologia 127
4.5 Energian käytön teknologia 145
4.6 Energiateknologian palvelut 156
4.7 Yhteenveto kilpailukyvyn osatekijöistä 173
Liite 4.1 Suomen energiateknologian valmistus: toimialojen tilanne, johtavat yritykset ja ulkomaankaupan kehitys 199
Liite 4.2 T&k-investointien kansainvälinen vertailu 226

5 ENERGIALIIKETOIMINNAN KILPAILUKYKY 235

5.1 Energiajärjestelmän rakenne ja tehokkuus 236
5.2 Sähkömarkkinoiden liberalisoituminen 251
5.3 Kilpailukyvyn osatekijät 256
5.4 Johtopäätökset 298

6 JULKISEN VALLAN ELINKEINOPOLITIIKKA 305

6.1 Elinkeinopolitiikan lähtökohdat 305
6.2 Elinkeinopolitiikka ja energiaklusteri 311
6.3 Energiaklusterin näkemyksiä elinkeinopolitiikasta 319

7 JOHTOPÄÄTÖKSET 329

7.1 Energiateknologian kilpailukyky 331
7.2 Energialiiketoiminnan kilpailukyky 337
7.3 Energiaklusterin tulevaisuuden haasteet ja niihin vastaaminen 340

Liite 1. Suomen energiateknologian vienti ja kilpailukykymittarit 343

LÄHTEET 352
HAASTATTELUT 355

YHTEENVETO

Markkinoiden ja yritystoiminnan globalisoituessa teolliset tuotannon alat keskittyvät yli kansallisten rajojen. Kehitystä on tukenut viestintä- ja tietotekniikan kehittyminen, mikä on vahvistanut palveluelinkeinojen nousua kehittyneissä kansantalouksissa.

Monikansalliset yhtiöt ovat lisänneet omistustaan Suomessa, ja vastaavasti kotimaiset yhtiöt ovat laajentuneet kansainvälisesti spesifeillä osaamisalueillaan. Kaupan esteiden poistuminen ja markkinoiden integroituminen ovat lisänneet kilpailua ja pakottanut yrityksiä rationalisoimaan toimintaansa, erikoistumaan ja etsimiään uusia kasvualoja.

Suomessa on käynnissä teollinen rakennemuutos. Metsä- ja metalliteollisuuden rinnalle on kehittynyt nopeasti kasvava sähkö- ja elektroniikkateollisuus, jonka merkitys maan kilpailukyvyn ja hyvinvoinnin lähteenä kasvaa.

Energiaklusteri tutkimuksen kohteena

Teollisuuden rakennemuutos näkyy toimialarajat ylittävien teollisten klustereiden[1] suhteellisen merkityksen muutoksina. Toisiaan tukevien tele- ja energiaklusterin kasvu on ollut voimakasta, ja niiden asema kansantaloudessa vahvistuu. Perinteisesti vahvojen metsä- ja metalliklusterin vaikutus energiaklusterin kehitykseen on ollut merkittävä pitkällä aikavälillä.

Klusteritutkimus käynnistyi Suomessa 1990-luvun alussa pohjautuen amerikkalaisen tutkijan Michael E. Porterin empiiris-teoreettisiin näkemyksiin kansantalouksien ja yritysten kilpailueduista kansainvälistyvillä markkinoilla. ETLAn vuosina 1990-1995 toteuttamissa selvityksissä energiateknologia ja siihen kytkey-

[1] Klusterilla tarkoitetaan samoilla ja läheisillä toimialoilla toimivien yritysten kokonaisuutta, jossa kilpailu ja yhteistyö lisäävät innovatiivisuutta ja saavat aikaan kilpailukykyä lisääviä ulkoisvaikutuksia. Näistä tärkeimpiä on tiedon leviäminen. Todellisuudessa klusterit ovat toimintojensa suhteen osittain päällekkäisiä, ja niiden rajojen määrittely ei siten ole yksiselitteistä. Globalisaatio ja omistuksen kansainvälistyminen hämärtävät vastaavasti kansallisten klustereiden rajoja.

tyvien toimintojen kokonaisuus tunnistettiin erääksi kehittymässä olevista Suomen teollisista klustereista. Toimialana energiateknologian valmistus on yhdistelmä metalli-, sähkö- ja elektroniikkateollisuutta, jonka tuotteita ovat energian tuotannon, siirron ja käytön laitteet.

Energiateknologian viennin voimakas kasvu ensimmäisen klusterihankkeen aikana ja sen jälkeen antoi aiheen uuden, alan kilpakykyä syvällisemmin tarkastelevan selvityksen tekemiseen. Tähän kannustivat myös globalisaatioon liittyvien ilmiöiden voimistuminen: energiateknologian valmistuksen monikansallistuminen, ulkomaisen omistuksen kasvu ja energiamarkkinoiden vapautuminen.

Sähkömarkkinoiden vapauttaminen, missä Pohjoismaat ja Iso-Britannia ovat olleet edelläkävijöitä, on laajentanut klusterin määritelmää. Sääntelyn poistuminen ja markkinoiden integroituminen ovat antaneet sähköyhtiöiden kilpailukyvylle sisällöllistä merkitystä, ja sen ylläpitämisestä on muodostunut selkeä yritysstrateginen tavoite. Samoin kuin esim. metsäklusterin, jonka ytimen muodostavat metsäteollisuuden laitevalmistus ja laitteita käyttävä metsäteollisuus, energiaklusterin päätoimintoja ovat energiateknologian valmistus ja teknologiaa käyttävä energialiiketoiminta. Energialiiketoiminnaksi on tässä tutkimuksessa määritelty sähkön ja lämmön tuotanto ja myynti sekä verkkoliiketoiminta. Klusterin kolmannen päätoiminnon muodostavat em. aloihin kytkeytyvät palvelut, joiden vienti ja merkitys klusterin kilpailukyvylle on viime vuosina kasvanut.

Energiateknologia vahvassa iskussa

Energiateknologia on yksi maailman kaupan kasvualueista. Vuonna 1995 sen osuus OECD:n kokonaisviennistä oli kohonnut 5,5 prosenttiin. Viennin kasvuun ovat vaikuttaneet mm. tuotannon alueellinen erikoistuminen, kehittyvien erityisesti Aasian maiden nopea talouskasvu ja elintason kasvun myötä kohonnut sähkön kulutus. Teollisuuden pyrkimys vähentää energian käyttöä ja päästöjä on lisännyt uusien entistä tehokkaampien ja ympäristömyötäisempien teknologioiden kysyntää.

Suomen osuus OECD-maiden energiateknologian viennistä on 1990-luvulla kasvanut samoin kuin energiateknologian osuus Suo-

men koko tavaraviennistä. Suomen energiateknologian viennin tuoteportfolio on ainutlaatuinen, mikä näkyy viennin rakenteen vähäisenä korrelaationa suhteessa muihin energiateknologiaa vieviin maihin. Tähän on historialliset ja Suomen erikoisolosuhteista johtuvat syynsä.

Kotimaisen energiateknologian kilpailukykyä kuvaa myös viennin voimakas kasvu 1990-luvulla. Tuonti ylittyi vuonna 1991, ja vuoteen 1998 mennessä vienti lähes nelinkertaistui nousten runsaaseen 16 miljardiin markkaan. Kotimaisia menestystuotteita ovat energiakäytön laitteisiin kuuluvat taajuusmuuttajat ja sähkömoottorit sekä voiman tuotannon teknologiaa edustavat dieselmoottorit ja höyrykattilat. Myös tuulivoimateknologian vienti on kasvanut ripeästi.

Päävientialueita ovat Eurooppa, jonka osuus viennistä on noin puolet, ja Aasia, jonka osuus kasvoi 38 %:iin vuonna 1997. Vienti on painottunut suuriin monikansallisiin yrityksiin. Viiden suurimman valmistajan osuus kokonaisviennistä on noin 60–70 prosenttia, mikä on myös likimääräinen ulkomaisessa omistuksessa olevien yritysten vientiosuus.

Pitkä polku menestykseen

Energiateknologian valmistuksella on Suomessa pitkät perinteet. Jo ennen sähköistämisen aikakautta Suomessa oli monipuolista höyrykoneiden ja -kattiloiden sekä vesivoimateknologian valmistusta teollisuuden tarpeisiin. Telakoiden, vetureita valmistavien konepajojen ja metsäteollisuuden erityistarpeet ovat pitkällä aikavälillä selkeimmin ohjanneet energiateknologian kehitystä. Tämä pätee myös sähköteknisiin laitteisiin, joiden valmistus alkoi 1800-luvun lopulla. Laitevalmistuksen kasvun myötä maahan kehittyi monipuolinen komponentteja valmistava alihankintateollisuus.

Energiaintensiivinen teollisuus, kylmä ilmasto, pitkät etäisyydet, harva asutus ja primäärienergiavarojen niukkuus ovat olleet haasteita, joihin kotimainen energiatekninen teollisuus on pystynyt vastaamaan. Nämä maan perushaitat ovat toimineet kehityksen moottorina vuosikymmenien ajan. Niitä kompensoidakseen julkinen valta on panostanut alan koulutukseen ja tutkimus- ja kehitystoi-

mintaan, mikä on nostanut suomalaisen insinööriosaamisen maailman huipulle.

Teknologinen kehitys, tuotannon mittakaavaedut ja sotakorvauskysyntä loivat tilanteen, jossa kotimarkkinat olivat riittämättömät tuotantokapasiteettiin nähden. Suomen liityttyä vapaakauppajärjestöihin energiateknologian valmistajien oli erikoistuttava ja panostettava kasvavassa määrin vientiin. Kotimaisista olosuhteista syntyneen kilpailuedun turvin tähän olikin hyvät edellytykset.

Viime vuodet ovat osoittaneet, että menestyminen kovenevassa kansainvälisessä kilpailussa edellyttää tutkimus- ja kehitystoimintaan suunnattujen resurssien jatkuvaa lisäämistä, globaalin markkinointiverkoston hallintaa ja viime kädessä yhä suurempaa yrityskokoa. Kotimaisen sähköteknisen teollisuuden ja höyrykattilateollisuuden siirtyminen pääosin ulkomaiseen omistukseen voidaankin selittää juuri tätä taustaa vasten. Liiketoiminnan jatkuvuus ja kehittäminen osoittavat kuitenkin, että Suomi on infrastruktuurinsa suhteen säilyttänyt kilpailukykynsä ja täydentänyt sitä monikansallisten yritysten tarjoamilla resursseilla.

Suomen energiateknologian kilpailukyky nojaa myös tulevaisuudessa maan kykyyn luoda ja kehittää kriittisiä tuotannontekijöitä. Näistä tärkeimpiä ovat julkisrahoitteinen tutkimus- ja kehitystoiminta, koulutus sekä yritysten ja tutkimuslaitosten muodostamat osaamisverkostot. Vaikka kotimaisten asiakasalojen merkitys teknisen kehityksen moottorina on vähentynyt, ne ovat edelleen tärkeä uusien innovaatioiden lähde.

Viestintä- ja tietotekniikan hyödyntämisen ja niihin liittyvän liiketoiminnan osalta Suomen kilpailuedut ovat kiistattomat. Tietotekniikan osuus energiateknologian laitekehityksessä ja laitteiden ja laitejärjestelmien ohjauksessa kasvaa. Viestintätekniikka tukee energiateknologian kehitystyötä tarjoamalla uusia elektroniikan ja tietoliikenteen hyödyntämismahdollisuuksia.

Perusrakenteensa osalta Suomen kilpailukyky energiateknisen teollisuuden sijaintimaana on hyvä. Tätä johtopäätöstä tukevat myös teollisuusmaiden kilpailukykyä selvittäneet kansainväliset tutkimukset. Pullonkaulaksi suotuisalle kehitykselle voi muodostua teollisen rakenteen muutoksesta johtuva työvoiman kysynnän ja tarjonnan epätasapaino. Julkisen vallan kiireellisimpiä tehtäviä on-

kin lisätä koulutusresursseja tieto- ja viestintätekniikan, automaation sekä sähkötekniikan alueilla.

Energialiiketoiminta kansainvälistyy

Energiateknologiaan verrattuna *energialiiketoiminnan* kilpailukyky on suurelta osin vielä potentiaalista, koska sähkömarkkinoiden vapautuminen on vasta käynnissä suurimmassa osassa Eurooppaa. Lähivuodet osoittavat, miten kotimaiset energiayhtiöt pystyvät hyödyntämään osaamisalueitaan uusilla markkina-alueilla. Liiketoiminnan laajentuminen vapautuneille ja vapautuville markkinoille on jo alkanut.

Kilpailukyvyn historiallinen perusta on maan energiajärjestelmässä, energian[2] tuotannon, siirron ja jakelun ja käytön infrastruktuurissa, jonka rakentaminen käynnistyi 1800-luvun lopulla. Rakentamisesta päävastuun ottivat julkinen valta, sen omistamat energiayhtiöt ja energiaa käyttävä teollisuus. Vaikka energiayhtiöiden toiminta oli varsin säädeltyä ja valtion omistus laajaa, toimialaa leimasi teollisuuden ja julkisen vallan duopolistinen kilpailutilanne sähkön tukkumarkkinoilla. Tämä kannusti osaltaan huolehtimaan energiajärjestelmän tehokkuudesta.

Tekninen tehokkuus on leimallista myös Suomen nykyiselle energiajärjestelmälle, mitä osoittavat mm. kansainväliset vertailevat tutkimukset. Kilpailun ohella tähän ovat vaikuttaneet samat maan perusrakenteeseen liittyvät haitat kuin energiateknologian kilpailukykyyn. Maatieteelliset ja ilmastolliset olosuhteet sekä energian käytön intensiivisyys ovat pakottaneet toimitusvarmuuden ylläpitämiseen, ja niukat primäärienergiavarat ovat kannustaneet monipuolisten ja tehokkaiden tuotantotekniikoiden käyttöönottoon. Suomi on johtava maa sähkön ja lämmön yhteistuotannossa, ja energian tuotantotavat ovat teollisuusmaiden monipuolisimpia.

Energialiiketoiminnan markkinaehtoisuus voimistui 1990-luvun alussa, kun kunnallisia sähkölaitoksia yhtiöitettiin ja muutettiin yksityisiksi osakeyhtiöiksi. Vuonna 1995 voimaan tullut sähkömarkkinalaki johti lopulta markkinoiden täydelliseen vapautumiseen

---

[2] Sähkön ja lämmön.

Ison-Britannian ja Norjan esimerkin mukaisesti. Valtio on lisäksi vähentänyt omistustaan suurissa energiayhtiöissään.

Sähkömarkkinoiden vapautuminen on käynnistynyt myös muualla Euroopassa. Ajoituksen suhteen kotimaisilla energiayhtiöillä on kilpailuetu, koska ne ovat voineet opetella kilpailullisilla markkinoilla toimimista. Kilpailu on kannustanut yrityksiä omaksumaan uusia liiketoimintakonsepteja ja strategioita, joita on mahdollista hyödyntää myös muilla markkina-alueilla.

Tiivistäen voidaan sanoa, että energiajärjestelmän tehokkuus on antanut yrityksille tekniseen osaamiseen perustuvaa ja markkinoiden vapautuminen organisatorista ja markkinointiosaamiseen perustuvaa kilpailuetua. Kilpailukyvyn toteutuminen on nähtävissä ensi vuosikymmenen kuluessa.

Palvelujen asema vahvistuu

Energiaklusterin *palvelut* on heterogeeninen joukko erilaisia energiateknologiaa ja -liiketoimintaa tukevia palvelumuotoja. Niistä tärkeimpiä ovat investointiprojekteihin liittyvä engineering, konsultointi ja energiajärjestelmän kunnossapito. Energiayhtiöiden ja teollisuuden ulkoistaessa palvelutoimintojaan voimalaitosten käytöstä on kehittymässä merkittävä liiketoiminta-alue.

Palvelutoiminnan kehityksen alkuvaiheissa 1910-luvulla yhdistystoiminnalla oli keskeinen asema. Liiketoiminnaksi ala kehittyi varsinaisesti toisen maailmansodan jälkeen mittavien investointiprojektien tarjottua riittävän kysyntäpohjan. Huolto- ja kunnossapitotoiminnan merkitys kasvoi, kun maan energiajärjestelmän perusrakenne saatiin valmiiksi 1970-luvun lopussa.

Energiaklusterin palveluille on ominaista vahvat muiden klustereiden palvelutoimintoihin liittyvät yhteistuotannon edut. Insinööritoimistojen ja kunnossapitoyhtiöiden asiakkaita ovat energiayhtiöiden ohella usein mm. metsä-, metalli- ja kemianteollisuus. Palvelutoiminnan kilpailukyky perustuukin suuressa määrin sen sijaintiin klustereiden välisessä rajapinnassa. Toinen palveluliiketoiminnan kilpailukykytekijä on sen yhteistuotannon edut energialiiketoiminnan ja energiateknologian kanssa. Suuri osa merkittävistä palveluyrityksistä toimii energian tuotannossa tai teknologian valmistuksessa, mistä niiden osaaminen on alunperin lähtöisin.

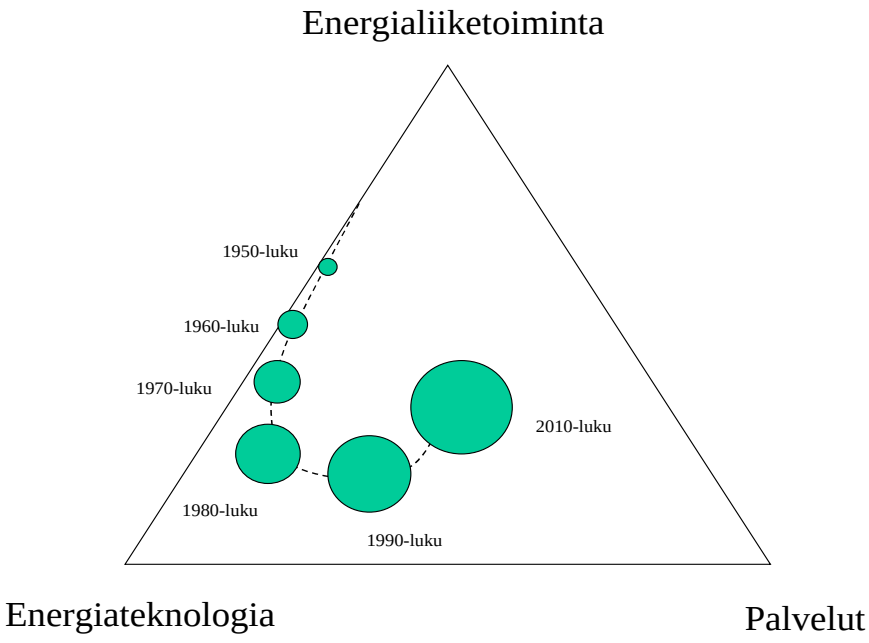
Palvelujen vienti kääntyi voimakkaaseen kasvuun 1990-luvun alussa, mihin vaikuttivat mm. kotimaisten investointien vähyys ja energiateknologian viennin vahva kasvu. Viennin arvo on noussut jo 2-3 miljardiin markkaan, ja palvelujen asema klusterissa vahvistuu edelleen. Läntisissä teollisuusmaissa uusinvestoinnit infrastruktuuriin ovat alhaisia, ja kilpailu kehittyvillä talousalueilla edellyttää laitevalmistajilta palvelutarjonnan lisäämistä. Palvelujen kysyntää ja tarjontaa lisää myös energiamarkkinoiden vapautuminen.

Kilpailuedun dynamiikka

Energiaklusterin pääliiketoiminnat muodostavat toisiaan täydentävän kilpailukykyä luovan kokonaisuuden. Energiateknologian, energialiiketoiminnan ja palvelujen keskinäistä suhdetta ja suhteellisen painoarvon muutosta klusterin kilpailuedun kannalta voidaan havainnollistaa alla olevalla kuviolla.

Suomen liittyminen EFTAan vuonna 1961 vapautti ulkomaankaupan ja mahdollisti siten energiateknologian viennin ja tuonnin

Klusterin kilpailukyvyn painopisteen kehitys



kasvun. Energiateknologian kilpailukyvyn kannalta kotimaisen energialiiketoiminnan (ml. energiaa tuottava teollisuus) merkitys vaativana asiakkaana oli tuolloin suuri. Tämä asetelma säilyi aina 1970-luvun loppuun, mihin mennessä energiainfrastruktuuri saatiin pääosin rakennetuksi.

Energiajärjestelmän toimivuuden ja tehokkuuden parantaminen lisäsi erilaisten palvelujen kotimaista kysyntää 1980-luvulla. Lisäksi kiristyvä kilpailutilanne kansainvälisillä markkinoilla edellytti suunnittelu- ja muiden engineering-palvelujen tarjonnan lisäämistä energiateknologian viennin tueksi. Kotimaassa opittua osaamista voitiin hyödyntää vientimarkkinoilla.

Kotimaisen kysynnän suhteellinen merkitys energiateknologian kilpailukyvylle väheni 1990-luvulle tultaessa, ja klusterin menestys perustui kasvavassa määrin teknologian ja palvelujen synergiseen kokonaisuuteen. Palvelukeskeisyyttä on lisännyt tuotantovaiheiden ulkoistaminen energiateknologian valmistuksessa ja liiketoiminnan painottuminen engineering-toiminnan suuntaan.

Käynnissä oleva energiamarkkinoiden vapautuminen lisää energialiiketoiminnan suhteellista painoarvoa klusterin kilpailukyvyn osatekijänä ja liiketoimintojen välistä tasapainoa. Ne tuottavat toisilleen osaamiseen ja oppimiseen perustuvia kilpailuetuja, joita voidaan hyödyntää toimittaessa erilaisilla markkina-alueilla.

Julkisen vallan haasteet

Julkisen vallan ja sen edustamien organisaatioiden vaikutus energiaklusterin kehitykseen ja kansainväliseen menestykseen on ollut vahva. Energiateknologian valmistusta lukuunottamatta se on ollut aktiivinen toimija kaikilla klusterin osa-alueilla historian eri vaiheissa. Globalisaation ja alueellisen integraation edetessä sen toimivalta on kuitenkin vähentynyt rajoittuen ylikansallisten päätösten toimeenpanoon, klusterin toiminnan ohjaamiseen ja tuotannontekijöiden luomiseen.

Kansainvälisistä sitoumuksista huolimatta julkinen valta voi monin tavoin edistää energiaklusterin kilpailukykyä ja siten kansallista hyvinvointia. Sen päätehtäväksi voidaan kiteyttää ylikansallisiin muutosprosesseihin vaikuttaminen siten, että ne luovat uusia liiketoiminta- ja kasvumahdollisuuksia klusterin eri osiin. Tärkeimpiä prosesseja ovat energiamarkkinoiden vapautuminen, ilmastomuu-

Energiaklusterin kehittämisstrategia

Julkisen vallan tehtäväalueet	Kilpailukykyä edistävät toimet
Teknologia-rahoitus	♦ Koelaitosten ja järjestelmähankkeiden rahoituksen lisääminen ♦ Panostus koko RDDC-ketjuun*, myös kaupallistamiseen ♦ Rahoituksen kohdentuvuuden lisääminen ♦ Uusien markkinaehtoisten rahoitusinstrumenttien kehittäminen
Kansainvälinen vaikuttaminen, edunvalvonta ja kilpailun toimivuuden edistäminen	♦ Edunvalvonnan lisääminen ja suomalaisen energiaosaamisen markkinoiminen erityisesti WTO:ssa ja EU:ssa ♦ Aktiivinen vaikuttaminen energian ja energiateknologian kaupan esteiden poistamiseksi ♦ Osallistuminen Euroopan siirtoverkkojen pelisääntöjen yhtenäistämiseen ♦ Osallistuminen energian tuotantoa ja teknologiaa koskevien direktiivien ja standardien valmisteluun (CHP, bioenergia)
Koulutus	♦ Center of excellence -verkostojen luominen ♦ Markkinointilähtöisen ajattelun lisääminen koulutuksessa ♦ Koulutusresurssien ja -paikkojen lisääminen työvoiman kasvualueille (elektroniikka, teleteknologia, sähkötekniikka)
Infrastruktuurin rakentaminen	♦ Riittävien kannusteiden ylläpitäminen infrastruktuurin rakentamiseksi ♦ Aktiivinen toiminta maakaasuputken rakentamisessa Suomesta Länsi-Eurooppaan (rahoittaja, edunvalvoja, toimijoiden yhdistäjä)
Kriisivalmiuden ylläpito	♦ Kriisivalmiustasojen ja -keinojen määrittely uudelleen kilpailullisia olosuhteita vastaaviksi
Ympäristönsuojelu	♦ Työ ilman suojelemiseksi ensiaskeleena Kioto-prosessin edistäminen ja osallistuminen sen pelisääntöjen luomiseen ♦ Energiaklusterin vientiä edistävän strategian luominen ilmastonmuutoshankkeita toteutettaessa

* *RDDC = Research, Development, Demonstration and Commercialization*

tos ja sitä koskeva päätöksenteko sekä klusterin liiketoimintojen kansainvälistyminen.

Julkisen vallan tehtäviä ja tulevaisuuden haasteita pohdittiin laajasti tutkimushankeen johtoryhmän kokouksissa. Energiaklusterin keskeisten organisaatioiden edustajista koostunut johtoryhmä esitti näkemyksiä tarvittavista julkisen vallan toimista, ja niiden pohjalta koottiin strategia klusterin kilpailukyvyn parantamiseksi. Strategia muodostaa keinovalikoiman pyrittäessä em. muutosprosessien hallintaan.

SUMMARY

As markets and business activities globalize, manufacturing industries are becoming increasingly concentrated over national borders. This trend has been supported by the development of communication and information technologies, which has strengthened the upswing of service businesses in developed economies.

Multinational corporations have increased their ownership in Finland, and, similarly, Finnish companies have expanded internationally in their specific fields of expertise. Market integration and the elimination of trade barriers have increased competition and have forced companies to rationalize their operations, specialize, and search for new areas of growth.

A structural change is currently taking place in Finnish industry. The rapidly growing electrical equipment and electronics industry, whose significance as a source of competitiveness and welfare in Finland is growing, has developed alongside the forest and metal industries.

The energy cluster as a topic of research

The structural change taking place in industry is visible as a change in the relative importance of industrial clusters[1]. The telecommunications and energy clusters, each of which supports the other, have witnessed strong growth, and their position in the economy has strengthened. The effect of the traditionally strong forest and metal clusters on the developments of the energy cluster has been significant over the longer term.

Finnish research on clusters began in the beginning of the 1990s, based on the empirical and theoretical views of American

[1] The term cluster refers to a group of firms either in the same industry or peripheral industries, in which competition and cooperation fuel innovation and lead to spillovers that boost competitiveness. The most important of these spillovers is the dispersion of information. In reality, a cluster's activities partially overlap, and therefore defining its boundaries is not unambiguous. Correspondingly, globalization and foreign ownership obscure the boundaries of domestic clusters.

researcher Michael E. Porter on the competitiveness of economies and firms in global markets. In a study carried out by ETLA during 1990-1995, energy technology, and the activities linked to it, was recognized as one of Finland's growing industrial clusters. As an industry, the production of energy technology is a combination of the metal, electric and electronics industries, which produces equipment for the production, transfer and use of energy.

The robust growth in exports of energy technology witnessed during and after the first research project on clusters gave reason to begin a new study, one that probed deeper into the industry's competitiveness. This was also encouraged by the strengthening of phenomena associated with globalization: internationalization of energy technology production, growth in foreign ownership and the liberalization of energy markets.

The liberalization of electricity markets, where the pioneers have been the Nordic countries and Great Britain, has expanded the cluster's definition. Deregulation and market integration have given substantive meaning to the competitiveness of electricity companies, and maintaining it has become a clear corporate strategy goal. Similar to the forest cluster, whose core consists of the forest industry's equipment manufacturing and the forest industry using this equipment, the main activities of the energy cluster are the manufacture of energy technology and energy-related business activities where this technology is used. Energy-related business activities have been defined in this study as the production and sale of electricity and heat, as well as network-related activities. The third major activity of the cluster comprises the aforementioned services linked to the industry, whose exports and significance to the energy cluster have grown in recent years.

Energy technology going strongly

Energy technology is a growing area in world trade. In 1995, its share of total OECD exports had risen to 5.5 percent. The factors affecting this growth in exports include regional specialization in production, rapid economic growth in emerging economies, particularly those in Asia, and the rise in electricity consumption associated with growing standards of living. Attempts by industry to reduce both its use of energy and emissions have increased the

demand for new, more efficient and environmentally friendly technologies.

Finland's share in OECD energy technology exports in the 1990s has grown, as has the share of energy technology in total Finnish merchandise exports. Finnish energy technology enjoys a unique export product portfolio, which is reflected in the low correlation between Finland's export structure and that of other energy technology exporting nations. This is due to historical reasons and the unique conditions existing in Finland.

The competitiveness of domestic energy technology is also reflected in the strong growth of exports throughout the 1990s. Exports exceeded imports in 1991, and by 1998 exports had increased almost fourfold to slightly more than FIM 16 billion. Successful domestic export products include equipment used in energy use, such as frequency converters and electric motors as well as products representing power production technology such as diesel motors and steam boilers. Exports of wind power technology have also grown swiftly.

The major export market is Europe, whose share of exports stands at roughly one-half, and Asia, whose share grew to 38 percent in 1997. Exports have been concentrated on large multinational corporations. The share of the five largest producers in total exports is approximately 60-70 percent, which is also roughly equivalent to the export share of foreign-owned firms.

A long road to success

The manufacture of energy technology has a long tradition in Finland. Even before the era of electricity, Finland manufactured steam engines and boilers as well as hydropower technology to suit the needs of industry. The special needs of shipyards, machine shops manufacturing locomotives and the forest industry have driven the development of energy technology in the long run. This is also the case with electro-technical equipment, manufacturing of which began at the end of the 1800s. Along with the growth in equipment manufacturing, the country developed a diverse subcontracting industry for components.

Finland's energy-intensive industry, cold climate, long distances, sparse population and scarcity of primary energy sources have pre-

sented challenges of which the domestic energy technology industry has been able to overcome. These basic drawbacks have acted as the engine of growth in Finland for decades. To compensate for these drawbacks, the state has emphasized both education in the field and research and development activity, which has raised Finnish engineering expertise to levels amongst the highest in the world. Technological development, economies of scale in production and the demand for war indemnities created a situation where domestic markets were too small with respect to extant production capacity. Finland's membership in free trade organizations meant that producers of energy technology had to specialize and concentrate increasingly on exports. The preconditions for doing so were good, given Finland's competitive advantage resulting from domestic conditions.

The last few years have demonstrated that succeeding in increasingly competitive global markets requires continued expenditure on research and development, management of global marketing networks and, ultimately, larger corporate size. This setting explains precisely the transfer of ownership of most of the domestic electro-technical industry and the steam boiler industry to foreign investors. The continuation and growth of business activity, however, indicates that Finland has retained its competitiveness with respect to its infrastructure and has supplemented it with resources supplied by multinational corporations.

Finland's competitiveness in energy technology in the future also depends on the country's ability to create and develop critical factors of production. Of these, the most important are publicly funded research and development, education, and the knowledge networks created by firms and research institutions. Although the significance of domestic customer industries as the engine of technology growth has decreased, these industries are still an important source of innovation.

Finland's competitive advantages with respect to benefiting from communications and information technology and the business activities associated with it are indisputable. The share of information technology in energy technology's equipment development and in the planning and control of equipment systems is growing. Communications technology supports development work

in energy technology by providing new opportunities to benefit from electronics and information technology.

Finland's competitive position as a host country for the energy technology industry is good with respect to its basic structure. This conclusion is also supported by international studies that have examined the competitiveness of industrial countries. The imbalance between labor demand and supply, resulting from the structural change taking place in industry, may create a bottleneck in this development. The most urgent task of public authorities is to increase spending on education in the areas of communications and information technology, automation and electrical engineering.

Energy-related business activity is globalizing

Compared to energy technology, the majority of the competitiveness of *energy-related business activities* is still only potential because the liberalization of electricity markets is, for the most part, just beginning in Europe. The next few years will demonstrate how domestic energy firms are able to benefit in their areas of expertise in new markets. The expansion of business activity to liberalized and liberalizing markets has already begun.

The historical foundation of competitiveness is in the country's energy[2] system: the infrastructure of production, transfer and distribution, and energy use, the building of which began at the end of the 1800s. The state, the energy firms owned by it and the energy-using industry took the major responsibility for building the infrastructure. Even though the activities of energy firms were very regulated, and state ownership was widely prevalent, duopolistic behavior between public sector and industry characterized the energy industry in the wholesale market for electricity. This, in turn, spawned concern with respect to the efficiency of the energy system.

Technical efficiency is also a characteristic of the current energy system in Finland, as evidenced in international comparative studies, among other things. In addition to competition, the same

---

[2] Electricity and heat.

drawbacks associated with the country's basic structure, which affected the competitiveness of energy technology, have also contributed to this result. Geographic and climatic conditions as well as the intensity of energy use have forced the continuation of delivery reliability, and the scarcity of primary energy reserves have encouraged the adoption of diverse and efficient production techniques. Finland is a leader in the joint production of electricity and heat, and its production methods are amongst the most diverse of the industrial countries.

The market orientation of energy-related business activity strengthened in the beginning of the 1990s, when municipal electric utilities became incorporated and were transformed into private corporations. Legislation passed in 1995 led to the complete liberalization of the electricity market, in accordance with the examples set by Great Britain and Norway. In addition, the government has reduced its ownership in large energy corporations.

The liberalization of electricity markets has also begun in other parts of Europe. Domestic energy corporations have a competitive advantage with respect to the timing of liberalization, because they have been able to learn how to function in competitive markets. Competition has encouraged firms to adopt new business concepts and strategies, which may prove beneficial in other market segments.

To summarize, we can say that the efficiency of the energy system has provided firms with a competitive edge, which is based on technical expertise, and the liberalization of markets has contributed to competitive advantages based on marketing expertise and corporate organization. Whether or not this competitiveness will be realized will be seen throughout the next decade.

The position of services is strengthening

The *services* of the energy cluster comprise a heterogeneous group of different activities supporting energy technology and energy-related business activity. The most important of these are engineering associated with investment projects, consulting and the maintenance of the energy system. As energy firms and industry

externalize their service activities, a significant business area is emerging from the use of power plants.

At the beginning of the 1910s, society activities played central role in the development of services. Business activity in this branch developed primarily following the Second World War, as massive investment projects provided a sufficient base for demand. The significance of repair and maintenance activity grew, as the basic structure of the country's energy system came to completion at the end of the 1970s.

There are strong economies of scope between the services of the energy cluster and those of other clusters. The customers of engineering offices and maintenance companies often include, in addition to energy corporations, the forest and chemical industry. The competitiveness of services is based to a large extent on their location along the borderlines separating clusters. Economies of scope between energy-related business activities and energy technology are a second factor contributing to the competitiveness of services. A large share of significant service firms operates within energy production or the manufacture of technology, areas from which their expertise originally began.

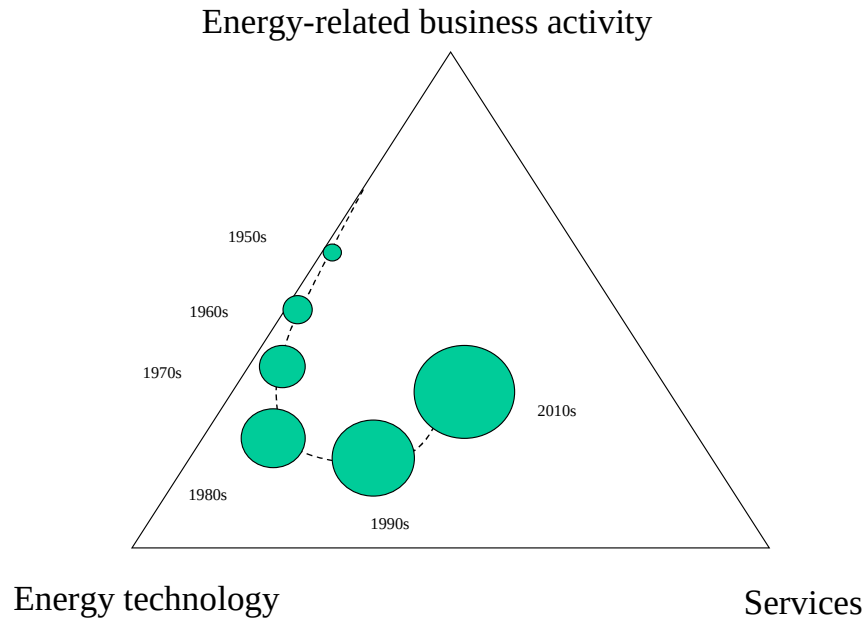
Services exports began to grow strongly in the beginning of the 1990s, spurred by the sluggishness of domestic investment and strong export growth in energy technology. The value of exports has risen to FIM 2-3 billion, and the position of services within the cluster will continue to strengthen. New investment in infrastructure in the western industrialized countries is low, and competition in developing economic areas requires an increase in services by equipment manufacturers. The liberalization of energy markets is also boosting demand for services.

The dynamics of competitive advantage

The primary business areas of the energy cluster support each other, forming a competitiveness-generating whole. The relation between energy technology, energy-related business activities and services, and the change in their relative weights from the perspective of the cluster's competitive advantage, is clarified in the figure below.

Finland's membership in EFTA in 1961 led to the liberalization of foreign trade, thereby making growth in exports and imports of energy technology possible. From the perspective of the competitiveness of energy technology, the significance of domestic energy-related business activities (including the energy-producing industry) as a demanding customer was large at the time. This setting continued until the end of the 1970s, by which time the energy infrastructure was, for the most part, completed.

Developments in the emphasis of the cluster's competitiveness



The improvement in the functioning and efficiency of the energy system increased domestic demand for various services in the 1980s. In addition, the heightening of competition in international markets required a greater supply of planning and other engineering services to bolster energy technology exports. The expertise learned at home was beneficial in export markets.

The relative importance of domestic demand to the competitiveness of energy technology fell as the 1980s came to a close,

and the cluster's success was becoming increasingly founded on the synergy formed between technology and services. The focus on services has been increased by externalization in the production stage of energy technology manufacturing and by the change in the nature of business activity in the direction of engineering.

The liberalization of energy markets taking place today will boost the relative weight of energy-related business activities as a partial factor driving the competitiveness of the cluster and increase the balance between business activities. They will generate competitive advantages in know-how and learning, which may prove beneficial in different market areas.

The challenges facing public authorities

The state, and the organizations representing it, has had a large effect on the energy cluster's development and on its international success. Excluding the manufacture of energy technology, it has been an active player in the cluster's different areas throughout various stages in history. As globalization and regional integration proceeds, its authority has nevertheless decreased, being limited to supranational decision making, directing the activities of the cluster and creating factors of production.

Despite international commitments, public authorities can in many ways advance the energy cluster's competitiveness, thereby also advancing national welfare. Its main task can be said to be influencing the supranational processes of change, so that they create new opportunities for business activity and growth among the different parts of the cluster. The most important processes are the liberalization of the energy market, climate change and related policymaking, and the internationalization of the cluster's business activities.

The tasks and the future challenges of public authorities were topics widely covered at the meetings of the research project's management group. This group consisted of the representatives of the main firms and organizations in the energy cluster. A strategy for the advancement of growth in the energy cluster's competitiveness was put together from the views presented by the management group regarding the necessary policy measures of public authorities.

A development strategy for the energy cluster

Public authorities' areas of responsibility	Measures to advance competitiveness
Funding technology	♦ Increased funding for experimental labs and research on systems ♦ Emphasis on the entire RDCC chain*, including commercialization ♦ Increase the focus of funding ♦ The development of new market-based financing instruments
Global influence, securing benefits and advancing competition	♦ Greater safeguarding of benefits, and marketing Finnish energy expertise particularly in the WTO and the EU. ♦ Actively affecting the removal of trade barriers to energy and energy technology ♦ Participation in the coordination of ground rules for European transfer networks ♦ Participation in the preparation of directives and standards affecting energy production and technology (CHP, bioenergy)
Education	♦ Creating Center of Excellence networks ♦ Increase marketing-based thinking in education ♦ Increase spending on education and raise the number of students in growing fields (electronics, telecommunications, electrical engineering)
Building the infrastructure	♦ Sufficient incentives to continue building the infrastructure ♦ Active construction of natural gas pipes in Finland and Western Europe (funder, supervisor, and coordinator of the participating parties)
Continuing crisis readiness	♦ Redefine the levels and methods of crisis readiness so that they correspond to competitive conditions
Environmental protection	♦ Work towards air protection as a first step to advancing the Kyoto process and participation in creating the ground rules ♦ Creation of a strategy that advances the exports of the energy cluster when completing climate change research projects

* RDDC = Research, Development, Demonstration and Commercialization

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja taustat - merkittävät muutokset vaativat analyysiä

Energian merkitys on Suomelle poikkeuksellisen suuri. Teollisuutemme on eräs maailman energiaintensiivisimmistä. Myös asumisen energiatarpeet ovat suuret. Omat energiavaramme ovat kuitenkin olleet niukat. Näistä vaativista lähtökohdista Suomeen on kehittynyt tehokas energiajärjestelmä, kansainvälisesti kilpailukykyinen energiateknologiaa valmistava teollisuus ja monipuolista palvelutoimintaa.

Tällä tutkimuksella on kaksi päätavoitetta. Näistä toinen on selvittää energiaklusterin nykyistä rakennetta: mistä toiminnoista ja toimialoista se koostuu ja miltä sen yrityskenttä näyttää. Toinen tavoite on selvittää, mitkä tekijät ovat edistäneet ja edistävät tulevaisuudessa klusterin ja sen yritysten kansainvälistä kilpailukykyä.

Hankkeen kolmantena tavoitteena on aiempien tutkimustulosten päivittäminen ja täydentäminen. FINENTEC-projekti on jatkoa ETLAssa vuosina 1992-1995 tehdyille klusteritutkimuksille, joissa energiaklusteri hahmottui yhdeksi Suomen potentiaalisista teollisista klustereista. Sitä koskevat tulokset koottiin loppuraportiksi *Energian niukkuudesta teknologian vientiin - Energiaklusterin kilpailukyky* (Rouvinen, 1994).

Tutkijoille ja varmaan monelle muullekin energiateknologian valmistuksen vahvuus on ollut yllätys. Vuoden 1992 ulkomaankauppa-aineiston perusteella oli kuitenkin jo nähtävissä, että kotimaisella teollisuudella on merkittäviä osuuksia eräiden energiateknologiatuotteiden maailmanmarkkinoista. Tämän jälkeen kasvu onkin ollut ripeää. Energiateknologian vienti on 1990-luvulla kolminkertaistunut.

Edellisen klusteritutkimuksen jälkeen energiaklusterin toimintaympäristössä ja yrityskentässä on tapahtunut merkittäviä muutoksia:

- Energialiiketoiminnan kannalta merkittävin muutos on ollut sähkömarkkinoiden vapauttaminen kilpailulle. Tässä suhteessa Suomi on yhdessä Britannian, Ruotsin ja Norjan kanssa ollut kehityksen kärjessä. Markkinat ovat vapautumassa myös muualla Euroopassa, mikä kiihdyttää energiayhtiöiden monikansallistumista.
- Ulkomainen omistus on kasvanut voimakkaasti. ABB osti 1980-luvulla Strömbergin, ja 1990-luvun puolessa välissä merkittävimmät kotimaiset höyrykattiloiden valmistajat Tampella Power ja Ahlström Pyropower siirtyivät ulkomaiseen omistukseen.
- Valtio on järjestellyt energiayhtiöidensä omistuksia ja vähentänyt vaikutusvaltaansa niiden toiminnassa. Suomen energiajäteistä Nesteestä ja Imatran Voimasta muodostettiin Fortum Oyj, joka on osittain yksityistetty.
- Yksi jatkuvista kehityssuunnista on yritysten kansainvälistyminen. Energiateknologian valmistajat toimivat jo globaalisti, ja viime vuosina myös engineering-toiminta on kansainvälistynyt voimakkaasti. Energiantuottajat ovat käynnistäneet toimintansa siirtämisen maan rajojen ulkopuolelle.

Nämä muutokset ovat olleet keskeisiä tämän jatkotutkimuksen tekemiseen kannustavia tekijöitä. Ne kuvataan kirjassa, ja niitä pyritään arvioimaan.

1.2 Kirjan sisältö

Energiaklusterin kilpailukyvyn selittämisessä ja analysoimisessa sovelletaan Michael Porterin (1990) mallikehikkoa tutkimuskohteen erityispiirteet huomioiden. Mallin käsitteet ja periaatteet esitellään tiivistetysti luvussa 2, jossa määritellään lisäksi energiaklusteri, sen osatoiminnot ja energiateknologiatuotteet. Luvussa esitellään myös klusterin keskeisimpiä yrityksiä.

Luvussa 3 kartoitetaan energiateknologian maailmanmarkkinoita ja kotimaisten valmistajien asemia. Tarkastelu perustuu Suomen ja muiden OECD-maiden ulkomaankauppaa koskeviin tilastoihin. Niistä on johdettu erilaisia kilpailukykyä kuvaavia tunnuslukuja.

Luvuissa 4 ja 5 on selvitetty yritysten kilpailukykyä Porterin timanttimallin valossa. Lukujen pääasiallista lähdeaineistoa ovat yrityshaastattelut, yrityksistä saatu kirjallinen materiaali ja muu toimialojen kehitystä kuvaava materiaali.

Energiateknologiaa käsittelevässä luvussa 4 tarkastelu on painottunut teknologia-alueisiin, joilla kotimaisen teollisuuden kilpailukyky on erityisen vahvaa ja joilla lähivuosien kasvupotentiaali on suurin. Luvussa selvitetään lisäksi teknologian ja siihen liittyvien palvelujen välistä suhdetta ja palvelujen kilpailukykyä.

Luvussa 5 tarkastelun kohteena on energialiiketoiminnan kilpailukyky, joka on merkittävin laajennus edelliseen klusteritutkimukseen. Tässä yhteydessä kartoitetaan myös energialiiketoimintaan liittyviä palveluita ja niiden kilpailukykyvaikutuksia.

Julkisen vallan tehtäviä, elinkeinopolitiikkaa ja energiaklusterin tulevaisuuden haasteita käsitellään luvussa 6. Siihen on lisäksi koottu projektin johtoryhmän käsitykset energiaklusterin toimintaympäristön ja liiketoiminnan muutoksista sekä suositeltavista julkisen vallan toimista kilpailukyvyn turvaamiseksi ja parantamiseksi.

Luvun 6 sisältämä strateginen materiaali palvelee sekä energiaklusterin yrityksiä että elinkeinopolitiikasta vastaavia tahoja. Uuden elinkeinopoliittisen näkemyksen mukaan kaikkia yrityksiä koskevan elinkeinopolitiikan lisäksi tarvitaan klusterikohtainen ja sen erityispiirteet huomioonottava teollisuusstrategia. Näin elinkeinopolitiikka saa lisää vaikuttavuutta.

Luvut 4 ja 5 sisältävät erillisen johtopäätösluvun, joka on tiivistelmä klusterin pääliiketoiminta-alueiden kilpailukykyanalyysistä. Kirjan luvussa 7 esitetään koko hankkeen keskeisimmät tulokset ja suositukset jatkotoimenpiteiksi energiaklusterin toimintaympäristön kehittämiseksi.

2 MÄÄRITELMÄT, TARKASTELU-KEHIKKO JA KESKEISET YRITYKSET

Taustaa

Klusteri-käsite yleistyi taloustieteellisessä kirjallisuudessa 1980-luvulla. Alunperin klusterilla tarkoitettiin yrityksen liiketoimintojen kokonaisuutta, joka saa aikaan synergisiä kilpailuetuja (Bazzell & Gale, 1987). Vuosikymmenen loppupuolella käsite sai toimialatasoisen tulkinnan ja vakiintui valtioiden kilpailukykytutkimuksessa. Tämä tutkimussuuntaus käynnistyi 1990-luvun alussa Michael Porterin julkaistua maailmanlaajuista menestystä saaneen teoksensa Kansakuntien kilpailukyky vuonna 1990.

Porterin empiirisiin havaintoihin nojaavan klusteriteorian mukaan kansallisesti vahvojen toimialojen kilpailukyky riippuu niiden sisäisten tekijöiden ohella toimialojen välisistä suhteista. Klusteri on toisilleen läheisten toimialojen muodostama kokonaisuus, jossa yritykset ovat eri tavoin yhteistyö- ja kilpailusuhteessa keskenään. Tämä dynamiikka saa aikaan positiivisia ulkoisvaikutuksia, jotka lisäävät yritysten ja siten klusterin kilpailukykyä.

Klustereiden yksiselitteinen määrittäminen on todellisuudessa vaikeaa, koska niillä on usein moniulotteinen rakenne. Jacobs ja de Man (1996) ovat pyrkineet systematisoimaan tarkastelutapoja, joilla klustereita voidaan hahmottaa. *Alueellinen* klusteri on maantieteellinen yrityskeskittymä, *vertikaalisesti* rakentuneissa klustereissa yritykset toimivat jonkin jalostusketjun eri portaissa ja *horisontaalisissa* klustereissa yritykset edustavat useita toisilleen läheisiä toimialoja. Eri toimialoista koostuville klustereille on ominaista, että ne hyödyntävät yhteisiin toimintoihin liittyviä mittakaava- ja yhteistuotannon etuja. Yritystasolla klusterin toiminta perustuu verkostoihin.

Teollisten klusterien moninaisuus, jota selittävät mm. toimialoille ominaiset tekijät ja kansalliset erityispiirteet, korostuu myös Porterin 1980-luvun lopulla tekemissä maakohtaisissa kilpailukyky-

tutkimuksissa. Porter kohdisti tutkimuksensa merkittävimpiin läntisiin teollisuusmaihin Ruotsi mukaan luettuna. Suomessa, joka jäi näiden tutkimusten ulkopuolelle, käynnistettiin vastaavia kotimaisia klusterihankkeita Porterin teorian pohjalta. Niiden toteuttamisessa Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos sai keskeisen aseman[1].

2.1 Klusteri ja Porterin timanttimalli

Klusterianalyyseissä käytetyssä Porterin timanttimallissa on neljä peruselementtiä: *tuotannontekijäolot*, *kysyntäolot*, *lähi- ja tukialat* sekä *kilpailukenttä*. Näiden lisäksi on kolme ulkoista tekijää, jotka vaikuttavat timantin muihin osiin*: julkinen valta, sattuma* ja yritysten *monikansalliset liiketoimet*.[2] Klusterin kilpailukyky muodostuu timantin eri tekijöiden dynaamisesta vuorovaikutuksesta. Timantti muodostaa teollisuuden toimintaympäristön, johon vaikuttavat mm. talouden rakenne, tuotantotekijöiden saatavuus, makrotaloudelliset olosuhteet, kansanluonne ja moraalikäsitykset.

Parhaimmillaan timantin osat muodostavat toisiaan vahvistavan kokonaisuuden, klusterin kansainvälisen kilpailukyvyn perustan. Menestyvässä klusterissa toimiva yritys saa etuja, joiden saavuttaminen klusterin ulkopuolella olisi mahdotonta. Yrityksillä on tällöin hyvät edellytykset menestyä kilpailussa ja sopeutua markkinatilanteiden muutoksiin.

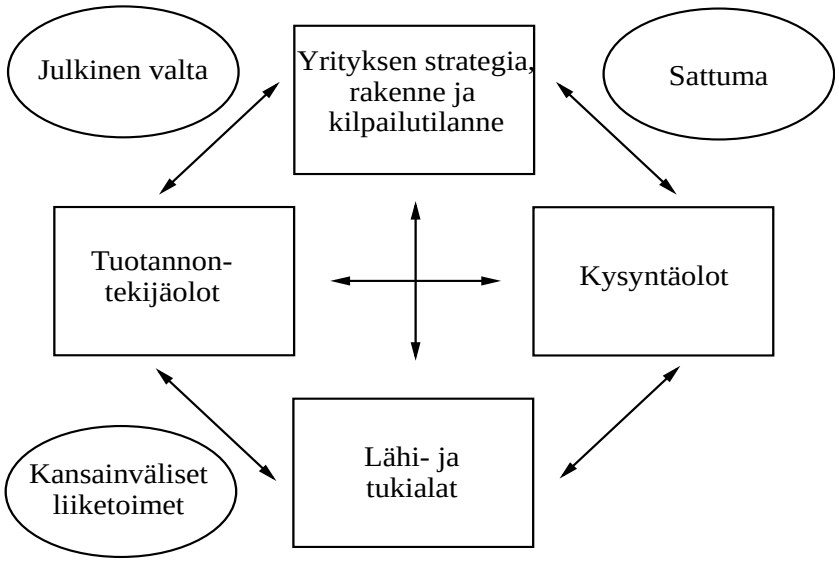
Maan *tuotannontekijöiden* saatavuudella, hinnalla ja laadulla on ratkaiseva merkitys toimialan kilpailukyvyn kannalta. Osa tuotannontekijöistä on perittyjä, kuten luonnonvarat ja ilmasto. Tuotannontekijöitä voidaan myös luoda panostamalla inhimilliseen ja fyysiseen pääomaan. Esimerkkejä luoduista tuotannontekijöistä ovat digitaalinen tietoliikenneverkko, energiahuolto, yliopistot ja tutkimus-

Kuvio 2.1 Porterin timanttimalli

---

[1] ETLAn vuosikymmenen alun hankkeissa klustereita hahmoteltiin hyödykeviennin perusteella. Klustereiden avaintuotteiksi määriteltiin hyödykkeet, joiden viennissä Suomen markkinaosuus on kansainvälisesti merkittävä. Näitä olivat mm. metsä-, viestintä- ja perusmetalliteollisuuden sekä energiateknologian tuotteet. Tämän jälkeen selvitettiin, mitä toimintoja tuotteiden valmistukseen liittyy, ja näin saatiin kokonaiskuva klusterin laajuudesta. Klusterien kilpailukyvyn analyysi perustui Porterin kehittämään *timanttimalliin*.

[2] Ks. kuvio 2.1.



Lähde: Porter 1990.

laitokset. Mitä erikoistuneempia ja kehittyneempiä tuotannontekijät ovat, sitä vaikeampaa on niiden jäljiteltävyys. Juuri vaikeasti jäljiteltävät, luodut tuotannontekijät ovat pitkäaikaisen kilpailuedun lähteitä. Kilpailukyvyn säilyminen edellyttää maalta tuotannontekijöiden jatkuvaa kehittämistä ja saatavuuden varmistamista.

Yrityksen kehittymisen kannalta keskeisimmässä asemassa ovat *vaativat asiakkaat*, joiden odotukset luovat paineen jatkuvalle tuotekehitykselle ja kannustimen läheiseen yhteistoimintaan. Yrityksen kansainvälistyminen ei välttämättä vähennä kotimarkkinoiden merkitystä liiketoiminnan kehityksen moottorina. *Kotimarkkinoiden kysynnän* luonne määrää usein, miten yritykset vastaanottavat ja tulkitsevat asiakkailta tulevia signaaleja ja miten ne reagoivat niihin. Kotimarkkinoiden koolla ei ole ratkaisevaa merkitystä; tosin pienet kotimarkkinat edellyttävät alusta lähtien globaalia toimintastrategiaa. Optimaalisessa tilanteessa kaikkein vaativimmat asiakkaat ovat kotimaisia. Tällöin kotimaisen kysynnän muutoksista voidaan tehdä johtopäätöksiä kysynnän yleisemmästä kehityksestä.

Kolmannen kilpailukyvyn osatekijän muodostavat kilpailukykyiset lähi- ja tukialat. *Lähialoilla* tarkoitetaan rinnakkaisia toimialoja, joiden suuntaan tarkasteltavalla toimialalla ja sen yrityksillä on sy-

nergisiä kytkentöjä. Lähialat täydentävät tuotteillaan klusterin avaintuotteita, tai niillä voi olla yhteisiä toimintoja ja teknologia-alueita. Klusterin kehityksen kannalta on olennaista, miten tutkimuslaitosten ja esimerkiksi toimialajärjestöjen kautta siirtyy tietoa eri aloilla oleville ja niille pyrkiville yrityksille. Tiedon siirtyminen laajentaa kilpailua ja monipuolistaa toimialarakennetta.

Tukialoilla tarkoitetaan avaintuotteiden valmistukseen panoksia toimittavia aloja. Panokset voivat olla raaka-aineita, välituotteita tai erilaisia yrityspalveluja. Klusterin kilpailukyvyn kannalta on tärkeää, että tukialat pystyvät toimittamaan tarvittavia panoksia alhaisin kustannuksin, nopeasti ja halutussa muodossa. Olennaisempaa kuitenkin on, että alihankintaverkostot edistävät innovatiivisuutta ja kehitystoimintaa. Avaintuotteiden valmistajat hyötyvät eniten, jos alihankkijat ovat kansainvälisesti kilpailevia yrityksiä.

Kilpailukenttä käsittää yritysten strategiat, kilpailun ja toimialan rakenteen. Kilpailun luonne on osaltaan seuraus liikkeenjohto- ja organisaatiokulttuureista, jotka syntyvät pitkän historiallisen kehityksen tuloksena. Alan kilpailutilanne on keskeinen kilpailukyvyn selittäjä, koska kilpailu pakottaa jatkuvaan kehitystoimintaan ja innovointiin. Kilpailuun tuotemarkkinoilla liittyy usein samanaikainen yhteistyö esimerkiksi tuotekehityksessä.

Kehittyville klustereille on tyypillistä joidenkin yritysten voimakas kasvu. Tästä seuraa, että pysyäkseen hengissä pienten yritysten on erikoistuttava kapeille segmenteille. Alan kypsyminen lisää paineita erikoistumiseen ja tuotedifferointiin. Uudelle alalle on tultava riittävä määrä yrityksiä, jotta se voi kehittyä kilpailukykyisen klusterin ytimeksi. Edellytyksenä on tällöin yritystoiminnan ja markkinoille tulon vapaus sekä kaupan vähäiset rajoitukset. Potentiaalista kilpailua lisäävät mahdolliset korvaavat tuotteet ja teknologiat, jotka pitävät yllä tuotekehityspaineita.

Alan kilpailutilanteeseen ja kannattavuuteen vaikuttavat edelleen alihankkija- ja asiakasalojen markkinarakenne. Keskittyneessä markkinarakenteessa monopoli- ja neuvotteluvoima on usein suuri, mikä saattaa vaikeuttaa alan kehittymistä. Uhkana voi olla myös asiakkaiden tai toimittajien integroituminen alalle.

Julkisen vallan rooli on tärkeä mutta rajallinen klustereiden kilpailukyvyn luomisessa; markkinoilla kilpailevat yritykset eivätkä valtiot tai kansantaloudet. Julkisen vallan yleisenä tehtävänä on luoda

suotuisa toimintaympäristö yksityiselle liiketoiminnalle. Tämä käsittää tasapuolisten kilpailuolosuhteiden luomisen, turvallisuus-, tuote- ja ympäristöstandardien asettamisen sekä yhteiskunnan perusrakenteen kuten tutkimuksen ja koulutuksen ylläpitämisen siten, että maa pysyy houkuttelevana tukikohtana kansainvälisesti kilpaileville yrityksille. Asiakkaana julkisen vallan tulisi olla vaativa ja ennakkoluuloton.

Yritysten toimintaympäristöön vaikuttavia *sattumatekijöitä* ovat mm. odottamaton tekninen läpimurto, tuotantopanosten äkilliset hinnanmuutokset ja poliittiset mullistukset. Yritykset, jotka pystyvät sopeuttamaan toimintansa ulkoisiin sokkeihin, ovat kilpailukykyisiä myös pitkällä aikavälillä[3].

Monikansallinen liiketoiminta on Porterin mukaan kansallisten timanttien laajentuma. Kansainvälistyneen yrityksen omistus on, toimialasta riippuen, yleensä toisarvoinen tekijä klusterin kilpailuetua luotaessa. Useimmilla yrityksillä on tukikohtamaa, jossa kilpailukyvyn ydin luodaan. Maiden kilpailuetua selitettäessä olennainen kysymys on, miksi jokin maa muodostuu monikansallisen yrityksen tukikohdaksi[4].

2.2 Energiaklusteri

Edellisessä energiaklusterin kilpailukykyä selvittävässä tutkimuksessa (Rouvinen, 1994) klusteria tarkasteltiin energiateknologian näkökulmasta. Näkökulman valintaa puolsi kaksi seikkaa: yhtäältä klusterin avaintuotteiden, ts. energiateknologian, vienti on informatiivinen ja helposti mitattavissa oleva suure[5]. Toisaalta vuosikymmenen alussa energiaklusteriin liittyvien muiden alojen vienti oli suhteellisen vähäistä tai niiden markkinat eivät olleet kehittyneet kansainvälisiksi.

Nykyään tilanne on toinen. Energiateknologiaan ja energialiiketoimintaan liittyvien palvelujen vienti on kasvanut voimakkaasti, ja

---

[3] Sattumatekijöiden vaikutuksia ei tässä tutkimuksessa tarkastella systemaattisesti.

[4] Monikansallistumista tarkastellaan tässä tutkimuksessa kysyntäoloihin, yritysten strategiaan ja kilpailutilanteeseen liittyvänä ilmiönä.

[5] Tämä koskee klusteritutkimusta yleisesti.

palvelutoiminta on saanut monikansallisia piirteitä. Euroopan energiamarkkinoiden vapautuminen, joka käynnistyi vuosikymmenen alussa, muuttaa energiayhtiöiden toimintaympäristöä kansallisesta kansainväliseksi ja mikä olennaisinta, kilpailulliseksi. Vaikka kilpailu on todellisuudessa rajoittunut vielä Pohjoismaiden ja Iso-Britannian alueelle, siirtymäkauden jälkeen kilpailun piiriin tulevat myös Euroopan maat.

Tässä tutkimuksessa energiaklusteria tarkastellaan laajasta näkökulmasta. Klusterin pääliiketoiminta-alueita ovat energiateknologian tuotanto, energialiiketoiminta sekä niihin liittyvä palvelutuotanto.[6] Energiateknologia ja energialiiketoiminta, jotka muodostavat erillisten aliklustereiden ytimen, ovat tutkimuksen painopistealueet. Palvelut ovat merkittävä mutta epäyhtenäisempi liiketoiminnan alue, ja niiden kokonaistarkastelu vaatisi erillisen selvityksen. Tässä yhteydessä tarkastelu kohdistuu keskeisimpiin palveluihin, joita käsitellään pääliiketoiminta-alueisiin kytkeytyvinä tukialoina.

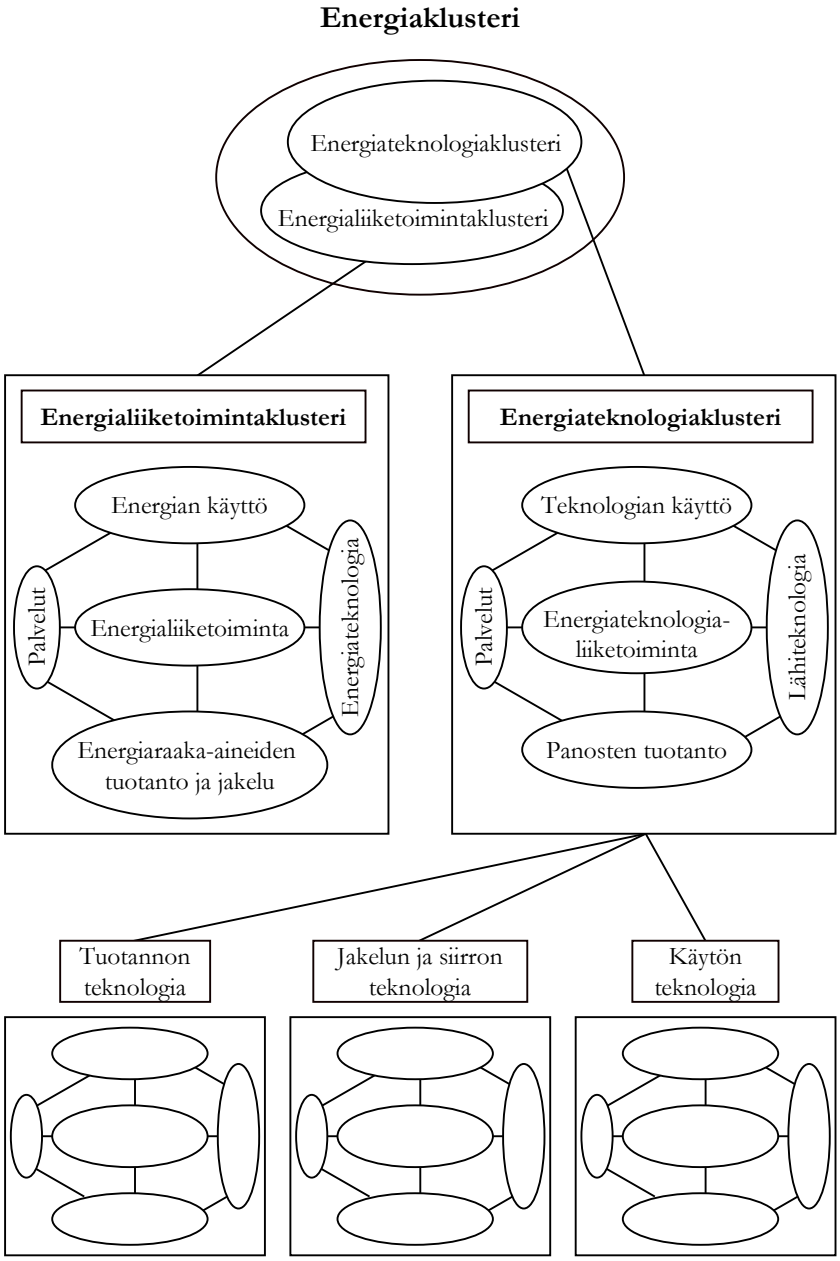
Energiateknologia jaetaan energian jalostusketjun mukaisesti kolmeen osa-alueeseen: energian tuotannon, siirron ja jakelun sekä energian käytön teknologiaan. Tuotannon teknologiasta yksityiskohtaisemman tarkastelun kohteeksi on otettu polttoprosessien teknologia, jota edustavat höyrykattilat ja dieselmoottorit. Siirron ja jakelun teknologiaa ovat kaukolämpöverkkoon sekä sähkön siirto- ja jakeluverkkoon liittyvä teknologia. Tarkastelun painopiste on tältä osin sähkön siirron ja jakelun teknologiassa. Energian käytön teknologia jakautuu yleisesti asumisen, teollisuuden ja palvelualojen käyttöteknologiaan ja -järjestelmiin. Tällä alueella erityishuomion ovat saaneet teollisuuden sähkökäytöt.

Energialiiketoiminnaksi on tässä tutkimuksessa määritelty sähkön ja lämmön tuotanto ja myynti sekä verkkoliiketoiminta, joka on alueellista, valvottua monopolitoimintaa. Myynti jakautuu edelleen tukku- ja vähittäismyyntiin. Olennainen osa energialiiketoimintaa oli aiemmin myös kantaverkkosiirto. Koska kantaverkkotoiminta on nykyisin eriytetty muusta liiketoiminnasta ja yhtiöitetty valtakunnalliseksi monopoliksi, se on määritelmällisesti energialiiketoimintaa tukevaa palvelutoimintaa.

---

[6] Ks. kuvio 2.2.

Kuvio 2.2 Energiaklusterin rakenne



Muita keskeisiä energialiiketoimintaan liittyviä palveluja ovat voimalaitosten käyttö ja kunnossapito, sähköverkkojen kunnossapito ja konsultointi[7]. Energiateknologiaa tukevista palveluista merkittävin on laiteinvestointeihin liittyvä engineering-toiminta. Kokonaisuudessaan palvelutoiminnoille on ominaista, että ne ovat omistuksellisesti integroituneet klusterin muihin liiketoiminta-alueisiin.

2.3 Energiateknologiahyödykkeet

Energiateknologia määriteltiin ensimmäisen kerran systemaattisesti edellisessä energiaklusteritutkimuksessa (Rouvinen, 1994). Tämän tutkimushankkeen eräs osatehtävä on energiateknologian uudelleen määrittely siten, että uusi määritelmä on yhteensopiva tarkasteltavan klusterin kanssa. Tavoitteena on myös energiateknologia-käsitteen ja sen kattavuuden tarkentaminen siinä määrin kuin se käytettävissä olevan tilastoaineiston perusteella on mahdollista. Samoin kuin edellisessä klusteritutkimuksessa uusi teknologiamääritelmä perustuu ulkomaankauppatilastoissa käytettyyn hyödykejaotteluun.

Määritelmän peruslähtökohtia ovat teknologinen kilpailukyky, sitä edistävät kytkennät energiaklusterissa ja tilastoaineiston saatavuus. Tästä seuraa, että tarkasteltavan hyödykejoukon ulkopuolelle jää merkittäviä energiateknologiana pidettyjä tuotteita. Näistä mainittakoon liikenteen teknologia, kuten ajoneuvojen moottorit ja liikenteen polttoaineet, joiden valmistuksessa Suomessa on korkeatasoista osaamista ja kansainvälisesti kilpailukykyistä teollisuutta.

Toinen merkittävä rajaus koskee energiaraaka-aineiden tuotantoteknologiaa. Tutkimuksen ulkopuolelle on jätetty raakaöljyn, maakaasun, turpeen, biopolttoaineiden ja kivihiilen tuotantoon, jatkojalostukseen ja jakeluun liittyvät teknologiat, jotka edustavat määritelmällisesti energiaklusterin tukialojen teknologiaa. Kuten tunnettua Suomessa on kilpailukykyistä konepajateollisuutta myös näillä teknologia-alueilla.

---

[7] Huolto ja kunnossapito on energiateknologian valmistuksen näkökulmasta lähiala, jolle alan yritykset ovat laajentuneet. Palvelutoiminta kohdistuu tällöin lähinnä yksittäisiin komponentteihin.

Energiateknologian keskeisiä tuoteryhmiä ovat mm. voimalaitosten ja kaukolämpöjärjestelmien putkistot, venttiilit, pumput sekä voimalaitosten nosturit ja teräsrakenteet. Tilastoissa niitä ei ole kuitenkaan erotettu vastaavista tuotteista muissa käyttötarkoituksissa, joten ne on jätetty määritelmän ulkopuolelle.

Taulukossa 2.1 on esitetty tiivistetysti uusi energiateknologian tuotejoukko. Vanhaan määritelmään verrattuna sitä on laajennettu kaikkiaan 26:lla SITC:n 5-numerotason hyödykeryhmällä. Niistä merkittävimmät ovat laivojen moottorit, rakennusten ja infrastruktuurin lämmitys- ja valaistusjärjestelmät, energian mittauksen teknologia sekä voimalaitosten savukaasujen puhdistuslaitteet. Mukaan on lisäksi otettu ajoneuvojen sähkötekniikka, joka on teknologisesti lähellä muuta sähkötekniikkaa. Uudessa määritelmässä e*nergiantuotannon teknologiaa* edustavat

- höyry- ja vesikattilat (ml. soodakattilat ja lämmön talteenottokattilat) ja niiden apulaitteet
- sähkön ja lämmön tuotannossa käytetyt dieselmoottorit ja laivojen dieselmoottorit
- ydinreaktorit
- höyryturbiinit, vesiturbiinit ja kaasuturbiinit, jotka muuttavat energian pyörimisliikkeeksi
- generaattorit, jotka muuttavat pyörimisliikkeen sähköenergiaksi
- kaasujen suodatus ja puhdistuslaitteet

Tilastoissa esiintyvän generaattoriyhdistelmät-ryhmän tuotteita ovat pääasiassa voimalaitoskäyttöön tarkoitetut dieselmoottori-generaattoriyhdistelmät. Laivojen dieselmoottorit on sisällytetty määritelmään, koska ne ovat voimantuotantoyksikköinä merkittäviä ja muistuttavat teknologialtaan voimalaitoksia.

Energian *siirron ja jakelun teknologiaa* ovat mm. kaukolämpöputket, putkistojen laitteet ja sähkönsiirtoverkon kannatinrakenteet. Tilastointiongelmien vuoksi ne on jouduttu jättämään määritelmän ulkopuolelle. Sen sijaan uuteen määritelmään on otettu

- muuntajat, kuristimet, induktorit
- erilaiset sähkövirtapiirin kytkentä-, katkaisu-, eristys-, varoke-, rele-, yms. laitteet

- sähkölanka, kaapelit, johtimet
- energian ja sähkösuureiden sekä säteilyn mittaamiseen käytettävät laitteet (osa laitteista kuuluu energian käytön teknologiaan)

Muihin teknologiaryhmiin verrattuna *energian käytön teknologia* ei ole määritelmällisesti yhtä yksiselitteinen. Laajimmillaan se käsittää rakennusten, palvelutoiminnan, liikenteen, infrastruktuurirakenteiden sekä teollisuuden energiaa käyttävät laitteet ja järjestelmät. Näin tulkittuna määritelmä kattaisi mm. Suomen teollisuudessa merkittävät paperin ja paperimassan valmistukseen käytettävät koneet ja laitteet, mikä nostaisi olennaisesti Suomen sijoitusta energiateknologiaan erikoistuneiden maiden joukossa.

Tässä tutkimuksessa energian käytön teknologia on määritelty suppeammin. Pyrkimyksenä on ollut energian käytön teknologian erottaminen tuotantoteknologiasta, mikä useilla aloilla onkin mahdollista. Tiedetään esimerkiksi, että yli puolet maailman sähköntuotannosta käytetään sähkömoottoreissa, jotka edustavat energia- ja tuotantoteknologian rajapintaa. Kattavaan valmistusprosessien erittelyyn ei tässä projektissa ollut kuitenkaan mahdollisuuksia. Uuteen määritelmään on sisällytetty tyypillisimmät energian käytön laitteet ja komponentit, joita ovat

- sähkömoottorit ja niitä ohjaavat taajuusmuuttajat[8]
- teollisuus- ja laboratoriouunit
- akut ja patterit
- ajoneuvojen sähkölaitteet
- erilaiset lämmönsäteilylaitteet, radiaattorit (kuten lämpöpatterit)
- valaisinlaitteet ja lamput.

[8] Tuotteet kuuluvat myös voimalaitosten perusteknologiaan esim. venttiileiden, tuulettimien ja pumppujen käytössä.

Taulukko 2.1 Energiateknologian koostumus ja vienti 1995, milj. USD.

SITC	Tavararyhmän nimi	Suomi	OECD	Suomi %
711	Höyrykattilat yms. sekä apulaitteet ja osat	123 412	2 721 940	4,53 %
712	Höyryturbiinit ja niiden osat	376	2 489 791	0,02 %
71333	Laivanmoottorit, diesel ja puolidiesel	48 358	1 593 984	3,03 %
71392	Osat diesel- ja puolidiesel-moottoreihin	106 102	8 383 601	1,27 %
7148+9*	Muut kaasuturbiinit ja osat	2 097	8 209 547	0,03 %
716-5*	Sähkögeneraattorit, -moottori ja osat	284 107	14 143 287	2,01 %
7165	Dieselgeneraattori- ja muut generaattoriyhdistelmät	408 659	4 388 279	9,31 %
7181	Hydrauliset turbiinit ja niiden osat	2 014	514 403	0,39 %
718	Ydinreaktorit, niiden osat ja polttoaine-elementit	1	995 077	0,00 %
7412	Tulipesäpolttimet ja polttoaineiden syöttölaitteet	15 220	1 163 541	1,31 %
7413	Teollisuus- ja laboratorio-uunit ja niiden osat	27 941	4 428 924	0,63 %
7417	Kaasugeneraattori- ja tislauslaitteet, lämmönvaihtimet	30 860	3 077 275	1,00 %
74369	Kaasujen suodatus- ja puhdistuslaitteet sekä tarvikkeet	29 072	3 118 085	0,93 %
771-21*	Muuntajat, kuristimet, muut induktorit	206 082	8 579 863	2,40 %
77121	Staattiset muuttajat	371 413	5 295 951	7,01 %
772	Sähkövirtapiirin kytkentä- yms. laitteet	271 246	50 547 961	0,54 %

Comment [hhe1]: Julkaisuun näistä tulee vuoden 1996 luvut, jos saamme tilastot kattavasti kaikista OECD-maista. Lisäksi luvut lienee parempi esittää markoissa.

773	Eristetty sähkölanka, kaapelit, johtimet yms.	209 652	20 254 205	1,04 %
7781	Patterit ja akut	187 108	8 695 900	2,15 %
7782	Hehku- ja purkauslamput	7 608	5 447 951	0,14 %
7783	Polttomoottorien ja ajoneuvojen sähkölaitteet	23 260	10 379 556	0,22 %
7786	Kondensaattorit	36 447	6 843 582	0,53 %
8121	Radiaattorit, keskuslämmityskattilat yms. sekä osat	87 092	3 653 955	2,38 %
8131	Valaisimet ja valaistustarvikkeet	97 394	6 132 109	1,59 %
8731	Neste-, kaasu- ja sähkömittarit sekä tarvikkeet	18 564	1 245 106	1,49 %
8747	Sähkösuureiden ja säteilyn mittauskojeet	30 514	7 752 274	0,39 %
	Yhteensä	2 624 600	190 056 145	1,38 %

** 7148+9 kattaa molemmat tavararyhmät 7148 ja 7149. 716-5 kattaa tavararyhmän 716 lukuunottamatta viennin arvoltaan isoa tavararyhmää 7165 dieselgeneraattori- ja muut generaattoriyhdistelmät, joka on esitetty erikseen. 771-21 kattaa tavararyhmän 771 lukuunottamatta viennin arvoltaan suurta tavararyhmää 77121 staattiset muuttajat, joka on esitetty erikseen.*

2.4 Energiaklusterin keskeisiä yrityksiä

Kokonaisuutena tarkastellen energiaklusterin toimialarakenne on varsin keskittynyt, mikä on tyypillistä muillekin Suomen vahvoille klustereille. Energiateknologian tuotannossa keskittynyt rakenne on ollut seuraus lähinnä yritysten sisäisestä kasvusta. Globaalisti tarkasteltuna ala on viime vuosina keskittynyt voimakkaasti monikansallisten yrityskauppojen seurauksena, joihin myös kotimaiset yritykset ovat osallistuneet. Merkittävimmistä yrityksistä Wärtsilä NSD on nykyään ainoa kotimaisessa omistuksessa oleva yhtiö.

Energialiiketoiminnassa markkinarakenne on yleisesti hajautuneempi. Sähköntuotannossa neljän suurimman tuottajan osuus on noin 70 %, ja tukkusähkön tuotannossa keskittyminen on ollut tätäkin voimakkaampaa. Sen sijaan energian vähittäismyynti- ja verkkotoiminnassa markkinarakenne on ollut hajautunut, etenkin kan-

sainvälisesti vertailtuna[9]. Verkkoyhtiöitä lukuunottamatta energiayhtiöiden kasvu oli vielä 1990-luvulle tultaessa pääosin sisäistä, mutta tällä vuosikymmenellä keskittymisen kasvuun ovat vaikuttaneet ensisijaisesti sähköyhtiöiden ja metsäteollisuuden yrityskaupat.

Keskittymisen ja ulkomaisen omistuksen lisäksi energiaklusterille on ominaista, että suurimmat yritykset toimivat vähintään kahdella klusterin kolmesta em. pääliiketoiminta-alueesta. PVO:n, Helsingin Energian ja nykyisin Fortumiin kuuluvan IVOn päätoimiala on energialiiketoiminta, mutta ne ovat viime vuosina diversifioituneet palvelutoimintaan. Fortum on lisäksi kehittänyt uutta tuotantoteknologiaa. Myös suurimmat teknologiayritykset ABB, Wärtsilä NSD, Foster Wheeler ja Kvaerner Pulping ovat lisänneet palvelujen tarjontaa, ja Wärtsilä NSD ja Foster Wheeler ovat laajentuneet energialiiketoimintaan ulkomaisissa voimalahankkeissaan.

Edellä mainittujen yritysten yhteenlaskettu osuus klusterin pääliiketoimintojen kokonaisliikevaihdosta on arviolta 60 – 70 %. Foster Wheeleriä lukuunottamatta niiden edustajat ovat toimineet tutkimushankkeen johtoryhmässä. Siihen on osallistunut myös energiaklusterin monialayrityksenä tunnettu Neste Oy, Fortumin toinen osapuoli.

Energialiiketoiminta

Ennen sulautumistaan vuonna 1998 perustettuun Fortum-yhtymään **IVO-yhtiöt** oli ruotsalaisen Vattenfallin jälkeen Pohjoismaiden suurin energiayhtiö[10]. Vuonna 1997 IVOn liikevaihto oli 13.8 mrd mk, josta energialiiketoiminnan osuus oli 78 %. Yhtiön muut liiketoiminta-alueet ovat käyttö ja kunnossapito, engineering, energiamittaus ja kantaverkkopalvelut, joka myytiin Suomen Kantaverkko Oyj:lle vuonna 1997.

IVOn osuus Pohjoismaiden sähköntuotantokapasiteetista oli vuonna 1997 noin 10 %, ja Suomessa vastaava osuus oli 20 %. Yhtiön tuotantokapasiteetti Pohjoismaissa on noin 8500 MW kattaen monipuolisesti energian päätuotantomuodot, joista tärkeimmät ovat ydin- ja vesivoima. Lisäksi IVOlla on huomattava määrä te-

---

[9] Verkkoyhtiöitä on tällä hetkellä runsas 100.

[10] Yhtiön kuvaus vastaa suurin piirtein IVOn osuutta nykyisessä Fortumissa.

ho-osuuksia Suomessa ja ulkomailla sijaitsevista voimalaitoksista. Yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon osuus yhtiön sähkön kokonaistuotannosta on noin 20 %.

Yksi IVOn strategioista Suomessa on ollut vertikaalinen integraatio sähkön jakelutoimintaan, mitä on toteutettu useilla yrityskaupoilla. Kotimaan markkinointia varten se on perustanut IVO Partnerit -renkaan, johon kuuluu ostettujen yhtiöiden lisäksi itsenäisiä jakelijoita. Suomen ohella liiketoimintaa on laajennettu voimakkaasti muillakin vapautuneiden sähkömarkkinoiden alueilla. Ruotsissa IVO on kasvanut maan toiseksi suurimmaksi energiayhtiöksi sen ostettua Gullspång Kraftin ja Stockholms Energin[11]. Isossa-Britanniassa se toimii omistajana merkittävissä maakaasuvoimalahankkeissa, minkä lisäksi sen on onnistunut tunkeutumaan vaikeapääsyisille Saksan energiamarkkinoille tuottajana ja myyjänä. IVO on laajentanut omistustaan myös Unkarissa, ja Euroopan ulkopuolella se on osallisena mm. Aasian IPP-hankkeissa.[12]

IVOn käyttö- ja kunnossapitoliiketoiminnasta vastaa IVO Tuotantopalvelut -konserni, joka myy palvelujaan IVOlle ja ulkopuolisille asiakkaille. Liiketoiminta kattaa laajasti voimalaitosten käyttöpalvelun ja tehtaiden kunnossapitopalvelun, joka perustuu yksittäisiin toimeksiantoihin ja pitkäaikaisiin sopimuksiin. Suomessa toimintaa on laajennettu mm. yritysostoin, ja IVOn energiatuotannon kansainvälistymisen myötä viennin merkitys on kasvanut. Vuonna 1997 konsernin liikevaihto oli 1092 Mmk, josta ulkopuolisen myynnin osuus oli 43 %.

IVO Power Engineering -konsernin toiminta käsittää energian tuotannon ja siirron teknologiatoimitukset, investointiprojektien suunnittelun ja toteutuksen sekä konsultointipalvelut. IVO Power Engineeringin liiketoiminta on jaettu neljään tulosvastuulliseen yksikköön, joista suurimmat ovat voimalaitos- ja voimansiirtoyksikkö. Voimalaitosyksikön erikoisalueena on yhdistetty sähkön ja lämmön teknologia ja siihen liittyvien uusien teknologisten ratkaisujen kehittäminen. Voimansiirtoyksiön liiketoimintaa on sähkön siirron ja jakelun engineering-toiminnan ohella rautateiden sähköistys, josta vastaa Sähköradat Oy ja antennimastojen rakentami-

---

[11] Näistä yhtiöistä muodostettiin Birka Energi AB vuonna 1998.

[12] IPP eli Independent Power Producer tarkoittaa itsenäistä voimantuottajaa.

nen, mistä vastaa Transmast Oy. Muita engineering-yksikköjä ovat ydinvoima- ja vesivoimayksikkö.

IVOn engineering-toiminnan luonne on 1990-luvulla muuttunut olennaisesti. Vuosikymmenen alussa projektitoiminta oli etupäässä yhtiön sisäistä, ja ulkopuolisille asiakkaille myytiin lähinnä konsultointipalveluja. Vuoden 1993 yhtiöittämisen jälkeen liiketoiminnan volyymi ja vienti on kasvanut voimakkaasti, ja sisäisen myynnin osuus liikevaihdosta on jatkuvasti vähentynyt. Vuonna 1997 konsernin liikevaihto oli 2152 Mmk, josta viennin ja ulkomaan toimintojen osuus oli 58 %. Sisäisen kasvun ohella yhtiö on laajentunut lähimarkkinoilla tekemillään yritysostoilla. Se on alallaan Pohjoismaiden suurin yritys.

Neljäs IVO-yhtiöiden liiketoiminta-alue on energian mittaus, josta vastaa Enermet-konserni. Yhtiö valmistaa ja myy energian mittauksessa ja sähkön käytön ohjaamisessa tarvittavia laitteita, järjestelmiä ja palveluita. Enermetin asiakkaita ovat teollisuus, sähköyhtiöt ja vapautuneiden markkinoiden alueella myös kiinteistöt ja taloyhtiöt. Yhtiöllä on tuotantoa Suomen lisäksi mm. Ruotsissa.

Suomen toiseksi suurin energiayhtiö **PVO-yhtiöt** on teollisuuden omistama sähkön ja lämmön tuottaja. Vuonna 1997 yhtiön liikevaihto oli 2,8 mrd mk ja sähkön tuotanto 16 TWh. PVO:n tuotantokapasiteetti on 1990-luvulla yli kaksinkertaistunut, mikä on pääosin johtunut teollisuuden omistaman energiatuotantokapasiteetin keskittämisestä PVO:lle. Myös PVO:n omistus on keskittynyt voimakkaasti metsäteollisuuden fuusioiden seurauksena. UPM-Kymmenen ja Stora Enson yhteinen omistusosuus on lähes 70 %.

IVOn toimintaperiaatteista poiketen PVO:n tehtävänä on tuottaa omistajilleen edullista energiaa omakustannushintaan. PVO:n sähkön tuotanto, jonka osuus Suomen kokonaistuotannosta on noin 25 %, on hajautettu 8:lle tytäryhtiölle. Merkittävimmät tuotantomuodot ovat ydinvoima, jonka tuotannosta vastaa PVO:n 56 %:sesti omistama Teollisuuden Voima Oy, sekä lauhde- ja vastapainevoima, jota tuotetaan hiilellä, turpeella, biopolttoaineilla ja maakaasulla. Näiden tuotantomuotojen osuus PVO:n kokonaiskapasiteetista on noin 70 %. IVOn ohella PVO on Suomen merkittävin vesivoiman tuottaja.

Ennen Suomen Kantaverkko Oyj:n perustamista PVO:n tytäryhtiö Teollisuuden Voimansiirto Oy vastasi kantaverkon läntisen osan

PVO-Palvelut Oy – energiaklusterin uusi palveluyhtiö

Palvelujen kasvavaa merkitystä kuvastaen PVO:ssa toteutettiin mittava organisaatiouudistus, jossa PVO:n palvelutoiminnot eriytettiin uuteen Pohjolan Voiman omistamaan alakonserniin, *PVO-Palvelut Oy*:öön. Vuoden 1999 alussa toimintansa aloittaneen yhtiön palveluksessa on yli 200 työntekijää, ja sen liikevaihto on noin 250 Mmk. Kuten aiemmin sähkön ja lämmön tuotantoyhtiöt ovat edelleen Pohjolan Voiman omistuksessa.

PVO-Palvelut Oy:n liiketoiminnasta vastaa kaikkiaan kuusi tytäryhtiötä. Vanhoista yhtiöistä siihen kuuluvat *Länsi-Suomen Yhteiskäyttö Oy*, *PVO-Engineering Oy*, *Ramse Consulting Oy* sekä *Powertechnics Oy*. Länsi-Suomen Yhteiskäyttö Oy vastaa PVO:n voimalaitosten tuotannon säädöstä ja PVO:n sekä sen osakkaiden lyhytaikaisesta sähkökaupasta. Yhtiö tarjoaa palveluitaan myös konsernin ulkopuolelle. PVO-Engineering Oy vastaa voimalaitosten ja sähköverkkojen suunnittelusta yhdessä Powertechnics Oy:n kanssa. Ramse Consulting on teollisuuden tietohallinnon, käynnissäpidon ja riskienhallinnan konsultointiyhtiö, jonka tärkeimpiä asiakastoimialoja ovat metsäteollisuus ja voimantuotanto.

Uusia tytäryhtiöitä ovat *Power-IT Oy* ja *Power-OM Oy*. Näistä Power-IT Oy keskittyy energiajärjestelmien tietotekniikkaosaamisen ylläpitoon ja kehittämiseen sekä tietojärjestelmäpalveluihin. Power-OM Oy kehittää ja tarjoaa voimanlaitosten käynnissä- ja kunnossapidon palveluita.

PVO-Palvelut Oy:lle siirtyi lisäksi PVO:n *osakkuusyhtiöiden Teollisuuden Sähkönmyynti Oy*:n, *Suomen Voimatekniikka Oy*:n sekä *Fincopower Oy*:n osakkeet. Suomen Voimatekniikka Oy on erikoistunut voimansiirto-, jakelu- ja televerkkojen asennustoimintaan ja urakointiin. Yksi sen tärkeimmistä asiakkaista on Suomen Kantaverkko Oyj. Fincopower Oy:n päätoimialana on omistajiensa jakeluverkkoyhtiöiden tarvikehankintojen ja verkkostandardien sekä muun logistiikan kehittäminen (ks. luku 5.3).

Uusi palveluyhtiö kattaa aiempaa paremmin voiman tuotantoon ja jakeluun liittyvät palvelut. Palvelutoimintojen eriyttämisellä PVO selkiytti tuotannollisten ja palvelutoimintojen työnjakoa ja tiivisti yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa. Tavoitteena oli myös tehostaa palveluyhtiöiden kilpailukykyä muuttuvilla energiamarkkinoilla.

käytöstä, valvonnasta ja tasehallinnasta[13]. Nämä tehtävät jäivät PVO:n omistamalle Länsi-Suomen Yhteiskäyttö Oy:lle, kun kanta-

[13] IVOn vastaavista toiminnoista muun kantaverkon osalta vastasi IVO Voimansiirto Oy. Vuoden 1997 elokuussa IVS ja TVS myivät liiketoimintansa Suomen Kantaverkko Oyj:lle.

verkkopalvelut keskitettiin Suomen Kantaverkko Oyj:lle. Länsi-Suomen Yhteiskäytön muita palvelumuotoja ovat konsernin voimalaitosten tuotannon ohjaus, sähkön hankintaan liittyvät käyttökeskuspalvelut, mittaus- ja energiaselvityspalvelut, sähköverkkojen valvonta sekä valtakunnantason taseselvityspalvelut. Palveluja myydään konsernin ohella PVO:n osakkaille ja muille sähkömarkkinoilla toimiville osapuolille.

PVO:n engineering-toiminta yhtiöitettiin vuonna 1996, kun PVO:n ja Teollisuuden Voiman teknisestä suunnittelusta muodostettiin PVO-Engineering Oy. Rakenteensa suhteen yhtiö muistuttaa IVO Power Engineeringiä, mutta sen liiketoiminnan volyymi[14] on selvästi pienempi. Muista eroista todettakoon, että PVO:n engineering-toiminta ei ulotu ydinvoimatekniikkaan ja voimalaitosten turn key -toimituksiin.[15] Energiajärjestelmiin liittyvällä tietotekniikalla on PVO-Engineeringissä vastaavasti keskeisempi asema.

Helsingin Energia on Helsingin kaupungin omistama liikelaitos ja tuotantokapasiteetiltaan maan kolmanneksi suurin energiayhtiö[16]. Vuonna 1997 yrityksen liikevaihto oli 2,2 mrd mk ja oma sähkön tuotanto noin 4 TWh. Yhtiön päätuotantolaitokset sijaitsevat Helsingissä. Salmisaaren ja Hanasaaren voimaloissa tuotannon polttoaineena on kivihiili, ja Vuosaaressa toimii kaksi maakaasukäyttöistä kombivoimalaa. Voimaloiden toiminta perustuu sähkön ja lämmön yhteistuotantoon, missä Helsingin Energia on Suomen ja Euroopan johtavia yrityksiä. Oman tuotannon ohella sillä on tehoosuuksia ydin-, vesi-, lauhde- ja tuulivoimasta eri puolella maata.

Helsingin Energian pääliiketoiminta-alueita ovat sähkön tuotanto ja myynti, verkkoliiketoiminta, kaukolämmön tuotanto ja myynti sekä maakaasun myynti. Yhtiön sähkön myynti oli ennen sähkömarkkinoiden vapautumista keskittynyt pääkaupunkiseudulle, mutta nykyään merkittävä osa sähkötoimituksista suuntautuu Helsingin ulkopuolelle. Yhtiön suurimpia asiakkaita on Valtion Rautatiet, joka ostaa tarvitsemansa sähkön pääasiassa Helsingin Energialta. Kaukolämmön ja maakaasun myynti on keskittynyt pääkaupunkiseudulle.

---

[14] Noin 80 Mmk.

[15] PVO:n ydintekninen osaaminen on keskitetty Teollisuuden Voimaan.

[16] Osuus Suomen sähkömarkkinoista on noin 7 %.

Fortum-konsernin syntyvaiheet

IVOn ja Nesteen yhdistymisprosessi käynnistyi virallisesti vuonna 1997, kun hallituksen talouspoliittinen ministerivaliokunta hyväksyi 16.12. kauppa- ja teollisuusministeriön esityksen uuden energiakonsernin muodostamisesta. Aiemmin syksyllä KTM oli yhdessä IVOn ja Nesteen kanssa selvittänyt vaihtoehtoja ja toimenpiteitä, jotka vahvistaisivat yhtiöiden ja samalla koko suomalaisen energiasektorin kilpailukykyä avautuvilla pohjoismaisilla ja eurooppalaisilla energiamarkkinoilla. Uuden yhtiön oli määrä keskittyä energialiiketoimintaan.

Suuremman yrityskoon tuoman kilpailukyvyn ohella yhdistymistä perusteltiin mm. synergiaeduilla, joista osa liittyi yritysten vertikaalisesti kytkeytyviin liiketoimintoihin. Nesteellä oli monopoliasema maakaasun tuonnissa, ja vastaavasti IVO oli maakaasun merkittävimpiä käyttäjiä Suomessa. Yhdistyminen parantaisi siten mahdollisuuksia maakaasuvoimaloiden ja -verkon lisärakentamiseksi ja siten maakaasu-, sähkö- ja lämpöliiketoiminnan laajentamiseksi Suomessa ja muualla Euroopassa. Yhtiöillä oli lisäksi monia toimintoja, jotka yhdistämällä voitiin saavuttaa mittakaava- ja yhteistuotannon etuja. Näitä olivat mm. markkinointi, tutkimus ja kehitys, engineering sekä käyttö ja kunnossapito.

Yhdistymisen ensimmäisessä vaiheessa perustettiin holdingyhtiö, johon myöhemmin siirrettäisiin Imatran Voima Oy:n ja Neste Oy:n osakkeet. Yhtiön perustamisvaiheessa 30.1.1998 sen nimeksi valittiin IVO-Neste Yhtymä Oy, joka muutettiin Fortum Oyj:ksi 17.6.1998. Organisatorisesti Fortum koostui IVO- ja Neste-konserneista, jotka olivat Fortumin täysin omistamia tytäryhtiöitä. Yhdistymishetkellä valtion omistus Fortumista oli 97,5 %, jota vähennettiin pörssiin menolla 77,6 %:iin vuonna 1998.

Euroopan unionin komissio hyväksyi Fortumin muodostamisen 2.6.1998. Päätöksessään komissio edellytti kuitenkin Nesteen omistuksen vähentämistä Gasum Oy:stä 25 %:iin, mikä oli toteutettava 2.6.1999 mennessä. Vaatimus muutti siten osittain mahdollisuuksia synergiaetujen hyödyntämiseksi.

Elokuussa 1998 päätettiin Fortumin nykyisten liiketoimintojen järjestämisestä viideksi liiketoiminta-alueeksi, jotka ovat Öljy ja kaasu, Sähkö ja lämpö, Käyttö ja kunnossapito, Engineering sekä Kemia. Näistä Öljy ja kaasu sekä Kemia olivat Nesteen ja muut liiketoiminnat pääosin IVOn toimialoja.

Konserni aloitti toimintansa uuden rakenteensa mukaisesti 1.1.1999. Maaliskuun alussa nimet IVO ja Neste siirtyivät historiaan, mikä oli symbolisesti merkittävä muutos. Tytäryhtiöistä Nesteen liiketoiminnot siirrettiin **Fortum Oil and Gas Oy**:lle ja IVOn liiketoiminnot **Fortum Power and Heat Oy**:lle, **Fortum Engineering Oy**:lle ja **Fortum Service Oy**:lle. Aiemmin helmikuussa kemian liiketoiminta oli yhtiöitetty Neste Chemicals Oy:ksi, josta yhtiö on päättänyt luopua lähiaikoina.

Gasumin uudesta omistusrakenteesta tiedotettiin 20.5.1999. Komission hyväksymässä osakejärjestelyssä saksalaisesta Ruhrgasista tuli yhtiön merkittävä osakas 20 % osuudella. Metsä-Serlan, Stora Enson ja UPM-Kymmenen muodostama yhteenliittymä osti Gasumista 6 %, millä vahvistettiin teollisuuden PVO:n neuvotteluasemia polttoaineen hankinnassa. Suunnitelman mukaisesti valtion osuudeksi jäi 25 %, ja Fortumin sekä Gaspromin kummankin osuudeksi 25 %.

Fortumin vuoden 1998 liikevaihto oli 50,5 mrd mk, mikä ylittää moninkertaisesti energiaklusterin seuraavaksi suurimpien yritysten Wärtsilä NSD:n ja ABB:n liikevaihdon. Kokonsa ja asemansa takia yhtiön toimilla ja niihin kohdistuvilla odotuksilla on siten suuri vaikutus kilpailijoiden ja yhteistyökumppaneiden strategisiin päätöksiin.

Keväällä 1999 Fortum ilmoitti, että sen painopistealueita ovat öljyn ja kaasun sekä sähkön ja lämmön liiketoiminta-alueet. Suunnitteilla on perustaa ns. Energiatalo, joka hyödyntää synergiaetuja energiatuotteiden markkinoinnissa. Julkilausuma antoi siten uutta pontta kunnossapito- ja engineeringtoiminnan tulevaisuutta koskeville pohdinnoille. Toiminta on kansainvälisesti poikkeuksellisen laajaa, ja sen myyminen olisi sopusoinnussa myös kotimaisen ulkoistamiskehityksen kanssa.

Yhtiön muita liiketoiminta-alueita ovat huolto- ja kunnossapitotoiminta ja konsultointipalvelut, joita tarjotaan myös ulkopuolisille asiakkaille. Konsultointitoiminta on luonteeltaan asiantuntijapalvelujen myyntiä kaukolämpö- ja yhteistuotantoprojektien yhteydessä. Sähköverkon rakentamista ja kunnossapitoa varten Helsingin Energia perusti yhdessä Vantaan Energian kanssa yhteisyrityksen Suomen Energia-Urakointi Oy:n vuonna 1998. Samana vuonna Helsingin Energia osti 40 % osuuden Vantaan Energiasta.

IVOn tapaan Helsingin Energialla on laajentumissuunnitelmia Baltian alueella. Yhtiö on mukana Suomenlahden yli ulottuvassa sähkökaapelihankkeessa, ja se tehnyt aiesopimuksen Eesti Energian ja kaukolämpöyhtiö Tallinna Soojuksen kanssa maakaasukäyttöisen yhteistuotantovoimalan rakentamisesta Tallinnaan. Suomeen tuotavalla sähköllä voitaisiin korvata Helsingissä tuotettavaa hiililauhdesähköä ja siten vähentää hiilidioksidipäästöjä.

Fortum-yhtymän toinen osapuoli **Neste** oli vuonna 1997 Suomen kolmanneksi suurin yritys 46 mrd mk:n liikevaihdollaan. IVOn ohella Neste toimii kaikilla energiaklusterin pääliiketoiminta-aloilla, minkä lisäksi se on energiaraaka-aineiden toimittaja ja

energian käyttäjä. Klusterin toimintojen suhteen yritys on merkittävin juuri polttoaineiden tuottajana ja toimittajana.

Nesteen *Öljy*-toimiala käsittää raakaöljyn hankinnan, jalostuksen, myynnin ja jakelun, ja vuonna 1997 sen osuus oli 80 % konsernin kokonaisliikevaihdosta. Yhtiön Suomessa toimivien kahden jalostamon tuotteita käytetään liikenteessä, lämmityksessä, maataloudessa, teollisuudessa ja energiantuotannossa. Suomessa Neste on öljytuotteiden vähittäis- ja suoramyynnin markkinajohtaja, ja toiminta on aktiivista myös muissa Itämeren maissa. Toimialaan kuuluu lisäksi öljytrading, jonka osuus toimialan liikevaihdosta on 1990-luvulla laskenut voimakkaasti.

Nesteen toiseksi suurin toimiala on *Kemia*, jonka pääliiketoiminta-alueita ovat liimahartsien ja pinnoitteiden tuotanto teollisuudelle. Toimialasta vastaavan Neste Chemicalsin Porvoon tehtaat yhdessä Borealiksen Porvoon tehtaiden kanssa kuuluvat Suomen suurimpiin kemianteollisuuden energian käyttäjiin. Vuonna 1997 Neste osti itävaltalaisen Krems Chemie AG:n, mikä vahvisti sen asemaa hartsien markkinoilla. Toimiala käsittää kaikkiaan 36 tuotantolaitosta 17 maassa.

Energia-toimiala sijoittui 3700 Mmk liikevaihdollaan Nesteen toimialoista kolmannelle sijalle vuonna 1997. Sen liiketoiminta koostuu maakaasun ja nestekaasun myynnistä ja jakelusta, energiantuotannosta ja energiateknologian tuotannosta ja myynnistä. Suurin liiketoimintayksiköistä on Suomen maakaasun tuontia yksinoikeudella hallitseva Gasum Oy, jonka liikevaihto oli 2,2 mrd mk vuonna 1997. Yhtiö vastaa Suomessa myös maakaasun siirrosta, siirtoverkoston operoinnista, kunnossapidosta ja rakentamisesta.

Gasumin asiakkaita ovat teollisuus ja maakaasuvoimaloita omistavat energiayhtiöt ja maakaasun jälleenmyyjät. Konserniin kuuluu lisäksi Helsinkikaasu Oy ja Kotkan Kaasuenergia Oy, jotka ovat paikallisjakeluyhtiöitä[17]. Gasumin omistusta muutettiin vuonna 1999 siten, että Fortumin 75 %:n omistusosuus aleni 25 %:iin, joka on myös venäläisen osapuolen Gaspromin osuus. Valtion omistukseksi jäi 24 % loppuosan jakaannuttua riippumattomien sijoittajien kesken (ks. Fortum-konsernin syntyvaiheet, s. 21).

[17] Gasum toimittaa nesteytettyä maakaasua (LNG) tutkimustarkoituksiin ja paineistettua maakaasua liikennekäyttöön.

Nesteen energialiiketoiminnasta vastaa Neste Lämpö Oy, joka tuottaa energiaa teollisuudelle, kunnille ja palvelutoimialoille eri puolilla Suomea. Yhtiön päätuotteita ovat lämpö ja höyry, jota toimitettiin yhteensä 1,35 TWh vuonna 1997. Sähköä, jonka toimitukset olivat 0,15 TWh, tuotetaan mm. dieselvoimaloilla. Liiketoimintaa tukee Neste Sähkö -yksikkö joka toimii pohjoismaiden sähköpörsseissä ja käy bilateraalista sähkökauppaa.

Energiateknologiayksikkö NAPS[18] kehittää, valmistaa ja markkinoi aurinko- ja tuulienergiajärjestelmiä. Aurinkolämpö- ja sähköjärjestelmät ja ovat NAPSin kehittämiä ja valmistamia tuotteita, joita myydään kuluttajille ja teollisuudelle. Tuulivoimateknologian alueella NAPS on turn key -toimittaja, jonka alihankkijat ovat pääasiassa ulkomaisia valmistajia. Muita NAPSin tutkimusalueita ovat aurinkosähkön kausivarastoiminen vetyyn, aurinkosähkön integroiminen rakennuksiin, uudet lämmönsiirtonesteet sekä akkujen varastointitekniikka ja ohjausjärjestelmät. NAPSilla on toimistot Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Ranskassa, Isossa-Britanniassa ja Keniassa.

Neljäs Nesteen toimialoista on *Öljynetsintä ja -tuotanto*, joka kytkeytyy vertikaalisesti öljynjalostukseen ja osittain myös Energiatoimialaan. Öljyntuotanto on keskittynyt Norjaan ja Lähi-itään. Norjassa on kaksi öljyä ja kaasua tuottavaa kenttää ja Omanissa on useita öljyesiintymiä. Toimialan liikevaihto oli 1,2 mrd mk vuonna 1997.

Energiateknologia

Suomen energiateknologiatoimialan integroitumisessa osaksi monikansallistuvaa kilpailukenttää vuosi 1986 oli käänteentekevä. Tuolloin ruotsalainen ASEA osti kilpailijansa Strömbergin liiketoiminnan, ja vuotta myöhemmin tämä kokonaisuus fuusioitui sveitsiläisen Brown, Boweri & Cie -yhtiön kanssa[19]. Omistusjärjestelyjen tuloksena syntynyt ABB-yhtymä on nykyään yksi maailman

[18] Neste Advanced Power Systems.

[19] Näiden kolmen yhtiön yhteistyön juuret ulottuvat 1920-luvulle, jolloin Gottfried Strömberg toimi ASEAn ja BB:n tuotteiden edustajana Suomessa. ASEA ja BBC olivat lisäksi Strömbergin vähemmistöosakkaita historian eri vaiheissa ja kilpailivat sen omistuksesta mm. kotimaista teollisuutta vastaan.

johtavista energia-alan teknologian ja palvelujen tuottajista, johon kuuluu noin tuhat tytäryhtiötä eri puolilla maailmaa. Vuonna 1997 yhtymän liikevaihto oli 31 mrd USD, ja sen palveluksessa oli runsas 200 000 työntekijää.

Suomen **ABB-yhtiöt**, joiden toiminta perustuu suuressa määrin Strömbergin liiketoimintakokonaisuuteen, on Sveitsissä päämajaansa pitävän ABB-yhtymän tytäryhtiö[20]. Vuonna 1997 ABB-yhtiöiden liikevaihto oli 7,3 mrd mk, josta viennin osuus on noin 65 %. Viennissä asiakkaita ovat pääosin muut ABB:n yksiköt eri puolilla maailmaa.

ABB-yhtiöiden organisaatiorakenteessa ei tytäryhtiöiden nimenmuutoksia lukuunottamatta ole tapahtunut olennaisia muutoksia tällä vuosikymmenellä. Vuonna 1998 sen toimialaryhmät muutettiin vastaamaan konsernitason muuttunutta rakennetta, minkä vaikutus tytäryhtiöiden määrään oli kuitenkin vähäinen. ABB-yhtiöiden toiminta kattaa monipuolisesti energian jalostusketjun teknologian ja palvelut[21].

Voimantuotannon teknologiasta vastaavat ABB Power Oy ja ABB Ecopipe Oy. Helsingissä toimiva ABB Power edustaa Suomessa yhtymän voimalaitostekniikkaa ja käyttöjärjestelmiä, minkä lisäksi sillä on ilmansuojelutekniikan kehittäjänä ja toimittajana merkittävä asema koko ABB-yhtymässä. Saarijärvellä toimivan ABB Ecopipen valmistamia tuotteita ovat kaukolämpöputkistot, joiden toimittajana se on Suomessa markkinajohtaja. Asiakaskunta koostuu energialaitoksista sekä tukku- ja asennusliikkeistä.

Sähkön siirron ja jakelun teknologiaa valmistaa Vaasassa toimiva ABB Transmit Oy. Yhtiön tuotteita ovat generaattori-, verkko-, ja jakelumuuntajat, keskijännitekojeet, ja -kojeistot sekä releet ja kaukokäytöt. ABB Transmit on maailman johtava yritys sähkölaitosautomaation kehittäjänä ja toimittajana, ja ala on dynaamisessa kasvuvaiheessa. Kysynnän kasvua on voimistanut osaltaan sähkömarkkinoiden vapautuminen. Valmistuksen ohella yhtiön toimin-

---

[20] Joitakin toimintoja on siirretty Suomesta muihin tuotantomaihin, ja vastaavasti Suomen yhtiöiden vastuu Strömbergin vahvoilla tuotealueilla on kasvanut. Maittain erikoistuneella tuotantorakenteella ABB on saavuttanut merkittäviä kustannusetuja.

[21] Kaiken kaikkiaan yhtiö on siirtymässä pääomarakenteeltaan kevyempiin ja osaamista korostaviin liiketoiminta-alueisiin.

taan kuuluvat sähköasemien kokonaistoimitukset, niihin liittyvä engineering-toiminta sekä dieselvoimaloiden sähköistykset. Merkittävä asiakas on mm. Wärtsilä NSD. Vuonna 1997 ABB Transmit osti Tampereella toimivan Versoft Oy:n, joka on erikoistunut sähköverkkojen verkkotieto- ja käytöntukijärjestelmiin.

ABB-yhtiöiden liiketoiminnan selkeä painopiste on teollisuuden ja rakennusten *energian käyttöteknologiassa,* mistä vastaa konsernin 6 tytäryhtiötä. Helsingissä toimiva ABB Industry Oy, yhtiöistä suurin, valmistaa teollisuuden sähkökäyttötuotteita ja järjestelmiä, joista tunnetuimmat ovat vaihtovirtamoottorien taajuusmuuttajat. Niiden kehittäjänä yritys on edelläkävijä maailmassa. Helsingin tehtaalla Pitäjänmäellä valmistetaan myös suuria ja keskikokoisia vaihtovirtamoottoreita ja -generaattoreita. Yhtiön asiakastoimialoista keskeisin on kemiallinen metsäteollisuus, jolle toimitetaan sähkö-, automaatio- ja tietojärjestelmiä sekä niihin liittyviä antureita. Toiminta kattaa myös sähköistys- ja engineering-toiminnan[22].

Pienemmät moottorit ja generaattorit valmistetaan ABB Motors Oy:n tehtaalla Vaasassa. Yhtiön vastuu moottorien tuotannosta ja kehittämisestä on yhtymän sisällä viime vuosina kasvanut, ja vuonna 1998 Vaasassa käynnistyi uusi erikoismoottoreiden osaamiskeskus tuotantolinjoineen. ABB Motors on yksi maailman johtavista tuulivoimageneraattoreiden valmistajista.

Muita teollisuuden käyttöjärjestelmien alueella toimivia tytäryrityksiä ovat ABB Control Oy ja ABB Service Oy. ABB Control valmistaa pienjännitekojeita ja -kojeistoja, joiden asiakaskunta koostuu teollisuuden ohella laitevalmistajista, sähköurakoitsijoista ja energiayhtiöistä. ABB Service on teollisuuden kunnossapidon palveluyritys, jonka sopimusvastuu kattaa laajimmillaan prosessien käynnissäpidon ja kehittämisen. Olennainen osa palvelutoimintaa on varaosahuolto- ja logistiikkapalvelut.

Rakennusten energiankäytön ja siihen kytkeytyvän tekniikan alueella toimii kaksi yhtiötä, ABB Fläkt Oy ja ABB Installaatiot Oy. ABB Fläktin toiminnan painopiste on teollisuuspuhaltimien, ilmastointipuhaltimien ja ilmankäsittelykoneiden valmistuksessa ja kehittämisessä. Tuotevalikoimaa on laajennettu mm. selluteolli-

---

[22] ABB Industry Oy:öön kuuluu lisäksi osakkuusyhtiö ABB Azipod Oy, joka valmistaa potkurikäyttöjärjestelmiä ja säädettäviä sähkökäyttöjärjestelmiä meriteknisiin sovellutuksiin.

suuden haihduttimiin. ABB Installaatiot on urakointiyhtiö, jonka toiminta kattaa teollisuuden ja rakennusten sähkö-, automaatio- ja ilmastointijärjestelmien asennukset, laivojen sähköistystyöt sekä kiinteistöjen huollon ja kunnossapitotoiminnan[23].

Saha- ja ruukkiteollisuudesta toimintansa aloittanut, sittemmin telakkateollisuuden kautta dieselmoottoreiden valmistukseen päätynyt **Wärtsilä NSD**[24] on suurin suomalaisomisteinen energiateknologiayritys. Yhtiö kuuluu Metra-konserniin, jonka muut yhtiöt ovat Sanitec, Imatra Steel ja Assa Abloy. Vuonna 1997 Metran liikevaihto oli 15,3 mrd mk.

Wärtsilä NSD:n vuoden 1997 nettomyynti oli 11,3 mrd mk, joka jakaantui yhtiön pääliiketoiminta-alueittain seuraavasti: voimalaitokset 45 %, laivamoottorit ja propulsiojärjestelmät 24 % ja palvelutoiminta ja after sales 25 %. Wärtsilä NSD:n päätuotantolaitokset sijaitsevat Vaasassa ja Turussa, minkä lisäksi valmistusta on laajennettu Pohjoismaihin ja muualle Eurooppaan. Yhtiön moottorituotanto käsittää raskasöljy-, kevytöljy- ja maakaasukäyttöiset moottorit sekä monipolttoainemoottorit, joiden tehoalue vaihtelee välillä 0,5 - 66 MW. Vuonna 1997 toimitettujen moottoreiden yhteisteho oli 7497 MW.

Energiateknologiamarkkinoilla Wärtsilä NSD:n lopputuote on modulaarinen voimalaitos. Energiantuotannossa moottorivoimalat soveltuvat hajautettuun sähkön, lämmön ja prosessihöyryn tuotantoon, mutta tehokkaimmillaan ne ovat yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa. Wärtsilä NSD:n vahvuutena ovat olleet erityisesti keskinopeat öljyä, kaasua ja yhdistelmäpolttoaineita käyttävät voimalaitosdieselmoottorit. Niiden valmistajana yhtiö kuuluu maailman suurimpiin.

Yhtiön nopea kasvu 1990-luvulla on ollut yhdistelmä sisäistä kasvua, alliansseja ja yrityskauppoja. Vuonna 1995 se perusti yhteisyrityksen yhdysvaltalaisen kilpailijansa Cumminsin kanssa no-

---

[23] Talotekniikan kehityshankkeista mainittakoon ThermoNet-energiajärjestelmä, jossa automaatio yhdistää ilmastoinnin, lämmityksen ja jäähdytyksen samaan järjestelmään. Sen erityispiirteenä on absorptioperiaatteella tuotettava kaukokylmä, jonka energialähteenä käytetään lämmitysvoimaloiden ylijäämälämpöä. Kaukokylmän jakelussa voidaan hyödyntää kaukolämpöverkostoa.

[24] Wärtsilä NSD:n rakenne ja toiminta on kuvattu yksityiskohtaisemmin luvussa 4.2.

peakäyntisten dieselmoottoreiden valmistusta varten. Yhteisyrityksen liikevaihto oli vuonna 1997 noin 1.2 mrd mk. Merkittävin yrityskauppa toteutettiin vuonna 1997, kun Sveitsissä toimiva New Sulzer Diesel ja Wärtsilä Diesel fuusioitiin Wärtsilä NSD:ksi. Fuusio vahvisti Wärtsilä NSD:n markkina-asemia erityisesti kaksitahtisten matalakäyntisten laivadieseleiden valmistajana.

Dieselmoottorien valmistukseen nähden omistuksen kehitys Suomen energiateknologian vahvuusalueena pidetyssä voimakattilatuotannossa on ollut täysin päinvastainen. Vuonna 1995 Ahlström, toinen merkittävistä valmistajista, myi voimakattilatuotantonsa yhdysvaltalaiselle Foster Wheelerille. Vuotta myöhemmin vastaava omistusjärjestely tehtiin Tampellassa, jonka voimakattilayksikkö Tampella Power siirtyi norjalaiselle Kvaerner-konsernille. Yrityskauppojen seurauksena suurten voimakattiloiden valmistus siirtyi ulkomaiseen omistukseen.

Foster Wheeler Corporation on monikansallinen engineering- ja konepajayhtiö, jonka pääkonttori sijaitsee New Jerseyssä Yhdysvalloissa. Konsernin kolmen toimialan kokonaisliikevaihto oli 4,1 mrd USD vuonna 1997 ja henkilöstömäärä 12 000. *Engineering*-ryhmä suunnittelee ja rakentaa tuotantolaitteistoja ja -laitoksia öljy-, kaasu- ja kemianteollisuudelle. *Voimantuotantojärjestelmät*-ryhmä on keskittynyt voimalaitosten rakentamiseen, rahoittamiseen sekä voimalaitosten käyttöön. Suomessa toimiva Foster Wheeler Energia Oy kuuluu konsernin *Energia-alan laitteistot* -ryhmään, joka valmistaa, suunnittelee, rakentaa ja huoltaa höyrykattiloita ja niihin kuuluvia laitteistoja. Ryhmän toinen liiketoiminta-alue on kemiallisten erotuslaitteistojen suunnittelu ja projektointi.

Yhdysvaltojen toimintoja lukuunottamatta **Foster Wheeler Energia Oy** muodostuu pääpiirteissään entisen Ahlström Pyropowerin liiketoimintayksiköistä. Vuonna 1997 yhtiön liikevaihto oli 1400 Mmk, josta tytäryhtiö Foster Wheeler Service Oy:n palveluliiketoiminnan osuus oli noin neljännes. Yhtiön päätuotteet ovat kiertopeti- ja kerrosleijukattilat sekä kaasuturbiinien lämmöntalteenottokattilat, joiden lisäksi se valmistaa metallurgisen teollisuuden jätelämpökattiloita sekä pienen kokoluokan vesi- ja höyrykattiloita.

Kattilatuotannosta ja palvelutoiminnasta vastaavat Varkaudessa, Kouvolassa ja Puolassa sijaitsevat konepajat, joista Varkauden konepaja on merkittävin. Se valmistaa paineenalaisia osia toimitetta-

viin voimakattiloihin ja Ahlstrom Machineryn Varkauden konepajalla valmistamiin soodakattiloihin[25]. Foster Wheeler Servicen palvelutoiminta käsittää kattilalaitosten modernisointi- ja muutostyöt, huollon sekä kunnossapidon.

Kattilat ja niiden oheislaitteet toimitetaan tavallisesti laajempien investointiprojektien yhteydessä, joista yhtiö ottaa kokonaisvastuun. Kattilalaitosten myynnistä, suunnittelusta ja toteuttamisesta vastaavia yksiköitä on Varkaudessa, Heinolassa ja Kaarinassa. Myyntiyksiköitä on perustettu myös Ruotsiin, Saksaan ja Singaporeen.

Foster Wheeler Energian tutkimusyksikkö sijaitsee Karhulassa, ja sen asema konsernin t&k-toiminnassa on merkittävä. Tutkimustoiminnan painopiste on leijupetitekniikassa ja sen sovellutuksissa paineistettuun polttoon ja kaasutukseen.

Norjan suurimpiin yrityksiin lukeutuva Kvaerner-konserni on monikansallinen telakka-, konepaja-, ja engineering-yhtiö, jonka pääkonttori sijaitsee Lontoossa. Konsernin vuoden 1997 liikevaihto oli 73 mrd NOK ja työntekijämäärä noin 56 000. *Laivanrakennus*-ryhmä, johon myös Suomessa toimiva Masa-Yards kuuluu, on yksi maailman suurimpia erikoisalusten valmistajia[26]. Konsernin muut viisi päätoimialaa ovat *rakennus-, prosessi-, öljy- ja kaasu-* ja *metalliteollisuutta* palveleva engineering-toiminta sekä *sellu- ja paperiteollisuuden* laitevalmistus ja engineering-toiminta. Viimemainittu muodostaa Pulp and Paper -ryhmän.

Konserniin kuuluu lisäksi erillisiä liiketoiminta-alueita, joista merkittävin on Kvaerner Energy. Sen alaisuuteen kuuluu mm. aiemmin Tampellaan kuulunut Tamturbine, joka valmistaa vesivoimateknologiaa Tampereella.

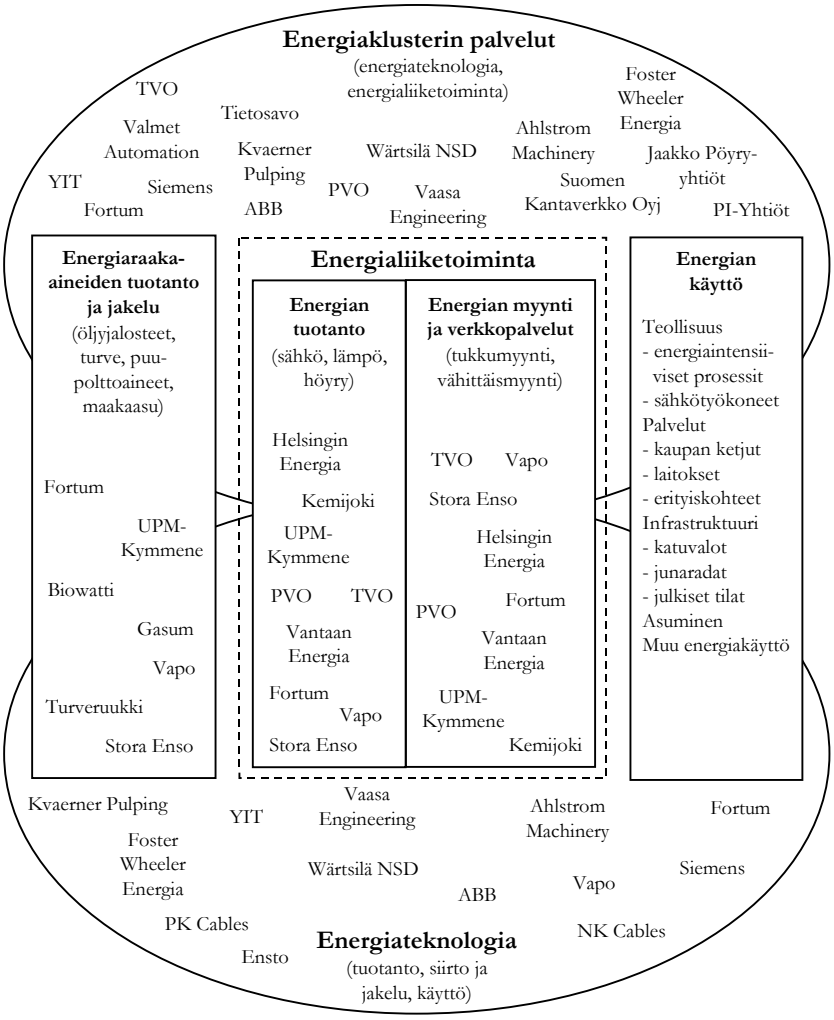
Pulp and Paper -ryhmä jakautuu edelleen liiketoiminta-alueisiin, joista merkittävin on voimantuotanto- ja kuitulinjadivisioonan kä-

---

[25] Ahlstrom Machinery on kansainvälinen, Ahlström-konserniin kuuluva engineering- ja konepajayhtiö, joka valmistaa sellu- ja paperiteollisuuden laitteita ja järjestelmiä. Soodakattilat ovat osa yhtiön kemikaalien talteenottojärjetelmää. Soodakattiloilla tuotetaan höyryä ja sähköä polttamalla sellun valmistuksessa syntyvää sivutuotetta mustalipeää. Prosessissa kemikaalit otetaan talteen ja palautetaan takaisin sellun keittoon.

[26] Konsernin johto ilmoitti keväällä 1999, että Kvaerner irtautuu telakkateollisuudesta, mikä koskee siten myös Masa-Yardsia. Tämä on yksi osoitus kansainväliseen omistukseen liittyvästä epävarmuudesta.

Kuvio 2.3 Energiaklusterin keskeisiä yrityksiä



sittävä Kvaerner Pulping. Voimatuotantodivisioonan toiminta on keskitetty **Kvaerner Pulping Oy**:öön, jonka pääkonttori on Tampereella. Yhtiön liiketoimintayksiköt koostuvat entisen Tampella Powerin ja Kvaernerin ostaman Götaverkenin höyrykattilakonepajoista ja yhdistetyistä myyntikonttoreista eri puolilla maailmaa. Vuonna 1997 yhtiön liikevaihto oli noin 750 mrd mk.

Kvaerner Pulping Oy vastaa rakenteeltaan Foster Wheeler Energiaa, ja yritysten tuotevalikoima ja liiketoimintaperiaatteet ovat myös pääpiirteissään samat. Merkittävimpänä erona on Kvaerner Pulpingin valmistamat soodakattilat. Ne samoin kuin uudet voimakattilat valmistetaan Tampereen konepajalla. Lapualla, Göteborgissa ja Pennsylvaniassa sijaitsevat service-konepajat ovat erikoistuneet kattilalaitosten muutos- ja modernisointitöihin, komponenttivalmistukseen ja huoltoon. Ruotsissa toimii lisäksi pieniä höyry- ja vesikattiloita valmistava VEÅ AB.

Kuvio 2.3 havainnollistaa Suomen energiaklusterin rakennetta yritystasolla. Pääliiketoimintojen energiateknologian, energialiiketoiminnan ja niihin kytkeytyvien palvelujen ohella kuviosta näkyy energian arvoketju osatoimintoineen.

Kuvion yritykset ovat merkittäviä joillakin edustamistaan liiketoiminta-alueista. Monialaiset yritykset kuten ABB, Fortum tai UPM-Kymmene eivät siis välttämättä ole yhtä merkittäviä kaikissa toiminnoissaan.

Energiateknologian ja palvelujen osalta yritysjoukko on varsin kattava. Energialiiketoiminnassa rajanveto on hankalampaa, koska yrityksiä on runsaasti ja niiden väliset erot niiden painoarvon suhteen ovat pienet. Kuvioon voisi siten sisällyttää kaikkien suurten kaupunkien energiayhtiöt.

2.5 Energiaklusteri kansantaloudessa

Energiateknisen teollisuuden liikevaihto oli lähes 23 mrd markkaa vuonna 1997. Tästä vientiin meni 14,5 mrd markkaa ja kotimarkkinoille 8,4 mrd markkaa. Jalostusarvoa yrityksissä syntyi 6,7 mrd markkaa. Lisäksi muilta toimialoilta energiateknologiayritykset ostivat panoksia 15,9 mrd markan arvosta. Energiateknologiayritykset työllistivät suoraan runsaat 22 600 henkilöä, joista toimihenkilöitä oli 39 prosenttia ja työntekijöitä 61 prosenttia. Välillisesti energiateknologiayritykset työllistävät lisäksi noin 10 200 henkilöä. Yhteensä energiateknologian valmistus työllistää siis noin 32 800 suomalaista.

Energialiiketoiminnan liikevaihto oli vajaat 38,5 mrd markkaa vuonna 1997. Jalostusarvoa energian tuotannosta, siirrosta ja jake-

lusta syntyi 11,8 mrd markkaa. Energialiiketoiminta työllisti suoraan 16 200 henkilöä. Välilliset työllisyysvaikutukset ovat noin 7 300 henkilöä. Yhteensä energialiiketoiminnan työllisyysvaikutukset ovat noin 23 500 henkilöä.

Energiaklusterin yhteenlaskettu jalostusarvo on siis vähintään 18,5 mrd markkaa. Klusteri työllistää suoraan 51 300 henkilöä ja välilliset vaikutukset huomioon ottaen yhteensä 57 000 henkilöä. Yritysten yhteenlaskettu liikevaihto on vähintään 61 mrd markkaa.

Taulukko 2.2 Energiaklusterin koko vuonna 1997

	Työllisyysvaikutukset				
	Liike-vaihto	**Jalos-tusarvo**	**Välitön**	**Välilli-nen**	**Yh-teensä**
Energialiiketoiminta	**38 454**	**11 789**	**16 207**	**7 293**	**23 500**
- Sähkön ja kaukolämmön tuotanto	13 978	6 222	7 684	3 458	11 142
- Sähkön ja lämmön jakelu	24 475	5 566	8 523	3 835	12 358
Energiateknologian valmistus [1]	**22 925**	**6 747**	**22 646**	**10 190**	**32 836**
Energiaklusterin palvelu-vienti [2]			**500**	**300**	**800**
Energiaklusteri yhteensä	**61 379**	**18 536**	**39 353**	**17 783**	**57 136**

Lähteet: Teollisuuden ja rakentamisen rakennetilasto 1997, Tilastokeskus, Teollisuus 1993:3; Energia-alan työllisyysvaikutukset, Tilastokeskus, Katsauksia 1997/8.

[1]Energiateknologian tarkat toimialoittaiset luvut käyvät selville liitteestä 4.1. [2]Luvut samoin kuin välillisten työllisyysvaikutusten kertoimet perustuvat jälkimmäiseen lähteeseen.

Lisäksi *polttoainehuolto* työllisti suoraan lähes 12 000 henkilöä ja kerrannaisvaikutuksineen yhteensä 17 200 vuonna 1997. Polttoainehuolto kattaa sekä energiantuotannon että liikenteen polttoaineiden jalostuksen, kuljetukset ja jakelutoiminnot. Jos koko kansantalouden polttoainehuolto laskettaisiin energiaklusteriin olisi energiaklusterin jalostusarvo vähintään 20 mrd markkaa, työllisyys kerrannaisvaikutuksineen 74 000 henkilöä ja liikevaihto yhteensä 74 mrd markkaa.

3 ENERGIATEKNOLOGIAN MAAILMAN-MARKKINAT JA SUOMI

3.1 Energiateknologian maailmanmarkkinat

Energiateknologian osuus maailmankaupasta kasvaa. Vuonna 1988 energiateknologiaan laskettavien hyödykkeiden osuus OECD:n kokonaisviennistä oli noin 4,5 prosenttia. Vuonna 1995 samojen hyödykkeiden osuus oli 5,5 prosenttia OECD-viennistä. Kasvu on ollut trendinomaista. On erittäin todennäköistä, että se jatkuu myös tulevina vuosina.

Kasvun syitä ei tarkalleen tunneta, mutta seuraavat tekijät selittänevät sitä melko hyvin:

- *Energiateknologian valmistuksessa on käynnissä erikoistumisprosessi.* Tietyt valmistajat ja niiden sijaintimaat ovat erikoistumassa energiateknologian valmistukseen. Erikoistuminen kasvattaa kilpailukykyä ja näin energiateknologian vienti valtaa markkina-asemia kotimarkkinavalmistukselta.
- *Investoinnit energian tuotantoteknologiaan ovat merkittäviä nopeasti kasvissa maissa* (kuten Kaakkois-Aasian maissa ja monissa markkinatalouteen siirtyneissä maissa), joissa ei ole omaa energiateknologian valmistusta tai sen kilpailukyky on huono. Näin niiden on turvauduttava tuotuun teknologiaan.
- *Energian käytön teknologian kysyntä kasvaa trendinomaisesti.* Erityisesti tämä näkyy tietysti myös sähkön käytössä. Kotitalouksissa, palveluissa ja teollisuudessa sähkön käyttö ja sitä käyttävät laitteet ja prosessit lisääntyvät. Samalla kasvaa energian hallinnan ja säästön teknologian kysyntä.

Kokonaisuudessaan energiateknologian vientimarkkinat olivat vuonna 1995 noin 225 miljardia Yhdysvaltain dollaria eli 980 miljardia markkaa mitattuna 31 keskeisen teollisuusmaan viennillä.

23 OECD-maan, joista on käytettävissä aikasarjat vuosilta 1988-1995, energiateknologian vienti oli 184 miljardia dollaria vuonna 1995. Vuodesta 1988 näiden maiden energiateknologian viennin arvo on kasvanut keskimäärin 11 prosenttia vuodessa. Energiateknologian valmistus on siis auringonnousun ala - eräs maailmantalouden selvistä kasvualoista.

Suomen energiateknologian vienti on kasvanut huomattavasti OECD-maiden keskiarvoa nopeammin. Vuosien 1988-1995 keskimääräinen viennin vuosikasvu oli noin 20 prosenttia. Vuonna 1988 Suomen energiateknologian vienti oli 764 miljoonaa dollaria. Vuonna 1995 se oli jo 2 654 miljoonaa dollaria.

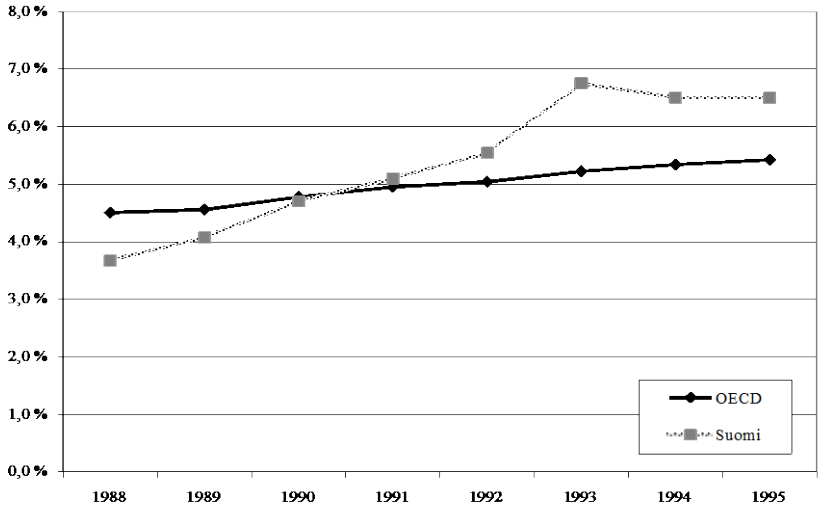
Taulukosta 3.1 käy ilmi energiateknologian markkinoiden koko mitattuna 23 OECD-maan viennillä, jonka avulla voidaan suorittaa ajallisia vertailuja. Taulukossa on raportoitu myös Suomen viennin ja markkinaosuuden nouseva kehitys.

Taulukko 3.1 Energiateknologiavienti ja sen kasvu vuosina 1988-1995

	OECD23*		**Suomi**		
	Viennin arvo, milj. USD	Kasvu-%	Viennin arvo, milj. USD	Kasvu-%	Suomen vienti-osuus
1988	88 925		764		0,9 %
1989	95 913	7,9 %	948	24,1 %	1,0 %
1990	115 431	20,4 %	1 258	32,6 %	1,1 %
1991	122 918	6,5 %	1 178	-6,4 %	1,0 %
1992	133 091	8,3 %	1 303	10,7 %	1,0 %
1993	135 796	2,0 %	1 587	21,8 %	1,2 %
1994	152 798	12,5 %	1 934	21,9 %	1,3 %
1995	183 837	20,3 %	2 625	35,7 %	1,4 %

** OECD23 = Australia, Alankomaat, Belgia-Luxemburg, Espanja, Irlanti, Islanti, Iso-Britannia, Italia, Itävalta, Japani, Kanada, Kreikka, Norja, Portugali, Ranska, Ruotsi, Saksa, Suomi, Sveitsi, Tanska, Turkki, Uusi-Seelanti, Yhdysvallat.*

Kuvio 3.1 Energiateknologian osuus OECD-viennistä ja Suomen viennistä vuosina 1988 - 1995



Kuviosta 3.1 käy selville energiateknologian kasvava merkitys maailmankaupassa. Kuviossa on laskettu energiateknologia osuus edellä mainittujen 23 OECD-maan viennistä ja vastaava osuus Suomen viennistä.

Energiateknologian markkinat maanosittain

Energiateknologian viennin kohdemaat selvitettiin vuoden 1995 tilanteen mukaan. Viennin arvolla mitattuna Eurooppa näyttää olevan tärkein energiateknologian vientimarkkina-alue. 41 prosenttia kaikesta energiateknologian viennistä suuntautuu Eurooppaan. Toiseksi tärkein markkina-alue on Aasia 31 prosentin osuudellaan ja kolmanneksi tärkein Pohjois-Amerikka 22 prosentin osuudellaan.

Etelä- ja Väli-Amerikka, Afrikka ja Oseania muutamia maita lukuun ottamatta ovat erittäin pieniä markkina-alueita viennin arvolla mitattuna. Joissakin tuotteissa niiden markkinat ovat merkittävät kuten esimerkiksi dieselvoimaloissa.

Viennin jakautuma antaa kuitenkin vain osittaisen ja osin vääristyneen kuvan markkinoiden suuruudesta. Vertaamalla Pohjois-

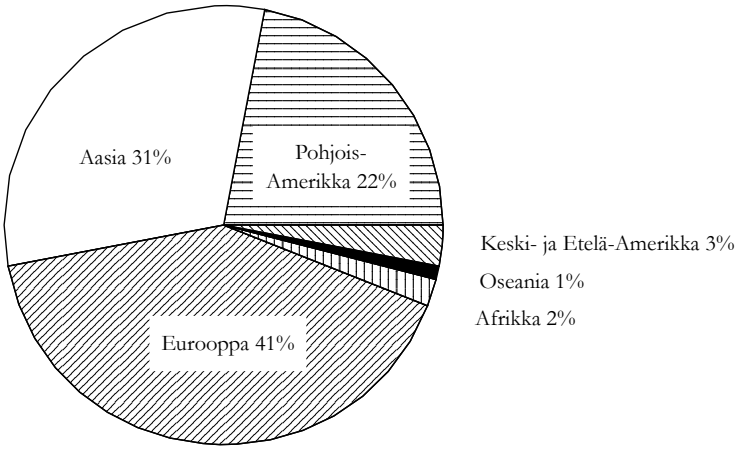
Amerikkaa ja Eurooppaa vääristymä tulee ilmeiseksi. Eurooppa on pirstoutunut kansallisvaltioihin. Vienti maasta toiseen tulee vientitilastoihin mukaan. Yhdysvalloissa puolestaan vienti osavaltiosta toiseen on kotimarkkinakauppaa.

Jos Yhdysvalloissakin saataisiin tilastoiduksi osavaltioiden väliset toimitukset, sen osuus energiateknologian maailmankaupassa kasvaisi. Vastaavasti viennistä Aasiaan ja muihin maaosiin saadaan vajavainen kuva, koska näillä alueilla on myös energiateknologian keskinäistä kauppaa, joka kuitenkin on OECD:n tilastoinnin ulkopuolella, koska monet maat eivät kuulu OECD:n tilastoimiin maihin.

Joka tapauksessa OECD-maat ja ne OECD:n ulkopuoliset maat, joiden kauppaa OECD seuraa, kattavat merkittävän osan energiateknologian kansainvälisestä kaupasta. Näillä varauksilla energiateknologian vienti jakaantuu siis kuvion 3.2 mukaisesti eri maanosien kesken.

Jos viennin jakaumaa verrataan koko tavaraviennin jakaumaan havaitaan, että Pohjois-Amerikka ja Aasia ovat energiateknologiassa tärkeämpiä markkina-alueita kuin kaikkien tavaroiden kaupassa. Aasian osuus energiateknologian viennistä on 31 prosenttia, kun sen osuus koko tavaraviennistä on 26 prosenttia. Pohjois-Amerikan osuus koko tavaraviennistä on 20 prosenttia ja energiateknolo-

Kuvio 3.2 Energiateknologian viennin suuntautuminen markkina-alueittain vuonna 1995



giaviennistä 22 prosenttia. Osittain tämä johtuu siitä, että energiateknologian valmistajana Eurooppa on merkittävämpi kuin muussa tavaratuotannossa, ja Pohjois-Amerikka ja Aasia ovat energiateknologiassa enemmän tuojan roolissa.

Energian tuotantoteknologian arvo energiateknologian myynnistä on noin kolmannes. Sen merkittävä markkina-alue on Aasian nopeasti kasvavat, teollistuvat maat, joissa investoidaan voimantuotantoon. Energian käytön teknologiassa puolestaan vanhat Euroopan teollisuusmaat ja USA ovat tärkeämpiä markkina-alueita.

Osassa maita kuten Yhdysvalloissa, Isossa-Britanniassa ja Pohjoismaissa vapautuneet energiamarkkinat ja ristikkäiskaupan lisääntyminen ovat mahdollistaneet nykyisen voimantuotantokapasiteetin huomattavasti aiempaa tehokkaamman käytön, mikä on lamauttanut suurvoimalainvestoinnit lähes täysin. Sen sijaan pienten laitosten kysyntä on pysynyt tasaisena.

Energiateknologian suurimmat hyödykeryhmät

Taulukossa 3.2 on 30 maailmankaupan tärkeintä energiateknologiahyödykettä mitattuna 31 (OECD:n tilastoiman) maan viennin yhteisarvolla. Tärkein hyödykeryhmä ovat painetut piirit, jotka ovat tietokoneissa, tietoliikennevälineissä ja yleensä sähköä käyttävissä laitteissa keskeisiä komponentteja. Toisella sijalla ovat dieselmoottoreiden osat. Suurin osa näistä päätyy ajoneuvoihin ja työkoneisiin, mutta merkittävä osa myös voimaloiden ja laivojen dieselmoottoreihin.

Merkittävä hyödykekokonaisuus ovat erilaiset sähkövirtapiirien kytkemis-, katkaisu- ja liittämislaitteet ja tarvikkeet sekä kaapelit, joista 30 suurimman listalle sijoittuu useita hyödykeryhmiä.

Neljäntenä listalla ovat staattiset muuttajat, joita käytetään sähkömoottoreiden ohjaamiseen. Niiden markkinat ovat voimakkaassa kasvussa. Tässä ryhmässä Suomen markkinaosuus on suhteellisen korkea.

Sähkömoottoreita sisältyy useisiin hyödykeryhmiin. Mikäli niitä tarkasteltaisiin yhtenä kokonaisuutena, ne nousisivat listan kärkeen. Sähkömoottorit vastaavat noin 60 prosentista maailman sähkönkäytöstä.

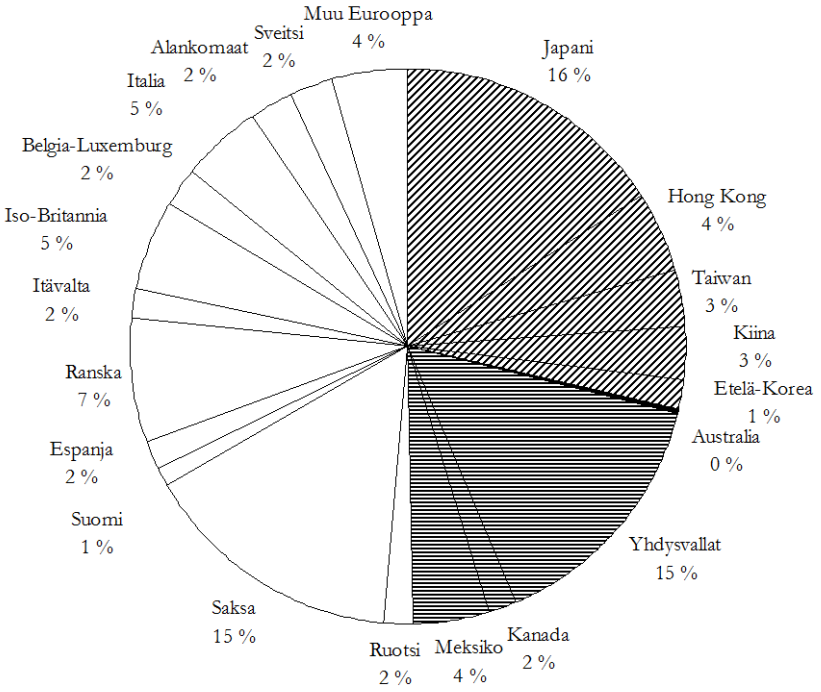
Taulukko 3.2 Energiateknologiaviennin 30 merkittävintä hyödykeryhmää vuonna 1995, mitattuna 31 maan viennillä

SITC	Hyödykeryhmä	Viennin arvo, milj USD	Suomen vienti-osuus
	Koko vienti	***4087 222***	***0,99 %***
	Energiateknologia	***225 550***	***1,16 %***
7722	1. Painetut piirit	9 463	0,20 %
71392	2. Osat, jotka soveltuvat käytettäväksi yksinomaan tai pääasiallisesti puristussytytteisissä mäntämoottoreissa	8 845	1,20 %
77259	3. Muut sähkölaitteet sähkövirtapiirin kytkemistä, katkaisemista tai suojaamista varten tai siihen liittämistä varten, enintään 1000 voltin nimellisjännitettä varten	8 677	0,27 %
77121	4. Staattiset muuttajat	8 024	4,63 %
77282	5. Muut (ryhmien 7724,7725,7726 katkaisinten, kytkinten, lampunpitimien, taulujen jne.) osat	7 715	0,28 %
77255	6. Muut kytkimet, jännite < 1000 volttia	6 745	0,42 %
77812	7. Sähköakut	6 667	2,74 %
77261	8. Taulut, paneelit, konsolit, pöydät, kaapit ja alustat sähköistä ohjausta tai sähkönjakelua varten, jännite > 1000 volttia	6 003	0,66 %
77315	9. Muut sähköjohtimet, yli 80 V:n mutta enintään 1000 V:n nimellisjännitettä varten	5 772	1,12 %
77313	10. Sytytyskaapelisarjat ja muut kaapelisarjat, ajoneuvoihin, ilma-aluksiin tai aluksiin	5 681	0,60 %
71499	11. Osat kaasuturbiineihin (71489)	5 321	0,00 %
77314	12. Muut sähköjohtimet, enintään 80 V:n nimellisjännitettä varten	5 243	0,95 %
71631	13. Vaihtovirtamoottorit (myös yleisvirta-moottorit), joiden antoteho on yli 37.5 W	5 141	3,62 %
77831	14. Sähkösytytys- tai -käynnistyslaitteet, joita käytetään kipinä- tai puristussytyttimissä moottoreissa ja generaattoreissa sekä niiden lataus- ja takavirtareleet	4 962	0,04 %

SITC	Hyödykeryhmä	Viennin arvo, milj USD	Suomen vienti-osuus
7169	15. Osat ryhmän 716 koneisiin (sähkömoottorit, generaattorit)	4 706	1,50 %
7161	16. Sähkömoottorit, antoteho enintään 37.5 W	4 446	0,02 %
77129	17. Osat ryhmän 771 (muuntajiin, muuttajiin, kuristimiin, induktoreihin) sähkölaitteisiin	3 962	1,41 %
77254	18. Releet, jännite < 1000 volttia	3 933	1,00 %
77119	19. Muut sähkömuuntajat	3 733	1,21 %
74369	20. Kaasujen suodatus- ja puhdistuslaitteet sekä tarvikkeet	3 475	0,84 %
87478	21. Muut sähkösuureiden mittaus- tai tarkkailukojeet	3 327	0,22 %
71651	22. Generaattoriyhdistelmät, joissa on puristussytytteinen mäntämoottori (diesel-, puolidiesel)	3 283	12,45 %
77834	23. Ajoneuvojen sähköllä toimivat valaistus- tai merkinantolaitteet, muut kuin ryhmän 7782 laitteet, tuulilasinpyyhkimet sekä sähköllä toimivat jään- tai usvanpoistolaitteet	3 128	0,62 %
77811	24. Galvaaniset parit ja paristot	3 123	0,12 %
71489	25. Muut kaasuturbiinit	2 993	0,07 %
77258	26. Pistotulpat ja pistorasiat, jännite < 1000 volttia	2 858	0,77 %
81311	27. Kattokruunut ja muut katto- tai seinävalaisimet, sähköllä toimivat, ei kuitenkaan valaistusvarusteet, jollaisia käytetään yleisten aukioiden tai liikenneväylien valaisemiseen	2 743	1,87 %
77822	28. Purkauslamput ja -putket, muut kuin ultraviolettilamput	2 668	0,15 %
81315	29. Muut sähkövalaisimet ja -valaistustarvikkeet	2 494	0,59 %
77821	30. Hehkulamput, muut kuin ultravioletti- tai infrapunalamput tai umpiovalonheittimet (sealed beam lamp units)	2 432	0,12 %

Vientiluvut kattavat 31 maan yhteenlasketun viennin. Mukana ovat Australia, Alankomaat, Belgia-Luxemburg, Espanja, Etelä-Korea, Irlanti, Islanti, Iso-Britannia, Italia, Itävalta, Japani, Hongkong, Kanada, Kiina, Kreikka, Meksiko, Norja, Portugali, Puola, Ranska, Ruotsi, Saksa, Suomi, Sveitsi, Taiwan, Tanska, Tsekinmaa, Turkki, Unkari, Uusi-Seelanti, Yhdysvallat.

Kuvio 3.3 Eri maiden vientiosuudet energiateknologian viennistä vuonna 1995



Dieselvoimaloiden koneissa eli dieselgeneraattoriyhdistelmissä Suomen markkinaosuudet ovat korkeimmat - 12,5 prosenttia. Liitteessä 1 (s. 343) on kattava hyödykelistaus Suomen viennin tärkeistä tuotteista.

Markkinaosuudet ja maiden kilpailuasetelmat

Kuviossa 3.3 on esitetty eri maiden osuudet energiateknologian kokonaisviennistä. Eurooppa on energiateknologian johtava viejä. Sen osuus on puolet tarkasteltujen maiden kokonaisviennistä. Aasian maiden (ml. Australia) osuus on vajaat 30 prosenttia ja Amerikan runsaat 20 prosenttia. Suomen vientiosuus on kasvussa. Vuonna 1995 se oli 1,16 prosenttia, kun osuutemme koko OECD:n tavarakaupasta oli 0,99 prosenttia.

Jos energiateknologian vientiluvuista poistetaan alueiden sisäinen kauppa, Euroopan johtoasema supistuu, mutta on silti selvä. Euroopan osuus on näin laskettuna 43 prosenttia, Aasian maiden

osuus on 32 prosenttia ja Amerikan maiden 25 prosenttia. Energiateknologia on siis yksi niistä teollisuudenaloista, joilla Euroopalla on selvästi kilpailuetua ja teollisia intressejä valvottavanaan.

Eri maiden välistä kilpailutilannetta selvitettiin viennin erikoistumisella. Eri maiden osalta selvitettiin hyödykekohtaisilla erikoistumisindekseillä[1] ne hyödykkeet, joiden vientiin maat ovat erikoistuneet. Tämän jälkeen laskettiin maiden erikoistumisen korrelaatiot. Jos korrelaatiokerroin saa tilastollisesti merkitsevän positiivisen arvon, maat ovat erikoistuneet osittain samojen tuotteiden vientiin ja niiden viennin rakenne muistuttaa toisiaan. Ne ovat siis kilpailuasetelmissa. Jos korrelaatiokerroin on tilastollisesti merkitsevä ja negatiivinen, maiden välillä on työnjakoa. Ne ovat erikoistuneet eri hyödykkeiden vientiin.

Taulukkoon 3.3 on raportoitu keskenään kilpailevia tai toisiaan täydentäviä maita tyypiteltynä erilaisiin ryhmiin. Tyypittely on hypoteesinomainen ja kaipaa lisää tutkimusta.

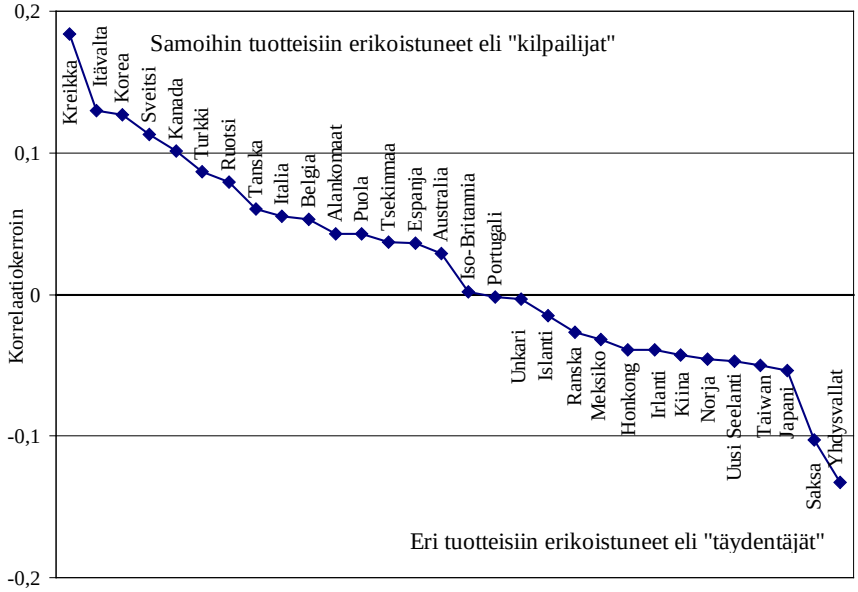
Samoin erikoistuneissa naapurimaissa samanlaiset luonnonolosuhteet ja niistä johtuvat tarpeet sekä teollinen osaaminen ja imitointi ovat voineet johtaa siihen, että erikoistutaan samanlaisiin tuotteisiin. Kulttuuriyhteys - esimerkiksi siirtolaisuus, vilkkaat kauppasuhteet, opinnot samoissa opinahjoissa jne. – on voinut johtaa myös samankaltaiseen erikoistumiseen. Alhaiset työvoimakustannukset sekä alhaisen ja korkean kustannustason rajalla sijainti ja isojen (esimerkiksi autoteollisuuden tai elektroniikkateollisuuden) valmistajien läheisyys on voinut johtaa samankaltaiseen low tech -tuotteiden valmistukseen ja alihankintateollisuuteen. Alhaisen ja korkean palkkatason maidenvälille on voinut syntyä vähitellen ja osittain tietoisen pyrkimyksen seurauksena low ja high tech -työnjako. Tätä on edistänyt kehitty-

[1] Viennin erikoistumisindeksi, jota usein kutsutaan Revealed Comparative Advantage eli RCA-indeksiksi, lasketaan seuraavasti: Tarkasteltavan maan i hyödykkeen x vienti jaetaan maan i kokonaisviennillä. Näin saadaan hyödykkeen x osuus maan i viennistä. Selvitetään vastaavasti, mikä on tarkasteltavien maiden hyödykkeen x yhteenlasketun viennin osuus näiden maiden yhteenlasketusta kokonaisviennistä. Jaetaan edellinen suhdeluku jälkimmäisellä, jolloin saadaan RCA-indeksin arvo. Jos esimerkiksi maan i viennistä hyödykkeen x osuus on 10 prosenttia, ja kaikkien tarkasteltavien maiden hyödykkeen x vienti on 5 prosenttia niiden yhteenlasketusta viennistä, saa RCA-indeksi arvon 2. Maa i on siis kaksi kertaa niin erikoistunut hyödykkeen x vientiin kuin tarkasteltavat maat keskimäärin.

Taulukko 3.3 Eri maiden energiateknologiaviennin keskenäinen kilpailu ja työnjako

Samoin erikoistuneet naapurimaat		
Itävalta	Tsekinmaa	0,402**
Belgia-Luxemburg	Alankomaat	0,264**
Kiina	Honkong	0,541**
Kiina	Taiwan	0,351**
Tsekinmaa	Puola	0,352**
Tanska	Ruotsi	0,303**
Ranska	Italia	0,310**
Iso-Britannia	Irlanti	0,230**
Honkong	Taiwan	0,404**
Kulttuuriyhteys		
Australia	Iso-Britannia	0,232**
Kanada	Irlanti	0,492**
Iso-Britannia	Yhdysvallat	0,295**
Italia	Turkki	0,288**
Portugali	Turkki	0,233**
Samanlainen Low tech -halpatuotanto		
Tsekinmaa	Espanja	0,257**
Tsekinmaa	Turkki	0,375**
Kreikka	Unkari	0,315**
Unkari	Puola	0,295**
Meksiko	Portugali	0,434**
Toisiaan täydentävät, Low tech - High tech		
Iso-Britannia	Kiina	-0,254**
Yhdysvallat	Kiina	-0,254**
Saksa	Kiina	-0,291**
Saksa	Taiwan	-0,239**
Ranska	Hongkong	-0,265**
Ranska	Taiwan	-0,294**
Iso-Britannia	Hongkong	-0,246**
Yhdysvallat	Turkki	-0,244**
Työnjaossa erikoistuneet High tech -valmistajat		
Yhdysvallat	Itävalta	-0,256**
Yhdysvallat	Saksa	-0,239**
Japani	Italia	-0,340**
Yhdysvallat	Italia	-0,258**
Muu yhteys		
Sveitsi	Kreikka	0,415**
Unkari	Alankomaat	0,355**
Japani	Norja	0,434**
Alankomaat	Puola	0,277**

Kuvio 3.4 Suomen energiateknologiaviennin kilpailuasetelma



neiden maiden yritysten tuotannon siirtäminen halvemman palkkatason maihin. Kehittyneiden, suurten valmistajien välillä on myös syntynyt selvää työnjakoa, joka voi perustua erilaiseen osaamiseen, erilaisiin kansallisiin lähtökohtiin ja tietysti kilpailun pudotustaisteluun globaaleilla, keskittyvillä markkinoilla. Mielenkiintoinen ryhmä on muu yhteys -maat, joista ei voi esittää mitään selkeitä etukäteishypoteeseja.

Merkittävää oli, että Suomen vienti ei korreloinut tilastollisesti merkitsevästi minkään maan viennin kanssa. Meillä ei ole siis sellaisia kilpailijamaita, joiden kanssa kilpailisimme laajalla tavaravalikoimalla. Ei myöskään ole sellaista maata, jonka vienti voisi systemaattisesti täydentää Suomen vientiä. Energiateknologian tuoteportfoliomme on ainutlaatuinen. Eri tuotteissa kilpailemme hyvin erilaisten maiden kanssa ja toisaalta tuotevalikoimamme täydentää hyvin erilaisten maiden vientiä. Kaikilla muilla energiateknologiaan erikoistuneilla mailla oli selviä kilpailu- ja työnjakosuhteita muiden maiden kanssa.

Vaikka tilastollisesti merkittäviä kilpailu- tai yhteistyösuhteita Suomen osalta ei löydettykään, kuviossa 3.4 esitetään Suomen viennin erikoistumisen korrelaatio muiden maiden kanssa. Viivan yläpuolella

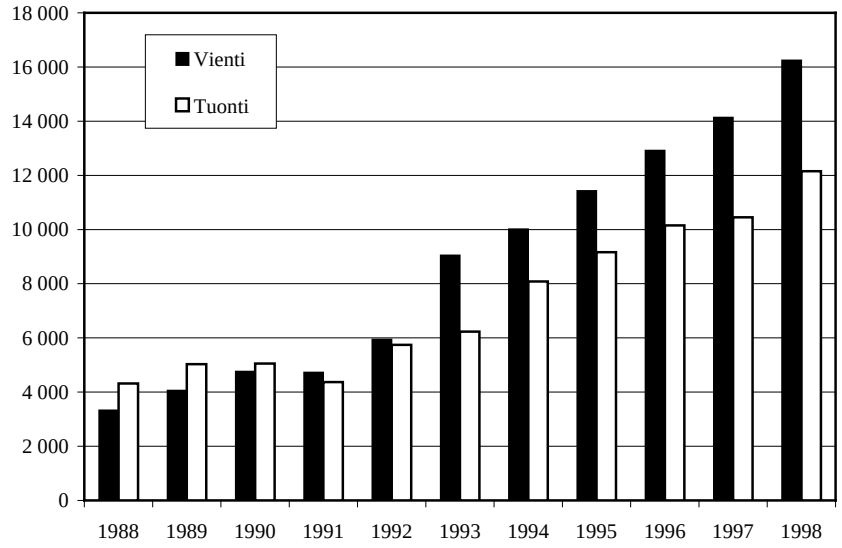
ovat maat, joiden kanssa kilpailemme erikoistumisessa ja alapuolella ne maat, joiden vientiä erikoistumisalueemme täydentävät.

3.2 Suomen energiateknologian vienti

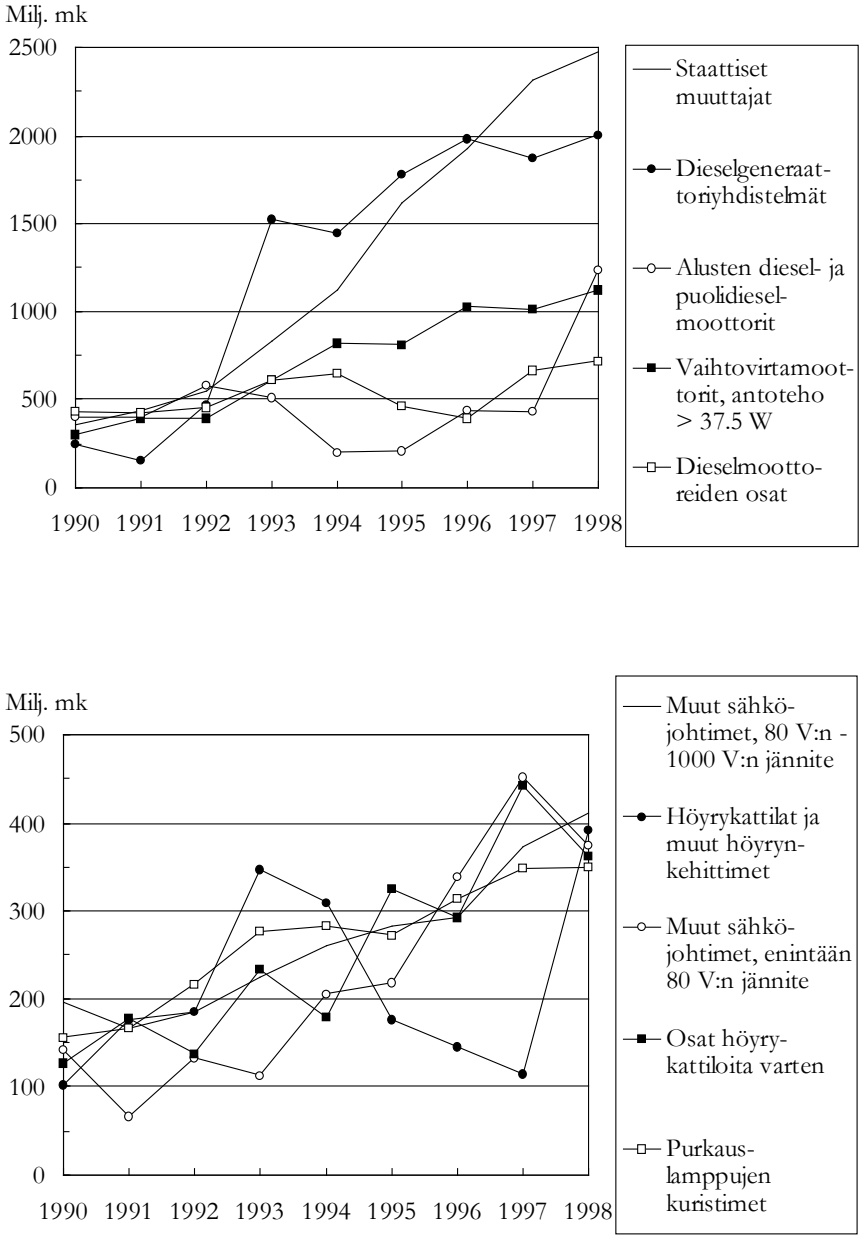
Suomen energiateknologian vienti on kehittynyt erittäin nopeasti 1990-luvulla. Vuonna 1991 vienti ylitti tuonnin. Vuodesta 1988 vuoteen 1998 viennin arvo kasvoi 4,9 -kertaiseksi (kuvio 3.5). Samaan aikaan Suomen koko viennin arvo "vain" 2,5-kertaistui. Viennin nopea kasvu, energiateknologian kasvava osuus koko viennistämme ja energiateknologian kaupan kääntyminen vientiylijäämäiseksi sekä vientimarkkinaosuuksiemme nousu ovat selviä merkkejä siitä, että Suomeen on kehittynyt kansainvälisesti kilpailukykyinen energiatekninen teollisuus.

Mitkä tuotteet selittävät viennin kasvua? Kuvioissa 3.6 ja 3.7 tätä on analysoitu kahdella toisiaan täydentävällä tavalla. Kuviossa 3.6 on esitetty kymmenen arvoltaan suurimman tuotteen viennin kehitys 1990-luvulla ja kuvioon 3.7 on poimittu ne viennin arvolta yli 100 milj. markan tuotteet, joiden vienti on kasvanut nopeimmin 1990-luvulla.

Kuvio 3.5 Suomen energiateknologian vienti ja tuonti vuosina 1988-1998



Kuvio 3.6 Kymmenen viennin arvoltaan suurimman energiateknologiahyödykkeen viennin kehitys vuosina 1990-1998



Kuvio 3.7 Suurimmat viennin kasvut vuosina 1990-1998, vuosi 1990 = 1



Optisten kuitukaapeleiden vienti kasvoi tarkasteluaikana 66-kertaiseksi ja koaksiaalikaapeleiden 33-kertaiseksi. Kaikkien kuviossa tarkasteltujen tuotteiden vienti kasvoi nopeammin kuin Suomen vienti keskimäärin.

Staattiset muuttajat on Suomen energiaklusterin viennin arvoltaan suurin tuoteryhmä (ks. kuvio 3.6). Vuonna 1990 niitä vietiin 400 miljoonalla markalla. Vuosittain vienti on kasvanut niin, että vuonna 1998 vienti oli jo 2,5 miljardia markkaa. Taajuusmuuttajien merkittävä valmistaja Suomessa on ABB Industry Oy, mutta myös vuonna 1994 perustettu Vaasa Controls on kasvanut nopeasti. Akkulatureita valmistaa Salcomp Oy.

Toiseksi suurin tuoteryhmä on diesel-generaattoriyhdistelmät, jotka ovat dieselvoimalaitoksen sydän. Niiden vienti ylitti vuonna 1998 2 miljardin markan rajan. Viime vuosina viennin kasvu on hidastunut Aasian laman ja kiristyneen kansainvälisen kilpailun takia. Monessa tapauksessa viedään kokonaisia voimalaitoksia rakennelmineen ja oheislaitteineen, joten pelkkä diesel-generaattoriyhdistelmien vienti ei kerro viennin kokonaisarvoa.

Dieselmoottoreita voimalaitoksiin ja kokonaisia dieselmoottorivoimalaitoksia valmistaa Wärtsilä NSD. Generaattorit puolestaan ovat ABB Industryn tuotteita. Wärtsilä valmistaa myös laivamoottoreita, joiden vienti Suomesta vuonna 1998 oli 1,25 miljardia markkaa. Kolmas merkittävä Wärtsilän vientituote on dieselmoottoreiden osat, joiden kokonaisvienti Suomesta viime vuonna oli noin 700 miljoonaa markkaa. Tähän sisältyy tosin myös ajoneuvojen moottorien osia.

Viennin arvolla mitattuna kolmanneksi tärkein tuote on vaihtovirtamoottorit, joiden antoteho on yli 37,5 Wattia. Isommat tähän ryhmään sisältyvät moottorit valmistaa ABB Industry ja pienemmät ABB Motors.

Kymmenen suurimman vientituotteen joukossa ovat myös höyrykattiloiden osat. Höyrykattiloiden tilastointi on vaikeaa, koska ne viedään osina ja kootaan paikan päällä. Usein toimitetaan joko kattila, kattilalaitos oheislaitteineen tai kokonainen voimala. Näin höyrykattiloiden osien vienti, joka vuonna 1998 oli 400 miljoonaa markkaa, antaa vain lähtökohdan todellisen viennin arvioinnille. Höyrykattiloiden suurimmat viejät ovat Kvaerner Pulping ja Foster Wheeler, joka Suomessa valmistaa myös Ahlstrom Machineryn soodakattilat.

Kuviossa 3.7 ovat vientiään nopeimmin kasvattaneet tuotteet niistä tuotteista, joiden vienti vuonna 1998 oli vähintään 100 miljoonaa markkaa. Optiset kuitukaapelit ovat energiaklusterin kannalta tärkeä sivutuote ja kaapelivalmistajille (tärkeimpinä NK Cables, PK-Cables) kohta päätuote. Vuonna 1990 niiden vienti oli 3

miljoonaa markkaa ja vuonna 1998 jo 209 miljoonaa markkaa. Lämmönvaihtimia vietiin vuonna 1990 20 miljoonalla markalla. Vuonna 1998 vienti oli jo 160 miljoonaa markkaa. Venäjän ja Aasian lama supisti vientiä 1998 neljänneksellä.

Generaattoreiden, joita Suomessa tekee ABB, tärkeä kasvualue ovat tuuligeneraattorit. Dieselvoimalat joustavana ja hajautettuna sekä lisääntyvässä määrin kaasua käyttävänä voimantuotantoratkaisuna ovat mitä ilmeisemmin tulevaisuudessakin kasvava markkinasegmentti. Staattiset muuttajat ovat energiaklusterin suurin tuoteryhmä markkinoiden koolla mitattuna. Tuoteryhmän tärkein tuote on taajuusmuuttujat, joilla voidaan alentaa kustannustehokkaasti sähkömoottorien sähkönkäyttöä. Näin markkinat kasvavat edelleen. Kehittyneiden sähkömittareiden markkinat tulevat kasvamaan nopeasti. Suomalainen Enermet on merkittävä sähkömittarivalmistaja. Kilpailu lisää vaativia mittaus- ja ohjaustehtäviä. Monissa energiaklusterin hyödykkeissä toimitetun laitekannan kasvun ja markkina-asemien valloittamisen myötä myös after sales ja siihen liittyvä osien myynti voi kasvaa.

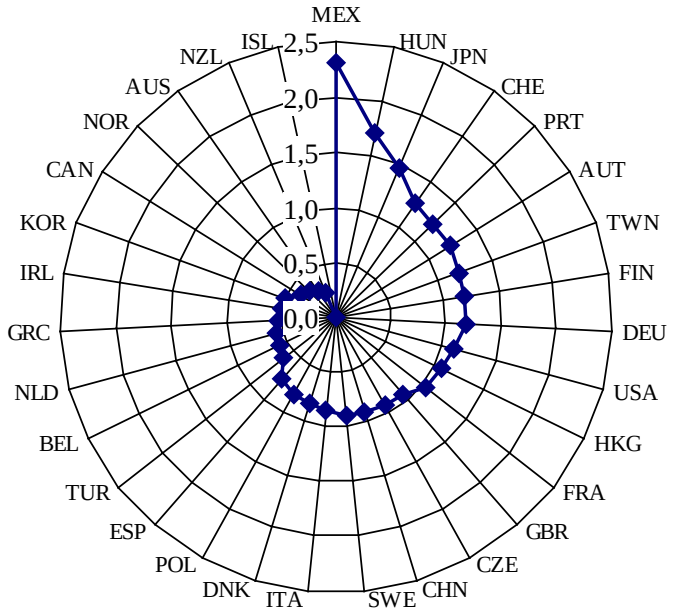
Sekä markkamääräinen että suhteellinen viennin kasvu osoittaa, että matkapuhelinten lisäksi Suomella on muitakin todella nopeasti kasvavia vientituotteita. Monissa energiaklusterin tuotteissa myös maailmanmarkkinat kasvavat, joten riittävän kattavalla ja nimenomaan kasvuhyödykkeiden valmistusvalikoimalla Suomen energiaklusterin viennin kasvu voi jatkua nopeana.

Suomen erikoistuminen energiateknologian vientiin

Erikoistumista energiateknologian vientiin voidaan mitata RCA-indeksillä. Jos energiateknologian osuus maan viennistä on sama kuin energiateknologian osuus kaikkien tarkasteltavien maiden - tässä 31 OECD:n tilastoiman maan - yhteenlasketusta viennistä, saa RCA-indeksi arvon yksi. Jos energiateknologian viennin osuus maan viennistä on kaksinkertainen verrattuna sen osuuteen kaikkien tarkasteltujen maiden viennistä, saa indeksi arvon kaksi.

Kuviosta 3.8 havaitaan että Suomi sijoittuu kahdeksanneksi energiateknologian vientiin erikoistumisessa. Erikoistumisindeksimme arvo oli 1,18. Erikoistunein maa oli Meksiko, jonka indeksiarvo oli 2,31. Meksikosta viedään etupäässä autojen sähkötekniikkaa

Kuvio 3.8 Eri maiden erikoistuminen energiateknologian vientiin vuonna 1995

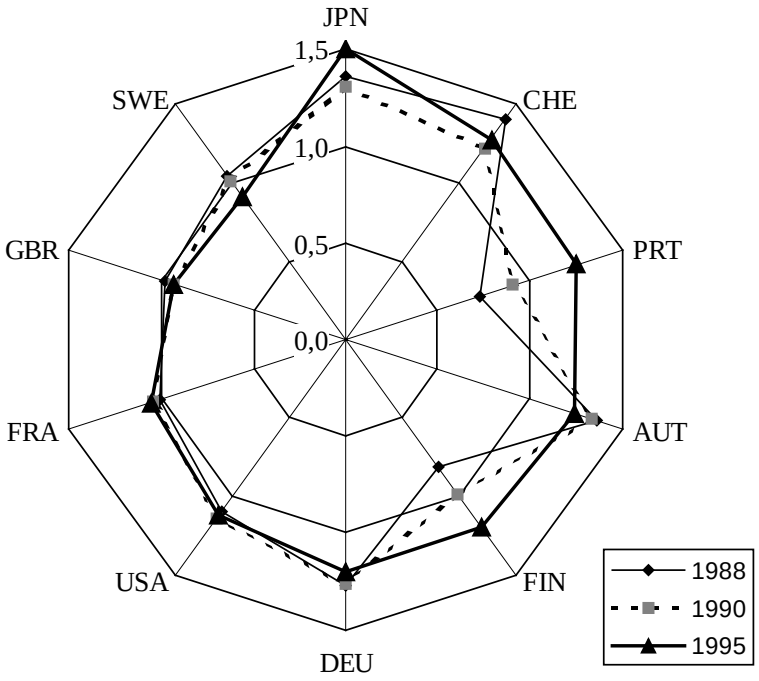


naapurimaahan Yhdysvaltoihin. Portugalilla on samanlainen suhde eurooppalaisiin autonvalmistajamaihin. Unkarissa puolestaan on merkittävää suurten kansainvälisten valmistajien omistamaa teollisuutta, esimerkiksi lamppujen valmistusta. Sveitsi on ABB:n kotimaa ja energiateknisen teollisuuden tuotteiden perinteinen valmistaja.

Suomen erikoistuminen energiateknologian vientiin on vielä vaatimatonta, jos sitä verrataan telekommunikaatiolaitteiden, metsäteollisuuden ja sen teknologian tai kaivos- ja metallurgian teknologian vientiin. Erikoistuminen on kuitenkin selvästi lisääntynyt, ja toisaalta mikään muu maa ei ole vielä saavuttanut ylivoimaista erikoistumista. Esimerkiksi Suomen erikoistuminen metsäteollisuuden teknologian vientiin samanlaisella indeksillä mitattuna saa arvon 6.

Erikoistumisen muutosta voidaan tarkastella niiden 23 OECD-maan avulla, joista on käytettävissä tämän vuosikymmenen kattavat sarjat. Kuvioon 3.9 on valittu näistä maista kymmenen energiatek-

Kuvio 3.9 Erikoistumisen kehitys energiateknologiaan erikoistuneissa valmistajamaissa



nologiaan eniten erikoistunutta maata. Erikoistumistaan energiateknologiaan ovat lisänneet selvästi Portugali, Suomi ja Japani. Sen sijaan merkittävät eurooppalaiset valmistajat Saksa, Iso-Britannia, Sveitsi, Ruotsi ja Itävalta ovat menettäneet asemiaan. Yhdysvallat on säilyttänyt asemansa.

Mitkä ovat Suomen kannalta parhaat energiateknologiahyödykkeet. Paremmuutta voidaan mitata ainakin seuraavilla mittareilla: 1) mitkä hyödykkeet tuovat eniten vientituloja, 2) missä hyödykkeissä Suomen markkinaosuus on korkein ja 3) missä hyödykkeissä erikoistumisemme on suurin. Eniten vientituloja tuovat hyödykkeet esitetään taulukossa 3.4. Vientiosuudeltaan parhaat hyödykkeet on lueteltu taulukossa 3.5. Molemmissa taulukoissa raportoidaan Suomen erikoistuminen kunkin hyödykkeen vientiin ja ko. hyödykkeen vientiin erikoistunein maa. Erikoistumisen sijaluku saatiin vertaamalla kussakin hyödykkeessä eri maiden erikoistumisindeksilukuja.

Taulukko 3.4 Eniten vientituloja tuovat energiateknologia-hyödykkeet

SITC	Hyödykeryhmä	Vienti v. 1997, Mmk	Osuus Suomen viennistä	Vienti* Tuonti	Osuus OECD-viennistä	Erikoistumissijoitus	Erikoistunein
	Koko vienti	**212 832**	**100 %**	**1,3**	**0,99 %**		
	Energiateknologia	***14 140***	***6,64 %***	***1,4***	***1,16 %***	***8***	***MEX***
77121	Staattiset muuttajat	2 311	1,09 %	5,2	4,63 %	1	FIN
71651	Dieselmoottori-generaattoriyhdistelmät	1 872	0,88 %	52,3	12,45 %	1	FIN
71631	Vaihtovirtamoottorit (myös yleisvirtamoottorit), pl. moottorit, joiden antoteho on yli 37.5 W	1 017	0,48 %	3,5	3,62 %	2	CZE
71392	Dieselmoottoreiden osat	669	0,31 %	1,2	1,20 %	9	GRC
77314	Muut sähköjohtimet, enintään 80 V:n nimellisjännitettä varten	452	0,21 %	1,8	0,95 %	8	PRT
71191	Osat ryhmän 7111 höyrykattiloita varten	443	0,21 %	28,4	5,78 %	2	POL
71333	Alusten diesel- ja puolidieselmoottorit	432	0,20 %	1,7	2,98 %	2	SWE
77812	Sähköakut	387	0,18 %	0,5	2,74 %	2	JPN
77315	Muut sähköjohtimet, 80-1000 V:n nimellisjännitettä varten	373	0,18 %	1,0	1,12 %	15	GRC
77123	Purkauslamppujen kuristimet	348	0,16 %	7,0	5,56 %	2	MEX
7169	Sähkömoottorien ja generaattorien osat	334	0,16 %	3,8	1,50 %	8	CHE
81311	Kattokruunut ja muut katto- tai seinävalaisimet, sähköllä toimivat	260	0,12 %	1,5	1,87 %	7	AUT
77254	Releet, jännite < 1000 volttia	232	0,11 %	1,9	1,00 %	11	PRT
81211	Lämmönsäteilijät ja niiden osat	228	0,11 %	5,0	4,43 %	2	BEL
77129	Osat muuntajiin, muuttajiin, kuristimiin, induktoreihin	220	0,10 %	1,1	1,41 %	4	HKG
74174	Lämmönvaihtimet	212	0,10 %	1,6	0,70 %	13	ITA
77119	Muut sähkömuuntajat	203	0,10 %	0,9	1,21 %	8	PRT

77313	Sytytyskaapelisarjat ja muut kaapelisarjat ajoneuvoihin, ilma-aluksiin tai aluksiin	200	0,09 %	0,9	0,60 %	12	PRT
71632	Vaihtovirtageneraattorit	196	0,09 %	4,5	1,95 %	4	FRA
77261	Taulut, paneelit, konsolit, pöydät, kaapit ja alustat sähköistä ohjausta tai sähkönjakelua varten, jännite > 1000 volttia	191	0,09 %	1,0	0,66 %	11	HUN
77282	Muut katkaisinten, kytkinten, lampunpitimien, taulujen jne. osat	185	0,09 %	0,6	0,28 %	24	CHE
77255	Muut kytkimet, jännite < 1000 volttia	180	0,08 %	0,8	0,42 %	19	MEX
77259	Muut sähkölaitteet virtapiirin kytkemistä, katkaisemista, suojaamista tai liittämistä varten, max. 1000 voltin nimellisjännite	179	0,08 %	0,4	0,27 %	25	MEX
7722	Painetut piirit	177	0,08 %	0,3	0,20 %	25	TWN
74369	Kaasujen suodatus- ja puhdistuslaitteet sekä tarvikkeet	151	0,07 %	1,7	0,84 %	12	MEX

* *Viennin ja tuonnin suhde*

Taulukko 3.5 Vientiosuudeltaan suurimmat Suomen energiateknologiahyödykkeet

SITC	Hyödykeryhmä	Vienti v. 1997, Mmk	Osuus Suomen viennistä	Vienti* Tuonti	Osuus OECD-viennistä	Erikoistumissijoitus	Erikoistunein
	Koko vienti	**212 832**	**100 %**	**1,3**	**0,99 %**		
	Energiateknologia	***14 140***	***6,64 %***	***1,4***	***1,16 %***	***8***	***MEX***
71651	Dieselmoottori-generaattoriyhdistelmät	1 872	0,88 %	52,3	12,45 %	1	FIN
77861	Kiinteät kondensaattorit 50/60 Hz:n piireihin, loistehon varastoimiskyky min. 0.5 kvar (vaihesiirtokondensaattorit)	74	0,03 %	9,2	6,38 %	1	FIN
71191	Osat ryhmän 7111 höyrykattiloita varten	443	0,21 %	28,4	5,78 %	2	POL
77123	Purkauslamppujen kuristimet	348	0,16 %	7,0	5,56 %	2	MEX

71111	Höyrykattilat ja muut höyrynkehittimet	114	0,05 %	9,2	5,31 %	1	FIN
87315	Sähkömittarit	115	0,05 %	7,5	5,26 %	4	GRC
77121	Staattiset muuttajat	2 311	1,09 %	5,2	4,63 %	1	FIN
81211	Lämmönsäteilijät ja niiden osat	228	0,11 %	5,0	4,43 %	2	BEL
77281	Taulut, paneelit, pöydät, kaapit ja muut ryhmän 7726 tavaroiden alustat, ilman laitteita	138	0,06 %	1,6	4,05 %	1	FIN
81215	Ilmankuumentimet ja kuuman ilman jakelulaitteet sekä niiden osat	77	0,04 %	3,1	3,89 %	1	FIN
71631	Vaihtovirtamoottorit (myös yleisvirtamoottorit), pl. moottorit, joiden antoteho on yli 37.5 W	1 017	0,48 %	3,5	3,62 %	2	CZE
71333	Alusten diesel- ja puolidieselmoottorit	432	0,20 %	1,7	2,98 %	2	SWE
74173	Tislaus- tai rektifioimislaitteet	53	0,02 %	4,4	2,83 %	4	DNK
77812	Sähköakut	387	0,18 %	0,5	2,74 %	2	JPN
71112	Kuumavesikattilat	60	0,03 %	103,2	2,66 %	5	HUN
77111	Neste-eristeiset muuntajat	126	0,06 %	4,0	2,53 %	4	TUR
77318	Optiset kuitukaapelit	150	0,07 %	8,8	2,22 %	3	TUR
74131	Vastuslämpöuunit	37	0,02 %	1,8	2,01 %	3	CHE
71632	Vaihtovirtageneraattorit	196	0,09 %	4,5	1,95 %	4	FRA
74128	Osat luokan 7412 (tulipesän) polttimiin ja muihin laitteisiin (syöttölaitteisiin)	11	0,01 %	1,1	1,90 %	5	DNK
81311	Kattokruunut ja muut katto- tai seinävalaisimet, sähköllä toimivat	260	0,12 %	1,5	1,87 %	7	AUT
71811	Hydrauliset turbiinit ja vesipyörät	0,2	0,00 %	0,1	1,55 %	8	NOR
7169	Sähkömoottorien ja generaattorien osat	334	0,16 %	3,8	1,50 %	8	CHE
77866	Paperi- tai muovieristeiset kondensaattorit	64	0,03 %	1,1	1,49 %	8	PRT
77129	Osat muuntajiin, muuttajiin, kuristimiin, induktoreihin	220	0,10 %	1,1	1,41 %	4	HKG

* *Viennin ja tuonnin suhde.*

Suomen vientiosuus OECD:n tilastoimien 31 maan energiateknologian kokonaisviennistä oli 1,16 prosenttia vuonna 1995. Eri tuotteissa vientimarkkinaosuus vaihtelee kuitenkin suuresti. Korkein Suomen osuus on dieselmoottori-generaattoriyhdistelmissä, 12,5 prosenttia. Niiden vienti oli yli 50-kertainen verrattuna tuontiin. Suomi on tarkastelluista maista erikoistunein dieselvoimaloiden koneistojen valmistaja ja viejä.

Muita tuotteita, joissa Suomi on erikoistunein maa, ovat vaihesiirtokondensaattorit, höyrykattilat, staattiset muuttajat, sähkötaulujen, paneelien, pöytien ja kaappien alustat sekä ilmankuumentimet ja kuuman ilman jakelulaitteet. Korkeita markkinaosuuksia ja erikoistumissijalukuja on myös höyrykattiloiden osissa, lämmönsäteilijöissä eli lämpöpattereissa, sähkömoottoreissa ja sähköakuissa.

Tarkastelu osoittaa selvästi Suomen energiaklusterin vahvuusalueet. Voimantuotantotekniikassa niitä ovat dieselmoottorivoimalat ja alusten dieselmoottorit sekä kattilavoimalaitokset ja generaattorit. Sähkön käytössä etenkin staattiset muuttajat ja isommat sähkömoottorit sekä rakennusten lämpötekniikka ja valaisimet sekä sähkömittarit ovat kilpailukyisiä tuotteita, sähkön siirto- ja jakelutekniikassa taas kondensaattorit, kuristimet, taulujen alustat ja muuntajat. Sähköakut ja optiset kuitukaapelit ovat energia- ja teleklusterin rajapinnan tuotteita.

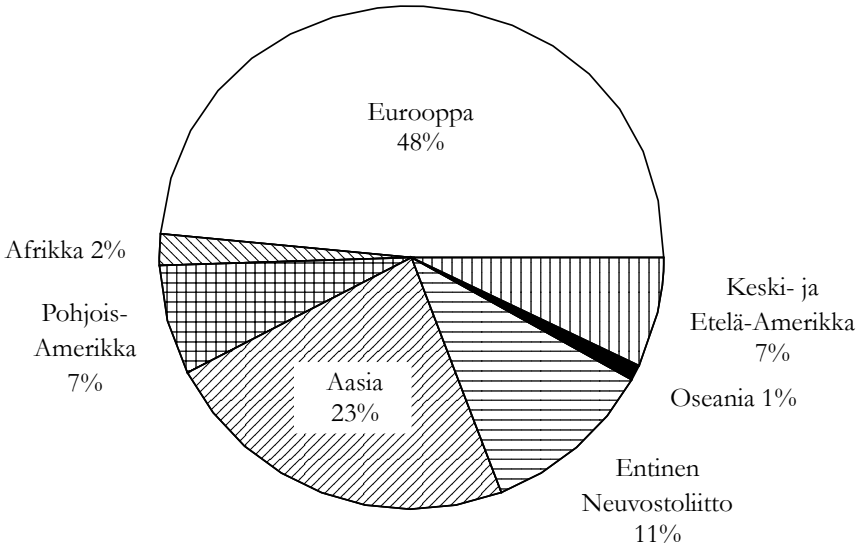
Liitteessä 1 (ss. 343-351) on kattava luettelo kaikista energiateknologiatuotteista. Se sisältää tiedot niiden viennistä ja näiden tuotteiden kilpailukyvystä mitattuna vientienemmyydellä, osuudella OECD-viennistä ja erikoistumissijoituksella.

Markkinat alueittain

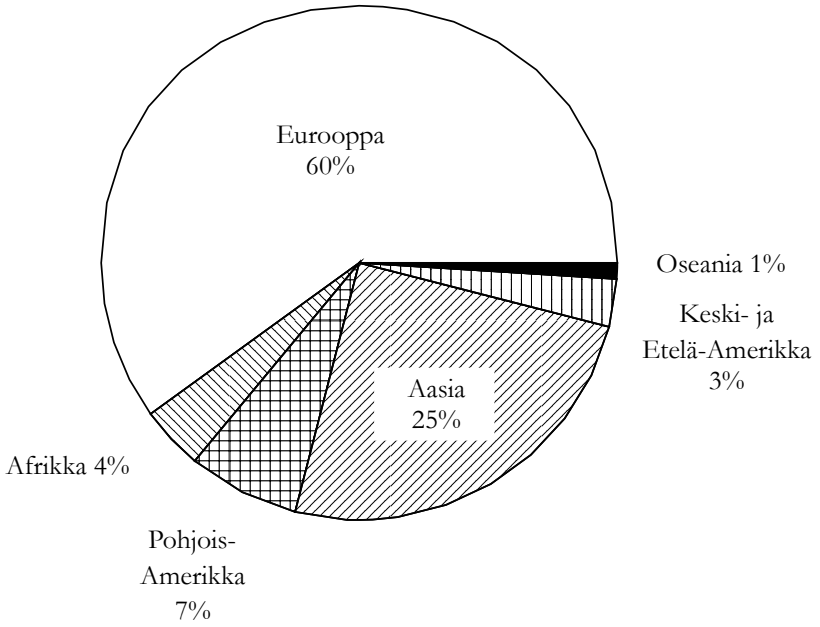
Suomen energiateknologiaviennistä suuntautui vuonna 1998 Eurooppaan lähes puolet, 48 %. Pohjois-Amerikan osuus oli 7 % samoin kuin Keski- ja Etelä-Amerikan. Aasian osuus, johon OECD:n tilastoissa luetaan entisen Neuvostoliiton maat, oli 34 %. Afrikan osuus oli vajaat 2 prosenttia ja Oseanian 1 prosentti.

Kokonaisuudessaan energiateknologian vienti suuntautuu huomattavasti enemmän Euroopan ulkopuolelle kuin koko tavaraviemme, josta yli 60 % meni Eurooppaan vuonna 1998. Tämä johtui juuri Aasiasta, jonka markkinat energiateknologiassa ovat selvästi tärkeämmät kuin koko tavaraviennissämme. Energiateknologian markkinaosuutemme entisen Neuvostoliiton maissa ja eräissä Kaakkois-Aasian maissa ovat korkeita.

Kuvio 3.10 Suomen energiateknologiaviennin jakauma vuonna 1998



Kuvio 3.11 Suomen energiateknologiaviennin jakauma vuonna 1990



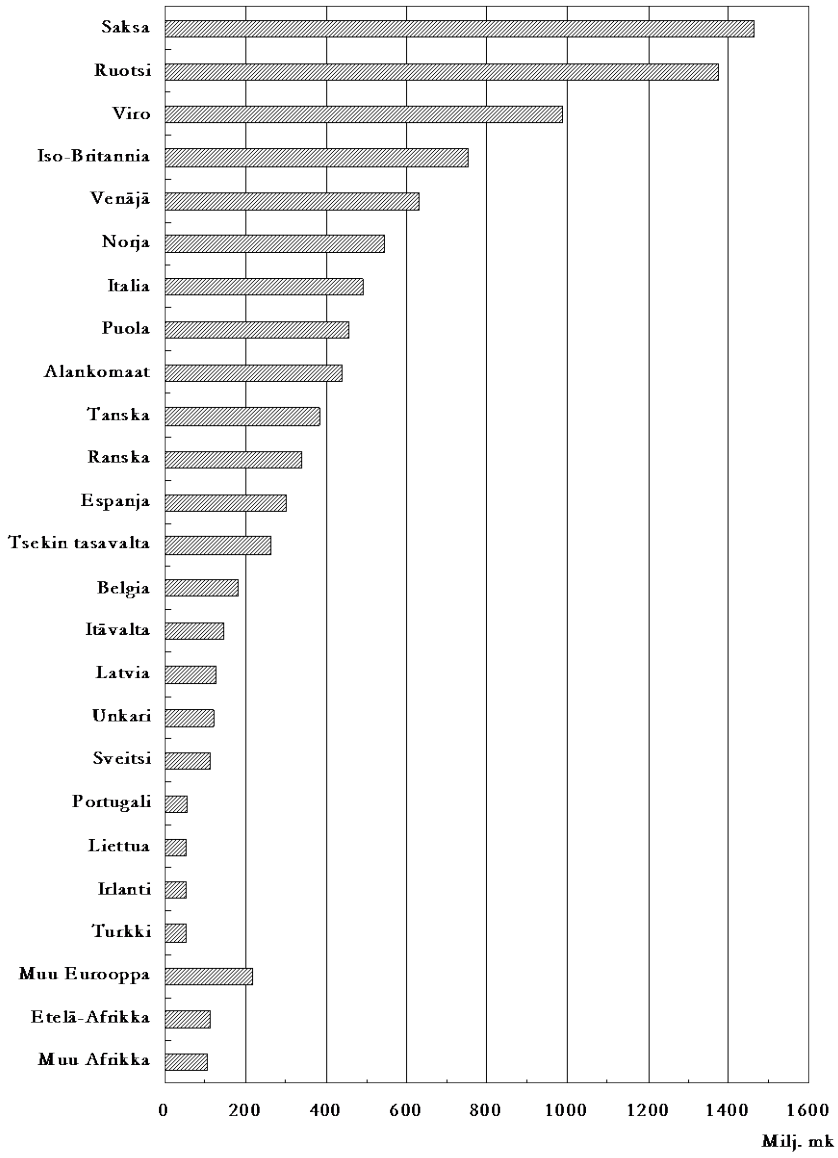
Viennin maantieteellisen jakauman historiallinen kehitys näkyy kuvioista 3.10 ja 3.11. Myös vuonna 1990 energiateknologian vienti oli jo selvästi vähemmän Eurooppa-keskeinen ja enemmän Aasia-keskeinen kuin koko vientimme. Samoin Keski- ja Etelä-Amerikka ovat olleet energiateknologialle tärkeämpiä vientikohteita kuin muulle tavaraviennille. Koko viennin kannalta energiateknologian vienti näyttää olevan tien avaaja. Se tunkeutuu ensimmäisenä kokonaan uusille markkinoille. Selvemmin tämä näkyy tärkeimpien vientimaiden vertailussa.

Kuvioissa 3.12 ja 3.13 on esitetty Suomen energiateknologian viennin tärkeimmät kohdemaat. Maat voidaan tyypitellä seuraavasti:

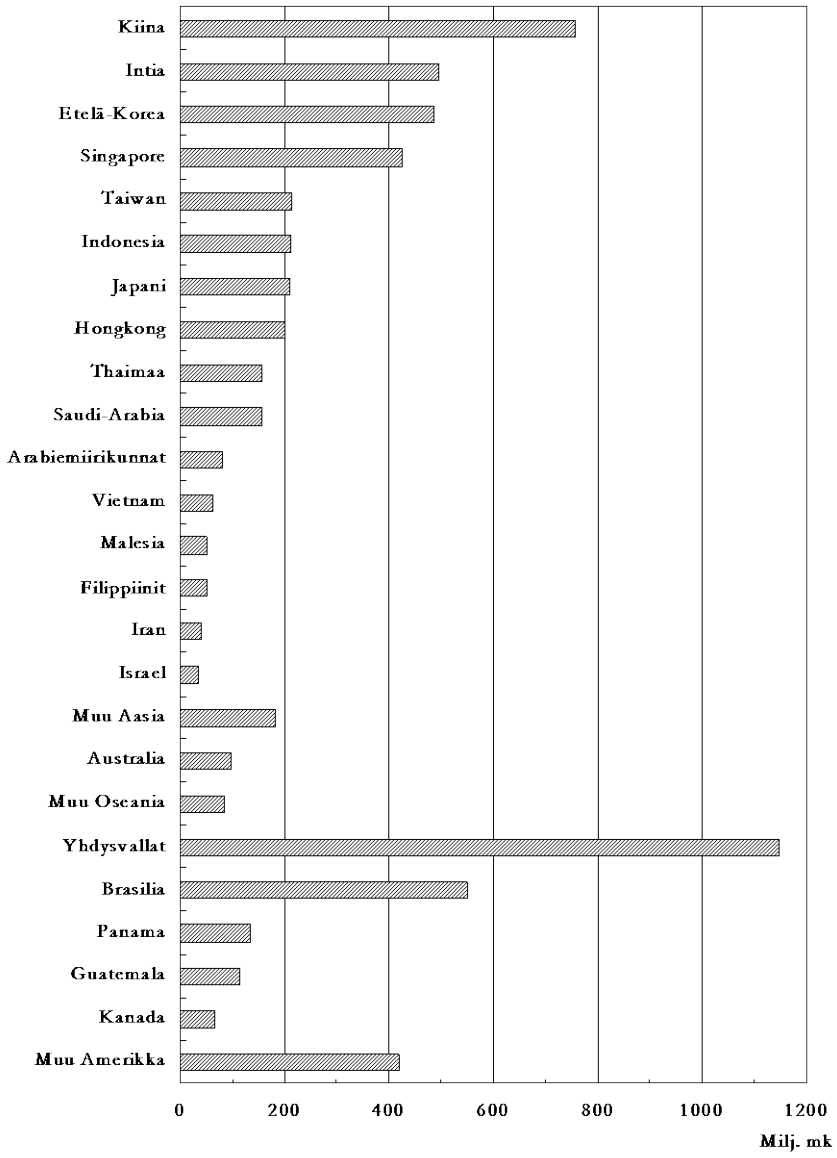
- Nopeasti kasvavat, teollistuvat maat: Näitä ovat Kaakkois-Aasian maat kuten Kiina, Intia, Indonesia, Thaimaa ja Malesia. Usein teollisuusinvestointien yhteydessä näissä maissa on rakennettava myös vastaava voimantuotantokapasiteetti, koska kapasiteettia ei ole tai sähköä ei puutteellisen verkon takia ole saatavissa.
- Markkinatalouteen vapautuneet entiset sosialistimaat: Myös näissä maissa energiateknologian osuus BKT:sta ja investoinneista on korkea varsinkin sen jälkeen, kun talous on lähtenyt kasvuun. Tällaisia maita ovat mm. Viro, Tsekin tasavalta, Puola, Latvia ja Unkari. Tulevaisuudessa tähän joukkoon kipuaa myös Venäjä, jonne energiateknologian vienti nyt on pienempää kuin Viroon. Suomella on korkeita vientiosuuksia viennissä näihin maihin.
- Energiateknologian trading- ja kauttakulkumaat: Tähän ryhmään kuuluvat Hongkong, Singapore ja jossain määrin myös Alankomaat ja Belgia. Ne ovat kauppareittien logistisia solmukohtia ja portteja muihin maihin. Osa energiateknologiasta jatkaa matkaansa muihin maihin joko sellaisenaan tai yhdistettyinä projektikuljetuksina.
- Vanhat teollisuusmaat: Näissä energiateknologiainvestoinnit ovat vähäisempiä suhteessa investointeihin ja BKT:hen kuin kahdessa ensimmäisessä ryhmässä, ja investoinnit kohdistuvat varsinkin energian käytön teknologiaan. Merkittävä osa viennistä näihin maihin on myös komponenttivientiä niiden energiateknilliselle teollisuudelle.

Oheisista maista korkeimmat vientiosuudet Suomella on Viroon ja Venäjälle, Tsekin tasavaltaan sekä luonnollisesti Pohjoismaihin. Myös moniin pieniin kaukaisiin maihin vuosittaiset markkinaosuudet voivat toimituksista riippuen olla erittäin suuria.

Kuvio 3.12 Energiateknologian vienti Eurooppaan ja Afrikkaan vuonna 1998



Kuvio 3.13 Energiateknologian vienti muihin maanosiin vuonna 1998



4 ENERGIATEKNOLOGIAN KILPAILUKYKY

Suomen energiateknisen teollisuuden tuotevalikoima on laaja kattaen suurimman osan energian arvoketjun teknologiasta.[1] Voimantuotan-

Taulukko 4.1 Suomen energiateknologiaklusterin rakenne

Erityispanokset	**Avaintuotteet**	**Lähi- ja tukialat**
Koulutus ja tutkimus	***Voimalat***	Laivojen komponenttivalmistus: laivanmoottorit, ruoripotkurit
Energia- ja ympäristöpolitiikka	Dieselvoimalat	
Teknologiarahoitus	Kattilavoimalat	Televerkon laitevalmistus: kaapelit, mastot yms.
Vaativat olosuhteet	Laitteet: generaattorit, vaihteistot, lämmönvaihtimet, ilmansuojelulaitteet	
Ulkomainen omistus	***Siirron ja jakelun laitteet***	Ilmastoinnin laitteiden valmistus
Tuotantoteknologia	Kaapelit ja johtimet	Elektroniikkateollisuus
Teollisuuden t&k	Muuntajat ja muuntamot	Kaapelikoneteollisuus
Tehokkaat konepajat ja tuotetehtaat	Kojeet, kojeistot, releet yms.	Metsäteollisuuden laitevalmistus
Teollisuusautomaatio	Kaukolämpöputket	
Verkottunut tuotanto	Sähkömittarit	**Asiakkaat**
Liitännäispalvelut	***Energian käytön laitteet***	Energiayhtiöt
Engineering: voimalaitos- ja verkkoprojektit	Sähkömoottorit	Itsenäiset voimantuottajat
Sähköistykset: voimalat, teollisuus, rakennukset	Taajuusmuuttajat, tasasuuntaajat	Verkkoyhtiöt: energiaverkot, televerkot, sähköradat jne.
Järjestelmätoimitukset: kaukokäytöt, -luenta, sähkökäytöt, automaatiojärjestelmät	Akkulaturit	Teollisuus
	Sähköasennustarvikkeet, valaisimet	Rakentaminen
	Lämpöpatterit	

Energiateknologiaklusteri on kuvattu tässä avaintuotteiden valmistuksen näkökulmasta. ***Erityispanoksia*** *ovat maan olosuhteet ja infrastruktuuri, jotka muodostavat yritysten yleisen toimintaympäristön.* ***Tuotantoteknologia*** *kuvaa käytössä olevia resursseja ja tuotannon organisointitapaa avaintuotteiden valmistuksessa. Klusterin* ***liitännäispalvelut*** *ovat teknologiaa valmistavien yritysten tai palveluyritysten tarjoamia palveluja, jotka edistävät laitemyyntiä.* ***Lähi- ja tukialat*** *sekä* ***asiakkaat****, joiden vaikutus kilpailukyvyn muotoutumiseen on kuvattu edellä luvussa 2.1, ovat avaintuotteiden valmistukseen horisontaalisesti ja vertikaalisesti kytkeytyviä teollisia toimialoja.*

[1] Tärkeimpiä tuoteryhmiä, joita Suomessa ei valmisteta, ovat höyry- ja kaasuturbiinit sekä niihin kytketyt generaattorit.

nossa Suomen vahvuusalueita ovat moottori- ja höyryvoimalaitokset ja niiden teknologia. Tärkeimmät tuoteryhmät ovat dieselmoottorit, niihin kytketyt generaattorit, höyrykattilat sekä tuulivoimaloiden komponentit. Sähkön siirron ja jakelun teknologiassa keskeisiä tuoteryhmiä ovat kaapelit, muuntajat, kojeet ja kojeistot sekä sähkömittarit. Energian käytön alueella kotimaisia menestystuotteita ovat sähkömoottorit ja niiden toimintaa säätelevät taajuusmuuttajat. Luku 4 analysoi näiden avaintuotteiden ja niiden ympärille rakentuneen klusterin kilpailukykytekijöitä.

4.1 Höyrykattilat ja kattilalaitokset

Polttotekniikka ja siihen liittyvä laitevalmistus on yksi Suomen energiateknologian vahvuusalueita. Tuotantoprosessin ydinteknologiaa ovat höyrykattilat, joita on eri tyyppejä käyttötarkoituksesta ja polttoaineesta riippuen. Tässä yhteydessä tarkastelu kohdistuu Suomen kansainvälisen kilpailukyvyn kannalta tärkeimpiin höyrykattilatyyppeihin. Näitä ovat sähkön, lämmön ja höyryn tuotantoon soveltuvat *leijupetikattilat* ja *soodakattilat* sekä lämmön ja höyryn tuotantoon soveltuvat *arina-*, *öljy-* ja *kaasukattilat.*[2] Tarkastelun pääpaino on leijupetiteknologiassa, jonka kehitykseen ja maailmanlaajuiseen yleistymiseen suomalaisen osaamisen ja innovaatioiden vaikutus on ollut ratkaiseva.[3] Liitteessä 4.1 (s. 199) on esitetty kattilavalmistukseen liittyviä tilastollisia tunnuslukuja.

Taustaa

Termiseen konversioon ts. palamiseen perustuvalla sähköenergian tuotannolla on Suomen energiataloudessa yli satavuotiset perinteet. Sen historia ulottuu viime vuosisadan lopulle, jolloin polttopuuta käyttävät höyrykoneet yleistyivät kaupunkien ja kiinteistöjen sähkövalaistuksen lähteenä.[4] Höyrykoneilla ja niihin kytketyillä dynamoilla tuotettiin aluksi myös sähköä ja lämpöä. Yhdyskuntien ja teollisuuden voi-

---

2 Tähän ryhmään kuuluvat myös kuumavesikattilat, joiden käyttötarkoitus on sama.

3 Leijupetikattiloihin liittyvä terminologia on jossain määrin sekava ja vakiintumaton. Kiertopetikattiloista käytetään joissakin yhteyksissä nimitystä kiertoleijukattila. Kuplapetikattilat tunnetaan myös nimellä kerrosleijukattila.

4 Höyrykoneita valmistettiin Suomessa jo 1800-luvun ensimmäisellä puoliskolla. Niitä käytettiin tuolloin mekaanisen energian tuottamiseen teollisuudessa.

mantuotannossa höyrykone korvattiin 1900-luvun alkupuolella tehokkaammalla turbiinilla, jonka voimanlähteeksi otettiin höyrykattila.[5] Höyrykattiloiden valmistus alkoi Suomessa jo 1840-luvulla pohjautuen alunperin ulkomaisiin lisensseihin. Aina 1890-luvulle asti höyrykattiloita käytettiin pääasiassa lämmittämiseen, höyryn tuottamiseen teollisuudessa ja kulkuneuvojen energian lähteenä.

Toisen maailmansodan jälkeen sähkön kysyntä kasvoi voimakkaasti, ja 1960-luvun alkuun asti energian lisätarve pystyttiin kattamaan vesivoimaa rakentamalla. Tämän jälkeen vesivoimakapasiteetin kasvu hidastui, ja polttoon perustuvaa energian tuotantoa lisättiin merkittävästi. Voimakattilakapasiteetin kasvu kohdistui aluksi lähinnä hiiltä ja öljyä polttaviin kattiloihin, joiden kotimainen valmistus, etenkin suuremmassa kokoluokassa, perustui edelleen pääasiassa ulkomaiseen teknologiaan. Tämä koskee myös selluteollisuuden soodakattiloita, joiden valmistus Suomessa alkoi 1950-luvulla.

Arina- ja pölypolttokattilat sekä kaasu- ja öljykäyttöiset kattilat säilyttivät asemansa voimantuotannon pääkattilatyyppeinä aina 1970-luvun loppuun asti. Tuolloin kotimarkkinoille alkoi ilmaantua ensimmäisiä teollisen kokoluokan voimakattiloita, joiden tuotekehityksessä suomalaisten valmistajien panos oli merkittävä.

Leijuvaan hiekkapetiin perustuvan polttotekniikan kehitystyö käynnistyi Suomessa jo 1960-luvulla. Teknologiaa kehitettiin samanaikaisesti monissa muissakin maissa, ja sen ensimmäinen kaupallinen sovellutus oli *kerrosleijukattila*. Sen etu aiempiin kattilatyyppeihin nähden oli korkeampi hyötysuhde, alhaisemmat päästöt ja monipuolisempi polttoainevalikoima. Kerrosleijukattiloissa oli mahdollista polttaa mm. metsäteollisuuden kosteita puujätteitä, lietettä sekä yhdyskuntajätteitä, mikä aiemmin ei ollut mahdollista.

Kerrosleijupolttoon perustuen Suomessa alettiin 1970-luvulla kehittää teknisesti kehittyneempää polttotekniikkaa, jota oli aiemmin sovellettu öljynjalostuksen prosesseissa. Kehitystyötä vauhdittivat osaltaan öljykriisit, joiden seurauksena kotimaisten polttoaineiden, etenkin turpeen, käyttöä pyrittiin julkisen vallan tukitoimin lisäämään. Suomen voimakattilateollisuuden uranuurtajan Ahlströmin ennakkoluulottoman kehitystyön tuloksena syntyi *kiertopetikattila*, joka tuotiin markki-

[5] Turbiinin pyörittämiseen tarvittiin aluksi useita kattiloita. Vuonna 1925 käyttöön otettu pölypolttoteknologia mahdollisti höyryn tuotannon yhdellä kattilalla (Myllyntaus, 1991).

noille vuonna 1980. Ensimmäinen teholtaan 15 MW kattila oli otettu käyttöön yhtiön sahalla Pihlavassa vuotta aiemmin.

Kiertopetitekniikalla palamisen hyötysuhdetta voitiin edelleen parantaa, ja polttoprosessin päästöjä voitiin vähentää. Kerrosleijutekniikkaan verrattuna kiertopetitekniikka soveltui useampien polttoaineiden kuten kivihiilen käyttöön, ja se mahdollisti kattiloiden tehoalueen laajentamisen suurempaan voimalaitosluokkaan. Kiertopetiteknologian edistyksellisyydestä huolimatta kerrosleijukattilat säilyttivät kilpailukykynsä pienemmän kokoluokan ja erityisesti teollisuuden voimantuotannossa. Kerrosleijukattiloiden investointikustannukset ovat alhaisemmat, ja niiden hyötysuhde biomassan poltossa on yleisesti parempi.

Voimakattilateknologiaan suunnattu vahva tutkimuspanostus heijastui myös soodakattiloiden tutkimukseen. Yhtäältä osa uusista teknisistä innovaatioista oli mahdollista siirtää soodakattiloihin, ja toisaalta onnistuminen voimakattiloiden tuotekehityksessä rohkaisi kotimaista teollisuutta lisäämään panostustaan myös tällä alueella.[6] Suomessa sovellettiin ennakkoluulottomasti uutta tekniikkaa. Esimerkkinä mainittakoon kolmitasoilmatekniikka ja kompound-pohja, joista edellinen otettiin käyttöön vuonna 1965 ja jälkimmäinen vuonna 1972.

Uutta teknologista sukupolvea edustaneet leijukattilat yleistyivät Suomen energiantuotannossa ja syrjäyttivät vähitellen arina- ja öljykäyttöiset kattilat teollisen kokoluokan voimalaitoksissa. Niiden käyttö rajoittui lämmön ja höyryn tuotantoon. Kotimaisen kysynnän vauhdittamana leiju- ja soodakattilat nousivat 1980-luvulla suomalaisen energiateknologian menestystuotteiksi myös kansainvälisillä markkinoilla.

Toimialan rakenne, kilpailu ja yritysten strategiat

Kiertopetiteknologia oli kansainvälisesti merkittävä kotimainen innovaatio, ja sen turvin Ahlström sai teknologisen etumatkan kilpailijoihinsa nähden. Teknologiaa oli kuitenkin mahdoton suojata patentein, ja muutaman vuoden viipeellä yhtiö sai kilpailijoikseen suuret kansainväliset kattilavalmistajat. Nämä kehittivät joko omaa tek-

[6] Merkittävimmät voimakattiloiden valmistajat Tampella ja Ahlström vastasivat tuolloin myös kotimaisesta soodakattiloiden valmistuksesta, joka perustui alunperin ulkomaisiin, lähinnä amerikkalaisiin lisensseihin. Omiin patentteihin perustuva tuotanto yleistyi 1970- ja 1980-luvulla.

Taulukko 4.2 Merkittävimmät höyry- ja vesikattiloiden valmistajat Suomessa

Yritys	Kattilatyypit	Liikevaihto 1997 Mmk
Foster Wheeler Energia Oy	Leijupetikattilat, kaasuturbiinien lämmöntalteenottokattilat, pölypolttokattilat, öljy- ja kaasukattilat, arinakattilat	1500
Ahlstrom Machinery Oy	Soodakattilat	970
Kvaerner Pulping Oy	Soodakattilat, leijupetikattilat, kaasuturbiinien lämmöntalteenottokattilat, pölypolttokattilat	n. 750
Finreila Oy	Öljy- ja kaasukattilat	83
Sermet Oy	Öljy- ja kaasukattilat, arinakattilat, leijupetikattilat	81
Prosessiputkitus Oy	Pienet leijupetikattilat, öljykattilat, paineenalaiset osat	75
Noviter Oy	Öljy- ja kaasukattilat	61
KPA Unicon Oy	Öljy- ja kaasukattilat	55
Putkimaa Oy	Öljy- ja kaasukattilat, leijupetikattilat, arinakattilat	25
Ekopoint Oy	Arinakattilat	10

niikkaansa tai ostivat valmistuslisenssin muilta valmistajilta kuten juuri Ahlströmiltä.

Tampellasta oli 1990-luvun alkuun mennessä kasvanut yksi maailman johtavista kerrosleijukattiloiden toimittajista. Kiertopetikattiloiden valmistukseen yhtiö laajentui vuonna 1989, jolloin se osti yhdysvaltalaisen Dorr Oliver Ventures Incorporated -konsernin kattilavalmistusdivisioonan. Kiertopetiteknologian ohella Tampella sai yrityskaupassa after sales -toimituksia ja kattilauusintoja tukevaa valmistuskapasiteettia Yhdysvalloista.[7]

[7] Samana vuonna Tampella osti yhdysvaltalaiselta The Institute of Gas Technologyltä oikeudet paineistetun kaasutuksen teknologiaan, jota se ryhtyi kehittämään vuonna 1992 perustamassaan tytäryrityksessä Enviropower Oy:ssä. Yhtiön vähemmistöosakkaaksi tuli ruotsalainen Vattenfall.

Kilpailutilanne ja markkinoiden rakenne

Vuoteen 1993 asti Suomessa toimi 3 merkittävää leijupetikattiloiden valmistajaa: Ahlström Pyropower, Tampella Power ja Outokumpu Ecoenergy, jonka Outokumpu myi tuolloin Ahlströmille. Vuonna 1995 Ahlström myi voimakattilaliiketoimintansa yhdysvaltalaiselle Foster Wheelerille ja vuotta myöhemmin Tampella Power myytiin norjalais-englantilaiselle Kvaernerille. Niiden lisäksi Suomessa toimii pienempiä konepajoja, kuten Sermet ja Putkimaa, jotka valmistavat pieniä leijukattiloita lämmön ja höyryn tuotantoon.

Ennen siirtymistään ulkomaiseen omistukseen kotimaisten valmistajien osuus maailman leijupetikattiloiden markkinoista oli yli 50 %, ja myös uudessa omistuksessa niiden markkina-asema on säilynyt vahvana. Foster Wheeler Energian ja Kvaerner Pulpingin kanssa kilpailevia leijupetikattiloiden valmistajia on noin 20, joista valtaosa on keski- ja itäeurooppalaisia yrityksiä.

Soodakattiloiden maailmanmarkkinoista Suomessa toimivien valmistajien Ahlstrom Machineryn ja Kvaerner Pulpingin yhteinen osuus on viime vuosina noussut 70 %:sta 90 %:iin samalla, kun markkinoiden koko on pienentynyt. Kansainvälinen kilpailu on muuttunut duopolistiseen suuntaan, sillä 1990-luvulla valmistajia on ollut kaikkiaan noin 15.[8] Niistä lähes kaikki ovat valmistaneet myös voimakattiloita, mikä on johtunut soodakattilamarkkinoiden syklisyydestä ja valmistukseen liittyvistä yhteistuotannon eduista.

Keskittyvillä sooda- ja voimakattiloiden maailmanmarkkinoilla kotimaiset valmistajat ovat toistensa pääkilpailijoita. Ankara kilpailu on yhtäältä kannustanut yhtiöitä jatkuvaan tuotekehitykseen[9], mikä on ollut yksi kattilateollisuuden menestyksen perustekijöitä. Toisaalta ajoittain verinenkin hintakilpailu on heikentänyt yritysten kannattavuutta ja haitannut liiketoiminnan pitkäjänteistä kehittämistä.

Voimakattiloiden maailmanmarkkinoilla on jo pitkään vallinnut ylikapasiteetti siitäkin huolimatta, että valmistajien määrä on run-

---

8 Täsmällistä markkinaosuutta on vaikea määritellä, koska vuosittaiset tilaukset vaihtelevat voimakkaasti, jolloin tilaa ei ole kaikille toimittajille. Esimerkiksi vuonna 1993 kokonaistilausten arvo oli noin 300 Mmk, kun seuraavana vuonna vastaava luku oli 2 mrdmk.

9 Esim. Foster Wheelerin Compact- ja Kvaerner Pulpingin Cymic-kattilat.

saassa 10 vuodessa laskenut puoleen. Ylikapasiteettiongelmaa on viime vuosina kärjistänyt uusien hiilivoimalaitosten rakentamisen väheneminen. Alan rakennejärjestelyt ovat koskeneet lähinnä eurooppalaisia ja yhdysvaltalaisia yrityksiä, joiden kotimarkkinoilla kattiloiden kysynnän kasvu on asteittain hidastunut.[10] Tällä hetkellä teollisen kokoluokan voimakattiloita valmistaa runsaat 20 yritystä.

Paikallista kattilateollisuutta on etenkin Euroopassa pyritty suojelemaan maakohtaisilla standardeilla ja paineastiamääräyksillä, mikä on osaltaan ylläpitänyt ylitarjontatilannetta. EU-maiden osalta määräykset yhtenäistyvät vuonna 1999, mikä johtanee kilpailun kiristymiseen ja keskittymisen kasvuun.

Taulukko 4.3 Euroopan kiertopetikattiloiden valmistajat ja teknologiat

Yhtiö	Teknologia
ABB	ABB CE/Circofluid
AEE	Pyroflow, Steinmuller, Turboflow
Babcock Enterprise (CNIM)	Ignilfuid
Babcock & Wilcox	Studsvik
CNIM	FW CFB
Deutche Babcock	Circofluid
EVT	EVT (Pyroflow, Lurgi)
GEC Alsthom	Stein (Lurgi, EVT)
Foster Wheeler	***FW CFB, Pyroflow***
Kvaerner Pulping	***Cymic, Keeler, Götaverken, Generator***
Lurgi	Lurgi
Rafako	EVT
Ses Tlmace	Lurgi
Steinmuller	Steinmuller
Vitkovice	EVT

Kilpailukeinot ja kilpailun luonne

[10] Aasian, lähinnä Japanin ja Etelä-Korean, yrityskentässä ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia.

Nykyiseen teknologiaan perustuvien soodakattiloiden maailmanmarkkinat ovat jo saavuttaneet kypsän vaiheen; läntisten teollisuusmaiden osalta tämä koskee myös leijupetikattiloiden markkinoita. Kilpailukykyä on pyritty parantamaan asteittaisilla teknisillä uudistuksilla, kuten kattiloiden kokoa ja tehoa kasvattamalla, hyötysuhdetta nostamalla ja päästöjä vähentämällä. Tässä suhteessa kotimaiset valmistajat ovat olleet kehityksen eturintamassa. Niiden kilpailukyky perustuu selvemmin korkeaan laatuun kuin alhaiseen hintaan.

Kiristyvään kilpailuun kotimaiset yritykset ovat vastanneet mm. palvelutarjontaa lisäämällä, minkä merkitys kilpailutekijänä kasvaa myös lähivuosina. Huolto- ja korjaustoiminnan lisäksi kasvava osa kotimaisten yritysten liiketoiminnasta on vanhojen kattiloiden modernisointeja ja muutostöitä. IPP-konseptin yleistyessä kattilavalmistajien kiinnostus voimalaitosten käyttöä ja kunnossapitoa kohtaan kasvaa. Palvelutarjonnalla yritykset pyrkivät differoitumaan ja ylläpitämään asiakassuhteita sekä kompensoimaan kattilatoimitusten syklisyyttä.

Yksi suojautumisstrategia tuoteryhmäkohtaisia riskejä ja kysynnän vaihteluita vastaan on ollut diversifioituminen. Leijupetikattiloiden ohella Kvaerner Pulpingin ja Foster Wheelerin tuotevalikoimiin kuuluvat kaasuturbiinien lämmöntalteenottokattilat ja pölypolttokattilat, minkä lisäksi ne ovat säilyttäneet valmiuden arina- ja öljykattiloiden valmistukseen. Kansainväliset yrityskaupat ovat osaltaan laajentaneet ja monipuolistaneet niiden tuotevalikoimaa.

Sooda- ja voimakattiloiden markkinat ovat 1990-luvulla muuttuneet maailmanlaajuisiksi, mikä on edellyttänyt kotimaisilta valmistajilta mukautumiskykyä erilaisiin markkinaolosuhteisiin. Yksittäisten kattiloiden ohella ne toimittavat kokonaisia kattila- ja voimalaitoksia, mikä on nostanut projektiosaamisen keskeiseksi kilpailutekijäksi. Projektitoiminnassa kilpailukyky perustuu toimitusten nopeuteen, täsmällisyyteen ja kustannusten hallintaan, mikä edellyttää globaalin alihankintaverkoston hallintaa.

Alihankinnan globalisoituessa kotimaiset valmistajat ovat ulkoistaneet toimintojaan ja keskittyneet ydinliiketoimintaansa, millä on pyritty kustannusten vähentämiseen ja suhdannejoustavuuden lisäämiseen. Projektitoiminnan ohella valmistajien ydinosaamisen alueita ovat nykyään kattiloiden suunnittelu, painerungon valmis-

tus ja palvelutoiminta; tosin myös näitä toimintoja on osittain ulkoistettu. Esimerkiksi Ahlstrom Machinery teettää soodakattiloiden valmistuksen kokonaan alihankkijoilla, joista tärkein on Foster Wheeler Energia. On ilmeistä, että ulkoistamisprosessi jatkuu alalla myös lähivuosina[11].

Kilpailuympäristössä ja -strategioissa tapahtuneiden muutosten seurauksena kotimainen höyrykattilaliiketoiminta on saanut kasvavassa määrin engineering-toiminnan piirteitä, missä kilpailukyvyn ydin on osaamiseen perustuva immateriaalinen pääoma. *Tämä muutos on laajentanut yritysten kilpailukenttää juuri engineering-toimintaan erikoistuneiden yritysten suuntaan.*

Korvaava kilpailu ja tulevaisuuden teknologiat

Maakaasun käytön kasvu on lisännyt moottorivoimaloiden ja kaasuturbiinivoimaloiden osuutta maailman energiatuotannosta (ks. luku 4.2). Korvaavien tuotantomuotojen yleistyminen on kattilateollisuuden yksi lähivuosien uhkatekijöistä, mikä pakottaa yrityksiä jatkuvaan tuotannon rationalisoimiseen ja tuotekehitykseen.

Suomen kattilateollisuuden kannalta korvaavien tuotantomuotojen uhka on jossain määrin pienempi, sillä leijukattilat ovat samanaikaisesti korvanneet hiilikäyttöisiä pölypolttokattiloita eri puolilla maailmaa; leijupoltto on muuttunut asteittain erikoisteknologiasta standarditeknologiaksi. Suomen kattilateollisuus tukeutuu myös muuta kattilateollisuutta vahvemmin puunjalostusteollisuuteen, missä investointikysyntä on yleisesti ollut heikkoa.

Leijukattiloissa sovellettavia tulevaisuuden polttotekniikoita ovat paineistettu poltto ja kaasutus, jotka parantavat sähkön tuotannon hyötysuhdetta ja vähentävät päästöjä. Kivihiilen poltossa uudet teknologiat ovat jo saavuttaneet kaupallisen vaiheen, mutta sovel-

Paineistetut tekniikat – uusi mahdollisuus

[11] Sooda- ja leijukerroskattiloiden painerungon seinäpaneelit hitsataan yhteen valssatuista teräputkista, jotka tuodaan. Logistisesti saattaisi siis olla optimaalista sijoittaa osa työvaiheista muuallekin kuin Suomeen. Automaation osuutta tuotantoprosessissa on lisätty, mutta sen tarjoamia mahdollisuuksia ei ole vielä täysin hyödynnetty.

Suomessa uusien polttotekniikoiden tutkimukseen ja kehittämiseen alettiin panostaa voimakkaasti 1990-luvun alussa. Kehitystyön perustana oli suurimpien laitevalmistajien välinen kilpailu ja niiden verkostoitunut yhteistyö tutkimuslaitosten kanssa. Kun Tampella Powerissa kehitystyö painottui paineistettuun kaasutukseen, Ahlströmissä etusijalle nousi paineistettu poltto. Tutkimuslaitokset, etenkin VTT, kehittivät perusprosesseja, tekivät pilottikokeita ja osallistuivat kansainvälisiin kehitysprojekteihin.

Tampella Power yhdessä silloisen tytäryrityksensä Enviropowerin kanssa rakensi 15 MW paineistetun kaasutuksen koelaitoksen, jossa kaasutettiin kivihiiltä ja biomassaa. Juuri biomassan kaasutus on alue, jolla Suomi on edelläkävijä maailmassa. Ahlström rakensi puolestaan pilottilaitoksen paineistetutta polttoa ja biomassan kaasutusta varten. Vuonna 1993 se rakensi yhteistyössä ruotsalaisen energiayhtiön Sydkraftin kanssa pienen biomassaa kaasuttavan demonstraatiolaitoksen Värnamoon Ruotsiin. Laitos on saatu toimimaan alkuvaikeuksien jälkeen. Tutkimuksen kohteena oli myös perinteisen soodakattilan korvaava mustalipeän kaasutusteknologia, mutta tältä osin tulokset jäivät laihemmiksi.

Alan tutkimus ja osaaminen nousivat suhteellisen lyhyessä ajassa maailman terävimpään kärkeen, mihin polttotekniikan teknologiaohjelmien Liekki 1:n ja Liekki 2:n vaikutus oli suuri. Paineistettujen prosessien kehitys hidastui kuitenkin laman ja alalla tapahtuneiden yritysjärjestelyiden seurauksena, minkä jälkeen tutkimus on ollut teknologisen tietämyksen ylläpitämistä pienemmillä resursseilla. Biomassan kaasutukseen on etsitty jatkuvasti sopivaa demonstraatiohanketta.

Kioto-prosessi ja siihen liittyvät hiilidioksidipäästörajoitukset ovat tuoneet kaasutuksen uudestaan mielenkiinnon kohteeksi. Ilmanpaineinen kaasutus onkin jo demonstroitu toimivaksi sähkön ja lämmön tuotannossa. Vuonna 1998 Lahden Lämpövoiman Kymijärven voimalaitoksessa käyttöönotetulla Foster Wheelerin toimittamalla kiertopetikaasuttimella osa fossiilisista polttoaineista korvataan erilaisilla kierrätyspolttoaineilla. Vastaavalle paineistettuun kaasutukseen perustuvalle teknologialle etsitään parhaillaan demonstraatiokohdetta.

Myös pienimuotoisen sähköntuotannon alueella kiinnostus ilmanpaineista kaasutusta kohtaan on kasvanut. Lyhyellä aikavälillä teknologiaa on mahdollista soveltaa höyryturbiinin yhteydessä, pitemmällä aikavälillä myös kaasumoottorin yhteydessä.

Suomi kuuluu edelleen kaasutusteknologian huippumaihin, etenkin biopolttoaineiden alueella. Kansainvälinen ilmastopolitiikka huomioiden tämä tarjoaa merkittävän potentiaalisen kilpailuedun niin energiateknologiaalla kuin energiaalkutoiminnalla. Teknologioiden kaupallistumisessa ja ei-

lutukset biopolttoaineiden käyttöön eivät ole vielä kaupallisesti kannattavia. Kaupallistuessaan ensi vuosituhannella uudet teknologiat muuttanevat myös kattilateollisuuden kilpailuasetelmia. Uusien polttotekniikoiden tutkimus on Suomessa kansainvälisesti korkeatasoista, ja kattilateollisuutemme asemat ovat siten hyvät[12].

Voimakattiloista poiketen soodakattiloilla ei lähivuosina ole vastaavaa uhkaa korvaavista tuotteista tai teknologioista. Mustalipeän kaasutusta on tosin kehitetty pitkään, mutta kynnys sen kaupallistumiseksi on suurten demonstraatiolaitosten vaatimien investointien takia suuri. Lisäksi on todettava, että kaasutusteknologian pääasiallisia soveltajia näyttävät olevan markkinoita jo tälläkin hetkellä hallitsevat kotimaiset yritykset, joten uhka on tässäkin suhteessa alhainen.

Ulkomainen omistus

Tampellan ja Ahlströmin kattilaliiketoimintojen siirtyminen ulkomaiseen omistukseen 1990-luvun puolivälissä olivat merkittäviä tapahtumia niin energiaklusterin omistusrakenteen kuin koko teollisuushistorian kannalta. Suomi näytti menettäneen teollisuudenalan, joka oli vuosikymmenien ajan ollut yksi metalliteollisuuden tukipylväitä ja jonka kehitys oli syvällisesti muovannut Suomen elinkeinorakennetta. Leijupetitekniikka oli ylpeydenaihe, suuri suomalainen saavutus, jonka myyminen oli kolaus kansalliselle identiteetille.

Tampellan ja Ahlströmin yrityskaupat olivat osa toimialan maailmanlaajuista rationalisointi- ja keskittymisprosessia. Kilpailu ei ollut veristä ainoastaan kotimaisten valmistajien välillä, vaan koko ala kärsi hintasodan seurauksista. Kotimaisten valmistajien päätyminen juuri Kvaernerin ja Foster Wheelerin haltuun olivat kuiten-

Miksei kotimainen järjestely?

[12] Suomalaiset yritykset olivat 1990-luvulle tultaessa teknologisen kehityksen kärjessä, varsinkin biopolttoaineiden poltossa. Rajalliset rahoitusmahdollisuudet ovat kuitenkin jossain määrin kaventaneet niiden teknologista etumatkaa.

Jälkikäteen on pohdittu, olisiko kotimainen toimialajärjestely ollut sittenkin parempi ratkaisu alan tulevaisuuden kannalta. Olihan sekä Tampellalla että Ahlströmillä maailman huippua olevat tekniikat, pitkä kokemus ja kova kansainvälinen maine. Kilpailu olisi sopivasti vähentynyt, ja parantuneen kannattavuuden turvin olisi voitu panostaa lisää tuotekehitykseen.

Perusongelmana kuitenkin oli, että yhtiöiden pitkälle kehitetyt leijupeti- ja soodakattilateknologiat kilpailivat keskenään, niiden kehittämiseen oli panostettu vuosikausia, ja ne oli tuotteistettu tavaramerkeiksi. Fuusio olisi väistämättä johtanut valintatilanteeseen, kumpaan teknologiaan tuotekehityksessä ja markkinoinnissa panostetaan. Tämä olisi puolestaan vähentänyt kehitystyöhön jo uhrattujen resurssien arvoa. Kotimainen fuusio olisi siten pitänyt toteuttaa useita vuosia aikaisemmin.

Tällä hetkellä näyttää myös ilmeiseltä, että yhdistymisen tuloksena syntynyt yhtiö olisi ollut liian pieni pystyäkseen kilpailemaan monikansallisia ja monialaisia suuryhtiöitä vastaan. Suhdannevaihteluiden takia keskittyminen höyrykattilavalmistukseen olisi lisäksi ollut erittäin riskipitoista.

kin ratkaisuja monien vaihtoehtojen joukosta. Tampellan ja Ahlströmin yhdistymistä oli suunniteltu historian eri vaiheissa, mutta omistajien peräänantamattomuus ja usko omiin mahdollisuuksiin estivät yhdistymisen toteutumisen.

Yrityskaupoillaan Kvaerner ja Foster Wheeler eivät ainoastaan ostaneet kilpailijoita pois markkinoilta. Ne hankkivat ennen kaikkea uutta teknologiaa, joka täydensi niiden tuotevalikoimaa ja osaamista ja jolla oli valmiit markkinat. Foster Wheeleriä kiinnosti erityisesti Ahlströmin biopolttoaineille soveltuva kiertopetitekniikka, joka täydensi konsernin kivihiilen polttoon soveltuvaa kiertopetiteknologiaa. Kvaernerin Götaverkenin konepaja valmisti voima- ja soodakattiloita, mutta Tampella Poweriin verrattuna sen teknologia ei ollut yhtä edistyksellistä. Tämä koskee erityisesti kerrosleiju- ja kiertopetiteknologiaa.

Teknologian ohella Kvaerneriä ja Foster Wheeleriä kiinnostivat Suomen energiaklusterin kehittyneet tuotannontekijät. Suomessa työvoima on motivoitunutta ja sen koulutustaso on korkea. Foster Wheelerin varatoimitusjohtajan Henry Bartolin mukaan *suomalaiset työskentelevät ahkerasti, ja he ovat tottuneet hallitsemaan globaalia kasvua Suomesta käsin. Heidän t&k-toimintansa on myös vaikuttavaa. Julkinen valta (Tekes) tukee edistyksellisen teknologian tutkimus- ja kehitystoimin-*

taa, mikä on todellinen kilpailukykytekijä ja lisäarvo.[13] Foster Wheelerin näkökulmasta Suomi on myös sijainniltaan houkutteleva, koska se on lähellä Venäjän ja Itä-Euroopan markkinoita.

Bartolin esittämät näkemykset antavat viitteitä Suomen höyrykattilateollisuuden tulevaisuuteen vaikuttavista tekijöistä. Jos maa pystyy luomaan ja ylläpitämään kilpailukykyisiä tuotannontekijöitä, se voi säilyttää sijaintiin perustuvan suhteellinen etunsa omistuksesta riippumatta. Tätä etua Foster Wheeler ja Kvaerner ovat täydentäneet konsernien tuomilla kilpailueduilla, jotka ovat mahdollistaneet liiketoiminnan jatkuvuuden. Tampella ja Ahlström ovat saaneet käyttöönsä emoyhtiöiden globaalin myyntiverkoston, mikä on mahdollistanut toiminnan kaikilla alueellisilla markkinoilla. Uudessa omistuksessa yritysten riskinsietokyky projektitoiminnassa on parantunut, ja niillä on paremmat mahdollisuudet rahoittaa tutkimustoimintaa ja asiakkaiden investointeja. Toiminta osana monikansallista konsernia on lisännyt uskottavuutta, mikä on merkittävä kilpailutekijä.

Pienkattilat

Pienkattilamarkkinoilla toimii Foster Wheelerin ja Kvaerner Pulpingin ohella useita kymmeniä kotimaisia konepajayrityksiä.[14] Kaukolämpö- ja teollisuuskokoluokassa merkittäviä valmistajia on noin 10, jotka kilpailevat paitsi keskenään myös ulkomaisia pienkattiloiden valmistajia vastaan. Pienkattiloiden markkinoille on ollut tunnusomaista niiden paikallisempi luonne. Kotimaisten valmistajien toimituksista viennin osuus on tosin merkittävä, mutta se on keskittynyt pääasiassa lähialueille Venäjälle, Itä-Eurooppaan ja Pohjoismaihin.

Pienkattiloiden markkinoilla kilpailu on luonteeltaan *monopolistista*; yrityksiä on useita, ne ovat pieniä ja ne pyrkivät suurkattiloiden valmistajien tapaan differoitumaan erilaisilla teknisillä ratkaisuilla ja palveluilla. Avaimet käteen -toimitukset ovat valtaamassa alaa. Suurkattiloiden markkinoista poiketen markkinoille tulon esteet ovat ver-

[13] Lähde: Invest In Finland Bureau.

[14] Pienkattilavalmistajien tuotteet kilpailevat vaihtelevassa määrin pieniä alle 20 MW:n leijupetikattiloita vastaan.

rattain alhaiset, ja uusia valmistajia onkin jatkuvasti ilmaantunut alalle.[15]

Myös pienkattiloiden valmistajat ovat pyrkineet kattiloidensa teho-alueen laajentamiseen, minkä seurauksena kilpailu niiden ja Foster Wheelerin ja Kvaerner Pulpingin välillä on voimistunut. Esimerkiksi Sermet Oy ja Noviter Oy valmistavat vesikattilalaitoksia aina 120 MW teholuokkaan asti. Koska pienkattilalaitokset koostuvat tyypillisesti useista kattilayksiköistä, toimituksissa voidaan hyödyntää sarjatuotannon etuja.[16] Investointi voi tällöin olla kokonaiskustannuksiltaan kilpailukykyinen suhteessa suurkattilainvestointiin. Pienten valmistajien kilpailuetuna on myös parempi sopeutuvuus kysynnän vaihteluihin.

Kokonaisuudessaan pienkattiloiden markkinat muodostavat kuitenkin erillisen segmentin, koska niitä käytetään ainoastaan höyryn ja lämmön tuotantoon. Kattiloiden pienen koon ansiosta laitokset voidaan rakentaa modulaarisiksi ja toimittaa valmiina tai puolivalmiina lohkoina käyttöpaikalle. Moduloinnin merkitys kilpailukeinona on kasvanut valmistajien pyrkiessä minimoimaan toimituskohteissa käytetyn työmäärän ja -ajan[17]. Toimintoja ja työvaiheita ulkoistamalla yritykset ovat pyrkineet tuotantoketjun rationalisoimiseen, mutta sisäisen valmistuksen osuus on keskimäärin suurempi kuin suurkattiloiden valmistajilla.

Yritysten käyttämät kilpailukeinot vaihtelevat kattilatyypeittäin. Öljy- ja kaasukäyttöisten kattiloiden markkinoilla hinnan merkitys on suuri, koska perusteknologia on suhteellisen yksinkertaista ja helposti kaikkien saatavilla. Kustannuksia pyritään tällöin minimoimaan mm. pitkillä sarjoilla, tehokkaalla alihankintaverkostolla ja kevyellä organisaatiolla. Alalle tulemisen helppous on osaltaan johtanut ylikapasiteettitilanteeseen, ja odotettavissa on yritysten välisiä fuusioita tai toiminnan lopettamisia.

Kiinteitä biopolttoaineita käyttävien arinakattiloiden teknologia on yleisesti vaativampaa ja muodostaa selkeämmin yritysten kilpailuedun perustan. Teknologisen differoinnin mahdollisuudet ovat myös paremmat, jolloin kattilalaitoksen hinta ei ole ainoa ostopää-

---

[15] Suuri osa nykyisistä valmistajista on aloittanut toimintansa 1980-luvulla tai sen jälkeen.

[16] Vastaava mahdollisuus on dieselvoimaloissa.

[17] Tämä on etu erityisesti kohteissa, jotka ovat vaikeapääsyisiä tai ilmastollisesti vaativia.

Sermet Oy – Siperia opettaa

Sermet on Kiuruvedellä vuonna 1975 toimintansa aloittanut energiatekninen konepaja ja kattilalaitosten toimittaja. Vuonna 1989 yhtiö siirtyi toimitusjohtajansa Eino Tuppuraisen omistukseen, joka myi sen kahdeksan vuotta myöhemmin yhtiön uudelle johdolle. Toteutetussa MBO-kaupassa johdon omistusosuudeksi tuli 60 % ja Forenia Venture I Ky -rahaston osuudeksi 40 %.

Sermetin päätuotteita ovat höyry- ja vesikattilalaitokset tehoalueella 0,5-120 MW, joita se toimittaa kunnallisille kaukolämmön tuottajille ja teollisuudelle. Yhtiön erityispiirre ja kilpailuetu pienkattiloiden valmistajana on laaja tuotevalikoima ulottuen kaasu- ja öljykattiloista kiinteitä biopolttoaineita käyttäviin kaasutus-, arina- ja leijupetikattiloihin. Näiden lisäksi se valmistaa lämmöntalteenottokattiloita Wärtsilä NSD:n dieselvoimaloihin. Tähän mennessä yhtiö on toimittanut yli 1000 höyryä ja lämpöä tuottavaa kattilalaitosta, joiden yhteisteho on yli 2500 MW. Vientiin, joka käynnistyi vuonna 1980, on toimitettu yli 350 laitosta.

Tämä vuosikymmen on ollut yhtiölle voimakkaan kasvun aikaa. Vuosina 1990-1996 Sermetin liikevaihto nelinkertaistui nousten yli 100 milj. markkaan. Vuonna 1997 liikevaihto laski 80 milj. markkaan, mikä johtui lähinnä Venäjän talousvaikeuksista. Yrityksen menestys on saanut myös julkista tunnustusta: vuonna 1993 sille myönnettiin työministeriön Hyvän työnantajan palkinto ja seuraavana vuonna Valtakunnallinen yrittäjäpalkinto.

Yrityksen nopea kasvu vuosikymmenen alussa perustui Venäjältä saatuihin suurtilauksiin. Vuosina 1992-1993 Sermetin vienti Venäjälle viisinkertaistui samalla, kun toimitukset Suomeen vähenivät merkittävästi. Sermetin menestystuotteita olivat tuolloin öljy- ja kaasuteollisuudelle toimitetut siirrettävät lämpökeskukset, joita voitiin valmistaa pitkinä sarjoina. Myöhemmin toimitettiin myös moduulirakenteisia ja paikalleen rakennettavia laitoksia. Ennen Venäjän nykyistä talouskriisiä Sermetin tuotannosta Venäjän viennin osuus oli yli 90 %. Tämä toi liiketoimintaan huomattavan maariskin, joka myös osittain realisoitui. Venäjän osuus viennistä on enää noin 20 %.

Riskeistään huolimatta panostus Venäjän markkinoihin osoittautui yhtiön tulevaisuuden kannalta onnistuneeksi strategiaksi. Venäjän-vienti oli taloudellisesti erittäin kannattavaa, mikä mahdollisti yhtiön nopean uudistamisen. Yhtiö investoi uuteen tehtaaseen ja moderniin tuotantokoneistoon, minkä lisäksi se panosti voimakkaasti tuotekehitykseen. Projektitoiminta Siperian arktisissa olosuhteissa opetti tiimityöskentelyn tärkeyden ja kannusti uusien teknisten ratkaisujen, kuten logistisesti tehokkaan

lohkotekniikan kehittämiseen. Venäjällä opittiin myös paikallisen kulttuurin, viranomaisvaatimusten ja kauppatapojen merkitys vientitoiminnalle.

Sermet oli 1990-luvun alussa käynnistänyt systemaattisen kehitystyön kosteisiin biopolttoaineisiin soveltuvan polttotekniikan kehittämiseksi. Tätä edelsi pitkäaikainen yhteistyö saha- ja kaukolämpöyhtiöiden kanssa. Kehitystyön tulos, pyörivään arinaan perustuva BioGrate-kattila, esiteltiin vuonna 1994, jolloin kotimaahan toimitettiin ensimmäiset laitokset. Teknologia on patentoitu yli 10 maassa, ja sillä voidaan hyödyntää jopa 65 % vettä sisältävän hakkeen, kuoren ja sahanpurun energiasisältö. Lohkoina toimitettavat BioGrate-kattilalaitokset soveltuvat erityisesti sahojen käyttöön, joiden toimittajana Sermet on Suomessa markkinajohtaja. Lähitulevaisuudessa teknologiaa sovelletaan myös sähkön omatarpeiseen tuotantoon.

Vuonna 1995 yhtiö laati Tekesin kanssa teknologiastrategian, joka loi pohjan länsiviennin käynnistämiselle. Tähän mennessä BioGrate-kattiloita on toimitettu kuuteen maahan kaikkiaan 25 laitokseen. Pohjoismaiden ohella kattiloita on toimitettu Baltiaan, Kanadaan ja Ranskaan. Vuonna 1998 BioGrate-teknologian osuus Sermetin liikevaihdosta nousi 70 %:iin, josta viennin osuus oli noin puolet.

Sermet on luomassa valitsemilleen markkinoille projektointi- ja after sales -verkostoa, joka muodostuu edustajista, omista toimipisteistä ja yhteisyrityksistä. Yhtiön pidemmän aikavälin tavoitteena on toimittaa Suomesta vain laitosten ydinteknologia ja jättää muu valmistus paikallisille alihankkijoille. Esimerkiksi Kanadaan toimitetun laitoksen tekniikasta Sermetin osuus oli 20 %.

Yhtiönsä kilpailukyvyn suhteen Sermetin johdon odotukset ovat korkealla. Tavoitteena on maailmanlaajuinen teknologia- ja markkinajohtajuus sahojen kattilatoimittajana. Tätä voidaan pitää sikäli perusteltuna, että globaalilla tasolla nämä niche-markkinat ovat vasta syntyvaiheessa. Maailman sahateollisuus tuottaa vuosittain kymmeniä miljoonia kuutioita hyödyntämättömiä sivutuotteita.

tökseen vaikuttava tekijä. Arinakattiloiden kilpailukyky perustuu lisäksi polttoaineiden monipuolisuuteen ja mahdollisuuteen käyttää paikallisia, ympäristömyötäisiä polttoaineita.

Kysyntäolot

Höyrykattilat ovat teollisia investointihyödykkeitä, joiden kysyntä on johdettua. Kysyntä riippuu asiakastoimialojen kysyntätilanteesta

ja siihen vaikuttavista tekijöistä, kuten energian ja polttoaineiden hinnasta, teollisuuden kasvunäkymistä ja julkisen vallan toimista.

Kattiloiden kysyntään vaikuttavat myös tarjontatekijät, esim. kattiloiden tekniset ominaisuudet. Höyrykattilat ovat luonteeltaan kestokulutushyödykkeitä, pitkäaikaisia investointeja,[18] jolloin niiden elinkaari määrittelee kysynnän toistuvuuden. Yritysten tuotekehityksellä ja uusilla innovaatioilla voidaan myös vaikuttaa kysyntään, mistä esimerkkinä mainittakoon juuri leijupetiteknologian läpimurto; voimantuottajat halusivat siirtyä uuden ja tehokkaamman teknologian soveltajiksi, kun se oli käytettävissä.

Kotimarkkinoiden vaikutus

Kotimainen teollisuus, etenkin metsäteollisuus, on toiminut tärkeänä teknologisen kehityksen lähteenä jo yli sadan vuoden ajan. Vastapainetuotannon käyttöönoton myötä metsäteollisuusyhtiöt pyrkivät 1920-luvulla lisäämään sivutuotteidensa käyttöä höyrykattiloiden polttoaineena, mikä asetti polttotekniikalle uusia vaatimuksia. Kotimaiset konepajat vastasivat haasteeseen, ja ne pystyivät kilpailemaan tasavertaisesti ulkomaisia valmistajia vastaan. Metsäteollisuuden laajentuminen toisen maailmasodan jälkeen vaikutti ratkaisevasti myös kotimaisen soodakattilatekniikan kehitykseen.

Kun energian kysyntä 1960-luvulla kasvoi, investoinnit suuntautuivat kasvavassa määrin polttoon perustuviin tuotantolaitoksiin. Tämä hyödytti kotimaisia konepajoja. Ne vahvistivat asemaansa metsäteollisuuden tarpeisiin kehittämällään teknologialla myös muun teollisuuden ja energiayhtiöiden laitetoimittajina.[19] Kotimaisten arinakattiloiden kilpailukyky perustui mahdollisuuteen käyttää tuontipolttoaineiden lisäksi paikallista puupolttoainetta, turvetta ja jätteitä.

Suomessa kehitetty leijupetiteknologia vastasi maan energiatuotannon vaatimuksia entistä paremmin. Se soveltui juuri vaikeasti poltettaviin polttoaineisiin ja sähkön ja lämmön yhteistuotantoon, joka yleistyi Suomessa 1960-luvulta lähtien. Ensimmäiset leijupeti-

[18] Käyttöaika voi olla jopa 20 vuotta, modernisointien jälkeen tätäkin pidempi.

[19] Tampellan ja Ahlströmin tuotanto perustui 1960-luvun alusta lähtien pääasiassa omaan tutkimus- ja kehitystoimintaan (Myllyntaus, 1991).

kattilat toimitettiin metalli- ja metsäteollisuudelle 1970-luvun jälkipuolella, ja 1980-luvun alussa niillä alkoi olla kysyntää myös yhdyskuntien voimantuotannossa.

Voimakattilateollisuuden näkökulmasta kotimainen kysyntä on ollut vaativaa, mikä on ollut seuraus maan erikoisolosuhteista: energiaintensiivisestä teollisuudesta, energianiukkuudesta ja runsaista metsävaroista. Kotimaiselle kysynnälle on myös ollut tunnusomaista julkisen vallan toimista seurannut alhaisten päästöjen ja ympäristöystävällisyyden vaatimus. Kysynnän luonteessa on nähtävissä eroja asiakasryhmästä riippuen.

Energiayhtiöiden kysyntä on yleisesti ollut konservatiivisempaa, ja ne ovat pyrkineet välttämään uusien teknisten ratkaisujen kokeilua. Toimintavarmuus, aikaisemmat referenssit ja hinta ovat tärkeimmät ostopäätöksiin vaikuttavat tekijät. Suuret voimayhtiöt PVO ja Fortum, joilla on alan engineering-osaamista, ovat teknologian suhteen vaativampia, ja niillä on yhteisiä tuotekehityshankkeita kattilavalmistajien kanssa. Energiaa tuottavien kunnallisten yhtiöiden ja liikelaitosten vaikutus tuotekehitykseen on ollut vähäisempi, mikä on osaltaan ollut seuraus niiden alueellisesta monopoliasemasta. Yhteistyömahdollisuuksia on rajoittanut lisäksi EU:n julkisten hankintojen kilpailuttamista koskeva direktiivi.

Teollisuuden kysyntä on ollut luonteeltaan ennakkoluulottomampaa, ja avainasiakkaat ovat toimineet eräänlaisina uusien innovaatioiden testilaboratorioina. Korostuneemmin tämä on näkynyt soodakattiloiden teknisessä kehityksessä, missä kemiallisen metsäteollisuuden panos on ollut keskeinen. Teollisuuden vahvan vaikutuksen taustalla ovat osin juuri historialliset tekijät ja maan erikoisolosuhteet mutta myös kilpailuympäristö. Kova kansainvälinen kilpailu on pakottanut yrityksiä tehokkaiden energiaratkaisujen jatkuvaan kehittämiseen.

Kysynnän kansainvälistyminen

Kotimarkkinoiden rajallisuus ja teknologinen etumatka ulkomaisiin kilpailijoihin kannustivat sooda- ja voimakattiloiden valmistajia panostamaan vientiin 1980-luvun alussa. Suoran vientitoiminnan ohella teollisuus myi lisenssioikeuksia paikallisille valmistajille. Ahlströmin lisenssiasiakkaita ovat olleet mm. itävaltalainen AEE, eteläkorealainen HHI ja saksalainen EVT.

Vientimarkkinoista kehittyi 1980-luvun aikana globaalit, ja tuotantoa laajennettiin mm. Yhdysvaltoihin. Nykyään viennin osuus tuottajien liikevaihdosta on keskimäärin yli puolet vaihdellen vuosittain maiden investointitilanteen mukaan. Vaihtelu on erityisen voimakasta soodakattiloiden toimituksissa.

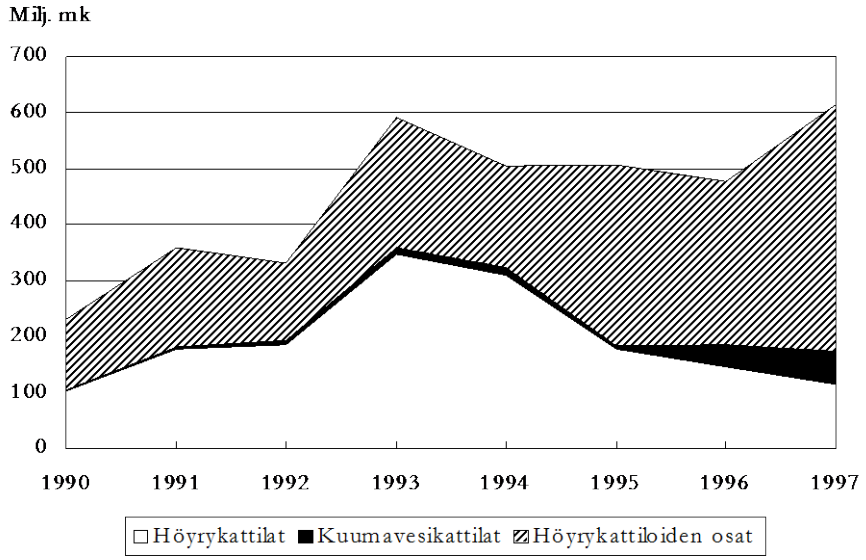
Myös vientimarkkinoilla kattilavalmistajien pääasiakasryhmiä ovat teollisuus ja voimantuotanto. Teollisuudenaloista metsäteollisuus on ollut keskeinen, mikä selittyy yritysten tuotantorakenteen ja kilpailuetujen historiallisella kehityksellä. Sooda- ja voimakattiloiden ohella Ahlströmin ja Tampellan tuotevalikoimaan ovat pitkään kuulu-

Taulukko 4.4 Merkittävimmät kattilatoimitukset kotimaisen metsäteollisuuden tuotantolaitoksille Euroopassa

Asiakas	Omistaja	Vuosi	Kattilatyyppi	Toimittaja
Shotton Paper, Englanti	UPM	1985	Kerrosleijukattila	Tampella
Chapelle Darblay, Ranska	Kymmene Oy[20]	1986	Kerrosleijukattila	Tampella
Tampella Espanola, Espanja	Tampella Oy	1988	Lämmöntalteenottokattila	Tampella
Caledonian Paper, Skotlanti	Kymmene Oy	1989	Kiertopetikattila	Ahlström
Kämmerer GmbH, Saksa	Ahlström	1990	Kiertopetikattila	Ahlström
Stracel S.A. Ranska	UPM	1990	Kerrosleijukattila	Ahlström
Stracel S.A. Ranska	UPM	1990	Kerrosleijukattila	Tampella/ Outokumpu Ecoenergy
Sachsen Papier, Saksa	Enso-Gutzeit Oy	1994	Lämmöntalteenottokattila	Tampella
Sachsen Papier, Saksa	Enso-Gutzeit Oy	1994	Kerrosleijukattila	Tampella

[20] Yhtiö siirtyi Kymmenen omistukseen vuonna 1990.

Kuvio 4.1 Höyry- ja vesikattiloiden sekä niiden osien vienti



Lähde: OECD.

neet kemiallisen massan valmistuksessa tarvittavat koneet ja laitteet, mikä kuvastaa yritysten pyrkimystä hyödyntää yhteistuotannon etuja metsäteollisuuden laitetoimitoimituksissa.

Kotimaisen metsäteollisuuden merkitys vientimarkkinoiden avaajana ja viennin edistäjänä on ollut suuri. Metsäyhtiöiden tuotannon monikansallistumisen myötä kattilavalmistajat ovat saaneet projektikohteita vaikeapääsyisiltä Keski-Euroopan markkinoilta ja saaneet siten kilpailuasemia vahvistaneita referenssejä.

Metsäteollisuuden monikansallistuminen ja maailmanlaajuinen keskittyminen avaa Suomen kattilateollisuudelle uusia mahdollisuuksia markkina-asemien parantamiseen. Yrityskoon kasvun ja alueellisen laajenemisen seurauksena metsäyhtiöiden investointien syklisyys vähenee ja niiden energiainvestointien rahoitusmahdollisuudet paranevat. Laajojen investointihankkeiden toteuttaminen edellyttää puolestaan syvällistä teknistä asiantuntemusta ja projektinhallintaa, mihin metsäteollisuuden ei kannata sitoa resurssejaan. Kotimaisilla laitetoimittajilla on tässä suhteessa kilpailuetu puolellaan.

Höyrykattiloiden valmistajien kannalta metsäteollisuuden rakenteelliseen kehitykseen liittyy myös haasteita ja uhkia. Kysynnän

keskittyminen lisää asiakkaiden neuvotteluvoimaa, mikä saattaa heikentää kattilavalmistajien asemaa. Esimerkiksi suomalaiset metsäyhtiöt ovat viime vuosina pyrkineet lisäämään kattilahankintojensa kansainvälistä kilpailuttamista. Lisäksi paperijalosteiden reaaliset maailmanmarkkinahinnat ovat olleet laskevia pitkällä aikavälillä, mikä on heijastunut kattilateollisuuden kannattavuuteen ja edelleen toimialarakenteeseen.

Kansainväliselle kysynnälle on leimallista, että asiakkaat eivät ole kiinnostuneita niinkään kattiloiden teknisistä ominaisuuksista, vaan laitosten toimintavarmuudesta ja tuotetun energian hinnasta. Teollisuus ja voimantuottajat haluavat käytössä olevaa teknologiaa, jolla on hyvät referenssit. Tämä vaatimus koskee ennen kaikkea IPP-asiakkaita, jotka toimivat alan ulkopuolisina sijoittajina[21].

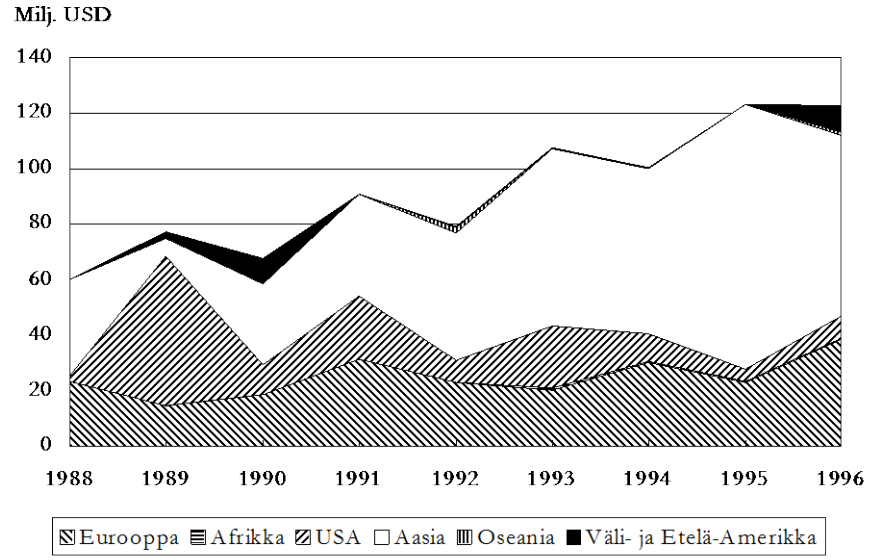
Kilpailun globalisoituminen edellyttää voima- ja soodakattiloiden valmistajilta kykyä toimia kysynnältään erilaisilla alueellisilla markkinoilla. Kysyntäerot ilmenevät mm. maan sallituissa päästörajoissa, turvallisuusnormeissa ja käytettävissä olevissa polttoaineissa. Maa- ja asiakaskohtaiset vaatimukset koskevat mm. palveluja ja paikallisen valmistuksen osuutta koko investointihankkeesta.[22] Kattiloiden viennin merkitys kotimaisten valmistajien kansainvälisessä toiminnassa onkin viime vuosina vähentynyt, ja viennin painopiste on siirtynyt selkeästi varaosa- ja komponenttitoimituksiin (ks. kuvio 4.1).

Uusien voimakattilalaitosten kysynnän kasvun painopiste on Aasiassa, missä elintason kohoaminen ja teollistuminen on lisännyt energiainvestointien tarvetta. Viimeaikainen taloudellinen kehitys on osoittanut, että riskit alueella ovat suuret, mutta vastaavasti onnistuneiden hankkeiden tuotto on korkea. Energiamarkkinoiden vapautuminen vahvistaa alueen kysyntäpohjaa ja kansainvälisten sijoittajien mielenkiintoa voimalaitoshankkeita kohtaan. Alueen maissa edellytetään tyypillisesti rahoituspalvelujen tarjontaa joko kattilatoimittajilta tai IPP-investoijilta.

Kuvio 4.2 Höyrykattiloiden vienti

[21] IPP:n osuus maailman voimantuotannosta on kasvusuunnassa. Se on tyypillinen toimintamuoto kehittyvissä maissa, joissa energiainfrastruktuurin rahoitusmahdollisuudet ovat vielä riittämättömät.

[22] Vaatimus voi olla esim. ennalta määrätty %-osuus. Kiinassa on toteutettu hankkeita, joissa asiakas on niemenomaan kieltänyt paikallisten alihankkijoiden käytön.



Lähde: OECD.

Läntisissä teollisuusmaissa uusien voimalaitosten kysyntä on laimeampaa, sillä energiainfrastruktuuri on pääosin valmiiksi rakennettu. Sähkömarkkinoiden vapautuminen Pohjoismaissa on laskenut sähkön hintaa, mikä on vähentänyt uusinvestointien kannattavuutta. Markkinoiden vapautuminen muualla Euroopassa vahvistanee kehitystä edelleen. Kysynnän painopiste on kattilalaitosten uusinnoissa ja erilaisissa palvelutoiminnoissa.

Voimakkainta kattilauusintojen kysyntä on Itä-Euroopan maissa, joissa leijupetikattiloilla korvataan vanhoja pölypoltto- ja öljykattiloita.[23] EU:n tiukentuneet päästönormit ja tavoitteet biopolttoaineiden ja jätteiden käytön sekä yhdistetyn tuotannon lisäämiseksi vahvistavat leijupetiteknologian kysyntää lähitulevaisuudessa ja avaavat siten uusia mahdollisuuksia Suomen kattilateollisuudelle.

Yhdysvalloissa leijupetiteknologian kysyntään eivät vaikuta niinkään ympäristönäkökohdat vaan teknologian hyvä soveltuvuus kivihiilen polttoon ja sen parempi hyötysuhde pölypolttoon verrattuna. Yhdysvaltojen kattilamarkkinoilla paikallisen valmistuksen

[23] Maiden tavoitteena on EU-jäsenyys, mikä edellyttää niiltä huomattavia ympäristöinvestointeja.

osuus on merkittävä, ja 1980-luvulta lähtien suomalaisilla valmistajilla onkin ollut alueella monipuolista tuotanto- ja after sales -toimintaa. Kaupankäyntitavoille on ominaista yksityiskohtainen toimitusprojekteihin kohdistuva sopimusmenettely, mikä edellyttää osapuolilta vahvaa juridista asiantuntemusta. Kvaernerin ja Foster Wheelerin yrityskauppojen jälkeen markkina-alueen suhteellinen merkitys Suomen kattilateollisuudelle on vähentynyt, mutta soodakattilamarkkinoiden osalta se on edelleen keskeinen. Ahlstrom Machineryn myynnistä Pohjois-Amerikan osuus on noin 33 %.

Pienkattilat

Pienkattiloiden asiakaskunta jakautuu teollisuuteen ja alueellisiin kaukolämpölaitoksiin. Teollisuusasiakkaat edustavat tasaisesti kaikkia toimialoja, joilla tarvitaan höyryntuotantoa valmistusprosessissa. Kun leijupetiteknologia korvasi vanhat kattilatyypit suuren mittakaavan sähkön ja lämmön tuotannossa, kotimaisten kysyntätekijöiden vaikutus arina-, öljy- ja kaasukattiloiden tekniseen kehitykseen väheni olennaisesti, ja niiden markkinat rajautuivat lämmön ja höyryn tuotantoon. Tuotekehityksen kannalta teollisuus on yleisesti merkittävämpi asiakasryhmä, ja asiakkaiden tarpeet ovat yksilöllisempiä. Kunnallisten lämpölaitosten kysyntä on homogeenisempaa, ja niiden ostopäätöksissä hinnalla on suurempi painoarvo.[24]

Pienkattilavalmistajien päämarkkinat olivat aina 1980-luvun loppuun asti kotimaassa, mutta lama ja Neuvostoliiton hajoaminen muuttivat tilannetta ratkaisevasti. Laman ohella kaasu- ja öljykattiloiden kotimaan kysynnän laskuun vaikutti pelko polttoaineiden tuonnin pysähtymisestä Neuvostoliitosta, mikä edelleen vähensi investointihalukkuutta. Liiketoiminnan jatkaminen edellytti tuolloin panostamista vientiin. Venäjällä avautuivat laajat markkinat, mihin suomalainen kaasu- ja öljykattilateollisuus reagoi nopeasti.

Vientitoiminnan käynnistymisvaiheessa yrityksillä oli harvoin suoria yhteyksiä venäläisiin loppuasiakkaisiin, ja toimitukset välittyivät usein kotimaisten rakennusliikkeiden, kauppahuoneiden ja

[24] Kunnallisten energialaitosten yhtiöittäminen ja yksityistäminen on jossain määrin nostanut kysynnän laatua.

paikallisten edustajien kautta. Kauppasuhteiden vakiinnuttua yritykset ovat lisänneet myös suoraa vientiään ja perustaneet yhteisyrityksiä venäläisten yritysten kanssa.

Teollisuuden yksityistäminen ja ulkomaisten sijoitusten kasvu loivat Venäjän energiainvestoinneille kysyntäpohjan, johon suomalainen teknologia ja osaaminen on sopinut hyvin. Kattilat hyödyntävät paikallisia polttoaineita, laitokset ovat modulaarisia ja teknologia on luotettavaa, energiaa säästävää sekä kustannuksiltaan kilpailukykyistä. Olosuhteiden osalta Venäjän kysyntä on vaativaa. Kohteet ovat usein vaikeapääsyisiä, ja ilmasto on ankara, mistä suomalaisella rakennusprojektitoiminnalla on vankka kokemus.

Suomen kattilateollisuuden kilpailukykyä kuvaa, että Venäjän markkinoista suomalaisten valmistajien osuus on noin 80 %. Tästä Sermetin osuus on puolet. Muita merkittäviä viejiä ovat Noviter, Finreila ja KPA Unicon. Tärkeimpiä asiakkaita ovat suuret kaasu- ja öljy-yhtiöt, sotilaskylät sekä Venäjällä toimivat monikansalliset yritykset. Maan nykyinen talouskriisi on aiheuttanut valmistajille vaikeuksia, mutta pidemmällä aikavälillä kysynnän odotetaan edelleen kasvavan. Venäjän ohella öljy- ja kaasukattiloita on viety myös muihin IVY-maihin, Baltiaan ja Itä-Eurooppaan.

Biopolttoaineita käyttävät arinakattilat ja pienet leijupetikattilat ovat selkeämmin kotimarkkinatuotteita, ja niiden tuotekehitystä ovat ohjanneet kotimaiset tarpeet. Biokattiloiden kysyntä on viime vuosina kasvanut Suomessa ja muualla Länsi-Euroopassa. Tähän on vaikuttanut ympäristömyötäisen ajattelun ja markkinoinnin yleistyminen, biopolttoaineiden käyttöön kannustavat direktiivit sekä muut julkisen vallan toimet. Kilpailu länsimarkkinoilla on kovaa, ja pienten yritysten markkinoille pääsy on erittäin vaikeaa.

Kotimainen raaka-aineperusta ja teollisuuden erityistarpeet ovat kuitenkin toimineet jatkuvan innovoinnin lähteenä, ja uutta länsimarkkinoillakin kilpailukykyistä teknologiaa voidaan kehittää kapeille erikoisaloille. Esimerkkinä mainittakoon juuri Sermet Oy, joka on kehittänyt arinateknologiaa sahojen käyttösovellutuksiin.

Lähi- ja tukialat

Höyrykattiloiden valmistuksella on historiallisesti ollut vahva kytkentä muuhun konepajateollisuuteen ja -osaamiseen, mikä osaltaan selittää kattilateollisuuden kansainvälistä menestymistä. Vuosisadan alussa voimatuotannon laitteita valmistavat yritykset olivat luonteeltaan yleiskonepajoja, jotka pyrkivät valmistamaan mahdollisimman laajasti teollisuuden tarvitsemia koneita ja laitteita. Tuotteita yhdistävät tekijät olivat lähinnä raaka-aineet, rauta ja teräs.

Lähialat

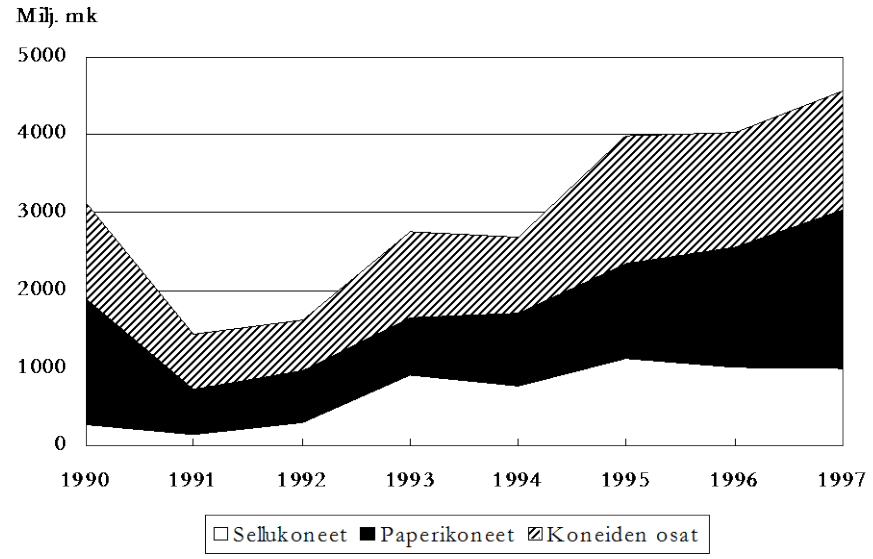
Sikäli, kun tuoteryhmien välisiä synergiakytkentöjä esiintyi, ne liittyivät asiakkaisiin ja teknologiaan. Esimerkiksi energiantuotantoon käytettyjen höyrykoneiden valmistuksesta oli luontevaa laajentua höyryvetureiden tuotantoon, missä voitiin hyödyntää samaa voimanlähdettä. Vastaavia etuja oli höyrykattiloiden ja -laivojen yhteistuotannossa. Tärkeä yhteistuotannon etujen lähde oli metsäteollisuuden valmistusprosessien ja energiatuotannon tarpeet, mikä osaltaan kannusti laajan tuotevalikoiman ylläpitämiseen.[25] Diversifioitunut tuoterakenne vähensi kysynnän vaihteluista aiheutuvia ongelmia.

Markkinoiden laajeneminen ja teknologinen kehitys loivat konepajatoimintaan mittakaavaetuja, minkä seurauksena yritykset erikoistuivat ja supistivat tuotevalikoimaansa.[26] Höyrykattilateollisuudessa yritysten tai niiden liiketoimintayksiköiden yhteistuotannon edut ovat nykyään kohdistuneet eri voimakattilatyyppien, sooda-kattiloiden ja niihin läheisesti liittyvien selluteollisuuden prosessilaitteiden tuotantoon ja markkinointiin. Konepajojen voidaan sanoa erikoistuneen energiateknologiaa eri asiakastoimialoille tuottaviksi alihankkijoiksi.

Kuvio 4.3 Sellu- ja paperikoneiden ja niiden osien vienti

[25] Esimerkkinä mainittakoon Tampellan valmistamat puuhiomot, paperikoneet ja vesivoimalaitosten teknologia.

[26] Tähän vaikuttivat myös konepajojen väliset sopimukselliset järjestelyt. Vuonna 1909 perustettiin Suomen Metalliteollisuuskonttori, jonka eräänä tavoitteena oli yritysten erikoistuminen rajalliseen määrään tiettyjä tuotteita. Järjestely koski myös höyrykattiloiden valmistusta (Haartti, 1993, teoksessa Suomen energiatekniikan historia).



Lähde: OECD.

Selluteollisuuden ja välillisesti myös paperi- ja sahateollisuuden konepajateollisuus voidaan määritellä *täydentäviksi lähialoiksi*, joiden positiiviset ulkoisvaikutukset höyrykattilateollisuuteen ovat perustuneet yhteistyöhön ja kokonaisosaamiseen metsäteollisuuden alihankintatoiminnassa. Suomessa alan merkittävimmät valmistajat ovat Kvaerner Pulping ja Ahlstrom Machinery, jotka yhdistänevät kuitulinjan koneiden valmistuksensa vuonna 1999, sekä Raumakonserniin kuuluva Sunds Defibrator. Rauma siirtyi vuonna 1998 Valmetin omistukseen.

Energian tuotantoteknologian alueella merkittävä kotimainen lähiala on dieselvoimaloiden valmistus, joka on höyrykattilaliiketoimintaa täydentävää ja samalla sen kanssa *kilpailevaa* liiketoimintaa. Höyry- ja moottorivoimaloissa energian tuotanto perustuu termiseen konversioon, missä polttoaineet ovat osittain samoja.[27] Tämä saa aikaan synergiaetuja mm. polttotekniikan tutkimukses-

[27] Näitä ovat raskas- ja kevytöljy, maakaasu sekä biomassojen jatkojalosteet, kuten pyrolyysiöljy.

sa.[28] Dieselvoimaloita valmistavaa Wärtsilä NSD:tä ja kattilavalmistajia yhdistävät myös yhteiset alihankkijat ja joidenkin komponenttien osalta keskinäinen alihankintasuhde.[29] Yhteistyön ohella yritykset ja niiden teknologiat kilpailevat keskenään maailman energiantuotannon uusinvestoinneista, joiden painopiste on kehittyvillä talousalueilla.

Tukialat

Keskeisimpiä tukialoja ovat höyrykattilalaitosten materiaaleja, käyttöjärjestelmiä ja komponentteja valmistava alihankintateollisuus sekä engineering-toiminta. Höyryvoimalaitoksissa tarvittavasta teknologiasta Suomessa on valmistavaa teollisuutta lähes kaikilla osa-alueilla, mikä on ollut yksi osatekijä kattilateollisuuden kansainvälisessä menestymisessä. Höyryturbiinit ja niihin kytketyt generaattorit, jotka ovat kustannuksiltaan kalleimmat komponentit, tuodaan.

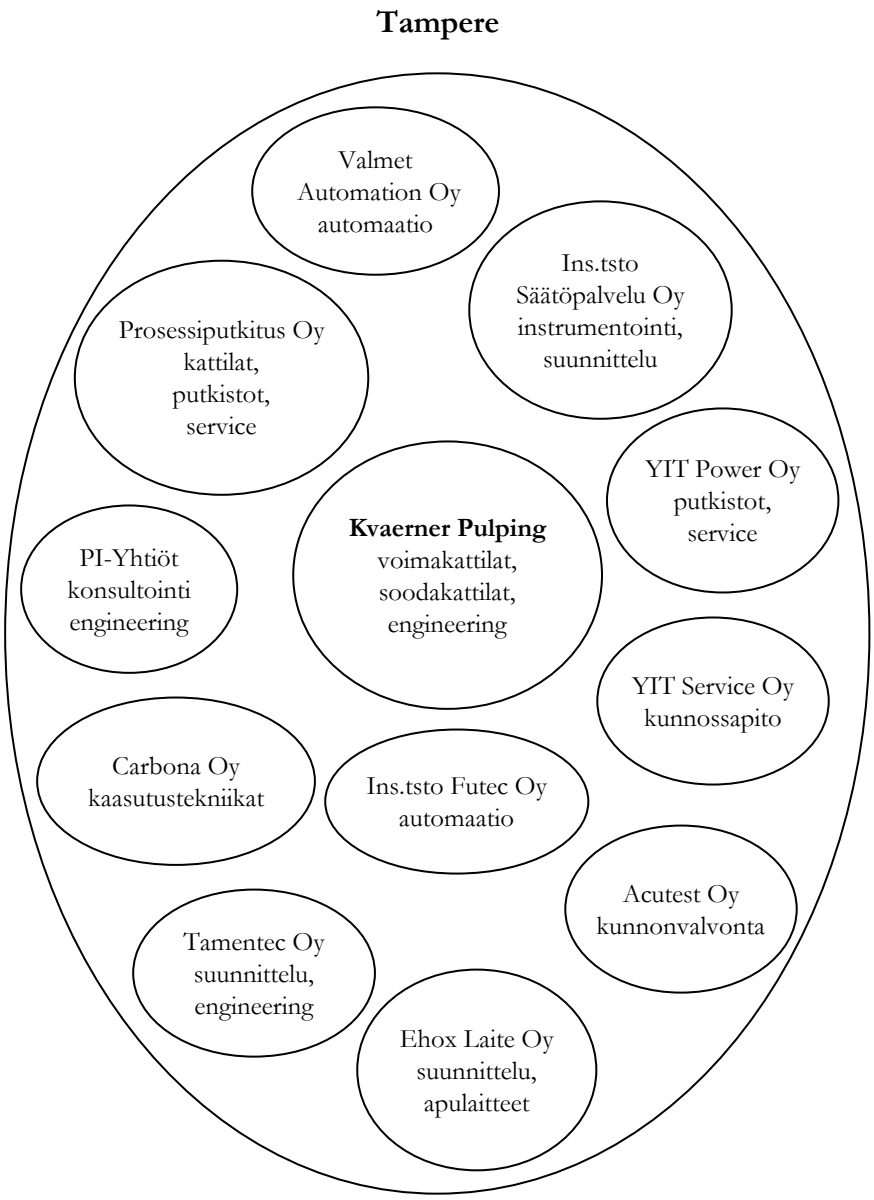
Jos metsäteollisuuden vaikutus kotimaisen kattilateollisuuden kehitykseen on ollut vahva, niin yhtä merkittävä on ollut kattilateollisuuden kysyntävaikutus kotimaisen alihankintateollisuuden kehitykseen. Tämä näkyy erityisesti alueellisella tasolla Tampereella ja Varkaudessa, jotka muodostavat alihankintaverkostojen keskukset. Höyrykattilateollisuudessa komponenttivalmistuksen ulkoistaminen on osaltaan lisännyt itsenäisten alihankkijoiden määrää, jotka ovat laajentaneet asiakaskuntaansa myös alueellisen verkoston ulkopuolelle. Ulkoistamisen seurauksena alihankintateollisuuden ja valmistajien välinen kilpailu on vähentynyt.

Kattilalaitosten komponentteja valmistavalle teollisuudelle ominainen piirre on monialaisuus. Energiateollisuuden lisäksi yritysten asiakastoimialoja ovat tyypillisesti metsäteollisuus, kemianteollisuus ja terästeollisuus, mikä kuvastaa teknologiassa ja markkinoinnissa vallitsevia yhteistuotannon etuja. Esimerkkinä mainittakoon voimalaitosautomaatio, teollisuusventtiilit ja -pumput, nosturit se-

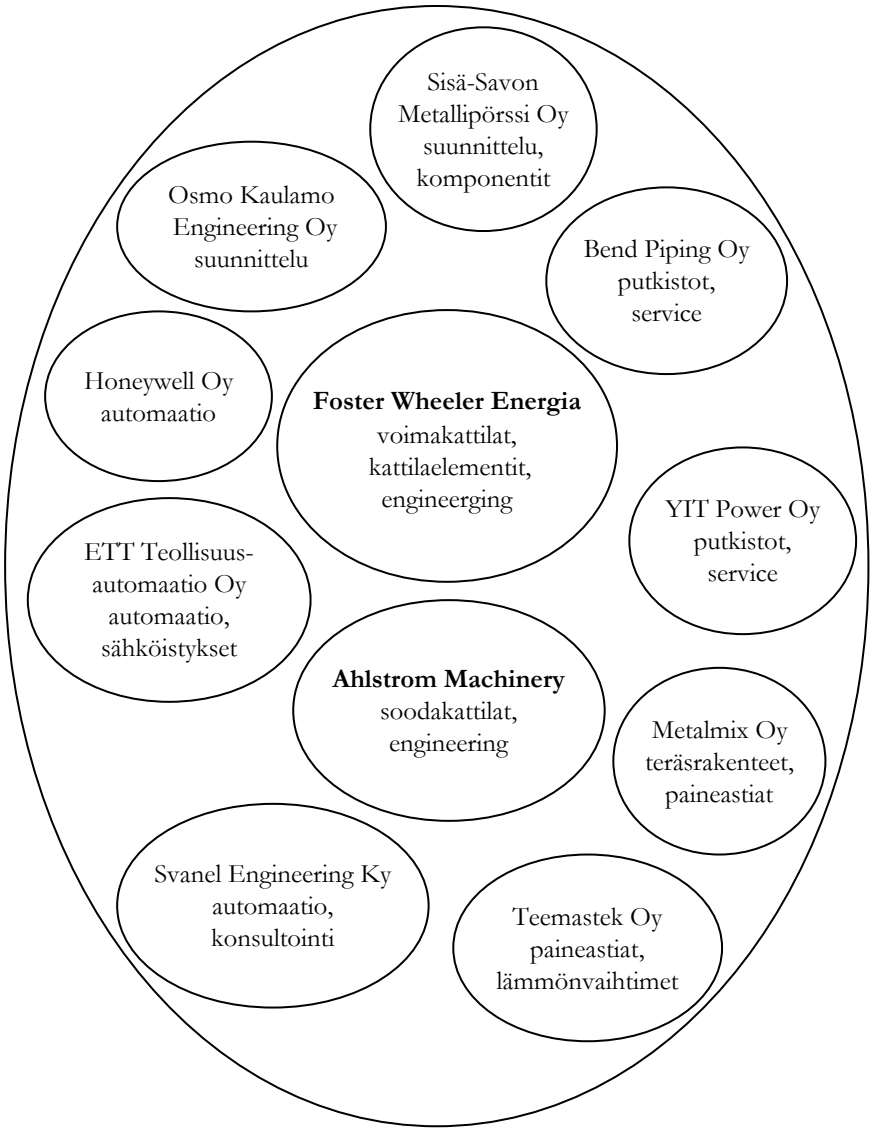
[28] Esimerkkinä mainittakoon Tekesin rahoittama Liekki 2 -ohjelma, jossa Wärtsilä NSD:n, Foster Wheelerin ja Kvaerner Pulpingin panos oli vahva.

[29] Sermet toimittaa Wärtsilä NSD:lle lämmöntalteenottokattiloita.

Kuvio 4.4 Tampereen ja Varkauden höyrykattilaklustereiden yrityksiä



Varkaus


Sisä-Savon Metallipörssi Oy suunnittelu, komponentit
Osmo Kaulamo Engineering Oy suunnittelu
Bend Piping Oy putkistot, service
Honeywell Oy automaatio
Foster Wheeler Energia voimakattilat, kattilaelementit, engineerging
YIT Power Oy putkistot, service
ETT Teollisuus-automaatio Oy automaatio, sähköistykset
Ahlstrom Machinery soodakattilat, engineering
Metalmix Oy teräsrakenteet, paineastiat
Svanel Engineering Ky automaatio, konsultointi
Teemastek Oy paineastiat, lämmönvaihtimet

kä polttoaineen käsittelyjärjestelmät.[30] Useimpien komponenttien markkinoiden osalta laajentumisen suunta on ollut muilta teollisuuden aloilta energiantuotantoon. Yritykset ovat menestyneet myös itsenäisesti kansainvälisillä markkinoilla.

Muita keskeisiä kotimaisen alihankintateollisuuden tuotteita ovat ABB:n valmistamat sähkösuodattimet, taajuusmuuttajat ja puhaltimet, joiden tärkeä asiakasryhmä on ollut juuri suomalaisten kattilavalmistajien vientiprojektit. Ne ovat osaltaan vauhdittaneet näiden liiketoimintojen kansainvälistymistä 1980-luvulla.

Höyrykattiloiden tärkeimmän raaka-aineen valssatun teräsputken toimittajia ovat ulkomaiset, lähinnä ruotsalaiset ja saksalaiset valmistajat. Tästä huolimatta kotimainen terästeollisuus, joka syntyi varsinaisesti 1960-luvulla, on yksi kattilateollisuuden kilpailukykyä selittävä tukiala. Höyrykattiloiden valmistajat toimivat terästeollisuuden suorina asiakkaina, minkä lisäksi ne käyttävät terästukkuliikkeiden esikäsittelypalveluja ja ostavat kotimaisesta teräksestä valmistettuja komponentteja alihankintakonepajoilta.

Rautaruukin ja Outokummun terästuotteiden käyttökohteet ulottuvat yksittäisistä komponenteista kattilalaitosten rakenteisiin. Kattilatoimituksiin onkin liittynyt usein teräsrakennetoimitus suomalaisesta teräksestä.[31] Suomen terästeollisuus on kansainvälistynyt voimakkaasti ja sen kilpailukyky perustuu moderniin kustannustehokkaaseen teknologiaan, erikoistumiseen ja vertikaalisesti integroituneeseen tuotantorakenteeseen.

Viestintäteknologian kehitys on tehostanut kattilateollisuuden alihankintatoimintaa olennaisesti 1990-luvulla. Koska nykyiselle projektiliiketoiminnalle on ominaista, että yritysten alihankintatarpeet muuttuvat jatkuvasti, sopivien toimittajien löytäminen nopeasti on merkittävä kilpailutekijä.[32] Kattilanvalmistajat ovat perustaneet sähköisiä tietokantoja alihankintaverkostojen käytön optimoimiseksi.

Kehittyvä viestintäteknologia on myös lisännyt mahdollisuuksia alihankintojen kilpailuttamiseen, mikä on pakottanut toimittajia ra-

---

[30] Alan yritykset valmistavat poltto- ja raaka-aineiden kuljettimia voimaloille sekä sellu- ja paperitehtaille.

[31] Rakenteita valmistaa mm. Rautaruukin osittain omistama PPTH Teräs.

[32] Alihankkijoiden etsinnästä aiheutuu kustannuksia, jotka ovat eräs transaktiokustannusten laji.

tionalisoimaan toimintaansa.[33] Verkostojen maantieteellinen läheisyys on osittain menettänyt merkitystään, ja kilpailevat kattilanvalmistajat ovat kasvavassa määrin siirtyneet yhteisten, valtakunnallisten verkostojen käyttöön.

Taulukko 4.5 Höyryvoimalaitosten kotimaisia komponenttivalmistajia ja -toimittajia

Tuotteet	Yritys	Emoyhtiö
Polttimet	Oilon Oy Teollisuuslämpö Oy	Oilon Oy Teollisuuslämpö Oy
Automaatio	Valmet Automation	Valmet-Rauma
Puhaltimet	ABB Fläkt	ABB
Pumput	Ahlström Pumput	Ahlström
Infrastruktuuri	YIT-Huber	YIT-Yhtymä
Rakennuselementit	Partek Paroc Oy	Partek
Venttiilit	Neles Controls	Valmet-Rauma
Polttoaineiden ja sivutuotteiden käsittelylaitteet	Raumaster Oy BMH Wood Technology Roxon	Raumaster Oy Babcock International Sandvik/Tamrock
Teräsrakenteet	PPTH Teräs Oy	YIT-Yhtymä
Sähköjärjestelmät ja -käytöt	ABB Power, ABB Industry Vaasa Engineering	ABB Vaasa Group
Nosturit	KCI Konecranes	KCI Konecranes
Putkistot	YIT-Power Oy Prosessiputkitus Oy Bend Piping Oy	YIT-Yhtymä Prosessiputkitus Oy Bend Piping Oy
Lämmönvaihtimet	Condens Oy Teemastek Oy LPM-Yhtiöt	Condens Oy Teemastek Oy LPM-Yhtiöt
Kunnonvalvonta-järjestelmät	Savcor Oy Acutest Oy	Savcor Oy Acutest Oy
Keskusvoitelu-järjestelmät	Safematic Oy	Safematic Oy
Ympäristötekniikka: (savukaasupesurit ja -lauhduttimet, sähkösuodattimet, syklonit, rikinpoistolaitteet)	Condens Oy ABB Power Kvaerner Chemetics SF-Cleanair Oy Ekomans Oy	Condens Oy ABB Kvaerner SF-Cleanair Oy Ekomans Oy

[33] Esimerkkinä mainittakoon robotiikka, jonka käyttö on yleistymässä konepajojen tuotannossa.

Kattilateollisuuden viennin painottuminen projektivientiin on lisännyt kotimaisen alihankintateollisuuden suoran ja epäsuoran viennin kasvumahdollisuuksia. Vastaavasti kattilavalmistajien toimitukset ovat useimmiten laajemman verkoston yhteishankkeita, joissa positiiviset ulkoisvaikutukset ovat monisuuntaisia. Alihankintatoiminnan globalisoituminen on vähentänyt kattilavalmistajien sidonnaisuutta kansallisiin verkostoihin, mikä on pakottanut komponenttitoimittajia myös suorien vientikanavien avaamiseen. Tässä yritykset ovat voineet hyödyntää verkostojen kautta kertynyttä markkinatuntemustaan.

Höyrykattila- ja voimalaitosinvestointeihin liittyy monipuolista konsultointi- ja engineering-toimintaa.[34] Yleisesti määriteltynä *engineering-toiminta* on aineettomien palvelujen tuottamista ulottuen investointien suunnittelusta niiden toteuttamiseen ja osaprojekteista avaimet käteen -toimituksiin. Mahdollisuus erilaisten liiketoimintakonseptien soveltamiseen ja differoitumiseen on suuri, mikä selittää alan yrityskentän monimuotoisuutta. Tämä koskee erityisesti kattilalaitosten engineering-liiketoimintaa, jonka osuus energiaklusterin koko engineering-toiminnasta on merkittävä. Kattilavalmistajien näkökulmasta engineering-toiminta voi olla kilpailevaa tai täydentävää.

Engineering-toiminnan alkuna pidetään vuotta 1911. Tuolloin perustettiin Suomen Höyrykattilayhdistys, Ekonon edeltäjä. Kattilalaitosten turvallisuuden valvomisen ohella sen tehtäviin kuuluivat laitosten energiatalouden kehittäminen, kattiloiden mitoittaminen ja rakennustöiden valvonta (Hintsanen, 1994). Erilliseksi liiketoiminnaksi ala kehittyi varsinaisesti vasta toisen maailmansodan jälkeen energiatuotannon kapasiteettia lisäävien mittavien investointiprojektien myötä. Liiketoiminnan kehittymistä tuki osaltaan teollisuuden engineering-toimintojen ulkoistaminen.

Voimakattilalaitosten engineering-liiketoiminnalle on leimallista, että se on syntynyt pääasiassa muista energiaklusterin toiminnoista tai muiden klustereiden vastaavista engineering-toiminnoista. Poikkeuksena mainittakoon juuri Ekonon syntyhistoria.

---

[34] Konsultoinnilla tarkoitetaan yleisesti suunnittelupalvelua, jota tarjoavat insinööritoimistot. Engineering-toimintaan katsotaan kuuluvan suunnittelutoiminnan ohella investointiprojektien toteutuspalvelut (Kässi, 1996).

Energialiiketoiminnasta lähtöisin olevista yrityksistä merkittävimmät ovat PVO Engineering ja Fortum Engineering, joiden liiketoiminta käsittää myös muiden tuotantomuotojen sekä energian jakelun ja käytön engineering-toiminnan.[35] Kuten aiemmin todettiin kattilanvalmistajat ovat vastaavasti muuttuneet selvemmin engineering-yrityksiksi, ja niistä on syntynyt uutta yritystoimintaa. Esimerkkeinä mainittakoon Varkaudessa toimiva Osmo Kaulamo Engineering ja Tampereella toimiva Tamentec Oy.

Huberin työntekijöiden 1970-luvulla perustama PI-yhtiöt samoin kuin Jaakko Pöyry Yhtiöt ovat engineering-toimintaan erikoistuneita yrityksiä, jotka hyödyntävät eri klustereiden ydintoimintojen osaamispalveluissa vallitsevia yhteistuotannon etuja. Yhtiöiden kehitykselle yhteinen piirre on, että ne ovat laajentaneet asiakaskuntaansa muilta teollisuuden aloilta energiantuotantoon. PI-yhtiöiden laajentuminen on ollut pääasiassa sisäistä; Jaakko Pöyryn kasvu on perustunut selkeämmin yritysostoihin.[36] YIT-Yhtymä on vastaavasti laajentunut rakennusklusterin projektipalvelujen tuottajasta höyrykattiloiden putkistojen engineering-toimintaan. Tämä tapahtui vuonna 1995, kun YIT osti Huberin.

Alunperin kotimaisiin investointiprojekteihin perustuen kattilavalmistajien ja engineering-yritysten välille on rakentunut monimuotoinen kilpailuun ja yhteistyöhön perustuva verkosto, joka on eräs energiaklusterin kilpailuedun perustekijöistä kansainvälisillä markkinoilla. Yhteishankkeissa yritykset ovat voineet hyödyntää komplementaarista osaamistaan ja siten toistensa menestymistä. Valmistajien ja engineering-yritysten välinen kilpailu ja kilpailuttaminen on puolestaan kannustanut innovointiin ja toiminnan jatkuvaan kehittämiseen. Esimerkkinä mainittakoon Fortum Engineeringin ja leijupetikattiloiden valmistajien välinen kilpailu, joka on voimistunut yritysten liiketoiminnan samankaltaistuessa. Vastaava kehitys on nähtävissä Ahlstrom Machineryn ja Jaakko Pöyryn välillä metsäteollisuuden prosessi- ja energiahankkeissa.

---

[35] Fortumin ja PVO:n engineering-toiminta oli alunperin konsernin sisäistä.

[36] Näistä tärkeimpiä ovat olleet Ekonon osto vuonna 1993 ja sveitsiläisen Electrowatt Engineeringin (EWE) osto vuonna 1997. EWEn yksi vahvuusalue on vesi- ja höyryvoimalaprojektien suunnittelu ja toteuttaminen.

Tamenex-yhtiöt – verkostoitumisen ammattilaiset

Tampere Energy Experts (Tamenex) on tamperelainen höyrykattilateknologiaan erikoistunut yritysverkosto, joka on rakentunut konsulttiyritys Tamentec Oy:n ympärille. Tamentecin synty on konsulttiyritykselle tyypillinen: joukko kattilateollisuuden palveluksessa olleita työntekijöitä päätti siirtää vuosien aikana hankkimansa henkisen pääoman ja asiakassuhteet oman yrityksensä resursseiksi. Yhtiö perustettiin vuonna 1996.

Muita verkostoon kuuluvia yrityksiä ovat vuonna 1989 perustettu Ehox Laite Oy, joka vastaa kattilalaitoskokonaisuuksien suunnittelusta ja kattiloiden apulaitteiden toimituksista ja Boilertec Oy, joka on erikoistunut projektien hallintaan. Vuonna 1983 perustettu Prosessiputkitus on verkoston ainoa tuotannollinen ja liikevaihdoltaan selvästi suurin yhtiö.[37] Se on myös verkoston päätoimittaja. Prosessiputkituksen tuotteita ovat voimakattilat ja niiden osat sekä paineenalaiset putkistot, minkä lisäksi se vastaa kattiloiden korjauksista.

Verkostossa Tamentec tekee asiakkaan kanssa toimitussopimuksen ja vastaa hankkeen perussuunnittelusta muiden yhtiöiden toimiessa Tamentecin alihankkijoina. Verkoston kilpailuetuna integroituneeseen yritykseen verrattuna on joustavuus, alhaiset yleiskulut ja yritysten erikoistumisesta seuraavat mittakaavaedut. Yrityksillä on myös verkoston ulkopuolisia yhteistyökumppaneita.

Ulkomaantoiminnoissa Tamenex on keskittynyt lähinnä tietotaidon myymiseen. Myös tässä suhteessa sen strategia poikkeaa perinteisestä; tuontiraaka-aineesta hitsattujen suhteellisen yksinkertaisten rakenteiden vientiä Suomesta ei pidetä logistisesti järkevänä, vaan työ kannattaa tehdä paikan päällä. Verkostokonsepti on jo herättänyt kiinnostusta kattilanvalmistajien keskuudessa ympäri maailmaa.

Tamentec on toimittanut useita kattilalaitoksia. Viimeisin hanke on Kainuun Voimalle toimitettava öljykäyttöinen vara- ja huippukuormakattila, joka tuottaa höyryä UPM-Kymmenelle ja lämpöä Kainuun kaukolämpöverkkoon.

Tamentec on toimintansa aikana panostanut voimakkaasti myös uuden teknologian kehittämiseen, johon se on saanut tukea mm. Tekesiltä. Tuotekehityksen pääkohdealueena on kiertoleijuteknologia: uudentyyppisen leijukattilan ja biopolttoaineen termisen kuivurin kehittäminen. Yhtiön usko omiin mahdollisuuksiin on vahva, vaikka alalla jo toimivat kilpailijat Fortum Engineering, Foster Wheeler ja Kvaerner Pulping kuuluvat raskaaseen sarjaan.

---

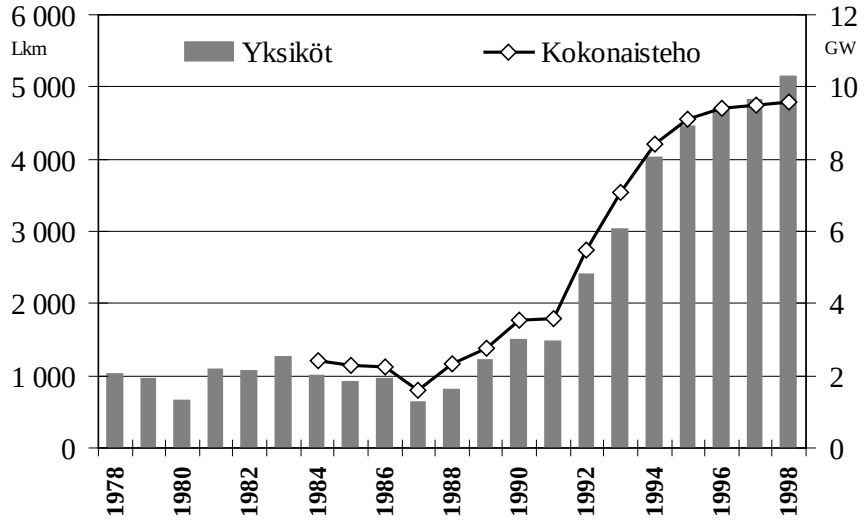
[37] Vuonna 1997 yhtiöiden liikevaihdot olivat seuraavat: Prosessiputkitus 75 milj. mk, Ehox Laite 2,3 milj. mk ja Tamentec 0,7 milj. mk. Boilertecin toiminta käynnistyi toukokuussa 1998.

4.2 Diesel- ja kaasumoottorivoimalat

Diesel- ja kaasumoottorivoimaloita käytetään hyvin erilaisissa tarkoituksissa. Ne voivat tuottaa yhtäjaksoista, tasaista perusvoimaa. Niitä käytetään varavoimaloina. Niillä voidaan tarjota joustavaa säätövoimaa ja huippuvoimaa. Ne soveltuvat hyvin myös erikoiskohteisiin kuten saarten ja verkosta erillään olevien teollisuuslaitosten sähköhuoltoon. Myös öljy- ja kaasukenttien sähköenergian tuottajana ne ovat luontevia. Tällöin polttoaine voidaan ottaa suoraan tuotettavasta öljystä tai kaasusta. Lisäksi diesel- ja kaasumoottorit voivat hyödyntää hyvin erilaisia polttoaineita kuten luonnonkaasua, dieselöljyä ja jalostamattomia öljyjä sekä erilaisia jäännösöljyjä.

Diesel- ja kaasumoottorivoimalat ovat yleistyvä voimalatyyppi. Viime vuosina niiden osuus uusista yli 1 MW:n voimaloista on ollut yli 10 prosenttia. Erityisesti niiden suosio on kasvanut 1990-luvulla. Kuviossa 4.5 on yli yhden megawatin diesel- ja kaasumoottorivoimaloiden tilausten kehitys.

Kuvio 4.5 Diesel- ja kaasumoottorilaitostilaukset (yli 1 MW) vuosina 1978 – 1998



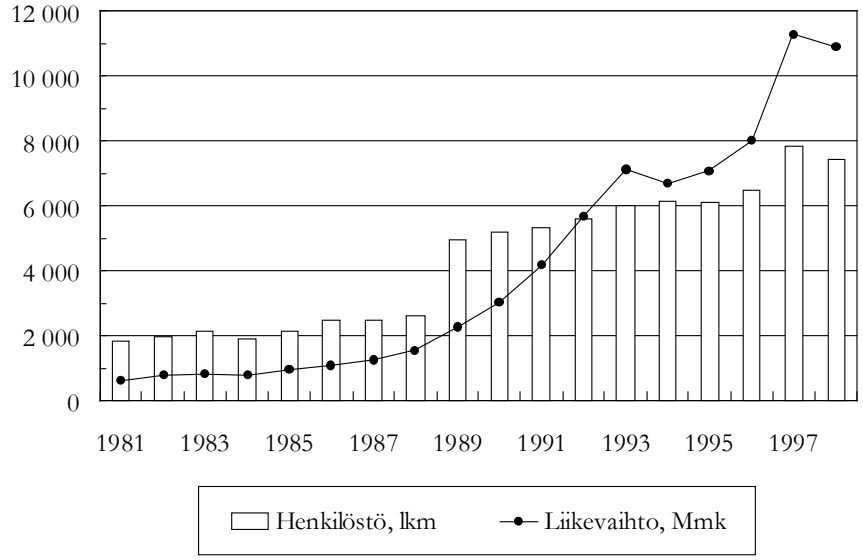
Diesel- ja kaasumoottorivoimaloiden suosion kasvuun on useita selityksiä:

- 1990-luvulla talouskasvu on ollut nopeinta teollistuvissa entisissä kehitysmaissa. Usein niissä sähköverkot ovat niin huonossa kunnossa, että uudet tehtaat on pitänyt varustaa omalla voimalalla, joksi usein on valittu paikallinen moottorivoimala.
- Sähköistyksen piiriin on tullut saaria ja sähköntarpeeltaan pieniä maita, joihin moottorivoimala kokonsa puolesta sopii. Sähköhuollon varmistamiseksi on olemassa eräänlainen peukalosääntö, että mikään voimala ei saisi kattaa yli 10 prosenttia maan sähköhuollosta. Suurin osa maailman maista käyttää vähemmän sähkötehoa kuin 1000 MW, mikä merkitsee, että niissä voimalaitosten maksimikoko ei saisi ylittää 100 MW. Tämä luo kysyntää alle 100 megawatin voimaloille.
- Tärkeä tekijä oli öljytuotteiden hintojen lasku 1986, mikä on parantanut öljyä käyttävien voimalaitosten kilpailukykyä.
- Kestävämpi trendi on kaasun käytön lisääntyvät mahdollisuudet kaasuverkon laajetessa, kaasun hintojen alentuessa kilpailun myötä ja kaasusta tuotetun energian ympäristömyötäisyyden tultua yhä tärkeämmäksi.
- Sähköntuotannon kilpailullisuus ja itsenäisten voimantuottajien kasvaneet toimintamahdollisuudet ovat lisänneet moottorivoimaloiden kysyntää. Tuotteistuksen ja sarjatuotannon ansiosta niiden hankintakustannukset ovat tuotettua tehoyksikköä kohti alhaiset ja pystytysaika nopea, mitkä ovat tärkeitä etuja epävarmaksi ja lyhytjänteiseksi käyneessä investointitoiminnassa.
- Yhä useammat teolliset prosessit ja muut tärkeät käyttökohteet kuten sairaalat, tietokonekeskukset, hotellit jne. varustetaan varavoiman lähteellä. Turvallisuusnäkökohdat korostuvat. Toiminnot tulevat riippuvaisiksi laadukkaan sähkön jatkuvasta saannista.

Wärtsilä NSD:n voimalaitosliiketoiminnan kehitys

Dieselvoimalaitosten maailmanlaajuisesti merkittävä suomalainen valmistaja on Wärtsilä NSD. Myös Sisu Diesel Oy:n myymistä moottoreista osa - myynnin arvolla mitattuna noin 5 prosenttia -

Kuvio 4.6 Wärtsilä NSD:n liikevaihto ja henkilöstön määrä



päätyy voimantuotantoon. Se ei ole kuitenkaan mukana voimalaitosliiketoiminnassa vaan toimittaa traktoreiden ja työkoneiden moottoreiden sivutuotteena aggregaatteja kotimaan markkinoille. Näin ollen seuraava analyysi on pitkälle analyysi Wärtsilä NSD:n liiketoiminnan kehityksestä. Sivulla 118 on kuitenkin lyhyt erikoistarkastelu Sisu Dieselin liiketoiminnasta.

Wärtsilä NSD toimii kansainvälisesti. Ryhmän palveluksessa työskentelee yli 7000 henkilöä ja sen liikevaihto oli 10,9 miljardia markkaa vuonna 1998. Eri tuotteiden valmistukseen keskittyneitä yhtiöitä on Suomessa, Norjassa, Alankomaissa, Sveitsissä, Ranskassa, Espanjassa ja Italiassa. 21 lisenssivalmistajan kautta se on myös edustettuna kaikissa tärkeissä laivanrakentajamaissa. Tällä hetkellä yhtiö rationalisoi toimintojaan. Valmistusta keskitetään tehokkaimpiin yksiköihin. Tästä syystä esimerkiksi kaasumoottorien valmistus Ruotsin Trollhättanin tehtaalta siirrettiin Hollantiin. Pääkonttori kotiutetaan Zürichistä Suomeen. Suomessa toimivat tehtaat Vaasassa ja Turussa ovat yhtiön tehokkaimmat ja kantavat merkittävän vastuun tuotekehityksestä.

Wärtsilä NSD valmistaa kevyt- ja raskasöljykäyttöisiä dieselvoimalaitoksia sekä kaasuvoimalaitoksia. Yhtiön tuotevalikoimassa ovat asiakaslähtöiset energiaratkaisut, voimalaitosten kokonaistoimitukset, voimaloiden voimakoneistot eli moottorigeneraattoriyhdistelmät ja niiden apulaitteet voimalaitoksiin. Monissa tuotteissaan se on markkinajohtaja tai merkittävimpien valmistajien joukossa.

Wärtsilä NSD:n dieselvalmistus alkoi meridieseleistä. Laivojen dieselmoottorit, propulsiolaitteistot ja moottorit laivojen sähköntuotantoon ovatkin tänäkin päivänä yhtä tärkeä osa liiketoimintaa kuin voimalaitosliiketoiminta. Wärtsilä NSD:n dieselvalmistuksen historiaa on esitetty erikoistarkastelussa sivuilla 112-117.

Erikoistarkastelu osoittaa ne tekijät, joiden avulla Wärtsilä saavutti merkittävän aseman meridieseleiden valmistajana. Tiivistetysti sanottuna ne olivat: yhtymän telakkatoiminnan ja koneenrakennuksen perinteet, omien telakoiden ennakkoluuloton, tuotekehitystä edistävä ja volyymeiltaan suhteellisen merkittävä moottorikysyntä, teknologian siirto lisenssivalmistajilta ja oma voimakas panostus tuotekehitykseen sekä kansainvälistyminen mittavilla yritysostoilla.

Tärkeä liiketoiminta-alue merimoottori- ja voimalaitosliiketoiminnan ohella on after sales -liiketoiminta. Se kattaa varaosamyynnin sekä eriasteisen kunnossapidon. Kunnossapito on kasvava osa liiketoimintaa, koska markkinoille toimitettu moottorikanta kasvaa jatkuvasti ja moottori- sekä voimalaitoskanta vanhemmasta päästä vanhentuu.

Meridieseleiden valmistus ja sen kansainvälinen edustaja- ja huoltoverkko oli ponnahduslauta voimalaitosliiketoiminnalle. Vuotta 1985 voidaan pitää voimalaitosliiketoiminnan alkuvuotena. Silloin perustettiin erillinen voimalaitosyksikkö ja ryhdyttiin aktiivisesti myymään dieselmoottoreita voimantuotantoon ja vähitellen kokonaisia voimaloita. Merkittävän sysäyksen päätökseen antoi laivanmoottorien kysynnän voimakas syklisyys ja tuolloin vallinnut laivanrakennuksen maailmanlaajuinen lama.

Voimalaitosliiketoiminta ei kuitenkaan alkanut tyhjästä. Wärtsilä NSD:n dieselmoottoreita oli päätynyt voimalaitoskäyttöön 1970-luvulla ja 1980-luvun alkupuolella. Joku muu oli kuitenkin tehnyt voimalaitossuunnitellun ja koonnut voimalaitospaketin. FINIDAn kehitysapuprojektit muodostivat tuolloin huomionarvoisen myyntikanavan.

Yhtä kaikki kymmenessä vuodessa siitä, kun voimalaitosliiketoiminta tosissaan aloitettiin, Wärtsilä NSD kykeni saavuttamaan erittäin merkittävän ja eräissä keskeisissä voimalatyypeissä maailmanmarkkinoiden johtavan aseman. Miten näin nopea maailmanvalloitus oli mahdollista? Tätä analysoidaan jatkossa. Analyysivälineenä käytetään Porterin kilpailukyvyn kehittymistä kuvaavaa timanttimallia.

Kilpailu, toimialan rakenne ja yritysten strategiat

Maailman dieselmoottorituotannosta valtaosa päätyy henkilö- ja kuorma-autoihin. Merkittäviä käyttökohteita ovat traktorit ja erilaiset työkoneet (maansiirtokoneet, kaivoskoneet, metsätraktorit jne.). Eri toimialojen tuotannossa käytetään laajasti diesel- ja kaasumoottoreita kuten öljyn ja kaasun tuotannossa ja näiden siirtoverkoissa, pumppujen ja kompressoreiden yhteydessä, puhaltimien voiman lähteinä jne. Myös vetureissa on voimanlähteenä useimmiten dieselmoottori ja laivoissa lähes poikkeuksetta.

Sähkön tuotantoon diesel- ja kaasumoottoreita myydään vuodessa lähes 400 000 kappaletta, ja niiden yhteenlaskettu energiantuotantokapasiteetti on 35 GW. Moottorimäärä on suuri, mutta pieni verrattuna esimerkiksi vuosittain myytävään 50 miljoonaan henkilöauton moottoriin. Suurin osa sähköntuotannon moottoreista on pienissä alle megawatin generaattoriyksiköissä.

Yli yhden megawatin voimalaitosmoottoreita myydään vuodessa noin 5 000 kappaletta, mutta niiden teho on yhteensä lähes 10 GW. Laivanmoottoreita myydään energiateholtaan suurin piirtein sama määrä vuodessa. Keskimäärin laivanmoottorit ovat kuitenkin kaksi kertaa suurempia, joten kappaleissa markkinat ovat noin 2 500 moottoria.

Wärtsilä Diesel on erittäin erikoistunut dieselmoottorivalmistaja. Sen tuotanto kohdistuu kokonaisuudessaan teholtaan isoimpiin dieselmoottoreihin eli voimalaitosmoottoreihin ja laivanmoottoreihin, jotka muodostavat yhteensä 7 500 moottorin markkinat.

Pieniin dieselmoottoreihin erikoistuneilla volyymivalmistajilla suurin asiakas on autoteollisuus. Astetta järeämmässä kokoluokassa työkoneiden ja veturien moottorit ovat tärkeitä. Toisaalta näiden valmistajien tuotepaletti on laaja kattaen myös Wärtsilä NSD:n tuotealueen eli isot dieselmoottorit. Voimalaitos- ja laivanmoottorit

ovat kuitenkin useimmille dieselmoottorivalmistajille sivutuotteen asemassa.

Wärtsilä NSD:n voimakkaan erikoistumisen riskinä on luonnollisesti suhdannevaihtelut. Useita moottorisegmenttejä kattavilla valmistajilla eri segmenttien vaihtelut kompensoivat toisiaan. Toisaalta kilpailumielessä erikoistuminen pakottaa olemaan parempi kuin kilpailijat valitulla segmentillä.

Autonmoottoreissa skaalatuotannon edut ovat astetta merkittävämmät kuin voimalaitosmoottoreissa. Autoteollisuuden ylikapasiteetti pitää kilpailun autonmoottoreissa kuitenkin huomattavasti kireämpänä kuin mitä se on voimalaitosmoottoreissa. Lisäksi voimalaitosmoottoreissa ja varsinkin voimalaitoksissa tuotteen eriyttämismahdollisuudet ovat merkittävät. Voimalaitosmarkkinoiden nopea kasvu on nostanut tämän tuotesegmentin arvoa suurten valmistajien silmissä. Esimerkiksi Caterpillar on yritysostoin pyrkinyt vahvistamaan asemiaan. Kilpailun voi odottaa tulevaisuudessa vain kiristyvän.

Wärtsilä Diesel on keskinopeitten voimaladieselmoottoreiden markkinajohtaja maailmassa. Taulukossa 4.6 on esitetty yhtiön markkinaosuudet vuonna 1997 eri moottorityypeissä. Tuolloin tilatusta 9 800 MW:sta Wärtsilä NSD:n toimitettavaksi tuli yli 2 000 megawattia. Vuonna 1998 markkinaosuus laski noin 17 prosenttiin Wärtsilälle vahvan markkina-alueen, Kaakkois-Aasian laman takia.

Raskasöljymoottoreiden markkinoihin Wärtsilä NSD pääsi käsiksi kehittämällä keskinopean Vaasa 32 -moottorin sopivasti öljykriisin aikoihin. Se saavutti nopeasti merkittävän aseman laivanmoottoreissa ja osoittautui myös sopivaksi voimalaitosmoottoriksi vallaten molemmissa käyttötarkoituksissa markkina-asemia kalliimpaa dieselöljyä käyttäviltä moottoreilta.

Taulukko 4.6 Markkinaosuudet 1-60 MW diesel- ja kaasumoottorivoimaloissa 1997/7-1998/6 tilauksista

	Raskas polttoöljy		Kaasu		Kevyt polttoöljy		Yhteensä	
	MW	Osuus,%	MW	Osuus,%	MW	Osuus,%	MW	Osuus,%
Wärtsilä	1410	58.0	315	22.7	320	5.4	2045	20.9
Muut	1020	42.0	1075	77.3	5660	94.6	7755	79.1
Yhteensä	2430	100	1390	100	5980	100	9800	100

Nopeasti kasvava segmentti koko 1990-luvun on ollut kaasukäyttöiset dieselvoimalat. Wärtsilä lähti kaasumoottorien valmistukseen myöhemmin kuin esimerkiksi amerikkalaiset kilpailijansa, joilla oli laajan kaasuverkon ansiosta kotimarkkinoilla varhainen ja voimakas kysyntä. Nyt yhtiön tuotevalikoiman moottoreista on olemassa kilpailukykyiset kaasuversiot, ja markkinaosuutta kaasumoottoreissa on ryhdytty kasvattamaan vuodesta 1995 lähtien.

Ongelma-alue on ollut voimalaitoskäyttöön sopivien pienten alle 2 MW:n nopeakäyntisten moottoreiden puuttuminen tuotevalikoimasta. Cumminsin ja Wärtsilän vuonna 1995 perustaman ja yhtiöiden puoliksi omistaman Ranskassa toimivan yhteisyrityksen Cummins Wärtsilän avulla tähän puutteeseen pyritään vastaamaan. Yhteisyrityksen tuotekehitystyö on parhaillaan vaiheessa, jossa osakasyhtiö on vapauttamassa moottoreita myyntiin.

Koko 1990-luvun pienten dieselvoimaloiden kysyntä on kasvanut ripeästi. Tämän vuosikymmenen alussa 1-2 MW:n nopeita (yli 1000 kierrosta minuutissa) moottoreita tilattiin voimalaitoksiin noin 1500 kappaletta. Vuonna 1998 niiden tilausmäärä oli jo kolminkertainen. Kokonaisuudessaan vuosittain tilattavien nopeakäyntisten moottoreiden teho on jo ylittänyt 6000 MW:n rajan eli on kaksi kolmasosaa koko yli 1 MW:n voimalamarkkinoista.

Wärtsilän merkittävimmät kilpailijat eri polttoaineita käyttävissä voimalaitostyypeissä on esitetty alla olevassa taulukossa. Kilpailijoista MAN on lähimpänä Wärtsilän tuoterakennetta. Sillä kuitenkin kuorma-auton moottorit ovat merkittävin tuotealue. Maailman merkittävimpiin kuuluva kuorma-auton moottorien valmistaja Cummins on yhteisyrityksen kautta Wärtsilään liittolaissuhteessa. Cummins on erittäin merkittävä varavoimaa tuottavien gensettien toimittaja.

Taulukko 4.7 Merkittävimmät toimijat eri diesel- ja kaasuvoimalaitostyypeissä

Raskasöljy	Kaasu	Kevyt polttoöljy
1. Wärtsilä NSD 2. MAN B&W Diesel (S.E.T.M Pielstick) 3. Caterpillar Engine Div. (MaK)	1. Caterpillar Engine Co. **2. Wärsilä NSD** 3. Jenbacher Werke 4. Waykesha Engine Div. Dresser Industries	1. Cummins Engine Co. 2. Caterpillar Engine Div. 3. MTU **4. Cummins Wärtsilä**

Kansainvälistyminen yritysostoin

Dieselmoottorivalmistus oli vielä 1980-luvulle tultaessa merkittävässä määrin kotimarkkinavalmistusta johtuen sidonnaisuudesta laivanrakennuksen luotto- ja tukijärjestelmiin. Saksalaisilla ja amerikkalaisilla valmistajilla oli mahdollisuus tukeutua suuriin kotimarkkinoihinsa. Wärtsilällä ei ollut merkittäviä kotimarkkinoita tukenaan kuin toisella tukijalallaan laivanrakennuksessa, ja kotimarkkinat oli pian tyydytetty. Näin ollen sen oli kansainvälistyttävä. Edustaja-, huolto- ja lisenssivalmistajaverkko rakennettiin globaaliksi. Se kattaa kaikki merkittävät laivanvalmistajavaltiot.

Tämän lisäksi Wärtsilä osti vuodesta 1978 alkaen aina 1990-loppupuolelle asti useita dieselmoottorivalmistajia kuten Nohab, SCAM, Stork, GMT-Isotta Frashin sekä New Sulzerin Diesel. Merkittävä kaava näyttää olleen tutustuminen esim. lisenssivalmistuksen kautta ostettavaan yritykseen, osittainen osto tai yhteisyrityksen perustaminen ja esimerkiksi markkinointiyhteistyö. Muutaman vuoden kuluessa yrityksen loputkin osakkeet on ostettu pois vanhoilta omistajilta. Oston jälkeen on ostettujen tehtaiden moottorimallistot uudistettu Wärtsilä NSD:n konstruktioiden mukaan ja ostettujen yksiköiden toimintaa rationalisoitu. Merkittävimmistä yritysostoista on kuvaus historiatarkastelussa sivuilla 112-117.

Yhtiöiden sulauttaminen, keskinäinen työnjako ja rationalisointi sekä uusien tuotteiden suunnittelu vaativat paljon energiaa. Erityisesti lähes samankokoisen Sulzerin nivominen yhteen Wärtsilän kanssa on ollut vaativa tehtävä. Toisaalta yritysostojen avulla on saatu asiakkaita ja markkinointikanavia sekä skaalaetuja erillisiä toimintoja yhdistämällä. Lisäksi ostetut tehtaat antoivat tuotantokapasiteettia 1990-luvulla lähes räjähdysmäisesti kasvaneille diesel- ja kaasuvoimalaitosmarkkinoille.

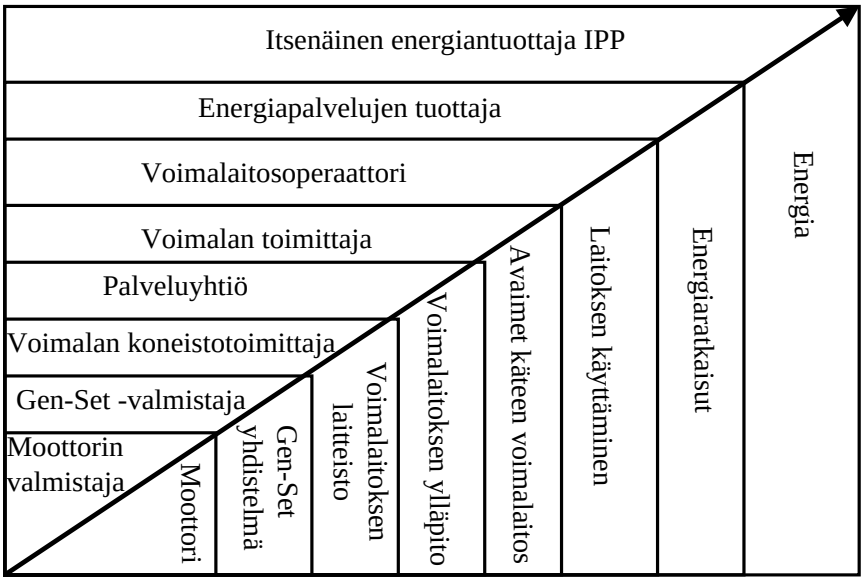
Nyt Wärtsilä on voimakkaan ekspansiovaiheen jälkeen keskittynyt toiminnan tehokkuuden parantamiseen ja kustannussäästöihin. Kuitenkin samalla jatkuu uusien moottoreiden, erityisesti kaasumoottoreiden, tuotekehitys ja markkinoille lanseeraus.

Tuotteistamisen edelläkävijä

Wärtsilä on ollut edelläkävijä dieselvoimaloiden tuotteistamisessa. Useimmat sen kilpailijat tyytyivät pitkään myymään pelkkiä moottoreita voimalaitoskäyttöön tai moottori-generaattoriyhdistelmiä. Wärtsilä NSD on kyennyt paketoimaan voimalaitospaketin valmiiksi helpoksi kokonaistoimitukseksi. Tämä on miellyttänyt esimerkiksi IPP-asiakkaita. Samalla myös monien muidenkin komponenttien kuin moottorin osalta on päästy hyödyntämään standardoitua valmistusta. Tuotteistamisen ansiosta Wärtsilä on kyennyt ansaitsemaan enemmän liikevaihtoa myytyä tehomegawattia kohden kuin useimmat kilpailijansa. Kehittyneimmät kilpailijat ovat kuitenkin seuraamassa Wärtsilä NSD:tä.

Kuvio 4.7 kertoo Wärtsilän strategisen kehityksen moottorinvalmistajasta asiakkaan energiaratkaisujen toteuttajaksi ja jopa energian tuottajaksi ja myyjäksi. IPP-asiakkaat haluavat leipoa voimalaitospaketin teknologiapaketiksi muiden projektin osatekijöiden joukossa. Samoin teollisuusasiakkaiden ei kannata hankkia voimalaitosasiantuntemusta. Tällaisissa tapauksissa voimalan kokonaistoimitus on kilpailuetu. Kokonaistoimitukset ovat muutta-

Kuvio 4.7 Wärtsilä NSD:n liiketoiminnan kehitys



neet dieselmoottorivalmistajaa ja voimalaitosvalmistajaa luonteeltaan engineering-yritykseksi.

Usein teknologian toimittaja halutaan myös voimalaitosoperaattoriksi, jolloin voimalan investoija saa minimoitua ja jopa siirrettyä voimalan operointiin liittyvät riskit pois itseltään. Wärtsilä NSD operoi yhteisteholtaan 1400 megawatin voimaloita vuonna 1998. Tätä liiketoimintaa halutaan kasvattaa. Samoin Wärtsilä NSD on useissa projekteissa itsenäisen energiantuottajan roolissa.

Markkinat ja asiakassuhteet

Asiakassegmentointi ja onnistuneet markkinointikanavat ovat Wärtsilän menestyksen kulmakiviä. Markkinoiden valloitus alkoi vuonna 1985, jolloin perustettiin voimalaitosyksikkö. Siihen liittyvissä strategiapohdinnoissa tehtiin huolelliset analyysit tuotteesta ja sen kehitysmahdollisuuksista, asiakkaista ja markkinointikanavista:

- Analyysi alkoi laskelmilla siitä, voidaanko dieselmoottoriin perustuvalla voimalalla tuottaa sähköä riittävän edullisesti. Vastaus oli myönteinen. Meridieseleillä voidaan jauhaa sähköä suhteellisen edullisesti ja luotettavasti keskeytyksettä ympäri vuoden, mutta tarvittaessa niiden tehoja voidaan säätää ja ne soveltuvat varavoimaksi. Kun meridieselpuolella oli kehitetty tehokkaampia ja isompia moottoreita, perusta voimalaitosliiketoiminnalle oli olemassa.
- Lupaavien asiakassegmenttien löytäminen oli keskeinen analyysikohde. Tärkeäksi asiakasryhmäksi nousivat teollisuuslaitokset kehitysmaissa ja nopeasti teollistuvissa maissa, joissa sähkönsaannissa oli kehittymättömän tuotantokapasiteetin ja huonojen siirtoverkkojen tai maantieteellisten esteiden takia ongelmia. Tällaisia teollisuusasiakkaita löytyi ja löytyy edelleen mm. Intiasta, Indonesiasta, Filippiineiltä ja Kiinasta. Toinen tärkeä asiakasryhmä löytyi eristyksessä olevista energiantarvitsijoista. Alkuvaiheessa hahmotettiin saaret, esimerkiksi Kreikan saaristo, Karibianmeren saaret ja Tyynen valtameren saaret. Telakkataustansa ansiosta Wärtsilä on saavuttanut merkittävän aseman myös öljynporauslauttojen ja sitä kautta öljy- ja kaasukenttien voimalaitosten toimittajana. Wärtsilän dieselvoimaloi-

den etuna on se, että polttoaineena voidaan käyttää suoraan tuotettavaa raakaöljyä tai maakaasua.

- Tehokkaat markkinakanavat olivat maailmanvalloituksessa ratkaisevan tärkeät. Selvityksissä todettiin, että markkinakanavan rungon voi muodostaa merimoottoreiden myynti- ja huoltoverkosto. Vuonna 1985 Wärtsilä Dieselillä oli valmiina 25 omaa merimoottoreiden myynti- ja huoltopistettä ympäri maailmaa, etupäässä suurien telakoiden läheisyydessä.

Wärtsilä NSD:n panostaminen voimalaitosliiketoimintaan perustui siis keskeiseltä osin synergiaan - yhteistuotannon etuihin merimoottoriliiketoiminnan kanssa tuotteissa, tuotannossa, markkinakanavissa ja huollossa. Mutta toisaalta taustalla oli myös markkinoiden omaperäistä ja yksinkertaista asiakastarpeisiin perustuvaa analyysiä.

Lupaavien asiakasryhmien etsiminen ei päättynyt alkukartoitukseen. 1990-luvulla alkoi yleistyä itsenäinen voimantuotanto IPP, jossa organisaattoreina ja investoijina olivat tavallisesti amerikkalaiset energiayhtiöt sekä itsenäiset yrittäjät. Wärtsilä Dieselille nämä asiakkaat sopivat hyvin monesta syystä: USA:n markkinoilta ne olivat oppineet tuntemaan Wärtsilän voimalat, jotka sopivat IPP-projekteihin.[38] IPP-asiakkailla ainoa evaluointitapa oli taloudellinen. Myytävän sähkön hinta ja sijoitetun pääoman tuotto ovat heille kannattavuuden mittarit. Lisäksi sijoitusmaassa tai lähellä oli usein jo valmiina Wärtsilän paikallinen edustaja ja huoltopiste. 1990-luvulla IPP-asiakkaiden osuus toimituksista on ollut noin 40 prosenttia eli saman suuruinen kuin teollisuusasiakkaiden. Tulevaisuuden kehityssuuntana näyttää olevan se, että IPP-asiakkaat haluavat ostaa toimittajilta yhä enemmän palveluita, jopa rahoituspalveluita.

Diesel- ja kaasumoottoreihin investoivien teollisuus- ja IPP- sekä voimantuottaja-asiakkaiden arvostamia ominaisuuksia ja hankintapäätöksen perusteita kuvataan taulukossa 4.8.

---

[38] Voimalat voidaan toimittaa lyhyellä varoitusajalla. Ne sopivat myös maihin, joissa poliittiset ja taloudelliset riskit ovat suuret. Investointikustannukset ovat suhteellisen alhaiset, ja ääritapauksissa voimaloista voidaan tehdä siirrettäviä.

Taulukko 4.8 IPP- ja energiayritysasiakkaiden sekä teollisuuden argumentteja voimalaitospäätöksissä

Itsenäiset voimantuottajat ja energiayhtiöt	Teollisuusyritykset (sementti- ja paperitehtaat jne.)
Kannattavuus, investoinnin tuottoaste, saatavuus, tuki, suoritusarvot, pitkäikäisyys	Energian hinta, kannattavuus, luotettavuus, mielenrauha, käynnistysaika

Energiamarkkinoiden vapautuessa Yhdysvalloista ja Euroopasta on tullut kaasu- ja dieselmoottorien toimittajille tärkeä markkina-alue. Valinnanvapaus ja markkinaehtoinen tarjonta polttoaineissa kasvaa. Kaasuverkko ulottuu yhä laajemmalle. Pienten voimaloiden pääsy verkkoihin helpottuu. Keskitettyjen energiajärjestelmien rinnalle voi syntyä hajautettuja järjestelmiä. Säätö- ja huippuvoimaa varten ei ole kilpailullisissa olosuhteissa mahdollista ylläpitää massiivisia laitoksia. Yhä pienemmät lämpökuormat kannattaa käyttää hyödyksi. Siirtomaksujen välttämiseksi kannattaa rakentaa paikallista tuotantoa esimerkiksi teollisuuslaitosten, sairaaloiden ja muiden vastaavien sähkö- ja lämpötarpeiltaan isojen laitosten yhteyteen. Vapautuvien sähkömarkkinoiden vaatimusten täyttäminen edellyttää monipuolista moottorivalikoimaa. Se vaatii myös suoraviivaisten tuotekonseptien sijaan yhä enemmän asiakaskohtaista räätälöintiä. Voimalaitosvalmistaja tarvitsee lisää engineeringresursseja, joko omia tai yhteistyökumppaneiden.

Kotimarkkinoiden rooli ja erityisesti telakoiden vaativa kysyntä on ollut tärkeä dieselmoottoreiden kehittämisessä. Kotimaan voimalaitoskysynnästä Wärtsilä ei ole päässyt nauttimaan. Suomeen on toistaiseksi toimitettu vain kymmenen diesel- tai kaasumoottorivoimalaitosta.[39] Toisaalta näissä laitoksissa, mukaan lukien Vaasan koevoimalaitos, Wärtsilä Diesel on päässyt kehittämään ja demonstroimaan konsepteja (korkea hyötysuhde, sähkön ja lämmön yhteistuotanto, monipolttoaineisuus ja uudet polttoaineet), jotka voivat hyödyttää sitä maailman kilpailullistuvilla energiamarkkinoilla.

[39] Näiden lisäksi on toimitettu varavoimadieseleitä mm. ydinvoimalaitoksiin ja sairaaloihin.

Tuotannontekijät

Moottorikehitys

Teknisesti edistykselliset moottorit ja niihin liittyvä tuotekehitys sekä tehokkaat moottoritehtaat ovat Wärtsilä NSD:n kilpailukyvyn osatekijöitä.

Moottoreiden kehitykseen vaikutti merkittävästi Wärtsilän Helsingin ja Turun (nyk. Kvaerner Masa-Yardsin) telakoiden vaativa kysyntä. Merimoottoreiksi kehitetyt Wasa 32 ja Wärtsilä 46 ovat olleet menestystuotteita myös voimalaitosten moottoreina. Uusista kehityssuunnista huolimatta myös isojen raskasöljymoottoreiden tuotekehitys jatkuu tänäkin päivänä. Vuonna 1998 lanseerattiin maailman suurin keskinopea dieselmoottori Wärtsilä 64. Samoin markkinoille tuotiin 12-sylinterinen Sulzer RTA96C, joka on maailman voimakkain dieselmoottori 66 MW:n eli 90 000 hevosvoiman tehollaan.

Uuden moottorin tuotekehitys ja demonstraatio saattaa vaatia noin 6-8 vuoden jakson. Tämän jälkeen moottori voi säilyä kilpailukykyisenä jopa kaksikymmentä vuotta suhteellisen vähäisin parannuksin. Viime vuosina tuotekehitystä on hallinnut dieselmoottorien muuntaminen kaasumoottoreiksi, joiden markkinat ovat kasvaneet nopeammin kuin dieselmoottorien markkinat. Nopeakäyntisten moottorien kehittämisessä Wärtsilä tekee yhteistyötä Cumminsin kanssa.

Moottorien kehitys on Wärtsilä NSD:n keskeinen painopistealue. Keskinopeiden moottorien tuotekehityskeskus ja dieselmoottorien koelaboratorio on Vaasassa. Hidaskäyntisten moottorien kehitystyö puolestaan tehdään Sveitsissä ja Italiassa. Vuosittain tuotekehitykseen investoidaan noin 4-5 prosenttia liikevaihdosta ja tuotekehitystehtävissä työskentelee 600 ihmistä. Koevoimalat ovat tärkeä osa koetoimintaa. Esimerkiksi VPPP-voimalassa (Vaasa Pilot Power Plant) kokeillaan Wärtsilä 46:n moottorimallia, jossa savukaasujen lämpötilaa on korotettu. Näin saadaan höyryä, jonka avulla kehitetään lisäsähköä höyryturbiinissa. Tavoitteena on saavuttaa uusi 53 % ennätys sähköhyötysuhteelle raskasöljykäytössä. Myös ABB on mukana koevoimalassa sekä rahoituksella että omalla uudella teknologialla.

Testauksen ja koeajojen merkitys korostui oman dieselmoottorituotannon alkuvaihteista lähtien. Kilpailevilla valmistajilla oli vuosikymmenien kokemus moottoreistaan. Heidän valmistuksensa alkuvaiheissa lastentaudit sallittiin. Wärtsilän oli turvauduttava moottorien mittaviin koeajoihin, vaikkakin omat telakat ja jotkut tilaajatkin olivat ennakkoluulottomia asiakkaita.[40]

Moottoriteknologiassa on ollut tavoitteena moottorien tehokkuus, polttoainetaloudellisuus ja ympäristöystävällisyys sekä monipolttoaineisuus. Lisäksi pyrkimys on ollut ottaa tuotantokäyttöön yhä huonompia polttoaineita. Esimerkiksi Venezuelasta saatava runsaasti vettä ja hiukkasia sisältävä Orimulson soveltuu jo tuotantokäyttöön Wärtsilän moottoreissa. Ongelmana tällä hetkellä on kuitenkin dieselöljyn alhainen hinta. Kun se kääntyy nousuun ja toisaalta Orimulsson-öljyn hinta pysyy lähellä kivihiilen hintaa, Orimulsionia käyttävät voimalaitokset tulevat taloudellisesti kannattavaksi.

Orimulsonin polttotekniikka on Wärtsilän omaa kehitystyötä. Myös bioöljyjä, kuten rypsiöljyä ja puusta saatavaa pyrolyysiöljyä, on kokeiltu, mutta epäpuhtaudet ja korkea hinta ovat vielä ongelmana. Lisäksi ennen näiden mahdollista kaupallista käyttöä on rakennettava koko tarjontajärjestelmän infrastruktuuri, joka on teknisiä ongelmia mittavampi kysymys. Bioöljyjä on kehitetty yhteistyössä VTT:n, Vapon ja Kanadalaisen Ensynin kanssa.

Polttoteknologiassa Wärtsilällä on kosketuspinta kattilanvalmistajien kanssa. Ne ovatkin tehneet yhteistyötä Tekesin puitteissa Liekki I ja II -teknologiaohjelmissa. Myös Fortum Oil and Gas Oy eli aiempi Neste oli mukana näissä teknologiaohjelmissa. Sen tavoitteena on kehittää yhä korkealaatuisempia polttoaineita, kun taas polttamalla energiaa tuottavat pyrkivät hallitsemaan yhä vaikeampia polttoaineita. Synergiaa löytyy kuitenkin öljynjalosteiden jätteenomaisista sivutuotteista, jotka voivat toimia energiaraaka-aineina.

---

[40] Idänkaupan kokeneet tai sen historiaan tutustuneet tietävät, että tavaranvaihtosopimusten aikana politiikan korkean tason kauppamiehillä oli melkoinen luottamus insinöörien kykyihin ja teknologian mahdollisuuksiin. Osansa tästä ennakkoluulottomasta kysynnästä sai myös Wärtsilän telakkateollisuus ja sitä kautta dieselmoottorivalmistus. Neuvostoliittolaisen kauppayhtiö Sudoimportin tilaus vaikutti mm. siihen, että Wärtsilän ensimmäinen oma moottori kehitettiin nelitahtiseksi eikä kaksitahtiseksi, joista oli enemmän kokemusta. Tämä on myöhemmin osoittautunut onnekkaaksi valinnaksi.

Uudet sovellutuskohteet ovat tärkeä kehitysalue. Usein kyse on enemmän liikeideoiden kehittämisestä kuin kokonaan uuden teknologian kehittämisestä. Lupaava uusi alue on diesel- ja kaasumoottoreiden käyttäminen tuulipuistojen "täydennysvoimana", jolloin tuulipuistojen kilpailukyky kasvaa, koska ne voivat toimittaa myös perusvoimaa. Myöhemmin samaa konseptia voidaan soveltaa aurinkovoimaan.

Voimalaitosten modulointi ja standardointi

Voimalaitosten lyhyt toimitusaika, paikan päällä tapahtuvan kalliin asennustyön vähentäminen minimiin sekä nopeat ja joustavat kuljetukset ovat merkittäviä kilpailuvaltteja. Näihin kilpailuetuihin Wärtsilä NSD pyrkii voimalaitosten moduloinnilla. Itse voimalaitoksen rakentaminen on asennustyötä, johon mallia haettiin talonvalmistajilta. Tuotteiden moduloinnin kehittämisessä olivat alusta lähtien myös alihankkijat mukana.

Voimalaitosten tuotteistamisen ohella voimaloiden modulointi on Wärtsilä NSD:n innovaatioita diesel- ja kaasumoottorivoimalatuotannossa. Samantyyppiseen toimintaan ovat päätyneet myös pienten kattiloiden valmistajat. Moduloinnilla saadaan tehostettua merkittävästi valmistajaverkon toimintaa. Kun valmistusprosessi toistuu pääpiirteissään samanlaisena, eri osapuolet pääsevät kehittämään omaa osuuttaan. Oppimisen lisäksi tuotannossa päästään hyödyntämään tuotannon skaalaetuja. Moottorituotannossa merkittävä skaalaetujen lähde on myös se, että meri- ja voimalaitosmoottorit ovat samanlaisia ja niitä voidaan tuottaa samalla tuotantolinjalla.

Työvoima ja yrittäjyys

Merkittävänä tuotannontekijäetuna haastatellut pitivät suomalaisen insinöörityön hyvää hinta-laatusuhdetta. Erittäin hyvin kilpailuetu tulee esiin suunnittelussa ja tuotannossa. Paikan päälle projektikohteeseen lähetettynä kulut nousevat kuitenkin huomattavasti. Moduloinnin ja sarjatuotannon ansiosta kotimaassa tapahtuva esivalmistus on kuitenkin suuri, joten kotimaasta lähetettävä projektihenkilöstö voidaan pitää pienenä. Tämä on kilpailuetu isompiin

voimalaitostyyppeihin nähden, jotka lähes poikkeuksetta ovat yksittäistuotteita. Verrattaessa Wärtsilän yksiköiden tuottamia moottorimääriä ja henkilökuntalukuja eri tehtailla, voi todeta, että tehokkuus Suomessa kauttaaltaan on hyvällä tasolla. Tärkeänä vahvuustekijänä yhtiössä pidetään myös suomalaista energia-alan osaamista yleensä, mikä helpottaa keskustelua ja antaa rakennusaineksia innovaatiotoimintaan ja sovelluksiin.

Voimavaraksi wärtsiläläiset katsoivat myös pohjalaisen peräänantamattoman ja rohkean yrittäjäluonteen. Sitä on tarvittu varsinkin markkinoinnissa - esimerkiksi kun myyntimies on lähetetty yksin kuukausiksi ennen kokemattomaan ympäristöön tekemään ensimmäiset kaupat ja rekrytoimaan parhaan mahdollisen paikallisen edustajan. Vastaavasti Wärtsilän yrityskulttuuria pidetään viikinkikulttuurina, jossa kannustetaan tekemään itsenäisiä ratkaisuja. Esimerkiksi jokaisella myyntimiehellä on oikeus (ja myös tuotteistuksen ansiosta mahdollisuus) tehdä voimalaitoskaupat. Nämä kulttuurit täydentävät toisiaan.

Sijaintipaikkakuntina Vaasaa ja Turkua pidetään hyvinä. Molemmissa kaupungeissa yhtiön tarpeita kuunnellaan. Alemman ja keskitason ammatillinen perus- ja täydennyskoulutus tuottaa tarvittavan työvoiman. Soveltuva korkeimman tason insinöörikoulutus puutuvat sekä Turusta että Vaasasta, vaikkakin Vaasan teknillinen oppilaitos tuottaa osaavia insinöörejä. Diplomi-insinöörit tulevat Teknillisestä korkeakoulusta, Tampereen TKK:stä ja Oulun yliopistosta.

Tuki- ja lähialat

Lähi- ja tukialat ovat klusterissa potentiaalinen kilpailuetujen lähde. Dieselvoimalaliiketoiminta on Wärtsilän tapauksessa hyötynyt synergiaeduista oman meridieseleiden valmistuksen kanssa. Synergiaedut ovat olleet yhteistuotannon etuja tuotekehityksessä, valmistuksessa, myynnissä ja huollossa.

Telakkateollisuuden tarpeisiin Wärtsilä alkoi valmistaa lisensseillä keskinopeita raskasöljydieseleitä. 1970-luvulla kehitettiin Vasa 32 -moottori ja 1980-luvulla Wärtsilä 46 -moottori. Dieselöljyn kallistuessa öljykriisien seurauksena, keskinopeat moottorit olivat taloudellinen vaihtoehto, koska ne kävivät halvemmalla raskaalla

polttoöljyllä. Alhaisemman polttoainekustannuksen takia ne kävivät myös perusvoiman tuottajaksi. Kun vielä raskasta polttoöljyä on hyvin saatavilla kilpailullisilta markkinoilta ja se on helposti varastoitavissa, moottorit sopivat mainiosti myös voimalakäyttöön.

Telakkateollisuus ja sen myötä laivanmoottoreiden kysyntä on erittäin syklistä. Koska voimalaitokset käyttävät samoja moottoreita, voidaan näillä yhdessä taata tasaisempi kuorma tehtaille ja päästä myös pitempiin sarjoihin, mikä alentaa kustannuksia. Suuret sarjat antavat myös joustavuutta. Tiukassa tarjouskilpailussa voidaan tuotannosta ottaa moottori muiden toimitusten kärsimättä, jolloin voimalaitos voidaan toimittaa erittäin lyhyellä toimitusajalla. Kokonaisuudessaan tuotanto on kuitenkin tilauksiin perustuvaa ja normaalit toimitusajat ovat noin 12 kuukautta.

Kolmas tärkeä synergiatekijä oli meridieseleitä varten rakennettu myynti-, huolto- ja lisenssivalmistajien verkko, joka kattaa kaikki merkittävät laivanrakentajamaat. Se toimi alkuvaiheessa varsin kattavan kansainvälisen myynti- ja huoltoverkon perusrunkona.

Tulevaisuudessa synergia laivanrakennuksen kanssa jatkuu myös sitä kautta, että isoista laivoista on kehittynyt voimalaitoksia. Dieselmoottori-generaattoriyhdistelmillä tuotetaan sähkö, jolla sähköistetään laiva. Sähkömoottorien avulla käytetään myös laivan potkuriyksiköitä. Tätä laivojen täyssähköistystä edisti Azipod-potkuriyksikköjen[41] kehitystyö, joka on pitkälle tehty Suomessa Wärtsilän entisen Helsingin telakan eli nykyisen Kvaerner Masa-Yardsin telakan sekä ABB Industryn yhteistyönä. Azipod-potkuriyksiköistä ja niihin liittyvistä energiajärjestelmistä on kehittymässä uusi menestystuote energiaklusterin tuoteportfolioon.

Merkittävä kilpailuetu Suomessa on dieselvoimalaitoksia valmistamaan kehittynyt verkosto. ABB generaattoritoimittajana on ollut merkittävä yhteistyö- ja tuotekehityskumppani. ABB ja Vaasa Engineering ovat sähköistyksen ja voimalaitosautomaation päätoimittajia. Kaikkiaan Wärtsilä NSD:n Suomen toimittajaverkossa on

[41] Azipod-potkuriyksiköt voivat kääntyä 360 astetta, mikä oleellisesti parantaa laivojen ohjattavuutta. Tämä on tärkeä ominaisuus esimerkiksi satamassa tai ahtailla väylillä liikuttaessa. Niillä voidaan myös saada voimat tehokkaammin käyttöön esimerkiksi jäänsärkijöissä. Matkustajalaivoissa sähköisen voimansiirron avulla voidaan alentaa tärinöitä ja melua verrattuna mekaaniseen voimansiirtoon.

950 toimittajaa, joista avaintoimittajia on 250. Moottorinvalmistusta on automatisoitu mahdollisimman pitkälle ja ei kriittisten osien valmistus on ulkoistettu. Yhteistyössä pyritään mm. yhteiseen t&k-toimintaan ja suunnitteluun. Yhden toimittajan varaan ei avainkomponentissa kuitenkaan jättäydytä.

Tarjoustoiminnassa ja projekteissa Wärtsilä NSD pyrkii toimiviin yhteistyösuhteisiin esimerkiksi engineering-yritysten kanssa. Periaatteena on kuitenkin ollut, että ne eivät ole yleissopimuksia vaan kohdistuvat aina konkreettisiin hankkeisiin. Lisäksi Wärtsilä NSD:llä on niissä johtava rooli, vaikka toisena osapuolena olisi isokin yritys.

Wärtsilä NSD:n takana olevan yritysverkon mittasuhteista ja kansantaloudellisista vaikutuksista saa käsityksen analysoimalla moottorinvalmistuksen tilastoja (ks. taulukot L4.1.7 ja L4.1.8 sekä kuvio L4.1.3 sivuilla 208-209). Vuonna 1996 Moottorien ja turbiinien eli toimialan TOL 2911, jossa Wärtsilä NSD:n osuus on hallitseva mutta johon myös Sisu Diesel kuuluu, tuotannon bruttoarvo oli 4 miljardia markkaa. Tuotannon bruttoarvosta toimialan oman jalostuksen arvo oli 1 miljardi markkaa. Se syntyi 2 500 henkilön voimin, joista toimihenkilöitä on lähes puolet. Ostot alihankkijoilta, komponenttitoimittajilta sekä vientiin sisältyvien projektipalvelujen arvo olivat yhteensä noin 3 mrd markkaa. Hankinnoista 1,3 miljardia markkaa oli tuontia, joten kotimaan verkostolta hankittiin tavaroita ja palveluita 1,7 miljardin markan arvosta. Laskettuna samalla jalostusarvolla henkeä kohti kuin dieselmoottorituotannossa päästään ostojen työllistävänä vaikutuksena kotimaassa 4 000 työntekijään. Toimialan tuotteiden vienti oli 4 miljardia markkaa. Kotimarkkinoille myytiin 323 miljoonalla markalla. Tuotujen moottoreiden arvo oli kotimaan yhden miljardin markan moottorimarkkinoista vajaat 700 miljoonaa. Kaiken kaikkiaan toimiala on siis myös merkittävä vientitulojen hankkija.

Julkisen vallan rooli

Julkisen vallan kolmeksi tärkeäksi ja suomalaisen dieselvoimaloiden valmistuksen ja viennin kilpailukykyä edistäväksi tehtäväksi Wärtsilä NSD:ssä koetaan t&k-rahoitus, vientirahoitus ja takuut sekä korkeatasoisesta ammatillisesta koulutuksesta huolehtiminen.

Yhteenveto

Voidaan todeta, että Wärtsilä NSD:n voimalaitosliiketoiminta on melkoiselta osin itse luonut kilpailuetunsa yhtiön sisällä. Maailmanmarkkinoiden valloitus alkoi analyysillä siitä, onko dieselmoottoreilla mahdollista tuottaa taloudellisesti energiaa ja mitkä ovat oikeat asiakassegmentit. Tehokkaan markkinointikanavan muodosti merimoottorien myynti- ja huoltoverkosto. Myös moottorien kehitystyö auttoi. Wärtsilä tuotteisti voimalat ennen kilpailijoitaan ja ryhtyi dieselmoottorien ohella tarjoamaan voimaloita, avaimet käteen toimituksia ja energiantuotantoratkaisuja. Kasvua nopeutettiin kilpailijoiden ja samalla markkinoiden ostoilla. Kaiken aikaa on pidetty huolta tuotannon tehokkuudesta hyödyntämällä modulaarisuutta ja sarjatuotannon etuja.

Suomalaisesta kotipesästään ja täkäläisistä olosuhteista se on hyötynyt eniten seuraavissa suhteissa:

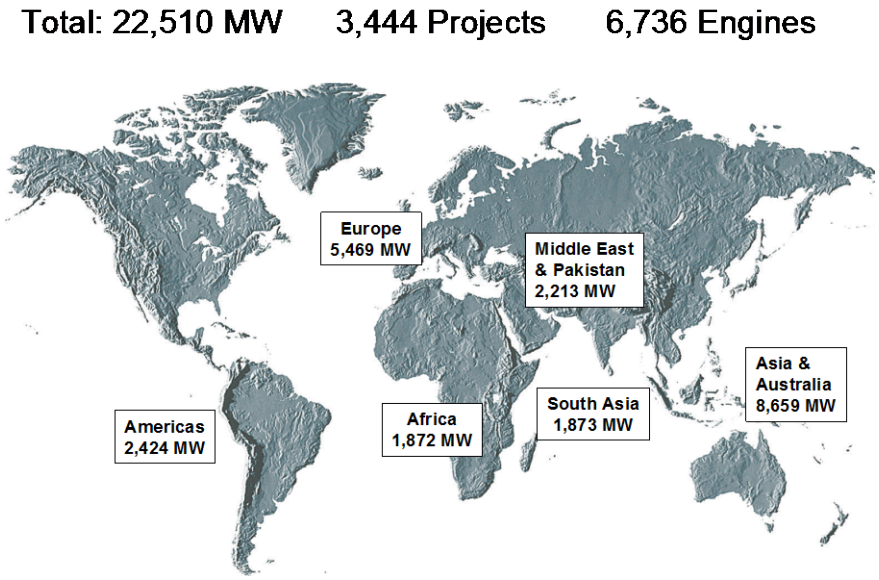
- Telakkateollisuuden vaativa kysyntä ja synergiset yhteydet omaan meridieseleiden valmistukseen.
- Toinen tärkeä etu on modulivoimaloita valmistamaan muotoutuneen yritysverkon yhteensopivuus ja tehokkuus.
- Kolmas kotimainen tärkeä resurssi on ollut suomalainen energia-alan osaaminen yleensä, insinöörityön hyvä hintalaatusuhde ja korkeatasoinen insinöörikoulutus.

Monessa suhteessa Wärtsilä NSD on kuitenkin ollut hyvin erilainen kuin muut energiaklusterin yritykset. Tärkein ero on se, että kotimaan energiantuotanto ei ole ollut sen tukijalka eivätkä kotimaiset voimantuotannon asiakkaat ole auttaneet Wärsilä NSD:tä maailmanmarkkinoille. Ehkä pikemminkin päinvastoin. Kun kotimarkkinoilla ei uusille tuotteille ollut sijaa, asiakkaat oli alusta lähtien haettava kansainvälisiltä markkinoilta. Kilpailun ja monimuotoisuuden lisääntyessä energialiiketoiminnassa kotimaisten asiakkaiden rooli voi korostua.

Wärtsilä NSD on ollut mestari muualla. Se on suomalaisen energiaklusterin kansainvälistynein yritys[42] yhdessä Ahlstrom Machineryn kanssa. Se on myös merkittävä engineering-yritys, vaikka onkin teollisuusyritys. Projektitoiminta ja asiakasräätälöinti on osattu yhdistää

[42] Wärtsilällä on 70 myynti- ja huoltopistettä eri puolilla maailmaa.

Kuvio 4.8 **Wärtsilä NSD:n toimittamat voimalat markkina-alueittain**



tuotteiden pitkälle vietyyn standardointiin ja sarjatuotantoon. Se on suomalaisissa oloissa myös kokenut IPP-osaaja. Monessa suhteessa Wärtsilä NSD:llä on annettavaa energiaklusterin muille yrityksille.

Wärtsilän dieselmoottorivalmistuksen 60-vuotinen historia

Wärtsilä perustettiin 1834. Sataviisikymmentä vuotta myöhemmin 1984 yhtymää kuvattiin seuraavasti: "Wärtsilä yhtymä on nopeasti kansainvälistyvä monialayritys, jolla on tuotantolaitoksia viidessä maassa ja markkinointiyhtiöitä eri puolilla maailmaa." Tuolloin yhtymällä oli kulutustavararyhmä, teknisen porsliinin ryhmä, telakkaryhmä, lukkoryhmä, konepajaryhmä ja dieselryhmä.

Viimeisen viidentoista vuoden aikana yhtiö on käynyt läpi täydellisen myllerryksen. Wärtsilä NSD on keskittynyt laivojen moottoreiden ja propulsiolaitteiden sekä dieselvoimaloiden ja niiden koneistojen valmistamiseen. Omistajana ja emoyhtiönä on Metra. Porsliinin tuotanto on yhtiöitetty Sanitec Oy:ön, ja raudanjalostuksen perinteitä jatkaa teräksenvalmistaja Imatra Steel Oy.

Paperikonetuotanto siirrettiin Valmetille ja lukkoryhmä fuusioitiin ruotsalaisen lukkovalmistajan kanssa Assa Abloyksi, johon Metra jäi vähemmistöomistajaksi. Telakat, Valmetin telakoilla vahvistettuna, ajautuivat kovassa ja tukiaisten vääristämässä kilpailussa konkurssiin päätyen norjalaiselle Kvaernerille. Dieselmoottoreiden valmistuksen juuret ovat kuitenkin vahvasti Wärtsilän pitkäaikaisessa telakkatoiminnassa sekä koneenrakennuksessa.

Wärtsilä harjoitti telakkatoimintaa Helsingissä, Turussa, Vaasassa ja Kotkassa. Aiemmin laivat varustettiin höyrykoneilla. Niitä valmistettiin Kone- ja Silta Oy:ssä Helsingissä ja Crichton-Vulcanin telakalla Turussa. Vähitellen dieselmoottorit syrjäyttivät höyrykoneet. 1930-luvulta lähtien dieselmoottorit ovat olleet ylivoimainen laivanmoottorityyppi. Luotettava, tehokas ja edullinen oma tai lisenssillä valmistettu laivanmoottori oli kilpailukykytekijä telakkayhtiölle.

Wärtsilä valmisti ennen omaa tuotantoaan dieselmoottoreita Kruppin, Nohabin, Sulzerin ja Pielstickin lisensseillä. Laivan moottoreita valmistettiin aluksi Turussa ja sitten myöhemmin Vaasassa kuten edelleenkin. Telakkatoiminnan aikaan Turun tehdas oli telakkaryhmän alaisuudessa ja Vaasan tehdas olennainen osa dieselryhmää. Nyt tehtaat ovat Wärtsilä NSD:n keskeisiä valmistus- ja tuotekehitysyksiköitä. Aiemmat lisenssin antajat Nohab ja Sulzer ovat päätyneet Wärtsilän omistukseen.

Turun dieseltehdas

Wärtsilän Turun telakoiden historia juontaa juurensa Ruotsin vallan aikaan, aina vuoteen 1741. Telakalla on myös pitkä historia höyrykoneiden ja valopetrolimoottoreiden valmistajana.

Ensimmäinen dieselmoottori valmistettiin Gruppin lisenssillä vuonna 1939 ja sijoitettiin Suomen laivastolle toimitettuun alukseen. Vuonna 1951 alkoi dieselmoottoreiden valmistus Nohabin lisenssillä ja edelleen vuonna 1954 alkoi Sulzerin moottoreiden valmistus.

Turun dieselmoottoritehdas toimi Wärtsilän telakkaryhmän alaisuudessa vielä 1980-luvulla. Vuonna 1966 Wärtsilä oli hankkinut Pielstick-moottoreiden valmistus- ja myyntilisenssit. Yhdessä Wärtsilä-Sulzer -moottoreiden kanssa nämä saavuttivat johtavan aseman Wärtsilän ja muun suomalaisen telakkateollisuuden valmistamissa laivoissa.

Pielstick-moottoreita valmistettiin Turun dieseltehtaassa 1970-luvulla kymmenkunta vuodessa ja Wärtsilä-Sulzer -moottoreita lähes yhtä paljon. Lisäksi Vaasan tehdas teki niitä. Wärtsilän telakkaryhmä osti noin puolet tuotannosta. Alusten lisäksi moottoreita pyrittiin myymään myös voimalaitoskäyttöön. Yksi varhaisista Wärtsilän moottorilla varustetuista voimaloista rakennettiin Maarianhaminaan.

Sulzer on laivanmoottoreissa ollut samanlainen käsite kuin Rudolf Diesel dieselmoottoreissa. Sveitsistä lähtöisin oleva Sulzer oli lähes monopoliasemassa 1930-luvulla. Syynä Sulzerin ylivoimaisuuteen oli innovaatio, jonka avulla moottorin pyörimissuuntaa saatiin muutettua "lennossa". Laivanmoottorille tämä oli kätevä ominaisuus, koska näin potkurit voitiin liittää suoraan valta-akseliin, eikä tarvittu erillistä vaihteistoa muuttamaan pyörimissuuntaa.

Wärtsilän Turun telakan dieseltehdas valmisti useita Sulzer- ja Pielstick-moottoreiden uusia tyyppejä ensimmäisenä Euroopassa ja oli näin valmistuksen edelläkävijä. Joiltakin osin Wärtsilän osuus moottoreiden käyttöönottoon liittyvässä tuotekehitystyössä ja testauksessa oli ratkaiseva. Niinpä esimerkiksi Sulzerin alkuperäiskonstruktioon perustuvia moottoreita voitiin myydä tuotemerkillä Wärtsilä-Sulzer. Teknologian siirto katsottiin täysmääräisesti suoritetuksi vuonna 1994, jolloin lisenssivalmistus Wärtsilä NSD:ssä lopetettiin kokonaan.

Saavutettuaan merkittävän markkina-aseman laivanmoottoreiden valmistajana Wärtsilä osti Sulzerin moottorivalmistuksen, varmistaen näin asemansa. Samalla Wärtsilä sai haltuunsa osan alan historiallisesta perinnöstä.

Oli kuljettu pitkä matka siitä, kun Wärtsilän pitkäaikainen pääjohtaja Wilhelm Wahlfors välilaskun aikana Zürichin lentoasemalla osti Heinrich Sulzerilta moottorin Venäjälle menevään laivaan. Hän valitsi vanhemman SD72 -moottorin eikä uutta upeaa SD76:tta, koska "venäläiset hoitavat dieseleitä moukarilla" ja 7-, 8- ja 9-sylinterisistä versioista hän valitsi 9-sylinterisen koska, "kukaan ei saa päästä sanomaan, että konehuoneistamme puuttuu sylintereitä".

Nykyisin Turun tehtaassa valmistetaan W46-moottoreita yhteisteholtaan 1000 MW vuodessa.

Vaasan dieseltehdas

Wärtsilä osakeyhtiö osti vuonna 1936 Vaasasta konkurssiin menneen Onkilahden konepajan laitokset. Niiden vanhat tuotteet myllykoneet, vanerikoneet, turbiinit, tientekokoneet, pyörösahan akselit, lumiaurat yms. pysyivät tuotannossa 20 vuotta aina dieselmoottoreiden tuotantoon asti. Dieselmoottoreiden tuotanto alkoi vuonna 1954 Nohabin moottorien lisenssivalmistuksella. Pääkonstruktööri, DI Wilmer Wahlstedt piti laivanmoottoreiden valmistuksen aloittamista rohkeana, sillä kokemuksia dieselmoottoreista tai rationaalisesta suunnittelu- ja kehitystoiminnasta ei ollut. Euroopan kuuluisilla dieselyrityksillä oli 50 vuoden etumatka.

Vuonna 1960 alkoi Wärtsilän oman väen - pitkälti juuri Wahlstedtin - suunnitteleman Wärtsilä 14 -moottorin valmistus. Tämä oli toinen suomalainen dieselkonstruktio. Kolme vuotta aiemmin Valmetin Linnavuo-

ren tehtailla oli kehitetty traktoria varten dieselmoottori. 3.6.1959 tapahtunutta ensikäynnistystä Wahlstedt kuvasi näin: "Varmuuden vuoksi moottoria käytettiin aluksi vain yhdellä sylinterillä. Huvittavaa tilanteessa oli, että moottori käynnistyi oikeastaan huomaamatta. Valtava vauhtipyörä yhdessä myöhäiseksi asetetun ruiskutushetken kanssa aiheutti sen, että käynnistyminen oli niin hidas ja hiljainen, ettei se kunnolla kuulunutkaan. Myöhemmin moottori jätettiin käymään itsekseen yötä päivää, ja sunnuntaisin käytiin perheittäin katsomassa uskollista rautaista työhevosta."

Wärtsilä 14 -moottoria seurasi vuonna 1970 Wärtsilä 24TS ja vuonna 1975 Vaasa 22. Samaan aikaan kun öljykriisi yllätti maailman 1974, Wärtsilä oli pannut alulle raskaalla polttoöljyllä toimivan keskinopean dieselmoottorin kehitystyön. Tuon ajan laivamoottorit pääsääntöisesti käyttivät kevyttä dieselöljyä. Vuonna 1978 ensimmäiset Vaasa 32 -moottorit toimitettiin asiakkaille. Tämä moottorityyppi osoittautui menetykseksi. Raskasöljy polttoaineena oli huokeaa, moottorit olivat varmakäyntisiä ja tehon suhde moottorin painoon oli edullinen.

Vuonna 1980 tehtaan tuotanto keskitettiin kokonaan itse kehitettyjen dieselmoottoreiden valmistukseen. Seuraavana vuonna 1981 tehdas toi markkinoille maailman pienimmän raskasöljymoottorin, Vaasa 22HF:n.

Vaasan tehtaasta oli nopeasti tullut maailman johtava keskinopeiden moottoreiden valmistaja. Suuret dieseltehtaat eivät pitäneet näiden moottoreiden kehittämistä ensisijaisena. Ruotsalaisen AB Boforsin Nohabin dieseltehdas Trollhättanissa kilpaili samoissa tuotteissa. Wärtsilä aloitti Nohabin ostolla 1978 vaikuttavan yritysostojen sarjan.

Omien moottoreiden ohella Vaasan dieselmoottoritehtaan tuotekehittäjät ovat kantaneet vastuun myös Wärtsilän ostamien useiden ulkomaisten dieselmoottoritehtaiden moottoreiden uudistustyöstä. Pääsääntöisesti Wärtsilä on yritysostojen jälkeen uudistanut ostettujen yhtiöiden moottorimallistot. Vaasassa on Wärtsilä NSD:n tuotekehitysyksikkö. 1980-luvun alkupuolelta lähtien yhtiön tuotekehitystoimintaa on johtanut insinööri Daniel Paro.

Nykyisin Vaasassa valmistetaan pääasiassa W32-, W34- ja W20-moottoreita, joiden valmistusmäärä yhteisteholtaan on noin 1000 MW vuodessa.

Kansainvälistyminen

Laivanmoottorien valmistus suuressa mittakaavassa automaattisesti pakottaa ja tekee taloudellisesti mielekkääksi yrityksen kansainvälistymisen. Niinpä Wärtsilä rakensi moottoreilleen kansainvälisen myyntiedustaja-, varaosapalvelu- ja huoltoverkon. Myös valmistuslisenssejä myydään eri telakoiden yhteydessä toimiville kokoonpanotehtaille. Varaosamyynti ja osamyynti lisenssivalmistajille lisäävät osavalmistuksen volyymeja alentaen valmistuskustannuksia.

Merkittävä avaus oli vuonna 1982 perustettu Wärtsilä Power Singapore Ltd, josta Wärtsilä omisti puolet ja toisen puolen Singaporen valtion omistama suuri telakka Keppel Shipyard. Se avasi tien Kaakkois-Aasiaan. Voimalaitospuolella tunkeutuminen Intian markkinoille oli kansainvälistymisen päänavaus. Meridieseleitä varten luodut edustaja- ja huoltoverkot toimivat voimalaitosliiketoiminnan ponnahduslautoina.

Kansainvälistymistä on vauhditettu määrätietoisilla yritysostoilla, joista tärkeimmät on lueteltu seuraavassa yritysostojen historiaa käsittelevässä luvussa. Yritysostot ovat antaneet valmistuskapasiteettia ja asiakassuhteita sekä lähtökohtia moottorivalikoiman laajentamiseen uusille alueille.

1990-luvulla, jolloin voimalaitospuolella voimakas kysyntä kohdistui diesel- ja kaasumoottorivoimaloihin, yritysostot tukivat merkittävästi yhtiön kasvua. Nyt vuonna 1999 Wärtsilä NSD:ssä on rajun kasvukauden jälkeen menossa kustannusten karsimisen ja toiminnan tehostamisen ajanjakso. Tuotantoa keskitetään kilpailukykyisimpiin tehtaisiin. Samalla tuotekehitettävänä olevat kaasumoottorit ja nopeakäyntiset dieselmoottorit pyritään saattamaan hallitusti markkinoille.

Diesel- ja kaasumoottorien tuotekehitys vie noin 6-8 vuotta. Kaikki lastentaudit pyritään karsimaan, ennen kuin moottorit päästetään markkinoille. Luotettavuus on ensisijaisen tärkeää niin voimantuotannossa kuin merikäytössäkin. Kukaan menestyvä dieselvalmistaja ei voi ottaa maineen menetyksen riskiä.

Wärtsilä NSD:n yritysostojen historiaa

Vuonna 1978 Wärtsilä osti enemmistöosuuden ruotsalaisesta dieselvalmistajasta Nohabista, jonka lisenssillä Wärtsilä aikoinaan valmisti laivojen dieselmoottoreita. Nohabin tuotevalikoimaan kuuluivat mm. luotettavat ja hyvin dokumentoidut ydinvoimaladieselit. Loput osakkeista Wärtsilä osti vuonna 1984. Tehtaalla rakennettiin 1990-luvulla kaasumoottoreita. Vuoden 1999 rationalisoinnissa sen toiminnot siirretään Hollantiin.

Vuonna 1985 aloitti Ranskassa toimintansa Wartsila Diesel Normed, jossa toisena osakkaana oli Normed-telakkaryhmä. Yhtiö alkoi valmistaa Vasa-moottoreita. Vuonna 1987 Wärtsilä osti yhtiökumppanin osuuden ja yhtiön nimi muutettiin Wärtsilä Diesel France S.A:ksi

1986 Norjalaisen A/S Wichmannin dieselmoottori- ja potkurilaitevalmistus sekä Bemlössä sijaitseva tehdas siirtyivät uudelle Wärtsilä Wichmann Diesel A/S -nimiselle yhtiölle, jossa Wärtsilä on pääosakkaana.

Vuonna 1989 Wärtsilän Ranskan toiminnot fuusioitiin nopeakäyntisiä dieselmoottoreita valmistavan SACM yhtiön kanssa. Wärtsilä Dieselille tuli management-vastuu uudesta SACM Dieselistä, josta se omisti 42 prosenttia. Vuonna 1991 omistusosuus nostettiin 49 prosenttiin ja vuonna 1993 jo 99 prosenttiin.

Loppuvuonna 1989 Wärtsilä hankki omistukseensa 60 prosenttia hollantilaisesta Stork-Werkpoor Dieselistä, jonka nimi muutettiin Stork-Wärtsilä Dieseliksi. Aiempi omistaja Stork N.V jäi vähemmistöosakkaaksi, kunnes vuonna 1990 yhtiö siirtyi kokonaan Wärtsilä NSD:lle.

Marraskuussa 1995 Wärtsilä Diesel osti norjalaisesta tytäryhtiöstä vähemmistöosakkaan ulos. Yhtiön nimi on muutettu Wärtsilä Propulsion in Norwayksi.

Syyskuussa 1997 aloitti toimintansa Wärtsilä NSD:n ja japanilaisen Hitachi Zosen puoleksi omistama yhteisyritys. Se kokoaa laivojen dieselgeneraattoriapuyksiköitä, joissa käytetään Wärtsilän moottoreita.

Wärstilä NSD yhtymä muodostettiin huhtikuussa 1997 sulauttamalla Wärtsilä Diesel ja italialaiset New Sulzer Diesel ja Diesel Ricerche. Metra omisti 87,8 prosenttia uudesta Wärtsilä NSD -yhtymästä ja loput 12,2 prosenttia yhtymästä sai omistukseensa Fincantieri. Wärtsilä NSD sai omistukseensa 40 prosenttia Grandi Motori Triestestä, josta loput 60 prosenttia omisti Fincantieri. Maaliskuussa 1999 Wärtsilä osti loput Grandi Motor Triesten osakkeet.

Tammikuussa 1998 aloitti täysimittaisesti toimintansa Ranskassa ja Englannissa Cummins-Wärtsilä -yhteisyritys, jonka Wärtsilä NSD ja yhdysvaltalainen Cummins Engine Company omistavat puoliksi. Yhteistyöstä sovittiin jo vuonna 1995. Sen tavoitteena on voimien yhdistämisen kautta kasvattaa yhtiöiden markkinaosuuksia nopeakäyntisten moottoreiden kilpailluilla markkinoilla. Tuotekehityksen ja valmistuksen lisäksi yhteistyö kattaa myös myynnin ja huoltotoiminnan.

Lähteet: Paavo Haavikko, Wärtsilä 1834-1984, WSOY Porvoo 1984; Oy Wärtsilä Ab:n henkilöstölehti Wärtsilä 2 B 1984; Wärtsilän yksiköiden historiaa 1834-1984; Benedict Zilliacus, Wilhelm Wahlforss, WSOY Porvoo 1984; Konepajamies nro 12/1992; Oy Wärtsilä Ab:n vuosikertomukset 1982-1989; Wärtsilä Diesel Group Profiles ja Annual Reports 1990/91 -

Sisu Diesel - moottoreiden sivutuotteena dieselaggregaatteja

Sisu Diesel Oy on Partek konepajakonserniin kuuluva traktoreiden ja muiden työkoneiden dieselmoottorien valmistaja. Sen päätehdas ja tuotekehitys sijaitsee Nokian Linnavuoressa. Yhtiöllä on kokoonpanotehdas myös Brasiliassa. Vuonna 1999 intialainen Eicher Corporation alkoi valmistaa lisenssillä Sisu Dieselin moottoreita. Sisu Dieselin päätuotteet ovat Valmet-dieselmoottorit, voimansiirron komponentit, dieselaggregaatti- ja dieselpumppuyhdistelmät sekä dieselmoottorien osat. Yhtiön liikevaihto oli 560 miljoonaa markkaa ja henkilöstöä 600 vuonna 1998.

Vuonna 1998 yhtiö valmisti 18 200 dieselmoottoria, joista runsaat 15 000 Suomessa ja noin 3 000 Brasiliassa. Kaikkiaan moottoreiden ja niiden varaosien osuus on 83 % liikevaihdosta. Tärkeimmät moottoreiden käyttösovellutukset ovat maatalous- ja metsätraktorit, puimurit, kaivurit, erilaiset tavarankäsittelykoneet, dieselaggregaatit ja merimoottorit. Suomen moottorituotannosta yli 80 % menee vientiin. Päämarkkinat ovat Eurooppa, Latinalainen Amerikka ja Pohjois-Amerikka. Voimansiirtokomponenttien tuotantoon on viime vuosina myös investoitu, ja sen kasvu on ollut merkittävää. Vuonna 1998 osuus liikevaihdosta oli 12 prosenttia.

Dieselaggregaattien ja dieselpumppujen liikevaihto-osuus on 5 prosenttia, mikä merkitsee noin 200 toimitettua yksikköä. Dieselaggregaattien asiakaskunta on valtaosin kotimaasta. Tärkeimmät asiakkaat ovat sairaalat, pankit, teleyhtiöt, sähkölaitokset ja puolustusvoimat. Tärkein käyttösovellutus on varavoimalaitokset, mutta myös huippuvoiman ja saariston ja laivojen perusvoiman tuottamiseen toimitetaan sovellettuja aggregaattiyksiköitä.

Dieselaggregaattisovellutukset olivat jo ensimmäisten tuotantomoottoreiden tyypillisiä käyttösovellutuksia yli 50 vuotta sitten. Yhtiön dieselaggregaatit on suunniteltu vaativiin käyttöihin ja niillä on hyvä tekninen kilpailukyky. Kilpailukykyä luovia ominaisuuksia ovat tuotetun jännitteen ja taajuuden erikoisspesifikaatiot sekä nopea käynnistettävyys ja kuormanottokyky sekä alhainen melutaso ja asennusratkaisut. Lisäksi asiakkaat arvostavat aggregaattien luotettavuutta ja pitkää elinikää.

Viennin tärkein este on soveliaan kansainvälisen myyntiverkon puuttuminen. Myös suhteellisen korkea hinta verrattuna esim. yhdysvaltalaisten valmistajien "riisuttuihin versioihin" rajaa myyntimahdollisuuksia.

Intialainen lisenssiyritys aikoo käyttää Valmetin moottoreita myös sähköntuotantoon sekä kastelupumppujen ja järjestelmien voimanlähteenä. Tavoitteena olevasta 5 000 - 10 000 vuosivalmistuksesta kuitenkin suurin osa menee Eicherin traktoreiden moottoreiksi.

4.3 Tuulivoimalat

Tuulivoimaa rakennettiin 1600 MW:a vuonna 1997. Rakennettu tuotantokapasiteetti vuoden 1997 lopussa oli 7900 MW, josta yli puolet sijaitsi Euroopassa. Tuulivoiman merkitys on energiatuotantomuotona vielä pieni ja osittain riippuvainen valtioiden tukitoimista. Toisaalta investointien kasvu on noin 20-30 prosenttia vuodessa. Voimakas kasvu jatkuu suurella todennäköisyydellä lähivuosina ja vuosikymmeninäkin. Tuulivoimalateknologian valmistajien ja myyjien liiketoiminta voi laajentua merkittävästi.

Tuulivoimalat rakennetaan yleensä tuulipuistoina. Tanskalaiset, saksalaiset, espanjalaiset ja yhdysvaltalaiset yritykset ovat maailmanmarkkinajohtajia tuulivoimaloiden valmistajina ja tuulipuistojen toimittajina. Suomalaisilla on komponenttitoimituksissa erittäin merkittävät markkinaosuudet. Lisäksi Suomessa on erityisosaamista mm. siinä, kuinka kylmän aiheuttamat ongelmat ja toimintahäiriöt voidaan välttää.

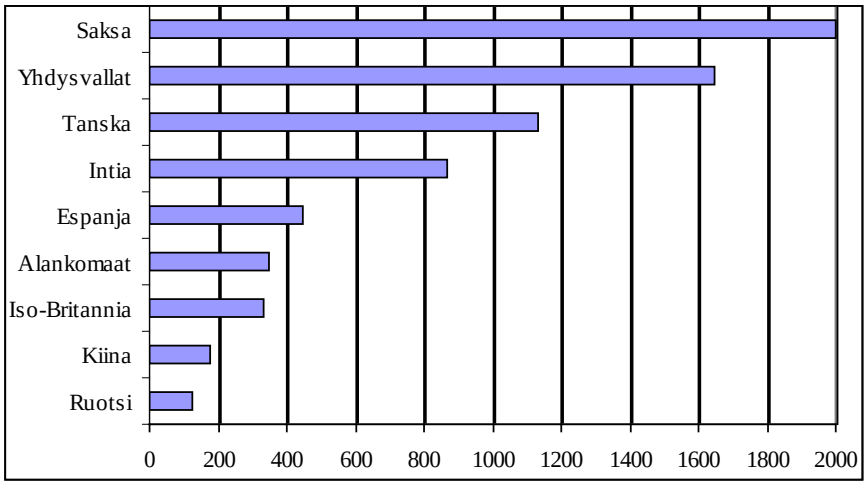
Taulukko 4.9 Tuulivoimaloiden johtavat valmistajat

Valmistaja	Maa	Myynti v.1997, MW	Markkina-osuus v.1997, %	Kokonais-myynti, MW	Mark-kina-osuus,%
NEG Micon A/S	Tanska	309	19.7	1 294	16.4
Vestas Wind Systems A/S	Tanska	290	18.5	1 483	18.9
Enercon	Saksa	223	14.2	731	9.2
BONUS Energy A/S	Tanska	222	14.1	710	9.0
Gamesa	Espanja	93	5.9	189	2.4
Made	Espanja	75	4.8	127	1.6
Nordex	Tanska	67	4.3	201	2.5
Desarrollos	Espanja	54	3.4	94	1.2
Zond	USA	38	2.4	56	0.7
Wind World	Tanska	29	1.9	220	2.8
Tacke	Saksa	29	1.8	313	4.0
Muut yhtiöt		113	7.2	2 479	31.4
Yhteensä		1 542	98.4	7 896	100.0

Lähde: BTM Consult.

Maailman koko tuulivoimalatuotanto oli 1600 MW, josta 11 suurimman valmistajan osuus oli 91 %. Suomessa ei ole tuulivoimaloita valmistavia yhtiöitä.

Kuvio 4.9 Tuulivoimaloiden kapasiteetti vuoden 1997 lopussa, MW



Lähde: BTM Consult ApS estimates as of November 1997, Danish Wind Turbine Manufacturers Association, and Paul Gipe Assoc. (Prepared for the European Wind Energy Association, EWEA). Suomen rakennettu kapasiteetti vuoden 1997 lopussa oli 12,2 MW.

Tanskan suurimmat tuulivoimaloiden toimittajat ovat NEG Micon, Vestas, Bonus ja Wind World. Suomalaisten osuus näiden yritysten komponenttitoimittajana on ollut erittäin merkittävä. Myös saksalaisille Enerconille ja muille toimittajille suomalaiset toimittavat komponentteja, mutta eivät samassa mittakaavassa kuin tanskalaisille. Johtavat tuulivoimaloiden toimittajat on esitetty taulukossa 4.9.

Tuulivoimaloiden markkinat avautuivat BURBA-lainsäädäännön myötä Kaliforniassa 20 vuotta sitten. Lainsäädäntö salli itsenäisten voimantuottajien voimaloiden liittymisen verkkoon ja velvoitti energiayhtiöt ostamaan niiltä sähköä kiinteään hintaan. Nyt merkittävimmät markkinat ovat Saksassa, Tanskassa, Hollannissa, Espanjassa ja Intiassa. Tuulivoimaloiden installoitu kapasiteetti johtavissa maissa on esitetty kuviossa 4.9.

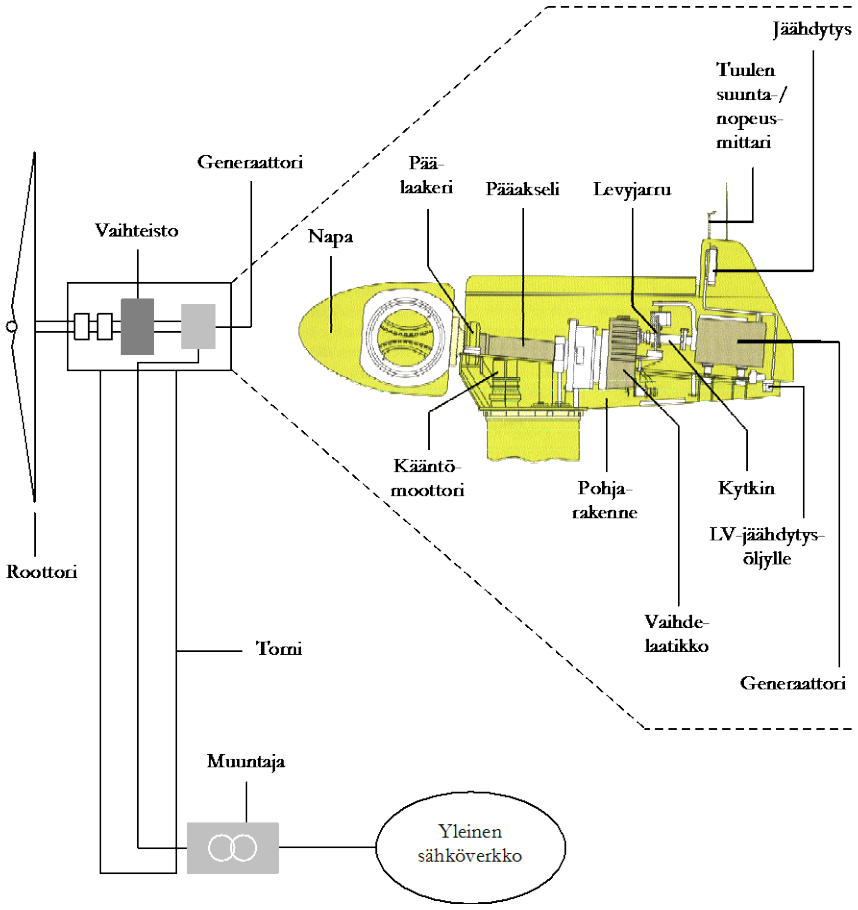
Nesteen NAPS on toimittanut kotimaahan tuulivoimaloita ja puistoja tanskalaisen NEG Miconin edustajana. Aikoinaan tehdyn päätöksen mukaan se ei lähtenyt panostamaan tuulipuistojen vientiin eikä tuulivoimaloiden valmistamiseen. Vuoden 1999 alussa aloitti toimintansa KAT (Kemijoki Arctic Technology Oy), jonka päätehtäviksi on määritelty suunnitella ja rakentaa tuulipuistoja, myydä tuulivoimaloiden käyttö- ja kunnossapitopalveluita ja kehittää ja myydä lapojen

jäänestojärjestelmiä Lappiin ja muualle arktisiin olosuhteisiin. Tuulivoimaloiden valmistajaksi KAT ei ainakaan vielä pyri.

Suomalaiset tuulivoimaloiden teknologian toimittajina

Tuulivoimalan toimintaperiaatteena on siipien pyörimisliikkeen siirto vaihdelaatikon välityksellä generaattorille, jossa pyörimisliike muutetaan energiaksi. Tuulivoimalan pääosat ovat roottori, vaihteisto, generaattori, torni sekä muuntaja, joka liittää voimalan sähköverkkoon. Lisäksi tuulivoimalassa on tuulen suunta- ja voimakkuusmittarit, tietokone ja kääntömoottori, joka kääntää voimalan kulloiseenkin tuleen. Lapojen eli roottorin pysäytyksen hoitavat

Kuvio 4.10 Tuulivoimalan rakenne



lapojen päiden jarrusiivekkeet ja lopuksi levyjarru. Arktisten olojen voimaloissa tarvitaan siipien jäänestoteknologiaa. Lisäksi tarvitaan voimaloiden kaukokäytön mahdollistavat tiedonsiirtolaitteet. Kuviossa 4.10 on esitetty tuulivoimalan rakenne.

Suomalaiset toimittavat tuulivoimaloihin seuraavia komponentteja:

- ABB Motors Oy Vaasassa on tuuligeneraattorien markkinajohtaja maailmassa. Tanskalaisten toimittamien tuulivoimaloiden generaattoreista noin puolet on ABB Motorsin valmistamia. Maailmanlaajuisesti markkinaosuus on noin 25 % eli yritys on päätoimittaja usealle alan johtavalle yritykselle. ABB Motorsin generaattorivalmistuksesta tuulivoimaloihin päätyy noin 15 %. Aiemmin tuulivoimaloihin toimitettiin yleisgeneraattoreita. Nyt ne ovat kehittyneet erikoistuotteiksi, joiden laatuvaatimukset ovat korkeat. Voimaloiden myötä myös generaattorien koot kasvavat, joten valmistaja kohtaa jatkuvia tuotekehityshaasteita. Suurimmat generaattorit valmistetaan ABB Industryn tehtaalla Helsingissä.
- Valmet Voimansiirto Jyväskylässä ja Kumera Riihimäellä ovat merkittäviä tuulimyllyjen vaihteistojen valmistajia. Valmet Voimansiirrolle tuulivoimaloiden vaihteistot ovat kasvaneet merkittäviksi tuotteiksi paperikoneiden ja laivojen vaihteistojen rinnalle. Yhtiö on toimittanut runsaat 2 000 vaihteistoa tuulivoimaloihin. Vuonna 1993 tanskalainen Vestas hyväksyi yhtiön päätoimittajakseen, mikä oli merkittävä voitto. Viime vuosina toimitukset ovat olleet 400-500 vaihteistoa vuodessa ja kasvu 10 prosenttia. Myös Kumeran kokonaistoimitukset ovat noin 2 000 vaihteistoa. Kumeran kilpailukeinoina ovat olleet joustavuus ja laatujärjestelmien varhainen käyttöönotto. Vaikka tuulivoimalat ovat kasvava markkinasegmentti, vain harvat vaihteistojen valmistajat ovat uskaltautuneet kilpailuun mukaan, koska tekniset vaatimukset ovat kovat, valmistus ja testaaminen vaativat merkittäviä investointeja ja menekki on ajoittaista riippuen tuulipuistojen rakentamisesta.
- Tuulen suunnan ja voimakkuuden sekä lämpötilan, kosteuden ja jäänmuodostuksen mittareiden ja antureiden toimittajana Vaisala on merkittävä.
- Lapojen jäänestojärjestelmien kehittämiseen on erikoistunut KAT (Kemijoki Arctic Technology), jolle siirtyivät Kemijoki Oy:n aktiviteetit tällä alueella. Merkittävää tutkimus- ja kehitystyötä on tehnyt VTT Energia.

- Lavat valmistetaan komposiittimateriaaleista perusaineina lasikuitu-hartsi- tai puu-epoksi -yhdistelmä. Lapojen valmistusta ei ole Suomessa. Lapojen vahvikemateriaalien valmistamiseen on erikoistunut Ahlström Kuitulasi Oy:n Mikkelin tehdas. Tehtaassa on noin 80 työntekijää ja sen myynti on 40 miljoonaa markkaa. Se valmistaa lasikuituvahvikemateriaaleja suurimpana asiakkaanaan tuulivoimaloiden siivekkeitä valmistavat yritykset. Myös Neste Chemicals toimittaa hartseja tuulivoimaloiden lapojen valmistukseen.
- Suomalaisia voimalaitostorneja on toistaiseksi toimitettu vain suomalaisiin tuulivoimaloihin. Ne on tehnyt Kalajoen Konepaja Oy, jolle voimalaitostornit ovat sivutuote. Tanskalaiset yritykset ovat voimalaitostornien markkinajohtajia. Huolimatta tanskalaisen sarjatuotannon eduista, suomalaiset tornit ovat olleet riittävän kilpailukykyisiä Suomessa. Kuljetuskustannusten takia ehkä jatkossakin osa torneista valmistetaan paikallisesti.
- Rautaruukki Oy Raahe Steel toimittaa vuosittain noin 16 000 - 20 000 tonnia terästä tanskalaisille ja saksalaisille tornien valmistajille. Torneihin tarkoitetut levyt esikäsitellään Raahessa. Noin 30-40 prosenttia tanskalaisista tuulivoimalatorneista on tehty suomalaisesta teräksestä. Raahen tehtaan kilpailuetuna ovat esivalmisteisuuden lisäksi viikoittaiset, edulliset merikuljetukset normaalien teräskuljetusten lisälastina.

Taulukossa 4.10 on esitetty suomalaisen tuulivoimateollisuuden liikevaihto, joka menee lähes kokonaan vientiin.

Tuulivoimateollisuuden arvioidaan työllistävän noin 20 000 henkilöä Euroopassa. Tanskassa, jonka tuulipuistoja toimittavilla yrityksil-

Taulukko 4.10 Suomalaisen tuulivoimateollisuuden liikevaihto vuosina 1994-1998, Mmk

	1994	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**
Järjestelmät	3	5	8	8	10
Komponentit	52	107	142	170	181
Materiaalit	..	90	114	182	209
Tutkimus ja konsultointi	3	3	3	3	4
Liikevaihto yhteensä	**56**	**205**	**267**	**363**	**403**

lä on noin 60 prosenttia tuulivoimalamarkkinoista hallussaan, henkilöstöä on lähes 10 000. Suomessa alan arvioidaan työllistävän suoraan noin 400 henkilöä ja panososotojen kautta vähintään saman verran.

Suomalaisten kilpailuedut tuulivoimalateknologiassa

Olosuhteet

Tuulten puolesta hyvät olosuhteet tuulivoimaloille on Lapissa. Ilmakehän turbulenssin inversiokerroksen yläpuolella tuulen virtaus on vakaampi. Useimmat tuulivoimaloiden sijaintipaikat Lapissa sijaitsevat inversiokerroksen yläpuolella. Tuntureiden yli virtaavan tuulen nopeutta kasvattaa speed-up -efekti. Lisäksi tuntureilla tuulee eniten talvella loppuvuonna ja alkuvuonna, jolloin sähkön tarvekin on suurin. Näin tunturit ovat suhteellisen optimaalisia tuulivoimaloiden sijoituspaikkoja.

Lapissa kuitenkin marraskuusta helmikuuhun ongelmana on jään ja huurteen muodostus lapoihin. Jäätyminen heikentää siipien tasapainoa sekä aerodynaamisia ominaisuuksia, mikä saattaa vähentää voimalan tuotantoa jopa 50 prosenttia. Tämä on pakottanut kehittämään lapojen lämmitysjärjestelmiä ja toisaalta sellaisia materiaaleja, joista lumi ja jää valuvat pois. Voidaan sanoa, että suomalaisten kilpailukykyä tuulivoimalateknologian valmistajana ovat kehittäneet vaativat luonnonolosuhteet.

Kemijoki Oy on investoinut tähän tuotekehitystoimintaan ja käytännön työtä sen kanssa on tehnyt VTT ja Labko Ice Detection Oy. Kemijoki Oy:llä oli yhdessä paikallisten kuntien kanssa koevoimaloita Kilpisjärvellä ja Pelkosenniemellä ja kaupallisia tuulipuistoja Enontekijällä ja Muoniossa. Nyt voimalat on siirretty Tunturituuli Oy:n omistukseen.

T&k

Juuri jäänestojärjestelmien kehittäminen voi antaa KAT:lle merkittävän kilpailuedun. Se peri Kemijoki Oy:n tytäryhtiönä tuulivoimateknologiaan liittyvät aktiviteetit ja tietämyksen. Arktisia olosuhteita on Pohjoismaissa, Venäjällä, Kanadassa ja mm. Keski-Euroopassa vuoristoseuduilla. Suhteellisen leudoillakin alueilla voi

jäätymistä esiintyä tuulivoimaloiden korkeuden takia. Torni voi olla noin 60 metriä korkea ja roottorin siipien pituus lisäksi 40 metriä. Lapin vaativat olosuhteet ovat hyvä testilaboratorio kehittää tuotetta potentiaalisesti paljon suuremmille markkinoille.

Jäänestojärjestelmiin liittyvää t&k:ta tehtiin Tekesin Nemo-tutkimusohjelmissa. Niiden puitteissa myös kartoitettiin laajasti tuuliolosuhteita ja tuulivoimapotentiaalia sekä optimaalisia voimaloiden rakennuspaikkoja. Myös voimaloiden rakentamisjärjestelmiä, käyttöä ja kunnossapitoa kehitettiin.

Tuulivoimaloita varten on kehitteillä kokonaan uutta suomalaista teknologiaa. Fortumin Voima ja Lämpö Oy:n Koppernäsin koevoimalassa testataan Matti Sammon keksintöä hydraulisesta voimansiirrosta. Sen avulla generaattori voidaan siirtää tornin huipulta sen juurelle ja vaihteisto voidaan kokonaan poistaa. Painossa säästetään ja selvitään myös vähemmällä tehoelektroniikalla. Molemmat tuovat merkittäviä kustannussäätöjä. Lupaavuudestaan huolimatta tätä teknologiaa ei kuitenkaan ole vielä alettu kaupallistaa.

Uusia tuulivoimaa tukevia liiketoimintakonseptejakin on kehitteillä. Wärtsilä NSD, kuten eräät muutkin moottorivoimaloita valmistavat yhtiöt, on ryhtynyt myymään tuulipuistoihin täydennysvoimaloita. Pelkän tuulen voimalla toimivat voimalat eivät voi toimittaa perussähköä. Moottorivoimala täydentää tuulipuistoa tällä ominaisuudella parantaessaan sen kaupallista kilpailukykyä. Tuulen voimaa ei voi myöskään varastoida kuten veden voimaa patoamalla. Moottorivoima tuo tuulipuistolle tarvittaessa säätövoiman ominaisuuden.

Ainakin toistaiseksi suomalaisten teknologiavalmistajien optimaalinen strategia on palvella mahdollisimman hyvin maailman johtavia tuulivoimalavalmistajia. Tehdä heidän kanssaan ja toisaalta myös keskenään tuotekehitysyhteistyötä. Tanskalaiset ja saksalaiset asiakkaat ovat isojen markkinaosuuksiensa takia niin tärkeitä, että suomalaisten kannattaa varoa antamasta sitä vaikutelmaa, että he edistävät uuden voimakkaan kilpailijan syntyä. Normaalistihan voimakas kotimainen komponenttien tuotanto kansainvälisesti kilpailukykyisenä tukialana edistää myös kotimaisen lopputuotteen kilpailukykyä. Rakentaminen sekä tuulipuistojen käyttö- ja kunnossapito ovat kuitenkin luontevia liiketoiminnan laajentumisalueita.

Tuulivoimalavalmistuksen kynnys

Oman tuulivoimalavalmistuksen aloittaminen Suomessa ei ole kuitenkaan pois suljettu optio. Option lunastaminen edellyttäisi luultavasti seuraavien edellytysten toteutumista:

- riittävän suuri, vaativa ja ennakkoluuloton tuulivoimaloiden kotimainen kysyntä,
- riittävän iso investoija, joka ottaisi kannettavakseen uuden liiketoiminnan riskit,
- oman erikoisteknologian (jäänestolaitteet ja järjestelmät, hydraulinen voimansiirto) rohkea ja määrätietoinen hyödyntäminen, eli alan teknologiatrajektorin suunnan muuttaminen kokonaan uusille urille.

Tuulivoiman rakentamisen tiellä on sillä tuotettavan sähkön korkea hinta. Tuulivoimalla tuotetun sähkön tuotantokustannukset ovat Tanskassa ja Isossa-Britanniassa edullisissa kohteissa noin 20 p/kWh. Suomessa hinta on noin 25 p/kWh, joka ylittää selvästi sähkön markkinahinnan. Tuulivoiman tuotantokustannukset ovat 1990-luvulla laskeneet 30-40 prosenttia. Vuoteen 2005 mennessä tuotantokustannusten uskotaan saavuttavan lauhdevoiman tason.

Suomen nykyisestä sähkön kulutuksesta voitaisiin optimaalisimpiin paikkoihin sijoitetulla kapasiteetilla kattaa noin 3-10 TWh tuulienergialla. 7 TWh eli 10 % nykyisestä käytöstä merkitsisi laitoskoosta riippuen 3 000 - 6 000 tuulivoimalaitosta. Koko tuulivoimapotentiaali on vielä huomattavasti suurempi. Lapin tuntureiden lakialueiden potentiaali on 13-15 TWh, rannikkojen 4 TWh, Ahvenanmaan ja Turun saariston 10 TWh sekä Suomenlahden luotojen 3 TWh. Muussa osassa maata ei tuulipotentiaalia ole arvioitu.

Kotimaisten investointien nykyistä laajamittaisempi käynnistyminen ei ratkaise Suomen energiaongelmia, mutta se olisi erinomaista teknologian kehityksen kannalta. Kotimaa muodostaisi olosuhteiltaan vaikean ja energiahinnoiltaan kilpaillun testilaboratorion teknologialle.

Toinen merkittävä tekijä voi olla uuden teknologia rohkea hyväksikäyttö. Esimerkiksi jäänestolaitteiden arvo on noin 5 prosenttia tuulivoimalan kokonaishinnasta. Jäänestolaitteilla varustetulla

voimalalla voidaan saavuttaa jopa 50 prosenttia isompi voimantuotanto talvikaudella ja vuositasollakin lisätuotanto on 10-20 prosenttia. Jäänestolaitteiden kaupallisen potentiaalin arvellaan olevan lähivuosina 0,5-1 mrd markkaa vuodessa. Hydrauliseen voimansiirtoon perustuva voimala kykenee tuottamaan 10-15 prosenttia enemmän energiaa. Se voisi vallata merkittävän osan traditionaalisen teknologian voimaloilta kaikkialla maailmassa.

Sinälläänkin pelkkänä teknologiavientinä jäänestolaitteet ja hydrauliset voimansiirron laitteet voivat tuoda merkittäviä myyntituloja. Jos ne voisivat auttaa myös kotimaisen tuulivoimalatuotannon kehittämisessä, kerrannaisvaikutukset olisivat kertaluokkaa merkittävämmät. Esimerkiksi nykyisissä 600 kW:n tuulivoimaloissa generaattorien, vaihteistojen, muuntajan ja jäänestolaitteiden arvo on noin 20-30 prosenttia 4-5 miljoonan markan myyntihinnasta ja muun arvonlisäyksen osuus 70-80 prosenttia. Rakentamiskustannuksineen yhden tuulivoimalan arvoksi tulee noin 6,5 miljoonaa markkaa.

Maailman energianeuvosto WEC ennustaa, että tuulivoimalla vuonna 2020 katetaan 1,5-5 prosenttia maailman koko sähköntarpeesta. Alempaa lukuun päästään nykyisellä kasvuvauhdilla. Mikäli ekologisia seikkoja painotetaan kehitys voi olla huomattavasti nopeampaa. Vuonna 2020 maailman kapasiteetin arvellaan olevan noin 6000 GW. Edellä mainitut arviot merkitsisivät yhteensä 90 000 - 300 000 yhden MW:n kokoista tuulivoimalaa.

4.4 Energian siirron ja jakelun teknologia

Energian siirron ja jakelun teknologia kattaa sähkön ja lämmön siirron ja jakelun teknologian. Laajassa määrittelyssä siihen voitaisiin lukea myös energiaraaka-aineiden, öljyn, kaasun ja kiinteiden polttoaineiden siirtojärjestelmät ja laitteet. Tässä keskitytään sähkön siirto- ja jakelujärjestelmän teknologiaan, jonka merkitys Suomen viennissä on ylivoimainen verrattuna muuhun energian siirron ja jakelun tekniikkaan.

Sähkön siirrossa keskeistä ovat voimalinjat, sähköasemat ja jakelumuuntamot ja niiden teknologia. Suomen johtimien ja kaapeleiden valmistuksen (TOL 313) arvo oli 2,1 miljardia markkaa vuonna 1997 ja niiden sivualan ajoneuvojen, työkoneiden sekä laivojen kaapelisarjojen valmistuksen arvo oli noin 400 miljoonaa markkaa. Muuntajien valmistuksen arvo oli noin 600 miljoonaa markkaa.

Sähkön jakelu- ja tarkkailulaitteiden (TOL 312) valmistuksen arvo oli 3,1 miljardia markkaa. Kokonaisliikevaihto kohoaa siis runsaaseen 7 miljardiin markkaan.

Sähkön siirron ja jakelun teknologia on huomattavasti kotimarkkinakeskeisempää kuin energian tuotantoteknologia. Esimerkiksi johtimien ja kaapeleiden myynti jakaantui tasan kotimaan ja viennin kesken vuonna 1997. Sähkön jakelu- ja tarkkailulaitteiden tuotannosta kotimarkkinoille päätyi 60 prosenttia ja vientiin 40 prosenttia. Toisaalta näiden toimialojen kotimainen teollisuus kattaa vain puolet kotimarkkinoiden kysynnästä. Osittain kyse on samojen tuotteiden ristikkäiskaupasta, koska monet tuotteet ovat suhteellisen samanlaisia riippumatta valmistajasta ja valmistusmaasta. Tuotteiden samankaltaisuutta selittävät standardointivaatimukset ja suhteellisen vähäinen tuotekehitys viime aikoihin saakka.

Toisaalta sähkön siirron ja jakelun teknologiassa teollisuus on alkanut erikoistua osaan tuotteista ja pyrkii hankkimaan niissä vahvan jalansijan kansainvälisillä markkinoilla. Keskimäärästä vientiä enemmän Suomi on erikoistunut muuntajiin, sähkötauluihin, -kaappeihin ja -paneeleihin sekä tele- ja dataliikenteeseen menevään sivutuotteeseen, optisiin kuitukaapeleihin. Releissä markkinaosuutemme vastaa viennin keskiarvoa ja kytkinlaitteissa se on selvästi alle keskiarvon. Näissä tuotteissa kuitenkin Suomen viennin kasvu on niin nopeaa ja teknologiassa on saavutettu tiettyä etumatkaa, että markkinaosuuksien kasvu näyttää todennäköiseltä. Energiakaapelit ovat viennin arvolla mitaten tärkeä tuoteryhmä. Niissä Suomen markkinaosuus ylittää jonkin verran koko tavaraviennin markkinaosuuden.

Kaapeliteollisuus

Suomalaisen kaapeliteollisuuden juuret juontavat vuoteen 1912. Suomen Punomotehdas Osakeyhtiö oli ensimmäinen suomalainen teollisuusyritys ”sähköjohtomateriaalin monipuolisella alalla”. Sittemmin siitä kehittyi Suomen Kaapelitehdas, joka oli osa Nokiaa. Yritys tunnetaan nykyisin nimellä NK Cables Oy. Se on alan suurin yritys 1,6 miljardin markan liikevaihdollaan.

Ala on nykyisin vielä monipuolisempi kuin vuosisadan alussa. Kaapeleiden käyttötarkoitukset ovat lisääntyneet. Sähkökaapeleiden ohelle ovat nousseet teleliikenteen ja tiedonsiirron kaapelit. Tele-

toiminnassa matkapuhelinverkon kaapeleiden kysyntä on kasvanut nopeasti. Muita Suomelle merkittäviä tuotesegmenttejä ovat ajoneuvojen, liikkuvien työkoneiden sekä laivojen kaapelit.

Kaapeliteollisuuden liikevaihto kokonaisuudessaan oli 2,6 miljardia markkaa vuonna 1997 mukaan lukien ajoneuvojen, työkoneiden ja laivojen sähkökaapeleiden valmistus. Alalla toimii viisi merkittävää yritystä. Kaapelinvalmistuksen isoimmat yritykset ovat NK Cables, Reka Oy ja Helkama Pica. Ajoneuvojen kaapelisarjoja valmistaa PK Cables ja Reka Harness.

Kaapeliteollisuus on ollut monien muiden menestyneiden yritysten synnyttäjä. Kondensaattorituotanto aloitettiin vuonna 1957. Elektroniikkaosasto Suomen Kaapelitehtaaseen perustettiin vuonna 1960, alumiinin valmistus aloitettiin 1962 ja kaapelikonetuotanto vuonna 1967. Elektroniikkaosastosta muodostui nykyinen Nokia-yhtymä, alumiiniosastosta Nordic Aluminium, kondensaattoriosastosta Nokian Kondensaattorit ja kaapelikonevalmistuksesta Nextrom Oy. Vuonna 1969 perustetusta johdinsarjaosastosta kehittyi nykyinen PK Cables.

Merkittävät valmistajat

Suurin kotimainen valmistaja, NK Cables kuuluu hollantilaiseen kaapelialan pörssiyhtiöön NKF-yhtymään, jonka liikevaihdosta se hankkii lähes puolet.[43] Suomen yhtiön palveluksessa on 1200 henkilöä. NK Cables valmistaa energiakaapeleita Kirkkonummella, telekaapeleita Oulussa ja optisten kuitukaapeleiden raaka-ainetta Vantaalla. Tuotannosta 60 % menee vientiin. Telekaapelit ovat selvä kasvualue. Omistajayhtiön strategian mukaisesti myös Suomessa operatiiviset toiminnot jaettiin vuonna 1998 telekaapeliyhtiöksi (NK Communications Oy) ja energiakaapeliyhtiöksi (NK Energy Oy) NK Cables-yhtiön toimiessa emoyhtiönä.

[43] Kesällä 1999 toinen hollantilainen pörssiyhtiö Draka teki sitovan ostotarjouksen NKF:n osakkeiden ostamisesta aikomuksenaan fuusioida NKF itseensä. Tätä kirjoitettaessa prosessi on vielä kesken. Draka aikoo myydä voimakaapelituotannon Pirellille ja keskittyä telekaapeleihin. Pirelli aikoo vahvistaa asemiaan Pohjoismaissa ja Baltiassa. Ratkaisu olisi Suomen kaapeliteollisuuden kannalta positiivinen, koska uudet omistajat turvannevat sekä tele- että energiakaapelitoiminnan jatkumisen.

NK Cables vastaa neljän NKF-yhtymän tytäryhtiön toiminnasta. Nämä yhtiöt ovat Keila Kaabel Viron Keilassa, Neva Cables Pietarissa, Shanghai NK Optical Cables Shanghaissa ja Algar NK Integracao Optica Brasiliassa. Vanhastaan entinen Neuvostoliitto ja Kiina olivat NK Cablesin merkittäviä markkina-alueita, joten vastuualueet on annettu näillä alueilla kokemusta hankkineen käsiin.

Toiseksi suurimman valmistajan, PK Cablesin vahvuusalueita ovat hyötyajoneuvojen kaapelisarjat, joissa se on pohjoismaiden markkinajohtaja, sekä tietoliikennelaitteiden kaapelisarjojen kokoonpano ja johdinsarjat sähkö- ja elektroniikkateollisuudelle. PK Cablesin liikevaihto oli vajaa 500 miljoonaa markkaa vuonna 1998. Runsas puolet tuotannosta menee vientiin. Ensimmäinen ulkomaalainen tytäryhtiö aloitti vuonna 1997 hyötyajoneuvojen kaapelisarjojen valmistuksen Brasiliassa. Vuonna 1998 PK Cables osti raahelaisen Tehoelektroniikka Oy:n eli se on yhä selvemmin sitoutumassa tietoliikenneteollisuuden alihankintaverkkoon. Oston myötä liikevaihto nousi 700 miljoonaan markkaan.

Kilpailukyvyn muodostuminen

Asiakasalojen ja panosalojen merkitys on ollut ratkaiseva suomalaisen kaapeliteollisuuden kehitykselle. Alkuvaiheessa vuonna 1916 kaapelinvalmistus ajautui Strömbergille, joka halusi turvata johdinmateriaalin saannin. Vuonna 1922 suurimmaksi omistajaksi tuli raaka-aineen toimittaja Suomen Kumitehdas, joka sittemmin fuusioitui Nokiaksi. Koko ajan yhtiö on myös hyötynyt Outokummun kuparintuotannosta ja myöhemmin omasta alumiinituotteiden valmistuksesta.

Historian kuluessa Suomen vaativat luonnonolosuhteet ja niiden myötä kovat asiakasvaatimukset ovat kehittäneet energiakaapeleiden tuotantoa. Nykyisin kaapeliteollisuuden kehitykselle luovat lisäpaineita kehityksen kärjessä kulkevat asiakkaat, telelaiteteollisuus ja teleoperaattorit. Myös tiiviit suhteet ajoneuvo-, työkone- ja laivateollisuuteen kehittävät näille erikoisaloille kilpailukykyä.

Tärkeä kehitystekijä on ollut Suomen Kaapelitehtaan ja sen seuraajan Nokian Kaapelitehtaan aktiivisuus tuotteiden ja tuotannon kehittämisessä:

- 1967 Nokia aloitti kaapelikonetuotannon. Vuonna 1967 Kaapelikoneosasto suunnitteli ensimmäisen automaattisen puhe-

linkaapelitehtaan. Kaapelikonetuotantoa jatkaa nykyinen maailmanmarkkinajohtaja Nextrom Oy.

- Kaapelitehdas patentoi 1970-luvun alussa täysin kuivan PEX-kaapeleiden valmistusmenetelmän, joka sittemmin on muodostunut maailmanlaajuiseksi suurjännitekaapeleiden tuotantotavaksi.
- Vuonna 1970 asennettiin ensimmäinen valokuituyhteys, jonka valmistaja oli Kaapelitehdas.
- 1970- ja 1980-luvulla yhtiö kehitti uusia riippukierrekaapelijärjestelmiä sekä yli 20 kV:n avojohdon, ja myöhemmin sitä on kehitetty jo 110 kV:n alueelle.
- 1984 patentoitiin ensimmäinen sään sekä öljyn kestävä kumikaapeli, ATON. Vuonna 1987 kehitettiin kosteutta hyvin sietävä Wiski-kaapeli. Paperieristeisten kaapelien valmistus lopetettiin vuonna 1988.

Myöhemmin alan tuotekehitys on ollut enemmän sovellutusten kehittämistä uusille asiakasaloille ja asiakastarpeisiin sekä asiakkaiden liiketoimintaa palvelevien toimintatapojen kehittämistä.

Historian sattumillakin on ollut vaikutusta suomalaisen kaapeliteollisuuden menestykseen. Monipuolinen sotakorvauksista ja keskitetyistä kauppasopimuksista vauhtia saanut vienti Neuvostoliittoon[44] kasvatti kapasiteettia. Neuvostoliiton romahdettua Nokian Kaapelitehdas oli yksi pahimmista kärsijöitä sen menetettyä satojen miljoonien markkojen vientimarkkinat. Myös Persianlahden kriisi ja Suomen lama syvensivät Nokian Kaapelin tappioita. Tästä alkoi voimakas panostus vientiin normaaleille kaupallisille markkinoille. Vuonna 1995 Suomen kaapelien vienti ylitti jälleen tuonnin, ja nettovientitulot ovat siitä lähtien vuosittain kasvaneet.

Kaapelinvalmistus murroksessa

[44] Vienti Neuvostoliittoon alkoi toimitusjohtaja Werner Weckmanin kaudella. Hän oli voittanut painin kultamitalin Ateenan olympialaisissa 1906 ja toisen Lontoossa 1908 Suomen vielä kuuluessa Venäjään. Tästä syystä hän oli erittäin tunnettu ja arvostettu Neuvostoliitossa, mikä kovasti edisti vientiä. Objektiivisempia ja merkittävämpiä syitä olivat sotakorvaustoimitukset ja hyvät asemat keskitetyissä kauppasopimuksissa sekä taustalla NKP:n hillitön tarmo sähköistää maa osana siirtymistä sosialismiin.

Maailmanlaajuisesti kaapelien valmistus on melkoisen myllerryksen kourissa. Alan yritysjohtajien mukaan alalla on ainakin kaksinkertainen tuotantokapasiteetti verrattuna kysyntään. Nyt, kun kansalliset kilpailunrajoitukset ovat purkautuneet, edessä on valmistajien pudotuspeli. Todennäköisesti valmistajat eriytyvät kolmeen erilaiseen ryhmään:

- Generalistit, joilla on laaja tuotevalikoima. Tähän ryhmään jää muutama todella iso valmistaja kuten Alcatel Cable (liikevaihto 4 135 USD vuonna 1997, markkinajohtaja) ja Pirelli (liikevaihto 2 882 USD, markkinoiden 2. sija).
- Niche-valmistajat, jotka keskittyvät erikoistuotteisiin ja yrittävät saada niissä merkittävän aseman maailmalla. Tähän ryhmään todennäköisesti pyrkivät myös NKF (liikevaihto 641 USD vuonna 1997, markkinoiden 18. sija) ja sen suomalainen tytäryhtiö NK Cables sekä PK Cables.
- Lisäksi jää paikallisten valmistajien iso ryhmä, joka keskittyy valmistamaan suhteellisen alhaisen teknologian ja vähäisten skaalaetujen tuotteita. Näitä ovat mm. asennusjohdot ja pienjännitekaapelit. Keskeinen syy tuotannon paikallisuuteen on tuotteiden alhainen jalostusarvo, joka ei kestä korkeita kuljetuskustannuksia.

Toinen muutospaine syntyy alan pääomaintensiivisyydestä, joka vaatii suuria käyttökatteita poistojen ja pääoman tuottovaatimusten kattamiseksi. Energian siirtokaapeleiden kysyntä on suhteellisen stabiilia ja kilpailun takia katetasoa ei voi nostaa. Telekaapeleiden määrällinen kysyntä kasvaa noin 20 prosenttia vuodessa. Liikevaihdon kasvua syö kuitenkin tärkeän raaka-aineen optisten kuitujen hintojen lasku, mikä on saanut myös lopputuotteiden hinnat voimakkaaseen laskuun.

Vastatakseen kasvaviin pääoman tuottovaatimuksiin kaapelinvalmistajien on pakko pyrkiä tehostamaan tuotantoaan, mikä kasvattaa keskittymispaineita. Yksi mahdollinen kehitystie on toiminnan laajentaminen asiakkaiden suuntaan erilaisin lisäarvopalveluin. Kaapelinvalmistajat saattavat ryhtyä tuottamaan siirto- ja jakeluverkkojen osia ja huoltamaan verkkoja. Toinen tie on laajentuminen uusille asiakasaloille.

Kolmas muutostekijä on sähkö- ja televerkkojen todennäköinen integroituminen. Se yhdistäisi sähköyhtiöt ja energiayhtiöt molemmat verkot kattaviksi verkkoyhtiöiksi. Alkuvaiheessa verkkoja kannattaisi yhdistää kulkemaan samoja reittejä ja rakentaminen, perusparantaminen ja huollot kannattaisi suorittaa samanaikaisesti.

Myöhemmässä vaiheessa tuotteiden integroitumiseen olisi panostettava. Tällä tiellä valmistajat ovat ottaneet ensi askeleet. Optinen tiedonvälitys ei häiriinny sähkön jännitteestä, mikä tekee yhdistämisen mahdolliseksi. Ukkoskaapeli, joka välittää sekä tietoja että toimii siirtolinjan ukkosenjohdattimena, on jo tuotannossa. Heikkovirtajohdoissa voidaan välittää erotettavissa olevia tietoliikenteen signaaleja. Merikaapeleissa telekaapelit ja sähkökaapelit kannattaa eristää samaan kaapelinippuun. Integraation myötä alan low tech -maine siirtyisi historiaan.

Sähköverkon laitteiden valmistus

Sähkön siirto- ja jakeluverkon pääasialliset laitteet voidaan määritellä seuraamalla ketjua voimalaitokselta kuluttajan pistorasiaan. Voimalaitoksen jännite kohotetaan blokkimuuntajalla suurjännitteiseksi, jolloin sähkön siirron tehohäviöt saadaan minimoitua. Suurjänniteverkossa, joka Suomessa on 400 kV:n ja osittain 100 kV:n kantaverkko, on kytkinasemia. Niillä sähkö saadaan haaroitettua useampiin johtoihin. Kytkinasemien tärkeimmät laitteet ovat kytkimet. Alueellinen sähkön siirto tapahtuu alue- ja keskijänniteverkoissa, joiden jännitteet Suomessa ovat 110 kV ja keskijänniteverkossa 20 kV:a tai 10 kV:a. Näissä verkoissa on sähköasemia, joilla suurjänniteverkon jännite saadaan laskettua alueverkkoon ja edelleen keskijänniteverkkoon sopivaksi. Sähköasemien tärkeimmät laitteet ovat muuntajat, katkaisijat, erottimet, mittamuuntajat, kompensoimislaitteet, releet ja varokkeet. Jakelumuuntamot muuttavat virran edelleen kuluttajille sopivaksi 0,4 kV:n tai 220 V:n virraksi. Lisäksi tarvitaan ilmajohtoja, kaapeleita ja sähköpylväitä. Oma kokonaisuutensa ovat käyttäjien sähkön jakelun laitteet ja tarvikkeet teollisuuden prosesseissa, rakennuksissa ja infrastruktuurissa. Lisäksi tarvitaan sähköverkon ohjaus- ja automaatio- ja mittausjärjestelmiä sekä niiden laitteita.

Merkittävät valmistajat

Teollisuustilaston mukaan sähkön jakelu- ja tarkkailulaitteita valmistavien yritysten liikevaihto oli 3,1 miljardia markkaa ja yritysrekisterin mukaan 3,3 miljardia markkaa vuonna 1997. Jos mukaan otetaan käyttäjille valmistettava sähkön jakelun teknologia, päästään ainakin miljardi markkaa suurempaan liikevaihtoon. Taulukossa 4.11 on esitetty kymmenen suuren valmistajan liikevaihdot vuodelta 1998.

ABB Transmit ja siitä vuonna 1999 erotettu ABB Substation Automation sekä Ensto Sähkönjakelu valmistavat sähkön siirtoverkon laitteita ja tarvikkeita. ABB Transmit on myös verkonrakentaja. ABB Control ja Nokian Kondensaattorit Oy valmistavat laitteita sähkön käyttäjien tarpeisiin mutta myös siirto- ja jakeluverkkoon. Ensto Asennustuotteet ja Ahlström Sähkötarvikkeet valmistavat rakennusten sähköasennustarvikkeita ja Ensto Teollisuus on erikoistunut sähköasennustarvikkeiden muovivaluihin. Näiden yritysten lisäksi merkittävä valmistaja on Nordic Aluminium, joka

Taulukko 4.11 Sähkönjakelu- ja tarkkailulaitteiden merkittävät valmistajat vuonna 1998

Yritys tai divisioona	Liikevaihto Mmk	Vienti Mmk	Henkilöstö
ABB	1 993	980	2 054
** ABB Transmit Oy*	*977*	*450*	*908*
** ABB Control Oy*	*606*	*200*	*771*
** ABB Substation Automation Oy*	*410*	*330*	*375*
Ensto	1 197	628	1 849
** Ensto, Asennustuotteet*	*472*	*209*	*686*
** Ensto, Teollisuus*	*391*	*135*	*636*
** Ensto, Sähkönjakelu*	*334*	*284*	*527*
Enermet	501	400	700
Groupe Schneider-yhtymä	443	286	427
** Ahlström Sähkötarvikkeet Oy*	*234*	*109*	*282*
** Nokian Kondensaattorit Oy*	*209*	*177*	*145*
Urho Tuominen Oy	206	8	252
Yhteensä	4 340	2 302	5 282

valmistaa sähkökiskoja ja koteloita sekä mm. taajuusmuuttajien alumiiniosia.

Kilpailukyvyn muodostuminen

Muuntajat ja muuntamot

ABB Transmitin tärkeimmät tuotteet ja palvelut ovat suurmuuntajat ja jakelumuuntajat, keskijännitekojeet ja kojeistot sekä voimalaitosten sähköistykset, sähköasematoimitukset ja sähköverkkojen rakennus. Yrityksen 977 miljoonan markan liikevaihdosta 450 miljoonaa tuli viennistä ja ulkomaan projekteista vuonna 1998.

Suur- ja jakelumuuntajissa maailmalla on runsaasti ylikapasiteettia. Yksin ABB:n verkostossa valmistaa molempia muuntajia noin 30 tehdasta. Tuotteet säilyivät pitkään samanlaisena, eikä yhdellekään valmistajalle päässyt muodostumaan tuotteisiin perustuvaa kilpailuetua. Muuntajat kuuluivat kuitenkin monissa maissa strategisiin tuotteisiin, joiden kotimarkkinavalmistusta suojattiin. Näin maailmanmitassa erikoistuminen ja valmistuksen keskittymisprosessi eivät edenneet.

Strömberg sai merkittäviä muuntajatilauksia sodan jälkeen, kun maata sähköistettiin. Isojen voimalaitosten ja suurjännitejakelulinjojen rakentamisen yhteydessä se sai hankittua kokemusta myös suurmuuntajista. Muuntajista ei kuitenkaan tullut viennin menestystuotetta, vaikkakin muuntajissa Suomen osuus maailmanmarkkinoilla on suurempi kuin Suomen viennin keskimääräinen osuus. Vuonna 1998 suurmuuntajia toimitettiin kappalemääräisesti ja tehoina laskien enemmän kuin koskaan.

Tänä päivänä ABB Transmitin suurmuuntajadivisioona kehittää ja valmistaa verkko-, generaattori- ja erikoismuuntajia, joiden maksimiteho on 1200 MVA ja maksimijännite 420 kV. Divisioona hoitaa myös tuotteidensa asennuksen, käyttöönoton, huollon ja korjauksen. Jakelumuuntajat-divisioona kehittää ja valmistaa jakelumuuntajia tehoalueella 30-3150 kVA sekä pieniä tehomuuntajia, konvertterimuuntajia ja muuntajia erikoissovellutuksiin. Divisioona on Euroopassa ABB:n suurin öljyeristeisten jakelumuuntajien valmistaja.

Vientiä on tukenut Sähköasemat-divisioonan projektitoiminta. Iso työsarka ovat Wärtsilä Dieselin voimalaitosprojektit. Näissä projekteissa yhtiöille ovat muodostuneet pitkäaikaiset yhteistyö-

suhteet. Tärkeä kilpailukykytekijä on toimitusnopeus, sillä usein voimalaitosinvestoija haluaa voimalan mahdollisimman nopeasti käyttöön. Vientiprojektin saamisessa divisioona on myös osannut hyödyntää kehitysmaaprojekteja[45], jotka on toteutettu Finnidan, Maailmanpankin, Asian Development Bankin, Nordic Development Fundin ja muiden soft-rahoittajien rahoituksella. Kohdemaissa on usein myös haluttu ostaa neutraaliksi koetulta suomalaiselta toimittajalta. Baltian maihin toimitettiin vuonna 1998 Suomesta ensimmäiset muuntajat 50 vuoteen. Uusi lähimarkkina on auennut.

Viime aikoina suurmuuntajien ja jakelumuuntajien tuotekehitystyö on aktivoitunut. Vuonna 1998 ABB Transmit kehitti täydellisesti uudistetun kantaverkon systeemimuuntajamallin, jolla se osallistui ja voitti Fingridin EU:n Julkiset Hankinnat -säännöstön mukaan käydyn tarjouskilpailun. Markkinoille tuotiin myös uusi, täysin itsesuojaava jakelumuuntaja. Öljyntuotantoon kehitettiin uusi vedenalainen sähkönkäyttömuuntaja.

Keskijännitekojeet ja -kojeistot -divisioonan keskeisiä tuoteryhmiä ovat muuntamot, katkaisijakojeistot, mittamuuntajat, sensorit ja sisäasennus-, pylväs- ja kuormanerottimet. Avojohtoverkon uusi kauko-ohjattava pylväskuormanerotin luo uusia mahdollisuuksia keskijänniteverkon automaatioon. Puistomuuntamoperhettä täydennettiin Mini-muuntamolla, joka sopii pohjavesialueelle ja kaupunkeihin satelliittimuuntamoksi. Mini-muuntamoon voidaan sijoittaa itsesuojaava muuntaja. Näillä yhdessä jakeluverkon rakennetta voidaan yksinkertaistaa.

Releet ja kaukokäytöt

ABB Transmitin Releet ja kaukokäytöt -divisioonasta muodostettiin ABB Substation Automation Oy. Se toimii sähkön siirron ja jakelun lupaavimmalla kasvualueella, sähkönjakeluautomaatiossa. Kasvumahdollisuuksia lisää se, että ABB Substation Automation Oy toimii ABB:ssä maailmanlaajuisena koko sähkölaitosautomaatiota palvelevana yrityksenä. Sillä on maailmanlaajuinen vastuu sähkönjakelun suoja-

[45] Kehitysyhteistyökohteina sähkön siirto- ja jakelulinjat ovat hyviä, sillä ne ovat välttämätöntä perusinfrastruktuuria, joiden käyttö ajan mittaan lisääntyy, kun monet muut investoinnit rappeutuvat ja hylätään.

us- ja ohjausjärjestelmistä. Yhtiön 410 miljoonan markan liikevaihdosta 330 miljoonaa tuli viennistä vuonna 1998.

ABB Substation Automation Oy:n tuotteita ovat suojareleet ja valvontalaitteet, sähköverkkojen ohjausjärjestelmät ja tuotteet kilpailtujen sähkömarkkinoiden tarpeisiin, kuten energiakulutustietojen keräämiseen, energiataseiden laskemiseen taseselvitystä varten sekä kuormituksen ja taseiden ennustamiseen. Sähköverkkojen ohjausjärjestelmä MicroSCADAa on myyty jo 1500 järjestelmää, ja se on ABB:n eniten myydyin sähköverkkojen ohjausjärjestelmä. Opera-käytöntukijärjestelmällä siitä saadaan myös muiden verkko-jen valvontaan soveltuva järjestelmä.

Releiden menestystarina juontaa juurensa 1960-luvulta, jolloin Strömbergissä alkoi elektroniikan aikakausi. Strömbergiin oli palkattu elektroniikkaosaajia, jotka osallistuivat taajuusmuuttajien kehitystyöhön. Heidän ideanaan oli saada aikaan releiden toiminnot elektronisesti silloisten releiden ollessa sähkömekaanisia. Tämä oli oikeastaan ainoa mahdollinen kehityssuunta, sillä Asea ja Siemens olivat "ryöstäneet" itselleen vanhan teknologian patentoimalla sen keskeiset innovaatiot. Samalla ne sitoivat itsensä pitkiksi ajoiksi vanhaksi käyvään teknologiaan.

Vanha sähkömekaaninen teknologia oli tunteeton häiriöille. Elektronisiin laitteisiin piti kehittää häiriösuojaus, puskureita, maadoitussuojaus jne. kantapään kautta. Vasta, kun laitteita oli päästetty markkinoille, kärsivällisten asiakkaiden palautteista saatiin tietää näistä yllättävistä jatkokehitystarpeista. Kotimaisten asiakkaiden apu ja ennen kaikkea luottamus siihen, että "Strömberg hoitaa asiansa", oli releiden kehittämisessä ensiarvoisen tärkeä.

Vuonna 1965 Strömberg toi ensimmäisenä maailmassa markkinoille staattiset suojareleet. Vuonna 1982 tuotiin markkinoille mikroprosessoripohjaisia suojareleitä, joissa ABB Substation Automationilla on nyt 12 prosentin markkinaosuus. Tavoitteeksi on asetettu viidennes markkinoista. Nykyisin tuotekehityksessä noudatetaan platform-ajattelua. Releiden hard ware säilyy suhteellisen samanlaisena ja erilaiset sovellutukset saadaan aikaan ohjelmallisesti, mikä lisää muuntelumahdollisuuksia ja nopeuttaa tuotekehityksen rytmiä.

Älyn ja kommunikointikyvyn lisääminen tuotteisiin on keskeinen kehityssuunta. Mittauksen ja suojauksen ohella tuotteet kommunikoivat keskenään ja ylöspäin ja ottavat vastaan ylätason ohjausta. Näin rakennetaan edellytyksiä sähkölaitosautomaatiolle.

T&k-menot ovat noin 15-20 prosenttia liikevaihdosta. Henkilökunnan rakenne muistuttaa telelaiteteollisuutta. Yhtiön henkilöstöstä, joka on 350 henkilöä, tuotekehitys- ja tutkimustehtävissä sekä tuotteiden ohjelmallisessa asiakasräätälöinnissä työskentelee 120 henkilöä. Lisäksi yhtiö on tehnyt laajasti tuotekehitysyhteistyötä ohjelmistoyhtiöiden ja teknillisten korkeakoulujen kanssa, esimerkiksi Tekesin Edison-tutkimusohjelmassa.

ABB Substation Automationin kansainvälisiä kilpailijoita ovat saksalainen Siemens ja ranskalainen Schneider. Kotimaisia kilpailijoita sillä on verkostoautomaatiossa pienehkö NetControl ja mittareissa Fortumin Enermet, joka omalla alueellaan tarjoaa korkeatasoiset tuotteet.

Energiamittarit ja kaukoluentajärjestelmät

Osana toimialarationalisointia Valmetin mittaritehdas päätyi IVOlle 1980-luvun loppupuolella. Vuonna 1992 Suomen taloudellisen laman kurimuksessa sen liikevaihto oli 160 miljoonaa markkaa. Kotimarkkinat olivat supistumassa uhkaavasti, mutta menetykset pystyttiin korvaamaan vientiä kasvattamalla. Vientimarkkinoilta ansaittiin tuolloin 60 prosenttia liikevaihdosta. Vuonna 1998 liikevaihto oli jo 501 miljoonaa. Odotukset sähkömarkkinoiden vapautumisen siunauksellisista vaikutuksista ovat alkaneet toteutua.

Enermet on energian mittaukseen ja käytön ohjaukseen erikoistunut yritys. Se suunnittelee ja valmistaa sähkö- ja lämpöenergiamittareita sekä energian mittaus- ja ohjausjärjestelmiä. Yhtiö on kasvattanut markkinointiverkkoaan systemaattisesti. Verkko kattaa jo 30 maata.

Enermetin vahvin kilpailukyky liittyy sähkö-, tele- ja muiden tiedonsiirtokanavien hyödyntämiseen energianmittaustietojen keruussa ja käsittelyssä sekä niitä tukevien laiteratkaisujen kehittämiseen. Liikevaihdosta 10 prosenttia käytetään t&k:hon. Reaaliaikainen kulutustietojen seuranta antaa sähkölaitoksille arvokasta informaatiota energian tuotannon, verkon käytön ja liiketoiminnan ohjaukseen. Kaukoluennan ansiosta voidaan merkittävästi säästää työtä.

Energiamarkkinoiden vapautuminen on kasvattanut Enermetin liikevaihtoa erityisesti Pohjoismaissa, Australiassa ja Uudessa Seelannissa. Huolimatta kiristyneestä hintakilpailusta Enermet on onnistunut nostamaan markkinaosuuksiaan. Sähkömittareissa Suo-

men osuus OECD:n kokonaisviennistä oli vuonna 1995 runsaat 5 prosenttia eli viisinkertainen verrattuna Suomen koko tavaraviennin markkinaosuuteen. Tämän jälkeen markkinaosuus on Enermetin liikevaihdon nopean kasvun myötä todennäköisesti kasvanut.

Energiamittarit ja energianmittausjärjestelmät ovat hyvä osoitus siitä, kuinka tuotekehityksessä joudutaan ottamaan huomioon sekä tekninen kehitys että sosiaalisten instituutioiden - tässä tapauksessa markkinoiden pelisääntöjen - muutos. Ne myös osoittavat, että julkisen vallan ratkaisuilla on merkittävä vaikutus yritysten menestykseen. Kilpailun vapauttaminen tuki energiamittareiden ja järjestelmien kauppaa. Mitä olisi tapahtunut, jos Suomessa valtiovalta olisi pienkuluttajien tyyppikulutuskäyrien sijasta julkistanut tuotekehityskilpailun kannusteineen edullisista uuden sukupolven kotimittareista ja niiden tiedonkeruujärjestelmästä. Kilpailuttaminen olisi tehty mahdolliseksi halpojen, monipuolisten mittareiden avulla. Uusia tuotteita kehittäneiden yritysten kasvu olisi kenties ollut vielä voimakkaampaa ottaen huomioon potentiaaliset maailmanmarkkinat sähkömarkkinoiden avautuessa.

Pienjännitekojeet ja kojeistot

ABB Control on merkittävin pienjännitekojeiden ja kojeistojen suomalainen valmistaja. Sen kotimaisia kilpailijoita näissä tuotteissa ovat mm. UTU eli Urho Tuominen konserni, Vaasa Kojeistot ja lukuisa joukko muita pieniä, paikallisia kojeiden ja sähkökeskusten valmistajia. ABB Controlin liikevaihto oli 606 miljoonaa markkaa ja henkilöstön määrä oli 771 vuonna 1998. Suoran viennin osuus oli 200 miljoonaa. Lisäksi kotimaan toimituksista merkittävä osa lopulta viedään paperi- ja sellukoneiden, dieselvoimaloiden, laivojen, hissien jne. viennin yhteydessä.

ABB Control Oy:ssä on kaksi divisioonaa: Pienjännitekojeet ja Pienjännitekojeistot. Yhtiön kilpailukyky perustuu sähköteknisten komponenttien valmistuksessa vahvaan tuotekehitykseen ja tiiviiseen yhteistyöhön loppuasiakkaiden kanssa. Suomessa on suhteellisen runsaasti suurteollisuutta, joka tarvitsee paljon erilaisia kojeita ja joka on myös ollut vaativa asiakas. Tuotannossa yhtiö on päässyt nauttimaan skaalaeduista kilpailijoihin verrattuna. Markkinoinnissa ABB Control on hyötynyt ABB:n maailmanlaajuisesta markkinointiverkosta. Uutena elementtinä markkinoinnissa on suurimpien markkina-alueiden ABB-

myyntiyhtiöiden Switch Teamit, jotka yhdessä paikallisten asiakkaiden kanssa määrittelevät uusille ratkaisuille ominaisuuksia. Muutenkin pyritään keräämään tuotekehitystä auttavaa palautetta. Tuotekehitykseen käytetään omien tuotteiden liikevaihdosta yli 10 prosenttia.

ABB Control on maailman johtava kytkinvalmistaja. Kytkinten maailmanmarkkinat kasvavat noin 2-3 prosenttia vuodessa. Controlin kytkinmyynnin kasvu on ollut kuitenkin 15 prosenttia, joten se on kasvanut markkinaosuuttaan kasvattamalla.

ABB-läisessä maailmassa Control edustaa sulakkeellista järjestelmää. Markkinoita vallannut, uudempi sulakkeeton järjestelmä on sen tuotteille selkeä uhka. Sulakkeettoman järjestelmän puolelta tärkeimmät kilpailijat ovat hollantilainen Holec ja ranskalainen Socomec. Sulakkeellista järjestelmää on kuitenkin ollut mahdollista kehittää niin, että se tarjoaa yhtä hyviä ratkaisuja kuin sulakkeetonkin. Tässä kilpailutilanteessa tuotteiden on pitänyt olla ehdottoman hyvälaatuisia. Lisäksi tuotteiden kilpailukykyä on kehitetty modulaarisuudella, jolloin ne ovat helposti käytettävissä korvausinvestoinneissa, ja lisäämällä niihin älyä, jolloin esimerkiksi saadaan kauko-ohjaukseen välitettyä kytkimen tilatiedot. Design on tunnistettu olennaiseksi kilpailukykytekijäksi.

Kilpailukykyä ABB Controllissa on kasvatettu myös tuotannon tehokkuudella. Automaatiota on lisätty. Modulaarisuudella on päästy pitempiin sarjoihin. Monia osia tuotannosta on ulkoistettu. Komponenttien logiikka on tällöin keskeinen tehokkuustekijä verrattuna tilanteeseen, jossa ne valmistettaisiin itse.

Alihankkijoiden valinnassa ABB:lla on käytössään hintatiedot eri maista, ja yhtiöt yhdistävät ostojaan. ABB Controllin johdon mukaan Suomessa on hyviä alihankkijoita. Heidän avullaan voidaan myös kehittää yhdessä toimintaa.

Pienjännitekojeistot-divisioona toimittaa kojeistoja, keskuksia ja niiden automaatiota voimantuotantoon, raskaaseen konepajateollisuuteen, paperitehtaisiin ja laivoihin. Kojeistot tarjoavat luotettavan moottorisuojauksen lisäksi reaaliaikaista tietoa prosesseista.

Kondensaattorit

Nokian Kondensaattorit Oy valmistaa laitteita loistehon kompensointiin ja yliaaltojen suodatukseen sekä tuottaa verkkojen hallinnan järjestelmiä. Myös ABB Controlilla on tuotteita tällä alueella.

Nokian Kondensaattorit Oy:n laitteiden ja järjestelmien tavoitteena on parantaa käytettävän sähkön laatua ja vähentää kokonaistehon kulutusta[46], välttyä sähköverkon ylimitoitukselta ja häiriöitä. Yhtiön asiakkaina ovat sähkölaitokset ja voimayhtiöt mutta myös teollisuus ja kiinteistöjen omistajat.

Nokian Kondensaattorit Oy on yksi Nokian Kaapelitehtaan perillisistä. Vuonna 1994 omistajaksi tuli ranskalainen Schneider, joka omistaa nykyisin myös sähköasennustarvikkeita ja teollisuusvalaisimia valmistavan Ahlström Sähkötarvikkeet Oy:n. Nokian Kondensaattorit Oy:n liikevaihto vuonna 1998 oli 209 miljoonaa, josta viennin osuus oli 85 prosenttia. Henkilöstöä yhtiöllä on 140.

Sähkönjakeluverkkojen ja sähköasennuksen tarvikkeet

Ensto on Pohjoismaiden suurin sähkönjakelutekniikan perheyhtiö. Se valmistaa ja markkinoi sähkön siirron ja jakelun tarvikkeita sekä rakennusten sähköasennustarvikkeita. Lisäksi se valmistaa laitekoteloita ja komponentteja sekä liitäntätarvikkeita teollisuuden tarpeisiin. Asennussähkötarvikkeissa sen kilpailija kotimaassa on Ahlström Sähkötarvikkeet Oy, jonka liikevaihto oli 243 miljoonaa markkaa vuonna 1998.

Enston perusti Ensio Miettinen vuonna 1958. Yritys kasvoi voimakkaasti 1970- ja 1980-luvulla. Vuonna 1998 liikevaihto oli 1,2 mrd markkaa, josta viennin ja ulkomaantoiminnan osuus oli 54 prosenttia. Henkilöstöä oli 1 849.

Kautta vuosikymmenien yrityksellä on ollut toiminnassaan muutamia tärkeitä strategisia ohjenuoria: Yhtiö seuraa sähkön kulkua voimalaitokselta kuluttajalle ja valmistaa tarvittavia tarvikkeita täydentäen muita kotimaisia valmistajia. Toinen ohjenuora on asiakaslähtöinen, joustava toiminta. Se merkitsee kiinteää yhteistyötä asiakkaiden kanssa, sillä asiakkaat ovat aina parhaita asiantuntijoita. Kansainvälistymisen myötä Ensto-tuotemerkkiä on pyritty vahvistamaan. Kolmas strateginen lähtökohta on ollut pyrkimys tuo-

[46] Esimerkiksi sähkömoottorien käyttäjät voivat saada tuntuvia säästöjä. Jos sähkömoottorin magneettikenttää ylläpitävä loisteho tuotetaan sähkölaitoksella, siirtoverkko laitteineen on mitoitettava myös sitä varten eli yli todellisuudessa tarvittavan kapasiteetin, mistä sähkölaitos laskuttaa asiakastaan. Niinpä loisteho kannattaa tuottaa siellä, missä sitä tarvitaan.

tannon tehokkuuteen. Se pitää kilpailijat poissa alalta. Neljäntenä tavoitteena on ollut vaikeissa ja muuttuvissa olosuhteissa säilyttää toiminta kannattavana, mikä isoksi kasvaneessa perheyrityksessä on ensiarvoisen tärkeää.

Ensto on jakaantunut asiakaskunnan mukaan kolmeen osaan:

- Sähkönjakelu, joka kattoi 334 miljoonan markan liikevaihdolla 28 prosenttia yhtiön toiminnasta vuonna 1998. Sähkönjakelu on yhtiön kansainvälistynein osa. Ulkomaan toimintojen osuus oli 85 %. Sähkönjakelun tuotteilla on maailmanlaajuista potentiaalia, koska teknologia ja sovellutusosaaminen ovat yhtenevät kaikkialla maailmassa.
- Asennustarvikkeet eli talotekniikkatuotteet on isoin liiketoiminta-alue. Niistä kertyi liikevaihtoa 472 miljoonaa, josta ulkomailta 44 %. Talotekniikka-alaa palvelevat yksiköt ovat luonteeltaan alueellisia ja pyrkivät kattavalla läsnäolollaan vahvistamaan asemiaan paikallisilla markkinoilla ja erityisesti EU:n kehittyvillä yhteismarkkinoilla.
- Teollisuus, joka toimii asiakastuotteiden sopimusvalmistajana ja valmistaa laitekoteloita, komponentteja ja liitäntätarvikkeita. Sen liikevaihto vuonna 1998 oli 391 miljoonaa markkaa, josta ulkomaan osuus oli 35 %. Tältä pientoimituksiin erikoistuneelta sopimusvalmistusyksiköltä vaaditaan suurta joustavuut-ta sekä kiinteää yhteistyötä materiaalihallinnossa ja maantieteellistä läheisyyttä asiakasteollisuuden kanssa.

Kotimaiset sähkölinjojen teknologian toimittajayritykset ja verkonrakentajat pitävät Enstoa lisäarvoa tuovana kumppanina projekteissaan. Talotekniikan tarvikkeissa konserni pitää sähkötukkukaupan jakeluverkkoa tärkeänä. Toimitusjohtaja Petteri Walldénin mukaan "konsernilla on vahva asema pohjoismaisena sähkötukkukaupan toimittajana ja se sopeutuu joustavasti Euroopassa meneillään olevaan sähkötarvikkeiden jakeluverkon keskittymiskehitykseen".

Enston tuotevalikoima on laaja. Lisäksi yhtiö on diversifioitunut tekniseen keramiikkaan ja muovivaluihin. Molemmissa on useita sovellusaloja, joita voidaan palvella samalla tuotantoteknologialla. Yhtiö tekee jo muun muassa matkapuhelimien kuoria.

Tulevaisuudennäkymiä

Suomen energiaklusterin teollisuus valmistaa kattavasti sähkön siirron ja jakelun laitteita. Lisäksi teollisuus on kansainvälisesti katsottuna hyvässä asemassa sähkönjakeluverkon järjestelmien ja ohjelmien tuotannossa. Eräissä tuotteissa on kotimaista kilpailua, mutta voittopuolisesti yritykset täydentävät toisiaan. Vahvimmat kilpailijat löytyvät maailmanmarkkinoilta.

Tämän hetken yksi tärkeimmistä kilpailukykytekijöistä on kohtuullisen hyvät tuotteet, joita on voitu kehittää yhdessä vaativien kotimaisten asiakkaiden kanssa. Monilla toimialoilla tuotekehitys edellyttää liikevaihtoon nähden suhteellisen suurta panostusta. Erityisesti panostukset tuotteiden elektroniikkaan ja ohjelmistoihin eli älyn ja kommunikaatiokyvyn lisäämiseen kasvavat. Samalla on investoitava elektroniikan ja tietotekniikan osaajiin.

Toinen tärkeä tekijä on käytettävissä olevat jakelukanavat. ABB:n maailmanlaajuinen verkosto on toiminut suomalaisten yksiköiden myyntimiehenä. Wärtsilä Dieselin ja muiden voimalaitosviejien mukana on saatu vietyä voimalaitoksiin liittyvää sähkön siirron ja jakelun teknologiaa. ABB Transmitin ja Fortum Engineeringin voimansiirtoverkkoprojektit ovat kolmas merkittävä vientikanava. Asennustarvikepuolella tiiviit yhteydet sähkötukkukaupan verkkoihin sekä paikallinen läsnäolo ratkaisevat.

Kolmas tärkeä kilpailukykytekijä on valmistuksen tehokkuus. Tätä on ylläpidetty mm. kehittämällä tuotantovälineitä, moduloimalla tuotteita ja automatisoimalla tuotantoa sekä ulkoistamalla ei-kriittisten osien tuotantoa ja palvelutoimintoja. Alihankintayritysten taso ja tuotantokapasiteetti ovat viime vuosina oleellisesti kasvaneet.

Sähkön siirron ja jakelun teknologia on selvässä murroskaudessa. Kansalliset kilpailunrajoitukset ovat poistuneet ja kansalliset sähkömarkkinat ovat yhdistymässä alueellisiksi useampia valtioita kattaviksi sähkömarkkinoiksi. Nämä muutokset pakosta myös yhtenäistävät eri maissa käytettäviä teknologioita. Näin yritykset yhä useammilla alatoimialoilla kilpailevat yksillä, globaaleilla markkinoilla. Tämän seurauksena liiketoiminta niillä toimialoilla, joilla esiintyy skaalaetuja, keskittyy harvempien yritysten käsiin.

Sähkömarkkinoiden vapaa kilpailu tekee sähköverkosta markkinapaikan. Sen systeemiluonne korostuu, mikä vaikuttaa teknologi-

aan. Toinen elementti on verkkotoiminnan tehostamisvaatimukset. Verkon on välitettävä laadukasta sähköä edullisin kustannuksin, ja lisäksi sähkökaupassa on voitava kilpailla ja sähköverkkoa optimoida erilaisissa muuttuvissa tilanteissa. Sähkön käyttäjien säästö- ja sähkön käytön muut optimointitarpeet on voitava huomioida. Kaikkien näiden takia verkossa ja sen laitteissa on oltava enemmän älyä ja kommunikaatiokykyä.

Suomella on erinomaiset mahdollisuudet hyötyä näistä muutoksista. Kotimaisen sähkökilpailun vapauttaminen ja yhteispohjoismaiset sähkömarkkinat ovat tehneet kotimarkkinoista uuden teknologian koelaboratorion. Energiayritysten liiketoiminnassa painottuvat nyt ennen kaikkea taloudellisuus, tehokkuus, energiakaupan lisääntyvä kilpailu ja asiakkaiden tarpeiden huomioon ottaminen. Energiayritykset ovat valmiita yhteistyöhön kotimaisten sähkötekniikan valmistajien kanssa, jotka puolestaan ovat pitkällä uuteen liiketoimintaympäristöön sopivan teknologian kehittämisessä. Lisäksi olennaisia kilpailuetuja tarjoaa kotimainen tele- ja tietoliikenteen osaaminen. GSM- ja muilla tiedonsiirtoteknologioilla on tärkeä asema sähköverkon tiedonsiirron kehittämisessä.

Verkko- ja sähkölaitosautomaatiota varten kehitettiin teknologista pohjaa laajasti yritysten ja julkisen vallan yhteistyönä Edison-teknologiaohjelmassa (1993-1997). Siinä tutkimusalueina olivat verkostoautomaatio, sähkökaupan tietojärjestelmät, sähköverkon käytön tukitoiminnot ja maasulkusuojauksen kehittäminen. Kehitystyö jatkuu Tekesin rahoittamissa jatko-ohjelmissa.

Erittäin tärkeää on kuitenkin kehitettävän teknologian laajamittainen koekäyttö ja kaupallistaminen kotimaisessa sähköverkossa. Se antaa referenssejä valmistajille ja parantaa suomalaisten verkonrakentajien kilpailukykyä vientiprojekteissa. Tärkeitä teknologian levittäjiä ovat myös Fortum ulkomaantoiminnoissaan ja täällä toimivat ulkomaalaiset energiayritykset.

Verkosto- ja sähkölaitosautomaation ohella tele- ja energiaklusterin liitäntäpintojen kasvu voi oleellisesti muuttaa sähkön siirtoa ja jakelua ja niihin liittyvää investointitoimintaa sekä käyttöä ja kunnossapitoa. Yhteisten verkkoyhtiöiden muodostuminen olisi askel tähän suuntaan. Ääritapauksessa kehitys voi johtaa tekniikoiden ja tuotteiden integroitumiseen, jolla olisi oleellista vaikusta myös yritysten kilpailuympäristöön.

4.5 Energian käytön teknologia

Energian käytön teknologia muodostaa laajan tuotteiden ja niihin liittyvien järjestelmien kokonaisuuden. Energian käytön teknologia voidaan määritellä käyttäjien näkökulmasta teknologiaksi eri toimialoilla, teollisuudessa, palveluissa ja alkutuotannossa, sekä energian käytöksi asumisessa ja muissa elämän toiminnoissa. Se voidaan myös määritellä energiateknologiana infrastruktuurissa (katuvalot, sähköradat jne.), liikennevälineissä, rakennuksissa ja teollisissa prosesseissa. Energian käytön teknologia voidaan myös määritellä eri energiamuotojen mukaan, tärkeimpinä sähkö ja lämpö sekä liike-energia.

Tässä yhteydessä keskitytään Suomen kannalta keskeisiin tuotteisiin. Viennin arvolla mitattuna tärkeimmät tuotteet ovat sähkökäytöt eli taajuusmuuttajat ja sähkömoottorit, joiden tärkein ostaja on teollisuus. Lisäksi mainittakoon akkulaturit, joiden vienti on kasvanut matkapuhelinten viennin myötä. Rakennusten energiateknologiassa merkittäviä markkinaosuuksia on lämpöpattereissa ja muissa lämmönsäteilijöissä. Myös valaisinten valmistus on huomattavaa teollisuutta. Loistelamppujen kuristimissa kotimaisella valmistuksella on merkittävää kilpailuetua. Kahdeksan merkittävintä valmistajaa on koottu alla olevaan taulukkoon.

Taulukko 4.12 Energian käytön laitteiden merkittävimmät valmistajat vuonna 1998

Yritys tai divisioona	Liikevaihto Mmk	Vienti Mmk	Henkilöstö
Staattiset muuttajat, sähkömoottorit			
ABB	4 035	2 584	3 017
* ABB Industry Oy	3 304	1 965	2 055
* ABB Motors Oy	731	619	692
Salcomp Oy	832	749	590
Vaasa Control Oy	153	104	115
Valaisimet, osat ja järjestelmät			
Oy Helvar	368	323	406
Oy Lival Ab	321	249	160
Idman Oy	235	94	319
Radiaattorit ja lämmönsäteilijät			
Rettig Wärme AB	280	224	230
Yhteensä	**6 224**	**4 327**	**4 934**

Merkittävät valmistajat

ABB Industry Oy on ABB Oy:n selvästi suurin tytäryhtiö yli 3 mrd markan liikevaihdollaan. Sen tuotteita ovat taajuusmuuttajat, isot vaihtosähkömoottorit, generaattorit, automaatiotuotteet ja -järjestelmät sekä ruoripotkurit. Järjestelmätoimitusten kautta toimitetaan osa tuotteista, mutta myös suoramyynti on laajamittaista. ABB Industry on päätuotteissaan edelläkävijä ja markkinaosuuksiltaan maailman johtava yritys. Myös Vaasa Control Oy, joka on osa Vaasa Groupia, valmistaa taajuusmuuttajia. Yhtiö on vielä pieni, mutta kasvaa ripeästi.

Staattisissa muuttajissa Suomen osuus OECD:n yhteenlasketusta viennistä on lähes 5 prosenttia. Viennin erikoistuminen on lähes samaa luokkaa kuin telekommunikaatiolaitteissa ja metsäteollisuuden teknologiassa. Vaihtosähkömoottoreissa Suomen osuus on 4 prosenttia. Ruoripotkureissa ABB on ylivoimainen valmistaja. Samoin se on merkittävin diesel- ja tuulivoimalageneraattorivalmistaja. Generaattorit ovat teknologialtaan samantyyppisiä kuin sähkömoottorit, vaikkakin käyttötarkoitus on päinvastainen, ja samat valmistajat valmistavat niitä.

Akkulaturit lasketaan myös staattisiin muuttajiin. Niitä valmistaa Nokian tytäryhtiö Salcomp Oy. Se on maailman johtava pienten, nopeitten akkulaturien valmistaja. Päivittäinen tuotanto on yli 100 000 laturia, mistä valtaosa viedään. Salcomp on itse kehittänyt alusta alkaen laturinsa, ja se on myös alan teknologiajohtaja.[47]

Valaisimien valmistajia Suomessa on yli 20. Alan yritysten liikevaihto oli noin 1 miljardi markkaa vuonna 1997, josta kahden suurimman valmistajan Livalin ja Idmanin liikevaihto kattaa lähes puolet. Valaisimien valmistuksessa suomalaisilla valmistajilla on jossain määrin kilpailukykyä. Valaisimien OECD-viennistä Suomen osuus on noin 1,4 prosenttia, kun koko vientimme osuus on prosentti. Toisaalta Suomi itse on valaisimien suurkuluttaja. Tuonti on selväs-

[47] Salcompin akkulaturi on ns. hakkurilaturi, jossa verkkovirran taajuutta nostetaan huomattavasti, ja muuntaminen tapahtuu ferriittisydämellä, kun tavallisessa muuntajassa käytetään rautasydäntä. Taajuuden nosto ja ferriittisydän tekevät laturista tavallista laturia puolet nopeamman ja oleellisesti keveämmän.

ti vientiä suurempaa, ja sen osuus markkinoista on yli 60 prosenttia.

Purkauslamppujen eli loistelamppujen kuristimissa kansainvälisesti merkittävä valmistaja on Helvar, joka toimittaa myös kokonaisia valaistusjärjestelmiä. Purkauslamppujen kuristimissa Suomen osuus OECD:n viennistä on lähes 6 prosenttia.

Rettig on eurooppalaisessa skaalassa iso lämpöpattereiden ja lattialämmitysjärjestelmien valmistaja. Sen Suomen yhtiön, Rettig Wärme AB:n liikevaihto oli 280 miljoonaa markkaa vuonna 1997. OECD:n vientimarkkinoista Suomen viennin osuus on reilusti yli 4 prosenttia. Lisäksi yhtiöllä on Puolassa, Belgiassa, Saksassa ja Irlannissa tuotantoa. Toimintaa johdetaan Hollannista. Kokonaisuudessaan Rettigin lämmönsäteilijöiden liikevaihto on lähes 1,4 mrd markkaa.

Kilpailuedun muodostuminen

Kilpailukykyanalyysissä keskitytään tärkeimpiin tuotteisiin taajuusmuuttajiin ja sähkömoottoreihin ja näihin liittyvään generaattori- ja muuhun valmistukseen. Taajuusmuuttajien kehitystyö ja niiden maailmanmarkkinoiden valloitus on yksi Suomen energiaklusterin menetystarinoista. Kovassa kansainvälisessä kilpailussa sähkömoottorivalmistus on puolestaan pystynyt säilymään elinvoimaisena ja jopa kasvattamaan markkinaosuuksiaan. Tuulivoimaloiden ja dieselvoimaloiden generaattorivalmistajana Suomi on maailman eturintamassa. Ruoripotkureissa kotimaisella valmistuksella on selvä etumatka muihin valmistajiin nähden.

Staattiset muuttajat

Staattisten muuttajien vienti oli lähes 2,5 miljardia markkaa vuonna 1998. Vuosikymmenessä niiden vienti viisinkertaistui. Vastaava tuonti oli runsaat 600 miljoonaa. Näin Suomi ansaitsi nettovientituloja näistä hyödykkeistä peräti 1,85 mrd markkaa. Taulukossa 4.13 on esitetty staattisten muuttajien vienti ja tuonti jaoteltuna eri hyödykkeisiin.

Taajuusmuuttajia valmistettiin Suomessa lähes 1,45 miljardin arvosta. ABB Industryn tuotanto oli 1,3 miljardia markkaa ja Vaasa Controlin 150 miljoonaa markkaa. Taajuusmuuttajien maailmanmarkkinat ovat tällä hetkellä noin 20 mrd markkaa, joten suomalai-

Taulukko 4.13 Staattisten muuttajien vienti ja tuonti vuonna 1998, Mrd markkaa

CN-nimike	Hyödyke	Vienti	Tuonti	Kauppa-tase
85044010	Siviili-ilma-aluksissa käytettävät	0	0	0
85044030	Tietokoneiden virtalähteet	156	124	32
85044035	Televiestintälaitteissa käytettävät	4	108	-104
85044050	Monikiteiset puolijohdetasasuuntaajat	0	1	-1
85044093	Akkulaturit	803	57	746
85044094	Tasasuuntaajat	276	107	169
85044096	Vaihtosuuntaajat, nimellisteho enintään 7,5 kVA	41	31	11
85044097	Vaihtosuuntaajat, nimellisteho suurempi kuin 7,5 kVA	932	45	887
85044099	Muut staattiset muuttajat	249	139	110
Yhteensä		2 462	611	1 850

silla valmistajilla on 7,5 prosentin markkinaosuus. Maailmanlaajuisesti ABB on markkinajohtaja 2-3 miljardin markan valmistuksella.

Taajuusmuuttajien menestystie

Taajuusmuuttaja on tehoelektroniikkalaite, jolla voidaan portaattomasti säätää oikosulkumoottoria. Pyörimisnopeuden säätämisellä saavutetaan merkittäviä teknisiä ja taloudellisia etuja käytännöllisesti katsoen kaikissa moottorikäytöissä. Edut tulevat energiansäästönä ja käyttötarvetta vastaavana tarkkana säätönä.

Pohjan taajuusmuuttajien kehitystyölle Suomessa loivat Strömbergin 1960-luvun alussa aloittamat panostukset elektroniikkaan, joilla haluttiin kehittää kilpailukykyisiä tuotteita vaihtoehdoksi sähkömekaanisesti ohjatuille laitteille. Yhtiöön palkattiin aluksi kaksi teknisen fysiikan opintosuunnan insinööriä kehittämään yhtiölle omia säätölaitteita. Toinen näistä, diplomi-insinööri Martti Harmonen, valittiin vuonna 1981 vuoden insinööriksi. Häntä voidaan pitää legendaarisen Strömberg Asycronous Motor Inverterin eli SAMI-taajuusmuuttajan keskeisenä kehittäjänä. Hän oli myös

suunnittelemassa maailman ensimmäistä taajuusmuuttajaohjattua paperikoneen vaihtovirtamoottorikäyttöä. Menestystuotteen luomiseen tarvittiin kuitenkin muutakin kuin henkistä pääomaa.

VR kehitti sähköjuniin perustuvaa paikallisliikennettä 1960-luvun lopulla. Näihin juniin Strömberg valmisti tasavirtakäyttöjä. Tuolloin kävi selväksi, että kaikilla suurilla kansainvälisillä valmistajilla oli erittäin kilpailukykyisiä tasavirtakäyttöjä eri tarkoituksiin. Strömbergin käytöt olivat korkeatasoisia, mutta niillä ei ollut ankaran kilpailun takia mahdollisuuksia vientimarkkinoille. Tässä tilanteessa päätettiin ryhtyä kehittämään oikosulkumoottorien säätötekniikkaa. Oikosulkumoottorit olivat olleet Strömbergin päätuote 1930-luvulta lähtien. Strömbergin vahva oikosulkumoottoriosaaminen oli toinen tärkeä taajuusmuuttajien kehitysedellytys. Taajuusmuuttajat voitiin kehittää moottorityypille, jonka ominaisuudet itse tunnettiin erittäin hyvin.

Oikosulkumoottori oli ja on oiva teollisuusmoottori, koska se sietää vaikeita olosuhteita, on luotettava sekä yksinkertaisen rakenteensa ansiosta edullinen. Näistä syistä johtuen se oli teollisuuden yleisimmin käytetty moottorityyppi. Sen pyörimisnopeutta rajoitti kuitenkin hankala säädettävyys. Säädettävyys oli puolestaan ehdoton vaatimus prosessiautomaation edetessä. Suomen teollisuus oli suurelta osin prosessiteollisuutta. Kilpailukyvyn kehittämiseksi sitä automatisoitiin ahkerasti ja samalla tehtiin myös merkittäviä laajennusinvestointeja. Energia oli merkittävä kustannuserä. Säästöt energian käytössä paransivat nopeasti kannattavuutta. Kolmas taajuusmuuttajien ja sähkökäyttöjen kehitysedellytys oli kotimaisen teollisuuden kova ja vaativa kysyntä ja teollisuus jatkuvana tuotekehityskumppanina. Tältä pohjalta oli hyvä ponnistaa vahvasti vientiin.

Ratkaiseva kehityssysäys olivat kuitenkin julkisen vallan tilaukset ja ennakkoluuloton referenssiasiakkuus aivan taajuusmuuttajakehityksen alkuvaiheessa. Ensimmäinen tilaus oli edellä mainittu VR:n paikallisjunien tasavirtakäyttö. Vaihtovirtakäyttöjen kehitystyö liikennevälineisiin käynnistyi vuonna 1969. Prototyyppiluonteista oikosulkumoottorin säätölaitteistoa kokeiltiin Helsingin liikennelaitoksen raitiovaunussa syksyllä 1971. Saatujen kokemusten pohjalta taajuusmuuttajaa ryhdyttiin kehittämään Helsingin metro-junia varten. Teollisen valmistuksen vaihe saavutettiin 1974. Tosi-asiassa Helsingin kaupungilla ja metrohankkeella oli siis käynnistäjän rooli taajuusmuuttajatuotannossa.

Oikosulkumoottoreiden säätöjä oli Yhdysvalloissa kehitetty jo 1960-luvulla pienille moottoritehoille. Strömberg kehitti sen suuritehoisempiin, liikennevälineisiin soveltuviin moottoreihin. Kun ainutlaatuisuus kilpailijoiden tuotteisiin nähden oli ilmeinen, sovellutusaluetta laajennettiin teollisuuskäyttöihin. Taajuusmuuttaja julkistettiin keväällä 1976. Öljykriisin räjäyttämät energiahinnat toimivat hyvänä myynninedistäjänä, koska invertterillä saatiin aikaan tuntuvia energian säästöjä.

Kun SAMI-taajuusmuuttajaa esiteltiin, sen todettiin ”periaatteessa” sopivan kaikkiin käyttömahdollisuuksiin. Arvio oli osuva. Tämän jälkeinen taajuusmuuttajan historia onkin ollut yhä uusien käyttösovellutusten kehittämistä ja käyttöönottoa. Tässä suomalainen energiantuotanto, mekaaninen ja kemiallinen metsäteollisuus sekä perusmetalliteollisuus ja niille laitteita valmistava teollisuus ovat olleet edelläkävijöitä.[48] Teollisuusasiakkaiden tuntemus ja niiden kysyntä sai Strömbergin ja ABB Oy:n kehittämään laajamittaisesti sähkökäyttöjä, jotka ovat sähkömoottorin ja niitä ohjaavien taajuusmuuttajien muodostamia kokonaisuuksia. Vähitellen on laajennuttu mitä moninaisimpiin prosessiteollisuuden järjestelmiin. Sellu- ja paperiteollisuuden järjestelmien toimittajana ABB Industryllä on kiistaton johtoasema.

Toinen kehityssuunta on ollut taajuusmuuttajien kehittäminen yhä laajemmalle tehoalueelle ja viimeaikoina erityisesti pienemmille sähkömoottoreille. Taajuusmuuttajien halpeneminen lisää jatkuvasti kannattavia käyttökohteita. Vähitellen taajuusmuuttajakäytöt tulevat yleistymään jopa tavallisten kuluttajien käyttöön.[49]

Suomen ABB:n taajuusmuuttajatuotanto on keskitetty Helsingin Pitäjänmäen tehtaille. 1990-luvun alussa aloitettiin pienten taajuusmuuttajien tuotanto Vaasassa, mutta se siirrettiin takaisin Helsinkiin 1993. Tästä tapahtumasarjasta sai alkunsa Vaasa Control.

---

[48] Ensimmäiset teollisuuden taajuusmuuttajakäytöt toimitettiin Imatran Voiman Loviisan ydinvoimalan polttoaineenvaihtokoneeseen ja Kemi Oy:n Karihaaran sahalle. Ensimmäinen taajuusmuuttajaohjattu vaihtovirtakäyttö toimitettiin Yhtyneitten Paperitehtaiden Tervasaaren tehtaille. Outokummun Tornion jaloterästehtaalle toimitettiin ensimmäiset valssauslinjan rullaradan taajuusmuuttajakäytöt jne.

[49] Jo nyt esimerkiksi taajuusmuuttajat voivat säädellä ilmastointia. Yhdistettynä ilman laatua tarkkaileviin antureihin taajuusmuuttaja voi kytkeä ilmanvaihdon päälle, kun ilman laatu huononee ja säädellä moottoria toimimaan kulloinkin juuri oikealla teholla. Näin saadaan samalla meluhaitat ja liiallisesta tuuletuksesta aiheutuva veto eliminoitua.

ABB:n palveluksessa olleet henkilöt eivät halunneet muuttaa kotikaupungistaan, vaan he perustivat kilpailevan valmistajan. Omien tuotteiden kehitys kesti vuoteen 1995. Vuonna 1998 liikevaihto oli jo 150 miljoonaa markkaa.

ABB Industry on toimintansa ajan tehnyt taajuusmuuttajatuotannossa uraa uurtavaa t&k-työtä. Vuonna 1995 tuotiin markkinoille DTC-tekniikkaan (Direct Torque Control) perustuvat taajuusmuuttajat. Niissä suoralla momentin säännöllä oikosulkumoottorin vääntömomenttia ja nopeutta säädetään suoraan moot-torin sähkömagneettisen tilan mukaan. Tämä tarkentaa ja nopeuttaa moottorin ohjausta käänteentekevällä tavalla, mistä on huomattavia etuja käyttösovellutuksissa.

Vuonna 1998 perustettiin Pitäjänmäen testilaboratorio, jossa tutkitaan ja testataan suuritehoisia, useamman tuhannen kilowatin elektronisia laitteita ja sähkömoottoreita, niiden nopeudensäätöä, moottorin ohjauksen tietokoneohjelmia ja säätöelektroniikkaa. Voi olla, että tämä kehitystyö johtaa ns. älykkäisiin sähkömoottoreihin. Myös Siemens on kehitystyössään samoilla linjoilla. Eräs tulema voi olla taajuusmuuttajan ja sähkömoottorin sulautuminen yhdeksi laitteeksi.[50]

Pienet taajuusmuuttajat ovat lupaava kasvualue. Näitä varten ABB perusti Pitäjänmäelle uuden tuotetehtaan vuonna 1998. Pienten taajuusmuuttajien tyypillisiä käyttökohteita ovat mm. hissit, puhaltimet ja työstökoneet. Elektroniikan halpeneminen tuo laitteet myös esimerkiksi elintarviketeollisuuden ja tekstiiliteollisuuden koneisiin ja erilaisiin kodinkoneisiin. Kun asiakaskunta on muuttunut heterogeenisemmaksi ja kasvanut, vaaditaan taajuusmuuttajilta uusia ominaisuuksia. Taajuusmuuttajan liitäntäpinnat on tehtävä yleiskäyttöisiksi. Lisäksi tilaamisen siihen liittyvine asiakastarpeiden kartoituksineen pitää olla mahdollisimman joustavaa. Juuri näitä ABB on viime aikoina kehittänyt.

---

[50] Toistaiseksi tälle on kuitenkin monia esteitä. Taajuusmuuttajat uudistuvat vauhdilla, kun sen sijaan sähkömoottoreissa kehitys on hitaampaa. Näin laitteita ei fyysisesti kannata vielä yhdistää, ellei sitten taajuusmuuttajan ominaisuuksien muuntelu tule erittäin joustavaksi. Lisäksi sähkömoottorit usein ovat kosteissa tiloissa tai muuten vaikeissa olosuhteissa, jossa elektroniikka ei ehkä kestäisi. Moottorit aiheuttavat myös tärinää tai muuten voivat häiritä taajuusmuuttajan toimintaa. Myös asenteet voivat olla esteenä. On totuttu siihen, että sähkölaitteilla on oma erillinen huoneensa, mikä on monesta syystä tarkoituksenmukaistakin.

Taajuusmuuttajat ovat jatkossakin yksi energiaklusterin ja Suomen viennin parhaista tuotteista. Maailmanmarkkinat kasvavat vuodessa noin 10 % eli nykytasolla 2 miljardia markkaa. Teollisuudessakin on vielä huomattavia mahdollisuuksia lisätä käyttöä. Tällä hetkellä noin 60 prosenttia teollisuuden sähköstä käytetään oikosulkumoottoreissa. Niistä vain 10 prosenttia ohjataan taajuusmuuttajalla.

Taajuusmuuttaja on energiansäästöominaisuuksiensa ansiosta erittäin ympäristömyötäinen tuote. Vientituloissa mitattuna se on ehkä Suomen tärkein ympäristöteknologian tuote. Taajuusmuuttajien laajamittaisella käytöllä voidaan ehkä tehokkaammin kuin millään muulla käytettävissä olevalla teknologialla vähentää myös teollisuuden tuotannon välillisiä kasvihuonepäästöjä, koska energian ominaiskulutusta[51] voidaan olennaisesti laskea.

Taulukko 4.14 Taajuusmuuttajan käyttöalueita, käyttökohteita ja käyttöön liittyviä etuja teollisuudessa ja energian tuotannossa

Käyttöalueet	Käyttökohteet	Edut
Kaivokset, paperi- ja selluteollisuus, rakennukset, metalliteollisuus, elintarvike- ja juomateollisuus, veden- ja jätteenkäsittelylaitokset, voimalaitokset, autotehtaat, kemianteollisuus, elektroniikkateollisuus, muovi- ja kumiteollisuus, öljy- ja kaasuteollisuus, offshore ja laivat	Puhaltimet, pumput, kuljettimet, paperikoneet, metallintyöstökoneet, leikkurit, kelaimet, konvertterit, ekstruuderit, lämmittimet, kuivaimet, sekoittimet, pakkauskoneet, testauskoneet, tekstiilikoneet, kompressorit, hissit, valimokoneet	Säästää energiaa, sallii koneiden ja prosessien säädettävyyden, nostaa tuotannon laatua, nostaa tuotannon volyymia, säästää sähköverkkoa oikosulkumoottorin suoralta käynnistykseltä, säästää työkonetta suoran käynnistyksen rasitukselta

Sähkömoottorit

[51] Ominaiskulutus on kulutus tuotettua yksikköä kohti, esimerkiksi energian kulutus teräs- tai paperitonnia kohti.

Sähkömoottoreita Suomessa valmistavat ABB Motors Oy, ABB Industry Oy, Kolmeks Oy ja Kone Oy. ABB Motors Oy:n tuotanto kattaa 30-750 kW:n oikosulkumoottorit ja generaattorit 1000 kW:n kokoluokkaan asti. ABB Industry Oy:n tehoalue menee osittain päällekkäin ABB Motors Oy:n kanssa, mutta pääsääntöisesti se valmistaa suurempia oikosulkumoottoreita ja generaattoreita. ABB Industryn tehoalue on 200 - 50 000 kW. Kolmeks Oy valmistaa 0,02 - 90 kW:n moottoreita.

ABB Industryn tuotanto on asiakasräätälöityä piensarja- tai yksittäistuotantoa. Yhtiö on merkittävä diesel-kaasumoottorivoimaloiden sekä laivojen generaattorien toimittaja. Tuulivoimaloiden koon kasvaessa yli yhden megawatin, ABB Industry on ryhtynyt valmistamaan myös tuulivoimageneraattoreita. Yhtiön valmistamia sähkömoottoreita käytetään pumpuissa, kompressoreissa, laivojen pää- ja ohjauspotkurimoottoreissa, puhaltimissa, tuulettimissa, metalliteollisuuden valssikäytöissä, sementtimyllyissä, jauhimissa, sekoittimissa ja hakettimissa. Tiivistäen voisi sanoa, että ABB Industryn kilpailukyky on vahvimmillaan metsäteollisuuden ja laivanmoottorien valmistuksessa.

ABB Motors Oy:n tuotanto on sarjatuotantoa. Yhtiö valmistaa tällä hetkellä noin 35 000 vaihtovirtamoottoria vuodessa. Noin 40 prosenttia tuotteista on vakiotuotteita. Lopuissa on asiakasspesifikaatiota. Yhtiön erikoistuotteita ovat räjähdysherkkien tilojen moottorit ja tuulivoimalageneraattorit.

Kone Oy ei myy moottoreitaan juurikaan ulos, vaan käyttää ne hisseissään. Hissien moottorit ovat erikoismoottoreita. Niiden on kestettävä toistuvia käynnistyksiä. Kolmeks Oy valmistaa moottoreita pumppuihin, jotka ovat sen päätuote. Pumpuissa moottorin arvo voi olla lopputuotteesta jopa 65 prosenttia, joten oma moottori on kilpailukykytekijä, jonka kehittämiseen ja valmistustekniikkaan kannattaa satsata. Lisäksi yhtiö valmistaa teollisuushallien ja autotallien ovien moottoreita, nosturien moottoreita ja puhallinlaitteiden sekä paperikoneiden pituusleikkurien moottoreita.

Sähkömoottoriteollisuuden kansainvälinen kilpailu on kireää. ABB Industry ja ABB Motors ovat erikoistuneita ja suhteellisen suuria valmistajia. Tehoalueellaan Suomen ABB:n tehtaat ovat ABB:n suurimpia. Pääosa sähkömoottorien kilpailusta käydään eri maanosien sisällä, mutta erikoistuotteissa ja järjestelmätoimituksis-

sa kilpailu on globaalia. Alla on esitetty suurimmat sähkömoottorivalmistajat mantereittain.

Taulukko 4.15 Sähkömoottoriteollisuuden valmistajien kilpailutilanne: arvioidut tilaukset vuonna 1997, milj. USD

Eurooppalaiset		Amerikkalaiset		Aasialaiset	
ABB Motors	430	Reliance	310	Toschiba	380
Siemens	430	Baldor	310	Teco	300
Leroy-Somer (Emerson)	230	US Motors (Emerson)	230	Mitsubisi	300
				Hitachi	270
Brook Hansen	210	GE	210		
ATB	110	WEG	270		
VEM	110				

Sähkömoottorien kilpailukyvyn kehittyminen

Suomen sähkömoottorivalmistuksella on yli 100-vuotiaat perinteet. Jo vuosisadan alkupuolella tuotanto painottui vaihtovirtamoottoreihin ja niissä erityisesti oikosulkumoottoreihin. Seuraavassa on esitetty liiketoiminnan historia, merkittävimmän valmistajan Strömbergin ja ABB:n tuotekehityksen ja tuotantoteknologian kautta.

- 1930-luvulle saakka tuotekehitys oli sattumanvaraista. Useimmiten se oli moottorin räätälöintiä saatujen suurempien tilausten asiakastarpeiden mukaiseksi. Asiakkaina maanviljelijät ja heille tuotteita välittävät kauppaliikkeet olivat tärkeitä.
- Systemaattinen tuotekehitys alkoi 1930-luvun alussa. AEG:n oikosulkumoottori teknisen paremmuutensa ansiosta oli valtaamassa markkinoita. Keskusosuusliike Hankkija halusi suosia suomalaista tuotantoa ja asetti Strömbergin kilpailutilanteeseen AEG:n kanssa, mikä edellytti tuotekehitystyötä. Hankkijan tilaus saatiin toimitetuksi, mutta Strömbergin tuotekehityksessä tulokseen ei oltu tyytyväisiä. Omaehtoisen kehitystyön tuloksena vuonna 1934 syntyi hinnaltaan ja laadultaan ylivoimainen HZ-moottori, jolla Strömberg sai maailmanmainetta. Sen kilpailuvaltit olivat tiheäripaisuus, joka lisäsi jäähdytyspintaa, laajoilla tutkimuksilla aikaansaatu tehokkuus ja valmistustekninen helppous, joka teki moottorista edullisen.

- HZ-moottori säilyi kilpailukykyisenä 1950-luvun lopulle. IEC-standardien käyttöönotto, eristystekniikan kehitys ja riittämätön tiiviys pakottivat Strömbergin ryhtymään uuteen systemaattiseen tuotekehitysprojektiin. Lisäksi sähkömoottorien vapaan tuonnin salliminen toi itä-Euroopasta hinnaltaan kilpailukykyisempiä moottoreita markkinoille. Tuotekehitysprojektin tuloksena syntyivät vuonna 1963 HX-moottorit, jotka vastasivat standardeja ja täyttivät tuotekehitykselle asetetut vaatimukset. Lisäksi valmistusteknologiaa kehitettiin siirtymällä levyrungosta takaisin valurautarunkoon, jonka valmistuksessa käytettiin hyväksi läpivetomenetelmää. Se mahdollisti tiheäripaisen rakenteen ja lisäksi valurauta oli helposti työstettävissä. Tämän jälkeen moottoreihin tehtiin jatkuvia parannuksia, mutta perusratkaisut säilyivät ennallaan.
- 1980-luvulla merkittävin muutos oli taajuusmuuttajien tulo. Silloin moottoreissa otettiin huomioon säädettävyyden vaatimukset. Vähitellen myös eri asiakasalojen tarpeiden huomioon ottaminen on noussut keskeiseksi kilpailuvaltiksi. Nämä kehityslinjat jatkuvat edelleen.
- 1988 kehitettiin uusiin valurautarunkoihin perustuva tuotesukupolvi. Jo viiden vuoden päästä vuonna 1993 oli kehitetty ABB:n eri maiden moottoritehtaiden yhteistyönä uusi M-2000 moottorisukupolvi, jossa on otettu huomioon, että moottorien on paremmin sovelluttava eri markkinoille ja eri käyttötarkoituksiin.
- 1990-luvulla ABB Industry Oy ja ABB Motors Oy ovat panostaneet erittäin paljon tuotannon kehittämiseen ja läpimenoaikojen lyhentämiseen sekä asiakastoimitusten nopeuteen. Esimerkiksi ABB Motorsilta lähtee vakiomoottori 24 tunnissa asiakkaan tilauksesta. Samalla yhtiöt ovat pyrkineet tehostamaan alihankintaverkkojaan, tukemaan yritysten kehitystä, kehittämään niiden valmistuskapasiteettia ja saamaan ne mukaan yhteiseen tuotekehitystoimintaan. Moottorikehityksessä tärkeä tavoite on korkea hyötysuhde, joka aina on ollut ABB:n moottorien tavaramerkki.[52]
- Vuonna 1998 perusti ABB Industry koelaboratorion, jossa kehitetään isojen sähkömoottorien säädettävyyttä ja ominaisuuksia. ABB Motorsissa aloitti toimintansa räjähdysherkkien moottorien osaamiskeskus. Lisäksi yhtiöt yhdessä Lappeenrannan teknisen korkeakoulun kanssa perustivat Carelian Drivers

[52] Keväällä 1999 ABB Motors Oy:n kaksi moottoria voittivat International Energy Agencyn Hi-Motors kilpailun, jossa haettiin markkinoille moottoria, joka ylittää hyötysuhteeltaan kaikki markkinoilla jo olevat moottorit.

and Motors Centerin. Panostukset t&k-toimintaa kasvavat, kun yhtiöt pyrkivät ylivoimaiseen osaamiseen.

Tuote- ja tuotannon kehityksen rinnalla asiakassuhteet ovat olleet tärkeä kilpailukykyä synnyttävä tekijä. Tärkeimmät suhteet ABB:n yksiköillä on ollut metsäteollisuuteen ja laivanrakennukseen, joista on laajennettu muille toimialoille kuten teräteollisuuteen ja kemianteollisuuteen Kontaktipintaa asiakkaisiin on kasvattanut ABB:n maailmanlaajuinen myyntiverkko. Keskittymällä vaativille alueille kuten diesel- ja tuulivoimageneraattoreihin, ruoripotkurien moottoreihin ja räjähdysherkkien tilojen moottoreihin yhtiöt ovat pystyneet säilyttämään katteensa kohtuullisina. Myös nopea asiakaspalvelu kilpailukykytekijänä, josta edellä on esimerkki, on korostunut. Tämä pätee koko Suomen ABB:hen, joka on kyennyt kasvattamaan liikevaihtoaan toimitusaikojen jatkuvasti lyhentyessä.

4.6 Energiateknologian palvelut

Energiateknologian palvelut liittyvät voimalainvestointeihin, siirto-verkkojen rakentamiseen ja energian käyttöön. Yritykset voivat olla kokonaistoimittajia, jotka pystyvät hoitamaan kaikki projektipalvelut yhdellä tai useammalla edellä mainituista alueista. Kokonaistoimittajat ovat sidoksissa laitevalmistukseen kuten ABB:n tytäryhtiöt Industry ja Transmit, energialiiketoimintaan kuten Fortum Engineering tai ovat osa laajempaa konsulttiyritystä kuten Electrowatt-Ekono. Suomessa ei ole rakennusliikkeisiin integroituneita kokonaistoimittajia, mikä kansainvälisesti on melko yleinen konsepti. Pienemmät palveluyritykset ovat erikoistuneet syvällisesti jonkin osajärjestelmän tai erikoispalvelujen toimittamiseen esimerkiksi voimalaitoksen sähkö- ja automaatiojärjestelmiin, sähkötekniseen suunnitteluun, ohjelmistotuotantoon tai sähköasennuksiin. Isoissa projekteissa nämä toimivat osana kokonaistoimittajan verkostoa.

Energiateknologian palveluista ei ole olemassa systemaattista tilastoaineistoa. Eri lähteiden avulla voidaan kuitenkin arvioida, että ne ovat yksi energiaklusterin keskeinen kasvualue. Niiden merkitys on kasvanut huomattavasti esimerkiksi energiateknologian valmistajien toiminnassa. Yksittäisenä ryhmänä energiateknologian valmistajat ovat samalla merkittävimpiä engineering-palvelujen tarjoajia. Myös energiayritysten tytäryrityksinä on energiateknisiä palveluita tarjoavia yhtiöitä, jotka yhä enemmän myyvät palveluita

oman organisaation ulkopuolelle. Vuosien saatossa Suomeen on lisäksi kehittynyt "itsenäisiä" energiateknologian palveluyrityksiä.

Projektien kokonaistoimittajina voidaan pitää seuraavia suuria yrityksiä:

- *Voimalaitosprojekteissa*: Foster Wheeler, Kvaerner Pulping, Ahlstrom Machinery, Wärtsilä NSD sekä Fortum Engineering ja Electrowatt-Ekono. Näiden lisäksi ABB ja Siemens tuovat voimalaitoksia ja tarjoavat tarvittavat projektipalvelut.
- *Energian siirron projekteissa*: Fortum Engineering ja ABB Transmit.
- *Energian käytön projekteissa*: ABB Industry ja ABB Installaatiot sekä tuontitekniikkaan perustuen Siemens.

Näiden lisäksi on runsaasti pienempiä kokonaistoimittajia kuten pienkattilalaitosten toimittajia ja sähköasennusliikkeitä, jotka huolehtivat pienempien kohteiden sähköistämisistä.

Erilaisten osajärjestelmien toimittajia on lukuinen määrä. Esimerkkeinä mainittakoon seuraavat:

- Vaasa Engineering Oy on automaatio- ja sähköistysjärjestelmien toimittaja.
- PI-yhtiöt suunnittelevat koko voimalaitoksen tai lämmönjakelujärjestelmän tai osatehtävinä putkistot, kanavistot, teräsrakenteet sekä LVI-, sähkö- ja automaatiojärjestelmät.
- PVO-Engineering kehittää voimalaitoskonsepteja ja tekee voimalaitosten esisuunnittelua.
- ABB Power Oy suunnittelee ja toimittaa voimalaitosten ilmansuojelujärjestelmiä, voimalaitosten kontrollijärjestelmiä ja voimalaitossimulaattoreita sekä aluekylmäjärjestelmiä.
- Tietosavo Oy toimittaa sähkölaitosten asiakastietojärjestelmiä ja tasehallintaohjelmia.

Kokonaistoimittajia ja usein osajärjestelmienkin toimittajia kutsutaan engineering-yrityksiksi, koska insinöörityö on niissä keskeinen resurssi. Sitä hyödynnetään projektin suunnittelussa, toteutusvaiheen johtamisessa ja erilaisessa projektin tarkastus- ja kontrollitehtävissä. Toisaalta kaikkia energiateknologian palveluyrityksiä ei voi määritellä engineering-yrityksiksi.

Taulukko 4.16 Merkittävimpiä energiatekniikan palveluyrityksiä vuonna 1998

	Liike-vaihto	Henki-löstö	Alat
Fortum Engineering Oy	2 120	2 591	Voimalaitos- ja voimansiirtoinvestoinnit, öljynjalostuksen ja petrokemian prosessit ja teknologia
ABB Installaatiot Oy	1 393	2 060	Teollisuuden sähkö-, automaatio- ja ilmastointiasennukset sekä talotekniikka
ABB Transmit Oy	977	908	Voimalaitosten sähköistykset, sähkönsiirtolinjat, sähköasemat, muuntajavalmistus
Tekmanni Oy	536	988	LVIS-asennukset
Electrowatt-Ekono	511	893	Energia-alan konsultointi
Are Oy	481	681	Talotekniikan (LVIS) suunnittelu, asennus, huolto
ABB Power Oy	361	187	Voimalaitosten kunnostus, ympäristötekniikka
Wärtsilä NSD Oy	200	243	Voimalaitossuunnittelu
Huber Servitek Oy	184	341	LVI-tekniikka ja asennukset
Siemens Building Technologies Oy	182	178	LVI-tekniikka ja asennukset
Vaasa Engineering	143	155	Sähköistys- ja automaatioasennukset
PI-yhtiöt	130	372	Laitos-, sähkö- ja automaatiosuunnittelu
PVO-Engineering	82	80	Voimalaitosten, sähköasemien ja telemastojen suunnittelu
KPA Unicon Oy	55	14	Kattilasuunnittelu ja valmistus
PI-Rauma Oy	47	154	Laitos-, sähkö- ja automaatiosuunnittelu

Fortum Engineeringin liikevaihto- ja henkilökuntaluvut sisältävät vain entisen IVO Power Engineeringin liikevaihto- ja henkilöstöosuuden. PI-yhtiöiden ja PI-Rauman liikevaihdosta vain osa on energiateknologiaan liittyvää suunnittelua.
Lähde: Etlan vuosikertomuskokoelma ja Tilastokeskuksen Yritysrekisteri.

Lukumääräisesti valtaosa energiateknologian palveluyrityksistä on pienehköjä ja ne tuottavat suhteellisen erikoistuneita palveluja. Niiden liiketoiminta-ajatukset voivat olla hyvin homogeenisia kuten esimerkiksi sähköliikkeillä. Toiset puolestaan myyvät erikoistunutta resurssia kuten sähköteknistä suunnitteluosaamista. Osalla on yleistaitoiset resurssit, mutta ne ovat erikoistuneet energiateknologiaan ja saavat erikoistumisen avulla kilpailuetua. Alihankkijoina toimivat ohjelmistotalot ovat esimerkki näistä yrityksistä.

Energiateknologian palveluviennin ja ulkomaantoiminnan arvo

Energiateknologian palveluviennin arvoa on vaikea selvittää. Tässä sitä yritetään kartoittaa kahdesta eri näkökulmasta. Voidaan katsoa, kuinka suuri on laitevalmistajien palveluvienti. Merkittävimmin palveluvientiä on höyryvoimalaitosten ja dieselvoimalaitosten viejillä. Toisessa tavassa esitetään Suomen palvelutaseen kautta arvio energiateknologian palvelujen kokonaisviennistä.

Taulukossa 4.17 on esitetty höyrykattilateollisuuden ja dieselmoottoriteollisuuden viennin arvo ja toisaalta näille toimialoille tyypillisten tavaroiden viennin arvo. Näiden erotus 3,2 mrd markkaa koostuu kahdesta komponentista, palveluviennistä ja päätuotteiden ohessa viedyistä alihankkijoiden tuotteista, joita alihankkijat eivät ole vieneet suoraan projektikohteeseen[53]. Kirjoittajien arvion mukaan palveluviennin osuus on puolet em. summasta. Lisäksi arvioidaan, että ABB:n tytäryhtiöiden Industryn, Installaatioiden, Transmitin ja Powerin 2,6 miljardin viennistä viidennes on palveluvientiä. Näin energiateknologiavalmistajien palveluviennin arvoksi saadaan noin 2 miljardia markkaa.

Vuonna 1998 suomalaiset yritykset ansaitsivat ulkomaanpalveluista tuloja niiltä toimialoilta, jotka tavalla tai toisella liittyvät energiateknologian vientiin, seuraavasti: rakentaminen 666 miljoonaa markkaa, rahoituspalvelut 172, tietojenkäsittelypalvelut 5 589, rojaltit, lisenssit

Taulukko 4.17 Höyrykattiloiden ja diesel-moottoreiden valmistajien tavaravienti ja muu vienti vuonna 1997

TOL	Toimiala	Toimialan vienti	Tyypillisten tavaroiden vienti	Muu vienti
283	Höyrykattiloiden valmistus	1 905	650	1 255
2911	Moottorien ja turbiinien valmistus	4 477	2 515	1 962
	Yhteensä	**6 382**	**3 165**	**3 217**

Lähde: Tilastokeskuksen Teollisuustilasto ja Tullin Ulkomaankauppatilasto.

[53] Esimerkiksi Wärtsilä NSD pyrkii mahdollisimman suureen esivalmisteisuuteen, millä siirretään paljon muuten paikanpäällä tapahtuvasta rakentamisesta, asentamisesta ja jopa projektinjohdosta Suomeen.

maksut ja tekijänpalkkiot 574, välityskauppa ja muut kaupan palvelut 2 994, käyttöleasing-palvelut 363 ja liike-elämän ammatilliset ja teknilliset palvelut 6 036 miljoonaa markkaa eli yhteensä 16 393 miljoonaa markkaa (Suomen Pankki, Palvelutase). Palvelutoimialojen vientituloja ei tilastossa ole eritelty asiakastoimialan mukaan. Jos arvioidaan, että viidennes palvelutuloista tuli energiateknologian projektiviennin ja muiden palvelujen maksuna, saadaan palveluviennin arvoksi 3,2 miljardia markkaa[54].

Näiden kahden eri arvion perusteella voidaan palveluviennin arvoksi laskea noin 3 miljardia markkaa. Tästä 2 miljardia markkaa olisi teknologiavalmistajien projektiviennin palvelutuloja ja loput 1 miljardi markkaa muiden energiateknologian palveluyritysten vientiä. Palveluviennin kartoittaminen vaatisi ehdottomasti lisätutkimusta, niin energiaklusterin kuin muidenkin toimialojen osalta. Tällä tiedolla olisi suurta arvoa koulutuksen suunnittelussa, t&k-panosten allokoinnissa ja yritysten strategisessa suunnittelussa.

Engineering-toiminnan kilpailukyky

Mitkä ovat engineering-toiminnan kilpailukykytekijät? Engineering-yrityksiä tutkinut Tuomo Kässi (1996) selittää kilpailukyvyn muodostumista ns. pikkutimantilla, jossa on sovellettu Michael Porterin kilpailukykymallia yksittäisen yrityksen kilpailukyvyn muodostumiseen. Mallissa katsotaan minkälaisia kehityspanoksia ja -virikkeitä yritys saa kilpailutilanteesta, asiakassuhteista, ympäröivästä yritysverkosta ja kontrolloimistaan tuotannontekijöistä. Suomen suurimman puhtaan engineering-yrityksen Fortum Engineeringin kilpailukyvyn kehittymiseen vaikuttaneita tekijöitä voidaan kuvata taulukon 4.18 mallilla.

Fortum Engineering syntyi puhtaasti IVOn sisäisistä tarpeista. Sähköistys haluttiin hoitaa kotimaisin voimin ja vielä yhtiön omana työnä. Sama toistui, kun konserni myöhemmin rakensi omaa hiilivoimaa, kaasuvoimaa, ydinvoimaa ja bio/turvevoimaa. Oman yhtiön piirissä toteutetut projektit kasvattivat yhtiölle osaavan henkilöstön.

---

[54] Muuta merkittävää palveluvientiä liittyy metsäteollisuuden koneiden ja laitteiden vientiin sekä teleteknologian kuten soluverkkojen vientiin ja ulkomailla toteutettaviin rakennusprojekteihin. Tietojenkäsittelypalvelut sisältävät muun muassa järjestelmien ohjelmistojen myyntiä ja päivitystä.

Taulukko 4.18 Fortum Engineeringin kilpailukyvyn kehitys

Kilpailukyvyn osa-alue	Tilanne 1940-luvulla	Tilanne 1990-luvulla
Asiakassuhteet	Ensimmäiset toimitukset omalle yhtiölle. IVOlla oli halu teettää sähköistystöitä kotimaisena työnä ja turvata sähköhuollon riippumattomuus. Sodan jälkeisenä aikana oli välttämätöntä saada tekniikkaa ja laitteita kotimaasta.	Suomessa investointitoiminta on vähentynyt. Kilpailuetua oman yhtiön piirissä. Nopeaa kasvua valituissa kohdemaissa. Riskit ja asiakkaiden vaatimukset suuret. Paikallinen etabloituminen välttämätöntä projektikaupassa.
Tuki- ja lähialat	Voimalaitostoimintaa Suomessa harjoitettu jo pitempään. Oma laitevalmistus heräämässä.	Kehittyvä suomalainen energiaklusteri. Kotimainen laitevalmistus. Kotimainen tutkimus- ja koulutusympäristö. Emokonsernin laaja-alaisuus ja sitoutunut tuki.
Tuotannontekijät	IVOn omat insinöörit ja osaaminen.	Energia-alan kokemusta ja osaamista pitkältä ajalta. Paras näyttö Suomen energiajärjestelmä.
Kilpailu	Oman emoyhtiön toimituksissa ei kilpailua. Alussa kilpailu oli vähäistä myös maailmalla valituissa projekteissa.	Suomessa kilpailevaa tarjontaa sekä projektitoimittajien että konsulttien välillä. Ulkomailla kireä kilpailu projektikaupoissa.

Lähde: Tuomo Kässi: Engineering-ala Suomessa - toimialasta klusteriksi?, Etla B 122.

Nyt toimintaympäristö on oleellisesti muuttunut. Tästä huolimatta Fortum ja sen konserniyhtiöt vielä tarjoavat selviä etuja Fortum Engineerigille kansainvälistymisessä. Fortumin mahdollisuudet järjestää rahoitusta, tulla mukaan omistajaksi voimalaitosprojekteihin ja ottaa vastattavaksi laitosten käyttö- ja kunnossapito ovat avanneet Fortum Engineeringille tien monien voimalaitosprojektien toteuttajaksi. Emoyhtiön taloudellinen tuki on myös auttanut kasvamaan yritysostoin, mikä on nopeuttanut paikallista etabloitumista. Viimeisen viiden vuoden aikana Fortum Engineering on muuttunut emoyhtiönsä sisäisestä insinööritoimistosta ulkoiseksi engineering-yritykseksi, joka toteuttaa yli 60 prosenttia projekteistaan ulkomailla.

Kotimainen energiateknologian osaaminen on Fortum Engineeringille tärkeä kilpailukykytekijä. Yhtiön vahvuusalueita ovat sähkön ja lämmön yhteistuotannon osaaminen, kiinteiden polttoaineiden polttoprosessien osaaminen ja vaikeiden polttoaineiden kuten bio- ja jätepolttoaineiden hallinta sekä sähkönjakelujärjestelmien hallinta.

Laitevalmistajien engineering-toiminnot ovat puolestaan vahvasti sidoksissa niiden omaan laitevalmistukseen. Engineering-toiminnot edistävät laitemyyntiä, mutta toisaalta oma laitevalmistus antaa myös engineeringille hyvän kasvualustan. Esimerkki erittäin vahvasta symbioosista on ABB Industryn laitevalmistus ja järjestelmien myynti. ABB Transmit on myös yhdistelmä laitteiden valmistusta ja engineeringiä. Myös Vaasa Engineeringissä omalla kojeistovalmistuksella on haettu kilpailukykyä automaatio- ja sähköistysjärjestelmien myyntiin.[55]

Ekono oli ja on edellisistä poikkeava engineering-yritys, koska sen taustalla ei ole omaa laitevalmistusta eikä energialiiketoimintaa. Ekonon toiminta alkoi 1910-luvulla aluksi yhdistystoimintana, kun maahan haluttiin oma kattilalaitosten tarkastustoiminta ja teknistä neuvontatoimintaa auttamaan metsäteollisuutta ja energia-alaa. Sille kehittyi osaava henkilöstö. Kotimainen teollisuus ja energiantuotanto muodostivat vahvan asiakaskunnan. Ekono ei kuitenkaan pystynyt selviämään itsenäisenä engineering-yrityksenä kansainvälistymisen ja toiminnan laajentumisen haasteista. Nyt Jaakko Pöyry Groupin omistuksessa sen tukena on muiden alojen konsultointiosaaminen, yhdessä kehitetyt toimintatavat ja monilta asiakasaloilta tulonsa keräävän konsernin parempi kyky sietää suhdannevaihteluita ja toteuttaa yritysostoja. Sveitsiläisen Electrowattin oston myötä Jaakko Pöyry Group on saanut energia-alan konsultoinnista metsäteollisuuden konsultoinnin rinnalle toisen alan, jolla se on eturivin yritysten joukossa maailmanmarkkinoilla.

Vahvojen omistaja- ja tukiyhtiöiden ohella suomalaisten engineering-yritysten keskeinen kilpailukykytekijä on ollut niiden kiinteät suhteet muihin klustereihin. Suomalainen energia-alan engineering on klustereiden rajapinnassa, mikä lisää sen kasvupotentiaalia. Voimalaitosprojekteihin osallistuvat engineering-yhtiöt ovat

---

[55] Vaasa Engineering perustettiin vuonna 1993. Automaatio- ja sähköistysjärjestelmien myyntiä tukemaan perustettiin oma kojeistotuotanto. Nousuhdanteissa kojeistojen pitkä toimitusaika on engineering-myynnin pullokaula. Omalla tuotannolla saadaan projektien toteutusaikatauluja kilpailukykyisemmiksi.

voineet myydä myös metsäteollisuudelle palveluitaan niiden investoidessa kattilalaitoksiin. Viime vuosina sähköverkkoja rakentaneet yritykset ovat saaneet uuden kasvualueen matkapuhelinverkkojen toimituksista. Metsäteollisuuden sähkökäytöt ja automaatiojärjestelmät sekä laivojen sähköistykset ovat jo pitkään olleet suomalaisten engineering-yritysten ehdoton vahvuusalue.

Myös muut energiateknologian palvelut kuin engineering ovat alkaneet kasvaa. Huomionarvoista on ohjelmistojen tuotanto, esimerkiksi sähkökaupan asiakasjärjestelmiin, sähkökauppaan ja tasehallintaan ja energian käytön optimointiin yrityksissä ja laitoksissa. Monet energiaklusterin teolliset tuotteet sisältävät paljon älyä ja kommunikaatiokykyä, joiden vaatimien atk-ohjelmien tuotantoon on syntynyt runsaasti alihankintayrityksiä.

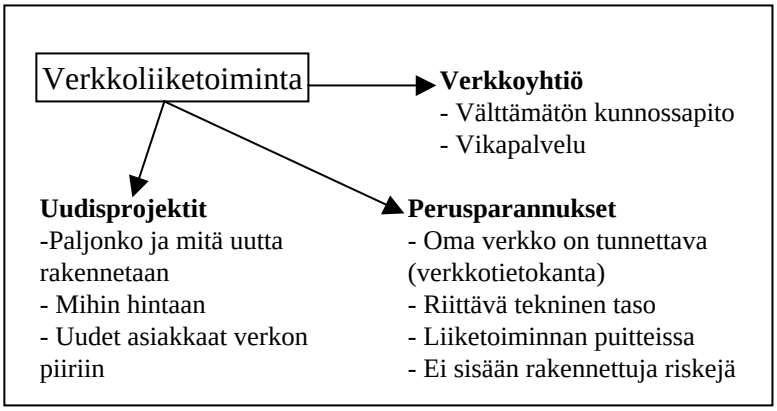
Tulevaisuuden haasteita

Keskeinen haaste on engineeringin toimintatapojen kehittäminen. Projektivientiin vaaditaan lisää osaamista ja entistä kokonaisvaltaisempaa panostusta. Useimmissa tapauksissa kokonaistoimittajaksi pyrkivän engineering-yrityksen odotetaan järjestävän projektirahoituksen. Lisäksi voidaan vaatia yritystä osaomistajaksi ja vielä vastaamaan laitoksen teknologisista riskeistä esimerkiksi ottamalla laitoksen operoinnin ja kunnossapidon hoitaakseen. Nämä edellyttävät hyviä suhteita rahoittajiin ja vahvaa tasetta sekä toimintojen tai ainakin osaamisen laajentamista uusille alueille.

Engineeringin ja teollisen toiminnan raja-aita on alentunut, mikä samalla on lisännyt laitevalmistajien ja engineering-yritysten kilpailua. Vaihtelevissa kilpailutilanteissa toimivien yhteistoimintasuhteiden ylläpitoon on panostettava aiempaa enemmän. Toisaalta näyttää siltä, että teknologian järjestelmäluonne jatkuvasti kasvaa. Engineering-yritykset eivät voi hallita kaikkien valmistajien järjestelmiä, mikä voi pakottaa ne liittoutumaan tarkasti valittujen teknologiavalmistajien kanssa.

Asiakaskentässä tapahtuvat muutokset vaikuttavat myös engineering-yrityksiin. Voimantuotannossa tällainen muutos on itsenäisten voimantuottajien osuuden voimakas kasvu. Ne haluavat teknologiantoimittajilta myös käyttö- ja kunnossapitopalveluita. Kil-

Kuvio 4.11 Verkkoliiketoiminnan osa-alueet ja niiden tehtävät



pailun tulo sähkömarkkinoille on puolestaan synnyttämässä erillisiä verkkoyhtiöitä, joiden kustannukset väistämättä joutuvat nykyistä tarkempaan tarkkailuun. Verkon uudisrakentaminen, perusparannukset ja kunnossapito kustannusten säästämiseksi kannattaa ulkoistaa näihin liiketoimintoihin erikoistuneille yhtiöille. Tämä tuo lisää töitä verkonrankentajille. Voi olla, että edellä mainittujen kehitystrendien takia investointiprojekteihin sekä käyttöön ja kunnossapitoon erikoistuneet palveluyritykset osittain sulautuvat. Asiakkaan, esimerkiksi sähkön myyjän tai verkkoyhtiön kannalta kyse on investoinnin elinkaarioptimoinnista tai vähintäänkin investoinnin elinikäisten kustannusten minimoinnista.

Teknologian kehitys, kilpailun vapautuminen ja käyttäjien kasvavat tehokkuusvaatimukset ovat merkittävästi kasvattaneet tuotteiden ja järjestelmien sisältämää älyä ja kommunikaatiokykyä. Tässä on työsarka, joka teletoiminnan ja metsäteollisuuden teknologian ohella antaa suomalaiselle ohjelmistotuotannolle jatkossa kasvavan määrän töitä.

Kotimaisesta Strömbergistä globaalisti kilpailevaksi ja paikalliseksi ABB Oy:ksi

Suomen ABB vie eteenpäin Oy Stömberg Ab:n perinteitä. Gottfrid Strömberg jätti 24.7.1889 Helsingin maistraatin kirjaamoon elinkeinoilmoituksen, mikä tapahtuma virallisesti merkitsi Gottf. Strömberg -nimisen yrityksen perustamista. Toiminta alkoi tasavirtadynamojen valmistuksesta. Niillä, voimanlähteenä höyrykone, tuotettiin sähköä kiinteistöjen valaistukseen. Yhtiön kasvun myötä miehen nimestä tuli sittem-min Suomen sähköteknillisen teollisuuden tavaramerkki. Gottfrid Strömbergin oli myös Polyteknisen Opiston, Teknillisen korkeakoulun edeltäjän ensimmäinen varsinainen sähkötekniikan opettaja. Hänen oppilaitaan olivat ensimmäiset sähkötekniikan professorit.

Strömberg toimi etupäässä kotimarkkinoilla ajoittain erittäin kovankin tuontikilpailun paineessa. Sen tuotevalikoima ja samalla osaaminen kasvoi niin, että sitä täydellä syyllä voitiin pitää suomalaisena sähkötarvikkeiden "tavaratalona". Seuraava historian kirjoitus alkaa kuitenkin vasta sodasta. Tavoitteena on poimia konkreettisia juonteita, joilla voi selittää tämän päivän kilpailukykyä.

Sota vei osan Strömbergiä Vaasaan

Strömberg toimi sotaan asti Helsingissä. Aluksi toimipaikka oli Eerikinkadulla ja sitten Sörnäisten rantatiellä. Pitäjänmäelle rakennettiin ensimmäisenä valimo vuonna 1916. Kun tulipalo tuhosi vuonna 1936 Sörnäisten konepajarakennuksen, kaikki uudisrakentaminen keskitettiin Pitäjänmäkeen. Pitäjänmäellä sijaitsee nykyään ABB Oy:n suurin yksikkö ABB Industry Oy. Vastikään yhtiö investoi uuteen taajuusmuuttajatehtaaseen ja rakensi sähkömoottorilaboratorion. Kaikkiaan ABB:lla oli henkilöstöä pääkaupunkiseudulla noin 3300 vuonna 1998.

Sota teki ajankohtaiseksi toiminnan osittaisen siirtämisen Vaasaan. Valtiovalta halusi yritysten hajasijoittavan toimintojaan pois Helsingistä. Uusien sijoituspaikkojen yksi kriteeri oli pitkä etäisyys Venäjän rajasta. Muutto Vaasaan antoi yhtiölle uusia resursseja. Uusille tehdasrakennuksille oli runsaasti tilaa Strömbergin mäellä. Työvoima tosin oli koulutettava lähes kokonaan, missä Vaasan teknillinen oppilaitos on tehnyt suuren työn. Vaasan aluetta voi pitää monessa mielessä hyvänä sijoituspaikkana. Työvoima on pysyvää, ja ammatilliset oppilaitokset avuliaasti auttavat uuden kouluttamisessa. Nokiakaan ei kilpaile paikallisesti parhaista resursseista kuten useimmissa suurissa keskuksissa. Vaasan kaupunki kuuntelee yhtiöitä. Vuosien saatossa myös alihankinta- ja yhteistyöyritysten verkko on rakentunut. Vaasassa sijaitsevat mm. ABB Motors Oy, ABB Control Oy

ja ABB Transmit Oy. Vuoden 1998 lopussa Vaasassa työskenteli 3 400 ABB:laista.

Sodalla oli muitakin vaikutuksia. Esimerkiksi naisten osuus tuotannossa lisääntyi entisestään ja on säilynyt korkeana sen jälkeenkin. Myös sähkölaitteiden ja kojeiden tuonti pysähtyi sodan aikana. Strömberg joutui kantamaan vastuun alan tuotteiden valmistuksesta. Uusia pysyviä tuotteita sota ei juurikaan tuonut tuotevalikoimaan. Yhtiö jatkoi vanhan monipuolisen tuotevalikoiman valmistamista. Tuotanto painottui kuitenkin normaaliaikoja pienempiin laitteisiin - esimerkiksi pienempiin sähkömoottoreihin - säästösyistä, mitä pyrkimystä tehostettiin viranomaisten määräyksillä.

Sodasta toipuminen

Tuontisäännöstely jatkui aina vuoteen 1957. Ulkomaisen kilpailun puuttuminen, tai ainakin sen osittainen estäminen, vaikutti Strömbergin tuotevalikoimaan. Yhtiö säilyi kotimarkkinoiden sähkölaitteiden ja tarvikkeiden "tavaratalona". Oli tyydytettävä mitä monipuolisempia tarpeita ja toisaalta ei ollut pakkoa erikoistua, keskittyä ja kasvattaa maailmanluokan osaamista vientimarkkinoita varten.

Sodan jälkeen Strömberg joutui ja pääsi osallistumaan sotakorvaustuotantoon. Sen takia tuotantokapasiteettia laajennettiin oleellisesti. Sotakorvaukset kehittivät ja antoivat kokemuksia sarjatuotannoista. Ne kehittivät myös laatutietoisuutta, koska venäläiset asettivat tuotteille suhteellisen tiukkoja laatuvaatimuksia. Sotakorvauksetkaan eivät tuoneet uusia tuotteita tuotantoon. Yhtenä myönteisenä avauksena oli Strömbergin ja Wärtsilän yhteistyön alkaminen, kun Strömberg toimitti vaativia laivasähköistyksiä Venäjälle meneviin erikoisaluksiin. Yhteistyö jatkuu edelleen vilkkaana. ABB valmistaa generaattoreita ja sähköistyksiä Wärtsilä NSD:n voimalaitoksiin ja usein niihinkin laivoihin, joihin Wärtsilä myy dieselmoottorit.

Investointiaaltojen aika

Sotakorvauksia seurasi Suomen taloudessa investointiaaltojen aika. Metsäteollisuus laajensi tuotantokapasiteettiaan. Lisäksi se koneellisti ja automatisoi tuotantoprosessejaan. Strömberg pääsi toimittamaan paperikoneisiin ja sellunvalmistuksen prosesseihin sähkömoottoreita ja sähkökäyttöjä ja sekä tuotantorakennusten sähköistyksiä. Myös vesivoiman rakentamiseen investoitiin. Erityisesti Lapin jokien valjastaminen oli merkittävä urakka. Vesivoimalaitoksiin Strömberg pääsi rakentamaan generaattoreita, joista osa oli teholtaan erittäin suuria. Sähkön siirtoverkon tehostaminen ja jakeluverkon ulottaminen maaseudulle merkitsi huomattavia sähköasema- ja muuntajatoimituksia. Voimalaitoksia ja verkkoa yhdistävät muuntajat

Vientiin panostaminen oli tälläkin ajanjaksolla suhteellisen vaatimatonta. Yhtiön omistajina oli tällöin merkittäviä metsäteollisuuden yrityksiä ja energiayhtiöitä. Voidaan sanoa, että tänä ajanjaksona ja vielä myöhemminkin Strömberg oli omistajiensa hovitoimittaja. Se auttoi metsäteollisuutta sähköistymään ja voimayhtiöitä sähköistämään maan. Monessa mielessä nämä suhteet kehittivät Strömbergiä. Tuskin nykyisellä ABB:llä olisi niin merkittävä asemaa sellu- ja paperiteollisuuden prosessiautomaation ja sähkökäyttöjen sekä sähköistysten tekijänä ilman kotimaisen metsäteollisuuden suhteellisen suurta ja vaativaakin kysyntää. Luottamus kotimaiseen toimittajaan toi tärkeitä referenssejä.

Toisaalta omistajat katsoivat saavansa hyödyn Strömbergistä juuri tehokkaan ja kustannuksia säästävän teknologian toimittajana. Kärjistäen voisi sanoa, että Strömberg toimi niiden uuden teknologian omakustannusvalmistajana. Tämä asema ei patistanut sitä vientimarkkinoille. Vienti siis kärsi kotimarkkinoiden kustannuksella. Omistajat eivät myöskään vaatineet isoja osinkoja, mikä ei kehittänyt yhtiötä liiketaloudellisesti.

Vapaakaupan käynnistyminen 1960-luvulta

Vapaakauppa käynnistyi 1960-luvulla. Strömbergin kannalta, kuten teollisuuden kannalta ylipäätään, tämä merkitsi tuontipaineen kasvamista ja kilpailun lisääntymistä kotimarkkinoilla. Toisaalta vapaakauppasopimukset alensivat kynnyksiä vientiin. Tämä merkitsi sitä, että kansainvälisesti kilpailukykyisen tuotannon ja tuotteiden kehittäminen tuli keskeiseksi tehtäväksi ja vientimarkkinoiden merkitys kasvoi oleellisesti.

Strömbergissä kaupan vapautumiseen varauduttiin etukäteen. Eri tuotteiden osalta tehtiin laskelmat niiden kilpailukyvystä ja suunnitelmat kilpailukyvyn parantamisesta. Panostukset tuotekehitykseen ja tutkimukseen lisääntyivät.

Strömberg oli kehittänyt kansainvälisesti kilpailukykyisen oikosulkumoottorisarjan jo ennen toista maailmansotaan. Sarja oli säilyttänyt kilpailukykynsä aina 1950-luvulle saakka. Tälle oikosulkumoottorisarjalle kehitettiin seuraajaksi uudet edistykselliset HX-oikosulkumoottorit.

Myös elektroniikkaan panostettiin. Strömberg kehitti jopa oman tietokoneen, jota käytettiin alkuvaiheessa automaatiosovellutuksissa. Varsin pian kuitenkin päädyttiin käyttämään kansainvälisten tietokonevalmistajien laitteita komponentteina ja keskityttiin sähköelektroniikan ja prosessiautomaation kehittämiseen. Elektroniikan merkitys oivallettiin Strömbergillä "kreivin aikaan". Eurooppalaiset valmistajat kulkivat vielä kokonaan toista teknologiatrajektoria. Ne pyrkivät valmistamaan hienostuneita mekaanisia laitteita. Tämä tie oli liian kallis Strömbergille. Mekaaniset laitteet joutuivat tulevien vuosikymmenien kuluessa tappiolle. Strömberg valitsi tulevai-

suuden teknologian. Yhä useammat sähkölaitteet perustuvat elektroniikan käyttöön.

1960-luku oli myynnin kehityksessä pettymys strömbergiläisille. Sotakorvauksien ja kotimaisten investointiaaltojen seurauksena kasvatettu tuotantokapasiteetti olisi riittänyt huomattavasti merkittävämpiin toimituksiin. Toisaalta kustannukset saatiin kuriin ja toiminta suhteellisen kannattavaksi. Kerätyistä tuloksista sijoitettiin siihen aikaan varsin merkittäviä summia tuotekehitykseen. Tutkimus- ja tuotekehityshenkilökuntaa Strömbergin palveluksessa oli 1970-luvulle tultaessa noin 440. Panostuksissa tuotekehitykseen ja tutkimukseen Strömberg oli uranuurtaja teollisuudessa.

Teknologisia läpimurtoja

Panostuksista teknologiaan seurasi noin 10 vuoden viipeellä ensimmäiset merkittävät teknologiset läpimurrot. Näistä tärkein oli Strömberg Asyncronous Motor Inverter eli SAMI-taajuusmuuttaja. Siitä ja myöhemmistä kehittyneemmistä tuotteista muodostui Strömbergille ja nykyiselle ABB Oy:lle todellinen menestystuote tai oikeastaan jatkuvasti laajeneva taajuusmuuntajien menestyvä tuoteperhe. Hedelmiä on kunnolla päästy nauttimaan 1990-luvulla. Suomen taajuusmuuttajien vienti on kasvanut lähes 1,5 miljardiin markkaan, josta pääosa on ABB:n vientiä. Taajuusmuuttajalla säädetään sähkömoottorin nopeutta. Kun sähkömoottoreissa käytetään noin 60 prosenttia kaikesta maailman sähköstä, on kyseessä erittäin suuret potentiaaliset markkinat.

1960-luvulla oli tiedossa, että maan rautatiet sähköistetään. Sähkömoottorivalmistajan kannalta edessä oli siis mittava sähköistysprojekti kotimaassa. Strömberg joutui kuitenkin toteamaan, että ulkomaisilla kilpailijoilla oli tarjolla edullisia ja monipuolisia taajuusmuuttajia tasavirtamoottoreihin. Niiden sähköjunasovellutuksia kilpailijoiden kauppavaltuuskunnat kävivät tiheään tahtiin esittelemässä kotimaisille päättäjille.

Strömbergin kilpailukyky oli oikosulkumoottoreissa, jotka olivat olleet yhtiön päätuote 1930-luvulta asti. Oikosulkumoottorit olivat yksikertaisen rakenteensa takia kestävämpiä, luotettavampia ja sietivät vaikeampia olosuhteita sekä olivat lisäksi edullisempia valmistaa kuin tasavirtamoottorit. Näin ne olivat kilpailukykyisiä erityisesti teollisuudessa. Ongelmana oli kuitenkin niiden tasavirtamoottoreita huonompi säädettävyys. Strömberg päätti kehittää tasasuuntaajia nimenomaan oikosulkumoottoreihin. Tämä osoittautui jälleen kerran edistykselliseksi, kehitystä ennakoivaksi teknologiseksi valinnaksi.

Taajuusmuuttajien kehittyminen menestystuotteeksi on selostettu laajemmin toisaalla tässä kirjassa. Tiivistäen voisi sanoa, että menestyksen takana

hinnä HKL:n ja Helsingin metrotoimiston toimiminen vaativana ja ennakkoluulottomana tuotekehitysasiakkaana sekä 3) kotimaisen energiaintensiivisen prosessiteollisuuden merkittävä kysyntä, jota energiakriisi onnekkaasti tehosti.

Toinen tärkeä läpimurto oli elektroniikan mukaan tulo tuotteisiin ja myöhemmin digitaaliteknologia, joka syrjäytti analogiateknologian. Kuten edellä kerrottiin Strömberg lähti jo 1960-luvulla lisäämään ja kehittämään kokonaan uutta sähköteknologiaa elektroniikkaa hyväksi käyttäen. ABB Oy:ssä elektroniikka on nykyisin edennyt kokonaan uuteen kehitysvaiheeseen. Nyt digitaaliteknologia mahdollistaa sen, että teknologian "hard warea" käytetään platformina, jonka pohjalta ohjelmallisesti saadaan uusia tuoteominaisuuksia ja asiakaskohtaisia sovellutuksia. Tästä hyvänä esimerkkinä on releiden ja muiden suojauslaitteiden uudet tuotesukupolvet. Niistä on nopeaa vauhtia kehittymässä uusia menestystuotteita Suomen ABB:lle.

Muita Suomen ABB:n menestystarinoita ovat olleet metsäteollisuuden, laivojen ja voimalaitosten automaatiojärjestelmät, sähkökäytöt ja sähköistykset. Näissä kaikissa on selvästi ollut kyse kiinteästä ja hedelmällisestä yhteistyöstä kotimaisten kansainvälisesti kehittyneiden asiakasalojen kanssa. Sellu- ja paperiteollisuuden osalta tämä on johtanut ABB-yhtymässä maailmanlaajuiseen teknologiavastuuseen. Laivoihin ABB on yhdessä Masa-Yardsin kanssa kehittänyt Azipod ruoripotkurijärjestelmän, joka on jo menestystuote. Parhaillaan voimalaitoksille ja sähkönsiirtoverkkoon kehitetään teknologiaa, joka ottaa huomioon uudet kilpailullisten markkinoiden vaatimukset ja parantaa asiakasyritysten kilpailukykyä.

Myös oikosulkumoottorit ja suurmuuntajatkin ovat olleet Strömbergin ja myöhemmin ABB:n menetystarinoita. ABB on maailman kehittyneimpiä räjähdysvaarallisten tilojen moottoreiden kehittäjiä ja valmistajia. Samoin Suomen ABB on tuulimoottorigeneraattorien markkinajohtaja. Sähkötekniikan ja teollisuuden järjestelmien toimittajasta ABB Oy on myös voimallisesti diversifioitumassa teollisuuden käyttö- ja kunnossapitotoimintaan.

ABB:sta uusi omistaja

Strömbergiä yritettiin turhaan ostaa kolmeen otteeseen ulkomaille. Asea ja Siemens yrittivät saada yhtiön haltuunsa Suomen itsenäistymisen jälkimainingeissa. Siemens pelästyi Strömbergin silloista huonoa taloudellista tilannetta. Asea jatkoi omistusosuutensa kasvattamista ja oli saavuttaa tavoitteensa 1929. Puolustusministeriön ja Brown, Boveri & Cien (BBC) -yhtiön myötävaikutuksella valtaus torjuttiin. Molemmille, Asealle ja BBC:lle, jäi tasavahva 30 prosentin osuus. Koska yhtiöt kilpailijoina eivät

teki yhteistyötarjouksen Strömbergille, minkä Suomessa varsin laajasti katsottiin johtavan valtaukseen. Eduskunta jopa velvoitti hallituksen estämään "suomalaisen teollisuuden joutuminen ulkomaisten kartellien vaikutuspiiriin".

Strömbergin omistus 1960-1970 -luvuilla päätyi pitkälti sen kotimaisille asiakkaille. Merkittävinä omistajina olivat Tampella, Kymi, Valmet, Ahlström, Imatran Voima, Neste ja Outokumpu. 1980-luvulla näillä ei ollut halukkuutta sijoittaa yhtiön toiminnan vaatimiin investointeihin: tuotekehitykseen, markkinointiverkon kansainvälistämiseen ja uuteen tuotantoon. Lopulta omistus päätyi Kymi Kymmene Oy:lle ja yhtiöt fuusioituivat Kymi-Strömbergiksi. Kokonaisuuden oletettiin kestävän suhdannevaihtelut paremmin kuin erillisten yhtiöiden. Kun Kymi osti Kaukaan, metsäteollisuus sai yliotteen yhtiössä. Sähköteollisuudelle alettiin etsiä ostajaa. Lopulta 1986 Asea osti Kymi-Strömbergin sähköteollisuuden, käytännössä Oy Strömberg AB:n. Vähän yli vuosi oston jälkeen ASEA ja BBC fuusioituivat ABB:ksi. Strömbergistä muodostui ABB:n tytäryhtiö - ABB Oy.

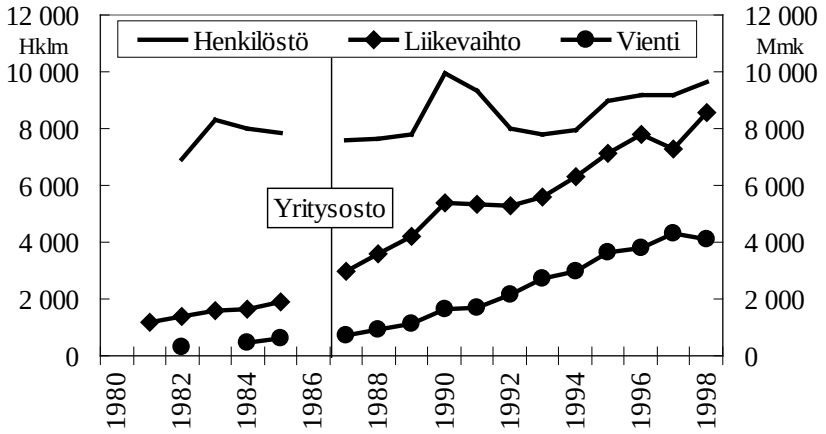
Suomen ABB osana ABB:tä

Ensimmäisten valatausyritysten ja viimein realisoituneen ulkomaisen yritysoston välisenä aikana oli tapahtunut merkittävä kehitys. Ensimmäiset valtausyritykset tehtiin Suomen markkinoiden valtaamiseksi. Strömberg oli kehittynyt valmistaja, mutta sillä ei ollut ainutlaatuisia tuotteita eikä ylivoimaista osaamista. Jos valtaus olisi tuolloin onnistunut, olisi se saattanut merkitä tuotannon siirtymistä ulkomaille.

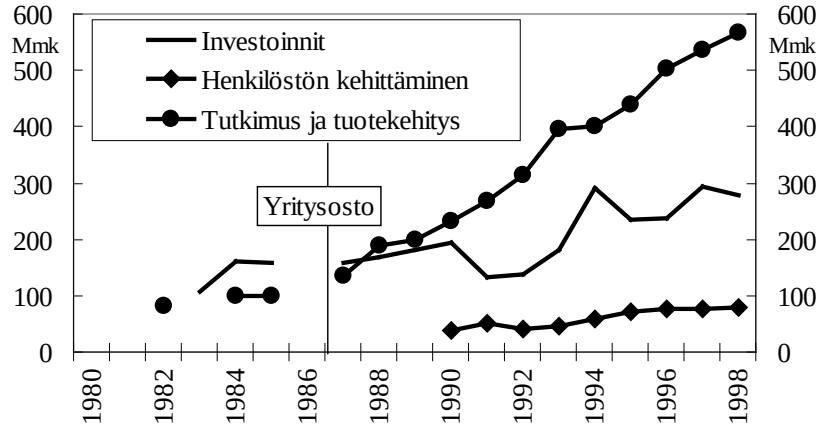
Se Strömberg, jonka ABB osti, oli laajasti pannut alulle tuotekehitysprojekteja ja kehittänyt yhdessä kotimaisen teollisuuden kanssa kansainvälisesti kilpailukykyistä osaamista. Nyt sitä ei enää kannattanut uhrata ostajayhtiöiden tuotannon kasvattamiseksi. Päinvastoin, ABB:n kansainvälinen yritysverkko tarjosi muun muassa erinomaisen markkinointikanavan Strömbergin tuotteille. Suomalaiset ovat voineet myydä tuotteensa ABB:n kansallisille yhtiöille, jotka paikallisen asiantuntemuksensa avulla ovat tehokkaammin voineet myydä ne omille markkinoilleen. Toisaalta myös keskeinen asema Suomen markkinoilla on ABB:lle tärkeä, kuten liikevaihdon jakautuminen vientiin ja myyntiin kotimaahan osoittaa.

Seuraavissa kuvioissa on esitetty Strömbergin ja ABB Oy:n kehitys ennen ja jälkeen vuoden 1987 yrityskaupan. Keskeiset muuttujat - liikevaihto, vienti ja henkilöstömäärä sekä panostukset tuotekehitykseen ja tutkimukseen, henkilöstön kehittämiseen ja investointeihin - osoittavat, että ulkomaalaisomistuksen vaikutukset Suomen kannalta ovat olleet positiiviset.

Kuvio 1. Oy Strömberg Ab:n ja ABB Oy:n henkilöstön, liikevaihdon ja viennin kehitys vuosina 1980 - 1998



Kuvio 2. Oy Strömberg Ab:n ja ABB Oy:n investointien, t&k-investointien ja henkilöstön kehittämispanosten kehitys



Uusia tuulia ABB:ssä

Nyt maailmanlaajuisessa ABB-yhtymässä puhaltavat uudet tuulet. Liiketoiminta-alueet on ryhmitelty uudestaan niin, että ne vastaavat paremmin asiakaskysyntää. Toiseksi yhtiö pyrkii vähentämään panostuksiaan pääomavaltaiseen, hitaasti kasvavaan teollisuuteen ja hankkimaan jalansijaa kasvualueilta. Rautatiekaluston valmistus on siirretty DaimlerChryslerille ja voimantuo-

tantoteknologia siirretään Ahstomin kanssa perustettavaan yritykseen ABB Ahlstomiin. Näiden vastapainoksi ABB on ostanut teollisuusautomaatioon erikoistuneita yrityksiä, tärkeimpänä Elasag Bailey Process Automation NV:n. Kolmas muutos on alueellisen organisaation purkaminen, mikä lisää globaalia optimointia tuotekehityksessä ja tuotannossa ja toisaalta lisää maakohtaisten yhtiöiden vastuuta paikallisista asiakassuhteista.

Mitä muutokset merkitsevät Suomessa? Nyt tiedossa olevat muutokset ovat seuraavat:

Organisaatio on uudistettu. Automaatio-alueeseen kuuluvat ABB Industry -yhtiöt, ABB Motors Oy ja ABB Substation Automation Oy. Tuotteet ja Urakointi -alueeseen kuuluvat ABB Service -yhtiöt, ABB Installaatiot -yhtiöt, ABB Control Oy ja ABB Fläkt. Voimansiirto ja Sähkönjakelu -alueen yhtiö on Suomessa ABB Transmit Oy. Rahoituspalveluista vastaa ABB Credit ja Erikoispalveluista ABB Corporate Research Oy, ABB Tools Oy ja ABB Current Oy.

Energian tuotantoteknologian siirtyminen uudelle ABB Ahlstom Powerille vaikutti myös Suomeen. Uuteen yhtiöön siirtynevät ABB Power Oy ja Ecopipe Oy. Edellisen vahvuusalueet ovat voimalaitosten kunnossapito ja ympäristönsuojeluteknologia. Ecopipe valmistaa kaukolämpöputkia Suomen, Venäjän ja Baltian markkinoille.

ABB:n panostukset nopeasti kasvavaan ja teknologiaintensiiviseen teollisuusautomaatioon luultavasti kasvattavat Suomen ABB:n automaatioyksiköitä, joiden tuotteet ovat maailmanlaajuisesti suhteellisen kilpailukykyisiä. Tuotteiden jatkuva uudistuminen, tuotannon tehokkuus ja asiakasalojen tuntemus eli teknologinen uudistuminen ovat kuitenkin erittäin tärkeitä myös jatkossa.

Globaalin optimoinnin lisääntyminen aiheuttaa muutospaineita ABB:n maailmanlaajuisessa organisaatiossa. Tuotekehitysvastuita ja tuotantoa luultavasti tullaan keskittämään kokonaisuuden kannalta optimaalisiin, harvempiin yksiköihin. Suomessakin tämä voi merkitä keskittymistä harvempiin tuotteisiin, joilla on kuitenkin alueellisesti laajemmat ja usein maailmanlaajuiset markkinat. Aiemminhan ABB:ssä maailmanmarkkinat oli monien tuotteiden osalta jaettu eri tehtaiden kesken. Myös tässä kilpailussa pärjääminen edellyttää jatkuvaa teknologista uudistumista.

ABB Oy:n kosketuspinnat Suomen energiaklusteriin ja teollisuuteen ovat laajat. Se on klusteri klusterissa. ABB:ssä Suomea pidetään maana, jossa teknologian toimittajan ja asiakkaiden suhteet ovat suhteellisen avoimet ja asiakkaat ovat valmiita aktiiviseen tuotekehitysyhteistyöhön.

Lähteet: Kai Hoffman, Strömberg 1889-1988, ABB Oy:n katsaukset 1989-1998 ja ABB Annual Report 1998.

4.7 Yhteenveto kilpailukyvyn osatekijöistä

Suomalaisen energiateknologian valmistuksen kilpailukyky on monien tekijöiden tulos. Sen syntyminen on vienyt vuosikymmeniä. Seuraavassa on yhteenveto kilpailukykyä selittävistä tekijöistä. Samalla on tarkasteltu tulevaisuudessa kilpailukykyyn vaikuttavia tekijöitä. Tarkastelussa käytetään Michael E. Porterin kilpailukyvyn timanttimallia teoreettisena viitekehyksenä.

Kysyntä ja asiakassuhteet

Teollisuuden vaativa kysyntä

Kotimainen kysyntä on tärkeä osaselitys useille suomalaisille energiateknologian menestystuotteille. Kun kysyntä on täyttänyt kolme ehtoa, tulokset ovat olleet merkittäviä:

1. Kysynnän on pitänyt olla riittävän suurta, jotta se muodostaa teknologiantoimittajalle riittävät markkinat ainakin tuotannon alkuvaiheessa.
2. Kysynnän on pitänyt olla vaativaa, jotta sen avulla on voitu kehittää kansainvälisesti kilpailukykyisiä, huippuluokan tuotteita.
3. Kysynnän on pitänyt ennakoida ulkomaista kehitystä, tai vähintäänkin kotimaisen esimerkin avulla on pitänyt voida herättää ulkomaista kysyntää.

Suhteellisen suuri, vaativa, ennakoiva kotimainen kysyntä on selvästi edistänyt mm. seuraavien tuotteiden tai tuotekokonaisuuksien kasvamista kansainvälisesti kilpailukykyisiksi menestystuotteiksi:

- Selluteollisuuden voimantuotannon koneita ja laitteita kehitettiin kotimaisten yhtiöiden tarpeisiin. Kehitystyötä ajava voima oli metsäteollisuuden tarve saada edullisesti ja riittävästi energiaa. Soodakattilassa puun jätejakeet voidaan muuttaa energiaksi ja samalla saadaan kemikaalit talteen.
- Metsäteollisuuden ja sen teknologiavalmistajien kysyntä on ollut tärkeää myös oikosulkumoottorien, taajuusmuuttajien ja

myöhemmin sähkökäyttöjen ja lopulta ohjausautomaation kehityksessä. Taajuusmuuttajien läpimurtoa helpotti energiakriisi, joka osoitti taajuusmuuttajien ominaisuudet sähkön säästäjinä. Oikosulkumoottorit sopivat tasavirtamoottoreita paremmin vaativaan teollisuuskäyttöön, mikä edisti kilpailukykyä nimenomaan niissä.

- Kotimaisten telakoiden kysyntä oli tärkeä tekijä suomalaisen dieselmoottoriteollisuuden kehitykselle. Se tarjosi suhteellisen suuren ja teknisesti vaativan alkuvaiheen kysynnän. Toinen esimerkki on erikoisaluksien (risteilyalukset, jäissä kulkevat alukset ja jäänsärkijät) ohjauksen tehostamiseksi kehitetty 360 astetta kääntyvä ruoripotkuri, joka on uusi viennin menestystuote.

Nämä ovat menestystuotteisiin johtaneita esimerkkejä. Osaamisen osalta voidaan todeta, että polttotekniikassa ja vaikeiden polttoaineiden kuten puun ja jätteiden polton hallinnassa ja toisaalta erilaisessa energiansäästötekniikassa teollisuuden asiakasvaatimukset ovat taanneet kehityksen.

Monissa tuotteissa ja osaamisen alueilla kotimaista kysyntää ei ole voitu tai osattu käyttää astinlautana vientiin. Esimerkiksi vesivoiman ja sähköistyksen investointiaallot kehittivät osaamista suurmuuntajatuotannossa ja suurten generaattorien valmistuksessa. Aallot eivät kantaneet riittävän pitkälle eivätkä vientiorganisaatiot olleet sellaisella tasolla, että näistä olisi tullut maailmanluokan tuotteita. Samanlaisia investointiaaltoja oli muuallakin maailmassa, joten vastassa oli kovaa kilpailua.

Energiayritysten monipuolisuus

Energiantuottajat ja erityisesti kunnalliset energialaitokset eivät ole olleet kysynnässään yhtä vaativia kuin teollisuus. Ennen sähkömarkkinoiden vapautumista ne alueellisten monopolien turvin pystyivät ylläpitämään kannattavuuttaan. Poikkeuksena kysynnän vaativuuden suhteen olivat Fortum Power and Heat ja PVO, joilla itsellään oli käytettävissä runsaasti teknistä henkilökuntaa ja keskinäisen kilpailun takia myös tehokkuuskiihokkeita.

Energialaitosten monilukuisuus sinällään on kuitenkin taannut sen, että Suomessa on ollut aina tilaa monille kilpaileville teknologi-

an toimittajille ja tuontikilpailulle. Tilanne oli samanlainen kuin teleklusterissa, jossa myös asiakaskunnan monilukuisuus oli teleteknologian kilpailukyvyn selittäjä. Tuotu teknologia on antanut käyttökokemusten myötä arvokasta tietoa kotimaiselle teollisuudelle.

Teleklusterista kysyntää sivutuotteille

Viime vuosina uutta kehittävää kotimaista kysyntää energiateknologialle ja sen sivutuotteille on ollut teleklusterissa. Hyvänä esimerkkiä ovat optisten kaapeleiden ja matkapuhelinkaapeleiden kysyntä ja telemastoinvestoinnit sekä matkapuhelinverkon laitteiden sähkötekniikka. Tältä alueelta ehkä löytyy myös suomalaisen energiaklusterin suurin menetetty mahdollisuus - matkapuhelimien akut. Niistä olisi voinut kasvaa todella merkittävä vientiartikkeli matkapuhelimien suosion kasvun myötä. Energia- ja teleklusterin rajapinnan kasvussa on kyse lähialojen synergiasta, johon palataan myöhemmin (ks. luku Tuki- ja lähialat, s. 178).

Kotimainen kysyntä on kilpailukyvyn muodostumisen kannalta ollut tärkeää alkuvaiheen tuotannon riittävän skaalan takaamiseksi. Sen vaativuus on auttanut erityisosaamisen kehittymisessä. Jos kotimainen kysyntä on ennakoinut maailmanmarkkinoita, se on ollut hyvä astinlauta vientiin.

Kilpailullisten energiamarkkinoiden teknologialaboratorio

Kotimarkkinakysyntä voi edelleen kehittää teollisuutta. Tästä ovat osoituksena avautuneet sähkömarkkinat. Kilpailu muuttaa teknologiainvestointien rakennetta ja teknologiaan liittyviä vaatimuksia.

Investoinnit voimaloihin ovat vähentyneet, koska nykyinen voimalakapasiteetti pystytään tehokkaammin hyödyntämään. Liiketoimintaympäristön ennustettavuuden vähenemisen vuoksi investoidaan pienempiin, nopeasti rakennettaviin ja joustavasti säädettäviin voimaloihin. Voimalaitosten ja verkon toimintaa tehostavien investointien merkitys kasvaa. Sähkön hankinnassa investoimalla mittaukseen ja optimointiohjelmiin voi hankkia tuntuvia säästöjä. Tuotteiden on kerättävä ja välitettävä tietoa, niitä on voitava käyttää ohjelmallisesti ja yhä enemmän suoritteita on automatisoitava.

Kilpailun avautuminen Suomessa ja Pohjoismassa ennen useimpia muita markkinoita on tehnyt kotimarkkinoista koekentän uuden energiateknologian valmistajille. Kansainvälisten yhtiöiden tulo energialaitosten omistajiksi ja operaattoreiksikin kotimarkkinoille avaa myös teknologiavalmistajille uuden markkinointikanavan.

Tulevaisuudessa kehitysimpulssit vientimarkkinoilta

Kun suomalainen energiateknologian valmistus on laajentunut ja kansainvälistynyt, kotimarkkinoiden koko suhteessa myynnin volyymiin on pienentynyt. Myös investointitoiminnan laantuminen kotimaassa on vähentänyt kotimarkkinakysynnän merkitystä. Yli 60 prosenttia suomalaisista energiateknologiatuotteista viedään, eräillä toimialoilla lähes koko tuotanto. (Ks. liitteen 4.1 taulukot, s. 202-225).

Yleinen kehityssuunta on myös kotimaisen asiakaskunnan, metsäteollisuuden voimayhtiöiden sekä engineering-yhtiöiden kansainvälistyminen. Se voi tukea energiateknologiayrityksiä vientimarkkinoilla. UPM ja Stora Enso ovat merkittäviä metsäteollisuuden investoijia kansainvälisillä markkinoilla. Fortum Power and Heat on merkittävä voimalaitos- ja verkkoinvestoija myös ulkomailla. Fortum Engineering kokoaa kansainvälisiä projekteja. Energy Ekono toimii konsulttina. Nämä yhtiöt tuntevat suomalaiset energiateknologiavalmistajat, mikä pienentää niiden riskejä. Yhteistyön edellytyksenä on luonnollisesti laitetarjousten kilpailukykyisyys. Toisaalta energiateknologiayritykset nykyisellään ovat huomattavasti kansainvälistyneempiä kuin kotimaiset asiakkaansa. Näin ne voivat omalta osaltaan pienentää kotimaisten asiakkaiden riskiä uusissa tuntemattomissa olosuhteissa. Parhaimmillaan kyse voi olla symbioottisesta, toisiaan tukevasta kansainvälistymisestä.

Tulevaisuudessa suomalaisten energiateknologiayritysten on kuitenkin entistä enemmän haettava kasvua ja kehitystä kansainvälisiltä markkinoilta. Tämä merkitsee sitä, että kullakin markkina-alueella johtavat yritykset on saatava avainasiakkaiksi ja yhteistyökumppaneiksi teknologian ja liiketoiminnan kehittämisessä. Karkeasti ottaen energiateknologian markkinoita voidaan luonnehtia seuraavasti:

Energian tuotantoteknologian nopeimmin kasvavat markkinat ovat Kaakkois-Aasiassa, jossa teollisuustuotannon kasvu ja elintason no-

pea nousu lisäävät energian kulutusta. Valtaosa laitostoimituksista ja niiden avainkomponentit sekä projektinjohto ovat tuontia, sillä näissä maissa ei juurikaan ole omaa energiateknologian tuotantoa ja investointeihin liittyviä palveluita. Energiaverkkojen puutteiden ja luonnonesteiden ja huoltovarmuusnäkökohtien takia tarvetta on runsaasti hajautetuille ja paikallisille ratkaisuille. Merkittäviä asiakkaita ovat IPP-investorit, jotka teknologian lisäksi haluavat projektinjohto-, rahoitus- sekä käyttö- ja kunnossapitopalveluita.

Energialiiketoiminnan vapauttaminen sekä kansallinen ja kansainvälinen kilpailu muuttavat Euroopan ja Amerikan energiamarkkinoita, mikä vaikuttaa merkittävästi teknologian kysyntään. Suuret energiantuotantoinvestoinnit pysähtyvät vuosiksi, kun ristikkäiskaupan avulla energian tuotantopotentiaali hyödynnetään paremmin. Investoinnit painottuvat hyötysuhteiden parantamiseen (lämpökuormien käyttöönotto, combivoimalat jne.), markkinoihin sopiviin pienempiin laitoksiin ja automaation ja muun työtä säästävän teknologian käyttöönottoon. Kunnossapito- ja perusparannusinvestointien merkitys kasvaa. Siirto- ja jakeluliiketoiminnan sekä myynnin erottaminen tuotannosta kannustavat verkkojen käyttöä, sähkön jakelua ja energian mittausta tehostaviin ja automatisoiviin investointeihin. Sähkökaupan, tasehallinnan ja energianhankinnan optimoinnin ohjelmistoille on syntynyt lupaavat markkinat. Kaiken kaikkiaan älykäs energian käytön, siirron ja jakelun teknologia painottuvat näillä markkinoilla. Tulevaisuuden energiateknologian tuottajien on oltava kehittämässä teknologiaa näillä markkinoilla, koska myöhemmin "uusi teknologia" leviää kaikkialle maailmaan.

Entisten sosialistimaiden voimalaitosten, energiaverkkojen ja energian käytön teknologian uudistaminen tehokkaammiksi ja ympäristöystävällisemmäksi on lähitulevaisuuden valtava työsarka. Itäisen Keski-Euroopan maissa tämä työ on alkanut ja Baltiassa alkamassa. Venäjällä merkittävät investoinnit rahoituksen puuttuessa ovat jäissä vielä joitakin vuosia. Energiantuotanto ja energiateknologia olivat Venäjällä suhteellisesti yhtä merkittäviä kuin metsäklusteri eri toimialoineen Suomessa. Energia eri muodoissaan toi valuuttatuloja, ja entinen Neuvostoliitto toimitti teknologiaa koko sosialistiselle leirille. Nyt Venäjän energiateknologian markkinat ja myös paikallinen energiateknologian tuotanto ovat uusjaossa. Euroopan unioni on energian nettotuoja ja Venäjä potentiaalinen energian viejä, joten Euroopan energiahuollossakin Venäjä on tärkeä.

Kiotosta kysyntää

Kioto-kysyntä[56] toteutuessaan muuttaa voimalaitosinvestointien rakennetta vähäpäästöisempiin voimalaitoksiin ja tuotantomuotoihin sekä lisää energiansäästön investointeja ja suuntaa investointeja maihin, joissa päästörajat eivät ole esteenä. Maailmanmitassa kasvaa atomivoimaan, vesivoimaan ja yhteistuotantoon perustuvien sekä kaasua, biopolttoaineita ja jätteitä raaka-aineinaan käyttävien laitosten kysyntä. Tuulienergiaa ja muita uusiutuvia energialähteitä hyödyntävien laitosten kysyntä kasvaa voimakkaasti, vaikka niiden osuus energiatarjonnasta ei nousisikaan merkittäväksi. Suomalaisyrityksillä on hyvät mahdollisuudet toimittaa ilmastopäästöjä vähentäviä energiantuotannon ja -säästön laitteita ja ratkaisuja. Lisäksi Venäjä, Ukraina ja Baltian maatkin muodostavat merkittävät yhteistoteutuksen markkinat. Kotimaassa päästörajoitusten saavuttaminen, mikäli ydinvoimaa ei rakenneta, on energiateknologian kehittämisen kannalta erittäin haastava ja kehittävä tehtävä.

Tuki- ja lähialat

Lähi- ja tukialat voivat tuoda klusterille kilpailukykyä usean eri vaikutuskanavan kautta. Jos toimialalla on toimittajina kansainvälisesti kilpailukykyisiä tukialoja, voi toimialan lopputuotteissakin kehittyä kilpailukykyistä valmistusta. Toisaalta toimialojen tuotteilla voi olla jokin vahva side, esimerkiksi samanlainen teknologia tai jopa tuote, samat asiakkaat, yhteinen jakelukanava, samat tavarantoimittajat jne., jonka kautta kilpailuedut voivat syntyä. Näitä voidaan kutsua lähialoiksi.

Lähialojen synerginen hyödyntäminen

Suomen energiaklusterissa hyvänä esimerkkinä diversifiotumisesta lähialalle on Wärtsilä NSD. Se laajeni laivanmoottorien valmistajasta voimalaitosmoottorien, voimalaitosten koneistojen ja lopulta voimaloiden toimittajaksi. Samat moottorit kävivät niin laivoihin kuin voimalaitoksiinkin ja myynnissä, jakelussa ja huollossa voitiin

[56] Kioton päätösasiakirjassa teollisuusmaat sitoutuivat rajoittamaan omia ilmastopäästöjään ja auttamaan muita maita rajoittamaan päästöjään. Päätös toteutuessaan luo merkittäviä investointeja.

käyttää merimoottoreiden vastaavaa organisaatiota, mistä saatiin olennaisia yhteistuotannon etuja.

Voimalaitoskattiloissa ja selluteollisuuden kattiloissa on myös paljon samankaltaisuutta, mistä syystä samoja tuotantoresursseja ja suunnittelijoita voidaan käyttää. Voimalainvestoinnit ja metsäteollisuuden eriaikaiset suhdanteet ovat tasanneet yritysten kuormitusta. Näitä synergiaetuja on laajasti hyödynnetty. Nyt toimialarationalisointi on vienyt nämä tuotteet eri yrityksiin. Selkein työnjako on markkinoinnissa. Voimalaitoskattiloiden valmistajat tekevät yhä alihankintana selluteollisuuden kattilat ja osan suunnittelutyöstäkin.

Teknologisesti samanlaisia ovat sähkömoottorit ja generaattorit, joten samat yritykset valmistavat niitä. Resepti on kuitenkin sama kaikkialla maailmassa. Suomessa valmistusta on ABB Industryssä ja ABB Motorsissa, edellisen valmistaessa isompia ja jälkimmäisen pienempiä moottoreita ja generaattoreita. Kilpailuetua yritykset ovat saaneet *soveltamalla tunnettua teknologiaa uusille, erikoisille asiakasaloille* ja vähitellen eriyttämällä tuotteita. Esimerkkeinä tästä ovat räjähdysherkkien tilojen moottorit ja tuulivoimaloiden generaattorit.

Komponenttitoimittajasta laitetoimittajaksi?

Kansainvälisesti kilpailukykyisten kotimaisten komponenttien ja muiden panosten toimittajien pohjalta Suomen energiaklusteriin ei ole syntynyt menetystuotteita. Tällaisia elementtejä on kuitenkin esimerkiksi kaapelituotannossa (kupari- sekä kumi- ja muoviteollisuus raaka-aineentuottajana sekä kaapelikoneet tuotantoteknologiana). Tässä suhteessa tulevaisuuden mahdollisuus ovat kuitenkin tuulivoimalat, joissa Suomessa on keskeisten komponenttien maailmanmitassa kilpailukykyistä tuotantoa. Lisäksi on sellaisia uusia teknologioita, joita kilpailijamaissa ei ole kehitetty yhtä pitkälle, kuten jäänestojärjestelmät ja hydraulinen voimansiirto.

Tele- ja energiaklusterin rajapinnassa kasvua

Kasvupisteitä on myös tele- ja energiaklusterin rajapinnassa. Energiaklusterin yritykset hyödyntävät teleteknologian tuotteita ja toisaalta komponenttivalmistajia nykyistä enemmän ja toisin päin. Teleteknologialla on käyttöä sähkömarkkinoiden tiedonvälityksessä ja esimerkiksi energiankulutuksen automatisoidussa seurannassa ja

ohjauksessa. Vastaavasti teletekniikan valmistajat käyttävät monia sähköteknisiä komponentteja ja tuotteita esimerkiksi piirikortteja, akkuja ja johdinsarjoja. Esimerkkinä komponenttivalmistajien yhteiskäytöstä on Elcoteq, joka kokoaa sekä tele- että sähkötekniikan elektroniikkakomponentteja.

Energia- ja televerkot yhdentyvät?

Matkapuhelinteknologian läpimurto on muuttanut rakenteita sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa. Yhdessä kilpailun vapauttamisen kanssa se on mullistanut täydellisesti teleoperaatiotoiminnan. Monet teleyhtiöt eivät nykyisin ole kiinnostuneita rakentamaan ja omistamaan lankaverkkoja, vaan mieluummin vuokraavat verkkokapasiteettia. Tämä voi johtaa siihen, että energiaverkkoyhtiöt[57] ottavat hoidettavakseen myös rahalliselta arvoltaan vähäisempien televerkkojen ylläpidon, koska usein verkot on edullista rakentaa toistensa yhteyteen. Lisäksi niiden tekniset yhdistymismahdollisuudet kasvavat. Tämä voi johtaa tele- ja sähköverkon teknologiavalmistuksen uuteen integraatioon, samoin kuin verkon rakentajien erojen poistumiseen. Tämä voi muuttaa myös teknologiaa toimittavia yhtiöitä, koska asiakunta on sama, verkkojen rakentamisessa pyritään synergiahyötyihin ja vaatimukset teknologioiden sulautumisesta ja monikäyttöisyydestä kasvavat. Kaapelintekijät saattavat siirtyä myös verkonrakennukseen tai ainakin sofistikoidumpien tuotteiden ja palvelujen toimittamiseen verkonrakentajille, koska (varsinkin optisten) kaapeleiden hinnat alenevat, mikä pakottaa etsimään uusia tulonlähteitä.

Energia- ja telemarkkinoiden lähes täydellisen vapauttamisen seurauksena on todennäköistä, että tämä kehitys käynnistyy muuta maailmaa varhaisemmin omilla kotimarkkinoillamme tai ainakin yhtä aikaa muiden edelläkävijämaiden kanssa. Näin suomalaiset yritykset voivat jälleen hankkia kilpailukykyä maailmanmarkkinoiden kehitystä ennakoivilla, ennakkoluulottomilla kotimarkkinoilla.

[57] Siirtoliiketoiminnan erottaminen sähkön tuotannosta ja myynnistä, ristisubventioiden kieltäminen ja kiristynyt kilpailu energialiiketoiminnassa voivat luoda puhtaita sähköverkkoyhtiöitä.

Kehittyvistä yritysverkoista resursseja

Menetystuotteen tuotantoon ja projektitoimituksiin on vähitellen syntynyt kilpailukykyistä tuotantoa ja palveluita. Edellisestä ovat esimerkkeinä dieselvoimalaitokset, taajuusmuuttajat ja releet ja niiden alihankkija- ja yhteistyöverkko. Voimaloiden projektitoimituksissa työskentelee konsultteja ja suunnittelu-, sähköistys- ja automaatiotoimittajia esimerkiksi Energia-Ekono, ABB, Vaasa Engineering ja Valmet Automation.

Toisaalta engineering-yritykset ovat kyenneet rakentamaan projektiorganisaatioita, joissa ne hyödyntävät kotimaisia laitetoimittajia. Megaluokan esimerkkinä tästä on Fortum Power Engineering ja toisesta ääripäästä Tamentec, joka toimittaa kattilalaitoksia. Edellisessä ammattitaito on peräisin energialiiketoiminnan voimalaitosprojekteista. Jälkimmäisessä puolestaan keskeiset henkilöt toimivat aiemmin suuren kattilavalmistajan palveluksessa.

Käyttö ja kunnossapito laajentumisalueena

Käyttö- ja kunnossapitotoiminnot tulevat yhä tärkeämmäksi teknologiavalmistajille. Tätä kautta saadaan hallintaan muun muassa kasvava varaosamyynti sekä päästään toteuttamaan perusparannuksia. Toisaalta myös energiayhtiöistä irtoavat käyttö- ja kunnossapitoyhtiöt ovat tulossa samoille markkinoille.

Palveluliiketoiminta on houkutteleva vaihtoehto laitevalmistajalle. Siirtyminen laitevalmistuksesta vapauttaa pääomia, jolloin sijoitetun pääoman tuotto kasvaa. Näyttää kuitenkin siltä, että onnistunut palvelutoiminta ja kasvavan verkoston hallussa pitäminen vaatii kovan ytimen. Sellainen voi olla oma kilpailukykyinen teknologia ja siitä syntyvä erityisosaaminen.

Tuotannontekijät

Klusterilla voi olla käytössään perittyjä tai luotuja tuotannontekijöitä, jotka voivat vaikuttaa sen kilpailukykyyn. Myös olosuhteet, kuten ilmasto ja pitkät välimatkat, kuuluvat laajasti ymmärrettynä tuotannontekijöihin.

Vaativat olosuhteet teknologian kehittäjänä

Energiateknologian kehitykseen ovat ratkaisevasti vaikuttaneet energialiiketoiminnan "perityt" tuotannontekijät tai oikeastaan niiden puute. Suomessa ei ole Norjan ja Ruotsin tavoin runsaita vesivaroja. Meillä ei ole ylenmääräisiä öljy- ja kaasuvaroja kuten Venäjällä eikä hiilivaroja kuten esimerkiksi Saksalla ja Puolalla.

Omien primäärienergialähteiden vähyys yhdistyneenä riskinkarttamiseen on johtanut siihen, että Suomessa sähkö- ja lämpöenergiaa tuotetaan hyödyntäen erittäin monipuolisesti eri primäärienergian lähteitä. VTT:n selvityksen mukaan sähkön tuotantorakenne Suomessa on maailman monipuolisimpia. Tämä on vaikuttanut teknologiaan, sen tuotantoon ja teknologiseen osaamiseen.

Resurssien niukkuuden seuraus on ollut kattilalaitosten monipolttoaineisuus, biopolttoaineiden ja muiden vaikeiden polttoaineiden kuten jätteiden polttotekniikan hallinta ja näiden laajamittainen käyttö. Samaan kategoriaan kuuluu turpeen käyttö polttoaineena. Biopolttoaineista metsätähteen[58] keräys vaatii oman teknologiansa. Eri tutkimuslaitokset ja yritykset ovat suunnitelleet jo tähän teknologiaa. Heti kun keruujärjestelmä saadaan toimimaan alkaa myös laitteiden laajamittaisempi valmistus tavoitteena hallita syntyviä maailmanmarkkinoita.

Resurssien niukkuus ja vastapainona teollisuuden energiantarpeet toivat myös ydinvoimalat ja ydinvoimalaosaamisen maahan. Maantieteellinen sijainti ja poliittiset sekä kauppapoliittiset intressit pakottivat ostamaan Loviisan ydinvoimalan Neuvostoliitosta, mistä syistä Suomessa (IVOssa, Säteilyturvakeskuksessa ja VTT:ssä) on nyt paras mahdollinen asiantuntemus näiden voimaloiden turvallisuuden tarkkailussa ja kehittämisessä.

Viimeisiä kilowatteja on vangittu vesivoimasta, mistä syystä pienvesivoimassa on osaamista ja useampia laitetoimittajia. Kun energian hinta nousee, tuulivoimaa ryhdytään valjastamaan.

Resurssien niukkuuden vaikutuksen energiatekniseen teollisuuteen voi ehkä selkeimmin nähdä vertaamalla Norjaa ja Suomea.

---

[58] Metsätähdettä ovat puiden latvat ja oksat. Kannot juuristoineen ovat vaikeammin kerättävissä, mutta niiden energiasisältö on merkittävä.

Suomessa energiatekninen teollisuus on huomattavasti monipuolisempaa ja suurimittakaavaisempaa. Norjassa kehittyneintä on vesivoimaloiden teknologia, jolle siellä on ollut kotimaista merkittävää kysyntää.

Kylmä ilmasto on vaikuttanut sähkön ja lämmön yhteistuotannon laajamittaiseen käyttöön. Kaukolämmöstä noin 90 prosenttia tuotetaan yhteistuotantona. Yhteistuotantoratkaisuja on kehitetty kattilavoimaloille mutta myös dieselvoimaloille. Yhteistuotannossa päästään erillistuotantoa parempiin hyötysuhteisiin, koska myös lämpöenergia saadaan hyötykäyttöön. Vähäisempi polttoainekulutus tekee yhteistuotannosta erillistuotantoa huomattavasti ympäristöystävällisemmän.

Kesällä kaukolämmön tarve on vähäisempi kuin talvella. Kaukolämmöstä voidaan jääkaapista tutulla tekniikalla tehdä kaukokylmää. Tämä entisestään parantaa yhteistuotannon kannattavuutta. Kaukokylmän tuottamisesta on jo käynnissä Helsingin Energian ja ABB:n koeprojekti. Kaukokylmä tekisi yhteistuotannon taloudellisesti kannattavaksi myös lämpimillä seuduilla.

Resurssien niukkuus ja kylmä ilmasto ovat alun perin olleet haittatekijöitä Suomen kansantaloudelle. Ne ovat kuitenkin pakottaneet kehitystoimintaan - tekniikan ja järjestelmien kehittämiseen ja näihin liittyviin innovaatioihin. Näiden kautta Suomi on saanut kansainvälisesti kilpailukykyistä energiateknistä teollisuutta. Resurssien niukkuudesta on kasvettu teknologian vientiin.

Pitkät välimatkat ja harva asutus ovat olleet vaativia verkonrakentajille. Tutkimusten mukaan suomalainen siirto- ja jakeluverkko ovat yhtä tehokkaita ja osittain tehokkaampia kuin verkot tiheämpään asutuissa maissa (ks. luku 5). Pitkillä etäisyyksillä siirrot on edullista tehdä korkeilla jännitteillä. Tämä johti mm. 400 kV siirtoverkon rakentamiseen ensimmäisenä maailmassa ja edisti suurmuuntajien kehitystyötä. Metsälinjoille kehitettiin päällystetty riippukierrejohto oikosulkujen välttämiseksi. Viennissä merkittäviksi voivat kehittyä verkonkäytön ja kaukovalvonnan laitteet, esim. kommunikoivat ja ohjelmallisesti ohjattavat releet. Jos verkkojen rankentaminen, kunnossapito ja operointi siirtyvät näihin erikoistuneiden yritysten tehtäväksi, mistä on nähtävissä merkkejä, verkkojen tehokkuus voisi kasvaa ja kustannukset laskea. Samalla teknologian kehittäjät saavat vaativampia asiakkaita.

Kilpailukykyinen valmistuskapasiteetti

Merkittävä kilpailutekijä energiateknologian valmistajille on *alihankintatyötä tekevä kehittyvä metallituote- ja konepajateollisuus*. Alihankkijoiden merkitys on kasvanut toimintojen ulkoistamisen ja verkottamisen myötä. Usein vain kriittisten osien tuotanto, tuotekehitys sekä myynti ja markkinointi hoidetaan itse.

Alihankinnassa on tapahtunut kolme merkittävää uudistusta suhteellisen vähän ajan sisällä:

1. Joistakin alihankkijoista on kehittynyt systeemialihankkijoita, jotka yhdistävät kokonaisen alihankintaverkon työn.
2. Valmistajat ottavat alihankkijoita mukaan yhteiseen tuotekehitykseen.
3. Valmistajat kannustavat tekemään alihankintaa useammalle valmistajalle, jopa kilpailijoille, koska suhdannevaihtelut voivat ajaa pelkästään yhdestä asiakkaasta riippuvat alihankkijat ylitsepääsemättömiin vaikeuksiin.

Tietotekniikan ja automaation lisääntyessä laitteissa energiateknologian valmistajat tarvitsevat entistä *enemmän myös elektroniikan komponentteja valmistavia ja kokoavia yrityksiä*. Näiden lukumäärä ja suurimpien valmistajien koko ovat kasvaneet teleklusterin kasvun myötä. Usein samat valmistajat voivat valmistaa komponentteja myös energiatekniselle teollisuudelle. Energiaklusterin keskeiset alihankintaverkostot ovat saavuttaneet osittain koon, jossa ne muodostavat toimituskykyisen, kriittisen massan.

Tehokkaat t&k-panostukset

Energiateknologian tuotannontekijöistä tutkimus ja tuotekehitys sekä osaavan työvoiman kouluttaminen ovat kilpailukyvyn kehittymisen tärkeimmät yksittäiset selittäjät. T&k:ta on tehty sekä yrityksissä että julkisen vallan ja yritysten yhteistyönä korkeakouluissa, VTT:ssä ja muissa tutkimusyksiköissä. Yhteishankkeissa Tekesin rahoituspanos on ollut merkittävä.

Yritysten sisäinen tutkimus- ja kehitystoiminta on painottunut alan johtaviin yrityksiin energiateknologian eri osa-alueilla. T&k-toiminnan ja yrityksen koon välillä vallitsee vahva vuorovaikutus; yritysten kuten

ABB:n, Kvaerner Pulpingin ja Foster Wheelerin ja niiden edeltäjäyhtiöiden sekä Ahlstrom Machineryn ja Wärtsilä NSD:n kansainvälinen menestys ja siitä seurannut liiketoiminnan laajeneminen on ollut suuressa määrin seuraus niiden onnistuneesta ja ennakkoluulottomasta tuotekehityksestä. Vastaavasti nopea teknologinen kehitys on edellyttänyt tuotekehitykseen suunnattujen resurssien jatkuvaa lisäämistä, missä kilpailuetu on juuri suuryrityksillä. T&k-toiminnan rahoitus ja siihen liittyvät riskit ovat olleet keskeisiä syitä kotimaisten teknologiavalmistajien siirtymiselle kansainvälisiin suurkonserneihin.

Ulkomaisesta omistuksesta huolimatta merkittävä osa suurimpien teknologiavalmistajien tutkimus- ja kehitystoiminnasta on edelleen Suomessa, mikä kuvaa maan kykyä ylläpitää suhteellista etuaan uuden tietotaidon lähteenä. Kilpailuetu perustuu paitsi kotimaisen laitevalmistuksen pitkiin perinteisiin myös julkisen vallan vahvaan panostukseen korkean teknologian tutkimukseen ja sen tehokkaaseen organisointiin.

Suurimpien teknologiavalmistajien tutkimus- ja kehitysmenot ovat vuosittain yhteensä noin 1,5 mrd mk. Myös julkisissa energiateknologiaohjelmissa yritysten rahallinen panos on ollut merkittävä. Esimerkiksi vuosien 1993-1998 energiateknologiaohjelmien 1,2 mrd mk:n kokonaisrahoituksesta yritysten, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten osuus oli noin puolet.

Julkisen vallan teknologiaohjelmat ovat luoneet yritysten, tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen välisiä yhteistyöverkostoja, joissa tiedon leviäminen on saanut aikaan positiivisia ulkoisvaikutuksia ja vahvistanut yritysten kilpailukykyä (ks. Tekes, Teknologiaraportti 10/98). Perustutkimukseen keskittyneet osa-ohjelmat ovat olleet riittävän yleisiä kannustaakseen keskenään kilpailevia laitevalmistajia ja tuki- ja lähialojen yrityksiä osallistumaan niihin. Esimerkkinä mainittakoon Liekki 2 -ohjelma, johon osallistuivat höyrykattilavalmistajien lisäksi Wärtsilä NSD ja nykyisen Fortumin edeltäjät IVO ja Neste. Tuotekehityshankkeet ovat olleet yrityskohtaisempia ja parantaneet suoraan yritysten kilpailukykyä.

Laadukas koulutus ja tuottava insinöörityö

Yrityshaastatteluissa korostettiin, että suomalaisen insinöörityön tehokkuus ja edullinen hinta-laatusuhde ovat yksi energiaklusterin kilpailukyvyn perustekijä. Nämä ovat monen asian yhteistulos. Perustana on tietysti laadukas ammatillinen ja akateeminen koulutus. Op-

piminen työssä ja yrityksiin kerääntyneen tietämyksen tehokas siirto ovat myös tärkeitä, koska koulutusjärjestelmän antama tieto on pakosta yleisempää ja tiedeorientoituneempaa kuin yritysten heterogee-niset liiketoiminta- ja teknologiaosaamisen alueet. Kolmas tärkeä tekijä on tiedon kulku saman alan yritysten ja valmistajien ja asiakkaiden välillä.

Suomalaisen insinöörityön tehokkuus ilmenee erityisesti projektijohtamisessa, tuotannonjohtamisessa ja tuotekehitys- ja tutkimustyössä. Tämä arvio perustuu haastatteluihin ja käytännön esimerkkeihin niissä yrityksissä, joilla on kansainvälistä toimintaa. Kattavaa palkkatason sekä vienti- ja t&k-projektien ja tehtaiden tehokkuuksien systemaattista vertailua ei ollut mahdollista tehdä.

Työvoiman lähettäminen ulkomaille muihin kuin projektinjohtotehtäviin ei sivukustannusten takia laajassa mitassa ole kovin kannattavaa, joten se on kompensoitu tuotteiden korkealla kotimaisella esivalmistusasteella. Lisäksi tuotiin esille, että hyvää ja edullista insinöörityötä alkaa olla saatavissa kehittyvistä maista, erityisesti Intiasta. Tulevaisuudessa yhtiöt rekrytoivat esimerkiksi engineering-panosta eri maista riippuen projektin kohdemaan sijainnista ja tarvittavasta osaamisesta. Puutteena nostettiin esiin se, että isompien yritysten ylempiin johtotehtäviin ja johtotehtäviin kansainvälisissä konserneissa ei Suomessa ole saatavissa koulutusta.

Energiateknologia-yritykset tarvitsevat varsin laaja-alaisesti teknistä koulutusta. Ydinosaamiseen liittyvää koulutusta on energiatekniikka, konetekniikka, materiaalitekniikka, prosessitekniikka sekä sähkötekniikka ja eräiltä osin myös puunjalostus- ja kemiantekniikka. Teknologian osalta koulutus on korkealaatuista. Liiketoiminnassa tarvitaan myös projektitoiminnan, tuotannon ja tuotekehitysprosessien hallintaa. Myös energialiiketoiminnan kaupallistuminen ja kansainvälistyminen muuttavat osaamistarpeita. Näiden osuus koulutuksessa on kasvussa.

Maantieteellisesti koulutus ei ole sijoittunut täysin optimaalisesti. Esimerkiksi Vaasassa olisi tarvetta korkeakoulutasoiseen teknilliseen opetukseen ja tutkimukseen. Lappeenrannassa ei juuri ole alan teollisuutta, mutta sen sijaan aktiivinen korkeakoulu. Korkeakoulujen toteutettu hajasijoitus ja teknillisten oppilaitosten statuksen nostaminen turvaavat kasvukeskusten ulkopuolella olevien tehdaspaikkakuntien korkeasti koulutetun työvoiman saantia. Käytännössä koulutuksen koettu taso ja korkeakoulun merkitys teollisuudelle on suu-

relta osin kiinni professori- ja opettajakunnasta. Opiskelijoiden sijoittumisen ja rekrytoinnin kannalta tärkein kanava ovat diplomityöt.

Pienen maan organisatorinen tehokkuus

Energiaklusterin kilpailukyvyn muodostumiseen on omalta osaltaan vaikuttanut pienen maan organisatorinen tehokkuus. Alalla toimivat tuntevat toisiaan yli organisaatiorajojen. Teknologian valmistajat ja käyttäjät ovat tehneet laajasti yhteistyötä. Tekesin energiateknologiaohjelmat sitoivat eri osapuolia pitkäaikaiseen t&k-yhteistyöhön ja Ulkomaankauppaliitto yhteistyöhön viennin ja kansainvälistymisen edistämisessä. Tieto liikkuu seminaareissa, messuilla ja myös epävirallisten kontaktien kuten alan järjestöjen piirissä. Tärkeä klusterin kokonaistehokkuutta nostava tekijä on työvoiman siirtyminen yrityksestä toiseen.

Kilpailu, toimialojen rakenne, yritysstrategiat

Normaalisti kotimainen kilpailu kehittää yrityksiä tehokkaasti. Yritykset toimivat samanlaisissa institutionaalisissa olosuhteissa, joten keskinäinen vertailu on helppoa. Huonosti menestyvien on parannettava omaa toimintaansa, koska tekosyitä ei voi hakea erilaisista olosuhteista. Usein todellista kilpailuetua voi saada vain uusista innovaatioista.

Kehittävä, monipuolinen kilpailu

Suomen energiaklusterissa kilpailun rooli ja merkitys on ollut huomattavasti monitahoisempi kuin Porterin teoreettinen yleistys.[59]

- Monilla alueilla kotimaista kilpailua ei ole ollut. Kotimainen tuotanto on syntynyt täyttämään tarjonnan aukkoja ja kilpailemaan tuonnin kanssa. Esimerkiksi ABB:n edeltäjän Strömbergin tuotevalikoimassa tämä oli tilanne monen tuotteen kohdalla. Samoin esimerkiksi Ensto on tuonut markkinoille tuotteita, jotka selkeästi täydensivät muiden kotimaisten valmistajien tuotevalikoimaa.
- Ulkomainen tuontikilpailu on ollut tärkeä kehitystekijä. Selkeästi tämä näkyi 1960-luvulla, kun yritykset valmistuivat 20 vuotta kes-

[59] Porter, 1990.

täneen tuontisäännöstelyn oloista vapaaseen kilpailuun. Tämä kehitysvaihe pakotti esimerkiksi Strömbergin tuote tuotteelta tarkastelemaan kilpailukykyään. Seurauksena olivat panostukset erityisosaamiseen kuten elektroniikkaan ja toimet eri tuotteiden kilpailukyvyn parantamiseksi. Tämän jälkeen kehitys on ollut tasaisempaa. Moniin maihin verrattuna Suomi on kuitenkin ollut hyvin avoin teknologian tuojille, mikä on merkinnyt jatkuvaa kilpailukykyhaastetta kotimaisille yrityksille.

- Kattilateollisuudessa kilpailu kotimaisten valmistajien välillä on ajoittain ollut erittäin veristä. Sillä on ollut sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia. Yritykset ovat panostaneet tuotekehitykseen ja toimintansa kehittämiseen. Toisaalta tarjoustilanteissa keskinäinen kilpailu on syönyt katteita. Loppujen lopuksi kilpailuasetelmat olivat niin ankarat, että kattilateollisuuden toimialarationalisointi ei yhdistänyt kotimaisia valmistajia vaan vei ne kahteen kilpailevaan kansainväliseen yritysryhmään. Kansainvälistä kattilateollisuuden kilpailua käydään suomalalaisten valmistajien kesken.
- On myös toimialoja, joilla uusi kotimainen kilpailu virkistää valmistajien toimintaa. Esimerkkejä tästä ovat pienkattiloiden valmistus, taajuusmuuttajien valmistus sekä erilaiset käyttö- ja kunnossapitotehtävät.
- Myös toimialojen rajojen murtuminen on lisännyt kilpailua. Selvin esimerkki on engineering-toiminnan ja laitevalmistajien samankaltaistuminen. Fortum Power Engineeringin toimintatavat muistuttavat jo hyvin läheisesti esimerkiksi Kvaerner Pulpingin, Foster Wheelerin tai Wärtsilä NSD:n toimintatapaa. Kaikilla merkittäviä funktioita ovat tuotekehitys ja laitosten toimittamiseen liittyvä suunnittelu, markkinointi ja asiakassuhteiden ylläpito sekä toimitusten jälkeen after sales -aktiviteetit. Erottavana toimintana on laitevalmistus. Engineering-yritys kytkee kulloinkin sopivan laitevalmistajan verkkoonsa. Teollinen yritys puolestaan hoitaa kriittisten komponenttien valmistuksen itse, mutta teettää myös merkittävän osan laitteista alihankintaverkossaan.
- Kilpailua on esiintynyt myös vaihtoehtoisten teknologioiden välillä. Selvimmin tämä on näkynyt tilaajien mahdollisuuksina valita eri voimalaitostyyppien ja polttoainevalikoimien välillä, jotka lopputuloksena tuottavat kuitenkin halutun kombinaation sähköä, lämpöä ja tarvittaessa höyryä.

- Myös yrityskentän uudelleen muotoutumisesta ja kilpailun kiristymisestä on merkkejä nähtävissä. Esimerkiksi paljon pääomia sitovasta ja hitaan kasvun laitevalmistuksesta pyritään palvelutoimintaan. Voimalaitostoimittajasta voi tulla voimalaitoksen käyttäjä ja omistajakin. Sähkölaitos- tai teollisuusautomaation toimittaja voi siirtyä hoitamaan toimittamiaan prosesseja. Kaapelinvalmistaja voi ryhtyä toimittamaan erilaisia verkon laitteita ja ottaa vähitellen vastuulleen verkon ylläpidon.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että Suomessa tuontikilpailun, osin kotimaisen saman toimialan kilpailun ja eri toimialojen yritysten keskinäisen kilpailun ansiosta toimintaa kehittävää kilpailua on esiintynyt runsaasti. Asiakkaille on useimmiten ollut tarjolla teknisesti tai palvelupaketiltaan erilaisia tarjouksia. Tämä on myös pakottanut asiakkaan arvioimaan tarjottavan teknologian ja palvelujen tuottamaa lisäarvoa, mikä on tarjonnut hyvää palautetta teknologian toimittajille.

Täydentyvä toimialarakenne

Suomen energiaklusterin teknologiavalmistus on kehittynyt suhteellisen kattavaksi. Yrityksiä on kaikilla sektoreilla: energian tuotantoteknologian valmistuksessa, energian siirron ja jakelun teknologiassa ja energian käytön teknologiassa. Merkkinä klusterin elinvoimasta ja jatkuvasta uudistumisesta voidaan pitää sitä, että uusia yrityksiä syntyy ja sitä kautta toimialarakenne täydentyy.

Viime vuosina on syntynyt uusia yrityksiä, jotka ovat mm. pienten kattilalaitosten valmistajia, uusia taajuusmuuntajien ja sähkökojeiden valmistajia sekä energialiiketoiminnan ohjelmistoihin erikoistuneita atk-yrityksiä. Toinen kehityssuunta on energiateknologiaa palveleva elektroniikka-alihankinnan synty sekä vahvistuva metallituotteiden alihankinta. Kolmas selkeä kehityssuunta on engineering-toiminnan vahvistuminen. Lisäksi energiateknologiayritykset ovat voimakkaasti diversifioituneet teleklusterin verkonrakennukseen sekä teollisuuden käyttöön ja kunnossapitoon.

Kaiken kaikkiaan vahvistuva kehityssuunta on energiateknologian valmistajien kasvava siirtyminen teknologiaansa liittyvään palveluliiketoimintaan. Tämä tendenssi voi voimistua asiakaskunnan muutosten takia. Sähkön tuotannon ja myynnin erottaminen verkonpidosta ja ristisubventiokielto luovat pohjan puhtaiden verkkoyhtiöiden synnylle. Paineet siirtomaksujen alentamiseen puolestaan voivat joh-

taa verkon rakentamisen ja ylläpidon siirtymiseen siihen erikoistuneille yhtiöille. Tämä avaa uuden diversifioitumisalueen verkon teknologian valmistajille.

Laaja ulkomaalaisomistus

Merkki suomalaisen energiateknologian valmistukseen kätkeytyvästä liiketoimintapotentiaalista on se, että kansainväliset energiateknologian johtavat valmistajat ovat halukkaita ostamaan suomalaisia energiateknologiayrityksiä sekä jatkamaan ja tukemaan niiden toiminnan kehittymistä. Tämän havaitsee selvimmin vertaamalla tilannetta esimerkiksi elintarviketeollisuuteen, jossa yrityksiä ostetaan pääsääntöisesti lopetettavaksi, ja jos yritys ostetaan t&k-toiminnan takia, innovatiivinen toiminta usein siirretään ostajamaihin.

Energiaklusterin yrityksistä ulkomaisessa omistuksessa ovat sähkötekniikkaa valmistava ABB Oy, siitä lohjennut ABB Ahlstom Power, kattilateollisuudesta Kvaerner Pulping ja Foster Wheeler, kaikki merkittävät valaisimien valmistajat ja johtava kaapelinvalmistaja NK Cables.

Näiden yritysten liiketoiminnan tarkastelu numeroiden valossa osoittaa, että panostuksia t&k:hon on jatkettu, tuotteiden vienti on kehittynyt myönteisesti ja työllistävä vaikutus on ollut positiivisempi kuin teollisuuden keskimäärin. Näillä on tuotteissaan t&k-vastuita ja keskeisiä maailmanlaajuisia liiketoimintavastuita sekä monilla vastattavanaan edustamansa yhtiöryhmän liiketoiminta Baltian maissa ja Venäjällä.

Olisivatko yritykset menestyneet kotimaisessa omistuksessa? Vientikanavat tuskin olisivat auenneet yhtä helposti. Toisaalta monet tuotekehityksen hedelmät olisivat joka tapauksessa realisoituneet kasvavana vientinä suomalaistenkin omistuksessa, mutta luultavasti ei yhtä nopeasti. Ulkomaalaisomistus on täydentänyt RDDC-ketjun (Research and Development, Demonstration and Commercialization) sen viimeisellä lenkillä kaupallistamisella.

Toisaalta ulkomaalaiset omistajat eivät ole tehneet avauksia kokonaan uusille tuotealueille eivätkä perustaneet omien vahvojen tuotteidensa valmistusyksiköitä Suomeen. Tässä mielessä energiaklusteri tarvitsee uusia merkittäviä kotimaisia teknologiayrityksiä, jotka ovat valmiita uusinvestointeihin, ja riskipääomasijoituksia.

Joka tapauksessa on syytä pohtia, miksi niin monet energiateknologiayritykset siirtyivät ulkomaiseen omistukseen. Yksi selkeä syy tähän oli suomalaisen pääoman kaikinpuolinen riittämättömyys:

- Pääomat eivät riittäneet vientiverkkojen rakentamiseen eivätkä kansainväliseen toimintaan. Ne eivät riittäneet myöskään investointitavaroille ominaisten suhdannevaihteluiden ylittämiseen eivätkä suurten projektien riskien kantamiseen. Lisäksi pankkikriisi söi mahdollisuuksia hankkia pääomia, esimerkkinä Tampella.
- Osittain kyse oli kansallisten voimavarojen uudelleen järjestelystä ja siihen liittyvästä pääomapaosta. Suomalaisia investoijia kiinnosti enemmän muiden toimialojen liiketoiminta. Merkittävä osa pääomista oli peräisin metsäteollisuudesta, jonne se myös palasi, kun metsäteollisuus ryhtyi tosi toimin kasvattamaan yrityskokojaan ja kansainvälistymään. Osa pääomista, lähinnä Nokian panostukset siirtyivät lupaavampien kehitysnäkymien elektroniikkateollisuuteen.
- Myös projektiliiketoiminnan vaatimaa rahoitusosaamista puuttui. Sitä oli kyllä yhtiöissä, mutta ei juuri lainkaan kotimaisilla pankeilla. Pankkien panos energiaklusterin projektirahoituksessa on ollut vähäinen.

Nyt tilanne on paljon selkeämpi kuin viime vuosikymmenellä ja tämän vuosikymmenen alussa. Valtaosa omistajista on "sitoutunut toimialaan", vaikkakin yrityskauppoja on vielä odotettavissa. Lisäksi omanpääomanehtoinen riskirahoitus on kehittynyt kokonaan uudelle tasolle. Sijoitusyhtiöt ovat sijoittaneet riskirahaa myös energiaklusteriin, erityisesti isojen yritysten spin off -yrityksiin tai niiden verkossa toimiviin yrityksiin, joissa johto on mukana omalla pääomapanoksella. Yritysten projektirahoitusosaaminen on kehittynyt ja suhteet ulkomaisiin rahoituslaitoksiin ovat paremmassa kunnossa.

Ulkomaalaisomistuksen syinä ovat myös vetovoimatekijät. Näitä ovat yritysten korkeatasoinen tuotekehitys ja teknologian taso, kotimarkkinat ja markkina-asemat kapeilla segmenteillä maailmanmarkkinoilla. Esimerkiksi Foster Wheeler koki Ahlströmin kattilaliiketoiminnan kilpailijaksi kotimarkkinoillaan Pohjois-Amerikassa. Monissa tapauksissa kyse on ollut myös optimaalisen kansainvälisen yritysverkon rakentamisesta, johon suomalainen yritys on sopinut. Tästä osittain on kyse esimerkiksi kaapeliteollisuuden ja valaisimien valmistuksen ulkomaalaisomistuksessa.

Sattuma ja ulkopuoliset tekijät

Useat alan ulkopuoliset ja sattuman kaltaiset tekijät ovat historian kulussa vaikuttaneet energiateknologian kehitykseen. Tässä käydään luettelonomaisesti läpi tärkeimpiä.

Sotakorvauksista kapasiteettia ja laatua

Sotakorvaukset ja erityisluontoiset kauppasuhteet Neuvostoliittoon antoivat mahdollisuuden kapasiteetin lisäyksiin. Joissain tapauksissa ne toivat myös tärkeitä ja vaativia referenssitöitä, kuten laivanmoottori- ja sähköistysprojekteja venäläisten tilaamiin erikoisaluksiin. Toisaalta Neuvostoliitto pyrki ja olikin energiateknologiassa suhteellisen omavarainen ja toimi omilla standardeillaan.

Sosialismilta uudet lähimarkkinat

Sosialistisen Neuvostoliiton purkautuminen markkinatalousmaiksi 1990-luvun alussa on vähitellen luomassa energiateknologialle potentiaalisesti suuret, Suomea lähellä sijaitsevat markkinat. Viron markkinoilla Suomella on peräti 70-80 prosentin markkinaosuus, ja maa on noussut energiateknologian tärkeimpien vientimaiden joukkoon. Venäjän energiateknologiainvestoinnit ovat jäissä maan markkinatalouden vakavien toimintahäiriöiden ja poliittisen turbulenssin takia. Investoinnit energiantuotantoon tulevat kuitenkin olemaan seuraavan 10-15 vuoden kuluessa valtavat kolmesta syystä: 1. Energia on Venäjälle merkittävä potentiaalinen vientitulojen lähde, jota maa kipeästi tarvitsee. 2. Maan energiahuollon, esimerkiksi sähköturvallisuuden, taso rapistuu uhkaavasti, mikä pakottaa investointeihin. 3. Kun pohjan saavuttanut teollisuustuotanto kääntyy kasvuun, myös energian tarve kasvaa.

Venäjän oma energiateknologinen teollisuus kärsii vakavista ongelmista. Energiateknologian tuonnin ja toisaalta länsimaisten teknologiainvestointien ja teknologiansiirron merkitys tulee olemaan ratkaiseva.[60] On myös todennäköistä, että pienimuotoisella, hajautetulla energiantuotannolla Venäjällä tulee olemaan huomattavasti ny-

[60] Venäjän energiantuotannon tilaa on analysoitu FINENTEC-projektin raporteissa Dudarev-Zverev, Energy sector in Russia, Economic and Business Outlook, ETLA Keskusteluaiheita 664 ja Grigory Dudarev, The Role of Technology in Shaping The Energy Future in Russia, ETLA Keskusteluaiheita 679.

kyistä merkittävämpi rooli. Yksityiset investoivat varsin yleisesti dieselgeneraattoreihin ja -aggregaatteihin, pienkattiloihin, tuulivoimaan ja jopa pienvesivoimaan. Venäjällä on paljon eristettyjä alueita, joilla tämä on ainoa vaihtoehto. Sähköverkon ulottuvillakin kannattaa usein investoida omaan kapasiteettiin, koska liittyminen verkkoon voi olla kallista ja verkossa on usein toimintahäiriöitä.

Energiakriisi myyntimiehenä

1970-luvulla energiakriisit kehittivät suomalaista energiateknologiaa. Öljyn hinnan nousu nosti liikennepolttoaineiden, sähkön ja lämmityksen hintaa. Tämä pakotti energiapolitiikan suunnan muutokseen eli irrottautumiseen öljyriippuvaisuudesta. Monipolttoaineisuus ja kotimaiset polttoaineet nousivat arvoon, mikä antoi markkinoita omalle energiatekniselle teollisuudelle. Energiakriisit auttoivat kahta Suomen orastavaa vientituotetta tunkeutumaan markkinoille. Kriisit osoittivat konkreettisesti taajuusmuuttajien tuomat säästöt teollisuudessa ja sähkömoottoreiden sähkön kulutuksessa. Samoin Wärtsilän markkinoille tuomat raskasöljykäyttöiset laivanmoottorit muuttuivat erittäin kannattaviksi, koska jalostetumpien dieselpolttoaineiden hinnat nousivat voimakkaasti.

Lama toi uusia engineering- ja palveluyrityksiä

1990-luvun alun lama Suomessa oli myös merkittävä alan ulkopuolinen muutostekijä. Se leikkasi investointeja voimantuotantoon. Myöhemmin sähkömarkkinalain voimaantulo on tehostanut oleellisesti olemassa olevan voimalakapasiteetin käyttöä. Voimalarakentamisen hiljeneminen ja yritysten säästötavoitteet ovat pakottaneet monet energiayhtiöt kaupallistamaan engineering-toimintojaan. Monille teknologiavalmistajille ja engineering-yhtiöille investointilama merkitsi myös pakkoa hankkia töitä ulkomailta ja näin joudutti kansainvälistymistä.

Julkinen valta

Julkisen vallan vaikutus energiaklusterin teknologiavalmistukseen on ollut monipuolinen. Seuraavassa on luokiteltu vaikutuskanavia ja analysoitu mahdollisia vaikutuksia.

Liberaali, kilpailua edistävä politiikka

Julkinen valta on *vaikuttanut kilpailuolosuhteisiin*. Kauppapolitiikka on ollut liberaalia. Ainostaan sota ja sen jälkeinen tuontisäännöstely estivät ulkomaisen energiateknologian tuontia Suomeen. Tuontikilpailu on kehittänyt kotimaista teollisuutta. Nyt avoin kilpailu on tuotu energialiiketoimintaan, mikä muuttaa energiateknologian asiakaskuntaa. Kun tämä prosessi edeltää maailmanmarkkinoilla toteutuvaa kehitystä, se antaa tärkeitä kokemuksia suomalaisille energiateknologian valmistajille.

Teollisuutta edistävä julkinen t&k-rahoitus

Julkinen valta on *riskirahoittanut tuotekehitystä ja tutkimusta*. Kansainvälisten vertailujen valossa julkinen t&k-panostus on ollut suhteellisen vaatimatonta, mutta ilmeisesti tehokkaampaa kuin monissa muissa maissa. Julkisen rahoituksen vaikutusten analyysi on kuitenkin vaikeaa, koska tulokset näkyvät vasta pitkän ajan kuluessa. Seuraavat havainnot voidaan kuitenkin tehdä: 1. Julkisella rahoituksella on Suomessa tuettu soveltavaa tutkimusta, joka on ollut sidoksissa yritysten omiin hankkeisiin enemmän kuin suurissa maissa. 2. Kun panostusten kohteita verrataan viennin kehitykseen, havaitaan kuitenkin, että rahoitus ei kohdistu nykyisiin kasvutuotteisiin. Niiden alkuvaiheen ratkaiseva kehitystyö tehtiin jo 10-30 vuotta sitten. 3. Rahoitusta on pyritty suuntaamaan niin, että se kehittäisi kotimaisille yrityksille sellaista tulevaisuuden osaamista, jolla on järkevän ajan kuluessa mahdollisuus muuttua myös kaupallisiksi tuotteiksi ja liiketoiminnaksi. Julkisesti rahoitettu t&k on pohjustanut yritysten tuotekehitystä. 4. Suomen suhteellisen vähäinen julkinen ja myös yksityinen rahoitus voi olla tehokasta siitä syystä, että ensimmäisillä sijoituksilla on tapana tuottaa korkeampi rajahyöty. Kun sijoitukset kasvavat, rajahyöty perinteisten teorioiden mukaan laskee. 5. On kuitenkin merkkejä, että tämä alenevien rajatuottojen laki ei päde tutkimus- ja kehitystoiminnassa, jossa hyödyt alkavat näkyä vasta, kun riittävä määrä osaamista ja kehitystyötä on kumuloitunut. Energiateknologian julkisen t&k-rahoituksen lisääminen on hyvä kasvuoptio Suomelle.

Energia- ja ympäristöpolitiikan sivuvaikutukset

Julkinen valta on vaikuttanut energiateknologian kehitykseen merkittävästi *energiapolitiikan kautta*. Erityisesti pyrkimykset energialähteiden monipuolisuuteen ja kotimaisten polttoaineiden käyttöön sekä energiansäästöön ovat antaneet oikeansuuntaisia tuotekehitysimpulsseja. Myös kiristyneet *ympäristönormit* ja laitosten lupaehdot ovat parantaneet suomalaisen teknologian kilpailukykyä. Näyttää siltä, että Kioto-prosessin seurauksena tehdylle kehitystyölle syntyy uusia markkinoita.

Julkinen valta asiakkaana

Julkisen vallan rooli energiateknologian *asiakkaana* on ollut vähäinen kahta poikkeusta lukuun ottamatta. Loviisan ydinvoimala, joka pitkälti oli valtiovallan ja poliitikkojen hanke, kehitti sekä suomalaista atomivoimaosaamista että voimalaan laitteita toimittaneiden yhtiöiden työn tasoa. Helsingin metrotoimiston vaatimus metrojunien moottoreiden säädettävyydestä oli ratkaiseva ja oikea-aikainen kehityshaaste suomalaiselle taajuusmuuttajateollisuudelle.

Valtiovalta ja kunnat ovat myös energiayhtiöiden omistajia ja sitä kautta asiakkaita. Julkisen vallan omistus energialiiketoiminnassa ei kuitenkaan johtanut siihen, että kotimainen teollisuus automaattisesti sai voimalatilaukset, mikä monissa maissa ennen kansainvälisen kaupan yleistä vapauttamista laiskisti teollisuutta ja vähensi kilpailukykyä.

Julkisen vallan omistajan rooli energiaklusterissa on muuttumassa. On todennäköistä, että kunnat myyvät yhtiöitään ja valtiokin osittain yksityistää omaa energialiiketoimintaansa. Fortumin ja valtion pääomasijoitusyhtiön kautta voisi avautua uusia mahdollisuuksia synnyttää julkisella riskirahalla uutta energiateknologian tuotantoa.

Kansainvälinen toiminta

Energiateknologiayritysten kansainvälinen toiminta on laajaa. Suomessa toimivien yhtiöiden myynnistä 63 prosenttia meni vientiin vuonna 1997. Joillakin yhtiöillä, kuten Wärtsilä NSD:llä, Fortum Engineeringillä tai Rettig Lämmöllä, ulkomaisten yksiköiden toiminta muodostaa huomattavan osan liikevaihdosta. Ne yritykset,

jotka ovat ulkomaisessa omistuksessa, toimivat osana emoyritysten kansainvälistä verkkoa.

Projektiviennin osaaminen

Viennissä projektien merkitys on suuri. Useimmiten projekteissa on mukana kokonainen verkko yrityksiä - alihankkijoita ja komponenttitoimittajia Suomessa, näiden asennustiimejä ja rakennusyrityksiä kohdemaassa sekä mahdollisesti suunnittelukapasiteettia kolmansissa maissa.

Projektiliiketoiminnan osaaminen on energiaklusterin yksi kilpailuetu. Keskeisessä asemassa on osaava projektinjohto ja pitkälle viety esivalmistelu sekä kansainvälisen alihankinnan ja paikallisen valmistuksen organisointi. Suomalainen projektinjohtotaito on kansainvälisessä vertailussa kilpailukykyistä. Sen sijaan insinööri- ja asentajakunnan lähettäminen ulkomaiseen kohteeseen on sivukustannusten takia kallista. Tätä ongelmaa on kompensoitu pitkälle viedyllä esivalmistelulla. Isojen veturiyritysten verkon kautta moni energiateknologian alihankintayritys on saanut käynnistettyä vientitoimintansa ilman merkittäviä markkinointipanostuksia.

Usein projekteja toteuttavat itsenäisen voimantuotannon yhtiöt muodostavat rahoituksesta, teknologiatoimituksista, rakentamisesta, operoinnista ja muista osakokonaisuuksista erillisiä paketteja, joihin ne etsivät kilpailukykyisen toimittajan. IPP-projektien yleistyminen sekä pääomaköyhien kehittyvien maiden voimantuotannon ja siirtoverkkojen investoinnit ovat tehneet projektirahoituksesta kilpailuvaltin. Sekä Wärtsilä NSD että Fortum ovat parantaneet mahdollisuuksiaan toimittajina ryhtymällä myös osarahoittajiksi ja ottamalla vastuuta operoinnista, mikä käytännössä merkitsee teknologiariskin kantamista. Tendenssinä onkin yhä useampien töiden siirtyminen IPP-asiakkailta laitosten toimittajille.

Ulkomaisten emoyhtiöiden hyödyntäminen

Ulkomaiseen omistukseen siirtyneet energiateknologiayhtiöt ovat osa yhtymänsä kansainvälistä verkkoa. Niillä kansainvälisen toiminnan luonne on muuttunut. Tavallinen muutos on se, että yhtiön sisällä markkinat ja/tai tuotteet jaetaan reviireihin, joiden puitteissa eri yksiköt toimivat. Maantieteellisesti supistuneen oman myyntialueen tai

tuotevalikoiman vastapainoksi on siten tullut tehokas myyntiverkko. Jos tuotteet ovat ainutlaatuisia, niitä on saatu myydyksi kattavasti kaikkialle maailmaan. Toinen muutos on ollut se, että ison emoyhtiön myötä rahoitusmahdollisuudet, tunnettuus ja luottamus huoltotoimintaan ovat kohentuneet. Monen yritysoston jälkeen myös suomalainen teknologinen osaaminen on noussut arvoon ja sen kaupallinen hyödyntäminen on alkanut. Usein teknologinen osaaminen on ollut myös "henkivakuutus" ostetulle suomalaiselle yksikölle.[61]

Kuinka suomalaiset yksiköt ovat kyenneet kasvamaan ulkomaalaisen yhtiön sisällä? Varmin kasvun tae on ollut juuri teknologiseen etevämmyyteen ja tuotannolliseen tehokkuuteen turvautuminen. Esimerkiksi ABB Motors Oy on saanut sähkömoottorituotannossa juuri tätä kautta lisää teknologia- ja tuotantovastuita. Toinen kasvun mahdollisuus on liiketoimintaosaaminen, jota suomalaisyhtiöillä on ollut ainakin kahdella alueella, metsäteollisuuden teknologiatoimittajana ja toisaalta lähialueilla entisen Neuvostoliiton maissa ja joissakin tapauksissa myös Kaakkois-Aasiassa. Näyttää ilmeiseltä, että myös tele- ja energiaklusterin rajapinnan liiketoimin-taosaamista voidaan tulevaisuudessa hyödyntää.

Määrätietoinen kansainvälistyminen

Wärtsilä DSD on osoittanut, että suomalaisen energiaklusterin yrityksen on mahdollista kasvaa kansainväliseksi huippuyritykseksi. Kasvu on perustunut laivanmoottoriliiketoiminnan synergiaetuihin, voimakkaaseen moottorien ja voimalaitosten tuotekehitystyöhön ja rohkeisiin yritysostoihin sekä globaalin myynti- ja huoltoverkon kehittämiseen. Viimekädessä onnistuminen oli mahdollista, koska se saattoi turvautua Suomen yksiköissä tehtyyn korkealuokkaiseen tuotekehitykseen ja suomalaiseen kahteen erittäin tehokkaaseen valmistusyksikköön. Samantyyppinen kansainvälistymiskehitys on menossa Fortum Engineeringissä. Yhtiö on hyötynyt Fortum Power and Heat Oy:n ryhtymisestä omistajaksi ja operaattoriksi IPP-projekteissa sekä luonnollisesti Fortumiin kumuloituneesta energialiiketoiminnan osaamisesta.

---

[61] Esimerkiksi Ahlströmin kattilaliiketoiminnan ostanut Foster Wheeler ja Ahlströmin Altim Controlin ostanut Honeywell yllättyivät ostamiensa yksiköiden teknologisesta tasosta. Molempien yksiköiden tulevan toiminnan mahdollisuudet paranivat tästä syystä.

Taulukko 4.19 Suomalaisen energiateknologian kilpailuedut

	Kilpailu, yritysrakenne, strategiat • Kehittävä, monipuo-linen kilpailu • Täydentyvä, laajentuva toimialarakenne ja synergioiden rakentaminen • Laaja ulkomaalaisomistus auttanut vientiä • Globaali myynti- ja huoltoverkko	**Julkinen valta** • Liberaali, kilpailua edistävä kauppa- ja elinkeinopolitiikka • Teollisuuden tuotekehitystä pohjustava t&k-rahoitus • Energia- ja ympäristöpolitiikan myönteiset ”sivuvaikutukset” • Kilpailuun perustuvat hankinnat, onnistuneet tuotekehitystehtävät
Tuotannontekijät • Vaativat olosuhteet kehittivät ja kehittävät teknologiaa • Kilpailukykyinen valmistuskapasiteetti (metallituote-, konepaja- ja elektroniikkateollisuus) • Yritysten tehokkaat t&k-panostukset • Laadukas koulutus ja insinöörityön hyvä hinta/laatusuhde • Pienen maan organisatorinen tehokkuus		**Kysyntä ja asiakkaat** • Kotimaisen metsäteollisuuden ja laivanrakennuksen vaativa kysyntä • Paljon energiayrityksiä - tilaa erilaisille toimittajille ja ratkaisuille • Teleklusterin kysyntä sivutuotteille • Kotimarkkinat kilpailun koelaboratorio • Kansainvälisten markkinoiden ja avainasiakkaiden merkitys oleellisesti kasvanut • Kiotosta kysyntää suomalaiselle teknologialle ja ratkaisuille
Kansainvälinen toiminta • Projektiviennin osaaminen • Ulkomaisten emoyhtiöiden hyödyntäminen • Joidenkin yritysten nopea, synergioihin, erityisosaamiseen ja yritysostoihin perustuva kansainvälistyminen	**Tuki- ja lähialat** • Teknologisten lähialojen synergioiden hyödyntäminen • Uuden liiketoiminnan synty tele- ja energiaklusterin rajapintaan • Kehittyvistä yritysverkoista resursseja • Käyttö ja kunnossapito laajentumisalueena	**Sattuma ja ulkopuoliset tekijät** • Sotakorvaustuotannosta kapasiteettia • Energiakriisi myyntimiehenä • Uudet markkinat lähialueilla • Kotimaan investointilama pakotti vientiin

Liite 4.1 Suomen energiateknologian valmistus: toimialojen tilanne, johtavat yritykset ja ulkomaankaupan kehitys

Liitteessä on esitelty taulukoiden ja kuvioiden muodossa numerotietoa suomalaisen energiateknologian valmistuksesta. Tiedot on kerätty Tilastokeskuksen teollisuustilastosta ja yritysrekisteristä. Vienti ja tuontilukujen lähde on Tullilaitoksen ulkomaankauppatilasto. Yhteenvedon energiateknologian valmistuksesta sisältää taulukko L4.1.1 ja listan suurimmista yrityksistä taulukko L4.1.2. Näitä seuraavat toimialoittaiset tarkastelut, joiden sisältö esitetään seuraavaksi.

Toimialojen valmistus

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo ja bruttokate kertoo karkealla tasolla toimialan kustannusrakenteesta. Jalostusarvo jakaantuu henkilöstökuluihin eli palkkoihin ja työvoiman sivukuluihin sekä bruttokatteeseen, josta maksetaan korvaukset sijoitetulle pääomalle, katetaan tuotantovälineiden kuluminen ja investoidaan uusiin sekä maksetaan verot. Toimialan työ- tai pääomaintensiivisyyden näkee kätevästi henkilöstökulujen ja bruttokatteen suhteesta. Tavaroiden ja palveluiden ostoista voi päätellä toimialan työllistäviä vaikutuksia muilla toimialoilla.

Liikevaihto, vienti ja asemat kotimarkkinoilla kertoo liikevaihdon jakautumisen vientiin ja myyntiin kotimarkkinoille sekä toisaalta, mikä on kotimaisen valmistuksen markkinaosuus kotimarkkinoilla. Toimialan liikevaihto poikkeaa tuotannon bruttoarvosta mm. siksi, että siihen sisältyy valmiina ostettujen kauppatavaroiden myyntiä. Vientiluku on toimialan vienti, joka kattaa tavaraviennin ohella erilaisia palveluita ja toisaalta esimerkiksi alihankkijoiden toimittamia oheislaitteita. Selvimmin eron voi nähdä höyrykattiloiden valmistuksessa. Toimialan vienti oli 1,9 mrd markkaa ja toimialan tavaroiden vienti (ks. taulukko L4.1.5 ja kuvio L4.1.2) oli noin 900 miljoonaa markkaa. Erotus koostuu erilaisista palveluista, joita sisältyy merkittävästi projektivientiin, ja oheislaitteista.

Henkinen pääoma, työ ja investoinnit -tarkastelu kuvaa henkisen ja fyysisen työn suhdetta toimialalla ja toisaalta investointeja henkiseen ja fyysiseen pääomaan. Toimihenkilöiden osuus on viime vuosina kasvanut yrityksissä. Energiaklusterin yrityksissä toimihenkilöitä on runsaasti esimerkiksi erilaisten projektitoimitusten vaatimissa suunnittelutehtävissä, markkinointitehtävissä, tuoteke-

hitys- ja tutkimustehtävissä tai esimerkiksi asiakkaan ja tuotannon välissä räätälöimässä tuotteen ominaisuuksia asiakkaalle sopiviksi. Taulukoista voi myös huomata, että investoinnit tutkimukseen ja tuotekehitykseen, koulutukseen, markkinointiin, atk:hon ja tietoliikenteeseen ylittävät selvästi investoinnit koneisiin ja laitteisiin sekä rakennuksiin.

Suurimmat yritykset

Suurimmat yritykset on saatu Tilastokeskuksen yritysrekisteristä. Tähän luetteloon voi sisältyä tulkinnanvaraisuutta seuraavista syistä: Yrityksellä on toimintaa usealla toimialalla, mutta sen tiedot sisältyvät kokonaisuudessaan sen ilmoittamaan päätoimialaan. Toisaalta yritykset ovat saattaneet ilmoittaa toimialansa väärin, eikä se ole tullut korjatuksi. Näillä varauksilla taulukot kuitenkin antavat kuvan eri toimialojen suurimmista toimijoista, niiden merkityksestä kotimaisten valmistajien joukossa ja niiden tehokkuudesta mitattuna liikevaihdolla henkilöä kohti. Jos toimialan yritykset ovat homogeenisiä, tätä voidaan käyttää tehokkuuden mittarina.

Vienti ja tuonti

Vienti ja tuontikuviot kertovat toimialalle tyypillisten tuotteiden viennin ja tuonnin. Kuvio ei sisällä palvelujen eikä oheislaitteiden vientiä. Viennin ja tuonnin suhde kertoo kotimaisen tuotannon kilpailukyvystä suhteessa ulkomaiseen valmistukseen, ja viennin kehitys sellaisenaan on yksi toimialan menestyksen mittari. Tuontiin ja vientiin voi kuitenkin sisältyä kauttakulkuvientiä. Esimerkiksi vuonna 1995 akkujen ja paristojen tuonti ja vienti oli lähes täysin matkapuhelimien akkujen kauttakulkuvientiä. Tällä toimialalla ja muualla luokittelemattomien sähkölaitteiden valmistuksessa on myös runsaasti kasvavaa kotimaista kysyntää, jota kotimainen valmistus ei pysty alkuunkaan tyydyttämään. Tämä näkyy tuonnin kasvuna suhteessa vientiin ja toisaalta kotimaisen tuotannon vähyytenä.

Energiateknologian valmistus pähkinänkuoressa

Energiateknologiaa valmistavien yritysten liikevaihto oli 22,9 miljardia markkaa vuonna 1997. Liikevaihdosta 63 prosenttia vietiin ja 37 prosenttia myytiin kotimarkkinoille. Suomen energiatekniikan

markkinoiden koko on 18,9 miljardia markkaa, josta tuonnin osuus on 55 prosenttia. Energiatekniikan valmistus on jo selvästi suurempaa kuin kotimainen kysyntä, joka kansainvälisessä mitassa on suhteellisen merkittävää energian tärkeän roolin takia. Energiateknologian valmistus on myös selvästi erikoistunutta, mitä kuvastaa sen vientisuuntautuneisuus ja toisaalta tuonnin merkittävä osuus kotimaisessa kysynnässä.

Energiateknologianyritysten jalostusarvo oli 6,7 miljardia markkaa vuonna 1997. Ala työllisti runsaat 22 600 henkilöä. Jalostusarvo henkilöä kohti oli 298 000 markkaa. Tavaroita ja palveluita raaka-aineen toimittajilta, alihankkijoilta ja palveluyrityksiltä energiateknologiayritykset ostivat kaikkiaan 15,9 miljardilla markalla. Suhteessa jalostusarvoon tämä on paljon, mikä kertoo toimintojen voimakkaasta verkottumisesta.

Energiateknologiayritysten toimihenkilöiden määrä on suuri, noin 39 prosenttia henkilöstöstä. He työskentelevät tuotekehityksen ja markkinoinnin ja asiakasräätälöinnin sekä projektitoimitusten parissa. Myös osaamispalveluiden ostot yritysten ulkopuolta ovat huomattavat. T&k-palveluiden, atk-suunnittelupalveluiden ja ohjelmoinnin sekä koulutuksen, tietoliikennepalveluiden ja myynti- ja markkinointipalveluiden ostoihin käytettiin 1,1 miljardia markkaa vuonna 1997. Nämä investoinnit henkiseen pääomaan ylittivät selvästi vuotuiset investoinnit koneisiin ja laitteisiin sekä rakennuksiin, joihin investoitiin 770 miljoonaa markkaa.

Henkilöstömäärällä, jalostusarvolla ja liikevaihdolla mitattuna energiateknologian suurin toimiala oli sähkömoottoreiden, generaattorien ja muuntajien valmistus (TOL 311). Seuraavaksi merkittävimmät toimialat olivat moottorien ja turbiinien valmistus.[62] (TOL 2911), höyrykattiloiden valmistus (TOL 283), sähkön jakelu- ja tarkkailulaitteiden valmistus (TOL 312) sekä eristettyjen johtimien ja kaapeleiden valmistus (TOL 313).

Tässä tarkastellaan tuotannollista toimintaa Suomessa. Jos tarkasteluun otettaisiin mukaan suomalaisten yritysten ulkomaan tuotanto, nousisi moottorien valmistus isoimmaksi toimialaksi.

---

[62] Käytännössä toimialan tuotanto on lähes pelkästään voimantuotannon ja laivojen moottorien valmistusta. Tähän toimialaan ei lueta ajoneuvojen ja lentokoneiden moottorien valmistusta. Turbiinien valmistus on vähäistä koostuen vesivoimaloiden turbiineista.

Taulukko L4.1.1 Energiateknologiatoimialat vuonna 1997

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo, bruttokate	**Mmk**	**%**
Tuotannon bruttoarvo	22 680	242 %
Tavaroiden ja palveluiden ostot	15 933	142 %
Jalostusarvo	**6 747**	**100 %**
Henkilöstökulut	4 424	66 %
Bruttokate	2 323	34 %
Liikevaihto, vienti, asemat kotimarkkinoilla	**Mmk**	**%**
Liikevaihto	**22 925**	**100 %**
Vienti	14 468	63 %
Myynti kotimarkkinoille	8 457	37 %
Myynti kotimarkkinoille	8 457	45 %
Tuonti	10 487	55 %
Kotimarkkinat	**18 944**	**100 %**
Henkinen pääoma, työ ja investoinnit		
Toimihenkilöiden ja työntekijöiden lukumäärät ja suhde	**Lkm**	**Osuus**
Toimihenkilöitä	8 729	39 %
Työntekijöitä	13 917	61 %
Yhteensä	**22 646**	**100 %**
Eräiden palveluiden ostot	**Mmk**	**% lv:stä**
* Tutkimus- ja kehityspalvelut	663	2,9 %
* ATK-suunnittelu- ja ohjelmointikulut	106	0,5 %
* Koulutuspalvelut	60	0,3 %
* Tietoliikennepalvelut	90	0,4 %
* Myynnin ja markkinoinnin kulut	209	0,9 %
Yhteensä	**1 127**	**4,9 %**
Investoinnit	**Mmk**	**% lv:stä**
* Koneisiin ja laitteisiin	605	2,6 %
* Rakennuksiin	166	0,7 %
Yhteensä	**771**	**3,4 %**

Taulukko L4.1.2 Suurimpia energiateknologiayhtiöitä vuonna 1997

	Yrityksen nimi tai toiminimi	Toimiala	Lv Mmk	Henkilöstön määrä	Lv/ henkilö tmk
1.	WÄRTSILÄ NSD FINLAND OY	Moottorien ja turbiinien valmistus	4 667	2 177	2 144
2.	ABB INDUSTRY OY	Sähkömoottorien, -generaattorien ja -muuntajien valmistus	2 710	2083	1 301
3.	NK CABLES OY	Eristettyjen johtimien ja kaapelien valmistus	1 584	1 221	1 297
4.	FOSTER WHEELER ENERGIA OY	Höyrykattiloiden valmistus	1 177	556	2 116
5.	ABB TRANSMIT OY	Sähkönjakelu- ja -tarkkailulaitteiden valmistus	1 171	1327	882
6.	SALCOMP OY	Sähkömoottorien, -generaattorien ja -muuntajien valmistus	901	778	1 158
7.	ABB MOTORS OY	Sähkömoottorien, -generaattorien ja -muuntajien valmistus	696	643	1 083
8.	KVAERNER PULPING OY	Höyrykattiloiden valmistus	646	512	1 262
9.	ABB CONTROL OY	Sähkönjakelu- ja -tarkkailulaitteiden valmistus	562	752	747
10.	PK CABLES OY	Muu sähkölaitteiden valmistus	393	254	1 548
11.	OY HELVAR	Muualla luokittelemattomien sähkölaitteiden valmistus	357	398	898
12.	EXIDE ELECTRONICS OY	Sähkömoottorien, -generaattorien ja -muuntajien valmistus	296	185	1 602
13.	RETTIG VÄRME AB	Keskuslämmityskattiloiden, -patterien ja kuumavesivaraajien valmistus	280	292	959
14.	FOSTER WHEELER SERVICE OY	Höyrykattiloiden valmistus	270	339	795
15.	OY LIVAL AB	Valaistuslaitteiden ja sähkölamppujen valmistus	243	143	1 701
16.	IDMAN OY	Valaistuslaitteiden ja sähkölamppujen valmistus	233	349	667
17.	AHLSTRÖM SÄHKÖTARVIKKEET OY	Sähkönjakelu- ja -tarkkailulaitteiden valmistus	203	272	748
18.	PLANAR INTERNATIONAL OY	Muualla luokittelemattomien sähkölaitteiden valmistus	199	263	755
19.	URHO TUOMINEN OY	Sähkönjakelu- ja tarkkailulaitteiden valmistus	191	252	760
20.	EFORE OY	Sähkömoottorien, -generaattorien ja -muuntajien valmistus	186	294	634

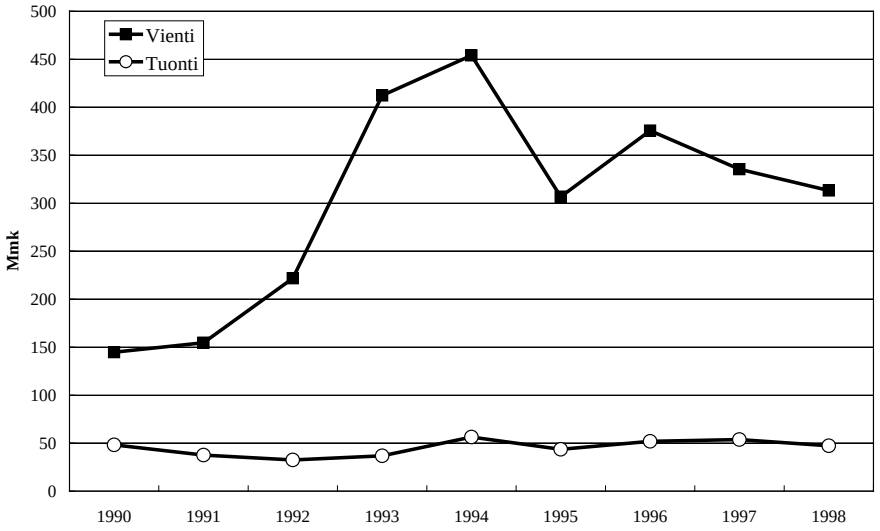
Taulukko L4.1.3 Keskuslämmityskattiloiden, patterien ja kuumavesivaraajien valmistus vuonna 1997 (TOL 2822)

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo, bruttokate	**Mmk**	**%**
Tuotannon bruttoarvo	537	266 %
Tavaroiden ja palveluiden ostot	324	166 %
Jalostusarvo	**213**	**100 %**
Henkilöstökulut	129	60 %
Bruttokate	85	40 %
Liikevaihto, vienti, asemat kotimarkkinoilla	**Mmk**	**%**
Liikevaihto	**526**	**100 %**
Vienti	266	51 %
Myynti kotimarkkinoille	260	49 %
Myynti kotimarkkinoille	260	85 %
Tuonti	47	15 %
Kotimarkkinat	**307**	**100 %**
Henkinen pääoma, työ ja investoinnit		
Toimihenkilöiden ja työntekijöiden lukumäärät ja suhde	**Lkm**	**Osuus**
Toimihenkilöitä	151	22 %
Työntekijöitä	526	78 %
Yhteensä	**677**	**100 %**
Eräiden palveluiden ostot	**Mmk**	**% lv:stä**
* Tutkimus- ja kehityspalvelut	1,0	0,2 %
* ATK-suunnittelu- ja ohjelmointikulut	0,9	0,2 %
* Koulutuspalvelut	0,7	0,1 %
* Tietoliikennepalvelut	1,9	0,4 %
* Myynnin ja markkinoinnin kulut	5,8	1,1 %
Yhteensä	**10**	**1,9 %**
Investoinnit	**Mmk**	**% lv:stä**
* Koneisiin ja laitteisiin	31	5,8 %
* Rakennuksiin	22	4,1 %
Yhteensä	**52**	**10,0 %**

Taulukko L4.1.4 Keskuslämmityskattiloiden, patterien ja kuumavesivaraajien valmistus - toimialan suurimmat yritykset vuonna 1997

TOL 2822 Yrityksen nimi	Kunta	Liike-vaihto Mmk	%	Henki-löstö	Lv hkl tmk
RETTIG VÄRME AB	JAKOBSTAD	280	58 %	292	959
HÖGFORS LÄMPÖ-KATTILAT OY	SAARIJÄRVI	49	10 %	81	603
OY JÄSPI & MÄKINEN AB	TURKU	28	6 %	63	438
PUTKIMAA OY	OULU	25	5 %	27	910
RADIAATTORITEHDAS SALOMAA OY	HARJUNPÄÄ	15	3 %	18	832
Seuraavat 11 valmistajaa		89	18 %	127	700
Yhteensä 16 valmistajaa		**485**	**100 %**	**608**	**798**

Kuvio L4.1.1 Keskuslämmityskattiloiden, patterien ja kuumavesivaraajien valmistus (TOL 2822)



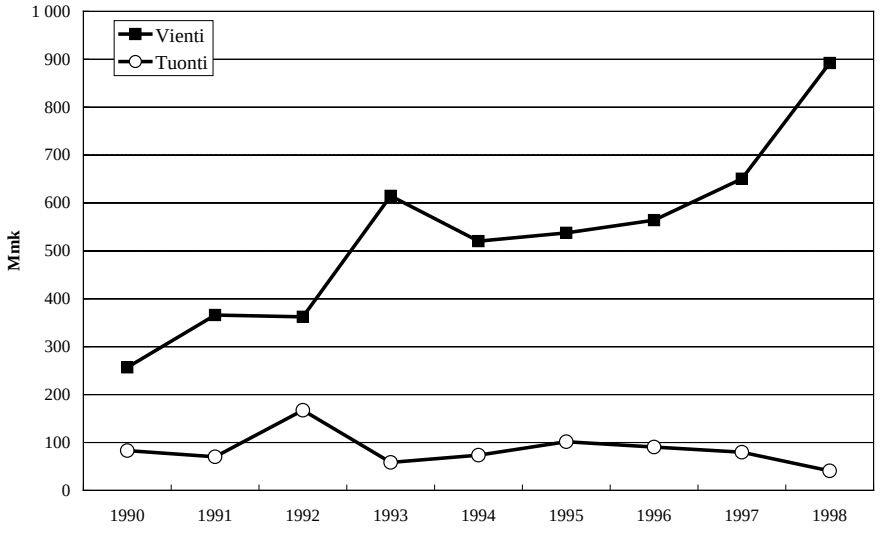
Taulukko L4.1.5 Höyrykattiloiden valmistus vuonna 1997 (TOL 283)

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo, bruttokate	**Mmk**	**%**
Tuotannon bruttoarvo	2 503	228 %
Tavaroiden ja palveluiden ostot	1 948	128 %
Jalostusarvo	**555**	**100 %**
Henkilöstökulut	464	84 %
Bruttokate	91	16 %
Liikevaihto, vienti, asemat kotimarkkinoilla	**Mmk**	**%**
Liikevaihto	**2 502**	**100 %**
Vienti	1 905	76 %
Myynti kotimarkkinoille	597	24 %
Myynti kotimarkkinoille	597	94 %
Tuonti	41	6 %
Kotimarkkinat	**638**	**100 %**
Henkinen pääoma, työ ja investoinnit		
Toimihenkilöiden ja työntekijöiden lukumäärät ja suhde	**Lkm**	**Osuus**
Toimihenkilöitä	1 076	50 %
Työntekijöitä	1 056	50 %
Yhteensä	**2 132**	**100 %**
Eräiden palveluiden ostot	**Mmk**	**% lv:stä**
* Tutkimus- ja kehityspalvelut	24,3	1,0 %
* ATK-suunnittelu- ja ohjelmointikulut	5,1	0,2 %
* Koulutuspalvelut	4,0	0,2 %
* Tietoliikennepalvelut	11,0	0,4 %
* Myynnin ja markkinoinnin kulut	24,4	1,0 %
Yhteensä	**69**	**2,7 %**
Investoinnit	**Mmk**	**% lv:stä**
* Koneisiin ja laitteisiin	25	1,0 %
* Rakennuksiin	2	0,1 %
Yhteensä	**27**	**1,1 %**

Taulukko L4.1.6 Höyrykattiloiden valmistus -toimialan suurimmat yritykset vuonna 1997

TOL 283 Yrityksen nimi	Kunta	Liike-vaihto Mmk	%	Henki-löstö	Lv hkl tmk
FOSTER WHEELER ENERGIA OY	HELSINKI	1 177	48 %	556	2 116
KVAERNER PULPING OY	TAMPERE	646	27 %	512	1 262
FOSTER WHEELER SERVICE OY	VARKAUS	270	11 %	339	795
PROSESSIPUTKITUS OY	TAMPERE	75	3 %	130	576
AALBORG INDUSTRIES OY	RAUMA	63	3 %	75	842
Seuraavat 11 valmistajaa		198	8 %	369	536
Yhteensä 16 valmistajaa		**2 428**	**100 %**	**1 981**	**1 226**

Kuvio L4.1.2 Höyrykattiloiden valmistus (TOL 283)



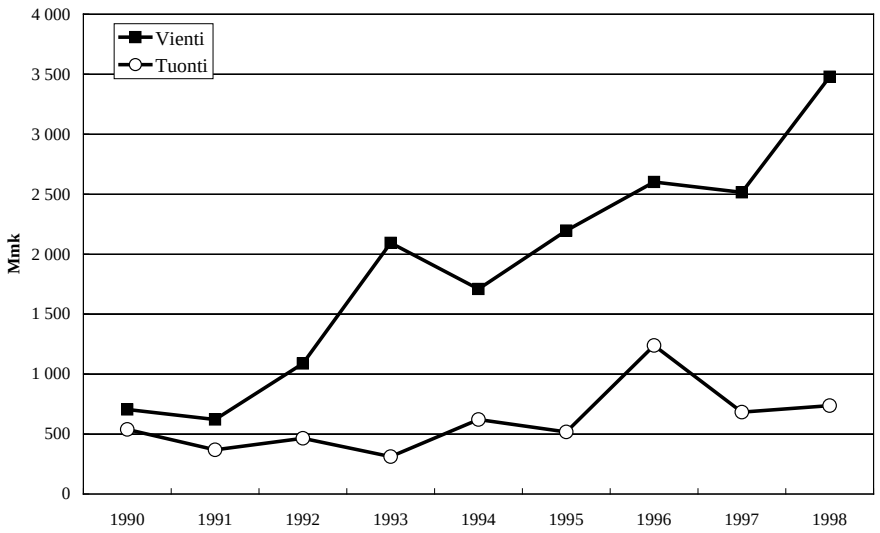
Taulukko L4.1.7 Moottorien ja turbiinien valmistus poislukien lentokoneiden ja ajoneuvojen moottorien valmistus vuonna 1997 (TOL 2911)

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo, bruttokate	**Mmk**	**%**
Tuotannon bruttoarvo	5 207	220 %
Tavaroiden ja palveluiden ostot	4 349	120 %
Jalostusarvo	**858**	**100 %**
Henkilöstökulut	713	83 %
Bruttokate	145	17 %
Liikevaihto, vienti, asemat kotimarkkinoilla	**Mmk**	**%**
Liikevaihto	**5 162**	**100 %**
Vienti	4 477	87 %
Myynti kotimarkkinoille	685	13 %
Myynti kotimarkkinoille	685	48 %
Tuonti	737	52 %
Kotimarkkinat	**1 422**	**100 %**
Henkinen pääoma, työ ja investoinnit		
Toimihenkilöiden ja työntekijöiden lukumäärät ja suhde	**Lkm**	**Osuus**
Toimihenkilöitä	1 713	58 %
Työntekijöitä	1 241	42 %
Yhteensä	**2 954**	**100 %**
Eräiden palveluiden ostot	**Mmk**	**% lv:stä**
* Tutkimus- ja kehityspalvelut	548,7	10,6 %
* ATK-suunnittelu- ja ohjelmointikulut	16,0	0,3 %
* Koulutuspalvelut	19,8	0,4 %
* Tietoliikennepalvelut	18,3	0,4 %
* Myynnin ja markkinoinnin kulut	14,9	0,3 %
Yhteensä	**618**	**12,0 %**
Investoinnit	**Mmk**	**% lv:stä**
* Koneisiin ja laitteisiin	115	2,2 %
* Rakennuksiin	23	0,4 %
Yhteensä	**138**	**2,7 %**

Taulukko L4.1.8 Moottorien ja turbiinien valmistus -toimialan suurimmat yritykset vuonna 1997

TOL 2911 Yrityksen nimi	Kunta	Liike-vaihto Mmk	%	Henki-löstö	Lv hkl tmk
WÄRTSILÄ NSD FINLAND OY	VAASA	4 667	93 %	2 177	2 144
KVAERNER TAMTURBINE OY	TAMPERE	92	2 %	107	859
AURAMARINE OY	TURKU	78	2 %	73	1 070
OY PALOSAAREN METALLI-BRÄNDÖ METALL AB	KOIVULAHTI	42	1 %	64	655
GENERAL ELECTRIC INTERNATIONAL, INC.	HELSINKI	36	1 %	39	915
Seuraavat 10 valmistajaa		113	2 %	181	624
Yhteensä 15 valmistajaa		**5 028**	**100 %**	**2 641**	**1 904**

Kuvio L4.1.3 Moottorien ja turbiinien valmistus, pl. lentokoneiden ja ajoneuvojen moottorien valmistus (TOL 2911)



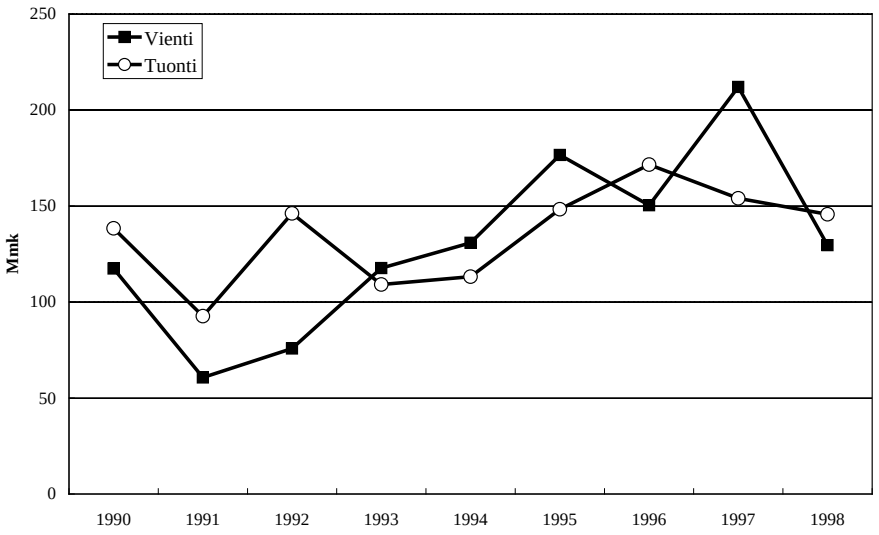
Taulukko L4.1.9 Teollisuusuunien ja tulipesäpolttimien valmistus vuonna 1997 (TOL 2921)

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo, bruttokate	**Mmk**	**%**
Tuotannon bruttoarvo	135	232 %
Tavaroiden ja palveluiden ostot	102	132 %
Jalostusarvo	**32**	**100 %**
Henkilöstökulut	29	91 %
Bruttokate	3	9 %
Liikevaihto, vienti, asemat kotimarkkinoilla	**Mmk**	**%**
Liikevaihto	**129**	**100 %**
Vienti	10	8 %
Myynti kotimarkkinoille	119	92 %
Myynti kotimarkkinoille	119	45 %
Tuonti	146	55 %
Kotimarkkinat	**265**	**100 %**
Henkinen pääoma, työ ja investoinnit		
Toimihenkilöiden ja työntekijöiden lukumäärät ja suhde	**Lkm**	**Osuus**
Toimihenkilöitä	80	41 %
Työntekijöitä	116	59 %
Yhteensä	**196**	**100 %**
Eräiden palveluiden ostot	**Mmk**	**% lv:stä**
* Tutkimus- ja kehityspalvelut	0,3	0,2 %
* ATK-suunnittelu- ja ohjelmointikulut	0,1	0,1 %
* Koulutuspalvelut	0,2	0,1 %
* Tietoliikennepalvelut	0,3	0,2 %
* Myynnin ja markkinoinnin kulut	0,5	0,4 %
Yhteensä	**1,4**	**1,1 %**
Investoinnit	**Mmk**	**% lv:stä**
* Koneisiin ja laitteisiin	10	7,7 %
* Rakennuksiin	6	4,9 %
Yhteensä	**16**	**12,6 %**

Taulukko L4.1.10 Teollisuusuunien ja tulipesäpolttimien valmistus -toimialan suurimmat yritykset vuonna 1997

TOL 2921 Yrityksen nimi	Kunta	Liike-vaihto Mmk	%	Henki-löstö	Lv hkl tmk
OILON-TEHDAS OY	LAHTI	87	74 %	102	850
SF-CLEANAIR OY	MIKKELI	15	13 %	13	1 174
HOTMAN OY	TAMPERE	6	5 %	8	718
UNIGLASS ENGINEERING OY	TAMPERE	6	5 %	11	502
TEOLLISUUSLÄMPÖ OY	HELSINKI	3	3 %	10	327
Yhteensä 5 valmistajaa		**117**	**100 %**	**144**	**809**

Kuvio L4.1.4 Teollisuusuunien ja tulipesäpolttimien valmistus (TOL 2921)



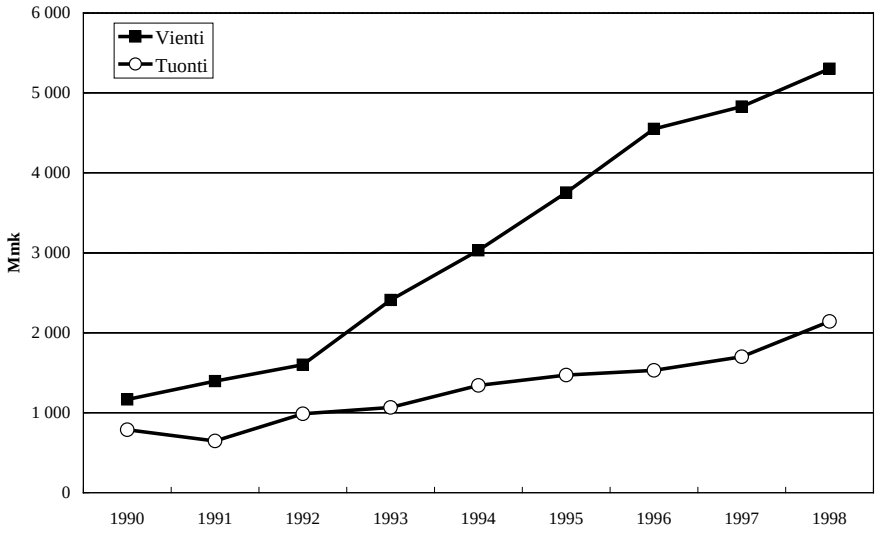
Taulukko L4.1.11 Sähkömoottorien, generaattorien ja muuntajien valmistus vuonna 1997 (TOL 311)

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo, bruttokate	**Mmk**	**%**
Tuotannon bruttoarvo	6 272	258 %
Tavaroiden ja palveluiden ostot	3 972	158 %
Jalostusarvo	**2 301**	**100 %**
Henkilöstökulut	1 248	54 %
Bruttokate	1 053	46 %
Liikevaihto, vienti, asemat kotimarkkinoilla	**Mmk**	**%**
Liikevaihto	**6 360**	**100 %**
Vienti	3 942	62 %
Myynti kotimarkkinoille	2 418	38 %
Myynti kotimarkkinoille	2 418	53 %
Tuonti	2 141	47 %
Kotimarkkinat	**4 559**	**100 %**
Henkinen pääoma, työ ja investoinnit		
Toimihenkilöiden ja työntekijöiden lukumäärät ja suhde	**Lkm**	**Osuus**
Toimihenkilöitä	2 266	36 %
Työntekijöitä	4 049	64 %
Yhteensä	**6 315**	**100 %**
Eräiden palveluiden ostot	**Mmk**	**% lv:stä**
* Tutkimus- ja kehityspalvelut	34	0,5 %
* ATK-suunnittelu- ja ohjelmointikulut	37	0,6 %
* Koulutuspalvelut	15	0,2 %
* Tietoliikennepalvelut	28	0,4 %
* Myynnin ja markkinoinnin kulut	34	0,5 %
Yhteensä	**148**	**2,3 %**
Investoinnit	**Mmk**	**% lv:stä**
* Koneisiin ja laitteisiin	188	3,0 %
* Rakennuksiin	63	1,0 %
Yhteensä	**251**	**3,9 %**

Taulukko L4.1.12 Sähkömoottorien, generaattorien ja muuntajien valmistus -toimialan suurimmat yritykset vuonna 1997

TOL 311 Yrityksen nimi	Kunta	Liike-vaihto Mmk	%	Henki-löstö	Lv hkl tmk
ABB INDUSTRY OY	HELSINKI	2 710	49 %	2 083	1 301
SALCOMP OY	KEMIJÄRVI	901	16 %	778	1 158
ABB MOTORS OY	VAASA	696	13 %	643	1 083
EXIDE ELECTRONICS OY	ESPOO	296	5 %	185	1 602
EFORE OY	ESPOO	186	3 %	294	634
Seuraavat 25 valmistajaa		761	14 %	1 297	587
Yhteensä 30 valmistajaa		**5 551**	**100 %**	**5 280**	**1 051**

Kuvio L4.1.5 Sähkömoottorien, generaattorien ja muuntajien valmistus (TOL 311)



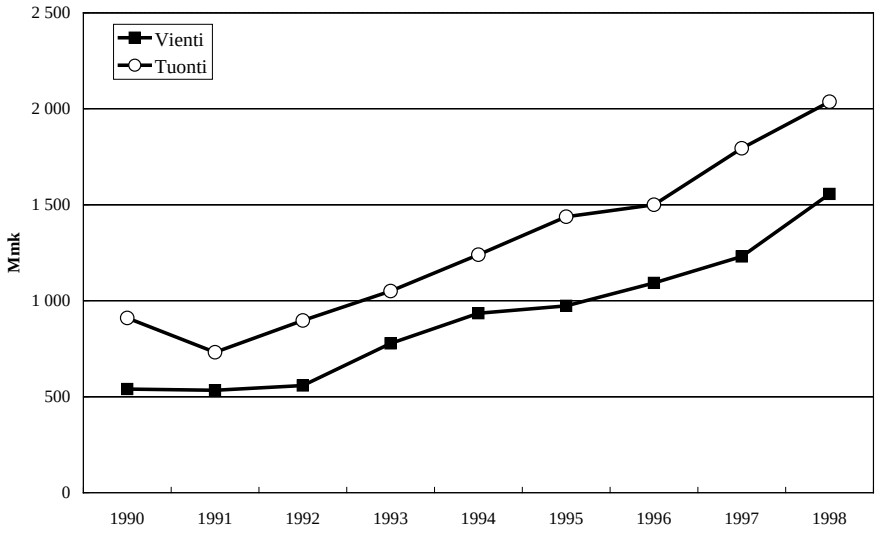
Taulukko L4.1.13 Sähkönjakelu- ja tarkkailulaitteiden valmistus vuonna 1997 (TOL 312)

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo, bruttokate	**Mmk**	**%**
Tuotannon bruttoarvo	3 069	264 %
Tavaroiden ja palveluiden ostot	1 870	164 %
Jalostusarvo	**1 199**	**100 %**
Henkilöstökulut	805	67 %
Bruttokate	394	33 %
Liikevaihto, vienti, asemat kotimarkkinoilla	**Mmk**	**%**
Liikevaihto	**3 143**	**100 %**
Vienti	1 296	41 %
Myynti kotimarkkinoille	1 847	59 %
Myynti kotimarkkinoille	1 847	48 %
Tuonti	2 037	52 %
Kotimarkkinat	**3 883**	**100 %**
Henkinen pääoma, työ ja investoinnit		
Toimihenkilöiden ja työntekijöiden lukumäärät ja suhde	**Lkm**	**Osuus**
Toimihenkilöitä	1 553	36 %
Työntekijöitä	2 778	64 %
Yhteensä	**4 331**	**100 %**
Eräiden palveluiden ostot	**Mmk**	**% lv:stä**
* Tutkimus- ja kehityspalvelut	15	0,5 %
* ATK-suunnittelu- ja ohjelmointikulut	30	1,0 %
* Koulutuspalvelut	9	0,3 %
* Tietoliikennepalvelut	13	0,4 %
* Myynnin ja markkinoinnin kulut	34	1,1 %
Yhteensä	**102**	**3,2 %**
Investoinnit	**Mmk**	**% lv:stä**
* Koneisiin ja laitteisiin	68	2,2 %
* Rakennuksiin	22	0,7 %
Yhteensä	**90**	**2,9 %**

Taulukko L4.1.14 Sähkönjakelu- ja tarkkailulaitteiden valmistus -toimialan suurimmat yritykset vuonna 1997

TOL 312 Yrityksen nimi	Kunta	Liike-vaihto Mmk	%	Henki-löstö	Lv hkl tmk
ABB TRANSMIT OY	VAASA	1 171	35 %	1 327	882
ABB CONTROL OY	VAASA	562	17 %	752	747
AHLSTRÖM SÄHKÖ-TARVIKKEET OY	RUOTSIN-PYHTÄÄ	203	6 %	272	748
URHO TUOMINEN OY	PORI	191	6 %	252	760
ASCOM ENERGY SYSTEMS OY	ESPOO	171	5 %	88	1 946
Seuraavat 45 valmistajaa		1 050	31 %	1 650	637
Yhteensä 50 valmistajaa		**3 349**	**100 %**	**4 341**	**772**

Kuvio L4.1.6 Sähkönjakelu- ja tarkkailulaitteiden valmistus (TOL 312)



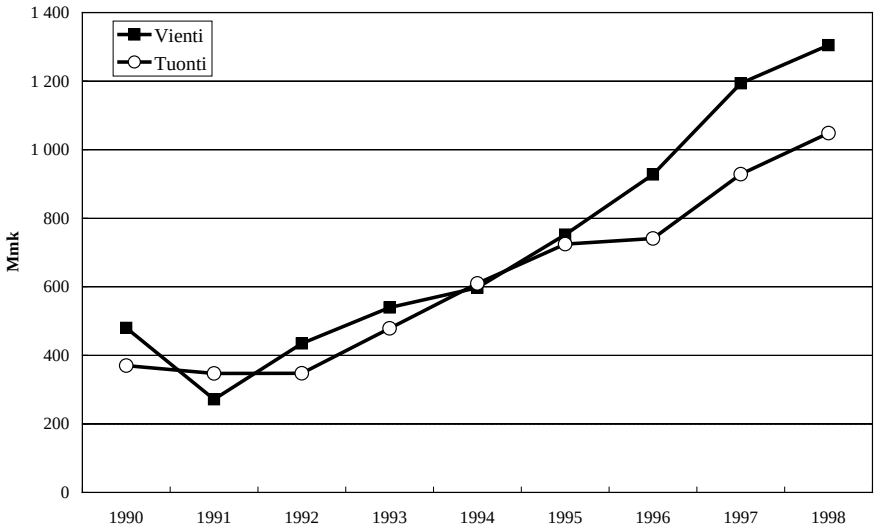
Taulukko L4.1.15 Eristettyjen johtimien ja kaapelien valmistus vuonna 1997 (TOL 313)

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo, bruttokate	**Mmk**	**%**
Tuotannon bruttoarvo	2 167	237 %
Tavaroiden ja palveluiden ostot	1 584	137 %
Jalostusarvo	**583**	**100 %**
Henkilöstökulut	377	65 %
Bruttokate	206	35 %
Liikevaihto, vienti, asemat kotimarkkinoilla	**Mmk**	**%**
Liikevaihto	**2 183**	**100 %**
Vienti	1 113	51 %
Myynti kotimarkkinoille	1 070	49 %
Myynti kotimarkkinoille	1 070	51 %
Tuonti	1 048	49 %
Kotimarkkinat	**2 118**	**100 %**
Henkinen pääoma, työ ja investoinnit		
Toimihenkilöiden ja työntekijöiden lukumäärät ja suhde	**Lkm**	**Osuus**
Toimihenkilöitä	593	31 %
Työntekijöitä	1 329	69 %
Yhteensä	**1 923**	**100 %**
Eräiden palveluiden ostot	**Mmk**	**% lv:stä**
* Tutkimus- ja kehityspalvelut	22	1,0 %
* ATK-suunnittelu- ja ohjelmointikulut	9	0,4 %
* Koulutuspalvelut	6	0,3 %
* Tietoliikennepalvelut	9	0,4 %
* Myynnin ja markkinoinnin kulut	70	3,2 %
Yhteensä	**115**	**5,3 %**
Investoinnit	**Mmk**	**% lv:stä**
* Koneisiin ja laitteisiin	77	3,5 %
* Rakennuksiin	6	0,3 %
Yhteensä	**84**	**3,8 %**

Taulukko L4.1.16 Eristettyjen johtimien ja kaapelien valmistus -toimialan suurimmat yritykset vuonna 1997

TOL 313 Yrityksen nimi	Kunta	Liike-vaihto Mmk	%	Henki-löstö	Lv hkl tmk
NK CABLES OY	ESPOO	1 584	76 %	1 221	1 297
REKA OY	HYVINKÄÄ	251	12 %	229	1 096
HELKAMA BICA OY	HANKO	159	8 %	188	846
TIETOSÄHKÖ OY	JÄRVENPÄÄ	25	1 %	51	489
OUTOKUMPU SUPER-CONDUCTORS OY	PORI	17	1 %	34	511
Seuraavat 6 valmistajaa		58	3 %	143	3 886
Yhteensä 11 valmistajaa		**2 094**	**100 %**	**1 866**	**1 122**

Kuvio L4.1.7 Eristettyjen johtimien ja kaapelien valmistus (TOL 313)



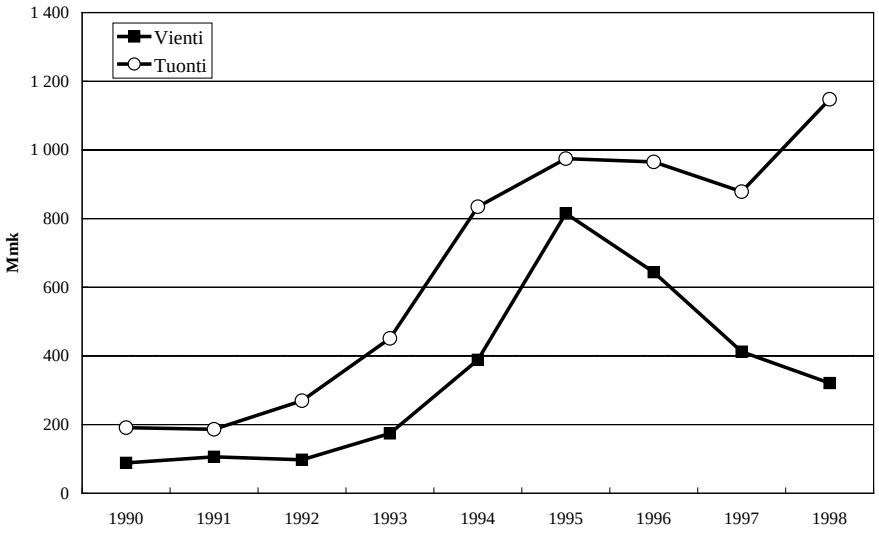
Taulukko L4.1.17 Akkujen ja paristojen valmistus vuonna 1997 (TOL 314)

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo, bruttokate	**Mmk**	**%**
Tuotannon bruttoarvo	416	220 %
Tavaroiden ja palveluiden ostot	346	120 %
Jalostusarvo	**70**	**100 %**
Henkilöstökulut	52	74 %
Bruttokate	18	26 %
Liikevaihto, vienti, asemat kotimarkkinoilla	**Mmk**	**%**
Liikevaihto	**413**	**100 %**
Vienti	167	40 %
Myynti kotimarkkinoille	246	60 %
Myynti kotimarkkinoille	246	18 %
Tuonti	1 147	82 %
Kotimarkkinat	**1 394**	**100 %**
Henkinen pääoma, työ ja investoinnit		
Toimihenkilöiden ja työntekijöiden lukumäärät ja suhde	**Lkm**	**Osuus**
Toimihenkilöitä	89	22 %
Työntekijöitä	317	78 %
Yhteensä	**405**	**100 %**
Eräiden palveluiden ostot	**Mmk**	**% lv:stä**
* Tutkimus- ja kehityspalvelut	0	0,0 %
* ATK-suunnittelu- ja ohjelmointikulut	1	0,3 %
* Koulutuspalvelut	0	0,1 %
* Tietoliikennepalvelut	0	0,0 %
* Myynnin ja markkinoinnin kulut	1	0,1 %
Yhteensä	**2**	**0,5 %**
Investoinnit	**Mmk**	**% lv:stä**
* Koneisiin ja laitteisiin	13	3,2 %
* Rakennuksiin	0	0,0 %
Yhteensä	**13**	**3,2 %**

Taulukko L4.1.18 Akkujen ja paristojen valmistus -toimialan suurimmat yritykset vuonna 1997

TOL 314 Yrityksen nimi	Kunta	Liike-vaihto Mmk	%	Henki-löstö	Lv hkl tmk
GL ENERGY OY AB	HELSINKI	6	100 %	7	818
Yhteensä 1 valmistaja		**6**	**100 %**	**7**	**818**

Kuvio L4.1.8 Akkujen ja paristojen valmistus (TOL 314)



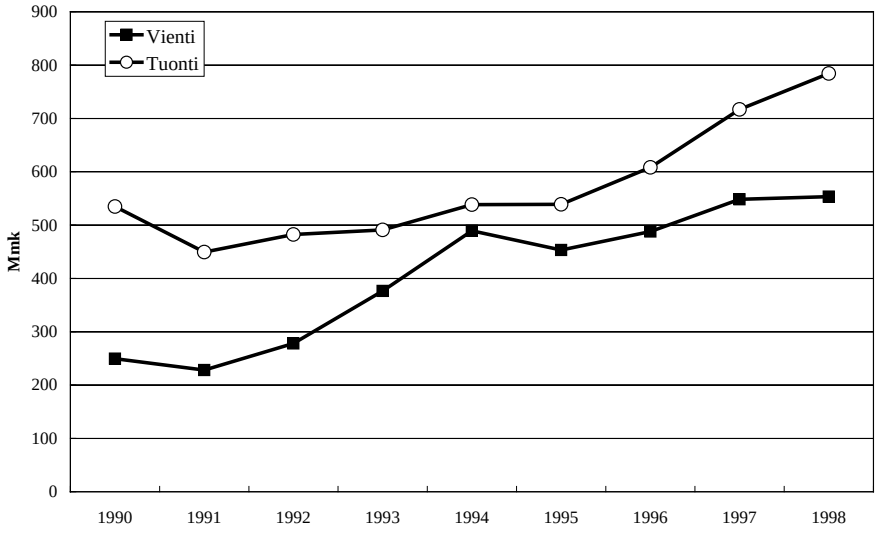
Taulukko L4.1.19 Valaistuslaitteiden ja sähkölamppujen valmistus vuonna 1997 (TOL 315)

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo, bruttokate	**Mmk**	**%**
Tuotannon bruttoarvo	910	267 %
Tavaroiden ja palveluiden ostot	544	167 %
Jalostusarvo	**365**	**100 %**
Henkilöstökulut	231	63 %
Bruttokate	134	37 %
Liikevaihto, vienti, asemat kotimarkkinoilla	**Mmk**	**%**
Liikevaihto	**1 001**	**100 %**
Vienti	456	46 %
Myynti kotimarkkinoille	544	54 %
Myynti kotimarkkinoille	544	41 %
Tuonti	784	59 %
Kotimarkkinat	**1 328**	**100 %**
Henkinen pääoma, työ ja investoinnit		
Toimihenkilöiden ja työntekijöiden lukumäärät ja suhde	**Lkm**	**Osuus**
Toimihenkilöitä	395	27 %
Työntekijöitä	1 077	73 %
Yhteensä	**1 472**	**100 %**
Eräiden palveluiden ostot	**Mmk**	**% lv:stä**
* Tutkimus- ja kehityspalvelut	6	0,6 %
* ATK-suunnittelu- ja ohjelmointikulut	3	0,3 %
* Koulutuspalvelut	1	0,1 %
* Tietoliikennepalvelut	4	0,4 %
* Myynnin ja markkinoinnin kulut	13	1,3 %
Yhteensä	**28**	**2,8 %**
Investoinnit	**Mmk**	**% lv:stä**
* Koneisiin ja laitteisiin	23	2,3 %
* Rakennuksiin	15	1,5 %
Yhteensä	**38**	**3,8 %**

Taulukko L4.1.20 Valaistuslaitteiden ja sähkölamppujen valmistus -toimialan suurimmat yritykset vuonna 1997

TOL 315 Yrityksen nimi	Kunta	Liike-vaihto Mmk	%	Henki-löstö	Lv hkl tmk
OY LIVAL AB	SIBBO	243	27 %	143	1 701
IDMAN OY	MÄNTSÄLÄ	233	26 %	349	667
GLAMOX OY/AB	VÖRÅ	80	9 %	85	947
THORN LIGHTING OY	KERAVA	80	9 %	108	745
TAMMERNEON OY	TAMPERE	56	6 %	125	445
Seuraavat 17 valmistajaa		204	23 %	390	523
Yhteensä 22 valmistajaa		**897**	**100 %**	**1 200**	**747**

Kuvio L4.1.9 Valaistuslaitteiden ja sähkölamppujen valmistus (TOL 315)



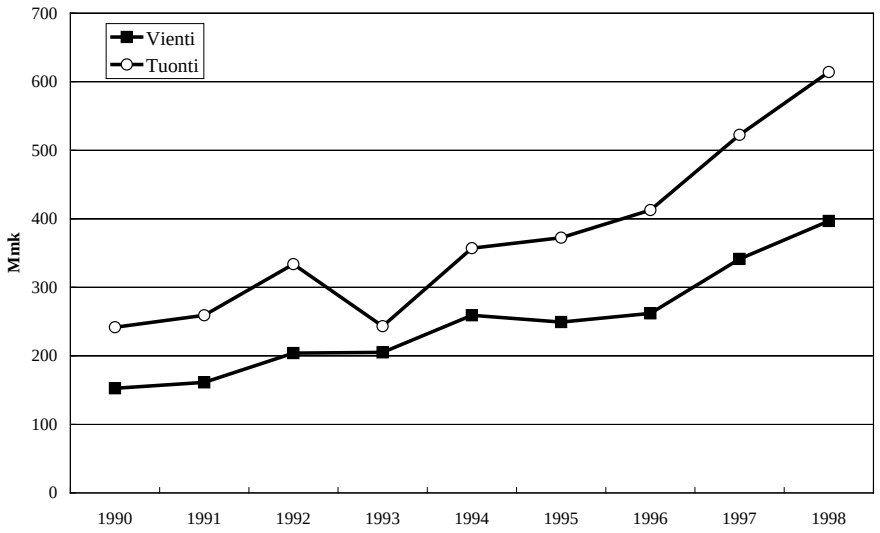
Taulukko L4.1.21 Muu sähkölaitteiden valmistus moottoreita ja ajoneuvoja varten vuonna 1997 (TOL 3161)

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo, bruttokate	**Mmk**	**%**
Tuotannon bruttoarvo	575	251 %
Tavaroiden ja palveluiden ostot	381	151 %
Jalostusarvo	**194**	**100 %**
Henkilöstökulut	108	56 %
Bruttokate	86	44 %
Liikevaihto, vienti, asemat kotimarkkinoilla	**Mmk**	**%**
Liikevaihto	**601**	**100 %**
Vienti	361	60 %
Myynti kotimarkkinoille	240	40 %
Myynti kotimarkkinoille	240	28 %
Tuonti	614	72 %
Kotimarkkinat	**854**	**100 %**
Henkinen pääoma, työ ja investoinnit		
Toimihenkilöiden ja työntekijöiden lukumäärät ja suhde	**Lkm**	**Osuus**
Toimihenkilöitä	133	19 %
Työntekijöitä	553	81 %
Yhteensä	**685**	**100 %**
Eräiden palveluiden ostot	**Mmk**	**% lv:stä**
* Tutkimus- ja kehityspalvelut	3	0,5 %
* ATK-suunnittelu- ja ohjelmointikulut	1	0,2 %
* Koulutuspalvelut	1	0,2 %
* Tietoliikennepalvelut	1	0,2 %
* Myynnin ja markkinoinnin kulut	3	0,5 %
Yhteensä	**10**	**1,6 %**
Investoinnit	**Mmk**	**% lv:stä**
* Koneisiin ja laitteisiin	14	2,4 %
* Rakennuksiin	1	0,2 %
Yhteensä	**16**	**2,6 %**

Taulukko L4.1.22 Muu sähkölaitteiden valmistus moottoreita ja ajoneuvoja varten -toimialan suurimmat yritykset vuonna 1997

TOL 3161 Yrityksen nimi	Kunta	Liike-vaihto Mmk	%	Henki-löstö	Lv hkl tmk
PK CABLES OYJ	KEMPELE	393	66 %	254	1 548
OY TALMU AB	SALO	170	28 %	279	608
DYNASET OY	YLÖJÄRVI	13	2 %	15	849
PIKOTEC OY	TAMPERE	11	2 %	33	338
TKV-SARJAT OY	MUHOS	7	1 %	58	118
Seuraavat 1 valmistajaa		6	1 %	6	1 048
Yhteensä 6 valmistajaa		**600**	**100 %**	**645**	**930**

Kuvio L4.1.10 Muu sähkölaitteiden valmistus moottoreita ja ajoneuvoja varten (TOL 3161)



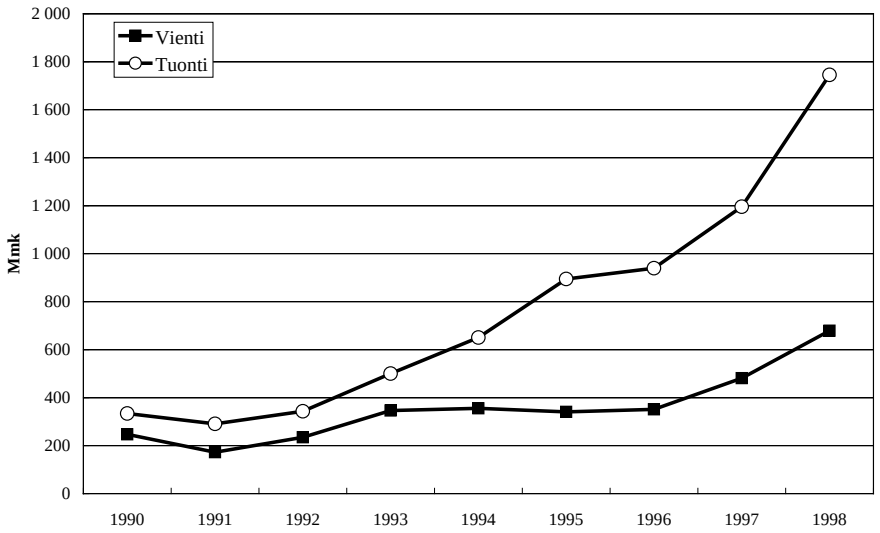
Taulukko L4.1.23 Muualla luokittelematon sähkölaitteiden valmistus vuonna 1997 (TOL 3162)

Tuotannon bruttoarvo, jalostusarvo, bruttokate	**Mmk**	**%**
Tuotannon bruttoarvo	890	273 %
Tavaroiden ja palveluiden ostot	513	173 %
Jalostusarvo	**376**	**100 %**
Henkilöstökulut	268	71 %
Bruttokate	109	29 %
Liikevaihto, vienti, asemat kotimarkkinoilla	**Mmk**	**%**
Liikevaihto	**904**	**100 %**
Vienti	474	52 %
Myynti kotimarkkinoille	430	48 %
Myynti kotimarkkinoille	430	20 %
Tuonti	1 745	80 %
Kotimarkkinat	**2 175**	**100 %**
Henkinen pääoma, työ ja investoinnit		
Toimihenkilöiden ja työntekijöiden lukumäärät ja suhde	**Lkm**	**Osuus**
Toimihenkilöitä	681	44 %
Työntekijöitä	876	56 %
Yhteensä	**1 557**	**100 %**
Eräiden palveluiden ostot	**Mmk**	**% lv:stä**
* Tutkimus- ja kehityspalvelut	8	0,9 %
* ATK-suunnittelu- ja ohjelmointikulut	2	0,2 %
* Koulutuspalvelut	2	0,3 %
* Tietoliikennepalvelut	3	0,3 %
* Myynnin ja markkinoinnin kulut	9	0,9 %
Yhteensä	**23**	**2,6 %**
Investoinnit	**Mmk**	**% lv:stä**
* Koneisiin ja laitteisiin	39	4,3 %
* Rakennuksiin	6	0,6 %
Yhteensä	**45**	**4,9 %**

Taulukko L4.1.24 Muualla luokittelematon sähkölaitteiden valmistus -toimialan suurimmat yritykset vuonna 1997

TOL 3162 Yrityksen nimi	Kunta	Liike-vaihto Mmk	%	Henki-löstö	Lv hkl tmk
OY HELVAR	HELSINKI	357	34 %	398	898
PLANAR INTERNATIONAL OY	ESPOO	199	19 %	263	755
OY ESMI AB	ESPOO	127	12 %	151	843
VAASA CONTROL OY	VAASA	96	9 %	65	1 473
ELARI OY	ESPOO	57	5 %	99	579
Seuraavat 24 valmistajaa		215	20 %	428	502
Yhteensä 29 valmistajaa		**1 051**	**100 %**	**1 404**	**748**

Kuvio L4.1.11 Muualla luokittelematon sähkölaitteiden valmistus (TOL 3162)

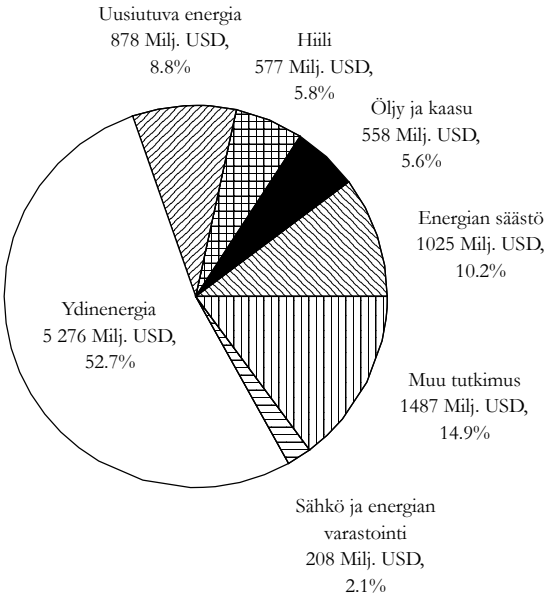


Liite 4.2 T&k-investointien kansainvälinen vertailu

IEA:n (International Energy Agency) tilastot osoittavat, että järjestön jäsenmaiden julkiset panostukset energiateknologian tuotekehitykseen ja tutkimukseen ovat supistuneet. Vuonna 1980 IEA:n jäsenet sijoittivat 16,1 mrd dollaria energiateknologian tutkimukseen ja tuotekehitykseen. Vuoteen 1995 mennessä summa oli laskenut 10 mrd dollariin. Useat maat ovat pienentäneet rahoitustaan jopa yli 75 prosenttia. Rahassa mitattuna eniten on leikattu tukea hiileen ja ydinvoimaan perustuvalta teknologian kehitystyötä. Suhteellisesti tarkasteltuna merkittävästi tukea ovat menettäneet myös uusiutuvaan energiaan liittyvä tutkimus ja sähkövoimaan ja energian varastointiin liittyvä tutkimus. Uusiutuvan energian tutkimuksessa julkisten rahoittajien usko on hiipunut erityisesti aurinkoenergiaan.

Lyhyen ajan välittömät tutkimustarpeet ovat sivuuttaneet pitkän ajan kehityshankkeet. Osittain muutokset johtuvat t&k-sijoitusten

Kuvio L4.2.1 IEA-maiden julkisen energiateknologian tutkimus- ja tuotekehitysrahoituksen jakautuminen eri käyttökohteittain vuonna 1995



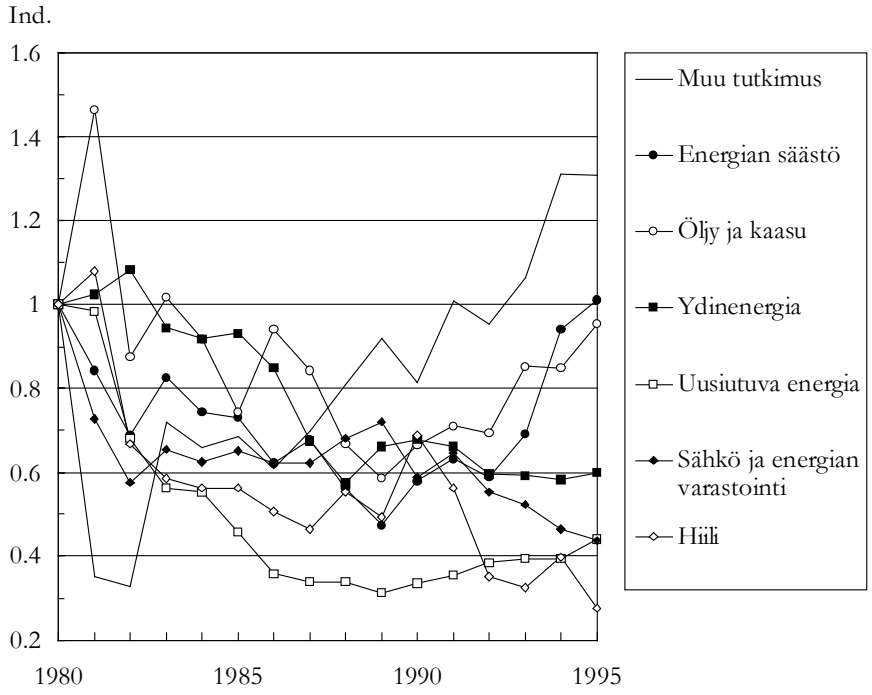
Lähde: IEA Energy Tehnology R&D Statistics 1974-1995.
Kuvio sisältää seuraavien IEA:n maiden julkiset energiateknologian t&k-menot: Alankomaat, Belgia, Espanja, Iso-Britannia, Italia, Japani, Kanada, Luxemburg, Portugali, Ranska, Ruotsi, Saksa, Sveitsi, Tanska, Turkki, Unkari, Uusi-Seelanti, Yhdysvallat.

kasvaneista tulostavoitteista. Osittain syynä on ollut teollisuuden lisääntynyt kilpailu ja energialiiketoiminnan liberalisointi. Molemmat ovat lyhentäneet energiateknologian ja energialiiketoiminnan t&k-investointien suunnitteluhorisonttia ja vaadittavia takaisinmaksuaikoja.

IEA-maiden energiateknologian tutkimusrahoitus vuonna 1995 jakaantui kuvion L4.2.11 mukaisesti. Huolimatta leikkauksista, ydinenergian kehittäminen vie vielä noin puolet tutkimusmenoista. Julkisen energiarahoituksen kehitys käyttökohteittain on kuviossa L4.2.2.

Maittain tarkasteltuna Japanin ja Yhdysvaltain julkiset panostukset energiateknologian tutkimus- ja kehitystoimintaan ovat ylivoimaiset. Japanin osuus oli vuonna 1995 lähes puolet, 46 prosenttia IEA:n jäsenmaiden 10,1 mrd dollarin kokonaispanostuksista. Yhdysvaltojen

Kuvio L4.2.2 IEA:n jäsenmaiden julkisen energiateknologian tutkimus- ja tuotekehitysrahoituksen kehitys vuosina 1980 - 1995

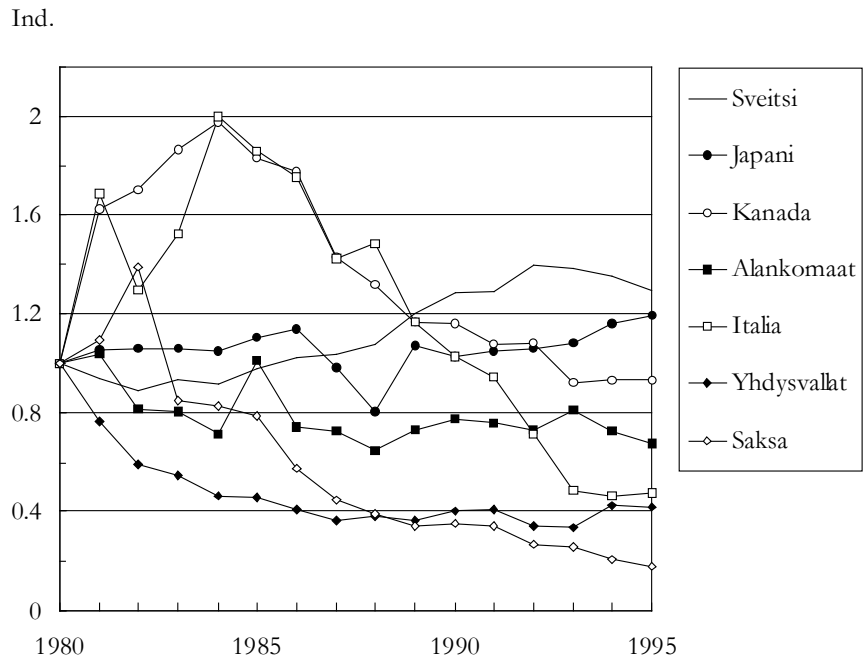


Lähde: IEA Energy tehnology R&D statistics 1974-1995.
Vuoden 1980 tasoa on merkitty 1:llä. Tuolloin julkinen energiateknologian t&k-rahoitus oli suurimmillaan. Vuoteen 1995 mennessä koko rahoitus oli laskenut 62 prosenttiin vuoden 1980 tasosta. Vuosittaiset indeksiluvut eivät ole tarkasti vertailukelpoisia, koska eri vuosilta puuttuu joidenkin maiden tietoja. Indeksilukujen trendi kertoo kuitenkin menojen kehityssuunnan.

osuus oli 27 prosenttia. Maiden panostuksissa on selvästi erilainen kehityssuunta. Vuodesta 1980 Japanin panostukset ovat nimellisesti nousseet 20 prosenttia. Yhdysvaltain panostukset ovat supistuneet 40 prosenttiin vuoden 1980 tasosta.

Euroopan maiden yhteenlaskettu panostus energiateknologian kehittämiseen on vain vajaa viidennes IEA-maiden yhteenlasketuista t&k-investoinneista. Eniten julkista rahoitusta energiateknologiaan osoittaa Ranska - runsaat 600 miljoonaa, joka on 6 prosenttia IEA-maiden panostuksista. Saksan investoinnit olivat vajaat 400 miljoonaa ja Italian vajaat 300 miljoonaa. Euroopan maista Sveitsin ja Tanskan panostusten kehityssuunta on ollut nouseva. Saksan energiateknologian rahoitus on supistunut neljännekseen ja Italian alle puoleen vuodesta 1980.

Kuvio L4.2.3 Energiateknologian julkisen t&k-rahoituksen kehitys johtavissa rahoittajamaissa



Lähde: IEA Energy Tecnology R&D Statistics 1974-1995.
Eri valtiot lisäsivät sijoituksiaan energiakriisien jälkeen aina vuoteen 1980 asti. Merkittävä osa rahoituksesta käytettiin ydinenergiatutkimukseen ja myös aurinkoenergiaan liittyvään tutkimukseen. Sen jälkeen rahoitus on trendinomaisesti pienentynyt. Ranska kuuluisi tähän isojen rahoittajien joukkoon, mutta sen rahoituksesta 1980-luvulla ei ole tietoja saatavissa.

Suomen energiateknologian julkisista t&k-investoinneista ei ole tietoja kuin 1990-luvulta. Suomen investoinnit olivat 1993 runsaat 50 milj. dollaria, hieman alhaisemmat kuin Belgian ja Ruotsin mutta korkeammat kuin Tanskan ja Norjan. Investoinnit ovat noin 0,5 prosenttia IEA-maiden kokonaisinvestoinneista. Suomen energiateknologian vientiosuus näiden maiden energiateknologian kokonaisviennistä on yli kolminkertainen. Merkittävimpien maiden julkisen energiateknologiarahoituksen kehitys on kuvattu kuviossa L4.2.3.

Energiateknologian yksityinen t&k-rahoitus kasvaa

Energiateknologian yksityisen t&k-rahoituksen kehitys on selvästi nouseva. OECD on tilastoinut yritysten t&k-menoja toimialoittain. Energiateknologian kehittämiseen voidaan katsoa osallistuvan seuraavien toimialojen: sähköteknisten koneiden ja laitteiden tuotanto (ISIC 3830-3832), merkittävältä osaltaan sähkö-, vesi- ja kaasuhuolto (ISIC 4) sekä osittain muiden koneiden ja laitteiden tuotanto (ISIC 382-3825).

Taulukko L4.2.1 Yritysten t&k-menot energiateknologiaan liittyvillä toimialoilla vuonna 1995, milj. USD

	1. Sähkö-koneet	2. Muut koneet	3. Sähkö-, kaasu-, vesihuolto	Yhteensä 1+(0.2*2)+3	Osuus
Japani	10 997	8 929	1 099	13 882	48.5 %
Yhdysvallat	3 473	5 041	440	4 921	17.2 %
Saksa	3 675	3 594	107	4 501	15.7 %
Ranska	743	1 062	453	1 408	4.9 %
Iso-Britannia	765	802	231	1 157	4.0 %
Italia	359	398	326	765	2.7 %
Alankomaat	631	120	11	666	2.3 %
Ruotsi	96	667	58	288	1.0 %
Espanja	90	156	141	262	0.9 %
Kanada	58	126	148	231	0.8 %
Suomi	119	215	21	183	0.6 %
Australia	55	92	94	167	0.6 %
Tanska	33	291	7	99	0.3 %
Norja	27	101	18	65	0.2 %
Irlanti	29	22	1	35	0.1 %
Yhteensä	21 150	21 616	3 157	28 630	100 %

Taulukkoon L4.2.1 on koottu näiden toimialojen yritysten t&k-rahoitus maittain vuodelta 1995. Taulukossa eri maiden yritysten kokonaissijoitukset energiateknologiaan on laskettu siten, että sähköteknisten koneiden ja laitteiden sekä sähkö-, vesi- ja kaasuhuollon t&k-menot on huomioitu kokonaisuudessaan. Muiden koneiden ja laitteiden t&k-menoista on arvioitu 20 prosenttia käytetyn energiateknologian kehittämiseen.

T&k:n kokonaismenojen arvio on mekanistinen. Eri maissa energiateknologialla voi olla hyvin poikkeava osuus muiden koneiden valmistuksesta. Lisäksi ei ole huomioitu metallituotteiden valmistusta, jonka puitteissa osa esimerkiksi suomalaisen energiateknologian t&k-panostuksista tehdään. Tällaisenaankin se kuitenkin antaa arvokasta lisätietoa eri maissa tehdyistä sijoituksista.

Myös yksityisessä energiateknologian t&k-rahoituksessa Japanin osuus on lähes puolet, 48,5 prosenttia. Yhdysvaltalaisten yritysten osuus on 17,2 prosenttia. Euroopan osuus yritysrahoitteisesta energiateknologian t&k:sta on noin 30 prosenttia, mikä on kymmenen prosenttiyksikköä suurempi kuin Euroopan osuus julkisesta rahoituksesta. Tämä johtuu lähes yksinomaan saksalaisten yritysten merkittävistä t&k-menoista.

Sivuilla 232-234 olevissa kuvioissa L4.2.4-6 on kuvattu kolmen toimialan seitsemän merkittävimmän rahoittajamaan yritysten ja suomalaisyritysten t&k-menojen kehitys. Kuvioista käy selvästi ilmi japanilaisten yritysten t&k-menojen merkittävä kasvu. Euroopassa italialaiset ja suomalaiset yritykset ovat lisänneet eniten panostuksiaan. Tästä huolimatta suomalaisyritysten panostukset olivat vuonna 1995 vielä vain 0,6 prosenttia tarkasteltujen maiden kokonaispanostuksista. Suomen osuus tarkasteltujen maiden energiateknologian viennistä oli samaan aikaan yli kolminkertainen.

Huomionarvoinen ilmiö on yhdysvaltalaisten yritysten useimpia muita maita vaatimattomampi t&k-menojen kehitys laitetuotannossa. Energialiiketoiminnan osalta yhdysvaltalaisyrityksistä ei ole saatavissa tietoja t&k-menoista.

Taulukossa L4.2.2 tarkastellaan t&k-menoja kokonaisuudessaan ja niiden suhdetta kunkin maan vientiin. Tarkastelun pohjalta voidaan todeta, että Suomi sijoittaa t&k:hon huomattavasti vähemmän kuin mitä on sen osuus tarkasteltavien maiden energiateknologiaviennistä. Suomen viennin ja t&k-menojen tasosta ja kehityksestä voidaan tehdä se johtopäätös, että suhteellisen niukat sijoitukset ovat tuottaneet korkean rajahyödyn. T&k on ollut soveltavaa ja kohdistunut praktisesti

sellaisiin tuotteisiin ja osaamiseen, jotka ovat olleet kaupallistettavissa ja joissa kysyntä on kasvanut. Samoin julkisen vallan ja yksityisten menojen koordinaatio on toiminut. Valtiovalta on tehnyt selvästi yksityistä t&k:ta pohjustavia ja tukevia sijoituksia. Näistä syistä sijoitukset ovat osaltaan kasvattaneet tuotantoa ja vientiä (ks. Viitamo, 1998). Isot maat puolestaan ovat sijoittaneet varsinkin julkisia varoja suunnattomasti esimerkiksi atomivoimaan, ml. fuusioenergian kehitystyö ja aurinkoenergiaan, joiden kaupallistaminen on kaukana. Yritysten kiinnostuksen kohteet varsinkin viime aikoina ovat olleet huomattavasti käytännönläheisimmissä hankkeissa.

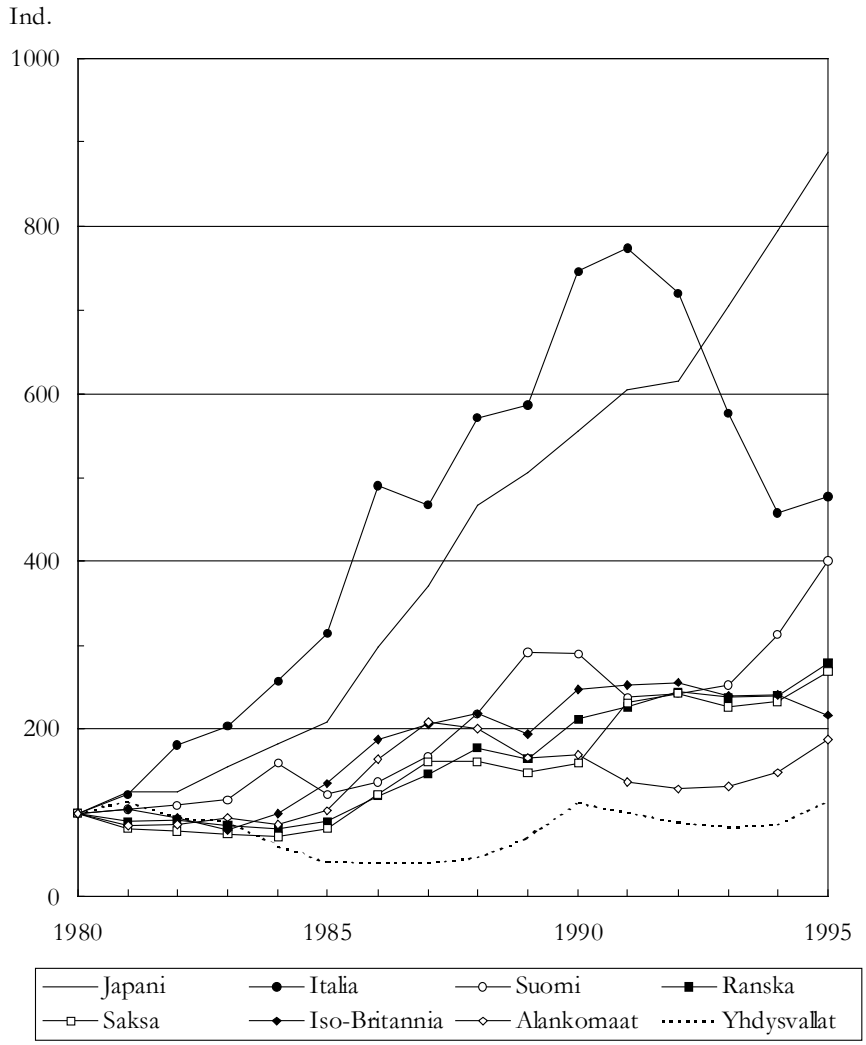
Yleinen ilmiö on joka tapauksessa, että yritysten energiateknologiaan tekemät t&k-investoinnit ovat kasvussa ja valtioiden laskussa. Yritykset ovat oivaltaneet t&k:n merkityksen. Sillä luodaan kilpailu-etuja. Valtioiden interventiot energialiiketoimintaan ja sen teknologian

Taulukko L4.2.2 Energiateknologian t&k-investoinnit suhteessa maiden energiateknologian vientiin vuonna 1995, luvut milj. USD

	Julkinen t&k-rahoitus	Yksityinen t&k-rahoitus	T&k-rahoitus yhteensä	Rahoitus-osuus %	Energia-teknologian vienti	Vienti-osuus %	Vienti-osuus / Rahoitus-osuus
Japani	4 714	13 882	18 596	48.3	36 118	21.4	0.44
Yhdysvallat	2 915	4 921	7 836	20.3	33 368	19.8	0.97
Saksa	358	4 501	4 859	12.6	34 566	20.5	1.62
Ranska	673	1 408	2 080	5.4	16 342	9.7	1.79
Iso-Britannia	83	1 157	1 240	3.2	11 851	7.0	2.18
Italia	290	765	1 055	2.7	11 035	6.5	2.39
Alankomaat	184	666	850	2.2	5 448	3.2	1.46
Kanada	239	231	470	1.2	3 884	2.3	1.89
Espanja	142	262	404	1.0	3 821	2.3	2.15
Ruotsi	64	288	352	0.9	4 256	2.5	2.76
Australia	85	167	253	0.7	852	0.5	0.77
Suomi	50	183	233	0.6	3 239	1.9	3.17
Tanska	47	99	146	0.4	2 107	1.2	3.29
Norja	48	65	113	0.3	779	0.5	1.56
Irlanti	1	35	36	0.1	1 210	0.7	7.71
Yhteensä	9 893	28 630	38 523	100	168 875	100	1.00

Lähteet: IEA Energy Technology R&D Statistics 1974-1995, OECD:n Anberd R&D Database, OECD:n International Trade by Commondities Statistics.
Huom: Suomen julkiset t&k-menot ovat vuodelta 1993 ja Irlannin vuodelta 1990.

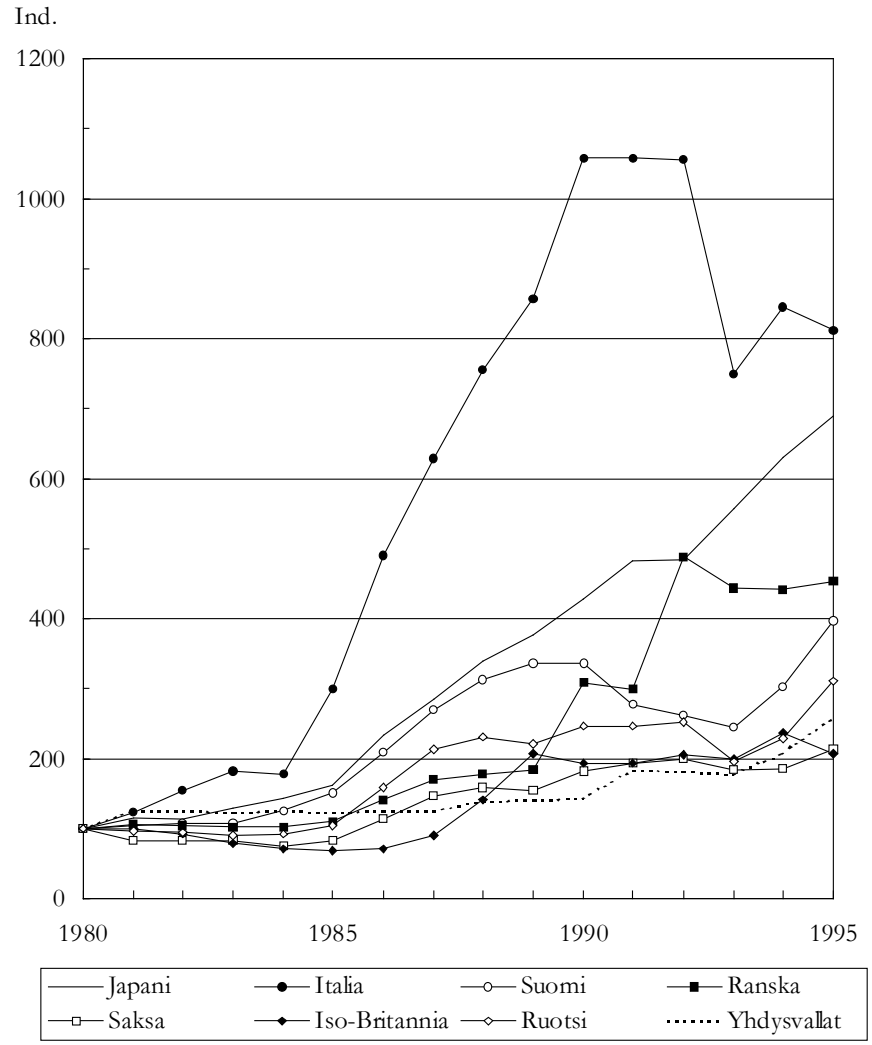
Kuvio L4.2.4 Sähköteknisiä koneita ja laitteita valmistavien yritysten t&k-menojen kehitys seitsemässä johtavassa maassa ja Suomessa 1980-1995



Lähde: OECD Anberd Database, ISIC 3830-3832.
Suomalaisten yritysten t&k-menot, 119 milj. USD, olivat kahdeksanneksi suurimmat.

kehittämiseen ovat kansainvälisen kaupan avautumisen sekä energialiiketoiminnan liberalisoinnin ja kaupallistamisen ansiosta vähentyneet. Eikä eri valtioilla, ehkä Japania lukuun ottamatta, ole enää

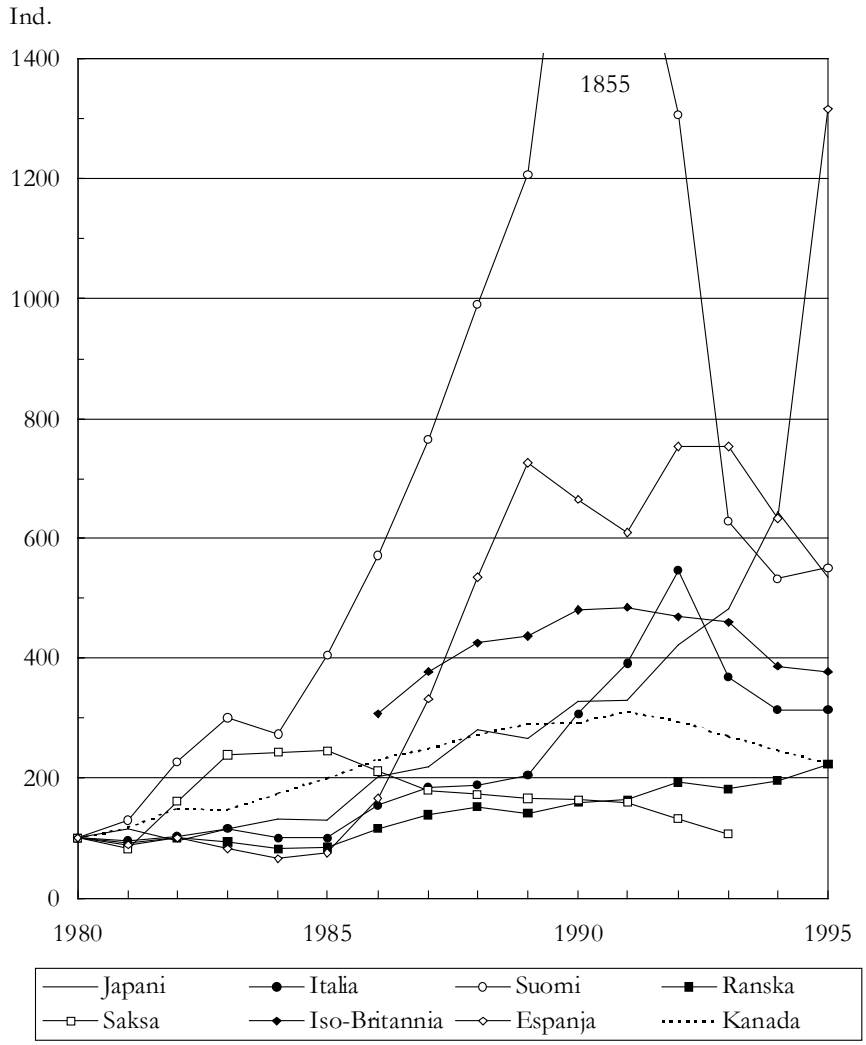
Kuvio L4.2.5 Muun koneteollisuuden t&k-menojen kehitys seitsemässä johtavassa maassa ja Suomessa vuosina 1980-1995



Lähde: OECD Anberd Database, ISIC 382-3825.

päällekkäisiä, kunnianhimoisia ja kauaskantoisia energiaprojekteja, joilla ratkaistaan energiakriisejä tai turvataan energian saatavuus kauaksi tulevaisuuteen.

Kuvio L4.2.6 Sähkö, vesi ja kaasuhuollon yritysten t&k-menojen kehitys seitsemässä johtavassa maassa ja Suomessa vuonna 1980-1995



Lähde: OECD Anberd Database, ISIC 382-3825.
Huom: Suomalaisyritysten t&k-menot kasvoivat voimakkaasti viime vuosikymmenen lopulla. Indeksin arvo oli korkeimmillaan 1855 vuonna 1990. T&k-menot olivat tuolloin 70 milj. dollaria, josta ne laskivat vuoteen 1995 mennessä 21 milj. dollariin.

5 ENERGIALIIKETOIMINNAN KILPAILUKYKY

Aiemmin vallinneen käsityksen ja ajattelutavan mukaan energiajärjestelmän perustehtävä oli varmistaa yhteiskunnan riittävä energian saanti kaikissa olosuhteissa. Järjestelmän toimintaa arvioitiin energiahuollon ja kriisivalmiuden näkökulmasta. Energiaomavaraisuutta tavoittelevan ja valtion valvontaan perustuvan energiapolitiikan oloissa energialiiketoiminnan kilpailukyvyllä ei siten ollut sisällöllistä merkitystä. Riitti, kun järjestelmä oli teknisesti tehokas energiaintensiivisen teollisuuden kilpailukyvyn turvaamiseksi.

Kaupan maailmanlaajuisen liberalisoitumisen ja alueellisen integraation myötä näkemys energiasektorin asemasta on muuttunut olennaisesti. Säilyttääkseen kilpailukykynsä globaalissa toimintaympäristössä kansallisvaltiot ja maanosat ovat purkamassa energiajärjestelmiensä sääntelyä kustannustehokkuuden lisäämiseksi. Markkinamekanismin tuominen energialiiketoimintaan ja energiamarkkinoiden integroituminen ovat puolestaan nostaneet esille kysymyksen yritysten ja maiden suhteelliseen kilpailukykyyn vaikuttavista tekijöistä.

Porterin *timanttimallin* soveltaminen energialiiketoiminnan kilpailukyvyn selittämiseen ei ole aivan ongelmatonta. Tämä johtuu mm. energiasektorin kansantaloudellisesta merkityksestä mallia kehitettäessä. Porterin mukaan energiainfrastruktuurilla on arvoa lähinnä teollisten toimialojen kilpailukykyä tukevana tuotannontekijänä (Porter, 1990).

Toinen ero mallin aikaisempiin sovellutuksiin verrattuna liittyy aikahorisonttiin. Teollisia toimialoja koskevissa tutkimuksissa analyysi on ollut luonteeltaan retrospektiivistä; painopiste on ollut tällöin klustereiden toteutuneen kilpailukyvyn selittämisessä. Energialiiketoiminnalla voidaan sanoa olevan potentiaalista kansainvälistä kilpailukykyä, jonka toteutuminen on nähtävissä lähivuosina markkinoiden avauduttua. Tämän analyysin tavoitteena on siis kartoit-

taa kilpailukykytekijöitä, joihin perustuen kotimaisella energialiiketoiminnalla on menestymismahdollisuuksia tulevaisuudessa.

Väljemmin sovellettuna Porterin mallista on löydettävissä aineksia myös energialiiketoiminnan kilpailukyvyn tarkastelemiseksi. Yleisenä havaintona mallin vaikutusmekanismeista voidaan todeta, että kilpailukyvyn osatekijät selittävät pitkällä aikavälillä energiajärjestelmän tehokkuutta, ja sähkömarkkinoiden vapautuessa osatekijöiden vaikutukset kohdistuvat kasvavassa määrin suoraan energialiiketoimintaan.

Suomen kannalta kotimaisen energialiiketoiminnan kilpailukyvyllä on monitahoinen merkitys. Jos ala pystyy tehostamaan toimintaansa, energiaa runsaasti käyttävän teollisuuden kilpailukyky paranee, ja samalla energiateknologian valmistajien kohtaama kotimainen kysyntä säilyy vaativana ja ennakoivana. Työn tuottavuuden paranemisen seurauksena energialiiketoiminnan merkitys työllistäjänä on viime vuosina vähentynyt. Sähkömarkkinoiden vapautuminen luo kuitenkin uusia energialiiketoimintaa tukevia toimintoja ja palveluja, millä on epäsuora työllisyyttä parantava vaikutus.

Välillisten vaikutustensa ohella energialiiketoiminnan kilpailukyky määrittelee suoraan alan kilpailullisen aseman avautuvilla markkinoilla. Euroopan siirtoverkkojen integroituessa yhtenäiseksi markkinapaikaksi ja rajatariffien poistuessa Suomen on mahdollista lisätä sähkön vientiään ja siirtyä pitkällä aikavälillä sähkön nettoviejäksi. Liiketoiminnan hallinta kansallisilla ja pohjoismaisilla markkinoilla antaa potentiaalisen, osaamiseen perustuvan kilpailuedun, jota voidaan hyödyntää monikansallisessa ympäristössä. Tästä onkin jo nähtävissä alustavia merkkejä.

5.1 Energiajärjestelmän rakenne ja tehokkuus

Energialiiketoiminnan osa-alueet[1] ovat osia laajemmassa energiajärjestelmässä, joka määritellään tässä yhteydessä sähkön ja lämmön arvoketjuksi. Se käsittää neljä jalostusvaihetta; *energiaraaka-*

[1] Ks. luku 2.

aineiden ts. primäärienergian tuotannon ja hankinnan, *sähkön ja lämmön tuotannon*, *siirron ja jakelun* sekä *käytön.*[2]

Energiajärjestelmä on käsitteenä moniselitteinen. Yhtäältä se voidaan tulkita fyysiseksi infrastruktuuriksi, jossa energiayhtiöt toimivat ja jonka rakennetta energiayhtiöt ja julkinen valta toimillaan muokkaavat. Toisaalta se voidaan tulkita laajemmin järjestelmäksi, joka käsittää fyysisten rakenteiden lisäksi jalostusvaiheiden liiketoiminnan ja siihen liittyvän osaamisen. Materiaalisista ja immateriaalisista osista koostuva energiajärjestelmä muodostaa kokonaisuudessaan energialiiketoiminnan keskeisimmän *tuotannontekijän.*

Kuvio 5.1 Suomen sähköjärjestelmän rakenne



Lähde: Finergy.

Suomen kuten muidenkin maiden energiajärjestelmällä on maaspesifinen rakenne, mihin vaikuttavat mm. maan teollinen rakenne, sijainti, luonnonvarat ja elinkeinopolitiikka. Seuraavassa Suomen energiajärjestelmän kuvauksessa keskitytään sen olennaisimpien piirteiden esille tuomiseen. Tarkastelu painottuu tällöin sähkön arvoketjuun, jonka merkitys energialiiketoiminnalle on suhteellisesti suurempi.

---

[2] Primäärienergia on määritelmällisesti jalostamatonta luonnon energiaa. Sitä ovat mm. vesivoima, tuuli, maalämpö, auringon säteily, uraani ja erilaiset polttoaineet, esim. hiili, turve, puu, maakaasu ja öljy. Primäärienergia jaetaan uusiutuvaan ja uusiutumattomaan energiaan. Sekundäärienergia on jalostettua primäärienergiaa. Sitä ovat mm. sähkö, kaukolämpö, bensiini ja polttoöljy, joista suurin osa menee energian loppukulutukseen (Adato Energia Oy). Primäärienergian lajeista tarkastelun kohteena ovat polttoaineet ja uraani, sekundäärienergiasta sähkö ja lämpö.

Raaka-aineet

OECD:n käyttämän laskutavan mukaan Suomen primäärienergian kulutuksesta kotimaisten energiavarojen osuus on 43 %, millä se sijoittuu Euroopan 22 OECD-maan joukossa sijaluvulle 11. OECD-maiden keskimääräinen omavaraisuusaste on 68 %[3].

Puhtaasti kotimaisia energialähteitä ovat uusiutuviksi energialähteiksi luokiteltavat *vesi-* ja *tuulivoima*, *maalämpö* ja *puupolttoaineet*[4]*, mustalipeä* sekä uusiutumattomaksi energialähteeksi luokiteltava *turve*. Niiden osuus Suomen energian kokonaiskulutuksesta oli 29 % vuonna 1997, ja osuus on kasvanut tasaisesti 1980-luvun alusta lähtien. Sähkön ja lämmön tuotannossa em. energialähteiden osuus on noin kolmannes, mikä on kansainvälisesti korkea.

Vesivoimaa, jonka osuus sähkön tuotannosta on noin 16 %, tuottaa Suomessa noin 70 yhtiötä. Niistä merkittävimmät ovat Fortum Power and Heat, PVO ja UPM-Kymmene. Vesivoima oli sähkön pääasiallinen tuotantomuoto aina 1960-luvulle asti, jolloin kapasiteetin lisärakentamista alettiin lakiteitse rajoittamaan. Tällä hetkellä potentiaalisesta koskivoimasta käytössä on noin 2/3.

Tuulivoiman osuus sähkön tuotannosta on vielä alle 1 %, vaikka kapasiteetin kasvu on viime vuosina ollut voimakasta. Voimalat sijaitsevat rannikolla ja Lapissa, missä merkittävin tuottaja on Kemijoki Oy. Lämpöpumppuja käytetään asuintalojen lämmitykseen maalämpöä hyödyntämällä. Myös lämpöpumppujen suhteellinen merkitys energiajärjestelmälle on vähäinen, mutta teknologisen kehityksen myötä niiden käyttö on yleistymässä.

Biopohjaiset polttoaineet, joiden hyödyntämisessä Suomi on johtavia maita, koostuvat lähinnä metsäteollisuuden puutähteistä ja jäteliemistä, metsätähdehakkeesta sekä turpeesta. Turvetta lukuun ottamatta niiden tuottajia ja käyttäjiä ovat olleet pääasiassa metsäteollisuuden yritykset, mikä selittyy tuotantoprosesseihin liittyvillä

---

[3] Mukaan on OECD:n käytännön mukaisesti laskettu ydinvoima, jota ilman Suomen omavaraisuus olisi huomattavasti alhaisempi.

[4] Puupolttoaineet jaetaan yleisesti **metsäteollisuuden puutähteisiin** ja metsäpolttoaineisiin, joista edellisiin kuuluvat kuori, sahanpuru, kutterinlastut sekä puutähdehake. Metsäpolttoaineita ovat halot, pilkkeet, rangat, pienpuuhake sekä **metsätähdehake**, joka on ainespuun korjuun jälkeen oksista ja latvuksista viheraineineen tehty hake.

yhteistuotannon eduilla. Puutähteiden ja metsähakkeen logistiikkaketjuun on viime vuosina syntynyt uutta yritystoimintaa, ja niiden käyttö on kasvanut myös yhdyskuntien sähkön ja lämmön tuotannossa. Energiaturpeen tuotanto on kasvanut tasaisesti 1970-luvulta lähtien valtion tukitoimin. Tuotantoa hallitsevat valtio-omisteinen Vapo Oy sekä Turveruukki Oy, joiden lisäksi alalla toimii kymmeniä pienempiä yrittäjiä. Turpeella tuotetaan sähköä ja lämpöä sekä erikseen että yhdessä puupohjaisten polttoaineiden kanssa.

Muiden fossiilisten polttoaineiden ja uraanin osuus energian kokonaiskulutuksesta on noin 70 %, joka on likimääräinen tuonnin osuus primäärienergian kulutuksesta. *Kivihiilen* tuonnista vastaavat lähinnä Fortum, PVO ja Helsingin Energia, jotka ovat merkittävimmät hiilivoiman tuottajat. Kivihiilen osuus energian kulutuksesta on vaihdellut suhteellisen voimakkaasti sähkön yleisestä kysyntä- ja tarjontatilanteesta riippuen. Kun esim. tuontisähkön hinta laskee riittävän alas, hiilivoiman tuotantoa kannattaa vähentää ja laitoksia pysäyttää.

Öljyn käyttö sähkön ja lämmön tuotannossa oli merkittävää aina 1970-luvun puoleen väliin saakka; sähkön tuotannossa sen osuus oli parhaimmillaan 28 % vuonna 1976. Öljykriisien ja ydinvoimatuotannon käynnistymisen myötä voiman tuottamiseen käytetyn öljyn kulutus on vähentynyt murto-osaan.[5] Energian arvoketjussa sen käyttö on painottunut rakennusten lämmitykseen. Tuonnin vapautumisesta huolimatta Fortum Oil and Gas hallitsee edelleen raakaöljyn tuontia ja jalostustoimintaa.

Uraania polttoaineena käyttävät neljä ydinreaktoria otettiin käyttöön vuosina 1977 - 1982. Uraanin tuonnista vastaavat voimaloiden omistajat PVO, joka ostaa raaka-aineensa Ruotsista ja muualta Länsi-Euroopasta, ja Fortum, jonka tuontimaana on ollut Venäjä. PVO:n Olkiluodossa ja Fortumin Loviisassa sijaitsevat ydinvoimalat tuottavat Suomen sähkön tuotannosta noin 27 %. Käynnistymisensä jälkeen voimaloiden kapasiteetti on tehonkorotusten myötä noussut lähes 25 %.

Maakaasun käyttö Suomessa alkoi vuonna 1974. Tuontimonopolin saaneen Nesteen toimitukset suuntautuivat 10 vuoden ajan pääasiassa teollisuudelle, joka käytti maakaasua sähkön ja höyryn

[5] Nykyään öljyä käytetään pääasiassa voimaloiden varapolttoaineena.

tuotantoon. Yhdyskuntien yhdistetyssä tuotannossa maakaasu yleistyi 1980-luvun lopulla, ja nykyään teollisuuden osuus kulutuksesta on enää noin 50 %. Vuonna 1994 maakaasun tuonti siirtyi Gasum Oy:lle.

Primäärienergialähteiden suhteen Suomen energiajärjestelmä on erittäin diversifioitunut, mistä on etua energian saatavuuteen liittyvien riskien hallinnassa. Energialähteiden monipuolisuus on myös ylläpitänyt ja kehittänyt osaamista konversion eri osa-alueilla, mi-

Taulukko 5.1 Sähkön tuotannon energialähteiden kulutus vuonna 1997

TJ	Vesi-voima	Tuuli-voima	Ydin-voima	Kivi-hiili	Öljyt	Maa-kaasu
Vesivoima	43181					
Tuulivoima		60				
Yhteistuotanto/ teollisuus				3384	3924	9720
Yhteistuotanto/ kaukolämpö				22320	1584	18180
Ydinvoima			218738			
Tavallinen lauh-dutusvoima				65520	2268	9360
Huippuvoima					252	
Nettotuonti						
Yhteensä	43181	60	218738	91224	8028	37260
Tuotanto TWh	12,0	0,0	20,1	12,1	1,4	7,0

TJ	Turve	Muut kotim.	Netto-tuonti	Yht. TJ	TWh
Vesivoima				43181	12,00
Tuulivoima				60	0,02
Yhteistuotanto/ teollisuus	3348	33120		53496	10,98
Yhteistuotanto/ kaukolämpö	10944	1620		54648	12,23
Ydinvoima				218738,182	20,05
Tavallinen lauh-dutusvoima	26280	7992		111420	10,86
Huippuvoima				252	0,02
Nettotuonti			27550,8	27550,8	7,65
Yhteensä	40572	42732	27550,8	509346,321	73,80
Tuotanto TWh	5,7	7,8	7,7	73,8	

Lähde: Energiatilastot 1997.

kä on kilpailuetu toimittaessa uusilla markkina-alueilla. Ruotsissa pääasialliset energialähteet ovat vesi- ja ydinvoima ja Norjassa yksinomaan vesivoima, mikä on altistanut niiden energiajärjestelmän vesitilanteen vaihteluille. Myös muualla Euroopassa energialähteiden rakenne on koostumukseltaan varsin keskittynyt.

Tuotantotavat

Sähköä, kaukolämpöä ja teollisuuden prosessihöyryä tuotetaan Suomessa erillisesti ja yhdistetysti. Yksinomaan sähköä tuottavia laitoksia ovat vesi- ja tuulivoimalat, ydinvoimalat, lauhdevoimalat sekä huippu- ja varavoimalaitokset, joiden osuus sähköntuotannon kokonaiskapasiteetista on noin 60 %. Sähköä, lämpöä ja höyryä yhdistetysti tuottavien voimalaitosten osuus sähkön tuotantokapasiteetista on siten 40 %. Nykyinen sähköntuotannon kapasiteetti on noin 16 500 MW.

Teollisuuden[6] yhteistuotantolaitoksissa, jotka tuottavat sähköä ja prosessihöyryä teollisuuden valmistusprosesseihin, yleisimmät kattilatyypit ovat puupolttoaineita, turvetta ja jätteitä polttavat leijupetikattilat sekä mustalipeää polttavat soodakattilat. Kaukolämpöä tuottavat yhteistuotantolaitokset ovat lähinnä Fortumin ja kaupunkien sähköyhtiöiden omistamia voimaloita. Niiden kokonaiskapasiteetista suurin osa perustuu kivihiilen polttoon pölypolttokattiloissa ja maakaasun polttoon kaasuturbiineissa (ks. taulukko 5.1). Leijupetikattilat ja moottorivoimalat ovat yleistymässä pienimuotoisessa sähkön ja kaukolämmön yhteistuotannossa.

Sähkön kulutuksen osalta Suomi on ollut nettotuoja. Tuonnin osuus kulutuksesta on vaihdellut 10 %:n molemmin puolin mm. Pohjoismaiden vesitilanteesta riippuen. Sähköä tuodaan Ruotsista, Norjasta ja kasvavassa määrin Venäjältä. Sähkön vienti on sen sijaan ollut varsin vähäistä, muutamia satoja gigawattitunteja vuodessa. Kokonaisuudessaan Suomen sähkömarkkinoiden avoimuus, jota kuvataan tuonnin ja viennin summan osuudella maan kulutuksesta, on eurooppalaisittain suhteellisen alhainen, mitä selittää mm. maan syrjäinen sijainti ja energiaintensiivinen teollisuus. Tässä suhteessa Suomi muistuttaa juuri naapurimaitaan Ruotsia ja Norjaa.

---

6 Lähinnä metsäteollisuuden.

Suomen kaukolämmön ja höyryn tuotantokapasiteetti on noin 14 000 MW, mistä voimalaitosten osuus on vajaa puolet. Voimalaitosten kaukolämpökapasiteetista yhdistetyn tuotantokapasiteetin osuus on peräti 92 %. Merkittävä osa kaukolämmöstä tuotetaan erillisesti haja-asutusalueilla toimivissa kiinteissä tai siirrettävissä lämpökeskuksissa.

Suomen energiajärjestelmälle on ominaista korkea tuotannollinen tehokkuus, mikä perustuu suuressa määrin maan johtavaan asemaan sähkön ja lämmön yhteistuotannossa. Yhteistuotantosähkön osuus sähkön kokonaistuotannosta oli 33 % vuonna 1998. Jos tarkastellaan yhteistuotannon osuutta tuotantotavoista, joissa se on teknisesti ja turvallisuussyistä mahdollista, osuudeksi saadaan peräti 68 %[7]. Tämä antaa myös paremman kuvan tuotannon päästötehokkuudesta.

Voimantuotannon tehokkuutta voidaan arvioida myös tuotantomuodoittain. Vesivoimaloiden tehokkuutta on vaikea mitata, koska niiden toimintaan vaikuttavat luonnon olosuhteet ja sähkön yleinen kysyntätilanne; suurin osa vesivoimasta on ns. säätövoimaa, jota säädellään kysynnän muutosten mukaan. Tähän on kehitetty automaatio- ja tietotekniikkasovellutuksia samassa ja eri vesistöissä sijaitsevien voimaloiden yhteiskäytön optimoimiseksi.[8]

Taulukko 5.2 OECD-maiden sähkön ja lämmön tuotanto vuonna 1996

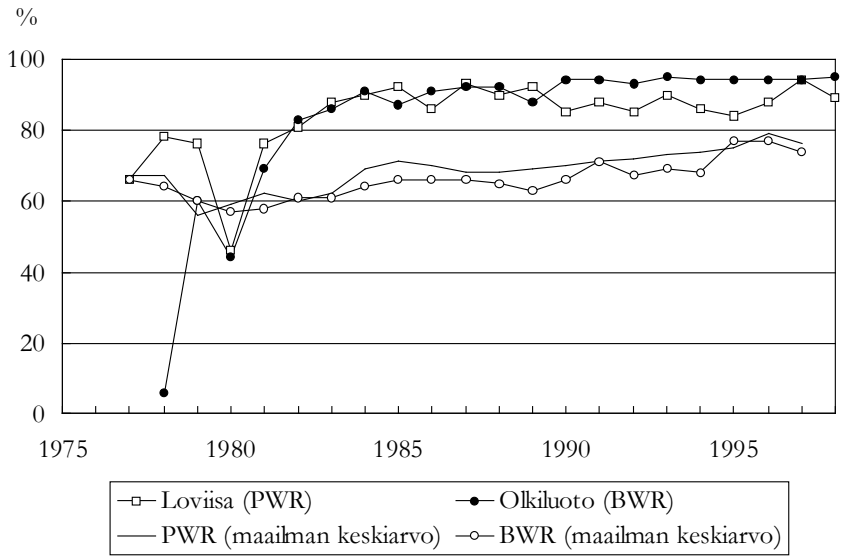
	Kokonais-tuotanto	Erillinen	CHP	CHP:n osuus
Sähkön tuotanto TWh	8714966	7870234	844732	10,7 %
Lämmön tuotanto TJ	2283610	654889	1628721	71,3 %

Lähde: IEA.

Kuvio 5.2 Ydinvoimaloiden käyttökertoimet

[7] Kokonaistuotannosta vähennetään vesivoima ja ydinvoima, joiden ympäristörasitus on vähäinen.

[8] Yhteiskäyttöjärjestelmää sovellettiin aiemmin myös valtakunnallisella ja pohjoismaisella tasolla Nordelin piirissä. Suomen yhteiskäyttöjärjestelmä perustui sähköntuottajien väliseen sopimukseen kulutuksen kattamisesta kulloinkin edullisimpien laitosten tuotannolla. Järjestelmää ohjattiin IVOn keskusvalvomosta Vantaalla.



Lähde: Adato Energia.

Suurin osa yhteiskunnan sähkönkulutuksesta katetaan ns. perusvoimalla, jota tuotetaan määrältään tasaisesti ympäri vuoden. Suomessa perusvoimaa tuotetaan pääasiassa ydin-, hiili- ja yhteistuotantovoimaloilla, joiden käyttövarmuus ja tehokkuus ovat siten ensisijaisen tärkeitä.

Ydinvoimaloiden käyttötoimintaa voidaan mitata ns. käyttökertoimella, joka kuvaa toteutuneen tuotannon osuutta tuotantopotentiaalista. Kertoimen suuruuteen vaikuttavat käytön luotettavuus ja vuosihuoltojen kesto. Suomen ydinvoimaloiden keskimääräinen kumulatiivinen käyttökerroin on ollut noin 86 %, mikä on korkeampi kuin suurissa ydinvoimaa tuottavissa maissa USA:ssa, Japanissa, Ranskassa ja Saksassa. Myös maissa, joissa ydinvoiman osuus sähkön tuotannosta on merkittävä, käyttökerroin on yleisesti alhaisempi.[9]

Sulamaa (1999)[10] on selvittänyt perusvoimaa tuottavien höyryvoimalaitosten teknistä tehokkuutta ja tuottavuuden muutosta vuosina 1994-1996. Tutkimuksessa oli mukana 35 sähköä tai sähköä ja lämpöä tuottavaa voimalaitosta - keskimäärin 25 CHP-laitosta, 4 laudevoimalaitosta ja 2 ydinvoimalaa. Vuonna 1994 nii-

[9] Lähde: Adato Energia, Suomen atomiteknillinen seura.

[10] Julkaisematon tutkimusraportti.

den osuus Suomen sähköntuotannosta oli noin 75 %. Tutkimuksen mukaan voimalaitosten tekninen tehokkuus oli korkea. Niiden saama keskimääräinen tehokkuuskerroin 0,91 tarkoittaa, että panoksia pitäisi vähentää noin 10 % maksimaalisen tehokkuuden saavuttamiseksi.[11] Muita maita koskevissa vastaavissa tutkimuksissa tehokkuuskertoimeksi saadut luvut ovat olleet alhaisempia.[12]

Energian siirto ja jakelu

Teollisuuden voimalaitoksia lukuun ottamatta, jotka ovat teknisesti tai maantieteellisesti integroituneet tuotantolaitoksiin, voimalaitosten tuottama energia siirtyy käyttäjille kaukolämpö-, sähkönsiirto- ja jakeluverkostossa. Molempien energiamuotojen jakeluketjussa on erotettavissa tukku- ja vähittäiskauppaporras.

Kaukolämpötoiminta sai alkunsa yhdyskuntien sähkön ja lämmön yhteistuotannon käynnistymisestä 1950-luvulla. Ensimmäisiä kaukolämmityksen piiriin siirtyneitä kaupunkeja olivat Helsinki ja Espoo, joiden esimerkkiä seuraten muissakin kaupungeissa aloitettiin kaukolämpöverkoston rakentaminen. Nykyiset pääverkostot on rakennettu suurimmaksi osaksi vuosina 1975-1985, minkä jälkeen investoinnit ovat kohdentuneet verkostojen ylläpitämiseen ja asteittaiseen laajentamiseen. Vuonna 1997 Suomen kaukolämpöverkoston kokonaispituus oli 7900 km.

Maailmanlaajuisesti tarkasteltuna kaukolämmön tuotanto on keskittynyt pohjoiselle pallonpuoliskolle, missä suurin tuottaja on Venäjä. Muita merkittäviä alueita ovat Pohjois-Eurooppa ja -Amerikka. Suomen osuus maailman kaukolämmön tuotannosta on noin 0,6 %.

Kaukolämmön myynti ja jakelu on teknisistä syistä alueellista monopolitoimintaa. Tosin eri yhtiöiden ja kaupunkien verkostoja on kytketty toisiinsa, ja ne käyvät jossain määrin keskinäistä tukkukauppaa. Myös teollisuusyritykset toimivat kaukolämmön tukkukauppiaina, joiden asiakkaana on tyypillisesti läheinen kaupunki.

Merkittävimmät kaukolämmön tuottajat ja myyjät ovat suurten kaupunkien sähköyhtiöitä ja -laitoksia: Helsingin Energia, Tampe-

---

[11] Tutkimus perustui DEA-menetelmään.

[12] Esim. Färe (1983), Pollit (1997).

reen kaupungin sähkölaitos, Espoon Sähkö Oy, Turku Energia Oy ja Vantaan Energia Oy. Kaupunkien energiayhtiöt tuottavat lämpöä pääsääntöisesti yhdistetysti sähkön kanssa.

Yhteistuotannon ohella kaukolämmön tuotantotehokkuus perustuu verkoston mittakaavaetuihin kaupunkialueilla. Suurimpien kaupunkien lämmityksestä kaukolämmön osuus on noin 80 %, Helsingissä jopa 90 %. Kaukolämpöjärjestelmien toimintavarmuus on lähes 100 %[13], mikä perustuu korkeatasoiseen teknologiaan ja ennakoivaan huoltoon.

Voimalaitokset ja sähkön käyttäjät ovat kytkeytyneet toisiinsa maan kattavaan siirto- ja jakeluverkon välityksellä, joka koostuu kolmesta verkostotyypistä. Kantaverkko käsittää suurjännitteiset 400 kV:n, 200 kV:n ja tärkeimmät 110 kV:n siirtojohdot ja sähköasemat. Alueverkot koostuvat kantaverkkoon kuulumattomista yleensä 110 kV:n verkosto-osista, ja jakeluverkot alle 110 kV:n verkoista.

Sähkön siirto- ja jakeluverkoston rakentaminen käynnistyi Suomessa viime vuosisadan loppupuolella, kun sähkön tuotanto ja käyttö alkoivat erkaantua maantieteellisesti. Sysäyksen siirtoverkkojen laajamittaiselle rakentamiselle antoi Imatran suurvesivoimalaitoksen perustaminen vuonna 1929, mikä edellytti korkeajännitteisen siirtokapasiteetin rakentamista Etelä-Suomeen. Toisen maailmansodan jälkeen siirtokapasiteettia rakennettiin lisää yhdistämään Pohjois-Suomen vesivoimalaitokset Etelä-Suomen teollisuuskeskuksiin. Uudisrakentamisen jälkeen kantaverkon hallinta jakautui siten, että IVO omisti siitä noin 80 %[14] ja teollisuus loput 20 %. Vuonna 1990 teollisuuden omistus keskitettiin Teollisuuden Voimansiirto Oy:lle.

Kantaverkkotoiminnan duopolirakenne oli maailmassa ainutlaatuinen, ja se vallitsi aina vuoteen 1996 asti. Kauppa- ja teollisuusministeriön aloitteesta perustettiin tuolloin valtakunnallinen verkkoyhtiö Suomen Kantaverkko Oyj, joka osti TVS:n ja IVS:n verkkoliiketoiminnan. Yhtiöstä muodostettiin siirtotoimintaan erikoistunut luonnollinen monopoli, joka tarjoaa siirtopalveluja kaikille osapuolille yhtenäisin ehdoin. Kantaverkkotoiminnan keskittämi-

[13] Vuonna 1997 se oli 99,993 % (Suomen Kaukolämpö ry).

[14] IVOn kantaverkkotoiminnasta vastannut IVO Voimansiirto Oy omisti myös maan ulkopuolella johtavat siirtoyhteydet.

seen vaikuttivat Norjan ja Ruotsin vastaavat järjestelyt ja Pohjoismaiden sähkömarkkinoiden vapautumisprosessi.

Kantaverkko muodostaa fyysisen markkinapaikan sähköpörssissä käytävälle spot-kaupalle ja kahdenkeskiselle sähkön tukkukaupalle. Suomen suurimmat tukkusähkön myyjät ovat Fortum Power and Heat, Teollisuuden Sähkönmyynti ja Vattenfall.

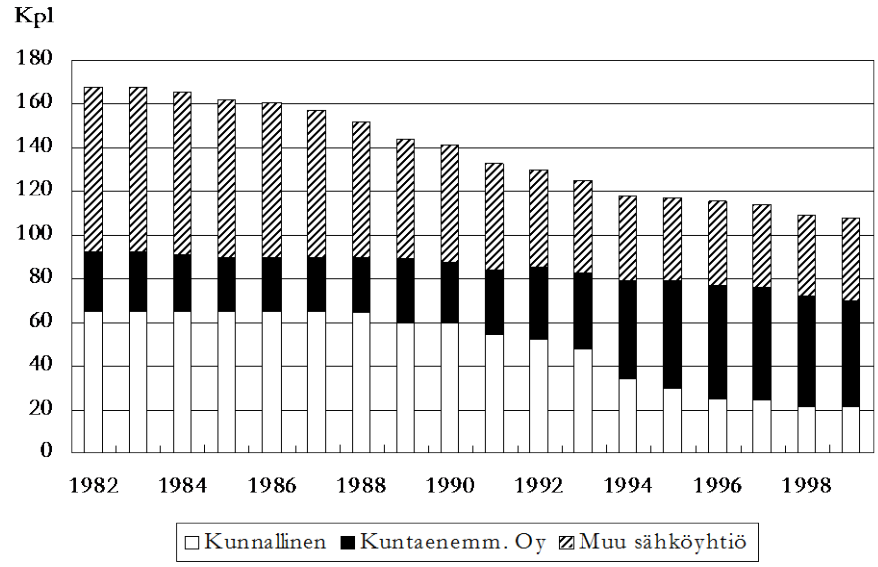
Alue- ja jakeluverkostojen rakentamisen historia liittyy läheisesti maan sähköistymiseen. Ensimmäiset sähkölaitokset perustettiin suurimpiin kaupunkeihin huolehtimaan niiden valaistuksesta, ja 1920-luvulla sähkönjakelu oli järjestetty useimpiin Suomen kaupunkeihin. Maaseudun sähköistämisessä, jota vaikeuttivat pitkät etäisyydet ja pääomien puute, on erotettavissa kaksi päävaihetta. Ensimmäinen jakso ajoittuu 1920-luvulle, jolloin alkunsa sai moni nykyisistä Etelä- ja Länsi-Suomen sähkölaitoksista. Toinen sähköistämisaalto, joka käynnistyi toisen maailmansodan jälkeen, ulottui myös Itä- ja Pohjois-Suomeen. Rakentaminen toteutettiin valtion voimakkaalla taloudellisella tuella.

Vuoteen 1964 mennessä Suomen sähköistämisaste oli noussut 91 %:iin. Kun sähköistämisohjelmaa oltiin 1970-luvulla saamassa päätökseen, Suomessa toimi yli 200 sähkölaitosta ja jakeluverkon haltijaa. Alueverkkojen omistus jakaantui jakeluverkon haltijoiden, sähkön tuottajien ja teollisuuden kesken. Tällä hetkellä alueverkkotoimintaan keskittyneitä yhtiöitä on 10. Sähkön jakelijoiden määrä on vähentynyt voimakkaasti viimeisten 40 vuoden aikana. Kun vuonna 1960 Suomessa toimi 310 verkonhaltijaa, vuonna 1990 niiden määrä oli 141, ja tällä hetkellä jakelusta vastaa 108 verkkoyhtiötä. Keskittymiseen ovat vaikuttaneet mm. verkostojen korkeat ylläpitoinvestoinnit, jakelussa ja sähkön hankinnassa vallitsevat skaalaedut[15] sekä kuntien heikko taloudellinen tilanne.

Toinen jakelun tehokkuutta parantanut muutos on ollut kunnallisten jakelulaitosten yhtiöittäminen kuntaenemmistöisiksi osakeyhtiöiksi, mikä alkoi laajamittaisesti vuonna 1993. Kehitykseen on vaikuttanut tarve tehostaa yhtiöiden päätöksentekoa ja sopeutua sähkömarkkinoiden vapautumiseen.

Kuvio 5.3 Verkkoyhtiöiden määrän kehitys

[15] Esimerkkinä mainittakoon Kymppivoiman perustaminen.



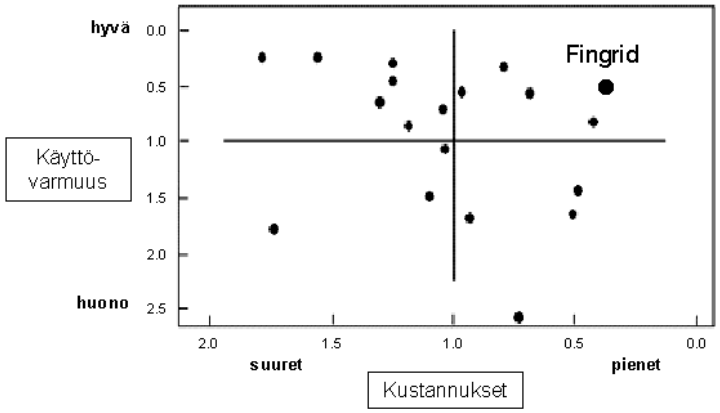
Lähde: Adato Energia.

Rakenteensa suhteen Suomen sähkön siirto- ja jakelujärjestelmä muistuttaa Norjan ja Ruotsin järjestelmää, missä kantaverkko on valtakunnallinen monopoli ja jossa jakeluverkosto koostuu hajautetuista alueellisesti toimivista monopoleista. Verkostotoiminta on julkisen vallan kontrolloimaa. Norjassa ja Ruotsissa jakeluyhtiöiden määrä on kuitenkin yli kaksinkertainen Suomeen nähden. Vapautuneiden markkinoiden maista Iso-Britannia edustaa toista ääripäätä. Siellä jakeluverkoston omistavat 12 alueellista jakeluyhtiötä, jotka ovat yksityistetty.

Kansainvälisten vertailututkimusten perusteella Suomen siirto- ja jakeluverkoston suhteellinen tehokkuus on korkea. Suomen Kantaverkko Oyj osallistui kansainväliseen siirtoverkon kunnossapitoa koskevaan benchmarking-tutkimukseen, johon osallistui kaikkiaan 19 maan verkko-organisaatiota ympäri maailmaa. Niistä osa oli siirtotoimintaan keskittyneitä verkkoyhtiöitä, osa toimi myös tuotannossa ja jakelussa. Yhtiöistä Suomen Kantaverkko oli kokonaisuudessaan tehokkain, mikä näkyy kuviosta 5.4. Siinä tehokkaat yhtiöt ovat oikeassa yläkulmassa.[16]

Kuvio 5.4 Suomen Kantaverkon kunnossapidon tehokkuus vuonna 1996

[16] Vastaava selvitys tehdään uudestaan vuonna 2000.



Lähde: Fingrid.

Jakeluverkostojen operatiivista tehokkuutta on tutkittu mm. Isossa-Britanniassa, Norjassa ja Suomessa. Senerin selvityksessä (Kuusisto, 1998) verkkoyhtiöiden tehokkuutta mitattiin liikevaihdon ja jälleenhankinta-arvon suhteella, jonka perusteella Suomen verkkoyhtiöt saatiin tehokkuusjärjestykseen. Tulosten mukaan haja-asutus-alueiden verkkoyhtiöt olivat keskimäärin tehokkaampia kuin taajamayhtiöt, ja yrityksen koolla ei näyttäisi olevan vaikutusta tehokkuuteen. Yksityiskohtaisempi DEA-menetelmään perustuva selvitys valmistuu Etlassa vuonna 1999.

Norjassa verkkoyhtiöiden toimintaa on mitattu investointitehokkuudella ja käyttötoiminnan tehokkuudella. Menetelmää on sovellettu myös yleispohjoismaiseen tutkimukseen vuoden 1997 aineistolla. Tutkimuksen mukaan tehokkuus oli korkein Ruotsissa ja Suomessa. Tulosta on perusteltu siten, että Suomessa ja Ruotsissa alan ammattilaisten vaikutus verkkoyhtiöiden toimintaan on suurempi, ja niissä osakeyhtiöiden osuus jakeluyhtiöistä on suurempi kuin muissa Pohjoismaissa (Kuusisto, 1998).

Energian käyttö

Suomen energian kulutus on kasvanut tasaisesti pitkällä aikavälillä, ja kasvun odotetaan jatkuvan myös lähivuosina, keskimäärin 2-3 %:n vuosivauhtia. Kulutuksen kasvu myötäilee teollisuustuotannon ja elintason kasvua.

Energiaintensiivisyyden suhteen Suomi muistuttaa muita Pohjoismaita, joissa sähkön kulutus henkeä kohden on maailman kor-

keimpia. Syitä tähän ovat mm. maiden kylmä ilmasto, valaistuksen suuri tarve sekä energiaintensiivinen teollisuus. Norjassa ja Ruotsissa korkea kulutus johtuu osaltaan myös vesivoiman korkeasta osuudesta sähkön tuotannossa, jolloin kannustimet energian käytön tehostamiseksi ovat olleet vähäisemmät kuin Suomessa.

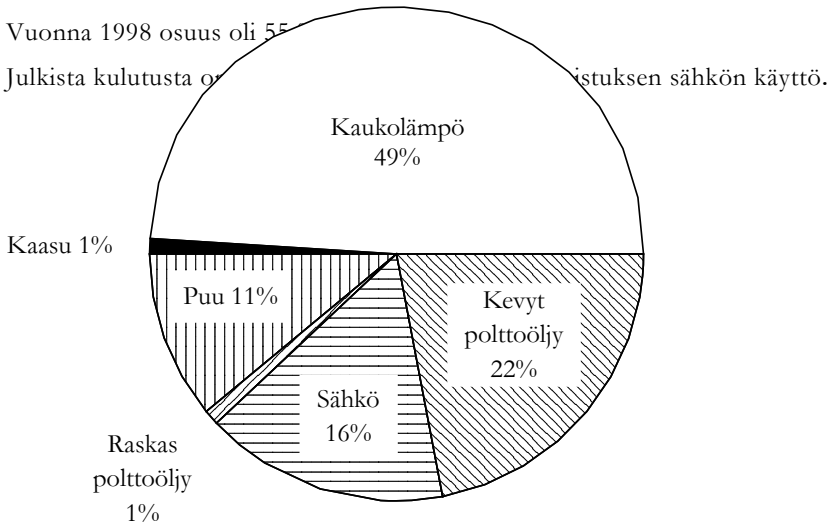
Teollisuuden osuus Suomen sähkön kulutuksesta on yli puolet.[17] Tästä paperi- ja selluteollisuuden osuus on runsas 50 %, josta lähes puolet kuluu mekaanisen massan valmistukseen. Mekaanisen massan valmistuksessa syntyy sivutuotteena paperin valmistusprosessissa hyödynnettävää jätelämpöä. Kemiallisen massan valmistus kuluttaa noin viidenneksen paperiteollisuuden sähköenergiasta, mutta se tuottaa vastaavasti sivutuotteena sähköä yli prosessin tarvitseman määrän. Metsäteollisuuden erityispiirre on, että se tuottaa tarvitsemastaan sähköenergiasta noin 70 % ja lämpöenergiasta 90 % tehtaiden yhteydessä toimivissa voimalaitoksissaan. Voimatuotannon omistuksen suhteen metsäteollisuus on lähes omavarainen.

Muita merkittäviä sähkön käyttäjiä ovat metalli- ja kemianteollisuus, joiden yhteinen osuus sähkön kulutuksesta on noin 11 %. Metalliteollisuuden kokonaisenergiasta suurin osa koostuu koksista, jota käytetään masuunin sulatus- ja pelkistysaineena Rautaruukin tehtailla. Masuuni- ja koksaamokaasuilla tuotetaan noin neljännes metalliteollisuuden sähkön tarpeesta. Outokummun ferrokromin, ruostumattoman teräksen ja jalometallien valmistusprosessit ovat erittäin sähköintensiivisiä, ja riippuvuus ulkopuolisesta sähköstä on suuri.

Kemianteollisuuden merkittävimmät yritykset ovat Kemira ja Neste Chemicals, jotka saavat osan tarvitsemastaan sähköstä ja lämmöstä omista voimalaitoksista. Myös kemianteollisuudessa syntyy sivutuotteita, joita voidaan hyödyntää energiantuotannon raaka-aineina.

Muu sähkön kulutus jakaantuu tasaisesti palveluiden, julkisen kulutuksen[18], kotitalouksien kodinkoneiden ja sähkölämmityksen kesken. Näiden kulutuserien kasvu on seurannut yleistä elintason nousua.

Kuvio 5.5 Lämmityksen markkinaosuudet vuonna 1998



[17] Vuonna 1998 osuus oli 55

[18] Julkista kulutusta o istuksen sähkön käyttö.

Lähde: Suomen Kau[illegible]

Vuonna 1998 kaukolämmön kokonaiskäyttö oli 27,6 TWh, mistä asuintalojen osuus oli 55 %, muiden rakennusten osuus noin 35 % ja teollisuuslaitosten osuus 10 %. Lämmitysmuotona kaukolämpö kilpailee pääasiassa sähkölämmitystä ja öljylämmitystä vastaan, jotka ovat menettäneet viime vuosina suhteellista osuuttaan. Kaukolämmön osuus on kasvanut erityisesti uudisrakennusten lämmityksessä.

Energiaintensiivisyydestään huolimatta Suomen sähkön ja lämmön käyttö on modernin käyttöteknologian ansiosta varsin tehokasta, mikä on ollut vientiteollisuutemme yksi kilpailutekijä. Tehokkuus on osaltaan ollut seuraus myös tiukasta ympäristölainsäädännöstä, energiaverotuksesta sekä julkisen vallan panostuksesta käyttöteknologian kehittämiseen.[19]

5.2 Sähkömarkkinoiden liberalisoituminen

Käynnissä oleva sähkömarkkinoiden vapauttamisprosessi on yksi näkyvimmistä ja merkittävimmistä toimista, joilla *julkinen valta* kansallisella ja ylikansallisella tasolla vaikuttaa energiaklusterin toimintaan. Sääntelyn purku ja markkinoiden integraatio luovat yhtäläiset edellytykset energialiiketoiminnalle ja johtavat markkinoiden uusjakoon maiden ja yritysten kesken. Suomen energiajärjestelmä ja sen tehokkuuden taustalla oleva osaaminen muodostavat tuotannontekijäresurssin, johon perustuen kotimaisella energialiiketoiminnalla on menestymismahdollisuuksia kansainvälistyvässä toimintaympäristössä.[20]

Energiajärjestelmän teknistä tehokkuutta kuvaa, että sähkön hinta on Suomessa maailman alhaisimpia ja alhaisempi kuin esim. Keski-Euroopassa (ks. esim. Energiatilastot 1997). Euroopan siirtoverkkojen integroituessa Suomen mahdollisuudet sähkön viennin lisäämiseksi paranevat etenkin lyhyellä aikavälillä. Pitkällä aikavälillä alueelliset hintaerot tasoittunevat, ja on ilmeistä, että sähkön

---

[19] Esimerkkinä mainittakoon Tekesin vuosien 1993-1998 energiateknologiaohjelmat. KESTÄVÄ PAPERI -ohjelma keskittyi massan ja paperin valmistuksen, SULA-ohjelma perusmetallien valmistuksen ja RAKET-ohjelma rakennusten energiatalouden parantamiseen.

[20] Tuotannontekijät ja julkisen vallan toimet ovat kilpailukykyä selittävän Porterin timantin keskeisiä osa-alueita. Näitä käsitellään muilta osin sivuilla 289-298.

hintataso Suomessa nousee. Tämä kannustaisi uusien energiainvestointien tekemiseen ja siten tarjonnan lisäämiseen.

Sähkömarkkinoiden vapautuminen on maailmanlaajuinen ilmiö, ja se koskee sekä vanhoja että kasvuvaiheessa olevia talousalueita. Pohjoismaiden ja EU:n ohella Itä-Euroopan maat ovat liberalisoimassa kansallisia järjestelmiään, ja vastaava kehitys on nähtävissä mm. Oseaniassa, Etelä-Afrikassa, Aasiassa ja Yhdysvalloissa. Kaiken kaikkiaan deregulaatiota toteutetaan muodossa tai toisessa yli sadassa maassa. Tässä yhteydessä tarkastelu keskittyy Suomeen ja sen lähialueisiin, jotka muodostavat Suomen energialiiketoiminnan kannalta keskeisimmän ja integroituneimman markkina-alueen.

EU:n deregulaatiopolitiikka

Kuten edellä todettiin, kansallisten energiajärjestelmien eroja selittävät maakohtaiset historialliset tekijät ja erityistarpeet energiahuollon turvaamiseksi. Tämä seikka on ohjannut EU:n energiapolitiikan linjauksia ja osaltaan vaikeuttanut yhteisten pelisääntöjen luomista.

Energian suhteen sisämarkkinoiden vapauttamisprosessi käynnistyi vuonna 1990, jolloin voimaan tuli kaksi sähkön siirtoa koskevaa direktiiviä. Hintojen läpinäkyvyyttä koskeva direktiivi edellyttää, että sähkön tuottajat ilmoittavat teollisilta loppukäyttäjiltä perimänsä hinnat ja tariffit kahdesti vuodessa Eurostatille. Toinen direktiivi koskee sähkön siirtoa korkeajänniteverkostojen välillä. Se edellyttää verkonhaltijoilta siirron sallimista kahden sähköntuottajan välillä, mikäli sähkötoimitukset ja palvelut eivät vaarannu.

Neljä vuotta kestäneiden neuvottelujen tuloksena EU:n energianeuvosto pääsi yhteisymmärrykseen sähkömarkkinoiden vapautumisen aikataulusta. Vuonna 1996 voimaan tulleen direktiivin mukaan vapautuminen etenee asteittain ja jäsenvaltiolla on soveltamisessa kahden vuoden siirtymäaika. Vuoden 1997 alusta lähtien sähkön käyttäjät, joiden kulutus ylittää 40 GWh, voivat kilpailuttaa hankintojaan. Kulutuskynnystä alennetaan vaiheittain 20 GWh:iin vuoden 2000 alusta lähtien ja 9 GWh:iin vuoden 2003 alusta lähtien.[21] Belgia, Kreikka ja Irlanti ovat saaneet pidemmän siirtymäajan.

[21] Sähkömarkkinadirektiivin mukaan EU-maiden sähkömarkkinoista vähintään 26 % on oltava avoimia 20.2.1999 lähtien.

Kilpailun vapauttamisen aikataulua vaikeampi ongelma on ollut vapauttamisen toteuttamistapa, josta on esitetty kaksi mallia. Komission suosittelema vaihtoehto, joka on luonteeltaan kilpailullisempi ja muistuttaa Ison-Britannian järjestelmää, on ns. TPA-malli.[22] Siinä sähkön toimittaja voi myydä suoraan kulutuskynnyksen ylittävälle asiakkaalle. Keskitetympi malli on ns. SBM, jossa kilpailu käydään tuottajatasolla ja jossa yksi myyjä vastaa tietyn alueen tai maan jakelusta. Malleista on erilaisia muunnoksia, ja em. direktiivin mukaan jokainen jäsenmaa saa valita näistä itselleen parhaiten sopivan.

Maat, joissa tuotantoa ja siirtoa hallitsee valtion monopoli, kuten Ranska, Italia ja Portugali, ovat olleet SBM:n kannalla. Enemmistö jäsenmaista kannattaa TPA-mallia, josta Suomen, Ruotsin, Norjan sekä Ison-Britannian sovellutukset ovat kaikkein kilpailullisimmat. Avautuvien markkinoiden maista TPA:n kannatus on ollut voimakkainta Saksassa ja Belgiassa, joissa on suuria sähköintensiivisiä yrityksiä.

Keskitetyn lainsäädännön ohella sähkömarkkinoiden vapautumista on edistetty jäsenmaita yhdistävien siirtoverkkojen rakennushankkeilla, ns. TEN-hankkeilla[23], joiden piiriin kuuluvat lisäksi maakaasu-, telekommunikaatio- ja kuljetusverkostot. Hankkeiden yleisiä tavoitteita ovat siirtokustannusten minimoiminen, taloudellisen kasvun ja sisämarkkinoiden toimivuuden edistäminen sekä päästöjen alentaminen.

Vuonna 1997 Euroopassa toimi viisi keskinäiseen sopimukseen perustuvaa integroitujen siirtoverkkojen aluetta, jotka ovat osittain kytkeytyneet toisiinsa ja yhdistymässä yhä laajemmiksi kokonaisuuksiksi. Esimerkiksi vuonna 1963 perustettu Nordel on Tanskan ja Saksan välityksellä kytkeytynyt UCPTE-järjestelmään, joka on perustettu vuonna 1951. Iso-Britannia on kytkeytynyt siihen merikaapelilla. Nordel on vastaavasti kytkeytymässä Suomen ja Viron välisellä merikaapelilla Venäjän ja Itä-Euroopan verkostoihin.

Taulukko 5.3 Yhdistyneet siirtoverkostot vuonna 1995-1996

Siirtoverkosto	Jäsenet

[22] TPA = Third Party Access, SBM = Single Buyer Model.

[23] The Trans-European-Networks.

UCPTE	Portugali, Espanja, Ranska, Luxemburg, Saksa, Itävalta, Sveitsi, entiset Jugoslaviaan kuuluneet maat, Kreikka, Hollanti, Belgia
NORDEL	Suomi, Ruotsi, Tanska, Norja
VEAG	Entiset Itä-Saksan osavaltiot
CENTREL	Tsekki, Slovakia, Unkari, Puola
IPS	Suurin osa entisistä IVY-maista

Lähde: MarketLine International Ltd.

Kehityksen kaksijakoisuus

EU:n toteuttama deregulaatiopolitiikka toimii vähimmäisvelvoitteena, jonka mukaan jäsenvaltioiden on edettävä. Toteutunut kehitys ja maiden julkilausumat osoittavat, että markkinoiden vapautumisessa on merkittäviä kansallisia eroja, ja alueellinen epätasapaino säilynee vielä useita vuosia. Pisimmällä kehitys on Ison-Britannian lisäksi Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa, jotka muodostavat jo yhtenäisen kilpaillun markkina-alueen. Muualla Euroopassa vapautuminen etenee keskimäärin direktiivien asettamissa rajoissa. Toteutettavat deregulaatiomallit ovat toistaiseksi epäyhtenäisiä ja keskimäärin vähemmän kilpailullisia kuin em. maissa.

Sähkömarkkinoiden vapauttamisen emämaa on *Iso-Britannia*, jossa säännöstelyn purku liittyy kiinteästi talouden yksityistämisohjelmaan. Vuoteen 1990 asti sähkön tuotanto sekä kanta- ja jakeluverkkotoiminta oli valtio-omisteisten monopolien hallinnassa. Järjestelmä muutettiin 31.1.1990 siten, että tuotannosta vastannut CEGB jaettiin kolmeen yksityiseen yhtiöön, ja kantaverkko siirrettiin erillisen kantaverkkoyhtiön omistukseen. Toiminnasta vastannut National Grid Company yksityistettiin vuonna 1995. Sen omistajiksi tulivat 12 alueellista yksityistettyä jakeluyhtiötä. Kuluttajat pääsivät kilpailun piiriin vaiheittain vuodesta 1993 lähtien. Aluksi kilpailuttaminen oli mahdollista yli 1 MW asiakkaille, sitten yli 100 kW:n asiakkaille, ja vuonna 1998 markkinat avattiin kokonaan.

Pohjoismaista vapautuminen käynnistyi ensimmäisenä *Norjassa* vuonna 1991. Tuolloin voimaan tulleen sähkömarkkinalain tavoitteena oli kaikkien kuluttajien vapaus valita sähkön toimittajansa,

mikä edellytti siirtotoiminnan eriyttämistä tuotannosta. Norjan suurin sähköntuottaja oli valtio-omisteinen, ja se omisti lisäksi valtakunnan kantaverkon. Uudistuksen seurauksena tuotanto keskitettiin liikelaitokseksi muutetulle Statkraftille ja kantaverkkotoiminta Statnetille, josta muodostettiin valtio-omisteinen luonnollinen monopoli. Sen tehtäviin kuuluu sähköpörssikaupan järjestäminen, jota käydään yhtiön puoliksi omistamassa Nord Poolissa.

Norjassa alueverkon omistus on jakaantunut noin 20:lle alueviranomaisen omistamalle verkonhaltijalle. Jakeluyhtiöt, joita on noin 200, ovat usein myös sähköntuottajia, ja niiden liiketoiminnat on sähkömarkkinalain mukaan keskitettävä erillisiin tytäryhtiöihin.

Suomi seurasi Norjan esimerkkiä vuonna 1995, ja uutta sähkömarkkinalakia alettiin soveltaa 1.6. lähtien. Vaiheittaisuudessaan Suomen vapautumisprosessi muistuttaa Britannian mallia, mutta omistusjärjestelyjen ja markkinoiden valvonnan suhteen se on pohjoismaisen mallin mukainen.

Sähkömarkkinalaki edellyttää verkonhaltijoilta myynti- ja verkkopalvelutoiminnan sekä muiden mahdollisten toimintojen kuten sähkön ja lämmön tuotannon kirjanpidollisesta eriyttämistä. Lain mukaan sähkön myynti ei ole luvanvaraista, mutta määräävässä markkina-asemassa olevalla myyjällä on toimitusvelvollisuus asiakkaille, jotka eivät ole kilpailun piirissä. Lain voimaantulon myötä 250 MW:n ja tätä suurempien voimalaitosten rakentamiselta poistettiin tarveharkinnan sisältävä lupamenettely (Sähkömarkkinakeskus, 1998).

Sähkömarkkinoita ja lain toimeenpanoa valvova viranomainen Sähkömarkkinakeskus perustettiin elokuussa 1995. Se myöntää verkkoluvan verkonhaltijalle, jolla on yksinoikeus verkkotoimintaan määritellyllä alueella. Sähkömarkkinakeskus valvoo myös verkkotoiminnan hinnoittelua, mikä perustuu tapauskohtaiseen kohtuullisuuden arviointiin.

Kokonaisuudessaan Suomen sähkömarkkinoiden vapautumisprosessi kesti 3 vuotta. Vuoden 1995 jälkeen kehitys kohti vapaita ja pohjoismaisittain integroituneita markkinoita eteni seuraavasti:

- 1.11.1995 alkaen kaikki yli 500 kW:n teholla sähköä ostavat sähkönkäyttäjät voivat kilpailuttaa sähkönmyyjiä.

- Elokuussa 1996 aloitti toimintansa suomalainen sähköpörssi El-Ex, jonka Fingrid Oyj osti tammikuussa 1998.
- 500 kW:n tehoraja poistui 1.1.1997, ja pienemmätkin sähkönkäyttäjät voivat ostaa sähköä vapaasti. Sähkönkäytön mittaus oli kuitenkin pakollista, mikä vaikeutti toimittajan vaihtamista.
- 1.9.1997 Fingrid Oyj aloitti toimintansa ostettuaan IVS:n ja TVS:n liiketoiminnat.
- 8.5.1998 Ruotsin kantaverkkoyhtiö Svenska Kraftnät osti 50 % El-Exin osakekannasta.
- 15.6.1998 El-Ex ryhtyi välittämään norjalais-ruotsalaisen Nord Poolin sähköpörssipalveluja Suomessa. Suomi liittyi siten pohjoismaiseen sähköpörssiin.
- 1.9.1998 otettiin käyttöön tyyppikäyrämenettely kotitalouksien ja sähkölämmittäjien piirissä. Tuntikohtaista mittausta ei enää tarvittu.
- 1.11.1998 myös muut pienkuluttajat tulivat tyyppikäyrämenettelyn piiriin.

Ruotsissa vapautuminen toteutettiin vuonna 1996 Suomen mallin mukaisesti. Valtio-omisteisen Vattenfallin omistus kantaverkosta purettiin jo vuonna 1992, jolloin luonnolliseksi monopoliksi perustettu Svenska Kraftnätt aloitti toimintansa. Norjan lain tapaan Ruotsin sähkömarkkinalaki edellyttää verkko- ja myyntitoiminnan keskittämistä erillisiin yhtiöihin, mitä Suomessa ei vaadita. Lisäksi Ruotsissa kuluttajilta edellytetään toistaiseksi tuntikulutusmittarin ostamista, mikäli he haluavat vaihtaa toimittajaa. Norjasta poiketen Ruotsissa suurimmat tuottajat omistavat alueverkostot.

5.3 Kilpailukyvyn osatekijät

Yritysten rakenne, strategiat ja kilpailu

Euroopan kaasu- ja sähköverkostojen integroituminen ja kilpailun asteittainen vapauttaminen luovat energialiiketoiminnalle uuden toimintaympäristön. Kilpaillessaan avautuvista markkinaosuuksista energiayhtiöillä on käytettävissään kaksi päästrategiaa. Ne voivat

siirtää omistustaan ja tuotantoa lähelle kulutusta tai operoida nykyisistä tuotantolaitoksistaan käsin yhdistyvässä siirtoverkossa.

Maittaiset erot toimialan rakenteen ja siten yritysten kilpailullisten lähtökohtien suhteen ovat suuret. Pohjoismaissa yhtiöt ovat keskimäärin pieniä, ja toimialan rakenne on hajautunut. Markkinoilla toimii suurten valtio-omisteisten yhtiöiden lisäksi suuri määrä pieniä kunnallisia ja yksityisiä sähköyhtiöitä.

Muualla Euroopassa markkinat ovat huomattavasti suuremmat. Toimialan rakenne on yleisesti keskittyneempi vaihdellen valtiollisen monopolin ja yksityiseen ja julkiseen omistukseen perustuvan oligopolin välillä. Yritysrakenteelle on lisäksi tyypillistä, että energiayhtiöistä osa kuuluu suuriin monialaisiin teollisuuskonserneihin.

Eurooppa

Kulutuskynnyksen madaltuminen 40 GWh:sta alaspäin laajentaa kilpailtuja markkinoita portaittain teollisuusasiakkaista pienempiin kuluttajiin. Vuoteen 2004 mennessä kilpailtujen markkinoiden arvon on ennustettu kasvavan runsaaseen 7 mrd:iin euroon (MarketLine, 1997), josta Saksan ja Ison-Britannian markkinoiden osuus on yhteensä noin puolet. Näillä markkinoilla, joilla mm. Fortumilla on jo aktiivista toimintaa, kasvu on kuitenkin keskimääräistä hitaampaa.

Vuonna 1996 tehdyn selvityksen mukaan EU-maissa, joissa vapautuminen ei ole edennyt pohjoismaiselle tasolle, sähköyhtiöt odottavat kohtaavansa kilpailua pääasiassa kolmelta taholta (ks. kuvio 5.6). Suomen ja muiden Pohjoismaiden kannalta selvityksessä on kiinnostavaa, että kilpailusta vain 19 % odotettiin olevan kotimaista. Mahdollisuudet markkinaosuuksien lisäämiseksi ovat siten ilmeiset.

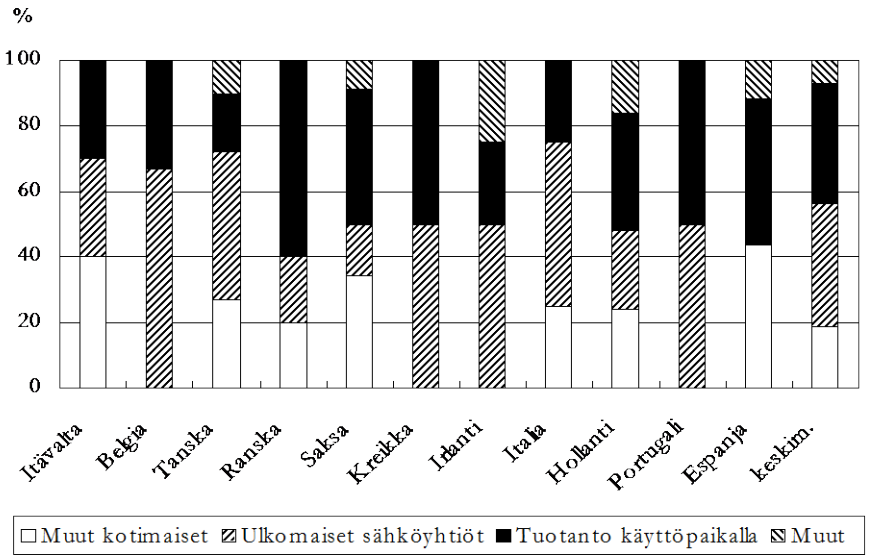
Euroopan suurimpiin energiayhtiöihin verrattuna suomalaiset voimantuottajat ovat varsin pieniä. Sähkön tuotannolla ja liikevaihdolla mitattuna selvästi suurimmat yhtiöt ovat ranskalainen EDF ja italialainen ENEL, jotka ovat valtio-omisteisia ja maassaan lähes monopoliasemassa. Näistä EDF on ainoa eurooppalainen yhtiö,

Taulukko 5.4 EU:n sähkömarkkinoiden arvo vuonna 2004, milj. euroa

Maa	Kilpailtujen markkinoiden arvo	Kasvu %	Markkinoiden arvo	Kilpailtu Osuus %	Ei-kilpailtu osuus %
Itävalta	98,6	1,6	365,3	27	73
Belgia	103,3	1,9	449	23	77
Tanska	82,3	2,1	235,2	35	65
Suomi	425,7	0,9	425,7	100	0
Ranska	718,2	1,2	2393,9	30	70
Saksa	1852,4	1,6	5448,3	34	66
Kreikka	43,5	1,9	181,4	24	76
Irlanti	15,9	4,2	83,8	19	81
Italia	474,6	2,5	1636,5	29	71
Luxemburg	12,3	3,4	27,4	45	55
Hollanti	111,4	2,1	464,2	24	76
Portugali	48,8	2,7	187,8	26	74
Espanja	397,1	2,9	1241	32	68
Ruotsi	755,2	1,6	755,2	100	0
Britannia	1901,5	1,8	1901,5	100	0
	7040,9	**2,16**	**15796,2**	**43,2**	**56,8**
	Yhteensä	**Keskim.**	**Yhteensä**	**Keskim.**	**Keskim.**

Lähde: MarketLine, 1997.

Kuvio 5.6 Eri maiden sähköntuottajien näkemyksiä tulevista kilpailijoista



Lähde: MarketLine 1997.

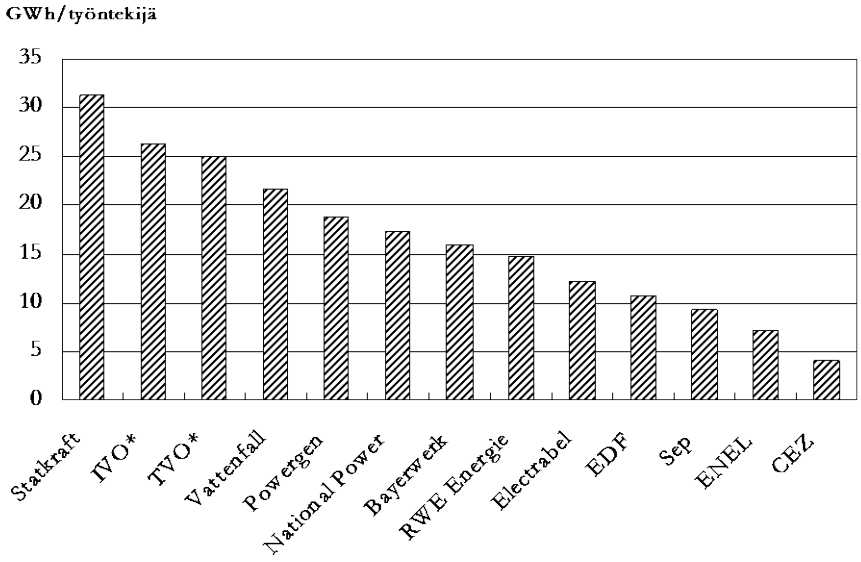
joka on ollut merkittävä sähkön viejä jo ennen markkinoiden vapautumista.

Seuraavaksi suurimpien yritysten väliset kokoerot ovat pienemmät. Pohjoismaisia tuottajia suurempia yrityksiä ovat mm. saksalaiset RWE Energie ja Preussen Elektra sekä brittiläinen National

Taulukko 5.5 Euroopan suurimmat sähkön tuottajat vuonna 1996

Yritys	Maa	Tuotanto TWh
EDF	Ranska	429
ENEL	Italia	212
RWE Energie	Saksa	124
Preussen Elektra	Saksa	99
National Power	Iso-Britannia	91
Vattenfall	Ruotsi	77
PowerGen	Iso-Britannia	65
Eletrabel	Belgia	65

Kuvio 5.7 Eräiden sähköyhtiöiden tehokkuus vuonna 1995



Lähde: MarketLine 1997.[24]

Power, joiden osuus maansa sähkön tuotannosta vaihtelee 20 %:sta 30 %:iin. Vuonna 1996 suurin pohjoismainen tuottaja oli Vattenfall, jonka tuotanto oli yli kolminkertainen IVOn tuotantoon verrattuna. Vuonna 1996 IVO oli Euroopan 15:nneksi suurin tuottaja, ja viime vuosien yritysostojen myötä sen sijoitus on noussut jonkin verran. Liikevaihdon mukaan laskettuna IVOn liiketoiminnot omistava Fortum kuluu Euroopan johtaviin energiayhtiöihin, mikä antaa sen energialiiketoiminnalle kokoaan suuremman painoarvon.

Ranskan EDF:ää lukuun ottamatta yritysrakenne EU:ssa muuttuu siten, että valtioenemmistöisiä suuryhtiöitä yksityistetään samalla, kun yritysten tuotanto-, siirto- ja myyntitoimintoja eriytetään. Vastaava kehitys on nähtävissä myös niissä Itä-Euroopan maissa, jotka pyrkivät EU:n jäseniksi.

Toinen alaa leimaava piirre on yhtiöiden liiketoiminnan laajentaminen Euroopan ja sen ulkopuolisilla markkinoilla, mikä koskee

[24] Tutkimuksessa tarkasteltiin yhtiöiden tuotantotoiminnan henkilöstöä. TVO on lisätty jälkikäteen vuosikertomustietojen perusteella. Sydkraftin ja Statkraftin korkeaa tehokkuutta selittää osaltaan vesivoima, jonka tuotanto on erittäin pääomavaltaista.

etenkin EDF:ää sekä brittiläisiä ja saksalaisia yhtiöitä. Tyypillisimpiä laajenemisstrategioita ovat olleet yrityskaupat, IPP-joint venturet ja löyhemmät allianssit ja kumppanuusjärjestelmät. Esimerkki viimeksi mainituista on Baltic Ring -hankkeen ympärille syntynyt konsortio, jossa Fortumin ohella on yhtiöitä muista Pohjoismaista, Venäjältä, Baltiasta, Itä-Euroopasta ja Saksasta.

Yksityisten yhtiöiden lisäksi laajentumiskehityksessä ovat olleet mukana valtionyhtiöt, mikä on herättänyt keskusteluja julkisen omistuksen ja kansainvälistymisen yhteensopivuudesta ja vaikutuksista markkinoiden toimintaan. Aktiivisin yhtiö on tässä suhteessa ollut EDF, mutta myös esim. Fortum, Vattenfall ja Statkraft ovat vahvistaneet asemiaan eri puolilla maailmaa.

Markkinansa pisimmälle vapauttaneet maat Iso-Britannia, Norja, Ruotsi ja Suomi ovat olleet kasvavan kiinnostuksen kohteina. Tämä selittyy mm. maiden tehokkailla energiaratkaisuilla ja niihin perustuvilla tuotto-odotuksilla integraation syventyessä. Alueelle yritysostoja tehneet yhtiöt kuten EDF ja Preussen Elektra saavat lisäksi arvokasta kokemusta vapailla markkinoilla toimimisesta. Pohjoismaiden ja Iso-Britannian järjestelmien tehokkuutta kuvaa osaltaan maiden yhtiöiden korkea sijoitus kuvion 5.7 tehokkuusvertailussa.

Suomi

Yritysten määrällä arvioituna Suomen energian tuotannon rakenne on varsin hajautunut. Sähkön tuotannosta vastaa 130 yhtiötä, joilla on noin 370 voimalaitosta. Näistä puolet on vesivoimalaitoksia. Kaukolämmön tuotannosta 130 merkittävimmän tuottajan osuus on noin 98 %, mutta kaikkiaan tuottajia on useita satoja.

Vallitsevaa rakennetta selittää historiallinen pyrkimys vaihtoehtojen säilyttämiseen ja vapaus rakentaa voimatuotantokapasiteettia. Kun IVOlle annettiin päävastuu maan sähköhuollon varmistamisesta, teollisuus halusi säilyttää riippumattomuutensa rakentamalla omaa voimakapasiteettia[25]. Vastaavasti kaupungit ja kunnat halusivat varmistaa sähköhuoltonsa omalla tuotannollaan.

Jos tuotantorakennetta arvioidaan omistuksen ja markkinaosuuksien valossa, tarjonta on huomattavasti keskittyneempää.

[25] PVO perustettiin tätä tarkoitusta varten vuonna 1943.

Vuonna 1997 Imatran Voiman osuus oli 37 %, Pohjolan Voiman osuus 23 %, ja pääasiassa PVO:n osakaskuntaa edustavan teollisuuden osuus noin 19 %. Paikalliset tuottajat, jotka toimivat samalla jakeluyhtiöinä, vastaavat noin 20 %:sta Suomen sähköntuotannosta. Näistä suurin on Helsingin Energia noin 6 % osuudellaan. Kaukolämmön ja höyryn tuotannosta kahden suurimman tuottajan Fortumin ja Helsinki Energian osuus on runsas puolet.

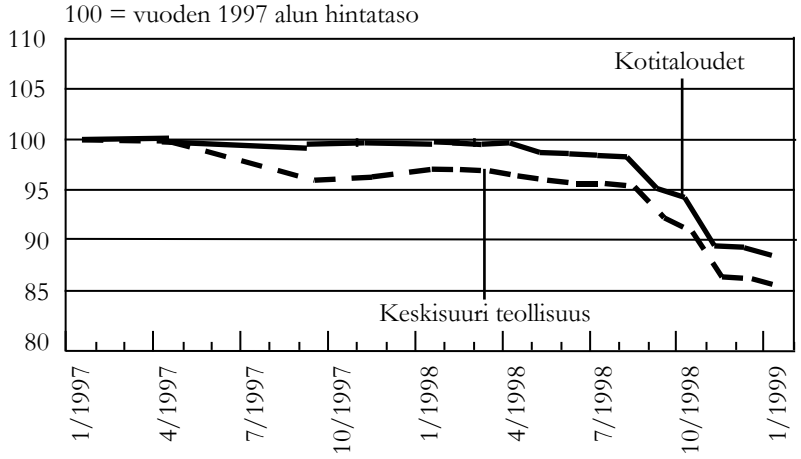
Ennen sähkömarkkinoiden vapautumista kilpailu oli keskittynyt pääasiassa tukkuportaaseen, jota hallitsivat PVO ja IVO. Toimintojensa ja tuotantotapojensa suhteen yritykset muistuttavat toisiaan, mutta liiketoimintaperiaatteissa erot ovat selkeät. IVO on voittoa tavoitteleva yritys, mutta PVO:n tehtävä on toimittaa osakkailleen sähköä omakustannushintaan. Vaikka tämä on osaltaan rajoittanut yhtiön kehittämismahdollisuuksia, pitkäaikainen duopolistinen kilpailu IVOn kanssa suurteollisuuden asiakkaista on yksi keskeisimmistä energiajärjestelmän tehokkuutta selittävistä tekijöistä.[26]

Markkinoiden vapautuessa IVO ja PVO:n osakkaiden perustama Teollisuuden Sähkönmyynti ovat säilyttäneet asemansa johtavina toimittajina sähkön tukkumarkkinoilla. Niiden ohella merkittäväksi toimijaksi on tullut Vattenfall, joka lisännyt markkinaosuuttaan yritysostoilla ja metsä- ja metalliteollisuudelta saamillaan tukkusopimuksilla. Vattenfallin osuus Suomen kokonaismarkkinoista on noin 6 %. Tukkukauppaan ovat aktiivisesti osallistuneet myös suurimpien kaupunkien energiayhtiöt.

Kilpailun vapautumisen seurauksena sähkön tukku- ja vähittäishinnat ovat laskeneet voimakkaasti, ja kilpailussa on ollut nähtävissä hintasodan merkkejä. Kehityksellä on sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia. Lyhyellä aikavälillä hintojen lasku lisää kuluttajien hyvinvointia, parantaa teollisuuden kilpailukykyä ja nykyisen energiajärjestelmän tehokkuutta, mutta pidemmällä aikavälillä energialiiketoiminnan alhaiset tuotot eivät kannusta tarvittaviin lisäinvestointeihin. Kehitys voi houkutella myös kilpailua vääristävien strategioiden käyttöönottamiseen, kuten ristisubventioon verkkoliiketoiminnassa ja sähkön ja lämmön myynnissä. Kaiken kaikkiaan hintojen odotettu

Kuvio 5.8 Sähkön hinnan kehitys

[26] Sähkön tukkukauppa käsittää voimantuottajien sähkönmyynnin jakelulaitoksille ja suuryrityksille kanta- ja alueverkossa (1995).



Lähde: Adato Energia.

ja toteutunut lasku on pakottanut yritykset etsimään uusia keinoja kustannusten karsimiseksi ja kilpailukyvyn turvaamiseksi.

Suurista tukkumyyjistä Fortum ja Vattenfall ovat kasvavassa määrin integroituneet kotimaiseen sähkön jakelu- ja vähittäismyyntiportaaseen. Strategiaa on toteutettu jakeluyhtiöitä ostamalla ja yhteistyösopimuksilla (ks. esim. KTM, 11/1997). *Omistuksellinen vertikaalinen integraatio* ja sen laajentaminen on ollut eräs keino varmistaa tuotantolaitosten toimitukset, vähentää tukkukaupan transaktiokustannuksia ja saada parempaa informaatiota markkinoilla tapahtuvista muutoksista.[27]

Lievempiä *vertikaalisen kontrollin* muotoja ovat sopimukseen perustuvat järjestelmät, kuten Fortum Energiapartnerit -myyntiketju, jossa tuottajan tavoitteet ovat pohjimmiltaan samat kuin omistuksellisessa integraatiossa. Myyntiketjussa jakeluyhtiöt saavat vastineeksi erilaisia myynnin tukipalveluja ja oikeuden Fortumin tuotemerkkien käyttöön ostaessaan sähkönsä Fortumilta. Pienille jakelijoille jäsenyys myyntiketjussa on usein olennainen osa niiden eloonjäämisstrategiaa.

[27] Näiden jalostusketjun tehokkuutta lisäävien vaikutusten ohella vertikaalisella integraatiolla voi olla myös haitallisia vaikutuksia, kuten markkinoille tulon estäminen ja mahdollisuus hintadiskriminointiin. KTM:n selvityksen mukaan näyttäisi, että vertikaalisella integraatiolla ja ketjuuntumisella olisi sidottujen asiakasryhmien ja monopolitoimintojen osalta hintatasoa nostava vaikutus (KTM; 11/1997).

Toinen kansainvälisemmät mittasuhteet saanut kasvustrategia on *horisontaalinen integraatio*, etenkin tuotantoportaassa. Kotimaisista yrityksistä ulkomaisia investointeja on tehnyt pääasiassa Fortum, jonka yritysostoista merkittävimmät ovat suuntautuneet Ruotsiin. Yhtiö on 50 % osuudellaan osakkaana Gullspång Kraftista ja Stockholm Energistä muodostetussa Birka Energissä, jonka sähkön kokonaistuotanto on noin 22 TWh ja lämmön myynti 7 TWh. Yhtiö on asiakasmäärältään Ruotsin suurin ja sähkön tuotantokapasiteetiltaan kolmanneksi suurin energiayhtiö.

Fortum on lisäksi osakkaana IPP-voimalaitoshankkeissa Isossa-Britanniassa, Unkarissa, Malesiassa ja Thaimaassa, joissa sillä on sähköntuotantokapasiteettia yhteensä 2600 MW ja lämmöntuotantokapasiteettia 2900 MW. Suunnitteilla on myös maakaasuvoimalahankkeita Saksassa ja muita lämpövoimalahankkeita Baltian alueella.

Viron sähkömarkkinoiden vapautuminen ja liiketoiminnan yksityistäminen on lisännyt eurooppalaisten ja amerikkalaisten yhtiöiden ohella suomalaisten energiayhtiöiden kiinnostusta maata kohtaan. Helsingin Energia on suunnitellut alueelle maakaasukombivoimalan rakentamista, Fortum, Espoon Sähkö ja Kotkan Energia ovat havitelleet osuuksia paikallisista yhtiöistä, ja Fortum ja PVO ovat lisänneet omistustaan Viron siirtoverkostoista. Baltiaan suuntautuvilla investoinneilla yhtiöt pyrkivät vahvistamaan asemiaan paikallisilla markkinoilla ja parantamaan sähkön hankintamahdollisuuksia Suomen markkinoille. Pidemmällä aikavälillä yritysten on mahdollista operoida Baltiasta käsin myös Itä- ja Keski-Euroopassa.

Suomessa tuotantolaitoksia omistavista ulkomaisista yhtiöistä merkittävin on toistaiseksi ollut Ruotsin kuudenneksi suurin sähköyhtiö Graninge, joka omistaa Ruotsissa 510 MW vesivoimakapasiteettia.[28] Suomessa yhtiön strategiana on panostaa juuri vesivoiman tuotantoon ja sen markkinointiin vihreänä sähkönä. Etabloituminen käynnistyi vuonna 1997, jolloin Graninge osti neljänneksen Kainuun Sähköstä. Lisäksi Graninge on mm. vuokrannut 44 MW Kemijoki Oy:n vesivoimakapasiteettia, ja vuoden 1999 alussa se osti Ahlström Energian vesivoimatuotannon. Yhtiö on osakkaana UPM-Kymmenen Pietarsaaren tehtaan yhteyteen rakennettavassa höyryvoimalassa ja Viron ja Suomen välisessä kaapelihankkeessa.

[28] Ranskalainen EDF omistaa puolestaan Graningesta merkittävän osan.

Yritysspesifinen osaaminen monikansallistumisen taustalla

Monikansallistumista, millä tarkoitetaan yleisesti yrityksen liiketoiminnan laajenemista maan rajojen ulkopuolelle, on perusteltu mm. toimialan taloustieteeseen pohjautuvilla teorioilla. Niissä keskeinen monikansallistumista selittävä tekijä on markkinoiden epätäydellisyys, mikä voi ilmetä mm. ulkoisten sokkien aiheuttamina alueellisina voittoeroina, julkisen sektorin toimenpiteinä tai alan epätäydellisenä kilpailuna.

Viime vuosina kasvavaa huomiota on saanut näkemys, jonka mukaan monikansallistumisen perimmäinen syy olisi kilpailuetua tuova maa- tai yritysspesifinen osaaminen, jonka hyödyntämiseen liittyy mittakaavaetuja. Yritysspesifinen pääoma on usein immateriaalista, mistä seuraa, että sen myynti yrityksen ulkopuolelle esim. suunniteltuun kohdemaahan on korkeiden transaktiokustannusten takia mahdotonta. Transaktiokustannukset johtuvat mm. kohteen määrittämisen vaikeudesta ja mahdollisista tietovuodoista kilpailijoille (esim. Patomäki, 1989; Teece, 1986).

Pääoman spesifisyyden ja mittakaavaetujen lisäksi monikansallistuminen edellyttää, että sen avulla on ylipäätään mahdollista toimia kilpailukykyisesti jollakin uudella markkina-alueella. Tämä riippuu puolestaan maakohtaisista tekijöistä, kuten elinkeinopolitiikasta, verotuksesta, kilpailutilanteesta ja markkinoille tulon helppoudesta.

Energialiiketoiminnassa suomalaisyritysten spesifisiä osaamisalueita on löydettävissä useilta osa-alueilta. Tuotannossa näitä ovat mm. sähkön ja lämmön yhteistuotannon konsepti, erilaisten polttoaineiden ja konversiomuotojen päästöjen hallinta. Sähkön ja lämmön siirrossa kilpailuetuja ovat mm. automaation laajamittainen hyödyntäminen ja kunnossapito. Toimiessaan vapautuneilla kotimarkkinoilla yritykset ovat saaneet etumatkan markkinointiosaamisessa useimpiin Euroopan maihin nähden.

Alueellisia tekijöitä on useita. Markkinoille tulon kannalta houkuttelevia ovat mm. maat, joissa sähkön tuonti suhteessa vientiin on korkea. Näitä maita ovat mm. Iso-Britannia, Italia, Hollanti, Unkari ja Romania. Deregulaation maittaiset erot ja vapautumisen odotettu eteneminen ovat myös keskeisiä investointien suuntautumista selittäviä tekijöitä. Esimerkiksi Saksassa vapautuminen etenee huomattavasti nopeammin kuin Ranskassa tai Kreikassa. Baltiassa ja Itä-Euroopassa alueellisia tekijöitä ovat alhaiset työvoimakustannukset, teollistuminen ja energiainfrastruktuurin heikko taso.

Omistukseen ja yhteistyöhön perustuva horisontaalinen integraatio on ollut tyypillinen strategia kotimaisessa tuotanto- ja jake-

lutoiminnassa. Viimeaikaisista yrityskaupoista merkittävimpiä ovat olleet Helsingin Energian siirtyminen Vantaan Energian vähemmistöosakkaaksi vuonna 1998 ja Joensuun Energian siirtyminen Espoon Sähkön omistukseen vuonna 1999[29].

Horisontaalisella integraatiolla yritysten tavoitteena on suurempien liiketoimintakokonaisuuksien muodostamien, mikä parantaa yritysten riskinottokykyä mm. kansainvälisiä investointihankkeita ajatellen. Integraatiolla voidaan hyödyntää myös liiketoiminta-alueilla ja niitä tukevissa toiminnoissa vallitsevia mittakaavaetuja.

Osa potentiaalisista integraatiohyödyistä liittyy yhtiöiden maantieteelliseen läheisyyteen. Esimerkiksi Vantaan Energia ja Helsingin Energia saavuttavat synergiaetuja optimoimalla sähkön ja lämmön siirtoverkostojen yhteiskäyttöä[30]. Vastaavat edut on nähtävissä mm. Espoon Sähkön ja Helsingin Energian tiivistyvän yhteistyön taustalla.

Resurssien hankintaan, missä maantieteen merkitys on vähäisempi, on perustettu erityyppisiä yhteisyrityksiä. Näistä mainittakoon vuonna 1991 perustettu Fincopower Oy, joka tuottaa verkon rakennus- ja suunnittelupalveluita 37:lle osakasyhtiölleen. Yhtiön toiminta-ajatuksena on yhteishankintaan, kehitystoimintaan ja resurssien käyttöön liittyvien mittakaavaetujen hyödyntäminen, mikä parantaa osakasyritysten valmiuksia toimia kiristyvässä kilpailussa.

Toimintansa vuonna 1995 käynnistänyt Kymppivoima Oy on kuuden verkkoyhtiön omistama yhteisyritys, jonka päätehtävä on hankkia edullista tukkusähköä osakkailleen. Yhtiön toiminta perustuu sähkön hankinnan mittakaavaetujen ohella suurtuottajia kuten IVOa vastaan saatuun neuvotteluvoimaan. Kymppivoiman liikevaihto on noin 1,2 mrd mk ja vuotuinen sähkön hankinta 7000 GWh.

Kilpailun vapautumisen seurauksena maantieteellisen läheisyyden merkitys horisontaalisen integraation etujen hyödyntämiseksi on vähentynyt. Tämä koskee erityisesti tuotantoon, myyntiin ja markkinointiin liittyviä toimintoja. Alueellisen riippuvuuden väheneminen on puolestaan lisännyt yritysten mahdollisuuksia muo-

---

[29] Fortum osti vähemmistöosakkuuden Espoon Sähköstä vuonna 1999.

[30] Verkkotoiminnan alueelliset skaalaedut olivat päämotiivi kunnallisten sähkölaitosten fuusioille ennen kilpailun vapautumista.

dostaa kilpailukykyisiä ja toisiaan täydentäviä liiketoimintakokonaisuuksia.

Kiristyvä kilpailutilanne on näkynyt toimialan rakenteessa myös siten, että yhtiöt ovat kasvavassa määrin *ulkoistaneet* ja yhtiöittäneet energialiiketoimintaa tukevia toimintojaan.[31] Fincopower on tästä yksi esimerkki. Muita ulkoistettuja toimintoja ovat olleet verkon rakentaminen ja kunnossapito, mihin on syntynyt vastaavasti uutta yritystoimintaa. On ilmeistä, että tulevaisuudessa verkkoyhtiöt pyrkivät ulkoistamaan myös muita toimintojaan tehokkuutensa lisäämiseksi.

Energian tuotannossa ulkoistaminen on kohdistunut voimalaitosten kunnossapitoon ja jossain määrin voimalaitosten käyttöön. Kotimaisista yhtiöistä käyttöpalveluja tarjoavat toistaiseksi lähinnä Fortum ja ABB, ja palvelujen markkinat ovat Suomessa vielä kehitysvaiheessa. Käytön ulkoistaminen on olennainen osa muualla maailmassa yleistyvää IPP-konseptia.

Toinen energiantuotantoon liittyvä ulkoistamisen muoto alkoi yleistyä tämän vuosikymmenen alusta lähtien. Ydinosaamiseensa keskittyvä teollisuus on myynyt omistamiaan voimalaitoksia energiayhtiöille, mikä on vahvistanut erityisesti PVO:n asemia. Teollisuuden prosessihöyryn tuotantokapasiteettia on siirtynyt PVO:n lisäksi Fortumiin sulautuneille IVOlle ja Neste Lämpö Oy:lle.

Energialiiketoiminnan pirstoutuessa ja kilpailun kiristyessä syntyy uusia liiketoimintakonsepteja. Yhtiöt, joilla ei ole omaa tuotantoa tai jotka pyrkivät säilyttämään riippumattomuutensa ketjujen ulkopuolella, menettävät sähkön myyjinä suhteellista kilpailuasemaansa. Nämä yritykset *erikoistuvat* kasvavassa määrin verkkotoimintaan, joka monopoliluonteensa vuoksi on suhteellisen riskitöntä.

Sähkö ja lämpö ovat tuotteina homogeenisia. Kilpailullisilla markkinoilla myyjillä on siten kannustin *differoitumiseen,* mikä on muuttanut kilpailun luonteeltaan monopolistiseksi. Pienemmät yritykset keskittyvät oman verkkoalueensa markkinoille suurempien yritysten toimiessa valtakunnallisesti.

---

[31] Osasyy liiketoiminnan pirstoutumiseen on juuri sähkömarkkinalaki, joka edellyttää toimintojen kirjanpidollista eriyttämistä.

Tyypillisiä differoitumiskeinoja ovat sähkön tuotteistaminen ja oheispalvelujen tarjoaminen.[32] Esimerkkejä sähkön tuotteistamisesta ovat Kainuun Sähkön markkinoima *Ekosähkö* ja Fortum Energiapartnerien *Tuulisähkö*, jotka ovat saaneet Luonnonsuojeluliiton myöntämän norppasähköluokituksen.[33] *Hyötysähköä* myyvät puolestaan suurimpien kaupunkien sähköyhtiöt, joiden tuotanto perustuu sähkön ja lämmön yhteistuotantoon. Tarjotuista oheispalveluista mainittakoon mm. energiansäästöneuvonta, mittauspalvelut, energiakatselmukset, kodinkonehuollot ja polttopuutoimitukset, joista kaksi viimeistä voidaan tulkita *diversifioitumiseksi* kokonaan uusille liiketoiminta-alueille.

Diversifioitumisessa on nähtävissä myös vastakkainen suuntaus. Yhtiöt, jotka ovat merkittäviä sähkön käyttäjiä ovat integroituneet tai aikeissa integroitua sähkön tukku- ja vähittäismyyntiin. Näihin yrityksiin lukeutuvat mm. UPM-Kymmene, Neste ja Kesko. Keskon ja huoltoasemaketjujen, Nesteen ja Shellin, laajentuminen sähkönmyyntiin perustuu osaltaan energian ja kulutushyödykkeiden markkinoinnissa vallitseviin yhteistuotannon etuihin.

Kysyntäolot

Sähkö ja lämpö ovat luonteeltaan välttämättömyyshyödykkeitä ja panoksia, joiden kysynnälle on ominaista alhainen hintajousto. Joustamattomuuden perussyy on, että niiden korvattavuus teollisuudessa ja asumisessa on lyhyellä aikavälillä olematon.[34] Polttoaineiden hinnoissa tapahtuvat muutokset vaikuttavat lyhyellä aikavälillä raaka-aineiden, tuotantotapojen ja sähkön tuonnin suhteellisiin osuuksiin, mutta sähkö- ja lämpöenergian kulutukseen ne eivät juurikaan heijastu.

---

[32] Kilpailutilanteella on selviä yhtäläisyyksiä esim. bensiinin vähittäismyynnin kanssa. Polttonesteiden jakeluketjut käyttävät tuotemerkkejä markkinoinnissaan, kilpailu on veristä ja pysyäkseen alalla huoltamoiden on täytynyt laajentaa tuotevalikoimaansa muihin kulutushyödykkeisiin.

[33] Norppasähköksi luokitellaan yleisesti vesi- ja tuulivoima sekä uusiutuvilla polttoaineilla tuotettu sähkö.

[34] Pidemmällä aikavälillä sähkön ja lämmön kulutusta voidaan korvata esim. energiaa säästävillä investoinneilla. Asumisessa kaukolämpö, sähkö ja polttoaineet ovat investointitilanteessa substituutteja.

Forssan Energia Oy – pieni, suuri, hämäläinen

Forssan Energian perustaminen vuonna 1921 ajoittuu maan sähköistämisen ensimmäiseen vaiheeseen, jolloin suuri osa Etelä-Suomen kotitalouksista liitettiin sähkövalaistuksen piiriin. Yhtiön historia noudattaa kunnallisen energialiiketoiminnan yleistä kehityskulkua; vuonna 1975 Forssan Energia aloitti kaukolämpötoiminnan, ja vuonna 1993 se muutettiin kaupungin omistamaksi osakeyhtiöksi. Vuonna 1997 yhtiön liikevaihto oli 71 Mmk.

Monien muiden paikallisten yhtiöiden tapaan Forssan Energia on ollut jakeluyhtiöistä kaksinkamppailua käyvien IVOn ja Vattenfallin ostoslistalla. Vattenfallin kiinnostusta selittää Forssan Energian sijainti saarekkeena Vattenfallin omistaman Hämeen Sähkön verkkoalueen keskellä. IVOon kuuluva Länsivoima on puolestaan yksi Forssan Energian pahimmista kilpailijoista Forssan talousalueella.

Taloudellisista vaikeuksistaan huolimatta Forssan kaupunki ei ole luopunut yhtiöstään, vaikka ostajaehdokkaiden tarjoukset ovat tunnetusti olleet houkuttelevia. Sen sijaan yhtiö liittyi vuonna 1997 silloiseen IVO Partnerit -myyntiketjuun, millä valmistauduttiin kiristyvään kilpailutilanteeseen. Jäsenyys on tarjonnut mahdollisuuden IVOn tuotemerkkien käyttöön ja markkinoinnin opetteluun - sähköähän ei tarvinnut ennen myydä. Toimitusjohtaja Vähätalon mukaan myyntiketjussa yhtiön tavoitteena on kilpailukyvyn säilyttäminen paikallisilla markkinoilla. Valtakunnalliseen markkinaosuuskilpailuun yhtiöllä ei ole halukkuutta eikä riittäviä resursseja.

Vuosi 1996 oli Forssan Energian historiassa käänteentekevä. Tuolloin saatiin päätökseen 105 Mmk maksanut investointihanke oman sähköntuotannon aloittamiseksi. Forssan Kiimassuolle valmistuneen 65 MW:n voimalaitoksen erikoisuutena on, että se on Suomen suurin, puhtaasti puupolttoaineilla käyvä yhteistuotantovoimala.

Kiimassuon voimalaitoksen teknologiatoimittajia

Kattilalaitos	Foster Wheeler Energia Oy
Automaatio	Valmet Automation Oy
Kokonaissuunnittelu	Osmo Kaulamo Engineering Oy
Turbiinilaitos	ABB Industrial Systems (Unkari)
Prosessisähköistys	Vaasa Engineering Oy
Polttoaineen syöttösiilot	Raumaster Oy
Polttoaineen vastaanottojärjestelmä	Vesme Oy

Investoinnin seurauksena energian hankintakustannukset alenivat olennaisesti samalla, kun yhtiön energiaomavaraisuus kasvoi. Vuoden 1997 sähkön kokonaishankinta oli 155 GWh, mistä oman tuotannon osuus oli 25 %. Loput 75 % hankittiin IVOn kanssa tehdyllä uudella tukkusopi-

muksella, jossa tehomaksut saatiin aiempaa alhaisemmalle tasolle. Sopimuksen aikaväli myös lyheni.

Vuonna 1997 yhtiön kaukolämmön tuotanto oli 148 GWh, mistä 90 % tuotettiin yhdistetysti uudessa voimalaitoksessa. Kun aiemmin lämpökuorma tuotettiin raskasöljykäyttöisillä vesikattiloilla, siirtyminen puupolttoaineisiin vähensi olennaisesti tuotannon päästöjä ja paransi kaupungin ilman laatua.

Voimalaitoskonseptin perustana on Foster Wheeler Energian toimittama kupliva leijupetikattila, jonka valintaan vaikuttivat teknologian tunnettuus ja pyrkimys välttää uuteen teknologiaan liittyviä riskejä. Puupolttoaineiden käyttö ainoana raaka-aineena on tosin aiheuttanut korroosio-ongelmia, joihin ei osattu etukäteen varautua. Kloorikorroosion ehkäiseminen onkin yksi Foster Wheelerin tuotekehityksen lähivuosien haasteista.

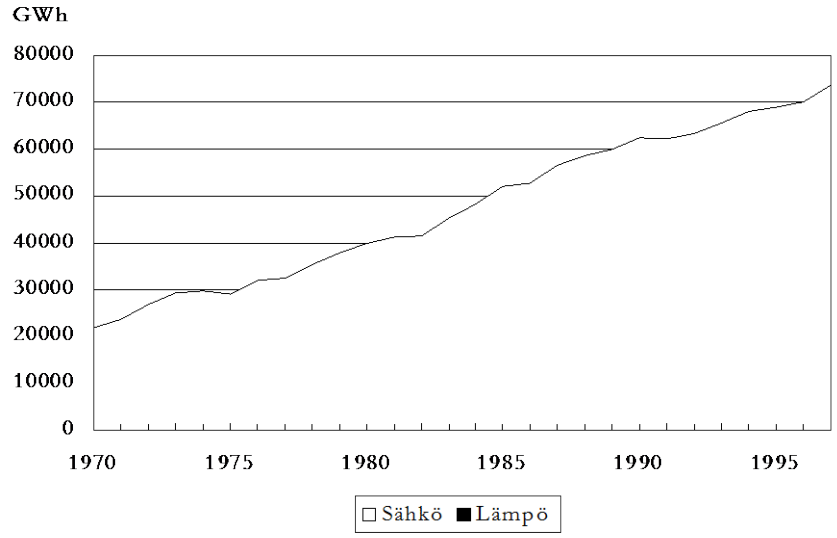
Alunperin voimalaitoksen polttoaineeksi kaavailtiin turvetta, mutta investointiprosessin kuluessa osoittautui, että puupolttoaine voi olla taloudellisesti kilpailukykyinen vaihtoehto. Raaka-ainetoimituksista kilpailivat lähinnä Vapo ja puupolttoaineiden tuotantoon ja jakeluun erikoistunut Biowatti Oy, jonka kanssa Forssan Energia teki lopulta pitkäaikaisen toimitussopimuksen. Polttoaineensa voimala saa lähialueen sahoilta ja Biowatin tuottamasta metsähakkeesta.

Kioton ilmastosopimuksen myötä Kiimassuon voimalahanke on tuonut myönteistä julkisuutta Forssan Energialle. Agressiivisen hintakilpailun sijaan yhtiön kilpailukeinoja ovat juuri ekologisuus ja paikallisten olojen tuntemus. Ekoimagoa parannetaan lähivuosina korvaamalla kolmannes puupolttoaineesta yhdyskuntajätteellä.

Kysynnän joustamattomuutta kuvaa, että sähkön ja lämmön kokonaiskulutus on kasvanut tasaisesti 1970-luvun alusta lähtien talouden kohtaamista sokeista huolimatta. Laman aikana vuosina 1991-1993 teollisuuden sähkön kulutus laski noin 3 %, mutta sähkön kokonaiskulutus kasvoi tästä huolimatta. Pitkällä aikavälillä sähkön kulutus on seurannut BKT:n kasvua, ja lähivuosina ennustettu kasvu on 2-3 prosenttia.

Kulutuksen tasaisesta kasvusta huolimatta sähkön ja lämmön kysyntään liittyy voimakkaita kausivaihteluita, mitkä johtuvat lähinnä Suomen ilmasto-oloista ja kesälomien ja kunnossapidon aiheuttamista katkoksista teollisuustuotannossa. Teollisuuden rakenne ja il-

Kuvio 5.9 Sähkön ja lämmön kokonaiskulutuksen kehitys



Lähde: Energiatilastot 1997.

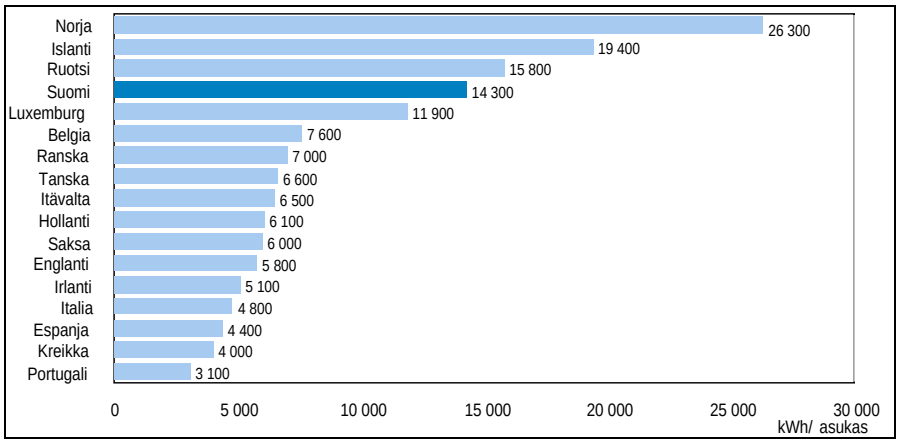
masto-olot selittävät Suomen energian kulutuksen intensiteettiä, joka muiden Pohjoismaiden tapaan on maailman korkeimpia.

Energiaintensiivisyyden ja kulutuksen kausivaihtelujen takia energian kysyntä on ollut historiallisesti *vaativaa*, mikä selittää osaltaan Suomen energiajärjestelmän tehokkuutta; sähkön ja lämmön toimituskatkoksien aiheuttamat taloudelliset kustannukset ja hyvinvointitappiot ovat merkittäviä, mikä on pakottanut toimitusvarmuutta parantavien ja energian kulutusta vähentävien tekniikoiden ja -menetelmien kehittämiseen.

Uusien käyttöteknologisten innovaatioiden seurauksena metsä- ja metalliteollisuuden energian ominaiskulutuksen kasvu on viime vuosina saatu hidastumaan, ja joissakin osaprosesseissa ominaiskulutus on jopa laskenut.[35] Vastaavasti asuinrakennusten energia- tehokkuutta on parannettu erilaisilla rakenne- ja järjestelmäratkaisuilla.

[35] Strömbergin kehittämä vaihtovirtataajuusmuuttaja on ollut keskeinen yksittäinen innovaatio. Se sai ensimmäiset sovellutuksensa metroliikenteessä, mutta sen kaupallinen hyöty on ollut suurempi teollisuuden ja energian tuotannon sovellutuksissa. Ennen vaihtovirtataajuusmuuttajien läpimurtoa teollisuudessa käytettiin tasavirtaan soveltuvaa taajuusmuuttajateknologiaa.

Kuvio 5.10 Sähkön kulutus per capita Euroopassa



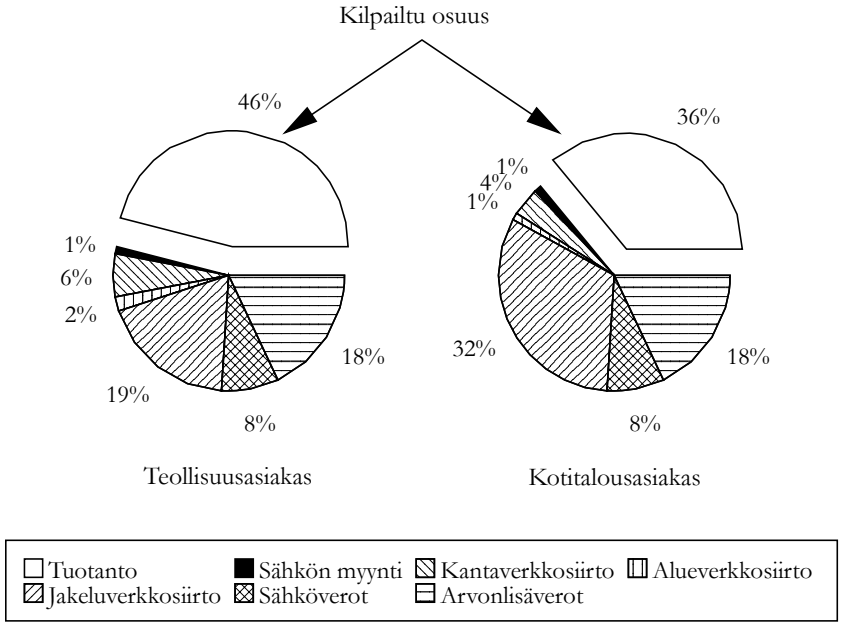
Energiaintensiivisyys on johtanut myös tehokkuutta lisääviin innovaatioihin energian tuotannossa, siirrossa ja jakelussa (ks. luku 4). Tätä on osaltaan tukenut teollisuuden keskittynyt rakenne ja sen oma voimantuotanto, mikä on antanut teollisuudelle neuvotteluvoimaa ulkopuolisiin sähköntuottajiin nähden.

Toimitusvarmuuden ylläpitäminen ja parantaminen on edellyttänyt teknologisten ratkaisujen ohella voimalaitosten ja siirtoverkostojen käytön ja kunnossapidon menetelmien kehittämistä. Toimitusvarmuus on pitkällä aikavälillä vaikuttanut energialähteiden ja tuotantotapojen monipuolisuuteen.

Sähkömarkkinoiden vapautuessa kysynnän luonnetta on muuttanut uusi tekijä, sähkön hankinnan *kilpailuttaminen,* mikä on lisännyt paineita toiminnan rationalisoimiseksi. Mahdollisuus toimittajan vaihtamiseen on alentanut sähkön käyttäjien maksamia hintoja sekä voimassa olevissa sopimussuhteissa että toimittajan vaihdoksen jälkeen syntyneissä uusissa sopimuksissa.

Toimittajan vaihtamisen kannattavuus riippuu saavutetusta hintahyödystä ja vaihtamisesta aiheutuvista kustannuksista. Esimerkiksi yksittäisten kuluttajien vähäisempää halukkuutta toimittajan vaihtamiseen selittävät juuri siihen liittyvät kustannukset ja matalasta kulutustasosta johtuva pieni hintahyöty. Hinnan vähäisen merkityksen takia kuluttajien kynnys siirtyä tuotemerkeillä markkinoidun kalliimman sähkön käyttäjiksi voi siten olla alhainen. Kasvava osa kysynnästä segmentoituukin ympäristötietoiseksi.

Kuvio 5.11 Sähkön hinnan komponentit



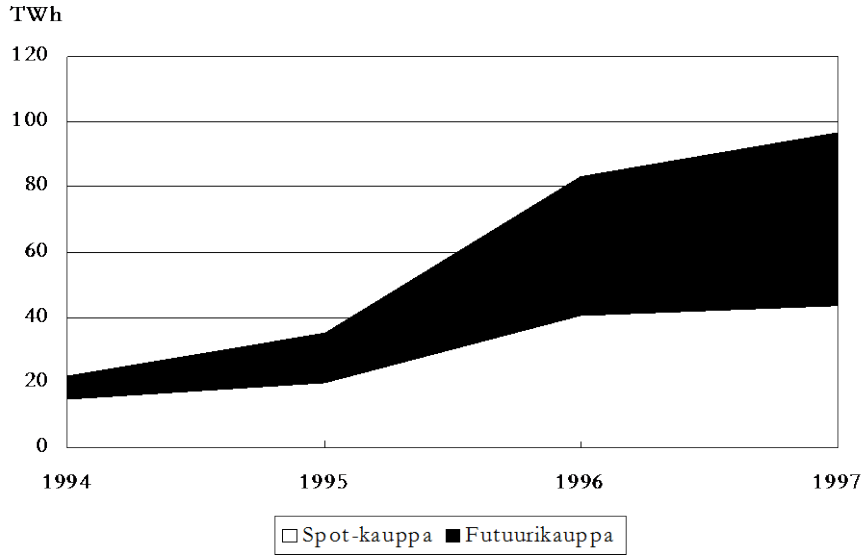
Lähde: Adato Energia.

Teollisuudessa ja muilla liike-elämän alueilla kilpailuttaminen on tuottanut suurempia hyötyjä ja toimittajan vaihtaminen on ollut kannattavampaa.[36] Kilpailuttamisen suhteen sähkömarkkinoiden vapauttaminen on hyödyttänyt eniten yrityksiä, joiden toiminta on maantieteellisesti hajautunut. Koska siirtoverkosto muodostaa yhtenäisen markkinapaikan, yritykset voivat hankkia sähkön keskitetysti ja hyödyntää paremmin neuvotteluvoimaansa ja hankinnan mittakaavaetuja. Myös teollisuudelle sähkön tuotantotavalla on tulevaisuudessa suurempi merkitys tuotteita markkinoitaessa.

Vaihtamisen kustannukset jakautuvat yleisesti fyysisiin liitynnästä aiheutuviin kustannuksiin ja transaktiokustannuksiin. Yksittäisten kuluttajien ja pienyritysten kustannukset koostuvat pääasiassa transaktiokustannuksista. Niitä aiheutuu mm. uuden toimittajan etsimisestä ja tarjousten edullisuuden vertaamisesta, mitä vaikeuttaa

Kuvio 5.12 Pörssikaupan kehitys Nord Poolissa

[36] Vuonna 1996 tehdyn kyselytutkimuksen mukaan 62 % kyselyyn vastanneista pkt-yrityksistä oli solminut uuden tai uusitun sopimuksen. Yrityksistä 7 % oli solminut sopimuksen uuden toimittajan kanssa (Kunnossapitoyhdistys, 1996).



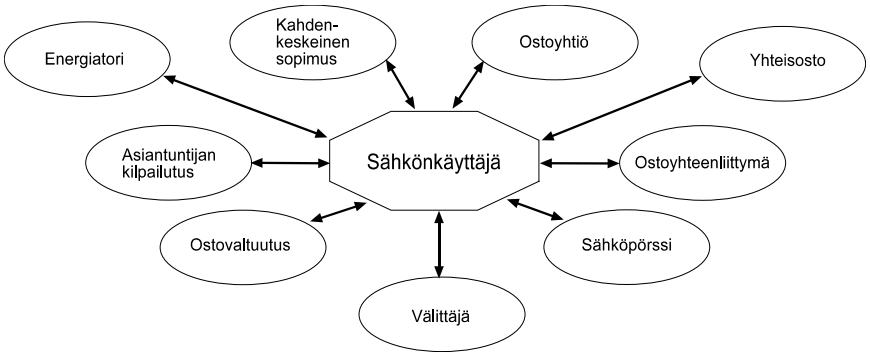
Lähde: Nord Pool.

mm. tariffien erilaisuus ja tarjottavien oheispalvelujen moninaisuus. Tähän perustuen energialiiketoimintaklusteriin on syntymässä transaktiokustannuksien vähentämiseen erikoistunutta palveluliiketoimintaa.

Markkinoiden vapautumisen ja integroitumisen seurauksena markkinoiden epävarmuus ja liiketoimintariskit[37] ovat kasvaneet. Epävarmuus on puolestaan lyhentänyt suunnittelun aikahorisonttia, mihin on osaltaan vaikuttanut vuonna 1996 käynnistynyt sähköpörssitoiminta. Vuonna 1998 EL-EX:in osuus Suomen sähkökaupasta oli kasvanut jo 10 %:iin, ja sen vaikutus yleisen hintatason muodostumiseen on suuri. Näiden tekijöiden vaikutuksesta teollisuus ja jakeluyhtiöt ovat pyrkineet lyhentämään ostosopimusten aikaväliä.

Kuvio 5.13 Sähkön hankintatavat

[37] Pitkät tukkusopimukset ovat ajaneet etenkin pieniä jakeluyhtiöitä vaikeuksiin sähkön markkinahinnan laskun seurauksena. Pitkillä 10-15 vuoden sopimuksilla tuottajat pyrkivät aiemmin minimoimaan juuri epävarmuuden vaikutuksia tuotannon suunnittelussa.



Lähde: Silvennoinen, 1998.

Sähkön kysynnän luonnetta on muuttanut edelleen hankintamahdollisuuksien ja -kanavien monipuolistuminen, mikä asettaa uusia vaatimuksia sähköyhtiöiden myyntitoiminnalle. Tässä kehityksessä pörssitoiminnan laajenemisella on keskeinen asema. Nord Pooliin integroituneen EL-EXin kaupankäynnistä suuri osa on vielä tilapäiskauppaa, mutta tulevaisuudessa riskipitoisempien johdannaisten kuten termiinien ja optioiden kysyntä kasvaa. Nord Poolissa futuurien osuus oli jo vuonna 1997 yli puolet pörssin kautta myydystä sähköstä.

Sähköpörssi on keskeinen markkinoiden transaktiokustannuksia vähentävä instituutio. Pörssejä on perustettu myös muille vapautuvien markkinoiden alueille eri puolille Eurooppaa. Sama perusajatus on yleistyvässä sähkön välitys- ja ostovaltuutustoiminnassa, missä markkinoille tulon kynnys suhteessa perinteiseen energialiiketoimintaan on matala.[38]

Jakeluyhtiöiden tapaan sähkön loppuasiakkaat ovat pyrkineet parantamaan neuvotteluasemaansa yhteishankintaorganisaatioita perustamalla. Juridisesti itsenäisimpiä organisaatioita ovat ostoyhtiöt, joita ovat perustaneet lähinnä pienet ja keskisuuret yritykset. Neuvotteluvoiman ja hankinnan mittakaavaetujen lisäksi ostoyhtiön etuna on mahdollisuus ns. risteilysähkön hyödyntämiseen, millä tarkoitetaan sähkön käytön tasoittamista eri kulutuspaikkojen kesken. Tunnetuin *ostoyhtiö* on Helsingin Energian suurimpiin asiakkaisiin lukeutuva Chevys Voimanostajat. Sen osakkaita ovat Cul-

[38] Ostovaltuutuksessa valtuutuksen saaja toimittaa sähkön asiakkaalleen avaimet käteen -periaatteella.

tor, Hackman, Ensto, Valio, Yleisradio, Stockman ja Santasalo-JOT. Löyhempiä yhteistyöorganisaatioita ovat *ostoyhteenliittymät*, joita perustavat tyypillisesti liike-elämän yhdistykset ja omakotiyhdistykset sekä kiinteistöjen *yhteisostojärjestelmät*.

Lähi- ja tukialat

Teollisten toimialojen näkökulmasta energiajärjestelmä muodostaa niihin vertikaalisesti kytkeytyvän tuotannontekijän, mikä selittää energialiiketoiminnan lähi- ja tukialojen koostumusta. Energialiiketoiminnan näkökulmasta horisontaaliset synergiset kytkennät muihin teollisiin toimialoihin ovat yleisesti vähäiset, mistä seuraa, että lähialojen määrä on myös vähäinen. Suurin osa energialiiketoimintaan kytkeytyvistä aloista on määritelmällisesti tukialoja.[39] Sähkömarkkinoiden vapautuessa niihin kohdistuu toiminnan tehostamiseen kannustavia kysyntäpaineita.

Energialiiketoiminnan lähialoille on ominaista, että ne ovat energiajärjestelmän tapaan osa talouden perusrakennetta, jotka tuottavat panoksia muille aloille. Maakaasua käyttävät energiayhtiöt ovat laajentuneet maakaasun tukku- ja vähittäiskauppaan, ja hiilivoiman tuottajat myyvät tuotantoprosessin sivutuotteita kipsiä ja lentotuhkaa rakennusaineteollisuudelle ja maanrakennukseen. Sähköverkoilla on puolestaan synergisiä kytkentöjä tietoliikenneverkkoihin. Verkot ovat osittain teknisesti integroituneita, ja niiden rakentamisessa ja kunnossapidossa on selviä yhteistuotannon etuja.[40]

Polttoainetuotanto

Metsä-, metalli- ja kemianteollisuus ovat historiallisesti olleet merkittäviä asiakasaloja mutta energiatuotannon osalta myös lähi- ja tukialoja. Niiden valmistusprosessien sivutuotteina syntyvät energiaraaka-aineet kuten masuunikaasu, mustalipeä ja puutähteet muunnetaan sähköksi ja lämmöksi teollisuuden ja yhdyskuntien

---

[39] Useiden muiden alojen näkökulmasta energialiiketoiminta on potentiaalinen lähiala.

[40] Fortumin ja PVO:n engineering-toiminta kattaa sähköverkkojen rakentamisen ja tietoliikennemastojen toimitukset. PVO:n tietotekniikkasovellutusten asiakkaita ovat sähkö- ja tietoliikenneverkkojen operoijat.

käyttöön. Tämä on suuressa määrin korvannut muiden primäärienergialähteiden käyttöä.[41] Kokonaisuudessaan teollisuuden sivutuotteiden osuus sähkön ja lämmön tuotannon polttoaineista on kasvanut 14 %:sta 22 %:iin vuosien 1980 ja 1997 välisenä aikana (Energiatilastot 1997).

Teollisuuden merkitys Suomen polttoaineomavaraisuuden ja energialähteiden monipuolisuuden lisääjänä on siten ollut suuri. Energiantuotannollaan ja energialiiketoiminnallaan teollisuus on pitänyt yllä kilpailua ja kannustanut energiayhtiöitä toimimaan tehokkaasti. Metsäteollisuuskonserneista UPM-Kymmene ja Stora Enso ovat merkittävässä määrin diversifioituneet energialiiketoimintaan. Vuonna 1997 UPM-Kymmenen sähkön kokonaishankinta oli noin 21 TWh, josta 6 TWh myytiin konsernin ulkopuolelle. Stora Enson vastaavat luvut Suomessa olivat noin 10 TWh ja 2 TWh.

Kotimaisen polttoainetuotannon kehittyminen liiketoiminnalliseksi tukialaksi alkoi 1970-luvun alkupuolella, jolloin energiakriisin seurauksena öljyn käyttöä oli korvattava muilla energialähteillä. Valtion tukitoimet olivat ratkaisevassa asemassa turvetuotannon laajenemisessa, missä johtavan aseman sai vuonna 1968 kauppa- ja teollisuusminiteriön alaisuuteen siirtynyt Valtion polttoainetoimisto, Vapo.

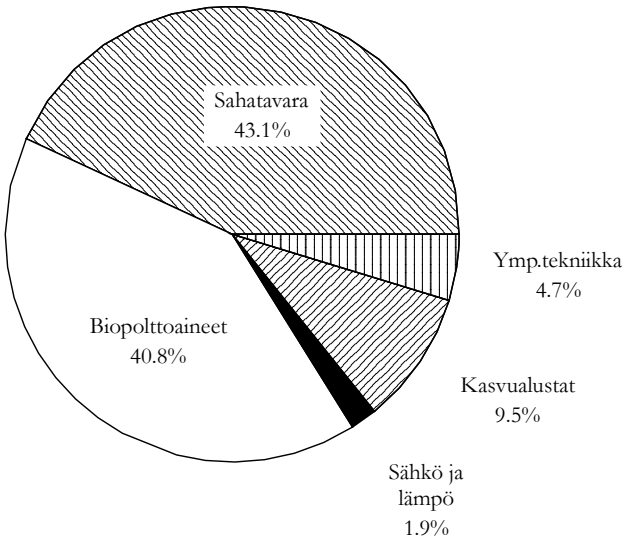
Yhtiöittämisensä jälkeen vuonna 1984 Suomen Vapo on saavuttanut miltei monopoliaseman halliten yli 80 %:a turvetuotannosta ja -kaupasta. Turvetuotannon ohella Vapon liiketoimintaan kuuluu sahateollisuutta, siihen liittyvää puupolttoaineiden tuotantoa ja ympäristöteknologiaa, joka käsittää mm. kompostointiin ja kierrätyspolttoaineen valmistukseen liittyvän teknologian. Vuonna 1997 Vapon liikevaihto oli 1861 Mmk, mistä energiaturve- ja puupolttoaineliiketoiminnan osuus oli 41 %.

Energiaturpeen tuottajista toiseksi suurin on vuonna 1975 perustettu Turveruukki Oy, jonka toiminta perustuu laajaan yrittäjä-

Kuvio 5.14 Vapon liikevaihdon jakauma tuotealueittain vuonna 1997

[41] Yhteistuotantoteknologia otettiin käyttöön metsäteollisuudessa jo 1920-luvulla. Läpimurtonsa se teki varsinaisesti 1940- ja 1950-luvulla, minkä jälkeen se yleistyi kaupunkien energiahuollossa.

Lähde: Vapo.



verkostoon. Vuonna 1997 yhtiön liikevaihto oli 67 mmk. Vapon ja Turveruukin lisäksi turvetta tuottaa runsas sata paikallista yrittäjää.

Vaikka turvetuotannon kehitys on tukenut lähinnä paikallista, logistisesti edullisesti sijaitsevien kuntien energialiiketoimintaa, turve on saanut vakiintuneen aseman mm. Fortumin ja metsäteollisuuden energiantuotannossa. Turvetuotannon kasvu on myös edistänyt leijupetiteknolgian laajempaa käyttöönottoa polttoon perustuvassa sähkön ja lämmön tuotannossa.

Energiaomavaraisuutta ja työllisyyttä lisäävistä vaikutuksistaan huolimatta energiaturpeen ongelmana on sen poltosta aiheutuvat savukaasupäästöt, mikä ympäristönormien tiukentuessa rajoittaa sen käytön kasvua lähivuosina. Kotimaisten polttoaineiden osalta kysynnän painopiste onkin siirtymässä uusiutuviin puupolttoaineisiin, joiden kokonaispäästöt ovat olennaisesti alhaisemmat. Turpeen käyttöä varten rakennettu kattilalaitoskanta soveltuu sellaisenaan puupolttoaineille ja turpeen ja puupolttoaineiden yhdistelmäpolttoon.

Puupolttoaineiden tuotannolla ja käytöllä on ollut vahva synerginen kytkentä metsäteollisuuteen, jonka sivutuotteet ovat muodostaneet valtaosan käytetyistä puupolttoaineista. Puupolttoaineiden kansainvä-

lisesti korkea osuus energiaraaka-aineena selittyykin juuri puunjalostuksen keskeisellä asemalla teollisuudessa ja sen pyrkimyksellä puuvarantojen maksimaaliseen hyödyntämiseen. Tämä sidonnaisuus on jossain määrin haitannut puupolttoaineiden markkinoiden kehittymistä.

Edellytykset puupolttoaineiden markkinoiden ja käytön laajentamiseksi ovat viime vuosina kuitenkin selvästi parantuneet. Puupolttoaineiden kysyntää ovat vauhdittaneet sähkömarkkinoiden vapautumiseen liittynyt ympäristömyötäisen ajattelutavan voimistuminen, sen hyödyntäminen markkinoinnissa ja energiaverotuksen muutokset.

Energiantuotantoon käytettävien metsäteollisuuden sivutuotteiden tarjontaa lisääviä tekijöitä ovat olleet sahateollisuuden tuotannon voimakas kasvu ja höyrykattiloiden hyötysuhteen paraneminen. Puupolttoaineiden markkinoiden ja liiketoiminnan kehityksen kannalta olennaista on logistiikan hallinta, jonka tehokkuus on tutkimus- ja kehitystyön ja viestintäteknologian ansioista parantunut.

Kilpailukykyisen liiketoiminnan käynnistäminen on edellyttänyt integraatiota raaka-ainetuotantoon, jolloin tuotantoketjun transaktiokustannukset saadaan alhaisiksi. Valtakunnallisesti merkittävillä puupolttoaineen tuottajilla ja jakelijoilla on resurssipohjanaan sahateollisuutta, kemiallista metsäteollisuutta ja omia metsävaroja: Biowatti Oy:n omistaa Metsäliitto-Yhtymä, Vapo on Suomen neljänneksi suurin sahayritys[42], ja UPM-Kymmene on Euroopan suurin metsäteollisuuskonserni. Myös Stora Ensolla on riittävät resurssit toiminnan käynnistämiseksi.

Puupolttoaineiden markkinoiden syntymisen kannalta metsäteollisuuden sivutuotteilla on ollut siis keskeinen asema. Niiden käyttöä energiaraaka-aineena ei voida enää juurikaan lisätä, koska samalla olisi vähennettävä levy- ja selluteollisuuden tuotantoa. Puupolttoainetoimittajat ovatkin laajentumassa metsähakkeen tuotantoon, missä kasvupotentiaali on huomattava. Tällä hetkellä metsähakkeen tuotanto on kannattavinta metsään jäävistä korjuutähteistä, missä taloudellisesti kannattava tuotantopotentiaali on 15-20 TWh vuodessa. Korjuumenetelmien ja -teknologian kehittyessä energiapuun hankintaa on mahdollista laajentaa myös ensiharvennuksiin. Siinä potentiaali on yli 10 TWh vuodessa.

[42] Vapo pystyy hyödyntämään myös yhteistuotannon etuja turpeen ja puupolttoaineiden tuotannossa, logistiikassa ja markkinoinnissa.

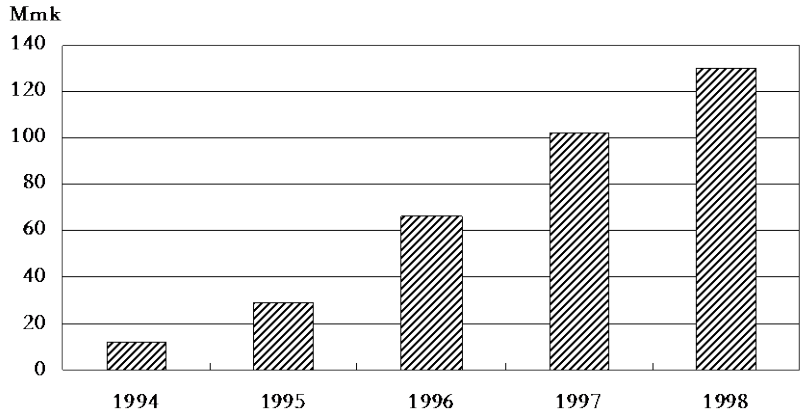
Biowatti Oy – puupolttoaineiden taitaja

Vuonna 1994 perustettu Biowatti Oy on valtakunnallisesti toimiva bioenergian tuotanto- ja markkinointiyhtiö ja alallaan Suomen markkinajohtaja. Biowatin pääomistaja on Metsäliitto 90 % osuudellaan lopun 10 % jakautuessa Metsä-Serlan, Metsä-Botnian ja Finforestin kesken.

Yhtiötä perustettaessa sen päätavoitteeksi asetettiin omistajien tuotantolaitosten ylimääräisten sivutuotteiden markkinointi, mutta varsin pian raaka-aineen hankinta laajentui konsernin ulkopuolisiin lähteisiin, joista merkittävimpiä ovat sahat. Vuoteen 1997 mennessä yhtymän ulkopuolisten myynnin osuus Biowatin kokonaismyynnistä oli kasvanut 80 %:iin.

Vuonna 1997 Biowatin puuenergiatoimitukset olivat 1700 GWh, josta valtaosa koostui metsäteollisuuden sivutuotteista purusta, kuoresta ja polttohakkeesta. Muita markkinoitavia tuotteita ovat rakennuspuusta valmistettava hake ja metsähake, jonka osuutta pyritään lähivuosina lisäämään. Määrältään suurin asiakasryhmä on kaupunkien voimalaitokset, joiden osuus energiapuun myynnistä on yli puolet. Merkittäviä asiakasryhmiä ovat myös teollisuuden voimalaitokset ja aluelämpölaitokset.

Biowatin liikevaihdon kehitys (Mmk)



Vaikka energian tuotanto on Biowatin suurin asiakasala, yhtiön määrällisesti suurimmasta tuoteryhmästä, sahanpurusta, puolet myydään levy- ja selluteollisuuden raaka-aineeksi. Metsäteollisuuden raaka-ainetoimituksissa Biowatti hyödyntää yhteistuotannon etuja, mikä tuo kokonaistoimituksiin kustannustehokkuutta. Tässä suhteessa merkittävä aluevaltaus oli yhtiön tulo Suomen Kuitulevy Oy:n toiseksi päätoimittajaksi keväällä 1999.

Suomen Kuitulevyn kanssa tehdyn sopimuksen mukaan Biowatti toimittaa pääosan Pihlavan ja osan Heinolan kuitulevytehtaan tarvitsemasta purusta ja hakkeesta. Sopimus kattaa lisäksi puupolttoainetoimitukset Pihlavan tehtaan yhteydessä toimivalle voimalaitokselle, jonka Suomen Kuitulevy myi aikoinaan Porin Energialle. Heinolan tehtaan päätoimittaja on UPM-Kymmene Oy.

Biowatin kilpailukyvyn perustekijöitä ovat organisaation keveys, logistiikan hallinta ja ennen kaikkea Metsäliiton tarjoama resurssipohja. Kuljetuksista vastaavat yhtymään sopimussuhteessa olevat aliurakoitsijat, metsähakkeen raaka-aine hankitaan yhtymän puunhankintaorganisaation avulla, ja noin puolet teollisuuden sivutuotteista saadaan yhtymän tuotantolaitoksilta.

Myös metsähakkeen tuotannosta vastaavat itsenäiset yrittäjät. Energiapuu, joka koostuu pääasiassa hakkuutähteistä, hankitaan integroidusti ainespuun korjuun yhteydessä. Hakkeen tuotannossa päämenetelmänä on ns. palstahaketusmenetelmä, missä käytetään Logset Oy:n kehittämiä Chipset-hakeharvestereita. Biowatin panos harvesterin kehitystyössä on ollut merkittävä.

Biowattia voidaan pitää alan merkittävänä tienraivaajana, ja sen menestys on osaltaan toiminut alalle tulon kannustimena. Vapo ja UPM-Kymmene ovat jo varteenotettavia kilpailijoita, minkä lisäksi markkinoille on odotettavissa useita paikallisesti toimivia yrityksiä. Turvatakseen kilpailuasemansa Biowatti on panostanut liiketoimintansa kehittämiseen.

Kehitystoiminnassa pääpaino on metsähakkeen tuotantomenetelmien kustannustehokkuuden parantamisessa ja puupolttoaineesta jalostettavien pellettien tuotannon ja käytön tutkimuksessa. Lisäksi yhtiö on laajentumassa ns. lämpöliiketoimintaan, joka muistuttaa liikeidealtaan kunnallisena palvelumuotona yleistyvää lämpöyrittäjyyttä. Siinä yritys vastaa kiinteistön lämmityksen koko arvoketjusta puupolttoaineiden tuotannosta lämpölaitosten käyttöön.

Fossiilisista polttoaineista kivihiili tuodaan suoraan voimalaitosten varastoihin, eikä logistiikkaan liity Suomessa mainittavaa liiketoimintaa. Muiden fossiilisten polttoaineiden toimituksista vastaa alan kotimainen teollisuus, jolle on tunnusomaista keskittynyt toimialarakenne ja valtion johtava asema liiketoiminnassa. Tähän ovat vaikuttaneet historialliset huoltovarmuussyyt ja liiketoimintaan liittyvät mittakaavaedut.

Vapaiden sähkömarkkinoiden oloissa keskittynyt valtio-omisteinen rakenne on yleisesti ongelmallinen. Se estää toimivien mark-

kinoiden kehittymisen ja vaikeuttaa siten energiajärjestelmän toimintaa ja sopeutumista. Öljyn ja turpeen osalta ongelma on vähäisempi. Öljyn käyttö energiantuotannossa on laskenut murto-osaan viimeisen 25 vuoden aikana, ja tulevaisuudessa myös turpeen suhteellinen merkitys vähenee. Lisäksi turve joutuu kasvavassa määrin kilpailemaan puupolttoaineita vastaan, mikä vähentää keskittymisen haitallisia vaikutuksia.

Gasumin tuontimonopolin ja Venäjän maariippuvuuden haitalliset vaikutukset maakaasumarkkinoihin ja edelleen energialiiketoimintaan ovat suuremmat. Nykyisessä tilanteessa maakaasun käyttöä ei voida enää merkittävästi lisätä, ja tuotantoketjun joustavuus sähkön hinnan muutoksiin on alhainen. Toteutuessaan vireillä oleva maakaasuverkkojen euroopanlaajuinen integroiminen on merkittävä polttoaineainemarkkinoiden tehokkuutta lisäävä tekijä juuri Suomen näkökulmasta.[43]

Polttoainemarkkinoiden toimivuus on energialiiketoiminnan kustannuskilpailukyvyn kannalta olennainen tekijä tulevaisuudessa. Pitkällä aikavälillä valtiojohtoinen yritystoiminta on kuitenkin ollut edellytys primäärienergialähteiden monipuolistumiselle, mikä on parantanut Suomen energiajärjestelmän kykyä sietää ulkopuolisia sokkeja.

Oppimisprosessin myötä energiayhtiöillä on tekniset valmiudet toimia uusilla, energialähteiden suhteen poikkeavilla markkinoilla. Kilpailukyvyn kannalta tärkeimpiä osaamisalueita ovat juuri maakaasun, puupolttoaineiden ja jossain määrin myös turpeen logistiikan ja polttotekniikan hallinta.[44] Yhdyskuntajätteet, joiden polttoon Suomessa on kehitetty uutta teknologiaa, ovat myös tulevaisuuden energialähteitä.

---

[43] Gasumin omistuksen hajauttamisella, joka toteutettiin keväällä 1999, oli monopolin haittavaikutuksia lieventävä vaikutus. Lisäksi Ruhrgas Energie Beteiligungs AG:n osakkuus yhtiössä paransi mahdollisuuksia integroida Suomen maakaasuverkko Keski-Euroopan verkkoon. Ruhrgas on Euroopan suurimpia maakaasuyhtiöitä, ja se on Gasumin osakkaan Gazpromin merkittävä asiakas.

[44] Fortumilla on käynnissä turvevoimalahanke Irlannissa.

Kantaverkkopalvelut ja kunnossapito

Energialiiketoimintaan kytkeytyy erilaisia palveluja tuottavia tukialoja, joiden määrä on kilpailun kiristymisen seurauksena kasvanut. Palveluja sisäistetään ja ulkoistetaan energiayhtiöiden liiketoimintakonseptin mukaan. Toimintojen eriyttäminen ja uudelleenorganisointi, joka käynnistyi lakiuudistuksesta seuranneista velvoitteista, kuvastaa yritysten ja julkisen vallan pyrkimystä sopeuttaa toimintaansa kilpailullisiin olosuhteisiin.

Fingrid pähkinänkuoressa

Syyskuussa 1997 perustetun Suomen Kantaverkko Oy:n omistus jakautuu siten, että IVOlla ja PVO:lla on molemmilla 25 %, valtiolla 12 % ja institutionaalisilla sijoittajilla ts. vakuutusyhtiöillä 38 %. Siirtohinnoittelua ja yhtiön operatiivista toimintaa valvoo Sähkömarkkinakeskus.

Sähkömarkkinoiden toimivuuden edistämiseksi yhtiön perustamisvaiheessa asetettiin tavoitteeksi siirtotariffien alentaminen 15 %:lla vuoteen 2001 mennessä. Vuonna 1998 yhtiön vastuu sähköjärjestelmän toiminnasta laajeni toimintavarmuuden ylläpidosta valtakunnalliseen tasehallintaan ja -laskentaan, mistä vastasi yhtiön ostama Suomen Voimatase Oy. Muita yhtiölle asetettuja tehtäviä ovat asiakkaille tarjottavien verkkopalvelutuotteiden ja järjestelmäpalveluiden kehittäminen.

Integroitumista pohjoismaiseen sähköjärjestelmään vahvistettiin siten, että vuoden 1998 alussa Suomen kantaverkko osti EL-EX-sähköpörssin osakekannan HEX Oy:ltä. Muutamaa kuukautta myöhemmin Suomen Kantaverkko myi 50 % EL-EXistä Ruotsin kantaverkkoyhtiölle Svenska Kraftnätille.

Vuosi 1998 oli Suomen Kantaverkko Oyj:n ensimmäinen täysi toimintavuosi. Yhtiön liikevaihto oli 1346 Mmk, liikevoitto 584 Mmk ja siirretyn sähkön määrä 56 TWh. Tämä oli noin 75 % Suomen sähkön kulutuksesta.

Vuoden 1999 alussa yhtiön nimeksi muutettiin Fingrid, ja sen rakenteeseen tuli eräitä merkittäviä muutoksia. Fingridin toimintoja yhtiöitettiin siten, että järjestelmävastuu siirtyi Fingrid System Oy:lle ja kunnossapidon ja aluekäytön vastuu Fingrid Verkko Oy:lle. Sähköjärjestelmän toimintavarmuuden lisäämiseksi Fingrid osti PVO:lta, IVOlta ja Helsingin Energialta 600 MW varavoimakapasiteettia, joka siirrettiin perustetun Fingrid Varavoima Oy:n hallintaan.

Kuvio 5.15 Kantaverkko Suomen sähköjärjestelmässä



Lähde: Fingrid.

Kehityksen eräs tulos on ollut kantaverkkopalvelujen ulkoistaminen ja liiketoiminnan organisointi luonnolliseksi monopoliksi. Suomen Kantaverkko Oyj:n perustehtävä on tuottaa sähkön siirtopalveluja kaikille osapuolille yhtenäisin ehdoin ja toimia siten markkinoista riippumattomana kilpailun edistäjänä. Muodostaessaan sähkön fyysisen markkinapaikan, kantaverkon tehokkuus ja yhtiön strategia vaikuttavat suoraan markkinoiden toimivuuteen ja välillisesti yritysten kilpailuedellytyksiin Suomessa ja sen ulkopuolella.

Ennen vuoden 1997 omistusjärjestelyjä kantaverkkotoiminta oli olennainen osa tukkumyyjien PVO:n ja IVOn energialiiketoimintaa. Sen pitkän aikavälin kilpailukykyä voidaan siten tarkastella samojen perustekijöiden valossa, jotka selittävät energialiiketoiminnan kilpailukykyä yleisesti. Näistä tekijöistä tärkeimmät ovat kysynnän energiaintensiivisyys, pitkät siirtoetäisyydet ja siirtotoiminnan duopolistinen kilpailutilanne.

Kantaverkkotoiminnan keskittäminen yhteen riippumattomaan yhtiöön lisäsi sähkön siirron teknistä tehokkuutta, vaikka samalla kilpailuun perustuvat kannustimet poistuivat. Yhdistyminen mahdollisti luonnolliseen monopoliin liittyvien mittakaavaetujen hyödyntämisen niin verkon operoinnissa kuin rakentamiseen ja ylläpitoon kohdistuvissa investoinneissa.[45]

[45] Keskitetyssä järjestelmässä on lisäksi paremmat mahdollisuudet toteuttaa koko alaa koskevia rakenteellisia uudistuksia kuten juuri toimintojen yhtiöittäminen.

Siirtotoiminnan kokonaistehokkuuteen vaikuttava keskeinen tukiala on kunnossapito, josta duopolijärjestelmässä vastasivat lähinnä PVO:n ja IVOn kunnossapito- ja engineering-yksiköt. Fingidin perustamisen yhteydessä kunnossapito organisoitiin siten, että yhtiön tehtäväksi jäi kunnossapidon määrittely, valvonta ja kilpailuttaminen, ja alihankkijat vastaavat kunnossapidon ja rakentamisen toteuttamisesta.[46] Myös osa verkon käyttöpalveluista on ulkoistettu.

Vuonna 1997 toteutetussa sähköasemien ja voimajohtojen kunnossapitoa koskevassa kansainvälisessä vertailututkimuksessa (ks. luku Energian siirto ja jakelu, s. 244) Fingridin korkeaa sijoitusta selittää juuri mm. mahdollisuus palvelujen kilpailuttamiseen. Useissa maissa kantaverkon rakentamien on monopolisoitu. Muita yhtiön hyvään menestykseen vaikuttavia vahvuusalueita ovat suunnittelu, tilaustoiminta sekä tietojärjestelmien käyttö.

Kunnossapitotoiminta kilpailukykyä lisäävänä tekijänä on saanut osakseen myös laajempaa huomiota teollisuudessa ja kilpailullisiin olosuhteisiin siirtyvässä energialiiketoiminnassa. Sähkön hintatason laskiessa investointien takaisinmaksuajat pitenevät, jolloin verkkojen ja tuotantolaitosten käyttöasteen ylläpito ovat entistä tärkeämpiä tavoitteita. Tähän on vielä lisättävä toimintakatkoksista aiheutuva maineen menetys, jonka merkitys kustannustekijänä on saanut entistä suuremman painoarvon.

Energialiiketoiminnan samoin kuin teollisuuden kunnossapitostrategia on pitkällä aikavälillä muuttunut vaiheittain. Reagoivasta kunnossapidosta, joka vallitsi 1970-luvulla, siirryttiin 1980-luvulla määräaikaiseen kunnossapitoon ja edelleen kunto-ohjattuun kunnossapitoon, joka on ollut vallitseva strategia 1990-luvulla.[47] Tutkimusten mukaan kunto-ohjattu kunnossapito on käyttäjälle selvästi edullisin vaihtoehto tarkasteltaessa investoinnin koko elinkaarta (Kunnossapitoyhdistys, 1998).

Kustannustietoisuuden voimistuessa ja teknologian ja kunnossapitomenetelmien[48] kehittyessä kunnossapitotoiminta on saanut yhä

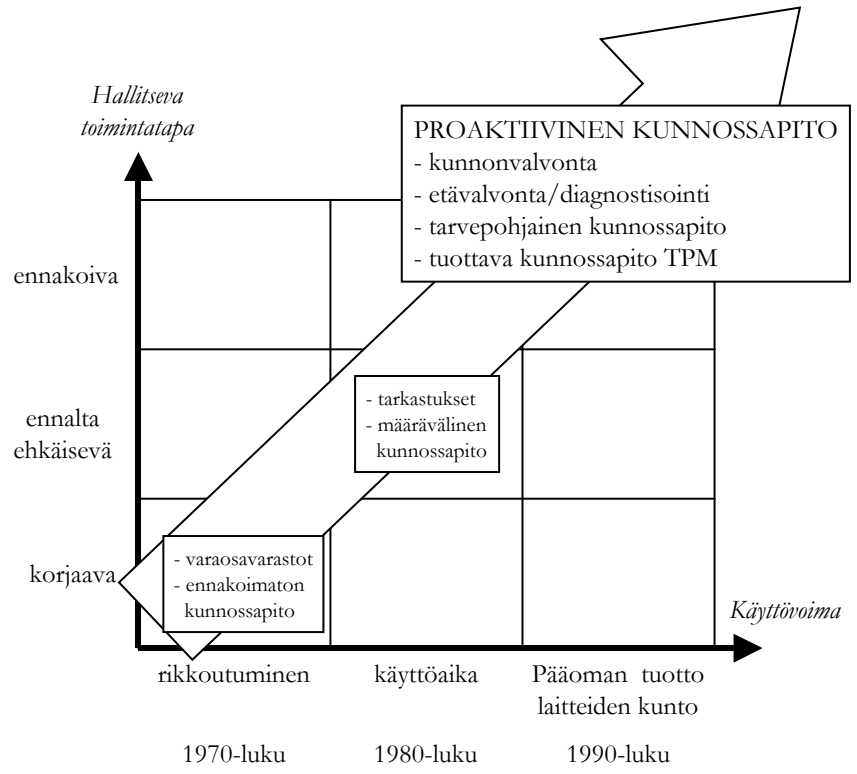
---

[46] Pääalihankkijoita ovat IVO Tuotantopalvelut, IVO Power Engineering, Suomen Voimatekniikka ja Kemijoki Oy.

[47] Kuviossa 5.16 vastaavaa järjestystä kuvaa korjaava, ennalta ehkäisevä ja ennakoiva strategia.

[48] Esimerkkinä mainittakoon YIT Servicen neurolaskentaan perustuva vianmääritysmenetelmä.

Kuvio 5.16 Kunnossapitostrategian kehitys 1970-luvulta



Lähde: Kunnossapitoyhdistys 1998.

spesifimmän, erityisosaamista vaativan luonteen. Tämä on kannustanut kunnossapitotoimintojen ulkoistamiseen yritysten keskittyessä ydinliiketoimintaansa.

Ulkoistaminen on mahdollistanut kunnossapitotoimintaan liittyvien mittakaavaetujen hyödyntämisen. Esimerkiksi voimalaitosten kunnossapidossa tämä on näkynyt siten, että sopimusten kohdealue on laajentunut yksittäisistä komponenteista laitoksiin ja projektikohtaisista sopimuksista on siirrytty jatkuviin kunnossapito-sopimuksiin.

Kunnossapito-osaamisen mittakaavaedut ovat toimialasta riippumattomia. Voimalaitosten ohella alan yritykset kuten ABB Service, Fortum Service ja YIT Service tarjoavat kunnossapitopalveluja useille

teollisuudenaloille. Sama koskee ABB:n ja Fortumin käyttöpalveluja, joiden markkinat ovat Suomessa laajenemassa. Erikoistuneempia kunnossapitopalveluja tarjoavat mm. Savcor Oy ja Acutest Oy, jotka toimittavat kattilalaitosten kunnonvalvontajärjestelmiä.

Teknologia

Suomeen on aikojen kuluessa kehittynyt monipuolinen energiateknologiaa valmistava teollisuus, jonka juuret ulottuvat 1800-luvun alkupuolelle.[49] Tuolloin perustetuissa konepajoissa valmistettiin mm. höyrykoneita, höyrykattiloita ja vesiturbiineja teollisuuden tarpeisiin. Höyrykoneiden asiakaskuntaan kuuluivat lisäksi telakat, sittemmin myös höyryveturien valmistajat.

Ennen sähkötekniikan läpimurtoa voimakoneita käytettiin yksinomaan mekaanisen energian tuottamiseen mm. sahojen ja puuhiertämöiden yhteydessä. Gottfried Strömbergin johdolla 1800-luvun lopulla käynnistynyt sähköteknisen tietämyksen leviäminen ja siihen perustuvan teollisuuden synty loivat pohjan kotimaisen energiateknologiatuotannon kasvulle ja energialiiketoiminnan käynnistymiselle.

Ensimmäiset sähkölaitokset olivat kaupunkien valaistutuslaitoksia, joiden tekniikasta Suomessa oli valmistusta useilla osa-alueilla. Kun maata alettiin laajamittaisesti sähköistämään 1920-luvulla, silloisesta tekniikasta Suomesta puuttui lähinnä höyry- ja kaasuturbiinien valmistus.

Energialiiketoiminnan kehitykselle laitevalmistuksen kotimaisuudella on ollut merkittäviä etuja. Maantieteellinen läheisyys ja yhteinen kulttuuri on mahdollistanut tuottajien ja käyttäjien läheisen yhteistyön ja kommunikoinnin osapuolten tarpeista. Energiayhtiöt ovat saaneet käyttöönsä tekniikkaa, jonka kehittämisessä on huomioitu Suomen erityisolosuhteet. Tämä koskee erityisesti polttotekniikkaa.

Energiayhtiöiden tarjoama kysyntäpohja on yksin ollut liian kapea energiateknologiaa valmistavan teollisuuden kehitykselle ja monipuolistumiselle. Koska vientimahdollisuudet olivat rajalliset

[49] Merkittäviä konepajoja olivat mm. Fiskars (1836), Högfors (1846), Warkaus (1852), Tampereen konepaja (1858) ja Porin konepaja (1859). Lähde: VTT Energia, 1999.

aina 1960-luvulle asti, laitteilla tuli olla käyttöä myös teollisuudessa. Energiateknologiaa valmistavat yritykset olivat lisäksi monialaisia, mikä oli yleistä vielä 1970-luvulla.

Monet merkittävät energiateknologiset innovaatiot ja sovellutukset ovat lähtöisin metsäteollisuuden, meriteollisuuden ja rautateiden tarpeista. Esimerkkinä mainittakoon sähkön ja lämmön yhteistuotanto, diesel- ja sähkömoottoreiden kehitys sekä leijupetikattiloiden ja taajuusmuuttajien kehitys. Teknologisen kytkentänsä suhteen nämä nykyiset asiakasalat ovat olleet merkittäviä energialiiketoiminnan kehitystä ohjaavia lähialoja.

Energiateknologiaa valmistavien yritysten tuotantorakenteen erikoistuminen käynnistyi asteittain 1960-luvulla. Teknologisen kehityksen nopeutuminen johti tilanteeseen, jossa yritysten oli kilpailukykynsä säilyttääkseen panostettava resurssejaan harvemmille tuotealueille. Samansuuntaisesti vaikutti Suomen liittyminen Eftaan. Se lisäsi valmistajien kohtaamaa kilpailua kotimaassa, mikä pakotti niitä siirtymään kansainvälisille kilpailullisille markkinoille.

Kilpailun voimistuminen energiateknologian tuotannossa on intensiivisen tuotekehityksen ja hintakilpailun välityksellä hyödyttänyt kotimaisia asiakasaloja, teollisuutta ja energialiiketoimintaa. Energiateknologiateollisuuden kansainvälistyminen, joka käynnistyi 1980-luvulla on kuitenkin vähentänyt kotimarkkinoiden merkitystä yritysten liiketoiminnalle ja kotimaisen kysynnän merkitystä tuotekehitykselle. Tässä suhteessa kehityksen voimakkuus vaihtelee tuoteryhmittäin (ks. luku 4).

Merkittävien energiateknologiayritysten siirtyminen ulkomaiseen omistukseen on siihen liittyvistä riskeistä huolimatta parantanut yritysten toimintaedellytyksiä globaalissa kilpailussa. Yhtiöiden viennillä ja monikansallisella toiminnalla on positiivisia ulkoisvaikutuksia energialiiketoiminnan kansainvälistymistä ajatellen. Teknologiayritysten välityksellä energiayhtiöiden on mahdollista saada tietoa paikallisista toimintatavoista, resursseista ja liiketoimintamahdollisuuksista. Teknologiayhtiöiden kansainvälisellä maineella on tässä suhteessa suuri merkitys.

Suorimmillaan tämä vaikutus ilmenee tilanteessa, jossa yhtiö on integroitunut energiaklusterin eri toimintoihin. IVOn energialiiketoiminnan kansainvälistymistä ovat tukeneet IVO Power Engineeringin vientiprojektit. Wärtsilä NSD on dieselvoimalatoimitusten myötä siirtynyt voimalaitosten omistajaksi ja käyttäjäksi. Nykyään

näiden IPP-voimaloiden kokonaisteho on yli 1400 MW. Foster Wheeler on toteuttanut samaa strategiaa, tosin pienemmässä laajuudessa. Euroopan sähkömarkkinoiden avautuminen lisää entisestään mahdollisuuksia teknologialähtöisen IPP-toiminnan laajentamiselle.

Suomessa sähkömarkkinoiden vapautumisella on ollut vahva katalyyttinen vaikutus teknologian kysyntään ja tarjontaan. Sähköyhtiöiden siirtyminen kilpailullisiin olosuhteisiin on lisännyt paineita toiminnan tehostamiseksi erityisesti jakelutoiminnassa. Jakelukustannusten vähentämisen lisäksi yhtiöt ovat pyrkineet tarjoamaan erilaisia käyttö- ja mittauspalveluja erottuakseen kilpailijoista, mikä on luonut uutta kysyntää laitevalmistajille.[50] Tähän on vastattu mm. sähkölaitosautomaatiota kehittämällä, missä laitevalmistajien, energiayhtiöiden ja VTT Energian välinen yhteistyö on ollut tiivistä.[51]

Sähkölaitosautomaation tärkeimpiä osa-alueita ovat verkostoautomaatio, tietojärjestelmät ja kysynnän hallinta. Sen muodostamassa teknologiakokonaisuudessa yhdistyvät siten perinteinen jakeluteknologia, tietojenkäsittelytekniikka ja viestintätekniikka, joita komponenttitasolla yhdistää elektroniikka. Tämä teknologioiden välisten rajapintojen hämärtyminen on vahvistanut informaatio- ja teleteollisuuden kytkentää energiateknologiaa valmistavaan teollisuuteen.[52]

Sähkölaitosautomaation keskeisistä yrityksistä mainittakoon sähkönjakelutekniikkaa valmistava ABB Transmit, ohjelmistotalot Tietosavo ja Tekla sekä mittareita valmistavat Enermet ja Mitrix. Elektroniikkakomponentteja valmistava Elcoteq toimii mm. Nokian, ABB Transmitin ja ABB Industryn alihankkijana.

Vastaava teknologioiden integroituminen on käynnissä myös sähkön siirrossa ja voimantuotannossa, missä energiateknologia kytkeytyy ympäristöteknologiaan. Suomen kansainvälisesti tiukat päästönormit ovat tukeneet voimalaitosten puhdistusteknologiaa

---

[50] Kaukolämmön tuotanto ja myynti on edelleen alueellista monopolitoimintaa, joten vastaavia kysyntäkannustimia teknologian kehittämiseksi ei ole ollut. Laitekehitystä rajoittavat osaltaan myös kaukolämpöteknologialle asetetut standardit. Kaukolämmön jakeluun on kehitetty joitakin tehokkuutta parantaneita tietoteknisiä sovellutuksia, joista mainittakoon Komartek Oy:n mittaustekniikka.

[51] Sähkönjakeluteknologian kehittämisessä Tekesin rahoittamat Edison- ja Tesla-ohjelmat ovat olleet keskeisessä asemassa.

[52] Tiedonsiirrossa hyödynnetään sähkönjakelu- ja tietoliikenneverkkoa.

valmistavaa teollisuutta energialiiketoiminnan kysynnän välityksellä. Osa teknologiasta on polttoprosessin jälkeiseen ns. kylmään prosessiin liittyvää komponenttivalmistusta, joka on helposti erotettavissa tuotantoteknologiasta.

Polttoprosessissa rajanveto on hankalampaa. Laajasti ymmärrettynä leijupetikattilat ja voimalaitosmoottorit ovat osa ympäristöteknologiaa, sillä kuuman prosessin päästöjä voidaan suoraan alentaa uusia konstruktiota ja materiaaliteknisiä ratkaisuja kehittämällä. Korostuneimmin tämä tulee esiin kehitteillä olevissa PFBC- ja IGCC-polttotekniikoissa[53], joilla pyritään suoraan alhaisiin rikin ja typenoksidien päästöihin.

Uusien ja vähäpäästöisten polttotekniikoiden tutkimus on Suomessa kansainvälisesti korkeatasoista. Kioto-prosessin edetessä uusien tekniikoiden kaupallistumisen kynnys madaltuu, ja ne tarjoavat energialiiketoiminnalle ja teollisuudelle uuden potentiaalisen kilpailukykytekijän.

Tuotannontekijäolot

Porterin timanttimallin neljäs kilpailukykyä selittävä tekijä on maan tuotannontekijäolot, joissa voidaan erottaa kaksi tasoa. Maan p*erustuotannontekijöitä* ovat ilmasto, sijainti, luonnonvarat, peruskoulutettu työvoima ja velkapääoma. *Kehittyneiksi tuotannontekijöiksi* Por-ter määrittelee mm. digitaalisen tietoviestinnän perusrakenteen, korkeasti koulutetun työvoiman ja tutkimuskeskukset (Porter, 1990). Kehittyneet tuotannontekijät ovat tyypillisesti luotuja tuotantopanoksia, joiden syntymekanismit riippuvat perustuotannontekijöiden antamista mahdollisuuksista ja niiden rajoitteista. Perustuotannontekijöihin liittyvät haitat ovat kehittyneiden tuotannontekijöiden luomiseen kannustava tekijä.

Energiaklusterin tuotannontekijöille on ominaista, että sen aliklustereiden[54] kilpailukyky perustuu pääosin samoihin perustuotannontekijöihin tai niihin liittyviin haittoihin. Tämä johtuu liiketoimintojen vertikaalisesta suhteesta; perustuotannontekijät määritte-

[53] PFBC = Pressurized Fluidized Bed Combustion, IGCC = Integrated Gasification Combined Cycle.

[54] Energiateknologia- ja energialiiketoimintaklusterin.

levät toimintaympäristön, jossa energian tuottajat ja myyjät toimivat. Niiden kysyntä ja vaatimukset teknologian ominaisuuksista välittyvät edelleen teknologian valmistajille.

Suomen perustuotannontekijöihin liittyviä haittoja ovat pitkät etäisyydet, harva asutus, ilmaston kylmyys ja pimeys sekä primäärienergiavarojen niukkuus (ks. esim. Rouvinen, 1994). Lisäksi on löydettävissä tuotannontekijöitä, joiden kilpailukykyvaikutus perustuu niiden runsauteen.

Suomen merellinen sijainti ja runsaat vesivarat ovat mahdollistaneet voimalaitosten optimaalisen sijoittamisen. Vesistöt oli aiemmin merkittävä etu etenkin koskivoiman rakentamiselle, mutta nykyään hyödyt koituvat lähinnä höyryn tuotantoon perustuvalle voimantuotannolle. Veden hyvä saatavuus ja laatu ovat perusedellytyksiä lauhde-, kaukolämpö- ja yhteistuotannolle ja siten kustannuskilpailukykyä tuova tekijä. Vesivarojen samoin kuin tonttimaan saatavuuden suhteen Suomella on alueellinen kilpailuetu esim. Keski-Eurooppaan nähden.

Polttotekniikoiden, puunkorjuun menetelmien ja logistiikan kehittyessä käsitykset Suomen primäärienergiavaroista ovat asteittain muuttumassa. Puupolttoaineet ja kierrätyspolttoaineet tarjoavat merkittävän raaka-ainevarannon, jota hyödyntämällä voidaan lisätä maan energiaomavaraisuutta ja osaamiseen perustuvaa kilpailukykyä tällä alueella.

Energialiiketoiminnan kannalta keskeisin Porterin mainitsemista kehittyneistä tuotannontekijöistä on energiajärjestelmä, jota on tarkasteltiin edellä luvuissa 5.1 ja 5.3. Järjestelmän tehokkuus on em. perustuotannontekijöiden ohella seuraus kilpailukyvyn muista osatekijöistä. Niitä on käsitelty luvussa 5.3. Energiajärjestelmään verrattavissa oleva perusrakenne on maan tietoliikennejärjestelmä, joka Suomessa on yksi maailman edistyksellisimmistä. Teleteknologian kehittäjinä ja viejinä kotimaiset yritykset ovat niinikään johtavia.

Energiayhtiöiden sisäinen tutkimus- ja tuotekehitystoiminta on ollut Fortumia lukuun ottamatta suhteellisen vaatimatonta. Tässä suhteessa energialiiketoiminnalla on yhtäläisyyksiä mm. metsäteollisuuden kanssa; alhaisista tutkimusmenoista huolimatta alojen tuotantoteknologiaan sisältyy huomattava t&k-panos. Sen rahoittamisessa julkisen vallan osuus on merkittävä, mistä esimerkkinä mainittakoon Tekesin lähes 400 Mmk:n panos vuonna 1998 päättyneessä energia-

teknologiaohjelmien kokonaisuudessa. Alat hyödyntävät myös ulkopuolisia tutkimusorganisaatioita.

Työvoiman koulutustaso on ollut Suomessa pitkään korkea, ja vahva insinööriosaaminen on ollut teollisten klustereiden yhteinen kilpailukykytekijä. Tämä pätee erityisesti tietotekniikkaan, jonka hyödyntäminen on Suomessa keskimääräistä intensiivisempää.

Sähkömarkkinoiden vapautumisella on ollut vaikutuksia energiayhtiöiden työvoiman kysyntään. Säädellyissä oloissa energian markkinoimiseen ei ollut tarvetta, ja yhtiöiden kannattavuus riippui lähinnä niiden teknisestä tehokkuudesta. Tämä näkyi ja näkyy vieläkin alan insinöörivaltaisuutena. Kilpailullisiin oloihin siirtyminen toi mukanaan markkinoinnin välttämättömyyden, ja työvoiman kysynnässä on nähtävissä painopisteen siirtyminen kaupallisesti koulutettuihin työntekijöihin.[55]

Tarjonnan sopeutuminen työvoiman kysynnän muutokseen on yksi energialiiketoiminnan tulevaisuuden haasteista. Ydinkysymys on, missä määrin energialiiketoiminta pystyy kilpailemaan koulutetuista myynnin ammattilaisista, jotka voivat hyödyntää osaamistaan muilla vaihtoehtoisilla aloilla. Houkuttelevuuden suhteen energiayhtiöiden kilpailukyvyssä on ilmeisen suuria eroja.

Toinen kohtalon kysymys on, miten kotimaiset yritykset pystyvät hyödyntämään markkinointikokemukseensa perustuvaa etulyöntiasemaa Pohjoismaita laajemmassa kilpailuympäristössä. Energiayhtiöt ovat kohtaamassa saman haasteen, jonka edessä teollisuus on ollut jo vuosia; tekninen tehokkuus ei yksin takaa menestystä, ellei tuotetta osata myydä.

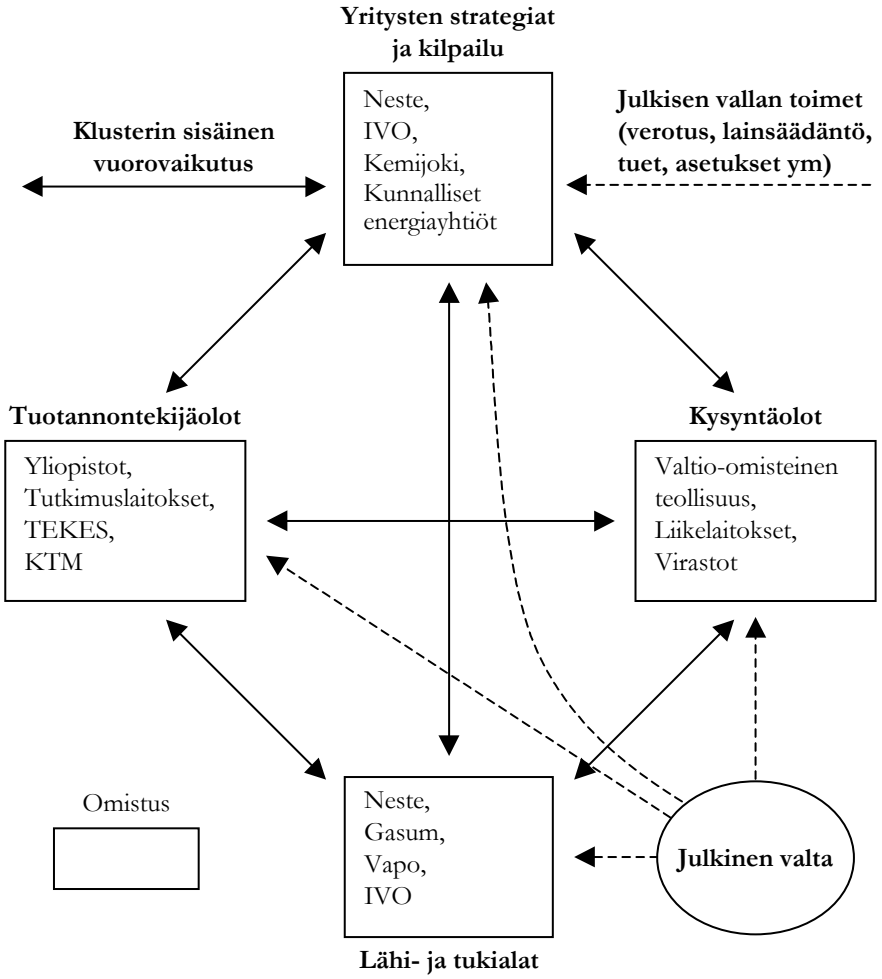
Julkisen vallan vaikutus

Energiahuollon turvaamista on perinteisesti pidetty eräänä valtiovallan perustehtävänä, mikä johtuu energian strategisesta merkityksestä kansantaloudessa ja energiajärjestelmän korkeista kustannuksista. Useimmissa Euroopan maissa julkinen valta ei ole keskittynyt ainoastaan perusrakenteiden ja -tuotannontekijöiden kehittämiseen, vaan se on ottanut itselleen aktiivisen roolin energiaklusterin liiketoiminnassa.

---

[55] Pitkällä aikavälillä tähän on vaikuttanut myös tuottavuuden kasvu, mikä on vähentänyt alan kokonaistyöllisyyttä.

Kuvio 5.17 Julkinen vallan ohjausmekanismit ja merkittävin omistus energialiiketoimintaklusterissa 1990-luvulla



Voisi olettaa, että em. argumenttien perusteella pienissä maissa valtiovallan asema energiaklusterissa olisi hallitsevampi kuin suurissa maissa. Näin ei kuitenkaan ole. Esimerkiksi Ranskassa tai Italiassa valtion asema on ollut selvästi dominoivampi kuin esim. Suomessa ja Ruotsissa, joissa klusterin toimintaperiaatteena on ollut eräänlainen yhdistelmä valtiojohtoisuutta ja markkinamekanismia.

Julkisella vallalla tarkoitetaan yleisesti valtion, kuntien ja niiden alaisten organisaatioiden muodostamaa kokonaisuutta. Julkinen

valta ei siten ole monoliittinen päätöksentekijä, jonka toimet esim. klusterin kilpailukyvyn kannalta olisivat aina yhdenmukaiset. Esimerkkinä mainittakoon kunnallisten energiayhtiöiden ja Fortumin välinen suhde, jossa intressit ovat usein olleet vastakkaiset.

Menemättä em. problematiikkaan voidaan todeta, että Suomessa julkisella vallalla on ollut monitahoinen vaikutus energiaklusterin kehitykseen. Näitä vaikutusmekanismeja tarkastellaan yksityiskohtaisemmin luvussa 6. Tässä yhteydessä julkisen vallan asemaa ja merkitystä analysoidaan yleisemmällä tasolla energialiiketoimintaklusterin näkökulmasta.

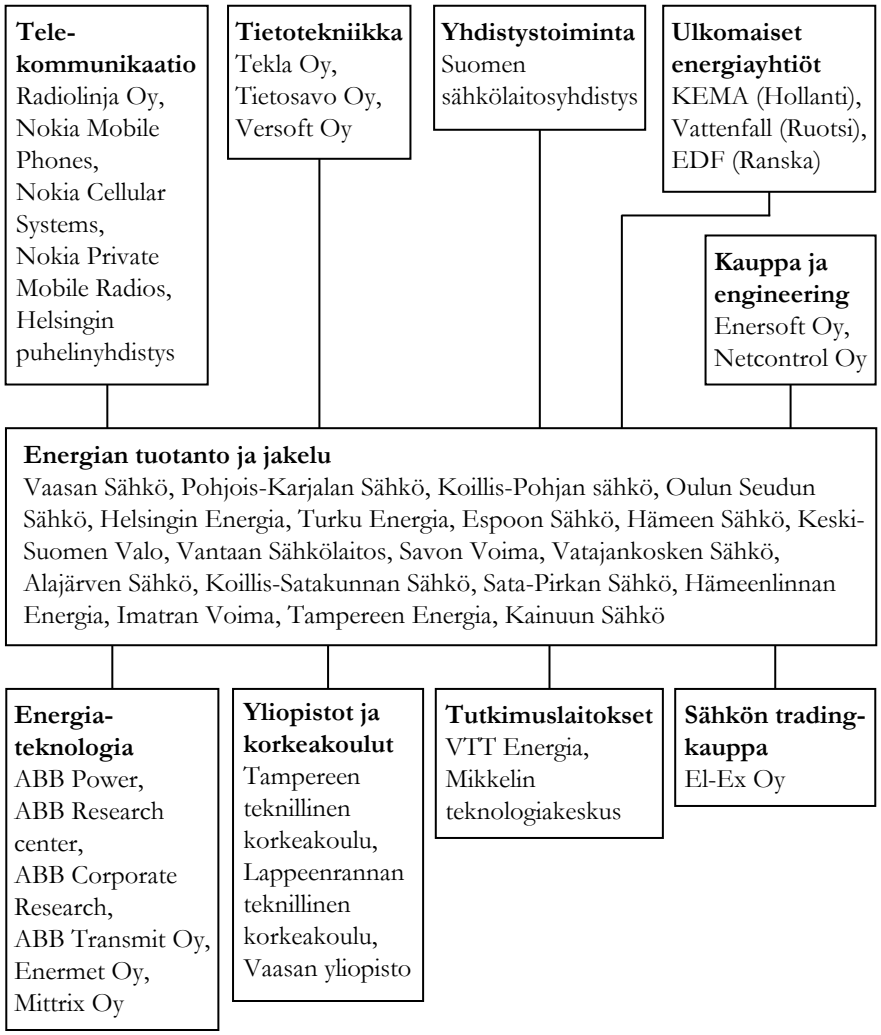
Julkisen vallan toiminnassa voidaan erottaa kolme osittain päällekkäistä aluetta: *tuotannontekijöiden kehittäminen,* julkisen vallan *energialiiketoiminta* sekä liiketoiminnan *ohjaus ja valvonta* energiapoliittisin keinoin. Kuvio 5.17 havainnollistaa julkisen vallan vaikutusmekanismeja Porterin timanttimallin valossa. Kuten nähdään, julkisen vallan toiminta kattaa laajasti klusterin toiminnot tukialoihin kuuluvaa energiateknologian valmistusta lukuun ottamatta.

Yksi julkisen vallan toiminnan painopistealueista on kehittyneiden tuotannontekijöiden luominen ja ylläpitäminen, mitä voidaan perustella tästä aiheutuvilla korkeilla kustannuksilla ja tuotannontekijöiden positiivisilla ulkoisvaikutuksilla. Kun investointi on tehty, sitä voidaan hyödyntää laajasti olemattomin tai pienin rajakustannuksin. Tämä vaikeuttaa puolestaan omistusoikeuksien määrittelemistä ja tuotannontekijän hinnoittelua.

Energiajärjestelmän rakentaminen, joka käynnistyi varsinaisesti 1920-luvulla, on ollut suuressa määrin PVO:n, IVOn, valtion sekä kuntien vastuulla. Voimakkaan rakentamisen jakso päättyi 1970- ja 1980-luvun taitteeseen, johon mennessä maa oli pääosin sähköistetty ja polttoainehuolto sekä perusvoiman saanti oli turvattu. Tämän jälkeen merkittävimpiä yksittäisiä investointihankkeita ovat olleet IVOn Meri-Porin hiilivoimala, joka käynnistyi vuonna 1993 ja vuonna 1998 käynnistynyt Helsingin Energian toinen kaasukombivoimala.

Omistamiensa yhtiöiden investointien lisäksi julkinen valta on osallistunut suoraan voimalaitoshankkeisiin rahoittajana. Valtion investointitukea on myönnetty pääasiassa kotimaisiin energialähteisiin perustuvien voimaloiden rakentamiseen, missä painopiste on 1990-luvulla siirtynyt hajautettuun energiantuotantoon. Merkittävä osa viime vuosina rakennetuista puupolttoaineita ja turvetta käyttävistä lämpölaitoksista ja tuulivoimaloista on rahoitettu osittain investointituella.

Kuvio 5.18 Edison-ohjelman osallistujaverkosto



Lähde: Tekes 1998.

Muiden kehittyneiden tuotannontekijöiden kuten yliopistojen, tutkimuslaitosten ja teknologiayhteisöjen suhteen julkisen vallan kehittämis- ja rahoittamisvastuu on ollut korostuneempi. Tälle vuosikymmenelle on ollut ominaista tutkimusorganisaatioiden ja teollisuuden välisen yhteistyön tiivistyminen ja *verkostoituminen*, missä KTM:n ja Tekesin rahoittamien energiateknologiaohjelmien vaikutus on ollut suuri.

Kuvio 5.19 Termo-ohjelman osallistujaverkosto



Lähde: Tekes 1998.

Teknologialähtöiset yritysverkostot edustavat klusteroitumisen alinta tasoa, ja niiden merkitys energiateknologian ja -liiketoiminnan kilpailu-

kykytekijänä saa yhä suuremman painon. Teknologiaohjelmista, joihin energiayhtiöt ovat laajasti osallistuneet, mainittakoon NEMO 2:n tuulivoimateknologian osaohjelma, sähkölaitosautomaatioon keskittynyt EDISON ja kaukolämmön jakelun teknologiaan keskittynyt TERMO.

Julkisen vallan asema *energialiiketoiminnassa* on ollut perinteisesti vahva niin Suomessa kuin suurimmassa osassa muuta Eurooppaa. Joissakin maissa, kuten Italiassa ja Ranskassa, toimialaa voidaan jopa luonnehtia valtiolliseksi monopoliksi.

Suomessa vuosisadan vaihteen tienoilla perustetuista kaupunkien valaistuslaitoksista suuri osa oli yksityisiä yrityksiä. Kun sähkön tarve kasvoi ja maaseutua ryhdyttiin sähköistämään, sähkölaitostoiminta siirtyi kasvavassa määrin kuntien ja kaupunkien vastuulle.

Toisen maailmansodan jälkeen Suomessa esiintyi voimakkaita poliittisia pyrkimyksiä koko energiajärjestelmän ja -liiketoiminnan kansallistamiseksi (Myllyntaus, 1991). Maassa onnistuttiin kuitenkin säilyttämään 1930-luvun aikana syntynyt teollisuuden ja julkisen vallan omistukseen perustuva duopolijärjestelmä.

Jo Imatran Voimaa perustettaessa käytiin kiivasta keskustelua julkisen vallan omistuksen sopivuudesta energialiiketoimintaan. Sähkömarkkinoiden vapautumisen myötä aihe on noussut esille uudestaan entistä painokkaampana.

Näkyvin muutos sähkömarkkinalain voimaantulosta on ollut kunnallisten sähkölaitosten yhtiöittäminen kuntaenemmistöisiksi osakeyhtiöiksi (ks. kuvio 5.3, s. 247). Vaikka julkisen vallan omistus jakeluportaasta on kokonaisuudessaan säilynyt suhteellisen ennallaan, yhtiöiden toimintaperiaatteissa on tapahtunut selkeä muutos poliittisesta päätöksenteosta riippumattomaan ja yrittäjyyttä korostavaan suuntaan.

Toinen merkittävä omistusrakennetta muuttanut julkisen vallan toimenpide oli IVOn ja Nesteen yhdistäminen Fortumiksi vuonna 1998. Tätä edelsi IVOn kantaverkkotoiminnan siirtäminen Fingrid Oyj:lle vuotta aiemmin. Fortumin perustamisesta vastanneen kauppa- ja teollisuusministeriön keskeisenä tavoitteena oli resursseiltaan kilpailukykyisen energiayhtiön muodostaminen Euroopan avautuville energiamarkkinoille. Fortumin perustamiseen liittyi yhtiön osittainen yksityistäminen ja luopuminen Gasumin enemmistöosakkuudesta.

Toteutetut rakennejärjestelyt kuvastavat julkisen vallan pyrkimystä vähentää suoraa osallistumistaan yritystoimintaan ja siten

edistää markkinoiden toimivuutta.[56] Tämä on heijastunut julkisen vallan kolmanteen toiminta-alueeseen, energiapoliittiseen *ohjaukseen ja valvontaan*. Yleisesti määriteltynä energiapolitiikan keinoja ovat verotus, normiohjaus, viranomaisvalvonta ja valtion tuet, joista viimeksi mainitut ovat kohdentuneet pääasiassa energiajärjestelmän kehittämiseen.

Energiaverotus on Suomen oloissa tehokas ohjauskeino, jolla voidaan vaikuttaa polttoaineiden ja tuotantotapojen suhteellisiin kustannuksiin ja siten niiden käyttöön. Tähän perustuu myös verotuksen ongelmallisuus. Energialähteiden ja tuotantotapojen monipuolisuuden takia verotuksen muutokseen liittyy vaikeasti ennakoitavia ulkoisvaikutuksia ja oikeudenmukaisuusongelmia.[57] Vuonna 1999 verotuksen painopiste siirtyi energian käyttöön, mikä yhdenmukaisti kilpailuolosuhteita pohjoismaisilla markkinoilla. Veromuutos paransi samalla puupolttoaineiden ja yhteistuotannon kilpailukykyä.

Suomen energiaverotuksen taso on kansainvälisesti korkea, ja sen korotusmahdollisuudet ilman hyvinvointitappioita ovat rajalliset. Myös päästönormien osalta lainsäädäntö on keskimääräistä ankarampaa. Teollisuudelle aiheuttamistaan suorista kilpailukykyhaitoista huolimatta nämä rajoitteet ovat pitkällä aikavälillä kannustaneet energiaa säästävien ja ympäristötehokkaiden teknologioiden kehittämiseen, mikä on tukenut teknologian vientiä. Vaikka Kioto-prosessin lopulliset seuraukset ovat vielä epäselviä, ympäristömyötäinen teknologia ja osaaminen tarjoavat kilpailuedun myös kotimaiselle energialiiketoiminnalle.

Energialiiketoiminnan kannalta keskeinen viranomaisvalvonnan alue on sähkömarkkinoiden kilpailu. Kilpailunvalvonta on määritelmällisesti lakeihin perustuvaa markkinoiden sääntelyä, missä julkinen valta määrää ja kieltää, mitä yritykset saavat tai eivät saa tehdä. Energiamarkkinoiden sääntely perustuu pääasiassa kahteen 1990-luvulla voimaan tulleeseen lakiin, kilpailunrajoituslakiin ja sähkömarkkinalakiin.

---

[56] Energialiiketoiminnasta aiemmin vastannut IVO toimi etenkin viimeisinä toimintavuosinaan jo varsin itsenäisesti. Tähän vaikutti osaltaan yhtiön diversifioituminen useille liiketoiminta-alueille, mikä vähensi omistajan valvontamahdollisuuksia.

[57] Energiaverotus on 1990-luvulla ollut tempoilevaa, mikä on lisännyt teollisuuden ja energialiiketoiminnan toimintaympäristön epävarmuutta.

Vuonna 1992 voimaan tulleen kilpailunrajoituslain toimeenpanosta vastaa *Kilpailuvirasto*, jonka valvonta kohdistuu elinkeinoelämään yleisesti. Sähkömarkkinoiden osalta viraston vastuualueena on sähkön hinnoittelun ja kohtuullisuuden valvonta ja kilpailunrajoitusasiat. Energiayhtiöistä mm. IVOn toimintaa ja asemaa arvioitiin uuden kilpailulain valossa, mikä johti yhtiössä rakenteellisiin uudistuksiin.

Vuonna 1998 kilpailunrajoituslakiin sisällytettiin yrityskauppavalvonta. Sähkömarkkinoita koskevan erityissäännöksen mukaan yrityskauppa, jonka seurauksena yritys saa yli 25 % osuuden valtakunnan jakeluverkkotoiminnasta, voidaan kieltää. Säännöksen taustalla oli tarve rajoittaa suurten tukkurien IVOn ja Vattenfallin vertikaalisen integraation syventämistä verkkotoiminnassa ja estää mahdolliset kilpailun rajoitukset.

Sähkömarkkinalain voimaantulosta vuonna 1995 käynnistyi prosessi, joka muutti sähkömarkkinat asteittain kilpailullisiksi. Lain noudattamista valvoo *Sähkömarkkinakeskus,* jonka tehtäviin kuuluvat sähköverkkotoiminnan ja siirtohinnoittelun valvonta ja verkkolupatoiminta. Hengeltään Suomen sähkömarkkinalaki on yhdenmukainen EU:n ajaman ns. TPA-järjestelmän kanssa, joka omaksuttaneen useimmissa jäsenmaissa.

Markkinoiden sääntelyssä olennainen hintavalvonta perustuu jälkikäteiseen ja tapauskohtaiseen hinnoittelun kohtuullisuuden, tasapuolisuuden ja syrjimättömyyden arviointiin. Tämä asettaa erityisvaatimuksia virkamiesten ammattitaidolle ja valvontaorganisaatioiden yleiselle tehokkuudelle.

Korkein päätöksentekovastuu valvonta- ja ohjauskeinojen suhteen siirtyy kasvamassa määrin EU:lle. Yhtäältä kehitys yhtenäistää Euroopan kilpailuolosuhteita, mutta toisaalta se rajoittaa kansallisten julkisen vallan organisaatioiden toimintamahdollisuuksia. EU:n energia- ja kilpailupolitiikan asettamissa rajoissa ne säilyttävät kuitenkin asemansa kansallisen kilpailukyvyn osatekijänä myös tulevaisuudessa.

5.4 Johtopäätökset

Käynnissä oleva energiamarkkinoiden vapautuminen on globaali ilmiö. Kehitykseen liittyy samanaikainen markkinoiden integroituminen ja valtion monopolien purkaminen ja yksityistäminen, mikä on antanut sisällöllistä merkitystä energialiiketoiminnan kilpailukykykäsitteelle.

Suomalaisten yritysten kannalta Euroopan markkinat muodostavat luontaisen toimintaympäristön, koska energiajärjestelmämme kytkeytyy juuri muun Euroopan järjestelmiin. Osaamista voidaan hyödyntää monikansallisessa toiminnassa myös Euroopan ulkopuolisilla markkinoilla.

Tässä selvityksessä kotimaisen energialiiketoiminnan kilpailukykytekijöitä on arvioitu lähinnä muuhun Eurooppaan suhteutettuna. Tältä osin vertaileva tarkastelu on suppeampi kuin energiateknologiaa käsittelevissä luvuissa, mikä johtuu vertailukelpoisen aineiston puutteesta ja käytettävissä olevien resurssien rajallisuudesta. Tutkimuksen pääpaino on ollut kotimaisten kilpailukykytekijöiden kartoittamisessa, jolloin tarkastelu on kohdistunut absoluuttisiin kilpailutekijöihin.

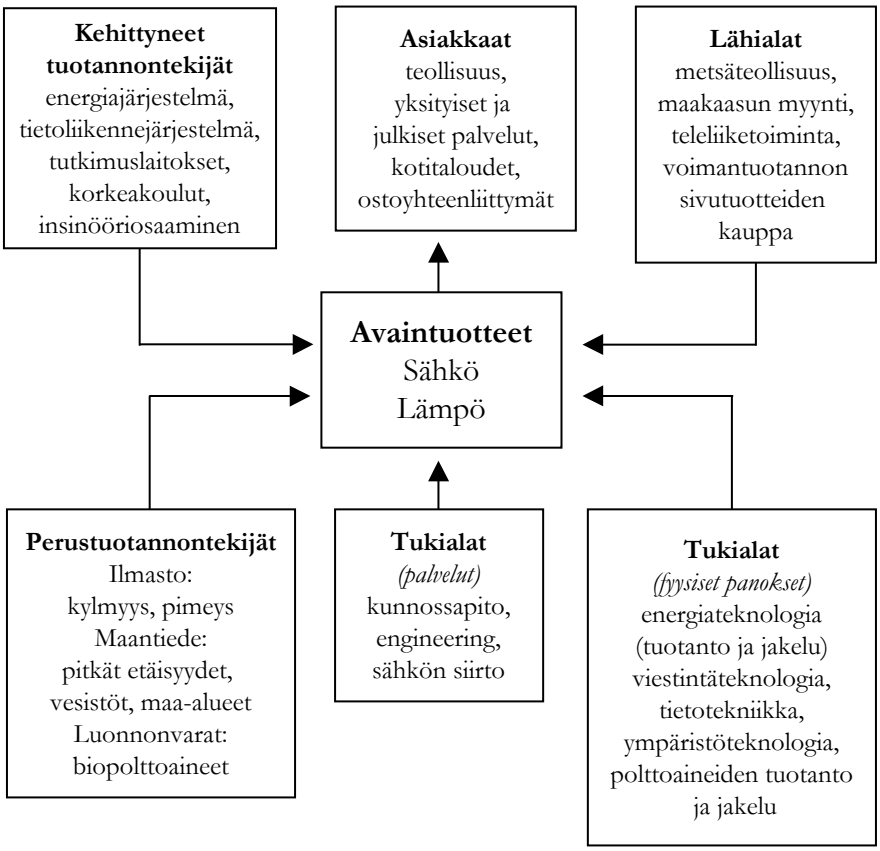
Määritelmällisesti energialiiketoiminta muodostaa energiaklusterin toisen osaklusterin, energialiiketoimintaklusterin ytimen. Energialiiketoiminnan kilpailukykyä on analysoitu Porterin timanttimallin valossa, jota ei ole aikaisemmin sovellettu tähän toimialaan. Vapaammin sovellettuna malli osoittautuu tutkimusongelman kannalta käyttökelpoiseksi.

Euroopan sähkö- ja maakaasumarkkinoiden avautuessa ja integroituessa kotimaisilla yrityksillä on etunaan kilpailusta saatu kokemus pohjoimaisessa toimintaympäristössä. Markkinoiden vapautuminen on asteittainen prosessi, ja sen toteuttamistavat vaihtelevat maittain. Täydellinen vapautuminen näyttää kuitenkin vääjäämättömältä, ja siinä suomalaisilla yhtiöillä on mahdollisuus olla voittajia.

Kotimaiset yhtiöt ovat pieniä suhteessa Euroopan merkittävimpiin energiayhtiöihin. Koko ei kuitenkaan yksin ratkaise menestymismahdollisuuksia eikä ole este kansainvälistymiselle. Tästä hyvä esimerkki on Graningen aktiivinen toiminta Suomessa. Suurimmat kotimaiset yhtiöt ovat tuotannolliselta tehokkuudeltaan Euroopan huipputasoa, ja liiketoiminnan hintakilpailukyky on hyvä.

Suomen alhaiset sähkön hinnat kuvastavat energiajärjestelmän teknistä tehokkuutta. Tehokas energiajärjestelmä tukee energiayhtiöiden liiketoimintaa kahdella tavalla; yhtäältä se tarjoaa yrityksille fyysisen kilpailutekijän niiden toimiessa avautuvilla sähkömarkkinoilla Suomesta käsin. Toisaalta järjestelmä muodostaa osaamiseen perustuvan kilpailutekijän yritysten toimiessa monikansallisessa ympäristössä. Vaihtoehtoiset toimintastrategiat ulottuvat yrityskaupoista erilaisiin liittoutumiin.

Kuvio 5.20 Energialiiketoimintaklusterin rakenne



Energiajärjestelmä muodostaa tärkeimmän energialiiketoiminnan tuotannontekijän, jonka pitkän aikavälin tehokkuutta voidaan selittää timanttimallin osatekijöillä ja julkisen vallan toimilla. *Toimialan rakenteessa ja kilpailussa* olennaisia tekijöitä ovat olleet sähkön siirtotoiminnan ja tukkukaupan tosiasiallinen kilpailullisuus jo ennen sähkömarkkinoiden muodollista vapautumista. Duopolimarkkinat yksityisen ja julkisen yritystoiminnan välillä ovat kansainvälisesti ainutlaatuiset. Sähkön ja lämmön *kysyntää* voidaan luonnehtia vaativaksi, koska se on energiaintensiivistä ja koska siihen liittyy voimakkaita kausivaihteluita. Lisäksi toimituskatkosten aiheuttamat hyvinvointitappiot ovat suuret. Perusteollisuuden keskittynyt rakenne on antanut sille neuvotteluvoimaa, mikä on mahdollistanut kilpailuttamisen.

Energiatoimialalle on ollut ominaista teollisten *lähialojen vähyys,* mitä voidaan selittää sen asemalla talouden peruspanosten tuottajana. Tässä

suhteessa metsäteollisuuden vaikutus energialiiketoimintaan on pitkällä aikavälillä ollut suurin. Synerginen kytkentä perustuu yhteiseen raaka-aineeseen ja teollisuuden sivutuotteiden jalostamiseen energiaksi, mikä on tuonut liiketoimintoihin kustannusetuja. Integraatio on myös pitänyt yllä teollisuuden energiaomavaraisuutta ja siten kilpailua energiantuotannossa. Vastaavia kytkentöjä esiintyy mm. teräs- ja kemianteollisuuteen, tosin pienemmässä laajuudessa.

Sähkö- ja televerkkojen omistuksellisella integraatiolla voi olla organisatorista tehokkuutta lisäävä vaikutus tulevaisuudessa. Tämä on myös potentiaalinen kilpailuetu toimittaessa uusilla markkina-alueilla. Suomessa merkittävät maakaasua käyttävät energiayhtiöt ovat laajentuneet maakaasun myyntiin ja jakeluun, mikä täydentää sähkön ja lämmön myyntiä. Maakaasukaupan hallinnan merkitys korostuu Euroopan kaasuverkostojen integroituessa.

Keskeisiä fyysisiä panoksia toimittavia *tukialoja* ovat olleet polttoaineiden tuotanto ja logistiikka sekä energiateknologia siihen kytkeytyvine muine teknologia-alueineen. Julkisen vallan vaikutus polttoaineisiin liittyvän liiketoiminnan syntymiseen ja primäärienergialähteiden monipuolistumiseen on ollut ratkaiseva. Liiketoimintaa on pitkään leimannut valtiojohtoisuus ja keskittyneisyys, mikä on estänyt toimivien markkinoiden syntymisen. Viime vuosina ala on saanut kilpailullisempia piirteitä, millä on koko järjestelmän tehokkuutta parantava vaikutus.

Energiateknologian tuotannossa, missä julkisen vallan toiminta on ollut vähäistä, kotimainen valmistus on monipuolista ja kattaa lähes kaikki energian jalostusketjun osa-alueet. Valmistajien kotimaisuus on helpottanut kommunikointia ja mahdollistanut energiajärjestelmän erityistarpeiden huomioonottamisen. Osa valmistajista on kasvanut markkinajohtajiksi kansainvälisillä markkinoilla, joilla kilpailu on alan yleisestä kypsyydestä johtuen ankaraa.

Elektroniikan, viestintätekniikan ja tietotekniikan merkitys energiateknologian tuotekehityksessä, tuotteiden valmistuksessa ja niiden käytössä kasvaa, mikä hämärtää teknologioiden välisiä rajapintoja. Uudet teknologiasovellutukset parantavat energiajärjestelmän tuotanto- ja ympäristötehokkuutta.

Energialiiketoimintaa tukeville *palveluille* on ollut leimallista niiden ulkoistaminen. Fingridin perustamisella luonnolliseksi monopoliksi julkinen valta on pyrkinyt edistämään markkinoiden toimintaa ja hyödyntämään siirtotoiminnassa vallitsevia mittakaava-

etuja. Kunnossapitotoiminnan merkityksen ja alalle asetettujen vaatimusten kasvaessa voimantuottajat ja verkonhaltijat siirtyvät ulkoistettujen palvelujen käyttöön, mikä on vahvistanut liiketoiminnan kehitystä itsenäiseksi tukialaksi. Vastaava kehitys on käynnistymässä voimalaitosten käyttöpalveluissa.

Energiajärjestelmä on maaspesifinen kehittynyt *tuotannontekijä*, jonka rakenne ja toimivuus riippuu osaltaan maan perustuotannontekijöistä. Suureen osaan niistä on liittynyt tehokkuuden lisäämiseen kannustavia haittoja, kuten ilmaston kylmyys, pimeys, etäisyyksien pituus ja energiavarojen yleinen niukkuus. Runsaita resursseja ovat puolestaan maa-alueet ja vesistöt. Muita keskeisiä kehittyneitä tuotannontekijöitä ovat yliopistot ja tutkimuslaitokset, jotka verkostoituvat alan yritysten kanssa. Televiestinnän perusrakenne ja insinööriosaaminen ovat Suomessa korkeaa tasoa.

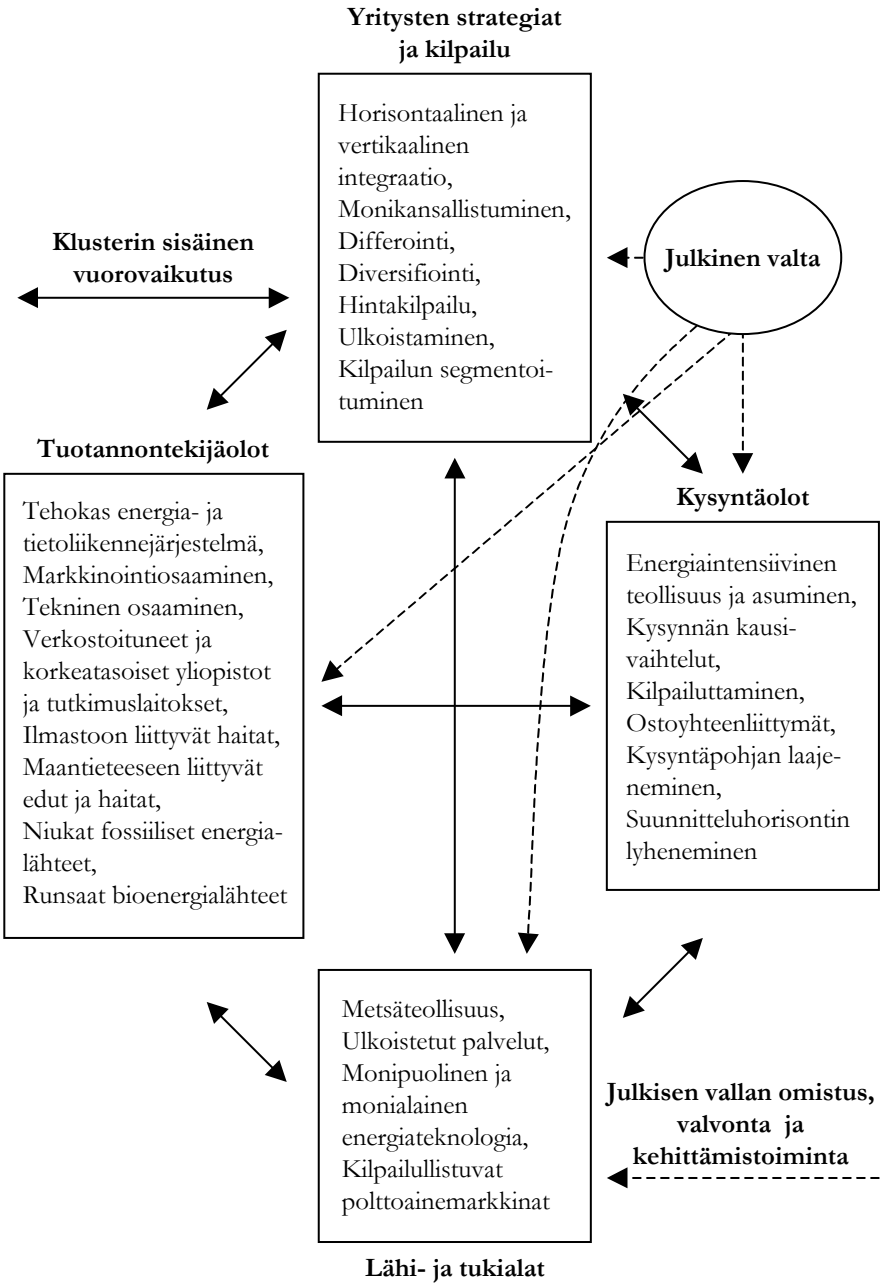
Sähkömarkkinoiden vapautuessa em. kilpailukykyä selittävissä tekijöissä tapahtuu muutoksia, ja niiden vaikutus kohdentuu energiajärjestelmän lisäksi energialiiketoimintaan. Sähkökaupassa yritysten alueellisen sijainnin merkitys vähenee mutta ei häviä kokonaan. Kaukolämpöliiketoiminnassa säilyy alueellinen monopolijärjestelmä, ja kannustimet toiminnan tehostamiseksi ovat vähäisemmät.

Kiristyvässä hintakilpailussa sähköntuottajat ja myyjät ovat ottaneet käyttöön toisiaan täydentäviä strategioita. Näistä tyypillisimpiä ovat horisontaalinen ja vertikaalinen integraatio, missä integraation voimakkuus vaihtelee omistuksesta löyhempiin sopimuksiin. Pohjoismaiden ohella integraatio suuntautuu kasvavassa määrin muualle Eurooppaan ja osittain sen ulkopuolisille markkinoille, joilla kotimarkkinoiden kilpailukykytekijöitä voidaan hyödyntää.

Liiketoiminnan pirstoutumiseen on vaikuttanut julkisen vallan toimenpiteiden lisäksi kilpailun paine. Yritykset ulkoistavat tukitoimintojaan ja samanaikaisesti pyrkivät differoitumaan laajentumalla uusiin palvelutoimintoihin. Osana tätä strategiaa on sähkön tuotteistaminen tuotemerkkien avulla.

Kaiken kaikkiaan kilpailu segmentoituu siten, että osa yrityksistä erikoistuu verkkotoimintaan ja sähkön myyntiin paikallisille markkinoille, osa toimii valtakunnallisesti ja pörssin kautta pohjoismaisilla markkinoilla, ja osa yrityksistä laajentuu lisäksi muille vapautuville markkina-alueille. Viimeksi mainitut strategiat ovat mahdollisia myös pienemmille yrityksille liittoutumissa ja konsortioissa.

Kuvio 5.21 Kilpailutekijät ja niiden erityispiirteet timantti-mallissa



Kysyntäoloissa merkittäviä muutoksia ovat olleet asiakkaiden mahdollisuus kilpailuttamiseen ja erilaisten ostoyhteenliittymien syntyminen tukku- ja vähittäismarkkinoille. Siirtyminen lyhyemmän aikavälin sopimuksiin ja spot-kaupan yleistyminen ovat lisänneet epävarmuutta ja lyhentäneet suunnitteluhorisonttia. Nämä tekijät ovat lisänneet kysynnän vaativuutta ja uusia haasteita markkinointiosaamiselle.

Jatkuva uusien liiketoimintakonseptien etsintä on kytkenyt energialiiketoimintaan uusia lähialoja kuten päivittäistavaroiden tukku- ja vähittäiskaupan ja polttoaineiden jakelutoiminnan. Sähkön kilpailuttamisen vaikutukset ovat välittyneet energiayhtiöiden panosten kysynnän kautta tukialojen toimintaan.

Ympäristömyötäisten polttoaineiden kysyntä on lisännyt niiden tarjontaa ja alan kilpailua. Energialiiketoiminnassa pyrkimys toiminnan tehostamiseen ja asiakaspalvelun parantamiseen on luonut uutta kysyntää ja tuotekehityspaineita energiateknologian laitevalmistajille. Useista teknologia-alueista koostuvista laitejärjestelmistä kehittyy uusia energiateknologian menestystuotteita.

Sähkömarkkinoiden vapautuminen on luonut uusia tarpeita energialiiketoiminnan tuotannontekijöiden suhteen. Tutkimus- ja kehityspalveluista etenkin sähkönjakeluun liittyvien palvelujen kysyntä kasvaa, mikä vahvistaa yritys- ja tutkimustoiminnan verkostoitumista. Työvoiman kysynnässä painopiste siirtyy markkinoinnin ja myynnin osaamiseen, mihin sopeutuminen on yksi tärkeimmistä lähivuosien haasteista.

Julkisella vallalla on energian strategisen merkityksen takia ollut keskeinen rooli energialiiketoimintaklusterin toimijana. Näkyvin ja kauaskantoisin julkisen vallan toimenpide on ollut sähkömarkkinoiden vapauttaminen, mikä on samalla lisännyt sen valvontavastuuta. Julkinen valta on vastaavasti vähentänyt suoraa osallistumistaan energialiiketoimintaan, mikä on lisännyt päätöksenteon tehokkuutta ja markkinoiden toimivuutta. EU:n päätöksentekovallan kasvusta huolimatta kansalliset valvontaorganisaatiot säilyttävät erikoisasemansa energialiiketoiminnan kilpailukyvyn osatekijänä.

6 JULKISEN VALLAN ELINKEINOPOLITIIKKA

6.1 Elinkeinopolitiikan lähtökohdat

Kansainväliset sopimukset

Mikään maa ei voi tehdä muista maista riippumatonta elinkeinopolitiikkaa. WTO:ssa tehdyissä sopimuksissa, EU:n perustamis- ja muissa sen jälkeisissä sopimuksissa ja päätöksissä sekä valtioiden välisissä kauppasopimuksissa on runsaasti määräyksiä mm. tavara- ja palveluiden kaupan vapaudesta, kielletyistä ja sallituista tuista, julkisten hankintojen kilpailuttamisesta jne.

Energiaklusterin kannalta tärkeimpiä kansainvälisissä järjestöissä ja monenkeskisin sopimuksin solmittuja sopimuksia tai muuten muodostuneita yhteistyökäytäntöjä ovat seuraavat.

- WTO (World Trade Organisation) on 130 maata kattava maailmankaupan vapauttamiseen pyrkivä järjestö. Sen edeltäjän GATTin puitteissa sovittiin tavarakaupan vapauttamisesta ja tariffien yhtenäistämisestä, mikä luo raamit myös energiateknologian kaupalle. Eräs tärkeimmistä periaatteista, most favorable country -periaate, takaa sopimukseen liittyneiden maiden yrityksille suosituimmuusaseman toisissa sopimusmaissa. Toinen WTO:n peruspilareista on palveluiden kaupan vapauttava sopimus, joka koskee myös energialiiketoimintaa, siihen liittyviä kuljetuksia ja palveluita. Energialiiketoimintaa ei sopimuksessa kuitenkaan käsitelty erikseen kuten monia muita palveluita ilmeisesti siksi, että se vielä sopimusta solmittaessa raaka-aineisiin liittyvää liiketoimintaa lukuun ottamatta oli vaatimattomasti kansainvälistynyt.
- EU:n perustamisasiakirja, vapaakauppasopimus ja EU:n piirissä tehdyt päätökset ovat Suomen energiaklusterin kehityk-

sen kannalta tulevaisuudessa keskeisiä. (EU:n toimista energiasektorilla on sivuilla 307 ja 308 laajempi erityistarkastelu.)

- Kioton ilmastosopimus ja Buenos Airesin kokouksen tulokset
- Yhdistyneiden kansakuntien kehitysaputavoitteet ja -projektit ovat olleet varhainen ja vieläkin huomionarvoinen kanava suomalaiselle energiateknologian viennille ja siihen liittyvälle palveluviennille.
- Pohjoismainen sähköverkkoyhteistyö organisoitiin ja sen pelisäännöt sovittiin Nordpoolin puitteissa: nykyisin yhteinen sähköpörssitoiminta on organisoitu Nordpooliin. Suomalaisen El-Ex:n jäsenet voivat käydä kauppaa myös Nordpoolissa.

Kansainvälisistä sopimuksista ja yhteistyöstä huolimatta monet maat ylläpitävät kaupan ja kilpailun esteitä - kansallisia standardeja, toimilupia, ulkomaalaisomistuksen kieltoja jne. Esimerkiksi Saksan sähkömarkkinoille ulkomaalaisten yhtiöiden on erittäin vaikea tunkeutua. Norjan koskivoimaa ulkomaalaiset eivät saa omistaa. Tanskan sähkömarkkinoiden tukiviidakko on vienyt pois pohjan todelliseen tehokkuuteen ja terveeseen kilpailuun perustuvalta liiketoiminnalta. Monissa maissa investointiprojekteissa pitää suosia alihankintaa ko. maasta ja sähköntuotanto tai ainakin hinnoittelu on edelleen julkisen vallan monopoli. Kehitys on kuitenkin kulkemassa kohti yhtenäisempiä kansainvälisiä pelisääntöjä.

Yleisesti hyväksytyt, perustellut elinkeinopoliittiset toimet

Aiemmin elinkeinopolitiikassa oli yleistä tappiollisten alojen tukeminen. Käytännössä se tarkoitti kansakunnan varojen sitomista toimintaan, jota huonoiten osattiin. Toisessa tiensä päähän ajautuneessa elinkeinopolitiikan lajissa viranomaiset ja poliitikot katsovat tietävänsä paremmin kuin yritykset, mille aloille taloudellista toimintaa pitäisi suunnata ja harjoittavat tämän mukaista voimakasta rakennepolitiikkaa.

Nyt katsotaan, että valtiovalta voi ja sen pitää puuttua elinkeinoelämän toimintaan vain jos toimet voidaan hyvin perustella. Ne eivät saa vääristää markkinamekanismeja vaan pikemminkin korjata niitä.

EU:n konkreettiset toimet energiasektorilla

Vapaakauppasopimus turvaa tavaroiden ja palveluiden vapaan kaupan ja tuotannontekijöiden liikkuvuuden. Yksi tärkeimmistä periaatteista käytännössä on velvollisuus kilpailuttaa julkiset hinnat.

Sähkömarkkinadirektiivi avaa EU-maiden sähkömarkkinoita vaiheittain kolmessa vaiheessa: Ensimmäisessä vaiheessa 19.2.1999 mennessä markkinat piti avata yli 40 GWh vuodessa sähköä käyttävien asiakkaiden kulutusta vastaavalta osuudelta, jolloin laskennallisesti 25,4 % kulutuksesta olisi kilpailun piirissä. Toisessa vaiheessa 19.2.2000 mennessä kulutus pitää avata yli 20 GWh:n asiakkaiden kulutusta vastaavalta osuudelta, jolloin avautumisaste olisi laskennallisesti 28 % kulutuksesta. Kolmannessa vaiheessa 19.2.2003 mennessä markkinat avautuvat yli 9 GWh:n asiakkaiden kulutusta vastaavalta osuudelta. Direktiivi turvaa vain yli 100 GWh:ta käyttäville yrityspaikoille oikeuden ostaa sähköä markkinoilta. Käytännössä eri maiden markkinoita asteittain avataan pienemmille asiakkaille. Eri maissa markkinoiden vapautuminen etenee kansallisten säännösten mukaisesti. Direktiivi sallii hyväksyttyihin periaatteisiin lukuisia poikkeuksia ja sisältää tulkinnanvaraisuuksia. Nämä voivat käytännössä jarruttaa sähkömarkkinoiden toimivuutta.

Kaasumarkkinadirektiivi: Vuonna 2000 vähintään 20 prosenttia kaasukaupasta käydään markkinaehtoisesti EU-maissa. Markkinat kasvavat viiden vuoden portaissa ensin 28 prosenttiin kulutuksesta vuonna 2005 ja sitten 33 prosenttiin kulutuksesta vuonna 2010. Kaasua saavat ostaa markkinoilta kaikki sähköntuottajat sekä kynnysarvon ylittävät muut kaasun käyttäjät. Kynnysarvo on alussa 25 milj. m^3:iä ja laskee 5 vuoden portaissa ensin 15 milj. m^3:in ja sitten 5 milj. m^3:in. Suomen ei tarvitse avata kaasuverkkoaan kilpailulle niin kauan kun maata ei ole kytketty läntiseen kaasuverkkoon.

CHP:n lisäämistavoite: EU:n komission tiedonannossa "Yhteisön strategia yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotannon edistämiseksi ja sen kehittämisen esteiden poistamiseksi" asetetaan tavoitteeksi yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannossa tuotetun sähkön osuuden nostaminen 9 prosentista 18 prosenttiin vuoteen 2010 mennessä. Tiedonanto painottaa mm. biomassan käyttöä polttoaineena sekä kaukojäädytysjärjestelmien kehittämistä osaksi yhdistettyä sähkön ja lämmön tuotantoa. Tiedonanto on toistaiseksi jäänyt vaille jatkokäsittelyä ja toimenpiteitä.

Uusiutuvan energian lisäämistavoite: EU:n komission tiedonannossa "Tulevaisuuden energia: Uusiutuvat energialähteet!" asetettiin tavoite nostaa uusiutuvan energian käytön osuus nykyisestä vajaasta 6 prosentista 12 prosenttiin. Energiaministerineuvosto hyväksyi asiakirjan ja siihen liittyvän toimintasuunnitelman. Tarkoitus on mm. suurella investointien

vauhdituskampanjalla saada aikaan miljoona kappaletta yhden kWh:n aurinkosähköjärjestelmiä, 10 000 MW tuulipuistoja, 10 000 MWh biomassakapasiteettia ja 100 kpl ns. malliyhteisöjä, joiden energiahuolto perustuisi täysin uusiutuviin energialähteisiin.

Euroopan energiasopimus: Sopimus perustuu EU:n aloitteesta 1991 syntyneeseen Euroopan energiaperuskirjaan. Se on oikeudellisesti velvoittava sopimus, jolla pyritään energia-alan investointien suojelemiseen, yhteneväisten kilpailuolosuhteiden luomiseen ja tuotteiden esteettömään liikkumiseen sopimusmaissa ja niiden läpi. Sopimuksen on ratifioinut 30 maata, joten se on kansainvälisoikeudellisesti sitova. Venäjä, Norja, Australia ja Japani eivät sitä kuitenkaan ole vielä ratifioineet. Sopimuksen tavoitteiden, erityisesti investointien suojelun, kannalta Venäjän ratifiointi olisi tärkeä.

Trans European Networks eli TEN-verkot: "Euroopan laajuiset energiaverkot ja niiden ulkoinen ulottuvuus" -asiakirjassa EU on yksilöinyt niitä energiaverkkohankkeita, joita voidaan pitää laajan, molemminpuolisen edun mukaisina. Kaikkiaan näitä hankkeita on 28. Itämeren alueen maiden sähköverkkojen vahvistaminen ja yhdistäminen, ns. Baltic Ring, on katsottu tällaiseksi hankkeeksi. Lisäksi komissio ehdottaa TEN-hankkeeksi Norjan, Tanskan, Ruotsin, Suomen ja Venäjän sekä Baltian maiden kaasunsiirtoyhteyksien luomista ja vahvistamista Pohjolan yhdennetyn kaasuverkon perustamiseksi. Tässä vaiheessa kyse on molemmissa vasta toteutettavuustutkimuksista.

Koulutuksessa ja tutkimuksessa, jotka ovat positiivisen elinkeinopolitiikan päävälineet, markkinamekanismi ei pelaa. Yksittäisten yritysten ei kannata sijoittaa merkittäviä summia työntekijän kouluttamiseen, koska työntekijä voi siirtyä toisen palvelukseen, jolloin sijoitus koulutukseen menee toisen yrityksen hyödyksi. Sijoituksissa koulutukseen ja tutkimukseen ei myöskään pyritä olemassa olevien resurssien uudelleen allokoimiseen vaan ennen muuta vaikuttamaan tulevaisuuden resurssien laatuun ja määrään.

Markkinoiden pelisäännöistä sekä maiden sisällä että kansainvälisesti huolehtimalla pyritään estämään monopolien haitallisia vaikutuksia, edistämään yritysten markkinoille tuloa ja ennen kaikkea takaamaan reilun pelin säännöt. Näin turvataan, että yritysten menetys perustuu ennen kaikkea niiden tehokkuuteen ja innovatiivisuuteen.

Julkisen vallan toimia tarvitaan myös tukemaan sellaista toimintaa, josta on myönteisiä ulkoisvaikutuksia ja toisaalta estämään sellaista toimintaa, jolla on kielteisiä ulkoisvaikutuksia. Esimerkiksi tietoliikenne- ja energiaverkoilla on merkittäviä hyötyvaikutuksia. Kun tietoliikenneverkko oli rakennettu, se avasi mahdollisuudet sähköpostille ja Internetille. Kaasuputkiverkko voi puolestaan olla niin suuri investointi, että alkuvaiheen harvojen käyttäjien rahoitettavaksi se olisi mahdoton. Kun se on rakennettu ja sen käyttömahdollisuudet laajasti havaittu, se on myös kaupallisesti hyvä investointi.

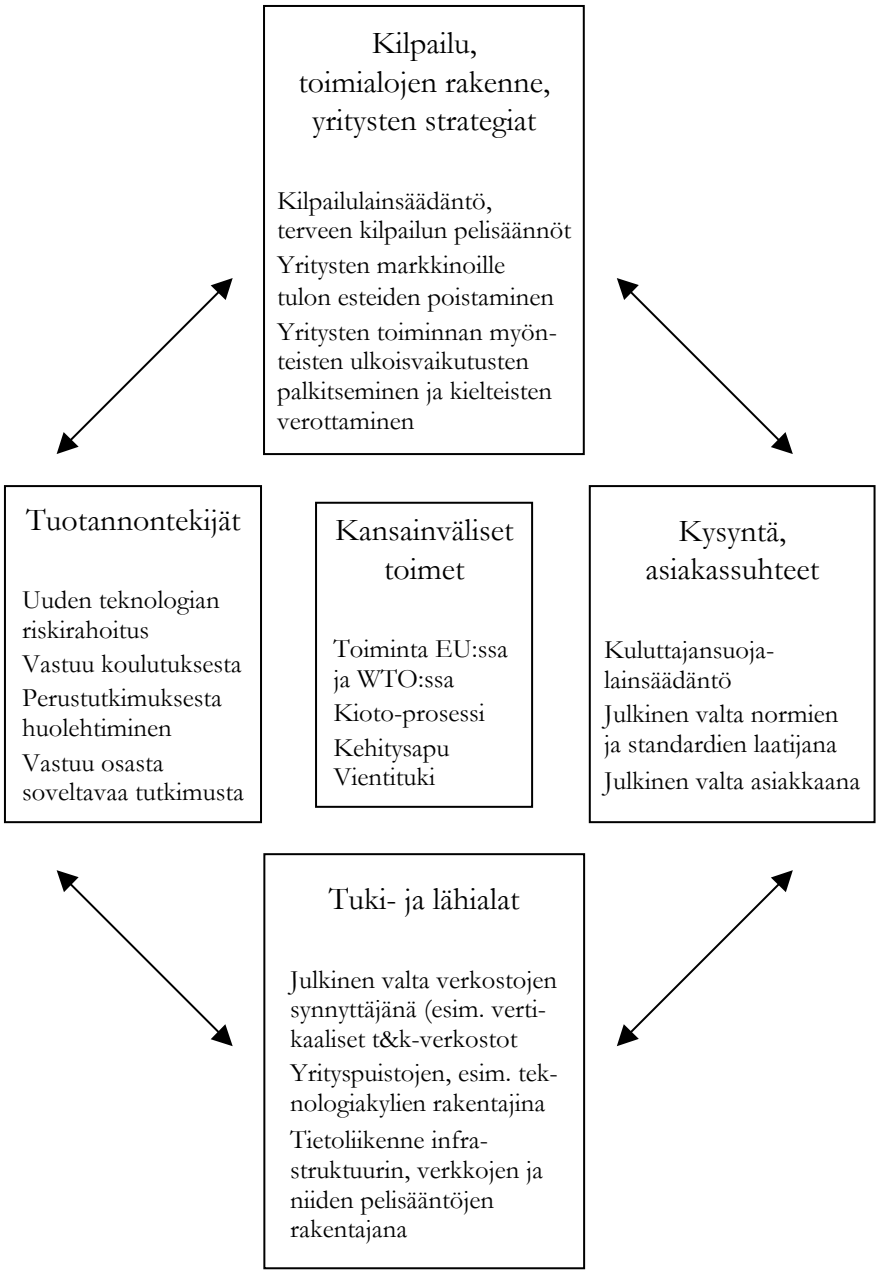
Esimerkkinä haittavaikutuksista ovat esimerkiksi teollisuuslaitoksen tai voimalan päästöt. Tarvitaan valtiovallan puuttumista (veroja, normeja, standardeja), että nämä ulkopuolisille aiheutuvat kustannukset saadaan aiheuttajan kuluiksi ja komponentiksi tuotteiden hintaan käyttäjien maksettavaksi. Myös näissä tapauksissa kyse on markkinoiden toimimattomuudesta, jota julkisen vallan toimin korjataan.

Markkinoiden toimivuutta parantavat, markkinapuutteita eliminoivat ja tuotannontekijöitä kehittävät toimet kuuluvat siihen toimenpidejoukkoon, jotka kansainvälisestikin pidetään sallittuina.

Toimet vaikuttavat eri kautta yritysten toimintaan. Seuraavan sivun kuviossa on esitetty yleisesti hyväksyttyjä elinkeinopolitiikan keinoja Porterin kilpailukyvyn timanttimallissa.

Vielä 1990-alkupuolella elinkeinopoliittisen ajattelun perusmalli oli, että on olemassa yleispätevää, kaikille toimialoille soveltuvaa elinkeinopolitiikkaa. Viimeaikaisessa keskustelussa kuitenkin on perustellusti vaadittu, että klustereiden erot pitäisi ottaa huomioon (Jacobs de Man). Juuri niistä löytyy monesti todella painavia syitä julkisen vallan interventiolle. Esimerkiksi terveydenhuollossa ovat erittäin tärkeitä eettiset säännöt, monopoliverkkoja käyttävässä liiketoiminnassa verkkojen tasapuoliset osallistumis- ja käyttömahdollisuudet ja riskipitoisessa toiminnassa riskitason alentaminen, jos se on toiminnan aloittamisen esteenä. Näyttää siltä, että tulevaisuudessa optimaalinen elinkeinopolitiikka pitää sisällään kaksi tasoa – yleisen ja klusteri- tai sektoritason.

Kuvio 6.1 Yleisesti hyväksyt elinkeinopolitiikan keinot



6.2 Elinkeinopolitiikka ja energiaklusteri

Energiaklusterin erikoispiirteet ja elinkeinopolitiikka

Mitkä ovat energiaklusterin erikoispiirteet? Miten ne tulisi ottaa huomioon elinkeinopolitiikassa? Seuraava listaus osoittaa, että julkisella vallalla on runsaasti sekä syitä reguloida energiaklusterin yritysten toimintaa että mahdollisuuksia edistää niiden toimintaa. Energiaklusterin erikoispiirteitä voidaan luonnehtia seuraavasti:

Energiaklusterin erikoispiirteitä:

1. Energiaklusteri on infrastruktuuriklusteri

Kyse on välttämättömyyshyödykkeestä. Energiaa on oltava saatavilla riittävästi ja häiriöttömästi sekä asumisen, liikenteen että elinkeinoelämän tarpeisiin. Sähkön osalta kyse on myös vaikeasti varastoitavasta hyödykkeestä, mikä merkitsee äärimmäistä toimitusvarmuutta. Julkinen valta on energiahuollon perimmäinen takuumies.

2. Energialiiketoiminta on järjestelmä- ja verkkoliiketoimintaa

Ei ole mieltä rakentaa päällekkäisiä verkkoja. Toisaalta verkko on luontainen monopoli. Tarvitaan julkista valtaa takaamaan, että verkko on kaikille avoin, tasapuolinen markkinapaikka. Lisäksi verkossa eri osapuolet täydentävät toisiaan. Verkkoon kuulumisella on taloudellisia ulkoisvaikutuksia - hyötyjä muille verkkoon kuuluville. Näin yhteiskunnan kannattaa edistää verkkojen rakentamista.

3. Kilpailun vapauttaminen energialiiketoiminnassa on uutta

Energiasektorin kilpailun vapauttamisen seurausvaikutuksia ei vielä tunneta kokonaisuudessaan. Julkisella vallalla saattaa olla tehtäviä: huolehtia järjestelmän teknisestä toimivuudesta, taata vara- ja huippuvoiman rakentaminen sekä varmistaa, ettei energiasta tule taloudellisen kasvun pullonkaula. Mitä ilmeisemmin kiristynyt kilpailu vie yrityksiltä rohkeutta sijoittaa uuteen teknologiaan.

4. Energian tuotannolla on merkittäviä saastevaikutuksia (negatiivisia ulkoisvaikutuksia)

Tarvitaan veroja, standardeja ja päästönormeja, joilla nämä kustannukset saadaan sisällytettyä yritysten kuluiksi ja komponentiksi energian hintaan.

5. Uuteen teknologiaan liittyvät riskit ovat erittäin suuret

Teknologian kehittäminen voi olla kallista ja aikaa vievää (esim. kaasutus ja paineistetut polttoprosessit). Tulokset ovat usein nopeasti kaikkien saatavilla, kun kehitystyö on tehty. Innovaatioiden suojaaminen niin, että tulot siitä tulisivat kehittäjälle, on vaikeaa. Koelaitokset ovat liian kalliita investointeja yksittäiselle teknologiaa kehittävälle yritykselle ja ensimmäiset referenssilaitokset riskiinvestointeja energiantuottajille. Uuden teknologian julkiselle riskirahoitukselle on näin ollen kestävät perusteet.

6. Suomelle energiaklusteri on kansainvälisesti katsoen tärkeä

Energiateknologia ja siihen liittyvät palvelut ovat merkittävä vientitulojen tuoja ja toivottavasti työllistäjä. Energia on tärkeä tuotantopanos teollisuudessa ja välttämättömyys asumiselle. Näin energiaklusterilla ja siihen kohdistettavalla elinkeinopolitiikalla on myös koko kansantaloudelle merkitystä.

7. Energiaklusterissa ulkomaisen omistuksen merkitys on poikkeuksellisen suuri

Miten ulkomaisten omistamat yritykset pitää huomioida elinkeinopolitiikassa, on ajankohtainen kysymys.

Erikoispiirteiden käsittelyn lopuksi on syytä esittää perustavaa laatua oleva huomio. Energian ja energiateknologian kysyntä on johdettua kysyntää. Se on riippuvaista BKT:n (teollisuuden, palveluiden, asumisen, liikenteen) kehityksestä. Onko oikein, että julkisen vallan toimin sidotaan pääomia tällaiselle melko vakiintuneelle alalle? Pitäisikö pikemmin suunnata resursseja sellaisille aloille, joilla on uusia tarpeita ja nopeaa kasvua?

Tämä kritiikki on yksisilmäistä eikä lisäksi ota huomioon Suomen erikoistumista energiateknologiaan ja energialiiketoimintaan. Taloudellinen kasvu vaatii energian tuotantoa, ja vielä toistaiseksi on niin, että tuotannon kasvu kasvattaa myös energiantuotantoa. Energiantuotannon ympäristövaikutukset ovat merkittävät. Suomalaisella energiateknologialla ja alan osaamisella on paljon lisäarvoa annettavanaan kasvatettaessa energiantuotannon, siirron ja käytön tehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Lisäksi tällä hetkellä energiateknologiassa on menossa maailmanmarkkinoiden uusjako. Tietyt maat erikoistuvat yhä selvemmin energiateknologiaan (ks. luku 3). Suomi

voi kasvattaa merkitystään energiateknologian osaajana ja toimittajana sekä kansainvälistyvässä energialiiketoiminnassa. Energiaklusterin merkitys kansantaloudelle on kasvussa.

Nykyinen elinkeinopolitiikka

Monilla julkisen vallan toimilla on vaikutuksia energiaklusteriin - tärkeimpinä energia-, teknologia-, ympäristö- ja kilpailupolitiikka. Energiapolitiikan tavoitteet on koottu valtioneuvoston energiastrategiaan.

Energiastrategian mukaan valtioneuvosto suuntaa toimensa erityisesti seuraaville energiapolitiikan toimenpidealueille

- energian tuotantorakenteen edistäminen vähemmän hiilipitoiseen energiataseeseen
- energiamarkkinoiden edistäminen
- energian tehokkaan käytön ja energiansäästön edistäminen
- bioenergian ja muun kotimaisen energian käytön edistäminen
- energiateknologian korkean tason ylläpitäminen
- riittävän monipuolisen ja edullisen energian hankintakapasiteetin varmistaminen
- energiasektorin huoltovarmuuden ylläpitäminen

Varovaisesti voitaisiin arvioida, että toimenpiteet ja ehkä energiastrategia kokonaisuudessakin suuntautuu valtaosin ympäristötavoitteiden saavuttamiseen. Toissijaisesti pyritään pitämään huoli kilpailukykyisen ja edullisen energian saatavuudesta, mikä tukee yleistä talous- ja työllisyyspolitiikkaa. Vasta näiden jälkeen tulevat energiaklusteriin liittyvät elinkeinopoliittiset tavoitteet, joista ensisijaisena on energiateknologian kehittyminen ja sen viennin kasvu. Muut tavoitteet ovat kuitenkin tähän asti tukeneet myös energiaklusterin kehitystä.

Suomalainen energiateknologia ja -klusterin palvelut ja osittain energialiiketoimintakin ovat jo erittäin riippuvaista vientimarkkinoista ja kansainvälisestä toiminnasta. Tästä lähtökohdasta Suomen energiastrategisen tavoitteenasettelun piiriä pitäisi ehkä laajentaa yli kansallisten rajojen. Suomen ja suomalaisten yritysten rooli voi jatkossa olla tehokkaan ja ympäristöystävällisen energiateknologian ja energiaosaamisen toimittaja maailmanmarkkinoille.

Valtiovallan panostukset energiaklusteriin ja energiaverostus

Mitä käytännössä viime vuosina on tapahtunut? Mitä julkinen valta on nyt energiaklusteriin panostanut? Miten energiaklusteria verotetaan? Seuraavassa on esitetty julkisen vallan keskeisten toimijoiden rahalliset panostukset ja energiaverotuksen nykytilanne.

Kauppa- ja teollisuusministeriö

Kauppa- ja teollisuusministeriö on energiastrategian keskeinen toteuttaja. Sen energiapolitiikan tulostavoitteet vuodelle 1999 ovat seuraavat:

- turvata kilpailukykyisten kapasiteettivaihtoehtojen toteuttamisedellytykset sähköntuotannossa ja edistää kilpailua sähkömarkkinoilla
- tehostaa energiankäyttöä ja lisätä uudistuvan energian käyttöä
- edistää uuden teknologian käyttöönottoa kotimaassa ja energiateknologian vientiä
- varmistaa ydinenergian käytön ja ydinjätehuollon turvallisuus
- pyrkiä rajoittamaan ja vähentämään energiantuotannon ja käytön ympäristöhaittoja

Seuraavassa esitellään organisaatioita ja toimintatapoja, joiden kautta energiapoliittisia tehtäviä hoidetaan.

Sähkömarkkinakeskus valvoo, ettei sähköverkkotoimintaa käytetä kilpailun rajoittamiseen tai sähkön myynnin subventoimiseen ja ettei toimitusvelvollisuuden piirissä olevilta asiakkailta peritä kohtuuttomia siirtotariffeja ja myyntihintoja. Lisäksi keskus edistää kilpailun laajentumista ja jakaa hintainformaatiota ja vertailutietoa yhtiöiden tehokkuudesta. Pääosa sähkömarkkinakeskuksen tuloista tulee lupa- ja valvontamaksuista. Sähkön myyjien välistä kilpailua valvoo Kilpailuvirasto, ja kuluttajansuojasta vastaa Kuluttajavirasto.

Energiansäästön ja uusiutuvan energian käytön edistäminen on annettu Motivan tehtäväksi, jonka toiminnan kulujen kattamiseen 15 miljoonan markan määräraha menee. Motivan päätehtävät ovat informaatiotoiminta, energiakatselmustoiminnan kehittäminen ja energiaa säästävän tekniikan käyttöönoton edistäminen. Energiakatselmuksilla tunnistetaan tehokkaimmat säästökohteet. Energiaa säästävän teknologian käyttöönottoa vauhditetaan uuden teknologian hintakilpailuilla. Motiva toimii osana Finntech Finnish Technology Ltd Oy:tä, jonka tehtävänä on VTT:n ja Teknillisen korkeakoulun tutkimustulosten kaupallistaminen.

Taulukko 1. KTM:n energiapolitiikan määrärahat vuosina 1997 - 1999, Mmk

Tehtävä	1997 TP	1998 TA	1999 TAE	1999 VAL
Sähkömarkkinakeskuksen toimintamenot	-0,1	0,3	0,6	
Energiansäästö ja uusiutuva energia	9,0	15,0	15,0	
Energiatuki	82,1	78,0	70,0	130,0
Energiainvestointien korkotuki	5,0	3,5	1,8	
Eräät energiataloudelliset avustukset	0,2	0,2	0,5	

Selitykset: TP = tilinpäätös, TA = talousarvio, TAE = talousarvioesitys VAL = päätösvaltuutus vuodelle 1999 ja sitä seuraaville vuosille.
Lisäksi energiastrategiaan liittyviin selvityksiin sekä ydinturvallisuuteen liittyvään selvitys- ja tutkimustoimintaan on ensi vuodeksi ehdotettu 21 Mmk.

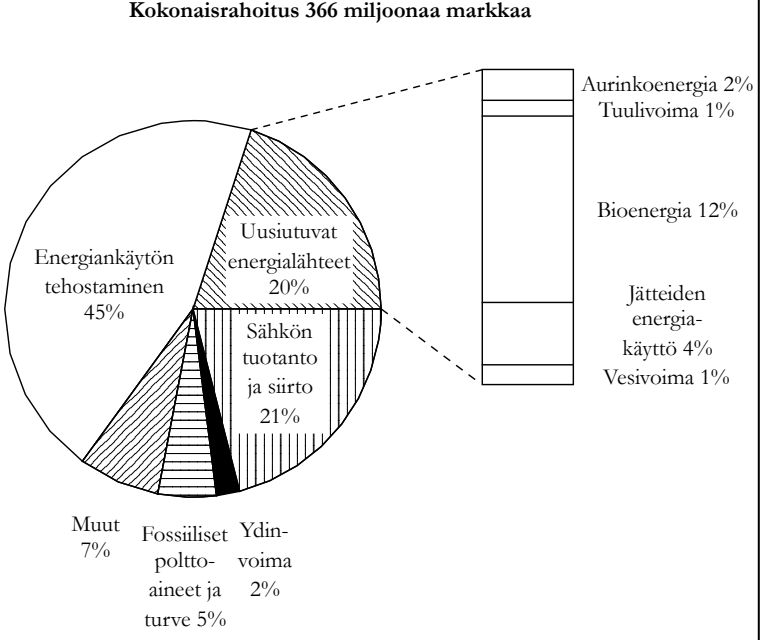
Energiatukea myönnetään sellaisiin investointi- ja kehittämishankkeisiin, jotka 1) edistävät energiansäästöä ja energian käytön tehostamista sekä 2) uusiutuvan energian käyttöä, 3) vähentävät energian tuotannon ja käytön ympäristöhaittoja tai 4) edistävät muutoin energiatuotannon huoltovarmuutta ja monipuolisuutta. Avustusta voidaan myöntää myös Suomen lähialueille, jos kyse on Suomen kannalta tärkeästä ympäristömyönteisestä energiatalouden kehitystä edistävästä hankkeesta. Kehittämishankkeissa tuki voi olla 50 prosenttia ja tuulivoimalainvestoinneissa 40 prosenttia. Muissa hankkeissa tuen suuruus on 30 tai 25 prosenttia. Energiahankkeisiin voi saada osarahoitusta myös EU:n aluekehitysrahastoista. Tällä rahoituksella pyritään edistämään bioenergian ja muiden uusiutuvien energialähteiden käyttöä sekä kehittämään energiaverkostoja. EU-rahoitukseen liittyy aina myös kotimaista julkista tukea.

Tekes

Tekes panosti vuonna 1997 energiaklusteriin 366 miljoonaa markkaa, mikä oli vajaa viidennes koko Tekesin yhteensä lähes 2 miljardin markan teknologiarahoituksesta. Rahoituksen jakautuminen on esitetty kuviossa 1. Vain panostukset tietoteolliseen klusteriin olivat isommat, tietotekniikkahankkeisiin panostettiin yhteensä noin 700 miljoonaa markkaa. Vuoden 1998 energiaklusterin rahoitus on jotakuinkin samansuuruinen samoin kuin energiaklusterin asema kokonaisrahoituksessa.

Parhaillaan Tekesin energiateknologiaohjelmissa on menossa suuri sukupolvenvaihdos. Vuonna 1993 käynnistynyt iso energiateknologiaohjelmien kokonaisuus on päättynyt. Uusia ohjelmia ollaan suunnittelemassa. Kyse ei kuitenkaan ole enää ohjelmapaketista, vaan tiiviimmistä, yritysvetoisista täsmäohjelmista.

Kuvio 1. Tekesin energiateknologiarahoitus vuonna 1997



VTT

VTT Energia tekee energiaklusterin yrityksiä ja myös viranomaisia hyödyttävää tutkimusta. Yksikön palveluksessa on noin 300 henkilöä ja sen liikevaihto oli 160 miljoonaa markkaa vuonna 1998. Tästä VTT:lle suoraan valtion budjettivaroista tuleva rahoitus oli noin 45 miljoonaa markkaa. Myynti kotimaisille yritysasiakkaille oli noin 50 miljoonaa markkaa ja julkiselle sektorille 50 miljoonaa markkaa sekä ulkomaisille asiakkaille 15 miljoonaa markkaa. Yksikön perustehtävänä on tehdä tutkimus- ja tuotekehitystyötä Suomessa toimivalle teollisuudelle sekä toimia asiantuntijaorganisaationa viranomaisille, lähinnä KTM:lle. VTT on tarjonnut merkittävää apua Suomen teollisuudelle ja neuvotteluviranomaisille ilmastotavoiteneuvotteluihin valmistauduttaessa. Se auttoi viranomaisia vapautuneiden sähkömarkkinoiden pelisääntöjen ja lainsäädännön muotoilussa. Tulevaisuudessa laitos pyrkii kansainvälistymään merkittävien yritysasiakkaidensa mukana.

Myös korkeakoulujen kautta julkinen valta panostaa merkittävästi energiaklusteriin. Energiaklusteria tukevaa tutkimustoimintaa on Teknillisessä korkeakoulussa, Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa, Åbo Akademissa ja Tampereen teknillisessä korkeakoulussa sekä jossain määrin myös Jyväskylän, Joensuun ja Vaasan yliopistoissa.

Fingrid

Fingrid Oyj omistaa 97 prosenttia Suomen kantaverkosta ja rajajohdot, jotka yhdistävät Suomen sähköverkon naapurimaiden Ruotsin ja Venäjän verkkoihin. Yhtiö vastaa Suomen sähköjärjestelmän teknisestä ja kaupallisesta toimivuudesta sekä tuottaa kantaverkon verkko- ja järjestelmäpalveluita. Huolimatta monopoliasemastaan yhtiö pyrkii siihen, että kantaverkko toimii tasapuolisena markkinapaikkana kaikille sähkökaupan osapuolille. Yhtiö myös toimii sen puolesta, että rajasiirron tariffit poistuisivat, mikä osaltaan edistäisi pohjoismaisten sähkömarkkinoiden toimintaa. Yhtiö on juridisesti yksityinen, mutta sen tehtävät on määritelty lainsäädännöllä ja valtio on mukana 12 prosentin omistusosuudella. Aiemmat kantaverkon omistajat IVO ja PVO omistavat kumpikin neljänneksen ja vakuutusyhtiöt loput 38 prosenttia. Kantaverkon ja siihen liittyvän infrastruktuurin ostaminen 7 miljardilla markalla verkon vanhoilta omistajilta oli toistaiseksi suurin Suomessa toteutettu yrityskauppa. Asemansa takia Fingridillä on tärkeä rooli sähkön huoltovarmuuden turvaajana. Se hankkii omistukseensa vara- ja huippuvoimakapasiteettia, jolla turvataan sähkömarkkinoiden tasapaino ja toimivuus kapasiteetin ääritilanteissa. Kriisiaikojen huoltovarmuudesta vastaaminen kuuluu kuitenkin Voimatalouspoolille, jossa on mukana laajasti sähkö- ja kaukolämpöyrityksiä.

Verotus

Vuoden 1997 alusta energiaverotus uudistettiin. Sähköntuotannon polttoaineiden verottamisesta luovuttiin ja ryhdyttiin verottamaan lopputuotetta eli sähköä. Sähkövero porrastettiin kahteen luokkaan. Alempaa sähköveroa suorittavat teollisuus ja ammattimaiset kasvihuoneviljelijät. Muut, kuten kotitaloudet, palvelualat, maatalous ja julkinen sektori maksavat korkeampaa veroa.

Periaatteessa sähköveroa kannetaan kaikesta sähköstä sen tuotantotapaan katsomatta. Käytännössä pienvoimaloille säädettiin sähköveron suuruinen tuki, joka myöhemmin laajennettiin koskemaan kaikkea puu- ja puupohjaista sähkön tuotantoa.

Lämmön tuotannossa polttoaineista kannetaan edelleen veroa. Vero määräytyy pelkästään tuotteen hiilipitoisuuden perusteella. Hiilidioksidiveroa maksetaan tonnilta 102 markkaa (loppuvuodesta 1998). Maakaasulle on kuitenkin säädetty 50 prosentin veronalennus. Myös polttoturpeelle on

myönnetty helpotus. Polttoturpeen vero on noin kuudesosa siitä verosta, joka sille verojärjestelmän mukaan muuten kuuluisi.

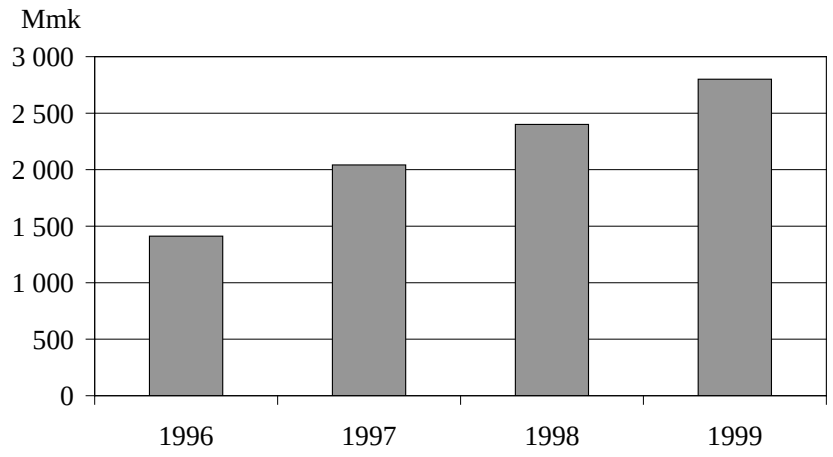
Suomen sähköverojärjestelmä on pääpiirteissään EU:n suunnitelmien mukainen eli kulutusta verotetaan, mutta taso on huomattavasti korkeampi. Energiaverotukseen kohdistuu jatkossakin korotuspaineita, kun verotuksen painopistettä siirretään pois työn verottamisesta

Sähköveroa ei peritä viedystä sähköstä. Näin mahdollistetaan viedyn sähkön tasapuoliset kilpailuasemat vientimarkkinoilla.

Tuulivoimalle, vesivoimalle ja muulle pienimuotoiselle energiantuotannolle sekä tuotannolle biopolttoaineista myönnetty tuki ja tuki kaasulle lämmöntuotannossa ovat kannanottoja ympäristömyönteisten tuotantomuotojen puolesta. Turpeen tuella lämmöntuotannossa pyritään ylläpitämään työllisyyttä.

Teollisuuden kansainvälisestä kilpailukyvystä pyritään huolehtimaan alemmalla sähköveroluokalla sekä puupohjaisilla polttoaineilla ja prosessikaasuilla tuotetun sähkön verottomuudella ja veronpalautuksilla. Erittäin energiaintensiiviselle teollisuudelle energiavero palautetaan siltä osin kun energia ylittää 4 prosenttia tuotantokustannuksista.

Kuvio 2. Sähköveron toteutunut ja ennustettu kertymä



6.3 Energiaklusterin näkemyksiä elinkeinopolitiikasta

FINENTEC-projektin johtoryhmä mietti kahdessa kokouksessaan energiaklusterin strategiaa ja energiaklusteria edistäviä elinkeinopoliittisia toimia. Molemmissa kokouksissa työmenetelmänä käytettiin tuplatiimimenetelmää[1]. Elinkeinopoliittisten pohdintojen toivotaan herättävän niin yrityksissä kuin julkisen vallankin puolella laajempaa keskustelua, tavoitteiden asettelua ja käytännön toimia.

Ensimmäisessä kokouksessa käsiteltiin energiaklusterin liiketoiminnan, markkinoiden ja toimintaympäristön muutoksia. Vastausta etsittiin kahteen kysymykseen:

1. ***Mitkä ovat suomalaisen energiaklusterin yritysten kannalta merkittävimmät liiketoiminnan, markkinoiden ja toimintaympäristön muutokset?***
2. ***Miten muutoksiin pitäisi reagoida klusterin yritysten liiketoiminnan kehittämiseksi?***

Toisessa kokouksessa keskityttiin nimenomaan elinkeinopolitiikkaan ja julkisen vallan rooliin. Kokouksessa paneuduttiin jälleen kahteen kysymykseen:

1. ***Energiaklusterin kilpailukyky - minkä asioiden edistämiseen julkista valtaa tarvitaan?***
2. ***Energiaklusterin kilpailukyky - mitkä ovat relevantit julkisen vallan toimet?***

Molemmissa päädyttiin keskustelemaan merkittäviltä osin samoista asioista, mitä voidaan pitää merkkinä siitä että todella tärkeät strategiset kysymykset erottuvat selvästi. Seuraavassa strategia- ja elinkeinopoliittisten pohdintojen tulokset.

Liiketoiminnan, markkinoiden ja ympäristön muutokset

[1] Tuplatiimi-työskentely käsittää ongelman tai tilanteen analyysivaiheen (kysymys 1 tekstissä) ja strategisten ratkaisujen ideointivaiheen (kysymys 2 tekstissä) ja ratkaisuvaiheen, joka keskittyy konkreettisiin toteutettaviin toimenpiteisiin. Johtoryhmä kävi läpi kokouksissaan kaksi ensimmäistä vaihetta ja osin kolmatta. Osa työstä tehdään tuplatiimeissä, mistä tulee menetelmän nimi.

Toimintaympäristön, markkinoiden ja liiketoiminnan tärkeimmiksi muutoksiksi nähtiin seuraavat:

Taulukko 6.1 Keskeiset ympäristön ja liiketoiminnan muutokset

- Markkinoiden vapautuminen
- Ympäristökysymysten esille nouseminen
- Kansainvälistyminen
- Uudet vahvuuksien vientimahdollisuudet
- Uusien liiketoimintojen syntymahdollisuudet

Markkinoiden vapautuminen

Markkinoiden vapautumisen keskiössä on Euroopan unioni. Markkinoiden vapauttaminen ja julkisten monopolien osittainen purkaminen on houkutellut Eurooppaan mm. amerikkalaisia yhtiöitä ja laajentanut kansallisten yhtiöiden toiminta-aluetta. Reviirien häviämisen myötä osa energialiiketoiminnan yrityksistä muuttuu ylikansallisiksi.

Kilpailulliset kaasu- ja sähkömarkkinat tuovat lisää substituutiomahdollisuuksia energialiiketoimintaan ja mahdollisuuksia käydä kauppaa hintaeroilla. Nämä mahdollisuudet kiristävät entisestään kilpailua. Verkkojen muuttaminen edullisiksi markkinapaikoiksi alentaa pienvoiman ja uusien energiamuotojen kynnystä liittyä verkkoon.

Merkittävä kysymys on, mitä tapahtuu hinnoille. Suomessa ja muissakin Pohjoismaissa on havaittu, että kilpailu ja risteilyetujen[2] hyödyntäminen alentavat voimakkaasti sähkön hintoja. Kilpailun tulo Englannin kaasumarkkinoille on pudottanut kaasun hinnat siellä puoleen verrattuna suomalaisiin hintoihin. Keskeinen kysymys on, mitä tapah-

[2] Risteilyeduilla kuvataan sitä, että eri sähkön käyttäjien kulutukset (erilaiset kulutuskäyrät) tasoittavat toisiaan ja eri sähkön tuotantomuodot täydentävät toisiaan. Pohjoismaiden markkinoilta löytyy hyvin erilaisia kuluttajaryhmiä ja erittäin laaja kirjo erilaisia energiantuotantomuotoja, jotka kompensoivat toisiaan ja alentavat sähkön hintaa.

tuu Saksan sähkön hinnoille[3]. Jos sähkön hinta ei laskisi pohjoismaiselle tasolle, tämä antaisi mahdollisuuksia sähkönviennille Saksaan, ja markkinaolosuhteissa kilpailemaan tottuneet voisivat toimia kannattavasi Saksassa.

Ympäristökysymysten nousu

Ympäristökysymykset elävät toista aaltoa. Aiemmin pyrittiin minimoimaan päästöjä laitosten lähiympäristöön. Kioton kokouksen jälkeen tietoisuus ilmastonmuutoksesta on kasvanut. Kioton kokouksen päätöksistä voi tulla katalysaattori sarjalle merkittäviä ympäristönsuojelutoimia. Energiantuotannossa investoidaan ympäristöä vähemmän saastuttaviin energiantuotantomuotoihin ja energialähteisiin sekä saastuttavien laitosten uusimisiin. Käyttöpäässä panostetaan tehokkaampaan energiankäyttöön. Ympäristökysymykset määräävät energialiiketoiminnan ja energiankäytön puitteet.

Jos Kioton päätöksiä ryhdytään toteuttamaan, se voi kasvattaa Suomen energiaklusterin kansainvälisiä liiketoimintamahdollisuuksia merkittävästi.

Kioto-liiketoiminnassa keskeisellä sijalla on yhteistoteutusmenettely ja vastaava menettely kehitysmaissa, joissa teknologian toimittajamaa saa helpotusta omaan päästökiintiöönsä vähentämällä päästöjä toisessa maassa.[4] Yhteistoteutusten kansainvälisiä pelisääntöjä ei vielä ole saatu aikaan. Lisäksi eräät kaavaillut piirteet vähentävät järjestelmän käyttökelpoisuutta.[5] Samoin yhteistuotannon hyötyjen kansallista jakamisjärjestelmää on kehitettävä.

---

[3] Eräiden arvioiden mukaan Saksassa sähkön hintaa pitävät ylhäällä paikalliset monopolit. Voimalat, lähinnä hiililauhde- ja ydinvoimalat ovat sinänsä samaa tehokkuusluokkaa kuin Suomessakin. Hinnat tulevat alas, kun kilpailu alkaa. Toisen arvion mukaan sähköntuotantojärjestelmä on tehottomampi, esimerkiksi yhteistuotannon mahdollisuuksia ei käytetä hyväksi. Yrityksillä on yhä monopoliajan kustannukset. Lisäksi kysyntä on suuri tarjontaan nähden.

[4] Yhteistoteutusmenettely on koko maailman kannalta edullinen järjestely, koska siinä investoinnin kohteet valikoituvat kaikkien hankkeiden rajahyötyjen perusteella eikä maakohtaisen valikoinnin tuloksena. Näin investoidaan niihin kohteisiin ja maihin, missä raha tuo isoimmat päästöjen vähennykset.

[5] Yhteistoteutusjärjestelmää heikentää se, että nykysuunnitelmien mukaan vasta vuoden 2008 jälkeen toteutetut hankkeet otettaisiin huomioon. Lisäksi on esitetty tavoitteita, että yhteistoteutuksella saisi toteuttaa vain osan päästövähennyksistä. Nämä asettaisivat rajoja Suomen teknologiaviennille

Toinen avoinna oleva kysymys on päästökaupan säännöt. Päästökaupassa päästöjen lisäämismahdollisuuksia saaneet maat voivat myydä kiintiöitä muille maille. Myös päästökaupassa voi olla suomalaisille liiketoimintamahdollisuuksia.

Suomen energiateknologian vahvuuksia kasvihuonekaasujen vähentämisessä ovat bioenergian, sähkön ja lämmön yhteistuotannon sekä tehokkaan energian käytön osaaminen ja tekniikka. Kotimaassa ajateltavissa olevia keinoja ovat lisäksi kaasun lisääminen polttoaineena ja ydinvoiman lisärakentaminen. Ydinvoiman haittapuolena on sen mahdollinen haitallinen imago energiaintensiivisten lopputuotteiden - tärkeimpänä paperi - markkinoilla.

Kansainvälistyminen

Kansainvälistyminen on liiketoiminnan johtava kehitystrendi. Eri liiketoiminta-alueilla yrityskoot suurenevat. Samalla yhä harvemmat tuotemerkit eli brändit jakavat maailmanmarkkinat. Tämä kehitys on pidemmällä teknologiapuolella, mutta se on tulossa myös energialiiketoimintaan ja polttoaineiden tuotantoon ja kauppaan. Kansainvälistymisen lisääntyessä myös kansallisen identiteetin merkitys vähenee.

Suomen lähialueiden merkitys energialiiketoiminnassa kasvaa. Raaka-ainevarojensa ansiosta venäläiset yritykset voivat ottaa nykyistä aktiivisemman roolin sähkön ja polttoaineiden kansainvälisessä kaupassa. Venäjän raaka-ainevarat ja yksityistäminen houkuttelevat myös kansainvälisiä sijoituksia. Suomella on potentiaalisia mahdollisuuksia hyötyä liiketoiminnasta Euroopan energiarajalla.

Suomen vahvuuksien uudet vientimahdollisuudet

Suomalaisen energiaosaamisen vahvuuksille on avautumassa uusia vientimahdollisuuksia. Kaukolämmön ja yhteistuotannon sekä bioenergian kilpailukyky on parantunut ympäristövaatimusten kiristyessä. Kilpailun kiristyminen pakottaa lämpökuormien hyödyntämiseen. EU:n CHP:n ja uusiutuvan energian lisäämisohjelmat johtaessaan käytännön toimiin edistäisivät vientiä merkittävästi.

Uuden liiketoiminnan mahdollisuudet

Uutta liiketoimintaa syntyy tietotekniikan sovellutusten myötä. Sähkökauppa, tasehallinta, laitosten ja verkkojen kaukokäyttö sekä muu automaattinen operointi tarvitsevat ohjelmistoja. Ohjelmistojen ja tietotekniikan kysyntä lisääntyy myös energian käytössä. Laitteet uudistuvat tietotekniikan myötä. Niistä tulee perusta – platform, jossa toimintoja ja ominaisuuksia voidaan muuttaa ohjelmallisesti muuttamatta laiteratkaisuja.

Reagointi ympäristön ja liiketoiminnan muutoksiin

Miten muutoksiin pitäisi reagoida? Seuraavassa on esitetty lyhyesti johtoryhmän strategiset näkemykset ja niitä tukevat käytännön toimet:

- **Markkinoiden vapautumisen edistäminen:** Suomi kulkee kilpailun eturintamassa. Ratkaisuistamme haetaan jo mallia muualla. Pohjoismaiset sähkömarkkinat ovat ainutlaatuinen vapaa markkina-alue maailmassa. Pitäisi toimia aktiivisesti vielä jäljellä olevien kilpailunrajoitusten poistamiseksi. Pohjoismaisen sähkömarkkinamallin ”markkinointi” EU-alueella ja entisiin sosialistimaihin on keskeinen tehtävä. Yhtiömme voivat kokemuksensa ansiosta vallata asemia vapautuvilla markkinoilla.
- **Ympäristönsuojelun ja ympäristömyötäisen liiketoiminnan edistäminen:** Liiketoiminnan perustan luomiseksi tarvittaisiin uskottava suunnitelma siitä, kuinka Suomi aikoo rajoittaa omia päästöjään. Ns. Kioto-liiketoiminnassa Suomen kannalta keskeisellä sijalla on yhteistoteutusmenettely ja vastaava menettely kehitysmaissa. Liiketoiminnan perustaksi tarvitaan kattava selvitys yhteistoteutusmarkkinoiden potentiaalista. Lisäksi yhteistoteutusten kansainväliset pelisäännöt pitäisi saada aikaan. Hyväksi luettavien hankkeiden alkamista pitäisi aientaa vuodesta 2008. Yhteistoteutushankkeille ei saisi myöskään asettaa kansallisia kattoja (% kansallisesta päästöjen vähennyksestä). Myös päästökaupalle on synnytettävä yhteinen kansainvälinen säännöstö.
- **Kansainvälistyminen:** Suomalaisen energiateknologian tunkeutumista kansainvälisille markkinoille on edistettävä kokonaisvaltaisemmalla panostuksella tutkimukseen (R) ja tuotekehitykseen (D)

sekä koetoimintaan (D) ja kaupallistamiseen (C). RDDC on ketju, jonka kaikkia lenkkejä tarvitaan. Myös henkilöstön kansainvälistymiskoulusta on lisättävä. Tekniikan viejien lisäksi tarvitaan palveluviennin osaavaa henkilöstöä. Kielien ja kulttuurien sekä projektiliiketoiminnan osaaminen ovat tärkeitä.

- **Vanhojen vahvuuksien uusien vientimahdollisuuksien hyödyntäminen**: Yhteistuotantoa on markkinoitava Euroopassa. Yhtiöiden olisi hakeuduttava nykyistä aktiivisemmin EU:n CHP- ja bioenergiahankkeisiin. EU:n CHP-tavoitteista pitäisi saada aikaan direktiivitason päätös ja sitä tukemaan rahoituskiihokkeita, jolloin yhteistuotannon osuus EU:n energiantuotannosta tehokkaasti nousisi.
- **Uuden liiketoiminnan synnyttäminen**: Tätä edistäisi yritysten verkottumisen lisääminen. Tietotekniikka- ja ohjelmistoyritykset sekä energialiiketoiminnan yritykset yhdessä voivat kehittää tuotteita vastaamaan uutta kilpailullista ympäristöä. Samoin tieto- ja teletekniikan yhä voimakkaampi integrointi energiateknologiaan ja järjestelmiin voi synnyttää uutta liiketoimintaa. Kolmas alue, jolla verkottuminen voisi synnyttää uutta liiketoimintaa, on energiaklusterin sekä metsä- ja perusmetalliklusterin rajapinnat.

Julkisen vallan toiminta-alueet

FINENTEC-projektin johtoryhmä pohti myös, millä alueilla julkisen vallan toimia tarvitaan ja millä julkisen vallan toimenpiteillä suomalaisen energiaklusterin menestystä voitaisiin edistää. Julkisen vallan tehtäväalueina johtoryhmä piti taulukossa 6.2 esitettyjä tehtäviä.

Taulukko 6.2 Julkisen vallan tehtäväalueet

♦ Teknologia- ja muun riskinottokyvyn lisääminen
♦ Kansainvälinen vaikuttaminen ja edunvalvonta
♦ Ympäristönsuojelu
♦ Markkinoiden ja kilpailun toimivuus
♦ Kriisivalmiuden ylläpito
♦ Infrastruktuurin rakentaminen
♦ Koulutuksesta huolehtiminen

Teknologiarahoitus

Teknologiarahoituksen suurimmaksi ongelmaksi koetaan koelaitosten ja suurien järjestelmähankkeiden riittämätön julkinen rahoitus. Teknologian valmistajien ja käyttäjien budjeteille nämä ovat usein liian suuria. Kilpailun oloissa riskinottokyky on lisäksi vähentynyt. Myös täysin uusien ideoiden on vaikea päästä esiin. Muun riskirahoituksen kuin demonstraatiorahoituksen tasoa pidettiin riittävänä, joskin sitä voisi kohdentaa nykyistä voimakkaammin.

Kansainvälinen vaikuttaminen

Julkiselta vallalta kaivataan myös aktiivisempaa kansainvälistä vaikuttamista ja edunvalvontaa. Tärkeitä areenoita ovat EU ja WTO. Edistettävien asioiden listalla ovat mm. kaupan esteiden poistaminen, sähkö- ja energiamarkkinoiden vapauttamisen jouduttaminen, EU:n hyvien päätösten (CHP:n ja uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen) vieminen käytäntöön ja osallistuminen teknologiadirektiivien valmisteluun.

Ympäristön suojelu

Ympäristönsuojelussa keskeistä on Kioto-prosessin edistäminen. Eräs keskeinen ongelma on, että valtio ratifioi sopimuksen, mutta sillä ei ole omaa tuotantokapasiteettia. Päästökiintiöt on jaettava teollisuudelle ja muille osapuolille. Tämä on energiapolitiikan lähivuosien yksi isoimmista kysymyksistä.

Markkinoiden ja kilpailun toimivuus

Huolimatta tavaroiden ja palveluiden kansainvälisen kaupan vapauttamisesta energiaklusterin yritykset törmäävät usein jonkinasteisiin rajoituksiin, joita edellä jo lueteltiin. Monet esteistä, kuten pääsyn estäminen verkkoon ja kansallisesti poikkeavat standardit, ovat ylittämättömiä tai taloudellisesti raskaita ja näin erittäin tehokkaita. Energian siirtoverkkojen kansainvälisiä pelisääntöjä pitäisi selkeyttää ja luoda niille tehokas valvonta.

Kriisivalmiuden ylläpito

Koko energiajärjestelmän kriisivalmiudesta huolehtii viimekädessä julkinen valta. Kilpailun oloissa energian myyjät ajattelevat voivansa ostaa vara- ja huippuvoimansa markkinoilta eivätkä investoi tai jopa vähentävät omaa vara- ja huippuvoimakapasiteettiaan. Periaatteellisella tasolla ongelma ei ole vain Suomen. Kilpailun edetessä tähän on otettava kantaa muissakin maissa.

Infrastruktuurin rakentaminen

Energiainfrastruktuurin rakentaminen on siirretty julkisen vallan tehtäväkentän ulkopuolelle. Ainoastaan julkisessa kontrollissa oleva Fingrid täydennysrakentaa kantaverkkoa. Yritysrahoitteisena kaasun länsiputken rakentaminen saattaa viivästyä siitä mikä olisi yhteiskunnallinen optimi, koska suuret kustannukset kertyvät etupainotteisesti ja hankkeen kannattavuus puolestaan voidaan laskea vain etukäteen varmojen asiakkaiden varaan.

Koulutuksesta huolehtiminen

Koulutuksen järjestäminen ja toisaalta alan tekeminen houkuttelevaksi on haastava tehtävä. Monessa energianklusterin yrityksessä henkilöstön keski-ikä kasvaa. Kilpailun pakottaessa rationalisoimaan toimintoja kokonaistyövoima supistuu ja uusia palkataan varovaisesti. Työvoimatarpeet ovat kuitenkin muuttuneet. Energiayritysten puolella tarvittaisiin enemmän markkinointi- ja myyntiosaajia. Teollisuuden puolella kasvaa t&k-henkilöstön asiakasrajapinnan teknisen henkilöstön ja projektihenkilöstön osuus. Tieto- ja teletekniikan sekä materiaalitekniikan osaaminen ovat arvossa.

Energiaklusteria edistävä elinkeinopolitiikka

Näistä lähtökohdista FINENTEC-projektin johtoryhmä hahmotteli seuraavia elinkeinopoliittisia toimia, joilla julkinen valta voisi edistää energiaklusterin kilpailukykyä:

- **Teknologisen ja muun riskinottokyvyn lisääminen**: Tärkeitä tehtäviä ovat riskirahoitusjärjestelmien ylläpito ja niiden toimivuudesta huolehtiminen. Teknologiarahoitus olisi säily-

tettävä nykytasolla, mutta rahoitusta pitäisi jakaa kohdistetummin. Uusia markkinaehtoisia rahoitusinstrumentteja olisi kehitettävä.

- **Energiaklusterin center of excellence -verkon luominen**: Energiaklusterin koulutus- ja tutkimusyksiköistä sekä rahoitus- ja muista tukiorganisaatioista olisi muodostettava energiaklusterin center of excellence -verkko, jossa erityisosaaminen ja alueiden yritysten tarpeet voitaisiin ottaa työnjaossa huomioon. Se toimisi kiinteässä yhteistyössä energiaklusterin yritysten kanssa. Koulutuksessa tavoitteet ja painopistealueet pitäisi määritellä ja riittävät resurssit turvata.

- **Tehokas, energiaklusteria vahvistava vaikuttaminen kansainvälisillä areenoilla**: Tärkeitä tavoitteita olisivat aktiivinen osallistuminen ympäristöpelisääntöjen luontiin (yhteistoteutus, päästökauppa) ja Kioto-prosessin edistäminen, kaupan esteiden purkaminen, teknistä kehitystä ja toimintaa eteenpäin vievien standardien ja normien aikaan saaminen ja yhteisistä kansainvälisistä t&k-hankkeista sopiminen. Tuloksekkaan vaikuttamisen perustana on suomalaisen energiaklusterin vahvuuksien tunnistaminen.

- **CHP-liiketoiminnan vienti Eurooppaan**: Sähkön ja lämmön yhteistuotannon osaaminen, laitevalmistus ja laitostoimitukset sekä operointi ja kunnossapito ovat yksi Suomen vahvuusalueista. EU:n tavoitteena on nostaa CHP:llä tuotetun sähkön osuutta 9:stä 18 prosenttiin, mikä auttaisi merkittävästi Kioton päästötavoitteiden savuttamisessa. Suomen pitäisi vaikuttaa aktiivisesti EU:ssa ja edistää CHP:n laajaa hyödyntämistä. Ohjelma-asiakirjan jatkoksi olisi saatava tavoitteen saavuttamista edistäviä päätöksiä.

- **Kriisivarmuudesta huolehtiminen**: Kriisivalmiustasot ja keinot olisi määriteltävä uudestaan niin, että ne markkinaolosuhteissa takaisivat riittävän huoltovarmuuden.

- **Infrastruktuurirakentamisen kannusteista huolehtiminen:** Julkisen vallan tulisi luoda ja ylläpitää kannusteita infrastruktuurin rakentamiseen. Energiaklusterin kannalta erittäin merkityksellinen on kaasuputken jatkaminen länteen ja kilpailun ja toimitusvarmuuden takaavan Pohjolan kaasuverkon luominen. Valtion olisi toimittava johtavana voimana kaasu-

putkiprojektissa - toimijoiden yhdistäjänä, vaikuttajana valtiollisella tasolla ja mahdollisesti rahoituksen järjestäjänä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tutkimuksessa on selvitetty Suomen energiaklusterin rakennetta ja sen kilpailukykyyn vaikuttavia tekijöitä. Tutkimus on jatkoa ETLAssa vuosikymmen alussa toteutetulle energiaklusterihankkeelle, jossa klusteri määriteltiin energiateknologian näkökulmasta. Tässä tutkimuksessa klusteri-käsitteeseen on sisällytetty myös energialiiketoiminta, joka energiateknologian ohella muodostaa klusterin toisen pääliiketoiminta-alueen. Niitä tukee monipuolinen palvelutoiminta.

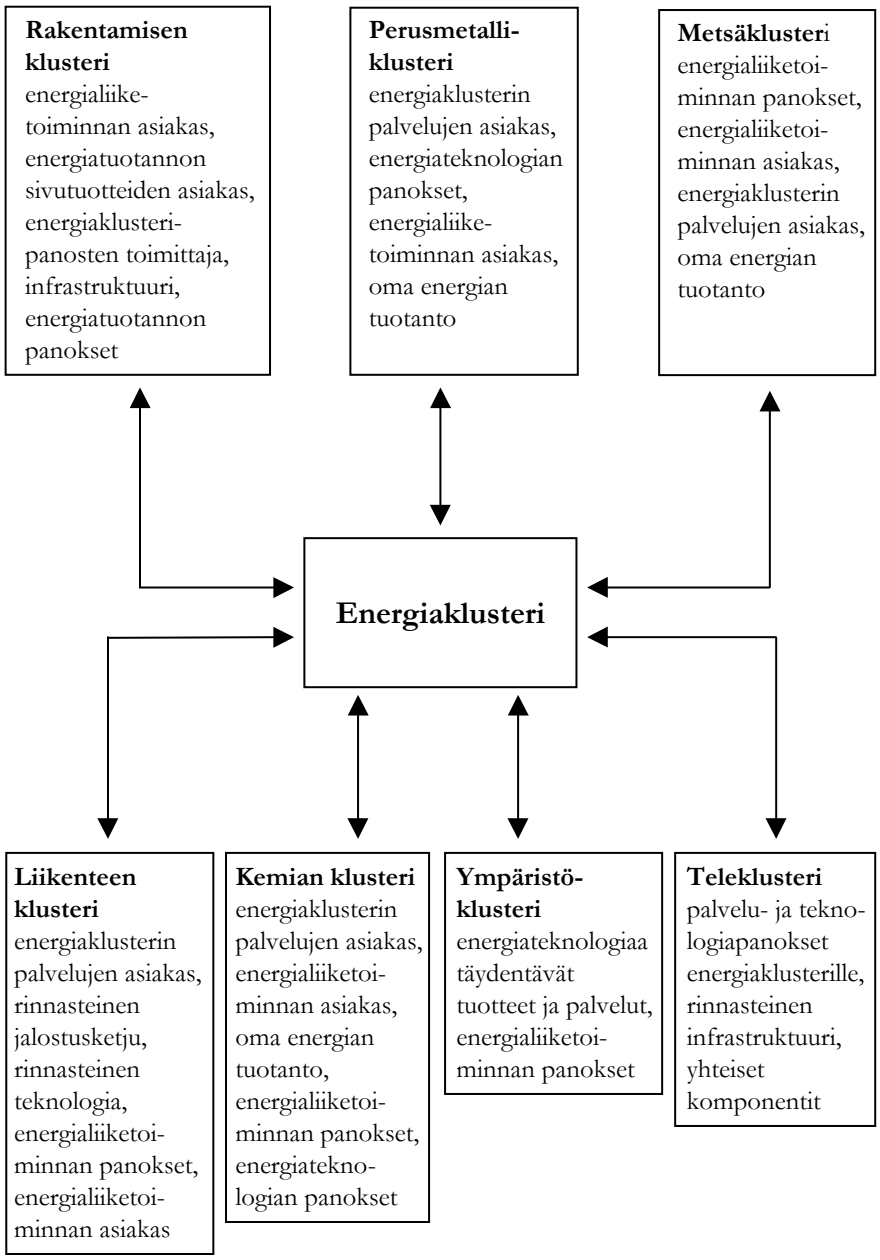
Energiateknologia koostuu energian tuotannon, energian siirron ja jakelun sekä energian käytön teknologiasta. Energialiiketoiminta on sähkön ja lämmön tuotantoa, niiden siirtoa ja jakelua sekä energiatuotteiden myyntiä. Tärkeimpiä palveluja ovat voimalaitosinvestointien engineering-palvelut, voimaloiden käyttö- ja kunnossapitopalvelut, sähköverkon rakentaminen ja kunnossapito sekä energiankäytön tehokkuutta parantavat palvelut.

Energiaklusteri on keskeinen osa maan perusrakennetta kaikissa kansantalouksissa. Suomessa sen merkitys on keskimääräistä suurempi. Tämä johtuu ilmasto-olosuhteistamme, maan energiaintensiivisyydestä ja energiateknologian valmistuksen ja siihen liittyvän palvelutoiminnan tärkeydestä maan elinkeinoelämässä; Suomi on energiateknologian viennin suhteen yksi maailman erikoistuneimmista maista.

Energialiiketoiminnassa työllisyys on työn tuottavuuden seurauksena jatkuvasti vähentynyt. Sen sijaan klusterin muissa, osaamisintensiivisemmissä toiminnoissa työvoiman kysyntä on liiketoiminnan laajenemisen ja kilpailukyvyn paranemisen myötä kasvanut voimakkaasti.

Energiaklusterin yhteenlaskettu jalostusarvo on noin 18,5 miljardia markkaa. Klusterin yritykset työllistävät suoraan 40 000 henkilöä ja välilliset työllisyysvaikutukset huomioiden yhteensä noin 57 000 henkilöä. Yritysten yhteenlaskettu liikevaihto on yli 60 miljardia markkaa.

Kuvio 7.1 Energiaklusterin kytkentöjä muihin teollisiin klustereihin



Energiaklusterin toimintojen sijoittuminen teollisuuden jalostusketjujen alkuun selittää sen monia kytkentöjä ja rajapintoja muihin teollisiin klustereihin. Vaikutukset ja panosvirrat eivät ole ainoastaan yksisuuntaisia, vaan energiaklusteri on monin tavoin muiden merkittävien klustereiden asiakas. Energiaklusterin kilpailukyvyn ja sen muutosten vaikutukset heijastuvat siten syvällisesti koko elinkeinorakenteeseen.

7.1 Energiateknologian kilpailukyky

Suomalainen teknologia valtaa maailmanmarkkinoita

Suomalaisen energiateknologian kilpailukykyä mitattiin tutkimuksessa useilla mittareilla: energiateknologian viennin ja nettovientitulojen kehityksellä, Suomen osuuksilla OECD-maiden yhteenlasketusta energiateknologiaviennistä, Suomen erikoistumisella energiateknologian vientiin ja energiateknologian osuudella Suomen teollisuuden viennistä.

Kaikkien mittareiden valossa suomalainen energiateknologia osoittautuu erittäin kilpailukykyiseksi:

- Suomen energiateknologian vienti oli 4,8 mrd markkaa vuonna 1990. Vuonna 1998 se oli jo 16,2 mrd markkaa. Vienti siis yli kolminkertaistui. Vuonna 1992 vienti ylitti ensimmäistä kertaa energiateknologian tuonnin. Tämän jälkeen energiateknologian kauppatase on ollut positiivinen.
- Suomalaisen energiateknologian osuus maailmanmarkkinoista kasvaa. Vuosien 1988 ja 1995 välisenä aikana osuutemme 23 OECD-maan energiateknologian yhteenlasketusta viennistä nousi 0,9 prosentista 1,4 prosenttiin. Koko vientimme oli samaan aikaan vajaa prosentti OECD-viennistä, joten energiateknologiassa kilpailukykymme on selvästi kasvanut. Kasvu on ollut trendinomaista. Viime vuosien kasvuluvut osoittavat, että markkinoiden valloitus jatkuu.
- Suomi on samalla noussut energiateknologian vientiin erikoistuneiden maiden joukkoon. Energiateknologian osuus Suomen viennistä on puolitoistakertainen verrattuna energiateknologian osuuteen OECD-maiden yhteenlasketusta viennistä. Tarkastel-

luista maista Suomi on kaikkein erikoistunein dieselmoottorivoimalaitosten, taajuusmuuttajien sekä höyrykattiloiden ja niiden komponenttien vientiin.

- Energiateknologian osuus kasvoi 23 OECD-maan viennissä 4,5 prosentista 5,5 prosenttiin vuodesta 1988 vuoteen 1995. Energiateknologia on yksi kansainvälisen kaupan kasvualoista. Suomessa energiateknologian osuus ulkomaankaupassamme kasvoi samassa ajassa 3,8 prosentista 6,5 prosenttiin. Vuonna 1998 se oli jo 7,1 prosenttia.
- Suomen energiateknologian kotimarkkinat ovat olleet kansantalouden kokoon nähden suuret, koska teollisuus on energiaintensiivistä ja muukin energiankulutus on merkittävää kylmän ilmaston takia. Kotimaisen energiateknologian markkinaosuus kotimarkkinoista on noin 46 prosenttia.

Kansainvälisen kilpailukyvyn paranemisen ja vientimenestyksen ansiosta energiatekninen teollisuus on vahvistanut asemiaan myös kotimaisen teollisuuden sisällä.

Markkinaosuuksien ja erikoistumisen kasvu on mahdollista myös tulevaisuudessa. Suomalainen energian tuotantoteknologia vastaa markkinoiden tulevaisuuden tarpeita. Energian tuotantoteknologiamme soveltuu hyvin biopolttoaineille ja sähkön sekä lämmön yhteistuotantoon. Jos EU:n tavoitteet näiden lisäämisessä muuttuvat käytännöksi samoin kuin Kioto-prosessin tavoitteet, näiden ympäristömyönteisten tekniikoiden myynti voi todenteolla kasvaa. Hajautettu voimantuotanto diesel- ja kaasumoottorivoimaloilla ja tuulivoimaloilla on nopeimmin kasvavia energian tuotantomuotoja. Suomi on diesel- ja kaasumoottorivoimalaitosten toimittajana sekä tuulivoimaloiden komponenttitoimittajana merkittävä, joten tätä kautta tulee toinen kasvuefekti. Sähkön käyttö kasvaa trendinomaisesti samoin kuin pyrkimykset käyttää sitä tehokkaasti. Näihin suomalaisilla valmistajilla on kilpailukykyistä teknologiaa. Myös kilpailullisten sähkömarkkinoiden teknologialla, kuten energiamittausjärjestelmillä tai sähkökaupan ja tasehallinnan ohjelmistoilla, on kysyntää.

Huolimatta viimeisten kymmenen vuoden menestyksestä erikoistumisemme energiateknologiaan on vasta alussa. Metsäteollisuuden teknologiassa ja teleteknologiassa erikoistuminen on huomattavasti pidemmällä. Niiden erikoistumisindeksi on yli 6 eli Suomen metsäklusterin teknologian ja teletekniikan osuus maail-

mankaupasta on kuusinkertainen verrattuna koko tavaravientimme osuuteen. Energiateknologiassa erikoistumisindeksi on vasta 1,5.

On siis esimerkkejä siitä, että Suomi kykenee saavuttamaan nykyistä huomattavasti vahvemman aseman myös energiateknologian viejänä. Energiateknologiassa mikään maa ei ole vielä saavuttanut ylivoimaista asemaa. Suomi on hyvissä lähtöasemissa.

Onko erikoistuminen energiateknologiaan toivottavaa? Onko kyseessä auringonlaskun ala tai vakiintunut ala? Maailmankaupan tilastojen valossa energiateknologia on yksi kansainvälisen kaupan kasvualoista. Energian ja varsinkin sähkön kulutus jatkaa kasvuaan. Toisaalta, jos energiankulutuksen kasvu onnistuttaisiin taittamaan, kasvaisi puolestaan energian säästön ja tehokkaan käytön teknologia. Pyrkimykset tuottaa energiaa puhtaammin näyttävät myös kasvattavan energiateknologian jalostusarvoa. Kaikkiin näihin tarkoituksiin suomalaisilla valmistajilla on sekä teknologiaa että valmiita tuotteita tarjottavana. Kasvumielessä energiateknologiaa voi pitää Suomelle kohtuullisen hyvänä sijoituksena.

Toinen hyvä puoli on energiateknologian synergiahyödyt. Globaaliin toimintaan pyrkivä, energiaintensiivinen metsäteollisuutemme ja kansainvälistymisen aloittaneet energiayrityksemme voivat hyötyä kansainvälisesti kilpailukykyisistä, kotimaisista teknologiatoimittajista ja niiden luomasta osaamisesta. Samalla ne voivat asiakkaina edistää kotimaisten energiateknologiavalmistajien kansainvälistymistä.

Energiateknologian kilpailukykytekijät

Suomen energiateknologiaklusterin kilpailuedut ovat pitkän prosessin tulos. Ne lähtivät muodostumaan vaikeista olosuhteista: tarpeesta lämmittää ja sähköistää harvaan asuttu maa ilman runsaita energiaraaka-ainevaroja. Puuvarojen pohjalta kehittyi energiaintensiivinen metsäteollisuus ja myöhemmin maahan luotiin määrätietoisesti perusmetalliteollisuutta ja kemianteollisuutta, joiden prosesseissa energia on tärkeä tuotantopanos. Pyrkimys maailmanmarkkinoilla kilpailukykyiseen toimintaan teki prosessiteollisuudesta erittäin vaativan asiakkaan. Ilman omia primäärienergialähteitä maahan oli siis luotava "energiaparatiisi" asukkaille ja teollisuudelle. Voidaan sanoa, että *vaikeat olosuhteet* ja *vaativat asiakkaat* ovat olleet suomalaisen energiaklusterin ja energiateknologian kehityksen katalysaattori.

Energiateknisen teollisuuden kehityshistoriassa muut toimialat eivät ole olleet pelkkiä asiakkaita. Ne ovat olleet myös keskeisten energiateknologiayritysten synnyttäjiä. Kattilateollisuuden äiti on pitkälle metsäteollisuus ja erityisesti selluloosan tuotanto. Diesel- ja kaasuvoimalateollisuuden äiti on laivanrakennus ja laivamoottoreiden tuotanto. Nokia oli monien energiaklusterin yritysten kätilö ja nyt se kasvattaa elektroniikkateollisuuden alihankintakapasiteettia, josta myös energiaklusterin yritykset hyötyvät. Strömberginkin omistajina olivat pitkään keskeiset asiakkaat, ja ne kokivat yhtiön tehtäväksi niiden kilpailukykyä parantavan teknologian tuottamisen.

Omien runsaiden primäärienergialähteiden puute, koetut energiakriisit ja pyrkimys välttää riippuvuutta yksittäisistä raaka-aineista on syvästi vaikuttanut Suomen energiapolitiikkaan. Käytännön pakosta ja energiapolitiikan seurauksena Suomella on yksi maailman monipuolisimmista energiantuotantorakenteista ja tämän seurauksena osaamista kaikilta merkittäviltä teknologia-aloilta. Pyrkimykset ja käytännön pakko säästää energiaa ovat myös johtaneet siihen, että Suomessa on runsaasti teknologista osaamista energian säästössä. Kiristyvät ympäristövaatimukset ovat lisänneet omalta osaltaan osaamista. Tämä laaja osaamispohja on osaselitys siihen, miksi pienessä maassa on niin laajalla rintamalla energiateknologian valmistusta.

Kilpailun rooli on energiateknologian kehityksessä moninainen. Yksi tärkeä kilpailua lisäävä tekijä on ollut se, että Suomessa on ollut laaja asiakaskunta - energiaa tuottavat teollisuusyritykset, energiayhtiöt ja kunnalliset energialaitokset. Eri energiateknologian valmistajille on aina löytynyt joku asiakas. Myös vapaa tuontikilpailu on ollut mahdollista sotaa ja sen jälkeistä aikaa lukuun ottamatta. Eräillä aloilla kuten höyrykattilateollisuudessa kotimainen kilpailu on aina ollut kovaa. Isoilla valmistajilla on myös riittänyt uusia pieniä haastajia, usein isojen yhtiöiden palveluksesta lähteneiden ammattilaisten perustamia yrityksiä. Yritysten välisten raja-aitojen murentuminen, erityisesti teollisuuden ja engineering-toiminnan välillä, on myös lisännyt kilpailua. Monet erilaiset kilpailun muodot ovat pakottaneet yritykset erikoistumaan, tehostamaan tuotantoaan, rakentamaan alihankkijaverkkoja ja ulkoistamaan vähemmän tärkeitä toimintojaan niihin erikoistuneille yrityksille sekä ennen kaikkea lisäämään panostuksiaan tuotekehitykseen ja tutkimukseen. Kilpailun vastapainoksi on kuitenkin aina ollut yrityksiä, jotka ovat pyrkineet löytämään kotimaisen tarjonnan aukkoja ja kilpailemaan tuonnin kanssa.

Yritysten laaja ulkomainen omistus on yksi tärkeimmistä suomalaisen energiaklusterin kilpailukykyä edistäneistä tekijöitä. Se on avannut tärkeitä vientikanavia täällä kehitetyille edistyksellisille tuotteille ja antanut työmahdollisuuksia tehokkaille tehtaille. Juuri edistykselliset tuotteet ja tehokkuus ovatkin tuotannon ja työpaikkojen säilymisen ehtoja. Edistyksellisten tuotteiden aikaansaamiseksi on pidettävä huolta riittävästä tutkimuksesta ja tuotekehityksestä, sen henkisistä resursseista ja riskirahoituksesta sekä hyvistä tuotekehityssuhteista asiakkaisiin. Samaten tuotannon tehokkuus on oltava maailman kärjessä. Näiden merkityksen havaitsee vertaamalla kasvaneen ulkomaalaisomistuksen erilaisia vaikutuksia energiateknisessä teollisuudessa ja elintarviketeollisuudessa. Ulkomaalaiset yritykset eivät kuitenkaan Suomessa ole diversifioineet tuotantoa uusille energiateknologian aloille tai aloittaneet muualla kehittämiensä tuotteiden valmistusta täällä. Kotimaiselle riskinotolle - yrittäjille ja sijoittajille - on sijaa ja tarvetta.

Mitkä ovat energiateknologian nykyiset ja tulevat kilpailukykytekijät? Seuraavat tärkeät tekijät nousevat esille: *tuotekehitys* ja *tutkimuspanostus sekä laadukas koulutus, teleklusterin ja energiaklusterin rajapinnan kasvualueet, kilpailullisille markkinoille ja ympäristön suojeluun sopiva energiateknologia sekä entistä tiiviimpi pureutuminen kansainvälisiin markkinoihin*.

Suomen energiaklusterin tuotekehitys- ja tutkimuspanokset ovat voimakkaasti kasvaneet. Ansaittuihin vientituloihin nähden ne ovat kuitenkin vaatimattomat. Energiaklusterimme julkisten ja yksityisten omien t&k-panosten osuus eri maiden yhteenlasketuista t&k-panostuksista on vain noin kolmasosa siitä mitä on vientiosuutemme. T&k-panosten ja niiden tuotosten suhde on monimutkainen, ja tulokset näkyvät tavallisesti vasta vuosien ja jopa vuosikymmenien kuluttua. Johtopäätöksenä suomalaisista energiateknologian t&k-panoksista voisi todeta seuraavaa: Julkinen valta on sijoittanut rahojaan yritysten tuotekehitystä pohjustavaan, välttämättömään perus- ja soveltavaan tutkimukseen yhdessä yritysten kanssa. Yritykset ovat voittopuolisesti sijoittaneet teknologiaan, joka sittemmin on pystytty kaupallistamaan. Julkiset ja yksityiset tutkimuspanokset ovat tukeneet toisiaan toisin kuin monissa runsaasti energiateknologiaan t&k-varoja sijoittaneissa maissa. Energiateknologiarahoituksen kasvattaminen on Suomelle kannattava sijoitus. Tulevaisuudessa t&k-panoksia olisi sijoitettava myös sellaiseen osaamiseen, jolla saadaan kasvatettua palveluvientiä.

Laadukas koulutus on yhtiöiden kannalta olennaisen tärkeä tuotannontekijä. Kehitettävää on aivan ylimmän johdon koulutuksessa, sillä kansainvälinen toiminta alati muuttuvassa yrityskentässä vaatii liiketoiminnan huippuosaamista. Ammattikorkeakouluja voisi kehittää klusteriyliopiston suuntaan tärkeillä energiateknologian valmistuspaikkakunnilla. Eri paikkakunnilla olevista koulutus-, tutkimus- ja tuotekehitysyksiköistä, riskirahoitusorganisaatioista sekä yrityksistä olisi kehittettävä center of excellence -verkostoja.

Tele- ja energiaklusterin rajapinnan muutokset tukevat energiaklusterin kasvua. Teleklusteriin on syntynyt voimakas alihankintateollisuus, jossa toimii elektroniikan, metallituotteiden sekä muovituotteiden valmistajia ja kokoonpanijoita. Nämä samat yritykset ovat hyviä alihankkijoita myös energiateknologian valmistajille. Energiateknologian tuotteissa on yhä enemmän älyä ja kommunikaatiota. Tiedon on kuljettava koko energian tuotanto-, siirto- ja jakelu- sekä käyttöketjussa, jotta automaatio, kaukokäyttö, kaukoluenta, tasehallinta ja energian käytön optimointi olisivat mahdollisia. Osa nopeasti kasvavan teleoperoinnin ja tietoliikenteen teknologiasta sopii energiateknologiayritysten valmistettavaksi, esimerkiksi kaapelit, telemastot, johdinsarjat, akut jne. Toisaalta sähköverkkoja on mahdollista käyttää myös tiedonsiirtoon. Näköpiirissä on myös, että tele- ja sähköverkot siirtyisivät tähän erikoistuneiden verkkoyhtiöiden hoidettavaksi. Ne rakennettaisiin, kunnostettaisiin ja huollettaisiin samanaikaisesti. Ennen pitkään niiden teknologinen integraatio, josta jo nyt on merkkejä, kasvaisi merkittävästi. Verkkojen engineering, rakentaminen ja kunnossapito ovat luontevia laajentumisalueita kuten ne ovat voimalaitospuolellakin. Suomi on yksi niistä harvoista maista, joissa sekä tele- että energiaklusteri ovat voimakkaita, joten kasvulle ja maailmanmarkkinoiden valloitukselle on runsaasti tukipilareita olemassa.

Myös energiaklusterin sisällä on hyödyntämättömiä synergiaetuja. Energiaklusterin vähän hyödynnetty vahvuusalue on käytön ja kunnossapidon osaaminen. Sen vientiä voitaisiin edistää tuotteistamalla palveluita ja viemällä niitä teknologian valmistajien ja energiayhtiöiden yhteistyönä.

Kilpailun vapautuminen sähkö- ja kaasumarkkinoilla muuttaa myös teknologiaa - ehkä radikaalimmin kuin vielä osataan nähdä. Kilpailu muuttaa energiantuotantojärjestelmää ja samoin eri voimalaitos- ja energiantuotantotapojen kilpailuasetelmia. Se tehostaa energiaverkkojen käyttöä. Teknologian yhteensopivuus ja muunneltavuusvaatimukset kasvavat. Sähkömarkkinoiden osalta Suomi

on hyvä kilpailun vaikutusten laboratorio. Kioton ilmastosopimuksesta, jos se pannan täytäntöön, alkaa toinen muutosprosessi. Suomella on runsaasti teknologiaa tarjottavana sekä puhtaampaan energiantuotantoon että energian säästöön.

Kilpailu voitetaan markkinoilla. Energian tuotantokapasiteetin kasvu on nopeinta Kaakkois-Aasiassa. Kilpailun aiheuttamat muutokset energian jakelun ja käytön teknologiassa koetaan ensin Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa. Lähimarkkinoillamme Venäjällä, Baltiassa ja muissa itäisen Euroopan maissa on isoimmat tarpeet uudistaa energian tuotantoa ja käyttöä tehokkaammaksi ja ympäristöystävällisemmäksi. Näiltä markkinoilta pitäisi hankkia samanlaisia avainasiakkaita tuotekehityksen ja markkinoinnin tueksi kuin kotimarkkinoilla on ollut. Valtavat haasteet ovat projektiliiketoiminnan, engineering-taitojen ja yritysverkostojen edelleen kehittämisessä.

7.2 Energialiiketoiminnan kilpailukyky

Energialiiketoiminta murrosvaiheessa

Käynnissä oleva energiamarkkinoiden avautuminen on yksi näkyvimmistä ja vaikutuksiltaan kauaskantoisimmista energiaklusterin toimintaan vaikuttavista tekijöistä. Se lisää olennaisesti kansallisten klusterien sisäistä ja niiden välistä kilpailua. Vaikka vapautumisprosessi on ilmiönä maailmanlaajuinen, Suomen kannalta olennaisinta on energiamarkkinoiden kehitys sen lähialueilla, Euroopassa. Yhteismarkkinoiden luomisessa on nähtävissä kaksi osaprosessia: *alueellinen integraatio*, missä maiden sähkö- ja maakaasuverkostot kytkeytyvät toisiinsa ja *sääntelyn purkaminen* sekä *toimintaperiaatteiden yhtenäistäminen*, mikä mahdollistaa tasavertaiset kilpailuolosuhteet eri markkinaosapuolille.

Pohjimmiltaan Euroopan energiamarkkinoiden vapauttamisessa on kyse EU:n perustavoitteesta parantaa yhteisömaiden teollista kilpailukykyä suhteessa muihin maihin ja maanosiin. Kilpailun odotetaan tehostavan energiajärjestelmän toimintaa, mikä laskee sähkön hintaa ja siten panoskustannuksia sähkön käytön eri sektoreilla.

Kilpailun vapautuminen vie pohjaa energiahuoltoon perustuvilta kansallisilta strategioilta, jotka vuosikymmenien ajan olivat energiapolitiikan perusta. Monopolien purkaminen ja valtion omistuksen vähentäminen ovat vastaavasti antaneet energialiiketoiminnalle ja sen kilpailukyvylle sisällöllistä merkitystä. Edessä olevaa markkinoiden uusjakoa

voidaan luonnehtia siirtymäkauden nollasummapeliksi, missä voittajia ovat kilpailukykyiset ja innovatiiviset yritykset ja häviäjiä passiiviset ja tehottomat yritykset. Tuotannon maantieteellinen sijoittuminen määräytyy yhä selkeämmin liiketaloudellisten tekijöiden perusteella.

Suomi yhdessä Ison-Britannian, Norjan ja Ruotsin kanssa on ollut sähkömarkkinoiden vapauttamisen eturintamassa. Ajallinen etumatka muuhun Eurooppaan nähden on antanut näiden maiden energiayhtiöille potentiaalisen kilpailuedun. Yritysten on täytynyt tehostaa toimintaansa, ja ne ovat voineet etukäteen *harjoitella* kilpailullisten markkinoiden toimintatapoja. Tämän ovat huomanneet myös suuret keskieurooppalaiset yhtiöt, jotka ovat lisänneet aktiviteettiaan ja omistustaan pohjoisten markkinoiden alueella.

Energialiiketoiminnan kilpailukykytekijät

Suomen nykyistä energiajärjestelmää voidaan pitää teknisesti ja päästöjen suhteen tehokkaana. Tätä johtopäätöstä tukevat useat kansainväliset vertailevat tutkimukset.

Energian tuotannon tehokkuus perustuu suuressa määrin yhteistuotannon korkeaan osuuteen, mutta myös erillistuotanto on modernin teknologian ansioista tehokasta. Tuotantolaitokset ovat kuuluneet yhteiskäytön piiriin, mikä on lisännyt mahdollisuuksia tuotantokustannusten minimointiin. Raaka-aineiden ja konversiomuotojen suhteen tuotantorakenteemme on maailman monipuolisimpia, mistä on seurannut, että ulkoisten sokkien sietokyky on hyvä.

Kansainvälisten ja kotimaisten tutkimusten mukaan myös energian siirron ja jakelun tehokkuus on korkea, vaikka siirtoetäisyydet ovat Suomessa pitkät. Tehokkuuden paranemiseen ovat viime vuosina vaikuttaneet julkisen vallan omistusjärjestelyt ja jakeluyhtiöiden väliset yrityskaupat, joiden seurauksena tulosvastuu liiketoiminnassa on kasvanut, ja mittakaavaetuja on voitu paremmin hyödyntää.

Suomessa energian käyttö on intensiivisyydestään huolimatta tehokasta. Energian ominaiskulutuksen vähentämiseen pyrkivä laite- ja prosessikehitys on parantanut sekä energiaa käyttävän teollisuuden että käyttöteknologiaa valmistavan teollisuuden kansainvälistä kilpailukykyä. Käyttötehokkuuden suhteen on saavutettu tilanne, jossa lisäsäästöjen rajakustannukset ovat jo korkeat.

Kuten Porter (1990) vuosikymmenen alussa on todennut, energiajärjestelmä on keskeinen kehittynyt tuotannontekijä, jonka tehokkuus selittää osaltaan maan teollisten toimialojen kilpailukykyä. Nykyisissä oloissa energiajärjestelmän tehokkuudella on myös sinällään itseisarvoa; energiasta on tullut kansainvälinen markkinahyödyke ja energialiiketoiminnasta *todellista* liiketoimintaa.

Energiayhtiöt voivat hyödyntää järjestelmää fyysisenä infrastruktuurina niiden toimiessa Suomesta käsin avoimilla ja integroiduilla markkinoilla. Pitkällä aikavälillä Suomella on mahdollisuus siirtyä sähkön nettotuojasta nettoviejäksi. Energiajärjestelmämme on luonut myös *spesifistä osaamista,* jota voidaan siirtää muille markkina-alueille. Energiatuotantomme monipuolisuuden ansioista tätä resurssia voidaan hyödyntää laaja-alaisesti myös Euroopan ulkopuolella.

Energialiiketoiminnan kilpailukyvyn voidaan sanoa olevan vielä suurelta osin potentiaalista. Sen realisoituminen on nähtävissä markkinoiden avautumisprosessin kuluessa. Mitkä ovat tekijöitä, jotka selittävät energiajärjestelmän tehokkuutta ja tukevat energialiiketoiminnan kilpailukykyä tulevaisuudessa? Porterin (1990) mallikehikon valossa myönteisiä vaikutuksia on löydettävissä kaikilta kilpailukykyä selittävän mallin lohkoilta.

Kysyntä on ollut teollisuuden ja asumisen energiaintensiivisyyden takia vaativaa edellyttäen järjestelmältä luotettavuutta ja kustannustehokkuutta. Samansuuntaisesti on vaikuttanut teollisuuden suuri neuvotteluvoima. Markkinoiden vapautumisen myötä kysynnän vaativuutta ovat lisänneet sähkön hankinnan kilpailuttaminen, asiakaskunnan segmentoituminen ja epävarmuuden kasvu.

Kilpailulla on Suomen energiamarkkinoilla pitkät perinteet. Sähkömarkkinoiden vapauttaminen laajensi kilpailua suurtuottajien ja -käyttäjien välisiltä tukkumarkkinoilta vähittäismarkkinoille, mikä on johtanut sähkön hinnan alenemiseen. Suomi, Ruotsi ja Norja muodostavat jo yhtenäisen markkina-alueen, joka toimii kilpailun laboratoriona. Yritykset pyrkivät vahvistamaan asemiaan uusilla organisatorisilla ja markkinointiin liittyvillä strategioilla. Suurimmat kotimaiset yhtiöt ovat kansainvälisessä vertailussa pieniä mutta tehokkaita ja siten iskukykyisiä.

Energian kysyntä ja siinä tapahtuneet muutokset ovat heijastuneet energialiiketoiminnan välityksellä sen *lähi- ja tukialoille*. Teknologiset synergiakytkennät lähialoihin, joista merkittävimpiä ovat metsäteollisuus ja teleliiketoiminta, ovat tuottaneet monisuuntaisia kilpailuetu-

ja. Kotimaisten polttoaineiden osuuden kasvu on osaltaan lisännyt polttoainetuotannon kilpailullisuutta ja energiatuotannon monipuolisuutta. Energiajärjestelmämme erityispiirteet ovat edistäneet monipuolisen energiateknologiaa valmistavan teollisuuden ja palvelutoiminnan kehitystä. Niiden kansainvälistyminen tukee energialiiketoiminnan kansainvälistymistä.

Tehokkaan energiajärjestelmän ohella kotimaisilla energiayhtiöillä on käytössään muitakin kilpailukykyä edistäviä kehittyneitä *tuotannontekijöitä*. Näitä ovat ennen muuta tietoliikennejärjestelmä, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset, joiden yhteydet yritysmaailmaan ovat jatkuvasti tiivistyneet. Kehittyneiden tuotannontekijöiden erityispiirteet ja korkea taso ovat osaltaan seurausta maan perustuotannontekijöiden varannoista.

Julkisen vallan vaikutus energialiiketoimintaklusteriin on ollut syvällinen. Energiahuollon aikakautena se osallistui aktiivisesti energiajärjestelmän rakentamiseen, yritystoimintaan ja liiketoiminnan sääntelyyn. Julkisen vallan toteuttama kilpailun vapauttaminen oli osa laajempaa kehitystä EU:ssa samoin tavoittein. Uusissa olosuhteissa julkisen vallan toiminta painottuu energiaklusterin yleisten toimintaedellytysten ylläpitämiseen ja kehittämiseen. Tämä antaa lähtökohdat klusterin kilpailukyvyn lisäämiselle tulevaisuudessa.

7.3 Energiaklusterin tulevaisuuden haasteet ja niihin vastaaminen

Energiaklusterin laajentuessa ja hakiessa uusia toimintamuotoja ylikansalliset päätöksentekoinstituutiot ja kehitystrendit muuttavat sen toimintaympäristöä. Tärkeimpiä muutosprosesseja ja tulevaisuuden haasteita ovat *energiamarkkinoiden vapautuminen*, *Kioton ilmastosopimus* ja energiaklusterin liiketoimintojen *kansainvälistyminen*.

Energiamarkkinoiden suhteen keskeisiä epävarmuustekijöitä ovat sähkömarkkinoiden vapautumisen maittainen eteneminen, kaupan piilevät esteet, maakaasuverkon laajeneminen ja sähkön hinta muodostuvilla Euroopan markkinoilla. Kioton ilmastosopimuksen osalta ratkaisemattomia kysymyksiä ovat päästökaupan muodot, yhteistoteutusmenettelyn mahdollisuudet ja ennen kaikkea kysymys siitä, miten päästöjen vähennys toteutetaan vallitsevissa kasvavan energiankysynnän olosuhteissa. Kansainvälistymiseen ja

monikansallistumiseen liittyy energiaklusterin liiketoimintojen keskittyminen, joka jatkuu myös ensi vuosituhannella. Mitkä ovat suomalaisten ja Suomessa toimivien yritysten mahdollisuudet tässä kehityksessä? Miten voidaan varmistaa, että Suomi säilyy houkuttelevana tuotannon sijoitusalueena tulevaisuudessa?

On selvää, että haasteisiin liittyy useita uhkakuvia, jotka toteutuessaan saattavat heikentää teollisuuden ja energiaklusterin kilpailukykyä. Näistä keskeisimmät liittyvät ilmastosopimuksen Suomea koskeviin ankariin velvoitteisiin. Vastaavasti haasteisiin sisältyy valtava potentiaali uusien liiketoimintamahdollisuuksien kehittämiseksi ja kilpailuetujen hyödyntämiseksi.

Euroopan unionin tavoite bioenergian ja yhteistuotannon lisäämiseksi kohdistuu juuri suomalaisen energiaosaamisen perinteiselle ydinalueelle lisäten teknologian vientimahdollisuuksia. Tiukkenevat päästömääräykset edistävät uusien polttotekniikoiden kaupallistumista ja markkinoiden syntyä Suomessa kehitetylle teknologialle. Sähkömarkkinoiden vapautuminen Pohjoismaissa on kannustanut uusien liiketoimintakonseptien ja tuotteiden kehittämiseen. Niitä voidaan hyödyntää laajasti myös muilla vapautuvilla markkinoilla.

Vastaus kysymykseen, miten em. kehitystrendeistä olisi saatavissa kilpailukykyä lisääviä vipuvaikutuksia, riippuu suurelta osin kyvystä hallita ja ohjata niitä. Tässä suhteessa yritysten vaikutusmahdollisuudet ovat varsin rajalliset. Vaikka muutoksissa on kysymys juuri kansallisen päätöksentekovallan kapenemisesta, kansallisten julkisen vallan instituutioiden asema päätösten soveltajana ja toimeenpanijana voi silti säilyä vahvana. Julkinen valta voi myös monin tavoin toimia teollisuuden edunvalvojana sitä koskevia päätöksiä tehtäessä.

FINENTEC-hankkeen johtoryhmä, joka koostui keskeisten energiaklusterin yritysten ja julkisen vallan edustajista, hahmotteli energiaklusterin lähivuosien kehittämisstrategiaa. Taulukossa 7.1 on ehdotus niistä kilpailukykyä edistävistä toimista, jotka liittyvät julkisen vallan tehtäväalueeseen. Ehdotettu strategia kuvastaa yksittäisten yritysten ja koko energiaklusterin tulevaisuuden tarpeita ja näkemyksiä keinoista, joilla tulevaisuuden haasteisiin tulisi vastata.

Taulukko 7.1 FINENTEC-hankkeen johtoryhmän ehdotus energiaklusterin kehittämisstrategiaksi

Julkisen vallan tehtäväalueet	Kilpailukykyä edistävät toimet
Teknologia-rahoitus	♦ Koelaitosten ja järjestelmähankkeiden rahoituksen lisääminen ♦ Panostus koko RDDC-ketjuun*, myös kaupallistamiseen ♦ Rahoituksen kohdentuvuuden lisääminen ♦ Uusien markkinaehtoisten rahoitusinstrumenttien kehittäminen
Kansainvälinen vaikuttaminen, edunvalvonta ja kilpailun toimivuuden edistäminen	♦ Edunvalvonnan lisääminen ja suomalaisen energiaosaamisen markkinoiminen erityisesti WTO:ssa ja EU:ssa ♦ Aktiivinen vaikuttaminen energian ja energiateknologian kaupan esteiden poistamiseksi ♦ Osallistuminen Euroopan siirtoverkkojen pelisääntöjen yhtenäistämiseen ♦ Osallistuminen energian tuotantoa ja teknologiaa koskevien direktiivien ja standardien valmisteluun (CHP, bioenergia)
Koulutus	♦ Center of excellence -verkostojen luominen ♦ Markkinointilähtöisen ajattelun lisääminen koulutuksessa ♦ Koulutusresurssien ja -paikkojen lisääminen työvoiman kasvualueille (elektroniikka, teleteknologia, sähkötekniikka)
Infrastruktuurin rakentaminen	♦ Riittävien kannusteiden ylläpitäminen infrastruktuurin rakentamiseksi ♦ Aktiivinen toiminta maakaasuputken rakentamisessa Suomesta Länsi-Eurooppaan (rahoittaja, edunvalvoja, toimijoiden yhdistäjä)
Kriisivalmiuden ylläpito	♦ Kriisivalmiustasojen ja -keinojen määrittely uudelleen kilpailullisia olosuhteita vastaaviksi
Ympäristönsuojelu	♦ Työ ilman suojelemiseksi ensiaskeleena Kioto-prosessin edistäminen ja osallistuminen sen pelisääntöjen luomiseen ♦ Energiaklusterin vientiä edistävän strategian luominen ilmastonmuutoshankkeita toteutettaessa

* *RDDC = Research, Development, Demonstration and Commercialization.*

Liite 1. Suomen energiateknologian vienti ja kilpailukykymittarit

* Suomen viennin osalta tiedot vuodelta 1997, tähdellä merkityt kilpailukykytiedot vuodelta 1995

SITC	Hyödykeryhmä	Vienti v. 1997, Mmk	Osuus Suomen viennistä	Vienti / Tuonti	*Osuus OECD-viennistä	*Erikoistumissijoitus	*Erikoistunein valmistaja
	Koko vienti	**212 832**	**100,00 %**	**1,3**	**0,99 %**		
	Energiateknologia	***14 140***	***6,64 %***	***1,4***	***1,16 %***	***8***	***MEX***
71111	Höyrykattilat ja muut höyryn kehittimet	114	0,05 %	9,2	5,31 %	1	FIN
71112	Kuumavesikattilat	60	0,03 %	103,2	2,66 %	5	HUN
71121	Kierrelämmönvaihtajat höyry- ja kuumavesikattiloita, lämmönsäteilijöitä, ilmankuumentimia ja -jakelulaitteita sekä keskuslämmityskattiloita varten	21	0,01 %	2,5	1,32 %	8	CZE
71122	Höyrykoneiden lauhduttimet	1,7	0,00 %	8,7	0,07 %	15	AUS
71191	Osat ryhmän 7111 höyrykattiloita varten	443	0,21 %	28,4	5,78 %	2	POL
71192	Osat höyrykoneiden lauhdutinlaitteita varten	12	0,01 %	2,0	0,84 %	10	ESP
71211	Höyryturbiinit alusten kuljettamiseen	0,0	0,00 %	..	0,00 %	..	NOR
71219	Höyryturbiinit pl. alusten kuljettamiseen tarkoitetut	0,9	0,00 %	0,0	0,00 %	..	JPN
7128	Höyryturbiinien osat	0,6	0,00 %	0,0	0,02 %	24	POL
71333	Alusten diesel- ja puolidieselmoottorit	432	0,20 %	1,7	2,98 %	2	SWE
71392	Dieselmoottoreiden osat	669	0,31 %	1,2	1,20 %	9	GRC
71489	Muut kaasuturbiinit	0,0	0,00 %	0,0	0,07 %	16	USA
71499	Osat kaasuturbiineihin (71489)	0,7	0,00 %	0,0	0,00 %	..	CHE
7161	Sähkömoottorit, antoteho enintään 37.5 W	4,7	0,00 %	0,1	0,02 %	27	CHN

7162	Tasavirtamoottorit, antoteho yli 37.5 W, ja -generaattorit	17	0,01 %	0,2	0,10 %	27	CZE
71631	Vaihtovirtamoottorit (myös yleisvirtamoottorit), joiden antoteho on yli 37.5 W	1 017	0,48 %	3,5	3,62 %	2	CZE
71632	Vaihtovirtageneraattorit	196	0,09 %	4,5	1,95 %	4	FRA
7164	Pyörivät sähkömuuttajat	6,3	0,00 %	3,1	0,32 %	14	DEU
71651	Dieselmoottori-generaattoriyhdistelmät	1 872	0,88 %	52,3	12,45 %	1	FIN
71652	Muut generaattoriyhdistelmät	0,5	0,00 %	0,0	0,00 %	..	DNK
7169	Sähkömoottorien ja generaattorien osat	334	0,16 %	3,8	1,50 %	8	CHE
71811	Hydrauliset turbiinit ja vesipyörät	0,2	0,00 %	0,1	1,55 %	8	NOR
71819	Osat, myös säätimet, hydraulisiin turbiineihin ja vesipyöriin	16	0,01 %	5,1	0,13 %	19	AUT
71871	Ydinreaktorit	0,0	0,00 %	..	0,00 %	..	IRL
71877	Säteilyttämättömät polttoaine-elementit	0,0	0,00 %	0,0	0,00 %	..	SWE
71878	Ydinreaktoreiden osat	0,0	0,00 %	0,0	0,00 %	..	CAN
74121	Tulipesän polttimet nestemäistä polttoainetta varten	30	0,01 %	3,4	0,91 %	8	ITA
74123	Muut tulipesänpolttimet, myös yhdistelmäpolttimet	17	0,01 %	3,1	0,91 %	10	ITA
74125	Mekaaniset polttoaineen syöttölaitteet, myös niiden mekaaniset arinat ja mekaaniset tuhkanpoistolaitteet sekä niiden kaltaiset laitteet	2,0	0,00 %	13,3	0,65 %	9	AUT
74128	Osat luokan 7412 (tulipesän)polttimiin ja muihin laitteisiin (syöttölaitteisiin)	11	0,01 %	1,1	1,90 %	5	DNK
74131	Vastuslämpöuunit	37	0,02 %	1,8	2,01 %	3	CHE
74132	Induktio- tai dielektriset uunit	3,5	0,00 %	0,5	0,32 %	15	NOR
74133	Muut (teollisuus ja laboratorio) uunit	3,7	0,00 %	0,3	0,20 %	17	USA

74134	Muut induktio- tai dielektriset kuumennuslaitteet	0,3	0,00 %	0,2	0,09 %	22	DEU
74135	Osat teollisuusuuneja ja kuumennuslaitteita varten	25	0,01 %	1,3	0,39 %	15	CHE
74136	Uunit malmien, pyriittien tai metallien pasuttamista, sulatusta tai muuta lämpökäsittelyä varten	41	0,02 %	106,7	0,13 %	22	AUT
74137	Leivinuunit, myös keksiuunit	0,6	0,00 %	0,1	0,00 %	..	TUR
74138	Muut uunit, myös polttouunit (insineraattorit)	28	0,01 %	4,1	0,34 %	18	ITA
74139	Osat luokkien 74136-74138 (leivin- ja poltto-) uuneja varten	38	0,02 %	0,5	0,81 %	12	CZE
74171	Generaattorikaasu- tai vesikaasugeneraattorit, myös puhdistimineen; asetyleeni-kaasugeneraattorit ja niiden kaltaiset vesimenetelmällä toimivat kaasugeneraattorit, myös puhdistimineen	0,4	0,00 %	0,0	0,03 %	29	DNK
74172	Osat luokan 74171 (generaattorikaasu- ja vesikaasu) generaattoreihin	0,3	0,00 %	0,0	0,06 %	22	NZL
74173	Tislaus- tai rektifioimislaitteet	53	0,02 %	4,4	2,83 %	4	DNK
74174	Lämmönvaihtimet	212	0,10 %	1,6	0,70 %	13	ITA
74175	Ilman tai muun kaasun nesteytyslaitteet	1,1	0,00 %	0,8	0,55 %	8	GRB
74369	Kaasujen suodatus- ja puhdistuslaitteet sekä tarvikkeet	151	0,07 %	1,7	0,84 %	12	MEX
77111	Neste-eristeiset muuntajat	126	0,06 %	4,0	2,53 %	4	TUR
77119	Muut sähkömuuntajat	203	0,10 %	0,9	1,21 %	8	PRT
77121	Staattiset muuttajat	2 311	1,09 %	5,2	4,63 %	1	FIN
77123	Purkauslamppujen kuristimet	348	0,16 %	7,0	5,56 %	2	MEX
77125	Muut induktorit	47	0,02 %	0,3	0,24 %	21	HKG
77129	Osat ryhmän 771 (muuntajiin, muuttajiin, kuristimiin, induktoreihin) sähkölaitteisiin	220	0,10 %	1,1	1,41 %	4	HKG

7722	Painetut piirit	177	0,08 %	0,3	0,20 %	25	TWN
77231	Kiinteät hiilivastukset, massa- tai kalvotyyppiset	13	0,01 %	0,2	0,69 %	8	TWN
77232	Muut kiinteät vastukset	13	0,01 %	0,1	0,19 %	17	AUT
77233	Säädettävät lankavastukset, myös reostaattiset ja potentiometrit	4,0	0,00 %	0,9	0,88 %	11	IRL
77235	Muut säädettävät vastukset, myös reostaattiset ja potentiometrit	6,7	0,00 %	0,2	0,01 %	26	CHN
77238	Osat ryhmän 7723 (hiili- ja muut kiinteät, lanka- ja säädettävät) sähkövastuksiin	0,1	0,00 %	0,1	0,08 %	19	TWN
77241	Varokkeet, jännite > 1000 volttia	0,5	0,00 %	0,1	0,16 %	20	CHE
77242	Automaattiset virrankatkaisimet alle 72.5 kV:n nimellisjännitettä varten	0,8	0,00 %	0,0	0,10 %	19	FRA
77243	Muut automaattiset virrankatkaisimet, jännite > 1000 volttia	0,2	0,00 %	0,0	0,01 %	26	SWE
77244	Erottimet ja kytkinlaitteet, jännite >1000 volttia	33	0,02 %	1,0	0,90 %	10	CHE
77245	Ylijännitesuojat, jännitteen rajoittimet ja syöksyaaltosuojat	4,3	0,00 %	0,2	0,39 %	12	SWE
77249	Muut sähkölaitteet sähkövirtapiirin kytkemistä, katkaisemista tai suojaamista varten tai siihen liittämistä varten, yli 1000 voltin nimellisjännitettä varten	6,3	0,00 %	0,2	0,06 %	29	AUS
77251	Varokkeet, jännite < 1000 volttia	9,9	0,00 %	0,3	0,42 %	21	GRC
77252	Automaattiset virrankatkaisimet, jännite < 1000 volttia	19	0,01 %	0,2	0,27 %	18	FRA
77253	Muut laitteet sähkövirtapiirin suojaamista varten	8,0	0,00 %	0,2	0,22 %	22	IRL
77254	Releet, jännite < 1000 volttia	232	0,11 %	1,9	1,00 %	11	PRT
77255	Muut kytkimet, jännite < 1000 volttia	180	0,08 %	0,8	0,42 %	19	MEX

77257	Lampunpitimet, jännite < 1000 volttia	1,0	0,00 %	0,1	0,10 %	23	MEX
77258	Pistotulpat ja pistorasiat, jännite < 1000 volttia	149	0,07 %	0,5	0,77 %	10	CHE
77259	Muut sähkölaitteet sähkövirtapiirin kytkemistä, katkaisemista tai suojaamista varten tai siihen liittämistä varten, enintään 1000 voltin nimellisjännitettä varten	179	0,08 %	0,4	0,27 %	25	MEX
77261	Taulut, paneelit, konsolit, pöydät, kaapit ja alustat sähköistä ohjausta tai sähkönjakelua varten, jännite > 1000 volttia	191	0,09 %	1,0	0,66 %	11	HUN
77262	Taulut, paneelit, konsolit, pöydät, kaapit ja alustat sähköistä ohjausta tai sähkönjakelua varten, jännite < 1000 volttia	79	0,04 %	2,4	1,32 %	8	NZL
77281	Taulut, paneelit, pöydät, kaapit ja muut ryhmän 7726 tavaroiden alustat, ilman laitteita	138	0,06 %	1,6	4,05 %	1	FIN
77282	Muut (ryhmien 7724, 7725, 7726 katkaisinten, kytkinten, lampunpitimien, taulujen jne.) osat	185	0,09 %	0,6	0,28 %	24	CHE
77311	Käämilanka	19	0,01 %	0,1	0,10 %	25	TWN
77312	Koaksiaalikaapeli ja muut koaksiaaliset sähköjohtimet	83	0,04 %	0,8	0,65 %	16	HUN
77313	Sytytyskaapelisarjat ja muut kaapelisarjat ajoneuvoihin, ilma-aluksiin tai aluksiin	200	0,09 %	0,9	0,60 %	12	PRT
77314	Muut sähköjohtimet, enintään 80 V:n nimellisjännitettä varten	452	0,21 %	1,8	0,95 %	8	PRT
77315	Muut sähköjohtimet, yli 80 V:n mutta enintään 1000 V:n nimellisjännitettä varten	373	0,18 %	1,0	1,12 %	15	GRC

77317	Muut sähköjohtimet yli 1000 V:n nimellisjännitettä varten	118	0,06 %	11,1	0,91 %	16	TUR
77318	Optiset kuitukaapelit	150	0,07 %	8,8	2,22 %	3	TUR
77322	Sähköeristimet lasista	0,0	0,00 %	0,0	0,02 %	15	FRA
77323	Sähköeristimet keraamisesta aineesta	4,6	0,00 %	0,2	0,10 %	23	JPN
77324	Sähköeristimet, muuta kuin lasia tai keraamista ainetta	2,2	0,00 %	0,1	0,16 %	19	BEL
77326	Sähkökoneiden tai -laitteiden eristystarvikkeet, keraamista ainetta olevat, muut kuin luokan 77323 eristystarv.	0,0	0,00 %	0,0	0,01 %	28	JPN
77328	Sähkökoneiden tai -laitteiden eristystarvikkeet, muovia olevat eristystarvikkeet, muut kuin luokan 77324 eristimet	17	0,01 %	0,6	0,12 %	21	AUT
77329	Sähkökon. tai -laitt. eristystarv., muuta kuin muovia tai keraamisia, muut kuin lkien 77322 tai 77324 erist.; sähköj.p. ja n. liitoskpleet, epäjaloa met., eristysain.vuor.	3,4	0,00 %	0,4	0,21 %	23	TWN
77811	Galvaaniset parit ja paristot	25	0,01 %	0,3	0,12 %	23	BEL
77812	Sähköakut	387	0,18 %	0,5	2,74 %	2	JPN
77817	Osat galvaanisia pareja ja paristoja varten	0,0	0,00 %	0,0	0,00 %	..	HKG
77819	Osat sähköakkuja varten	0,4	0,00 %	0,1	0,12 %	25	ITA
77821	Hehkulamput, muut kuin ultravioletti- tai infrapunalamput tai umpiovalonheittimet (sealed beam lamp units)	15	0,01 %	0,1	0,12 %	25	HUN
77822	Purkauslamput ja -putket, muut kuin ultraviolettilamput	22	0,01 %	0,2	0,15 %	19	HUN
77823	Umpiovalonheittimet	1,1	0,00 %	0,6	0,16 %	20	MEX
77824	Ultravioletti- tai infrapunalamput; kaarilamput	0,4	0,00 %	0,1	0,05 %	19	NLD

77829	Osat ryhmän 7782 lamppuihin	8,6	0,00 %	3,6	0,02 %	28	HUN
77831	Sähkösytytys- tai -käynnistyslaitteet, joita käyt. kipinä- tai puristussytytt. moott. (esim. sytytys- ja aturimagneetot, sytytyskelat, syt.- tai hehkutulpat & käynnistinmoott.); generaattoreissa sekä lataus- ja takavirtareleet	14	0,01 %	0,1	0,04 %	29	HUN
77833	Osat luokan 77831 (moottorien sähkösytytys- tai käynnistys) varusteita varten	11	0,00 %	0,5	0,12 %	24	JPN
77834	Sähköllä toimivat valaistus- tai merkinantolaitteet, muut kuin ryhmän 7782 laitteet, sähköllä toimivat tuulilasinpyyhkimet sekä sähköllä toimivat jään- tai usvanpoistolaitteet	114	0,05 %	1,0	0,62 %	15	ESP
77835	Osat luokan 77834 (valaistus- ja merkinanto) varusteita varten	3,3	0,00 %	0,1	0,03 %	27	HUN
77861	Kiinteät kondensaattorit 50/60 Hz:n piireihin, loistehon varastoimiskyky on vähintään 0.5 kvar (vaihesiirtokondensaattorit)	74	0,03 %	9,2	6,38 %	1	FIN
77862	Tantaalikondensaattorit	7,4	0,00 %	0,1	0,07 %	17	MEX
77863	Alumiinielektrolyyttikondensaattorit	29	0,01 %	0,2	0,11 %	17	JPN
77864	Keraamisesti eristetyt yksikerroksiset kondensaattorit	0,5	0,00 %	0,1	0,00 %	..	MEX
77865	Keraamisesti eristetyt monikerroksiset kondensaattorit	22	0,01 %	0,1	0,04 %	19	HUN
77866	Paperi- tai muovieristeiset kondensaattorit	64	0,03 %	1,1	1,49 %	8	PRT
77867	Muut kiinteät kondensaattorit	0,8	0,00 %	0,1	0,02 %	23	USA

77868	Säädettävät (myös esiaseteltavat) kondensaattorit	1,3	0,00 %	0,3	0,02 %	24	CHN
77869	Osat sähkökondensaattoreihin	4,6	0,00 %	2,1	0,11 %	14	MEX
81211	Lämmönsäteilijät ja niiden osat	228	0,11 %	5,0	4,43 %	2	BEL
81215	Ilmankuumentimet ja kuuman ilman jakelulaitteet sekä niiden osat	77	0,04 %	3,1	3,89 %	1	FIN
81217	Keskuslämmityskattilat, muut kuin ryhmään 711 (höyrykattilat) kuuluvat	83	0,04 %	21,4	0,66 %	10	ITA
81219	Osat luokan 81217 keskuslämmityskattiloita varten	25	0,01 %	5,6	0,76 %	9	FRA
81311	Kattokruunut ja muut katto- tai seinävalaisimet, sähköllä toimivat	260	0,12 %	1,5	1,87 %	7	AUT
81312	Kannettavat sähkövalaisimet, jotka saavat virran omasta energialähteestä (esim. kuivaparistosta, akuista tai magneetoista), muut kuin luokan 77834 valaisimet	7,0	0,00 %	0,3	0,05 %	24	HKG
81313	Pöytä-, kirjoituspöytä-, vuode- tai jalkalamput, sähköllä toimivat	83	0,04 %	1,6	1,17 %	9	CHN
81315	Muut sähkövalaisimet ja -valaistustarvikkeet	89	0,04 %	0,9	0,59 %	15	TWN
81317	Muut kuin sähköllä toimivat valaisimet ja valaistusvarusteet	9,5	0,00 %	0,5	0,88 %	89	TWN
8132	Valokilvet	15	0,01 %	0,8	1,26 %	11	DNK
8138	Kannettavien sähkövalaisimien (81312) osat	0,2	0,00 %	0,3	0,02 %	26	HKG
81391	Muut valaisimien ja valaistusvarusteiden (8131, 8132) osat, muovia	1,3	0,00 %	0,1	0,05 %	26	CZE
81392	Muut valaisimien ja valaistusvarusteiden (8131, 8132) osat, lasia	5,5	0,00 %	0,5	0,83 %	14	HUN

81399	Muut valaisimien ja valaistusvarusteiden (8131, 8132) osat, muuta kuin muovia ja lasia	37	0,02 %	1,0	0,87 %	14	TWN
87311	Kaasumittarit	0,4	0,00 %	0,2	0,07 %	25	POL
87313	Nestemittarit	10	0,00 %	0,7	0,17 %	22	CHE
87315	Sähkömittarit	115	0,05 %	7,5	5,26 %	4	GRC
87319	Osat ja tarvikkeet (kaasu, neste- ja sähkömittareihin)	9,0	0,00 %	1,4	0,32 %	19	GRC
87475	Muut kojeet ja laitteet jännitteen, virran voimakkuuden, resistanssin tai tehon mittaamista tai tarkkailua varten, ilman rekisteröintilaitetta	28	0,01 %	0,4	0,42 %	19	USA
87477	Muut kojeet ja laitteet, jotka on erityisesti suunniteltu tietoliikennettä varten (esim. ylikuulumismittarit, vahvistusmittarit, särökerroinmittarit ja häiriöjännitemittarit)	14	0,01 %	0,2	0,29 %	18	USA
87478	Muut sähkösuureiden mittaus- tai tarkkailukojeet	38	0,02 %	0,4	0,22 %	12	JPN
87479	Osat ja tarvikkeet alaryhmän 8747 (jännitteen, resistanssin, säröjen, häiriöiden jne. tarkkailu- ja mittaus) kojeita ja laitteita varten	26	0,01 %	0,6	0,66 %	8	USA

LÄHTEET

Buzzell, R. D. & Gale B. (1987), The PIMS Principles, Linking Strategy to Performance. Free Press, New York

Chandler, Alfred D. (1990), Scale and Scope – The Dynamics of Industrial Capitalism. Belknap, Harvard University

Christiansen, A. C. & Tangen, Kristian (1998), Green Energy-Industrial Clusters: The Finnish Combined Heat Power Sector. Unpublished Working Paper, The Fridtjof Nansen Institute Lysaker, Norway

Danish Wind turbine Manufacturers Association 1999, http://www.windpower.dk/stat/index.htm

Durarev, Grigori (1999), Energy Sector in Russia – Economic and Business Outlook. ETLA Keskusteluaiheita No. 664, Helsinki

Durarev, Grigori (1999), The Role of Technology in Shaping the Energy Future in Russia. ETLA Keskusteluaiheita No. 679, Helsinki

Energia-alan työllisyysvaikutukset, Tilastokeskus, Katsauksia 1997/8

Energiatilastot 1996, Tilastokeskus

Energiatilastot 1997, Tilastokeskus

Haavikko, Paavo (1984), Wärtsilä 1834-1984, WSOY, Porvoo

Hernesniemi, Hannu - Lammi, Markku - Ylä-Anttila, Pekka (1995), Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus. ETLA B 105, SITRA 145

Hieta, Paula (1993), Energiatoimialan kehitys Suomessa. ETLA Keskusteluaiheita No. 454, Helsinki

Hintsanen, Suvi (1994), Energia-alan tietämyspohjainen vienti. ETLA Keskusteluaiheita No. 487, Helsinki

Hoffman, Kai (1989), Sähkötekniikan taitaja Strömberg 1889-1989. Vaasa Oy

Hopponen, Erkka (1994), Itsenäisen voimantuotannon rahoitus ja kilpailukyky. ETLA Keskusteluaiheita nro 494, Helsinki

International Energy Acency IEA, Energy technology R&D statistics 1974-1995

Jacobs, Dany & de Man, Ard-Pieter (1996), Clusters, Industrial Policy and Firm Startegy: A Menu Approach. Technology Analysis & Strategic Management, Vol 8. No. 4. 1996

Kaukolämpötilasto, Suomen Kaukolämpö ry

Keskinen, Risto (toim.) (1993), Suomen energiatekniikan historia, teknis-historiallinen tutkimus energian tuottamisesta ja käytöstä Suomessa 1840-1980, osat 1 ja 2, Tampereen teknillisen korkeakoulun julkaisuja 115, Tampere

Konepajamies nro 12/1992

KTM (1997), Sähkömarkkinoiden vertikaali-integraatio. Kauppa- ja teollisuusministeriön työryhmä- ja toimikuntaraportteja 11/1997

Kunnossapitoyhdistys ry (1996), Sähkömarkkinoiden hintakehitys PKT-yritysten näkökulmasta, Energia 96

Kunnossapitoyhdistys ry (1998), Käyttö ja kunnossapito kilpailutekijänä, Energia 98

Kuokkanen, Pasi (1994), Energian tuotannon koneet ja laitteet. ETLA Keskusteluaiheita No. 481, Helsinki

Kuusisto, Otso (1998), Verkkoyhtiöiden tehokkuuden mittaaminen ja kustannushallinta. Sener

Kässi, Tuomo (1996), Engineering-ala Suomessa – Toimialasta klusteriksi? ETLA B 122, SITRA 151, Helsinki

Lammi, Markku (1994), Paperin, koneen ja osaamisen menestystarina - Metsäklusterin kilpailukyky, ETLA B 99, Helsinki

MarketLine International Ltd (1997), Preparing for Competition in the European Electricity Market, Research Report

Myllyntaus, Timo (1991), Electrifying Finland. ETLA A 15, Macmillan London

Mäenpää Keijo - Luukkainen Sakari (1994), Teletekniikasta monimuotoiseen viestintään - Teleklusterin kilpailukyky. ETLA B 96, Helsinki

OECD, Anberd R&D Database

OECD, International Trade by Commonities Statistics ITCS, SITC/CTCI Rev. 3, vuodet 1988-1995

Patomäki, H. (1989), Tuotannon monikansallisesta selittämisestä, Kansantaloudellinen aikakauskirja, 4:1989

Porter, Michael E. (1990), The Competitive Advantage of Nations. The Macmillan Press Ltd, New York

Riekkinen, A. - Aunesluoma E. (1999), Suomen Punomotehtaasta NK Cablesiksi, NK Cables Espoo

Rouvinen, Petri (1994), Energian niukkuudesta teknologian vientiin - Energiaklusterin kilpailukyky. ETLA B 93

Saastamoinen, Sonja (1994), Kotimaisen sähkömoottoriteollisuuden kilpailukyky. ETLA Keskusteluaiheita No. 475, Helsinki

Seppälä, Raimo (1981), Koskesta syntynyt – Tampella 125. Frencelin Kirjapaino Oy, Helsinki

Seppälä, Risto (1997), Strömberg – Mies, josta tuli tavaramerkki, Helsinki

Silvennoinen, Tapio (1998), Kilpailuttaminen sähkömarkkinoilla. ETLA Keskusteluaiheita No. 659, Helsinki

Simola, Osmo (1982), Vuosisata sähköä Suomessa. Suomen Sähkölaitos ry, Amer-yhtymä Oy Weilin + Göös, Espoo

Sulamaa, Pekka (1999), Technical Efficiency and Productivity Growth in Finnish Electricity Generation 1994-1996, Unpublished Working Paper

Sähkölaitostilasto 1995, Sener

Sähkölaitostilasto 1996, Sener

Tamminen, Markus (1993), Sähkön siirron ja jakelun tekniikka. ETLA Keskusteluaiheita No. 481, Helsinki

Teece, David (1986), Transaction Cost Economics and the Multinational Enterprice. Journal of Economic Behavior and Organization, 3

Tekes (1998), Energiateknologian tutkimusohjelmat 1993-1998 – Loppuraportti. Teknologiaohjelmaraportti 8/98, Tekes, Helsinki

Teollisuuden ja rakentamisen rakennetilasto, Tilastokeskus

Tullihallitus, Ulkomaankauppatilastot, Tieto Oy, Ultika Vuodet 1996 - 1998

Urbans, Runar (1956), Tampereen Pellava- ja Rauta-Teollisuus Osake-Yhtiö 1856-1956. Söderström & C:o

Viitamo, Esa (1998), Energiateknologiaohjelmat ja Suomen energiajärjestelmä – Ohjelmakokonaisuuden arviointi. Teknologiaohjelmaraportti 10/98, Tekes, Helsinki

VTT Energia (1999), Energia Suomessa – Tekniikka, talous ja ympäristövaikutukset. Oy Edita Ab, Helsinki

Oy Wärtsilä Ab (1984), Wärtsilän yksiköiden historiaa 1834-1984, henkilöstölehti Wärtsilä 2 B 1984

Zilliacus, Benedict (1984), Wilhelm Wahlforss, WSOY, Porvoo

Yritysten vuosikertomukset ja internet-sivut

Yritysrekisteri, Tilastokeskus

HAASTATTELUT

Aho Seppo, Manager, Fortum Power and Heat Oy

Alvesalo Tapio, Yksikönjohtaja, Fortum AES Oy

Anttila Veikko, Senior Vice President, Fortum Engineering Oy

Gädda Lars, Teknologiajohtaja, Fortum Oil and Gas Oy

Heikkilä Antti, Tulosyksikön johtaja, ABB Substation Automation Oy

Hiidenpalo Heimo, Toimistopäällikö, Helsingin Energia

Hokkanen Veikko, Johtaja, kaukolämpö, Helsingin Energia

Johansson Ole, President and CEO, Wärtsilä NSD

Kara Mikko, Tutkimusjohtaja, VTT Energia

Kauranen Timo, Toimitusjohtaja, Foster Wheeler Energia Oy

Keronen Jouni, Yksikön johtaja, Fortum Power and Heat Oy

Koivumäki Pekka, Projektipäällikkö, Projekti-Insinöörit Oy

Koivusipilä Jorma, Toimitusjohtaja, ABB Motors Oy

Kontu Aappo, Toimitusjohtaja, PVO-Palvelut Oy

Kuivalainen Reijo, Director R&D, Foster Wheeler Energia Oy

Kyllönen Olli-Heikki, Toimitusjohtaja, NK Energy Oy

Laine Pasi, Director, Valmet Automation Inc., Control Systems, Energy

Lamminaho Heikki, Johtaja, Fortum Engineering Oy, 1.1.99 alkaen Tj. Are Oy

Laurila Orvo, Toimitusjohtaja, Länsi-Suomen Yhteiskäyttö Oy

Laurila Pekka, Toimitusjohtaja, Biowatti Oy

Lehtoviita Jorma, Vice President, Operations Development, Kvaerner Pulping Oy

Mattila Kalle, Toimitusjohtaja, ABB Power Oy

Mikkonen Matti, Toimitusjohtaja, Wärtsilä NSD Finland Oy

Mutanen Keijo, Toimitusjohtaja, Sermet Oy

Mäenpää Pentti, Suunnittelupäällikkö, Vaasa Engineering Oy

Niemelä Harri, Toimitusjohtaja, Vaasa Engineering Oy

Nieminen Jukka-Pekka, Erikoisasiantuntija, Fortum Oil and Gas Oy

Nurminen Seppo, Liiketoiminnan suunnittelupäällikkö, Fortum Oil and Gas Oy

Nuutinen Pentti, Tiedotusjohtaja, ABB Oy

Perttula Jouko, Teknologiajohtaja, Kvaerner Pulping Oy

Piirto Antti, Toimistopäällikkö, TVO Oy

Pirvola Ilkka, Toimitusjohtaja, Helsingin Energia

Punnonen Jouni, Energiapoliittinen asiamies, TT Energiapolitiikka -osasto

Rautiainen Ismo, Toimitusjohtaja, NK Cables Oy

Rintanen Matti, Voimalaitospäällikkö, PVO-Lämpövoima Oy

Ruotsalainen Lauri, Toimitusjohtaja, ABB Transmit Oy

Saviharju Kari, Director, Technology and Design, Ahlstrom Machinery Corporation

Smått Rainer, Toimitusjohtaja, ABB Control Oy

Strand Clas-Eirik, Group Vice President, Wärtsilä NSD Oy

Sundman Leif, Viestintäjohtaja, ABB Industry Oy

Tukiainen Ensio, Johtaja, Fortum Oil and Gas Oy

Vuorinen Asko, General Manager, Energy Engineering, Wärtsilä NSD Oy

Vähätalo Erkki, Toimitusjohtaja, Forssan Energia Oy

Väinämö Timo, Johtaja, Pohjolan Voima Oy

HAASTATTELUT

Aho Seppo, Manager, Fortum Power and Heat Oy

Alvessalo Tapio, Yksikönjohtaja, Fortum AES Oy

Anttila Veikko, Senior Vice President, Fortum Engineering Oy

Gädda Lars, Teknologiajohtaja, Fortum Oil and Gas Oy

Heikkilä Antti, Tulosyksikön johtaja, ABB Substation Automation Oy

Hiidenpalo Heimo, Toimistopäällikö, Helsingin Energia

Hokkanen Veikko, Johtaja, kaukolämpö, Helsingin Energia

Johansson Ole, President and CEO Wärtsilä NSD

Kara Mikko, Tutkimusjohtaja, VTT Energia

Kauranen Timo, Toimitusjohtaja, Foster Wheeler Energia Oy

Keronen Jouni, Yksikön johtaja, Fortum Power and HeatOy

Koivumäki Pekka, Projektipäällikkö, Projekti-Insinöörit Oy

Koivusipilä Jorma, Toimitusjohtaja ABB Motors Oy

Kontu Aappo, Toimitusjohtaja, PVO Engineering Oy

Kuivalainen Reijo, Director R&D, Foster Wheeler Energia Oy

Kyllönen Olli-Heikki, Toimitusjohtaja, NK Energy Oy

Laine Pasi, Director, Valmet Automation Inc., Control Systems, Energy

Lamminaho Heikki, Johtaja, Fortum Engineering Oy, 1.1.99 alkaen Tj. Are Oy

Laurila Orvo, Toimitusjohtaja, Länsi-Suomen Yhteiskäyttö Oy

Laurila Pekka, Toimitusjohtaja, Biowatti Oy

Lehtoviita Jorma, Vice President, Operations Development, Kvaerner Pulping Oy

Matti Mikkonen, Toimitusjohtaja, Wärtsilä NSD Finland Oy

Mattila Kalle, Toimitusjohtaja, ABB Power Oy

Mutanen Keijo, Toimitusjohtaja, Sermet Oy

Mäenpää Pentti, Suunnittelupäällikkö, Vaasa Engineering Oy

Niemelä Harri, Toimitusjohtaja, Vaasa Engineering Oy

Nieminen Jukka-Pekka, Erikoisasiantuntija, Fortum Oil and Gas Oy

Nurminen Seppo, Liiketoiminnan suunnittelupäällikkö, Fortum Oil and Gas Oy

Nuutinen Pentti, Tiedotusjohtaja, ABB Oy

Perttula Jouko, Teknologiajohtaja, Kvaerner Pulping Oy

Piirto Antti, Toimistopäällikkö, TVO Oy

Pirvola Ilkka, Toimitusjohtaja, Helsingin Energia

Punnonen Jouni, Energiapoliittinen asiamies, TT Energiapolitiikka -osasto

Rautiainen Ismo, Toimitusjohtaja, NK Cables Oy

Rintanen Matti, Voimalaitospäällikkö, PVO-Lämpövoima Oy

Ruotsalainen Lauri, Toimitusjohtaja, ABB Transmit Oy

Saviharju Kari, Director, Technology and Design, Ahlstrom Machinery Corporation

Smått Rainet, Toimitusjohtaja, ABB Control Oy

Strand Clas-Eirik, Group Vice President, Wärtsilä NSD Oy

Sundman Leif, Viestintäjohtaja, ABB Industry Oy

Tukiainen Ensio, Johtaja, Fortum Oil and Gas Oy

Vuorinen Asko, General Manager, Energy Engineering , Wärtsilä NSD Oy

Vähätalo Erkki, Toimitusjohtaja, Forssan Energia

Väinämö Timo, Johtaja, Pohjolan Voima Oy