

Keskusteluaiheita - Discussion papers

No. 481

Pasi Kuokkanen

**ENERGIAN TUOTANNON
KONEET JA LAITTEET**

Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus -projektissa tutkitaan, millaista teollista toimintaa voidaan harjoittaa Suomessa menestyksekkäimmin. Siinä tutkitaan menestyneitä vientiyrityksiämme ja pohditaan, miten niiden toimintaympäristöä tulisi kehittää, jotta ne pystyisivät saavuttamaan kilpailuetuja kansainvälisiin kilpailijoihin verrattuna.

Projektin päärahoittajina ovat Suomen itsenäisyyden juhlarahasto (SITRA), Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos (ETLA), kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) sekä eri alojen tärkeimmät yritykset.

"The Competitive Advantage of Finland" research project evaluates the competitiveness of Finnish export industries and crucial elements behind their performance. The project focuses on what kind of industrial activities have the best possibilities for success in Finland.

The project is organised by Etlatieto Ltd and financed mainly by the Finnish national Fund for Research and Development (SITRA), The Research Institute of the Finnish Economy (ETLA), Ministry of Trade and Industry (KTM) as well as major companies in various fields.



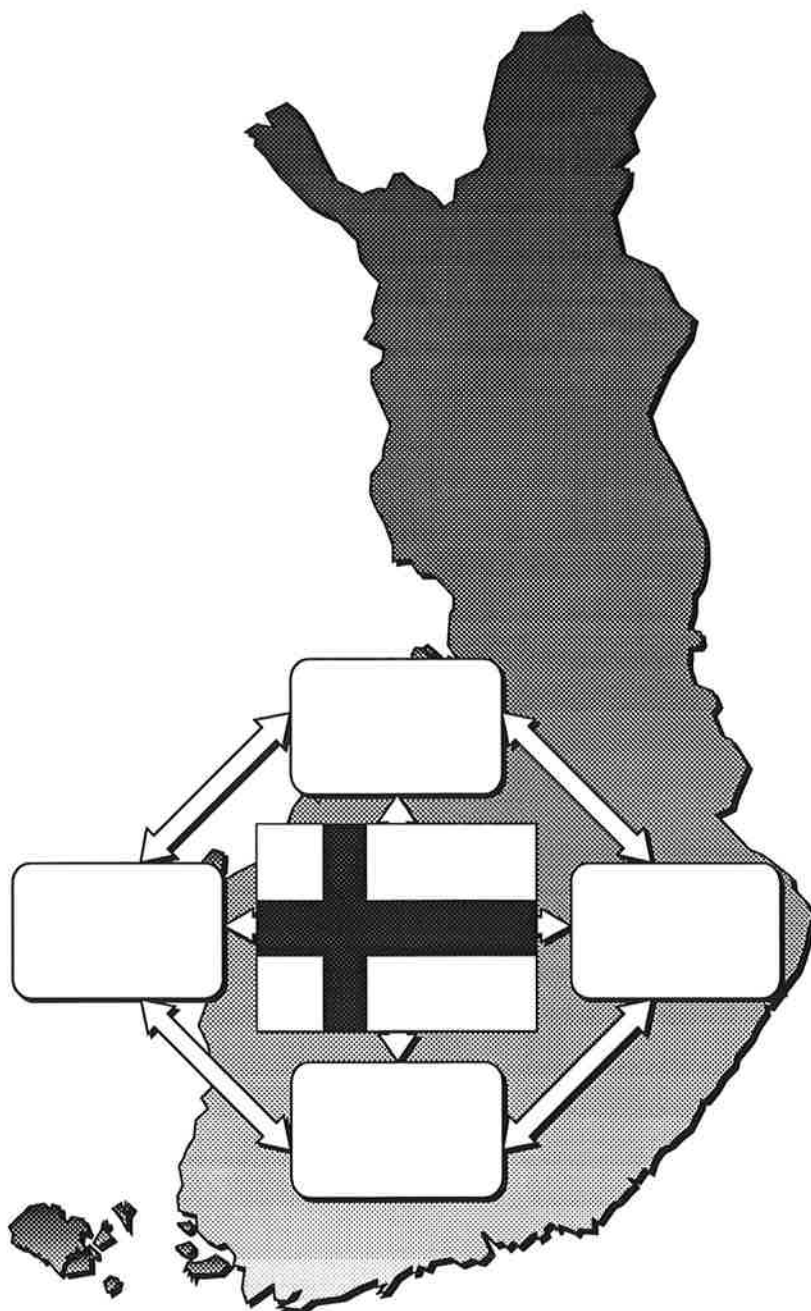
(ETLAn projektitutkimus- ja tietopalveluyksikkö)
Lönnrotinkatu 4 b 00120 Helsinki Finland
90 - 609 901 fax: 90 - 601 753

Pasi Kuokkanen

Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus

The Competitive Advantage of Finland

ENERGIAN TUOTANNON KONEET JA LAITTEET



Kuokkanen, Pasi, ENERGIAN TUOTANNON KONEET JA LAITTEET. Helsinki, ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 1994, 46 s. (Keskusteluaiheita, Discussion papers, ISSN 0781-6847; No. 481)

TIIVISTELMÄ

Raportti on osa Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus -projektin energia-tekniikan yritysyryppään tutkimusta.

Alkuun raportissa tarkastellaan, mitkä tekijät ovat vaikuttaneet energian tuottamiseen tarkoitettujen kotimaisten voimalaitoskattiloiden ja -dieseleiden menestymiseen maailmanmarkkinoilla sekä miten toimintaolosuhteita ja alihankkijasuhdetta voidaan edelleen kehittää.

Suomalaisten yritysten asema markkinoilla perustuu ympäristöystävällisiin, korkean teknologiatason tuotteisiin. Suomalaisten menestymiseen on vaikuttanut kehittynyt tuotanto, projektien hyvä kokonaishallinta sekä määrätietoinen ja ennakkoluuloton tuotekehitys.

Ala on kehittynyt hyvin voimakkaasti. Säilyttääkseen asemansa markkinoilla täytyy yrityksen panostaa tuotekehitykseen voimakkaasti. Demonstraatiolaitosten, joka on kynnyskysymys uuden teknologian kehittämisessä, rakentamisen esteet ovat usein taloudelliset. Nämä esteet on tulevaisuudessa ratkaistava jollain tavalla.

AVAINSANAT: voimalaitos, kattila, diesel, energiateknologia, leijukerrospoltto

ABSTRACT

This report is part of research on the Finnish energy cluster carried out in connection with the Competitive Advantage of Finland -project at Etlatieto Ltd.

The report begins with an examination on factors influencing the international success of Finnish power plant boilers and diesels. The focus is also on studying the upgrading possibilities of the industry's operating conditions and supplier relationships.

The competitive global position of Finnish firms is based on their environmentally-friendly, high-technology products. The Finnish success is also attributable to the sophisticated production, good project management as well as determined and unbiased product development.

The industry has undergone vigorous development. In order to maintain the global competitive production, the Finnish firms have to invest heavily in R&D. Construction of demonstration plants, which has a major contribution to the development of new technologies, faces often economic barriers that have to be surmounted in a way or the other in the future.

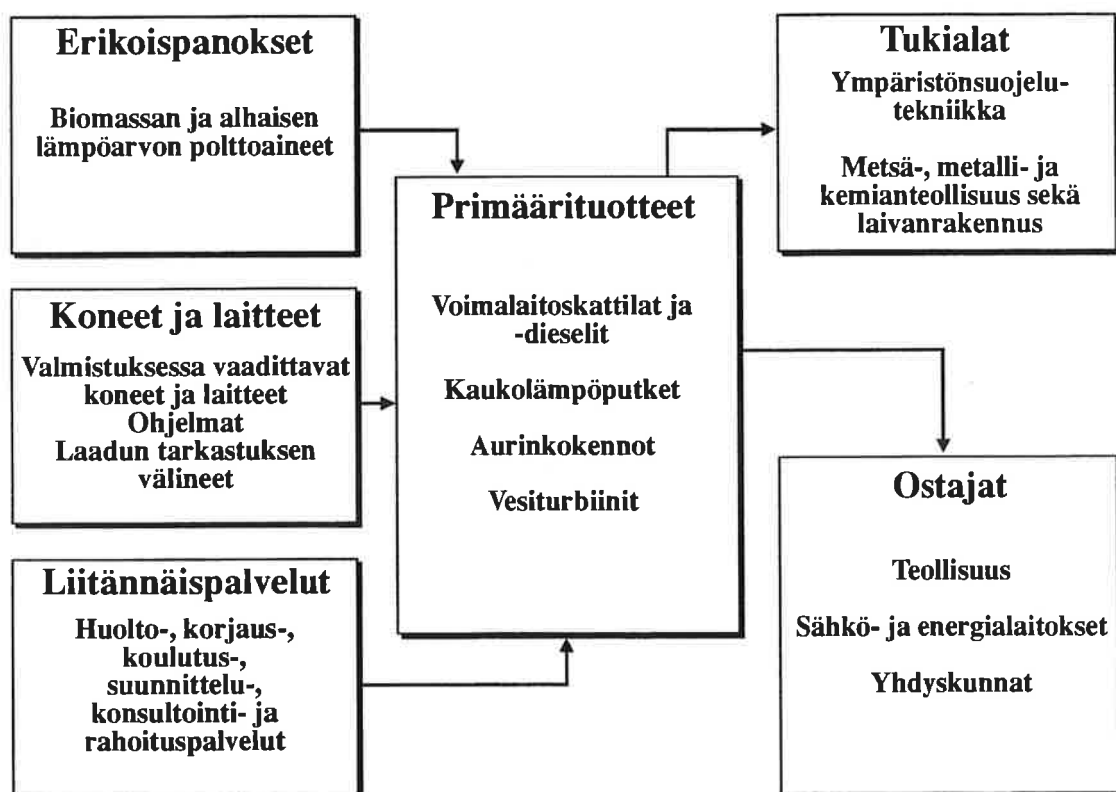
KEY WORDS: power plant, boiler, diesel, energy technology, circulation fluidized bed

Yhteenveto

Tässä raportissa käsitellään ensisijaisesti energian tuottamiseen tarkoitettujen kotimaisten voimalaitoskattiloiden ja -dieseleiden kilpailukykyä maailmanmarkkinoilla nyt ja tulevaisuudessa sekä sitä, mitkä tekijät ovat vaikuttaneet alan menestymiseen.

Energian tuotannon koneita ja laitteita valmistavat yritykset ovat eräs suomalainen menestystarina. Yritysten kilpailukyky maailmanmarkkinoilla on parantunut jatkuvasti 80-luvun puolivälistä. Nykyisin olemme markkinajohtajia keskinopeissa dieselmoottoreissa, sooda- ja leijupetikattiloissa. Suomalaisten hallitsemat alueet ovat pieni osa kokonaismarkkinoista. Segmentit, joilla suomalaiset yritykset kilpailevat, ovat kasvavia ja kehittyviä. Mahdollisuudet liikevaihdon ja markkinaosuuksien kasvattamiseen ovat hyvät, sillä suomalaisten yritysten kilpailukyky on nyt parempi kuin aikoihin. Säilyttääksemme menestysyritykset kotimaassa, täytyy kaikkien sekä yritysten itsensä että julkisen vallan tehdä työtä sen eteen, että yritysten kilpailukykyä ja teknologista tasoa pystytään edelleen kehittämään.

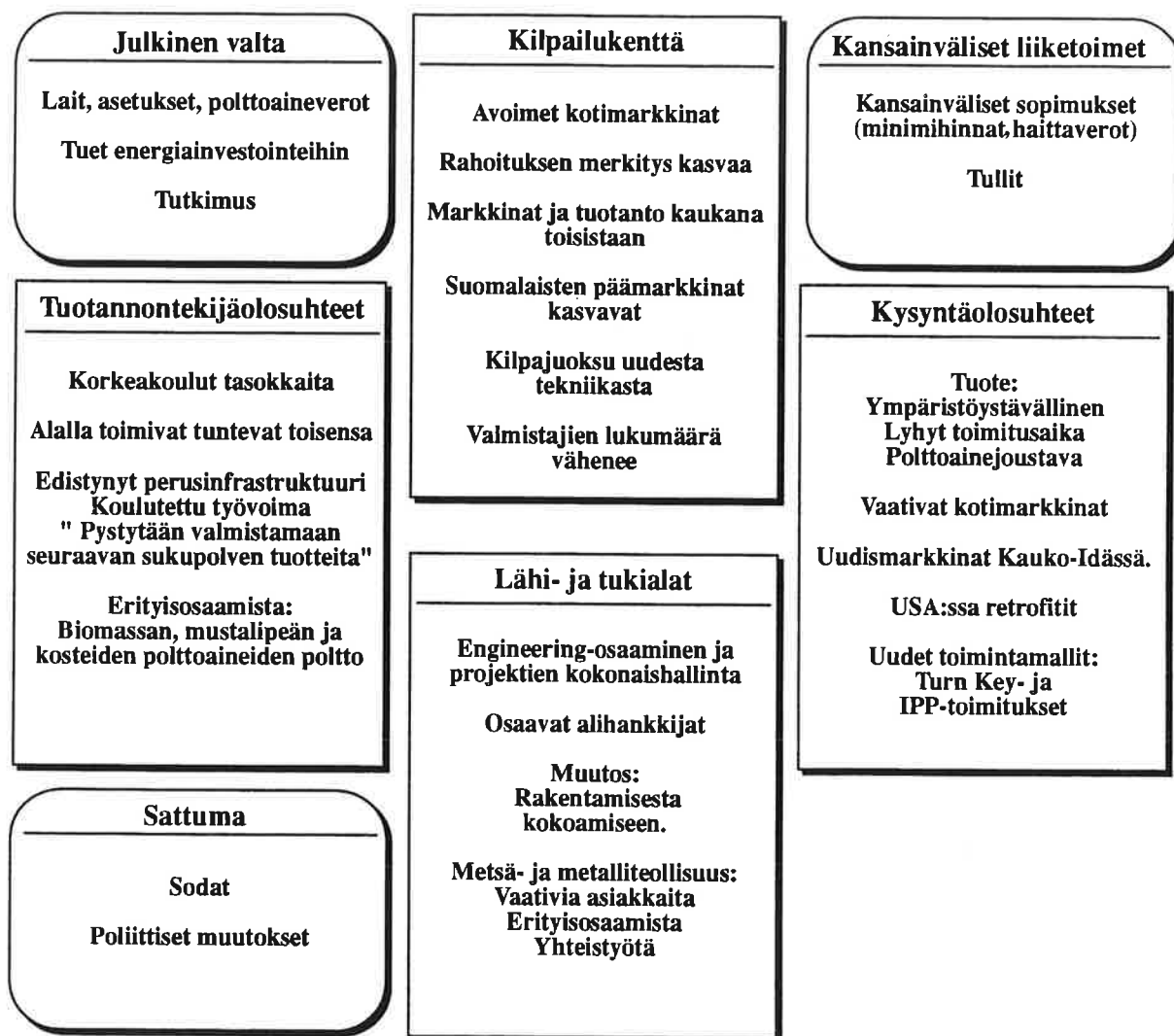
Kuva 1. *Energian tuotannon koneiden ja laitteiden klusterikuvio*



Ulkomaille viedystä energian tuotannon koneista ja laitteista suurimman osan muodostavat voimalaitoskattilat ja -dieselit. Niiden lisäksi viedään aurinkokennojärjestelmiä, vesiturbiineita

ta ja kaukolämpöputkia. Energian tuotannon koneiden ja laitteiden kehitykseen Suomessa on vaikuttanut hyvin voimakkaasti metsä- ja metalliteollisuuden sekä laivanrakennuksen tarpeet ja toiveet. Suomen kylmällä ilmastolla on ollut osuutensa kaukolämmön käyttöön-
otossa yhdyskuntien tarpeeseen.

Kuva 2. Energian tuotannon koneiden ja laitteiden timanttimalli



Suomessa on kolme kansainvälisesti merkittävää energian tuotannon laitteita valmistavaa yritystä: Ahlstrom Pyropower, Tampella Power ja Wärtsilä Diesel. Suomalaiset yritykset ovat saavuttaneet markkinaosuutensa ensisijaisesti tuotteidensa teknologisella tasolla sekä erinomaisella laadulla. Tuotekehitystyön viimeaikaisesta aktiivisuudesta on osoituksena Wärtsilä Dieselin kehittämä kaasudiesel sekä Ahlstrom Pyropowerin ja Tampella Powerin panostukset paineistettujen voimalaitosten kehittämiseksi.

Pelkästään tuotekehityksen varassa ei voida kilpailla, myös menetelmien on kehitettävä. Tuotantoteknisesti suomalaiset yritykset ovat panostaneet valmistuksen ja alihankintasuhteiden kehittämiseen. Nopeat toimitukset ja alhaiset päästöarvot ovat hinnan ohella tärkeimmät kilpailukeinot energiamarkkinoilla. Tulevaisuudessa toimitusajan edelleen lyhentäminen, tuotekehityksen lisäksi, lieenee valmistajien suurin haaste. Alihankintojen osuutta kasvatetaan, jolloin yritys pystyy keskittymään siihen, minkä se parhaiten osaa.

Polttoaineen polttaminen tulee tulevaisuudessa tapahtumaan ilmanpainetta huomattavasti suuremmissa paineissa. Uudet paineistetut tekniikat tulevat asettamaan omat vaatimuksensa sekä tuotantoon että suunnitteluun. Korkean teknologian alalla, joillaisiksi nykyiset voimalaitoskattilat ja -dieselit voidaan laskea, on henkisellä pääomalla erittäin suuri merkitys tuotteen menestymiseen maailmanmarkkinoilla. Energia-alan markkinointia suurelle yleisölle on kehitettävä. Kansalaisten yleinen käsitys energiapolitiikasta rajoittuneekin nykyään ainoastaan kantaan ydinvoimasta. Tämä on vahinko, sillä tällöin jää taka-alalle tieto, että energia-alalla on suomalaisia menestysyrityksiä, joiden osuus suomalaisen hyvinvoinnin kasvattamisessa on merkittävä. Pysyäkseen kehityksen eturintamassa on yritysten saatava uutta pätevää henkilöstöä. Lahjakkaat opiskelijat valitsevat yleensä alan, jonka tulevaisuudesta he tietävät ennalta jotain. Tämä on myös suomalaisten yritysten syytä ottaa huomioon.

SISÄLLYSLUETTELO

Johdanto	3
1. Toimialan rakenne ja kehitys.....	5
1.1. Toimialan määrittely ja rajausta.....	5
1.1.1. Alan tuotteet ja palvelut	5
1.1.2. Markkinat koti- ja ulkomailla.....	7
1.1.3. Keskeiset yritykset kotimaassa	8
1.1.4. Alan kansainvälinen rooli.....	13
1.1.5. Tärkeimmät ulkomaiset kilpailijat	14
1.2. Alan historiallinen kehitys	15
1.2.1. Yleinen	15
1.2.2. Suomalaisten yritysten tausta.....	15
1.3. Uuden tuotantoteknologian käyttöönotto ja tekniset innovaatiot	16
2. Teoria.....	17
2.1. Yleistä	17
2.2. Toimialatimantti.....	17
2.2.1. Tuotannontekijäolosuhteet	18
2.2.2. Kysyntätekijät	18
2.2.3. Tuki- ja lähialat	18
2.2.4. Kilpailukenttä: toimialan yritysten strategia, rakenne ja keskinäinen kilpailu	19
2.2.5. Julkinen valta	19
2.2.6. Sattuma.....	19
3. Tuotannontekijäolosuhteet	21
3.1. Luonnonvarat	21
3.2. Infrastrukturi	21
3.3. Pääomakustannukset ja pääoman saatavuus	22
3.4. Työvoima	22
4. Kysyntäolosuhteet	24
4.1. Markkinat.....	24
4.2. Asiakkaiden ja valmistajien väliset suhteet.....	25
4.3. Laatustandardit ja vaatimukset.....	26
4.4. Kysynnän tähänastinen ja tuleva kehitys	27
5. Tuki- ja lähialat	29
5.1. Alihankinta	29
5.1.1. Yleinen suuntaus	29
5.1.2. T&K- ja toiminnankehitysyhteistyö ja alihankintasuhdet.....	29
5.1.3. Kansainvälistyminen	30

5.2. Tutkimus- ja tuotekehitys lähialojen kanssa	30
5.3. Lähialojen tarjoamat synergiat.....	31
6. Rakenne, kilpailu ja yritys rakenne.....	32
6.1. Yritysten väliset kilpailusuhteet.....	32
6.2. Substituutit.....	32
6.3. Mahdolliset uudet tulokkaat.....	32
6.4. Alihankkijoiden neuvotteluvoima	33
6.5. Asiakkaiden neuvotteluvoima.....	33
7. Ympäristötekijät.....	34
7.1. Julkisen vallan toimenpiteiden vaikutus	34
7.2. Sattuman vaikutus	35
7.3. Kansainvälisten liiketoimintojen vaikutus	35
8. Case Pyroflow	36
8.1. Kehityshistoria.....	36
8.2. Pyroflow'n synty.....	36
8.3. Tekniikan julkistus ja kilpailukentän muuttuminen	37
8.4. Johtopäätökset.....	38
9. Yhteenveto	40
9.1. Mahdollisuudet.....	40
9.2. Uhat	41
9.3. EL:n vaikutus ko. alaan	42
9.4. Visiot / skenaariot alan tulevaisuudesta	43
9.5. Suositukset alan yrityksille.....	44
9.6. Suositukset julkiselle vallalle ja muille tahoille	45
Lähdeluettelo.....	46

Johdanto

Tämä keskusteluaihe on osa Kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus -projektin energiaklusterin tarkastelua. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mitkä tekijät ovat vaikuttaneet suomalaisten yritysten korkeaan teknologiatasoon ja hyvään kansainväliseen kilpailukykyyn energian tuotannon koneissa ja laitteissa, sekä selvittää miten näiden yritysten kasvua ja kansainvälistä menestymistä voidaan tukea parhaalla mahdollisella tavalla. Lähestymistapana on käytetty Michael E. Porterin timanttimalia¹. Sen avulla on selvitetty, minkälainen klusteri, eli yritysryppäs, on muodostunut yritysten ympärille.

Haluan kiittää projektin johtoa saamastani tuesta ja kannustuksesta. Sekä erityisesti energiateknologian yritysryppään tutkijaa Petri Rouvista, joka on tuellaan vaikuttanut tämän raportin valmistumiseen. Keskustelut muiden osaraporttien laatijoiden kanssa ovat auttaneet hahmottamaan suomalaista energia-alaa muiltakin osa-alueilta kuin tässä raportissa ilmenee.

Suomen itsenäisyyden juhlarahasto (SITRA) ja Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos (ETLA) ovat rahoittaneet kansallinen kilpailukyky ja teollinen tulevaisuus -projektia erittäin merkittävällä panoksella. Kauppa- ja teollisuusministeriön energiateknologiaosasto on puolestaan ollut energia -klusteriprojektin päärahoittajana.

Energiateknologian merkittävimmät suomalaisyritykset ovat toimineet tärkeinä yhteistyökumppaneina koko tutkimushankkeen ajan. Heidän tukensa on ollut välttämätön yrityskontaktien järjestämisessä ja lisäksi he ovat olleet mukana hankkeen rahoituksessa. Haluan kiittää kutakin taustaryhmän jäsentä ja heidän yrityksiään arvokkaasta yhteistyöstä. Taustaryhmän jäseniä ovat:

ABB Oy
Tutkimusjohtaja Matti Karttunen

Ahlstrom Pyropower
Kehitysjohtaja Harry Lampenius

KTM / energiateknologian osasto
Teollisuusneuvos Seppo Hannus (pj.)

IVO International
Toimitusjohtaja Jaakko Laine

¹ Michael E. Porter, Kansakuntien kilpailuetu, Keuruu 1991

Tampella Power
Tutkimusjohtaja Jouko Perttula

Wärtsilä Diesel
Voimalaitospuolen johtaja Nils Norrgård

Pääosin materiaali raporttiin saatiin tekemällä yrityshaastatteluja ja -käyntejä. Kiitokset seuraaville haastatelluille henkilöille:

ABB Ecopipe
Toimitusjohtaja Harry Majonen

IVO Energy Ventures
Apulaisjohtaja Timo Korpela

Ahlstrom Pyropower
Tehtaanjohtaja Timo Kauranen

IVO International
Kehittämisojohtaja Matti Kangas

Ahlstrom Pyropower
Tutkimusjohtaja Folke Engström

Imatran Voima Oy
Tutkimuspäällikkö Matti Heikkilä

Ahlstrom Pyropower
Tutkimuspäällikkö Matti Hiltunen

Neste Advanced Power Systems
Toimitusjohtaja Tapio Alvesalo

Ahlstrom Pyropower
Kehitysojohtaja Harry Lampenius

Tampella Power
Toimitusjohtaja Jorma Alajärvi

Ahlstrom Termoflow
Yksikönjohtaja Matti Maskuniitty

Tampella Power
Kattilaliiketoiminnan johtaja
Kari Kuukkanen

Ahlstrom Termoflow
Suunnittelupäällikkö Risto Tammilehto

Tampella Power
Kehitysojohtaja Jorma Lehtoviita

Enviropower
Käyttöpäällikkö Antti Leino

Tampella Power
Tutkimusjohtaja Jouko Perttula

Enviropower
Toimitusjohtaja Lauri Virkkunen

Wärtsilä Diesel
Voimalaitospuolen johtaja Nils Norrgård

Helsingin kaupungin energialaitos
Voimalaitosprojektien johtaja Erkki Vaurio

Wärtsilä Diesel
Tuotantojohtaja Matti Mikkonen

Helsingissä, 17. joulukuuta 1993

1. Toimialan rakenne ja kehitys

1.1. Toimialan määrittely ja raja

Tässä raportissa käsitellään ensisijaisesti energian tuottamiseen tarkoitettujen kotimaisten voimalaitoskattiloiden ja -dieseleiden kilpailukykyä maailmanmarkkinoilla nyt ja tulevaisuudessa. Mitkä tekijät ovat vaikuttaneet menestymiseen, ja mitä voidaan eri tahojen osalta voidaan tehdä niiden edelleenkehittämiseksi? Raportissa ovat mukana myös kaukolämpöputkistot, vesiturbiinit, lämmöntalteenottokattilat sekä tulevaisuuden energiantuotantomuodot, kuten paineistettu kaasutus ja poltto sekä aurinkoenergia- ja polttokennolaitokset. Metsäteollisuudessa käytettävän sähkön ja lämmön tuottamiseen kuuluvat soodakattilat on jätetty tästä tutkimuksen osasta pois, sitä tarkastellaan tarkemmin osana metsäklusteria.

1.1.1. Alan tuotteet ja palvelut

Energiaa voidaan tuottaa hyvin monella eri tavalla, joten tuotevalikoima sen tuottamiseen on laaja ja poikkeaa toisistaan paljon.

-Erilaiset voimalaitoskattilatyypit:

Pölypolttokattila: Kyseisessä kattilatyypissä polttoaine jauhetaan myllyissä hienoksi pölyksi, joka puhalletaan kantoilman avulla tulipesään ja poltetaan siellä. Tulipesän lämpötila voi nousta hyvinkin korkeaksi, joka aiheuttaa typen oksidien syntymisen, ns. terminen nox². Pölypoltto on yleisin käytössä oleva kiinteän polttoaineen polttotapa. Päästöjä rajoittavia keinoja ovat erilaiset low-nox-polttimet ja palamisilman vaiheistus, joilla pyritään pitämään tulipesän lämpötila mahdollisimman alhaisena, sekä erilaiset katalyyttiset noxin poistot. Rikkiyhdisteet poistetaan ennen piippua olevassa erillisessä rikinpoistolaitoksessa. Kiinteät partikkelit poistetaan yleensä sähkösuodattimilla.

Leijukerros poltto (kupliva leijupeti): Leijukerros poltossa polttoaineen palaminen tapahtuu kuumassa leijuvassa hiekkakerroksessa, jonka lämpötila on riittävän alhainen estäen terminen noxin syntymisen. Hiekkapatjaan voidaan lisätä kalsiumoksidia, joka sitoo polttoaineessa olevaa rikkiä estäen näin rikkidioksidin syntymistä. Kiinteät partikkelit poistetaan yleensä sähkösuodattimilla.

² Lämpötilan ylittäessä 1100°C ilman happi ja typpi yhtyvät muodostaen typen oksideja. Näitä typen oksideja kutsutaan termiseksi nox:iksi.

Kiertoleijukerrospoltto (kiertoleijupeti): Kiertoleijukerrospoltto on leijukerros-polttoa kehittyneempi tapa polttaa polttoaine. Siinä palaminen tapahtuu kuumassa hiekkakerroksessa tasaisesti koko tulipesän alueella, jolloin palamislämpötila pysyy riittävän alhaisena estäen näin termisen noxin syntymisen. Palamaton polttoaine sekä hiekka erotetaan syklonilla savukaasuista ja kierrätetään takaisin tulipesän alaosaan. Hiekkapatjaan lisätään kalsiumoksidia, joka sitoo polttoaineessa olevaa rikkiä estäen näin rikkidioksidin syntymisen. Polttotapa sopii erittäin hyvin märille ja muille alhaisen lämpöarvon omaaville sekä heterogeenisille polttoaineille. Kiinteät partikkelit poistetaan yleensä sähkösuodattimilla.

Lämmöntalteenottokattilat: Lämmöntalteenottokattiloiden tehtävänä on hyödyntää teollisuusprosessin tai kaasuturbiinin jälkeinen lämpöenergia. Kattiloissa kuumat kaasut jäähdytetään, jolloin lämpöä siirtyy höyrystettävään tai lämmitettävään veteen. Jos vesi höyrytetään niin se yleensä viedään höyryturbiiniin, joka tuottaa sähköä. Kiinteät partikkelit poistetaan yleensä sähkösuodattimilla.

- Voimalaitosdieselit: Wärtsilä Diesel toimittaa voimalaitosdieseleitä, joita yhdistelemällä voidaan saada sähköteholtaan jopa 200 MW:n voimalaitos. Dieselvoimalaitoksen etu kaasuturbiiniin on hyvä sähköntuoton hyötysuhde osakuormilla (eli silloin, kun voimalaitosta ei ajeta täydellä teholla). Tarvittaessa dieseleiden pakokaasut johdetaan lämmöntalteenottokattilaan, joka ottaa hukkalämmön talteen. Uusin kehitys voimalaitosdieseleiden puolella on kaasudiesel. Tässä polttoaineena käytetään maakaasua, joka on vähärikkistä ja täten vähemmän ympäristöä kuormittavaa kuin öljy.

- Aurinkokennot: Aurinkokennot muuttavat auringon säteilemän valon sähköksi ja lämmöksi. Aurinkokennojen kokonaismarkkinat ovat 50 MW / vuosi. Markkinoiden kasvunopeus on kuitenkin 20-30% vuodessa. Nykyiset kaupalliset aurinkokennot valmistetaan piistä, mutta tulevaisuudessa ne ovat ohutkalvotekniikkaa, jolloin valmistuskustannukset alenevat huomattavasti.

- Kaukolämpöputkistot: Kaukolämpöputkistojen tehtävänä on siirtää lämpöä paikasta toiseen. Lämpöä siirretään yleensä vain lähialueille, koska pitkät siirtomatkat aiheuttavat huomattavia lämpöhäviöitä. Suomessa kaukolämpöputkistoissa virtaa kuumaa vettä, mutta Keski-Euroopassa on käytössä myös höyrykaukolämpöputkistoja.

- Vesiturbiinit: Vesiturbiinien tehtävänä on muuttaa veden liike-energia sähköenergiaksi. Saatava sähköteho riippuu pudotuskorkeudesta eli virtaavan veden nopeudesta ja virtaavan veden määrästä.

- Tuotteisiin liittyvät huollot: Yhä useammin ostaja vaatii, että myyjällä on toimiva huoltoverkosto, joka vian ilmetessä on nopeasti paikanpäällä. Paikallisella huoltotoiminnalla on

myös tietämys paikallisista olosuhteista sekä tarvittava kielitaito kommunikointiin, jolloin energian tuottamiseen tai toimittamiseen tuleva katko jää lyhytaikaiseksi. Kehittynyt huoltoverkosto antaa kuvan toiminnan jatkuvuudesta, ja toimittajan luotettavuudesta.

1.1.2. Markkinat koti- ja ulkomailla

Energia-alan markkinat ovat kaksijakoiset. Uusien voimalaitosten rakentaminen suuntautuu voimakkaan talouskasvun alueelle. Ennestään vahvoilla teollisuusalueilla päästörajoitusten tiukkeneminen ja laitosten vanheneminen aiheuttavat kysyntää voimalaitosten uudistusten ja korvausinvestointien muodossa.

Maailmanlaajuinen voimalaitosrakentaminen on tällä hetkellä noin 60 000 MW/vuosi. Tästä noin 30% on höyryturbiinilla, 40% kaasuturbiinilla, 15% vesivoimalla, 10% dieselillä ja 5% ydinvoimalla tuotettua sähköenergiaa.

Voimalaitosalalla kotimaan markkinoiksi voidaan Suomen markkinoiden lisäksi laskea myös Ruotsin ja Norjan markkinat. Näillä markkinoilla kysyntä tulee olemaan lähivuosina vähäistä. Perusinvestoinnit on tehty ja normaali talouskasvusta aiheutuva lisäenergiatarve on huomattavasti pienempi kuin pohjoismaisten voimalaitosteknologiaa valmistavien yritysten tuotantokapasiteetti. Perusvoimapäätös Suomessa tulee omalta osaltaan vaikuttamaan kysyntään, mutta sekin vain yhden suuren (n. 1 000 MW) tai kahden keskikokoisen yksikön verran (500 MW). Omalta osaltaan kysyntään vaikuttaa tuontisähkön loppuminen Venäjältä (900 MW) vuoden 1999 jälkeen, sekä mahdollinen sähkön tuonnin loppuminen Ruotsista (tällä hetkellä noin 450 MW).

Voimalaitosmarkkinoiden voimakkaimman kasvun alue on tällä hetkellä Kauko-Itä. Siellä olevat taloudet kasvavat hyvin voimakasta vauhtia. Talouskasvu vaatii turvakseen riittävän energiahuollon. Arvioitu kasvupotentiaali on ainakin seuraavan 5 - 10 vuoden ajan noin 40 000 MW / vuosi. Koska kyseisillä mailla on pulaa energiasta, on sen nopea lisärakentaminen elintärkeää. Tätä markkinarakoa on mm. Wärtsilä Diesel käyttänyt erityisen hyvin hyväkseen. Wärtsilä Diesel pysyy rakentamaan nopeasti voimalaitoksen vaikka lautan päälle, jossa se on vapaasti siirreltävissä sinne, missä energiaa kulloinkin tarvitaan.

Suomalaisille yrityksille on tärkeää jalansijan saavuttaminen Kiinan markkinoilla, sillä siellä on avautumassa valtavat energiamarkkinat. Kiinan osuuden Kauko-Idän markkinoista on arveltu olevan kolmannes eli 12 000-15 000 MW vuodessa. Suomalaisella yrityksellä ei ole harteillaan "entisen valloittajan" roolia, joka voi olla haitaksi sopimusneuvotteluissa.

Pohjois-Amerikka pysyy tärkeänä markkina-alueena. Uusia voimalaitoksia ei juurikaan rakenneta, mutta pelkästään vanhojen laitosten uusimiset tuovat tullessaan suuret markkinat. Laitoksia joudutaan uusimaan niiden vanhentuessa käyttökelvottomaan kuntoon tai päästö-

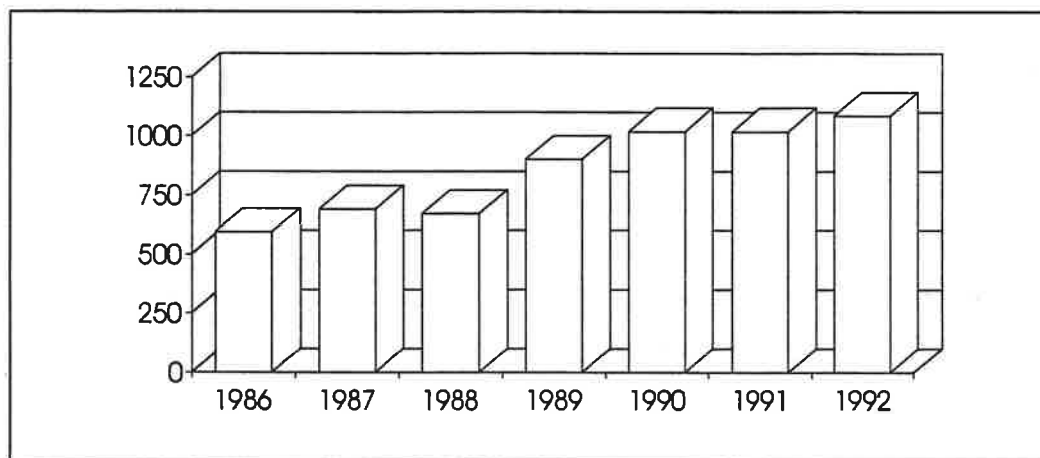
rajojen tiukentuessa, jolloin ne eivät enään saavuta vanhoilla kattiloilla riittävän alhaista päästötasoa.

Kaukolämpöputkien valmistus on yleensä paikallista toimintaa. Putkien toimittaminen pitki-en matkojen päähän ei ole taloudellisesti kannattavaa, vaan jos markkinoita ilmenee kauem-pana, niin markkinoiden läheisyyteen rakennetaan tuotantolaitos. Suomalaisten valmistajien potentiaaliset vientialueet ovat Ruotsi, Viro ja Venäjällä ennenkaikkea Pietarin lähiym-päristö, jossa on vanhentunut kaukolämpöverkosto. Venäläiset asunnot kuluttavat 3 - 5 kertaa enemmän energiaa kuin vastaavan kokoiset suomalaiset asunnot. Energian hinnan noustessa Venäjällä on oletettavissa parannuksia myös kaukolämpöverkostoon, jolloin au-keavat valtavat markkinat suomalaisille kaukolämpöputkien valmistajille.

1.1.3. Keskeiset yritykset kotimaassa

Ahlstrom Pyropower: Ahlstrom Pyropower kuuluu Ahlström-konserniin, jonka muita osia ovat Ahlstrom Machinery (valmistaa laitteistoja ja prosesseja sellu- ja paperiteollisuudelle), Ahlstrom Paper (valmistaa erikoispapereita) ja Ahlstrom General Products (valmistaa pak-kausmateriaaleja, hylsyjä, kartonkeja, sähkötarvikkeita ym.). Ahlström-konsernin liikevaihto oli 10,1 miljardia markkaa vuonna 1992. Henkilöstön määrä konsernissa oli noin 11 000.

Kuva 1.1 Ahlstrom Pyropowerin liikevaihto 1986-1992 milj. mk



Ahlström Pyropowerin liikevaihto vuonna 1992 oli noin 1,1 miljardia ja sillä oli henkilöstöä 900. Sektoriin kuuluvat seuraavat yksiköt: Ahlstrom Boilers (Varkaus), Pyropower Corporation (San Diego), Ahlstrom Pyropower K.K (Japani) ja Ahlstrom-Fakop (Puola). Pääkonttori ja USA:n toimintaa tukeva tutkimuskonttori sijaitsevat San Diegossa. Pyropo-werin tuotevalikoimaan kuuluu voima- ja teollisuuskattilalaitokset.

Ahlström on itse kehittänyt käyttämänsä Pyroflow-kiertoleijupetiteknikan. Sen kehitys aloitettiin Karhulan tutkimuskeskuksessa 1975. Ensimmäinen laitos, jonka sähköteho oli 5 MW, myytiin 1978. Ensimmäinen täyden mittakaavan laitos rakennettiin Kauttualle vuonna

1981. Pyropowerin kiertopetiteknikka esiteltiin ensimmäisen kerran yleisölle 1980. Pyropower on käyttänyt etumatkaansa kiertoleijupedin kehittäjänä hyvin edukseen. Alussa yhtiön etumatka muihin kiertoleijupedin valmistajiin oli useita vuosia, nykyisin etumatka on luonnollisesti kaventunut. Ahlströmin osuus maailmalla myydyistä kiertoleijupedeistä on yli 42%. Kiertoleijupetiteknologiaa on hyödynnetty myös Ahlstrom Pyropowerin seuraavan sukupolven voimalaitoksen kehitystyössä.

Karhulan R&D keskuksessa toimii paineistettu 10 MW:n kiertoleijupetikoelaitos. Kehitystyön päämääränä on paineistettu kombilaitos, josta Ahlström:illä on tilaus 70 MWe:n laitoksesta Des Moines Energy Centrelle, Yhdysvaltoihin. Demoprojekti on osa DOE Clean Coal Technology 3- ohjelmaa.

Pyroflow kiertoleijupetiteknologiaa on myös käytetty biomassan paineistetussa kaasutuksessa. Tähän perustuen Ahlström ja ruotsalainen Sydkraft ovat yhteisyrityksessään Bioflow Ltd:ssä kehittäneet IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle) -biomassa voimalaitosteknologian. Ensimmäinen laitos käynnistetään syksyn 1993 aikana Värnämossa Ruotsissa.

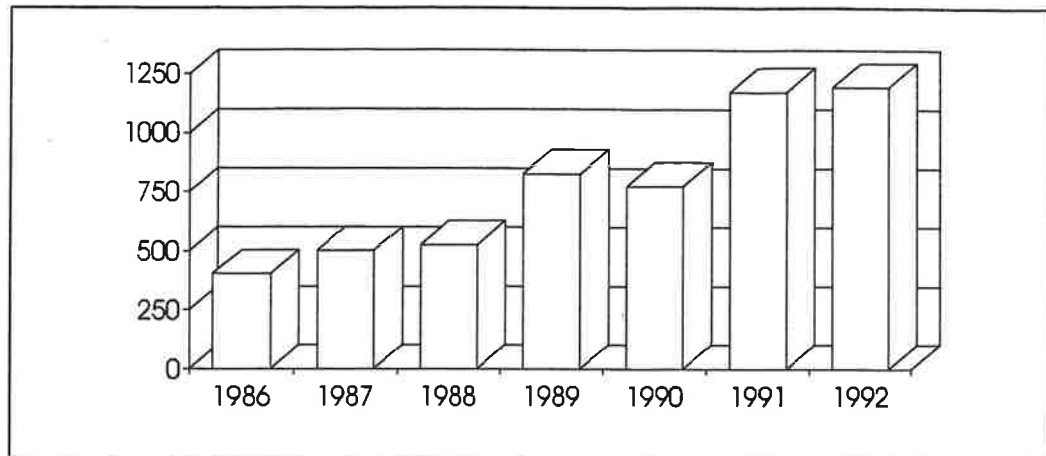
Ahlstrom Pyropowerin pääyksikkö Suomessa on Ahlstrom Boilers Varkaudessa. Termoflow on Kaarinassa sijaitseva Ahlstrom Boilersiin kuuluva tulosityksikkö, jonka Ahlstrom osti Rauma Repolalta vuonna 1987. Termoflow:n tuotevalikoimaan kuuluu alle 50 MW:n leijupetikattilat, öljy- ja kaasukäyttöiset kaukolämpö- ja höyrykattilat sekä kaasuturbiinien ja dieseleiden lämmöntalteenottokattilat. Yksikkö työllistää noin 80 henkilöä. Liikevaihto vuonna 92 oli 140 miljoonaa markkaa. Kouvolassa toimii huolto- ja asennusyksikkö Steka. Soodakattilat ovat myös Ahlströmin tärkeä energiatuotantoon liittyvä tuote, joka kuuluu Ahlstrom Machinery sektoriin osana sellutehtaan kemikaalientalteenottojärjestelmää.

Tampella Power: Tampella Power suunnittelee, valmistaa ja markkinoi kemikaalien talteenottojärjestelmiä sellu- ja paperiteollisuudelle sekä sähkö- ja lämpöenergiajärjestelmiä voimalaitosteollisuudelle. Tampella Power ja Tamrock ovat Tampella-konsernin toimialayhtiöt.

Energian tuotantoon yhtiö toimittaa pölypolttokattiloita, kerros- ja kiertoleijukattiloita, kaasuturbiinin lämmöntalteenottokattiloita, kattilauusintoja ja -muunnoksia sekä typen- ja rikinpoistolaitoksia.

Kuva 1.2

Tampella Powerin liikevaihto 1986-1992 milj. mk



Tampella on toiminut kattilamarkkinoilla jo 1880-luvulta, josta lähtien yhtiö on toimittanut yhteensä noin 400 kattilalaitosta sekä useita satoja kattilauusintoja ja -muunnoksia noin 30 maahan. Toiminta keskittyi pitkään kotimaan ja naapurimaiden markkinoille, mutta 1980-luvun puolivälissä yhtiö teki strategisen päätöksen voimakkaasta kansainvälistymisestä ja tuotepohjan laajentamisesta. Tällä hetkellä jo lähes puolet yhtiön 1 500 työntekijästä työskentelee ulkomaisten tytä- ja osakkuusyhtiöiden palveluksessa USAssa, Kanadassa, Ruotsissa, Venäjällä ja Singaporessa. Tampereella, Lapualla sekä Pennsylvaniassa USAssa sijaitsevat yrityksen tuotantoyksiköt.

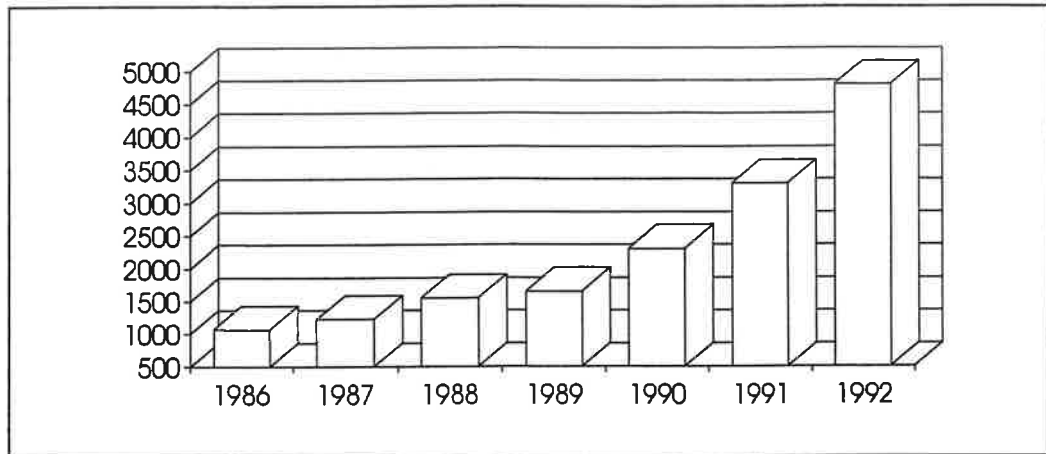
Tampella Powerin teknologia on saanut maailmanlaajuisia mainetta. Yhdysvaltain energia-ministeriö (DOE) valisti LIFAC-rikinpoistotekniikan Clean Coal -ohjelmansa 3. vaiheeseen sekä paineistetun kaasutuksen Clean Coalin 4. vaiheeseen. Suomen ympäristöministeriö on palkinnut Tampellan superpolttomenetelmän 1991. Samana vuonna arvostettu Power-lehti myönsi Haapaveden turvelaitokselle "vuoden voimalaitos" -tittelin.

Vuonna 1992 saksalainen energia- ja ympäristönsuojelutekniikan suuryritys L. & C. Steinmüller GmbH hankki 40 %:n osaomistuksen Tampella Powerista, 60% jäi emoyhtiö Oy Tampella Ab:lle.

Tampella Power osti paineistettuun kaasutukseen perustuvan voimalaitosteknologian yhdysvaltalaiselta Institute of Gas Technologyltä (IGT:ltä) vuonna 1989. Vuonna 1992 Ruotsalainen Vattenfall Engineering AB tuli Powerin yhteistyökumppaniksi 25 %:n osuudella paineistettua kaasutusta kehittäväan ja kaupallistavaan Enviropoweriin, joka työllistää tällä hetkellä 55 energiateknologian asiantuntijaa. Paineistettua kaasutusta on testattu sekä hiilellä että biomassalla ja kaupallistamiseen pyritään vielä 1990-luvun aikana.

Wärtsilä Diesel: Wärtsilä Diesel kuuluu Metra-konserniin, jonka liikevaihto vuonna 1992 oli n. 10,5 miljardia markkaa. Henkilöstöä oli noin 15 000. Metra-konsernin muut osat ovat Sanitec (valmistaa kylpyhuonetuotteita ja on Euroopan suurin kylpyhuonekeramiikan valmistaja), Abloy Security (valmistaa lukituksen, kulunvalvonnan ja hotelliturvallisuuden tuotteita) ja muut tytäryhtiöt Imatra Steel, Betora, Lohja Caravans, Cimcorp, Metra Kiinteistöt, Metra Engineering ja Metra Finance.

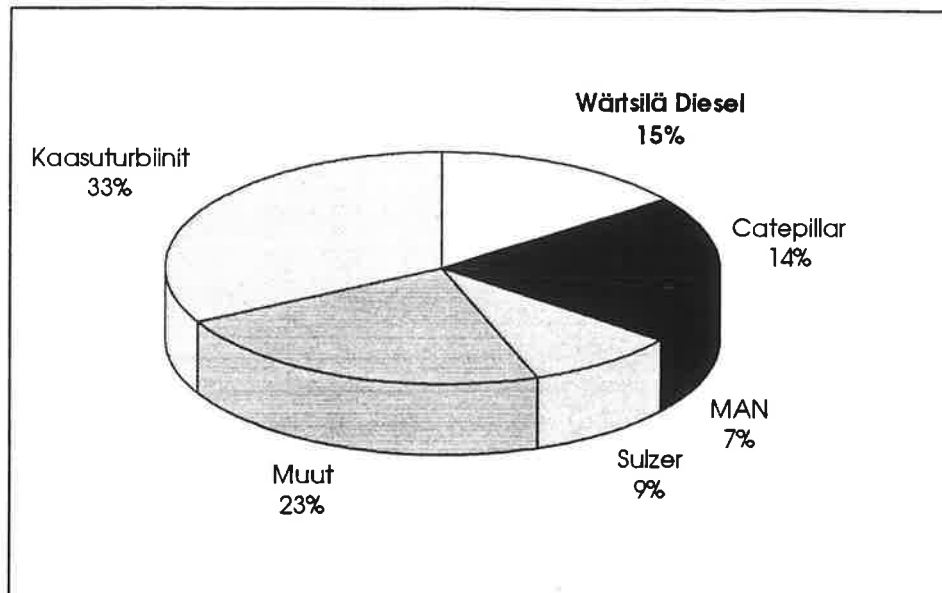
Kuva 1.3 Wärtsilä Dieselin liikevaihto 1986-1992 milj. mk



Wärtsilä Diesel aloitti dieselien valmistuksen ruotsalaisen Nohabin lisenssillä 50-luvulla oman telakkatoimintansa tarpeeseen. Myöhemmin Wärtsilä Diesel osti lisenssin antajan itselleen. 1960-luvulla Wärtsilä Diesel laajensi dieseltoimituksensa myös oman telakkateollisuutensa ulkopuolelle eli alkoi myydä dieselitä. Vuonna 1978 Wärtsilä Diesel kehitti VASA 32:n. Se on riittävän iso moottori myös voimalaitoskäyttöön, joten Wärtsilä Dieselillä päätettiin lähteä hakemaan markkinoita myös voimalaitospuolelta. Vanha Wärtsilä investoi 1980-luvun alkupuolella hyvin voimakkaasti dieselmoottorien valmistukseen. Ulkomaiset yritysostot, ennen kaikkea Ranskasta ja Hollannista, ovat olleet markkinaosuusostoja, joilla on laajennettu asiakaskuntaa.

Euroopassa oli muutama suuri dieselmoottoreiden valmistaja, mutta kyseiset yritykset olivat keskittyneet pääasiassa koti- ja lähimarkkinoihinsa. Kansainvälisen kilpailun vähäisyys sai aikaan sen, että yritysten tuotekehittely ei ollut riittävän johdonmukaista. Wärtsilä Dieselin kotimarkkinat eivät olleet kovin suuret, joten se joutui kilpailemaan maailmanmarkkinoilla, minkä vuoksi tuotekehityksen oli oltava johdonmukaista ja tietylle alueelle suunnattua.

Kuva 1.4 Dieselkäyttöisten voimalaitosten maailmanmarkkinaosuudet 1992



Lähde: Wärtsilä Diesel

1980-luvun alun sijoitukset tuotekehitykseen ovat tuoneet tulosta, sillä tällä hetkellä Wärtsilä Diesel on maailmanmarkkinajohtaja keskinopeiden dieseiden valmistajana. Wärtsilä Dieselillä on valmistusta Vaasassa, Turussa, Ruotsissa, Hollannissa, Ranskassa ja Norjassa. Liikevaihto kasvoi vuonna 1992 hyvin voimakkaasti 3,3 miljardista 5,1 miljardiin. Suurinta kasvu oli voimalaliiketoiminnassa, joka kasvoi jopa 70% ollen vuonna 1992 noin 2 miljardia markkaa. Wärtsilä Diesel on maailman markkinajohtaja 20 %:n osuudella yli 1 MW:n dieselvoimalaitoksissa. Varsinaisia kilpailijoita kokonaisten voimalaitosten toimittajina ei dieselpuolelta löydy, vaan pahimmat kilpailijat ovat kaasuturbiinien valmistajat.

NAPS (Neste Advanced Power Systems): Yritys suunnittelee, kehittää ja markkinoi aurinkoenergiajärjestelmiä. NAPSissa työskentelee n. 130 henkilöä ja sen liikevaihto on n. 80 miljoonaa markkaa vuonna 1993. Yritys myy aurinkopaneeleja vapaa-ajan käyttöön kuten kesämökkeihin ja veneisiin. Myös sähköverkon ulottumattomissa olevat sähköllä toimivat laitteet ovat potentiaalisia aurinkoenergian käyttäjiä (mm. majakat ja televerkkoasemat). NAPSista on seitsemän toimintavuoden aikana tullut Pohjoismaiden johtava aurinkoenergia-alan yritys. Euroopan markkinoista NAPSilla on n. 9 %:n osuus ja se on siten myös Euroopan johtavien yritysten joukossa.

Suomen kaukolämpöputkitoimituksista suurin osa tuotetaan kotimaassa. Suomalaiset yritykset, joilla on potentiaalia vientitoimintaan ovat **ABB Ecopipe** ja **KWH-Pipe**. Vienti suuntautuu ensisijaisesti lähimarkkinoille kuten Baltian maihin ja Venäjän alueelle (lähinnä

Pietariin), koska suurten tilavuuksien takia kuljetuskustannukset nousevat korkeiksi. Maailmanmarkkinat on vallattava paikallisella valmistuksella.

Suomessa vesiturbiineita valmistaa **Ata, Kvaerner Tamturbine** ja **Waterpumps**. Vaikka-kin Suomen potentiaaliset vesivoimalähteet ovat jo valjastetut tai rauhoitetut, niin ennenkaikkea kehitysmaissa on potentiaalisia markkinoita suurille vesivoimaloille. Hajautettuun sähköntuotantoon sopii erinomaisesti pienvesivoimalat, joille löytyy markkinapotentiaalia myös kotimaasta.

1.1.4. Alan kansainvälinen rooli

Kaikki teollisuus tarvitsee energiaa toimiakseen. Kriisien sattuessa on ensisijaisesti pyritty turvaamaan oman teollisuustoiminnan häiriöttömyys. Voimalaitokset ovat olleet kohteita, jotka lamauttamalla vaikutetaan suureen osaan muita teollisuuslaitoksia niitä varsinaisesti vahingoittamatta. Energiantuotantokoneiston valmistus onkin nähty aivan viime vuosiin saakka strategisesti tärkeäksi alaksi, jonka toiminta kotimaassa täytyy säilyttää. Euroopan yhdentymiskehitys sekä perinteisen itä-länsi jännitteen raukeaminen on tuonut mukaan myös energia-alalla vapautumista.

Pienien ja ennenkaikkea alhaisen teknologiatason yritysten toimintaedellytykset heikkenivät huomattavasti kilpailun vapautuessa. Tästä syystä kattilavalmistajien lukumäärä Euroopassa on laskenut yritysten ostaessa pienempiä valmistajia ja yritysten liittyessä yhteen. Itse kattiloita valmistavat konepajat eivät sinällään ole vähentyneet ja näin kokonaismarkkinoiden pienentyessä on maailmalla selvästi ylikapasiteettia.

"Nykyaikaisen teknisen yhteiskunnan eräs merkittävä riskitekijä onkin energian saanti nimenomaan sähköenergian muodossa. Yhteiskunnan kaikkein haavoittuvimmat järjestelmät eivät ole suuria energian käyttäjiä, mutta energian saannin katkoksilla vähänkin pidempään jatkuessaan on suuria yhteiskunnallisia vaikutuksia."(Purhonen.M, Huoltovarmuuskeskus, Energiansaannin katkosten yhteiskunnalliset vaikutukset, ENERGIA 93)

On siis ollut ymmärrettävää, että maiden sisäinen sähkönhuolto on annettu vain harvojen yhtiöiden toimeksi. Euroopassa sähkön tuottajina on yleensä ollut valtion omistama yhtiö tai sähkön tuotanto ja jakelu on rajattu maan sisällä alueittain, johon ulkopuolisella ei juurikaan ole ollut asiaa.

"Euroopan Yhteisön piiristä esitettiin vuonna 1991 aloite erityisen Euroopan energiaperuskirjan (European Energy Charter) aikaansaamiseksi. Aloitteen tarkoituksena oli synnyttää läntisten ja itäisten teollisuusmaiden energiayhteistyön laajentamista koskeva poliittinen yhteistyösopimus osapuolten energiemarkkinoiden kehittämiseksi kaikkien yhteisen

edun pohjalta."(Sahraikorpi.Y, KTM Energiaosasto, Euroopan energiaperussopimus ja sen luomat mahdollisuudet, ENERGIA 93)

Energiaperuskirja hyväksyttiin Haagissa joulukuussa 1991. Siihen liittyi Euroopan lisäksi USA, Kanada, Australia, Japani ja entisen Neuvostoliiton seuraajavaltiot. Peruskirjan mukaan on ryhdyttävä toimenpiteisiin mm. markkinoillepääsyn ja energiakaupan vapauttamisen edistämiseksi.

Tämä on saanut aikaan energiamarkkinoilla yksityistämisen, monopoleja puretaan ja siirto-verkot vapautetaan perustamalla erityisiä verkkoyhtiöitä.

Yksityisten energiatuottajien mukaantulo muuttaa voimalaitosprojekteille asetettuja vaatimuksia ja niiden luonnetta. Yhä useammin tahdotaan kokonaistoimituksia (turn key -projektit) tai omaa osallistumista laitetoimittajilta (IPP eli Independent Power Producer).

1.1.5. Tärkeimmät ulkomaiset kilpailijat

ABB on monikansallinen yhtiö, joka tuottaa lähes kaikkea mitä energiantuotantoon vaaditaan. Sen vuotuinen liikevaihto on n. 175 miljardia Suomen markkaa ja henkilöstöä n. 215 000. ABB pystyy tekemään voimalaitoksen lähes itsenäisesti, koska se kykenee valmistamaan itse kaikki tärkeimmät osat. Suuren yhtiön, kuten ABB tai Siemens, edut tulevat erityisen hyvin näkyviin kokonaisissa voimalaitoksissa toimitettaessa (turn key -projektit). Kokonaisissa projekteissa ne voivat laskea koko projektille tietyn katteen, jolloin yksittäisten osien katteen ei tarvitse olla suurikaan.

Siemens on toinen Euroopassa toimiva jättiläinen, se on keskittynyt useammalle alalle kuin ABB, joskin senkin voimalaitospuoli on suuri verrattuna Suomessa toimiviin yrityksiin.

Lurgi, johon kuuluu mm. Stein-Alhsthom ja Combustion Engineering (ABB:n omistama). Se on myynyt toiseksi eniten kiertoleijupetejä maailmassa ja omaa erittäin vahvan osaamisen myös perinteisten kattiloiden alueella. Lurgi, Deutsche Babcock ja Lentjes ovat muodostaneet yhteisyrityksen nimeltään LLB.

Foster-Wheeler on Yhdysvaltalainen yritys, joka panostaa erittäin voimakkaasti tuotekehitykseen. Yritys sai DOA:n Clean Coal ohjelman 5 vaiheessa huomattavan tukisumman, joka auttaa edelleen kehittämään paineistettua kaasutusta.

Catepillar, MAN ja Sulzer ovat suuria dieselmoottoreita valmistavia yrityksiä, jotka menestyvät hyvin omilla kotimarkkinoillaan USA:ssa ja Saksassa.

1.2. Alan historiallinen kehitys

1.2.1. Yleinen

Aikaisemmin voimalaituskattilat ovat olleet peruskonepajateollisuutta ja lähes kaikki osasivat niitä tehdä. Kattilat olivat paineastioita, joita tarvittaessa tilattiin kotimaiselta konepajalta, jolla oli ulkomainen lisenssi. Suomessa oli metsä- ja metalliteollisuutta, jotka tarvitsivat runsaasti energiaa, joten markkinoita on ollut riittävästi useammalle kuin yhdelle kattilanvalmistajalle. Suomessa on ollut 1900-luvun alkupuolelta asti kaksi merkittävää metsäteollisuuden laitteita valmistavaa yritystä (Ahlström ja Tampella), joten oli luonnollista, että kyseiset yritykset halusivat hoitaakseen myös energiantuottamiseen tarvittavan laitteiston valmistuksen. Kotimaan ja Venäjän markkinoiden koko oli riittävä aina 1980-luvulle saakka. Ennen 1980-lukua oli ulkomaille myyty pääosin soodakattiloita, joissa suomalaiset yritykset ovat jo kauan olleet ruotsalaisen Götaverkenin ohella markkinajohtajia.

Ympäristön tila ja sen tulevaisuus alkoi kiinnostaa ihmisiä yhä enemmän 1970-luvun lopulla. Erilaiset tutkimukset osoittivat rikkidioksidin ja myöhemmin myös typpidioksidin vaikutukset luontoon. Happosateista, järvien happamoitumisesta sekä puiden kunnosta ryhdyttiin kantamaan yhä suurempaa huolta. Ympäristölainsäädäntö kehittyi ja päästörajat tiukkenivat. Energian tuottajat vaativat tilauksia tehdessään kattiloilta ja dieselteiltä entistä alhaisempia päästöarvoja. Kattilanvalmistajat kehittivät sekä uusia polttoprosesseja että oheislaitteita (kuten rikinpoistolaitos), jotka vähentävät voimalaitoksen ympäristöönsä kohdistamia rasituksia. Nykyisin päästörajoitusten tiukentuessa entisestään ja nopean taloudellisen kasvun maiden vaatiessa lisäenergiaa, avautuu uusia markkinoita pienille ja keskisuurille nopeasti rakennettaville voimalaitoksille. Tämä on aiheuttanut sen, että perinteisiltä kattiloilta vievät markkinaosuuksia leijupeti- ja kiertoleijupetikattilat, jotka ovat erittäin kilpailukykyisiä juuri 100 - 250 MW:n kokoluokassa sekä ympäristöystävällisempiä kuin perinteistä polttotapaa käyttävät kattilat. Dieselteitä on perinteisesti käytetty öljynpora-autoilla, teollisuudessa, huippukuormalaitoksina sekä ydinvoimaloissa varavoi-
mana. Nyt kehitetyt raskasöljy-, kevytöljy- ja kaasudieselit laajentavat dieselvoimalaitosten käyttömahdollisuutta myös energiantuotannon osalta 1 MW:n voimaloista aina 150 MW:n voimaloihin saakka, joiden käytettävyys³ on jopa 98%.

³ Käytettävyys kertoo kuinka suuren osan vuoden 8760 tunnista voidaan laitosta käyttää.

1.2.2. Suomalaisien yritysten tausta

Suomalaisten voimalaitoskattiloiden ja -dieseleiden valmistajien taustalla ovat suuret suomalaiset metsä- tai metallialan yritykset. Tämä on ymmärrettävää, sillä voimalaitoskattiloiden tai dieselmoottorien valmistuksen aloittaminen on hyvin pääomaintensiivistä. Valmiin konepajan lisäksi on tiedettävä ostaja kyseiselle tuotteelle. Suomalaiset ovat aloittaneet toimintansa emoyrityksensä suojissa, jolle ne ovat tehneet alihankintoja osana suurempaa projektia. Alkuaikoina valmistus on pohjautunut joltakin toiselta ostettuun lisenssiin, mutta suomalaisten ostajien erityisvaatimukset ovat antaneet aiheen kehittää suomalaisiin olosuhteisiin paremmin sopiva tuote. Tuotteen kehityksessä on ollut erittäin tärkeää ostajan löytäminen, jotta saataisiin tietoa laitteen toiminnasta käytännön olosuhteissa sekä voitaisiin jatkossa antaa takuuarvot. Omaan emoyritykseen on ollut hyvä myydä ensimmäiset laitteet. Tällöin riski epäonnistumisen mukanaan tuomista ongelmista on pienempi sekä tuotekehitystyö huomattavasti helpompaa. Samalla yritys on saanut referenssilaitoksen, jonka suoritusarvoilla niitä on pystytty myymään muillekin.

1.3. Uuden tuotantoteknologian käyttöönotto ja tekniset innovaatiot

Täysin uuden voimalaitostekniikan tuominen markkinoille kestää noin 20 vuotta. Kehitysprojektit sitovat runsaasti henkistä ja fyysistä pääomaa, jälkimmäistä erityisesti demonstraatiovaiheessa. Niihin otetaan yleensä mukaan yksi tai useampia kumppaneita jakamaan riskit epäonnistumisesta. Kehitysprojektien hyvä puoli on siinä, että tietämys kasvaa koko ajan, vaikka itse projekti ei saavuttaisikaan sille asetettuja tavoitteita. Tätä uutta tietoa voidaan käyttää hyväksi vanhojen prosessien kehittämiseen. Kehitysprojektien suurimmat ongelmat tulevat vastaan demonstraatiolaitosta rakennettaessa. Demonstraatiolaitokset maksavat satoja miljoonia markkoja, joten on ymmärrettävää, että ostaja ei mielellään sijoita laitokseen, jonka toimivuudesta käytännön tilanteissa ei ole varmaa näyttöä. Ostajan riskiä on pienennettävä erilaisten rahoitusjärjestelyin, jotta uutta teknologiaa käyttäviä laitoksia saataisiin Suomeen.

Kilpailu uuden tuotteen markkinoille tuomisesta on erittäin kova, sillä käyttökokemusten myötä kertynyt tieto on erittäin tärkeää jatkokehittelyä varten. Yritykset kehittävät tuotteitaan jatkuvasti. Pieniä parannuksia tehdään, kun käyttökokemukset toimivista laitoksista saadaan hyväksikäytettyä. Jatkuva tuotteen kehittäminen on edellytys, jotta tuote pysyy kilpailukykyisenä muuttuvilla markkinoilla.

2. Teoria

2.1. Yleistä

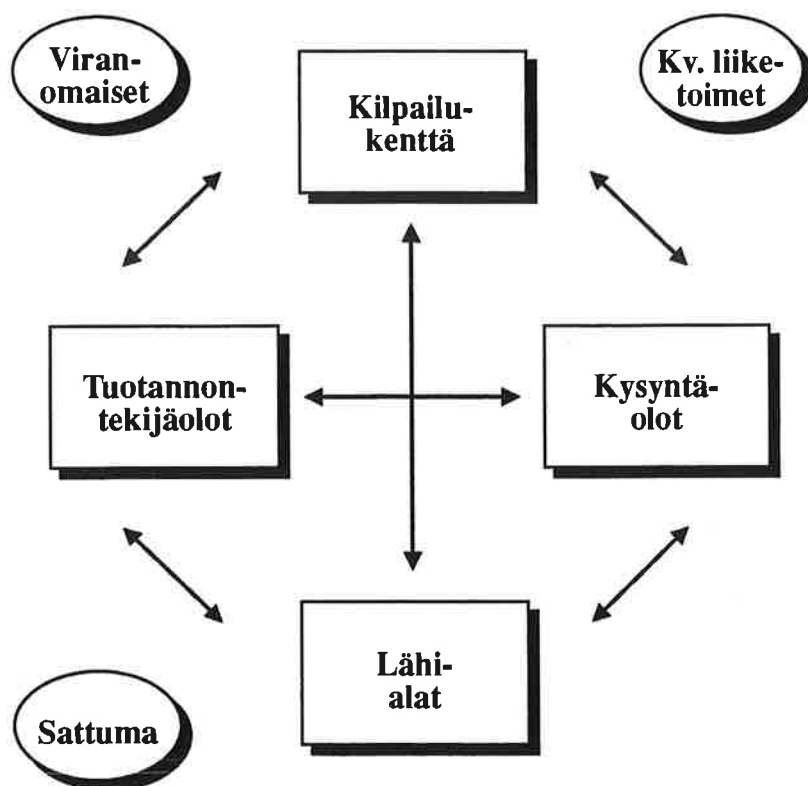
Tämän raportin lähestymistapana on käytetty Michael E. Porterin kirjassa (1991) "kansakuntien kilpailuetu" esiintyvää mallia. Porterin mukaan kansakuntien kilpailukyky ei ole perittyä. Maan luonnonvaroilla, työvoimalla, koroilla ja valuuttamarkkinoilla on oma osansa kilpailukykyyn, mutta yhä suurempi osa kilpailukyvyistä koostuu itse luoduista tekijöistä, kuten kyvystä innovoida ja kehittyä. Tämä teoria voidaan rajoittaa koskemaan myös yksityistä yritystä, tai kuten tässä raportissa on tehty, tietyn alan yrityksiä koskevaksi lähestymistavaksi.

2.2. Toimialatimantti

Porterin teorian keskeisimpänä osana on toimialatimantti. Se koostuu neljästä perusosasta: (1) tuotannontekijäolosuhteista, (2) kysyntäoloista, (3) tuki- ja lähialoista sekä (4) toimialan yritysten strategiasta, rakenteesta ja keskinäisen kilpailun luonteesta. Timantin "ulkopuolisina" tekijöinä vaikuttavat (5) julkinen valta, (6) sattuma sekä (7) kansainväliset liiketoimet.

Kuva 2.1

Porterin toimialatimantti



Timantin eri osaset muodostavat toisiaan vahvistavan kokonaisuuden. Toimialan yritykset sekä niiden tuki- ja lähialat muodostavat klusterin eli toisiaan tukevan ja osin toisistaan riippuvaisen yritysryppään.

Klusterissa olevien yksittäisten yritysten kehittyminen vaikuttaa klusterin muiden yritysten kilpailukykyyn. Klusterin toimivuudesta riippuu, kuinka nopeasti yhden yrityksen innovaatiot hyödynnetään klusterin muissa yrityksissä.

2.2.1. Tuotannontekijäolosuhteet

Tuotannontekijäolosuhteilla tarkoitetaan tuotannon panostekijöiden (esim. luonnonvarojen, infrastruktuurin, pääoman, teknologian, inhimillisten resurssien ja tieto-aidon) saatavuutta, hintaa ja laatua. Tuotannontekijät, jotka osoittautuvat pohjimmiltaan kilpailuedun lähteiksi, ovat edistyksellisiä, erikoistuneita ja sitoutuneita tiettyyn teollisuudenalaan tai yritykseen. Usein kriittisiä tekijöitä ovat yrityksen toiminnan tuloksena kehittyvä ja hioutuva teknologia, koulutettu ja kokenut työvoima jne.

Pysyäkseen kilpailukykyisenä tulee yrityksen tuotantotekijöiden kehittyä jatkuvasti: saatavuuden olla riittävä, hinnan kilpailukykyinen ja laadun mielellään korkeampi kuin parhailla kansainvälisillä kilpailijoilla. Halpojen tuotantotekijöiden runsas saatavuus johtaa harvoin tehokkuuteen ja jatkuvaan kehitykseen. Sitävastoin jonkun yleisen tuotantotekijän selektiivinen puuttuminen saattaa poikia uusia innovaatioita ja muutoksia.

2.2.2. Kysyntätekijät

Kysyntätekijöiksi määritellään ne nykyisten tai potentiaalisten asiakkaiden tarpeet sekä ne säännöt, rajoitukset ja ohjeet, jotka yritys pyrkii toiminnallaan täyttämään. Kotimarkkinoiden koolla ei Porterin mukaan ole suurtakaan merkitystä: ratkaisevampaa on kysynnän luonne. Vaativa kysyntä aiheuttaa yrityksille jatkuvaa painetta korkeiden vaatimusten täyttämiseksi. Parhaimmillaan kotimainen kysyntä ennakoii kansainvälisen kysynnän muutosta.

2.2.3. Tuki- ja lähialat

Tuki- ja lähialoiksi katsotaan yrityksen tai toimialaan sidoksissa olevat yritystoimintaa (tai siihen suoraan kytkeytyvää palvelutoimintaa) harjoittavat osapuolet, jotka lisäävät yrityksen tai toimialan kilpailukykyisyyttä. Lähialojen tärkeimmän osan muodostavat käytetyt tavaran toimittaja- tai palveluyritykset. Näillä ei ole vain taloudellista ja tuotannollista merkitystä, vaan ne ovat parhaimmillaan uuden teknologian lähteitä ja merkittävä voima innovaatioiden takana.

2.2.4. Kilpailukenttä: toimialan yritysten strategia, rakenne ja keskinäinen kilpailu

Kilpailun luonne on osaltaan seurausta maassa vallitsevista liikkeenjohtamis- ja organisaa-tiokulttuurista, jotka puolestaan on pitkän historiallisen kehityksen seurausta. Porterin mu-kaan voimakas kotimainen kilpailu on perimmäinen ja tärkein syy pysyvän kilpailuedun syn-tymiseen, koska juuri se on perimmäinen motiivi jatkuvassa kehitys- ja innovaatiotoiminnas-sa.

Porter määrittelee viisi innovaatioiden syytä, jotka saattavat johtaa kilpailuedun saavuttami-seen: 1. uusi teknologia (kustannus- tai lisäarvoedut), 2. uudet tai muuttuvat ostajien tarpeet (1st mover -edut), 3. uudet teollisuussegmentit, 4. tuotannontekijöiden muuttuneet kustan-nukset tai saatavuus, 5. muutokset säännöksissä.

Dynaamista kilpailukenttää kuvaa sekä kiivas kilpailu että samanaikainen yhteistyö yritysten välillä. Toimintojen tehostaminen pakottaa yhteistyöhön esim. projektien ohjausten suunnit-telussa, kun toisaalta käydään kiivasta markkinataistoa. Kehittyville aloille on tyypillistä joi-denkin yritysten voimakas kasvu, jolloin jää tilaa pienille yrityksille, jotka erikoistuvat ka-pealle sektorille. Tämä edistää yrittäjyyttä ja uudistumista. Kilpailun rajoittamisen ja mono-polisoitumisen seurauksena on pitkällä tähtäimellä kilpailukyvytön teollisuudenala.

2.2.5. Julkinen valta

Useimmiten ne alat, johon valtiovalta on panostanut, ovat jääneet vaille kansainvälistä me-nestystä; valtiovallalla on osuus, muttei pääroolia kilpailukyvyyn luomisessa. Valtion tulisi tukea toimialojen "timantteja" ja edistää kilpailua. On vältettävä sekaantumista tuotannon-tekijä ja valuuttamarkkinoihin, asetettava tiukat turvallisuus-, tuote- ja ympäristöstandardit sekä rajoitettava yritysostoja ja suoraa yhteistyötä saman alan yritysten kesken. Keskeisenä ongelmana on aikahorisontti. Kilpailukykyisen teollisuuden luomiseen saattaa mennä vuosi-kymmeniä, sidosryhmien ollessa kiinnostuneita lyhyemmän tähtäimen tuloksista.

Kuinka julkinen valta voi tukea teollisuuden kilpailuedun syntymistä? Tämä tavoite saavutetaan luomalla riittävät toimintaedellytykset yritystoiminnalle ja valvomalla, että toimialoilla vallitsee riittävä kilpailu. Suora tuki ja julkinen yritystoiminta ei kehitä kilpailua, vaan panoksen on suuntauduttava infrastruktuuriin, tutkimukseen ja sen turvaamiseen, että maa on ja pysyy houkuttelevana tukikohtana kansainvälisille yrityksille.

2.2.6. Sattuma

Sattumaksi sanotaan sellaista suoraan tai välillisesti yritystoimintaan vaikuttanutta tilaa tai tekijää, joka on/oli jonkin laajennetun timantin ulkopuolisen voiman aikaansaama tai seura-usta jonkin timantin osan toiminnasta kuitenkin siten, ettei toimeksipanjien tavoitteena mis-

sään vaiheessa tai millään muotoa ollut kyseinen tila tai tekijä, eikä tähän päätyminen ollut ennalta aavistettavissa. Sattuma luo uusia haasteita ja paineita sekä antaa mahdollisuuksia toiminnan kehittämiseksi. Yritysten mukautumisnopeudesta riippuu minkälaiset hyödyt/haitat yrityksen toiminnalle muodostuu.

Seuraavassa tarkastellaan suomalaisten energian tuotannon koneiden ja laitteiden kilpailukyvyn osatekijöitä edellä kuvatun Porterin kilpailukykyymallin avulla.

3. Tuotannontekijäolosuhteet

3.1. Luonnonvarat

Suomalaiseen kattilan, dieselin tai kaukolämpöputkien valmistukseen ei luonnonvarojen runsaudella ole juurikaan ollut tekemistä. Valmistusta on ollut, koska ala on nähty strategisesti tärkeäksi. Aikaisemmin liikenneyhteydet ja kuljetuskalusto on ollut puutteellista suurten osien siirtämiseksi paikasta toiseen.

Koska Suomessa ei ole ollut rautakaivoksia on rautamalmi jouduttu ostamaan ulkomailta maailmanmarkkinahinnoin. Tämä on saanut aikaan sen, että suomalaiset konepajat ovat kehittäneet valmistustapojaan materiaaleja säästäviksi. Myös omien kansallisten hiili- ja öljyvarojen puute on pakottanut suomalaiset teollisuusyritykset hyödyntämään kotimaisia polttoaineita erityisesti puujätettä ja mustalipeää, tämä on poikinut ainutlaatuisen osaamisen tason märkien polttoaineiden polttamisessa.

3.2. Infrastruktuuri⁴

Suomalaisten konepajojen infrastruktuuri on erittäin korkealla tasolla. Konepajat uusivat 1980-luvulla hyvin voimakkaasti koneita ja laitteitaan. Nykyisin joustavat tuotantojärjestelmät ovat lisääntymässä, jolloin tuotteen läpimenoaikaa voidaan tuntuvasti lyhentää, mikä lisää tuotannon kapasiteettia. Työvoima on ammattitaitosta ja sen keskimääräinen sivistystaso on maailman huippuluokkaa. Nykyiset ammattikoululaiset oppivat tietokoneiden käytön alkeet, jos eivät kotonaan niin viimeistään kouluissaan, jolloin uusien koneiden käytön opettelu helpottuu "tietokonepelon" ollessa poissa.

Tietotekniikan kehittyessä maailma pienenee. Suunnittelun ja tuotannon ei tulevaisuudessa tarvitse sijaita fyysisesti lähekkäin, samoin etäisyys markkinoihin pienenee tiedonvälityksen kehittyessä. Erilaiset logistiikka- sekä projektinhallintaohjelmistot kehittyvät, jolloin voidaan toteuttaa projektit entistä tarkemmin ja halvemmalla. 80-luvulla hankitut koneet pystyvät hyödyntämään uuden tekniikan mukanaan tuomat edut huomattavasti helpommin kuin vanhat koneet.

⁴ Taloudellisen kehityksen edellytyksenä olevat laitteet ja järjestelyt.

3.3. Pääomakustannukset ja pääoman saatavuus

Konepajaliiketoiminnassa koneiden ja laitteiden määrä on varsin huomattava. Tästä syystä niihin sitoutunut pääoma on varsin suuri. Tuottaakseen voittoa on konepajojen käyttöasteen oltava riittävän korkea. Tilauskannan vaihdellessa suuresti on selvää, että aina ei pystytä takaamaan kaikille töitä. Tilauskannan ollessa riittävä myös alihankintoja tehdään runsaasti, jolloin tieto ja taito pysyy alihankkijoilla, mutta hiljaisempina aikoina, kun pyritään työllistämään oma väki, osa alihankintatöistä suoritetaan itse. Tilauskannan suurista heilahteluista sekä koneiden ja laitteiden pääomaintensiivisyydestä johtuen konepajat mitoitetaan nykyään vain osalle maksimitilauskannasta. Tämä antaa myös hiljaisempina aikoina työtä alihankkijoille, jolloin he säilyttävät ammattitaitonsa tason, sekä vähentää omaan henkilöstöön kohdistuvia muutospaineita.

3.4. Työvoima

Energia-ala on hyvin monimuotoinen. Se vaatii osaamista usealta eri sektorilta koneenrakennuksesta polttotekniikan hallintaan. Tämän lisäksi Suomen olosuhteet, eli kotimaisten hiili- ja öljyvarojen puuttuminen sekä kylmä ilmasto, ovat luoneet meille osaamista vastapainetekniikasta sekä biopolttoaineen poltosta. Nykyiset kehittyneet polttotekniikat, kuten leijukerros poltto, vaativat aikaisempaa korkeatasoisempaa suunnittelua ja valmistuksen laatua. Uusien paineistettujen teknologioiden myötä nämä vaatimukset korostuvat entisestään.

Suomen hintakilpailukyky on viime vuosina parantunut huomattavasti. Silti on selvää, että emme voi kilpailla työn hinnassa Venäjän tai Kiinan hintatasoa vastaan. Kilpailueduksemme jää korkealaatuinen työ, lyhyt toimitusaika sekä projektien kokonaisosaaminen. Koulutettu työvoima antaa mahdollisuuden sopeutua riittävän nopeasti muuttuviin markkinoihin ja niiden tuomiin uusiin vaatimuksiin.

Eri yliopistot, korkeakoulut, niiden osastot ja tiedekunnat kilpailevat lahjakkaimmista oppilaista. On selvää, että ala, joka saa jatkuvasti lahjakkaimmat opiskelijat, omaa parhaimman mahdollisuuden kehittyä ja menestyä kansainvälisessä kilpailussa. Osa energia-alaa, mutta ennen kaikkea voimalaitoskattiloiden ja -dieseleiden valmistus, on nähty kuuluvaksi metalliteollisuuteen. Perusmetalliteollisuudesta energian tuotannon koneita ja laitteita valmistavat yritykset poikkeavat siinä, että suomalaiset kiertoleijupetikattilat ja dieselit ovat suurelta osin saavuttaneet maailman markkinaosuutensa teknillisten edistystensä avulla eikä suinkaan halvan hinnan ansiosta.

Energia-alan on, houkutellessaan jatkossa parhaita opiskelijoita, kehitettävä tiedoitustoimintaansa suurelle yleisölle ja ennen kaikkea opiskelijaan aloittaville, jotta tulevaisuudessakin olisi osaavaa työvoimaa. Siitä, miksi Suomen energiaosaamisen taso on maailman

mittakaavassa hyvin korkealla, ei yksin käy kiittäminen suotuisia ympäristöolosuhteita, vaan usealta taholta on tullut ilmi, että Suomen energia-alalla on ollut erittäin osaavia opettajia ja tutkijoita, jotka ovat omalta osaltaan olleet suotuisasti vaikuttamassa energiasektorin kokonaisuutensaamiseen.

Energia-alaan liittyvää koulutusta Suomessa annetaan Teknillisessä Korkeakoulussa, Lappeenrannan Teknillisessä Korkeakoulussa, Tampereen Teknillisessä Korkeakoulussa, Åbo Akademiassa ja Oulun Yliopistossa sekä useissa teknillisissä opistoissa ja -kouluissa. Näiden koulujen tehtävänä on riittävän perustiedon antaminen opiskelijoille, jotta ne ymmärtäisivät nykyiset energiantuottotekniikat ja tulevaisuuden tuomat haasteet.

Yritysten olisi entistä paremmin käytettävä korkeakoulujen tarjoamat resurssit hyödykseen. Opiskelijoille olisi tarjottava erilaisia tietojen keruu ja selvitystehtäviä, jotka voitaisiin liittää osaksi opintoja. Tällöin tutustuminen alaan ei jäisi ainoastaan kesätöiden varaan, vaan sitä tapahtuisi myös opintolukukausien aikana. Opinnot muuttuisivat käytännönläheisimmiksi ja yritykset saisivat jatkossa entistä parempia työntekijöitä palvelukseensa.

4. Kysyntäolosuhteet

4.1. Markkinat

Energia-alaa yksityistetään voimakkaasti useissa teollisuusmaissa. Rajat aukeavat ja uudisrakentamismarkkinoiden painopistealue on siirtymässä Euroopasta ja Pohjois-Amerikasta Kauko-Itään. Kauko-Idässä sähkön kulutuksen voimakas kasvu johtuu teollisuustuotannon lisääntymisestä. Euroopassa ja Amerikassa sähkön kulutuksen kasvu on viime vuosina perustunut yhteiskunnan kehittymiseen. Euroopassa ja Amerikassa yhteiskunnan sähköntuotannosta vastasivat suuret, yleensä valtion hallitsemat, monopolistiset yhtiöt. Uudenlaiset markkinat tuovat muutoksia asiakaskuntaan.

Aikaisemmin asiakkaina ovat olleet kunnalliset ja valtion energiayhtiöt sekä energiantensioviset teollisuusalat (puu- ja paperiteollisuus sekä metalliteollisuus), niin nykyisin on markkinoille tulossa itsenäisiä energia-alan yrityksiä. Aikaisemmin suunniteltiin laitokset itse tai annettiin toimeksianto suunnittelutoimistolle, ostettiin niihin tarvittavat koneet ja laitteet valmistajilta ja rakennettiin voimalaitos.

Nykyään yhä useammin pyydetään laitetoimittajilta tarjouksia kokonaisista voimalaitoksista (turn key -projektit), jolloin ollaan kiinnostuneita vain laitoksen kokonaishinnasta ja sen tuottaman energian määrästä ja hinnasta. Tällöin on eduksi, jos toimittajalla on valmiina "pakettiratkaisuja" tietyn kokoisista laitoksista, tämä alentaa laitosten kokonaishintaa vähentämällä oleellisesti suunnittelutyötä. Laitetoimittajilta saatetaan pyytää myös oman pääoman sitomista voimalaitokseen. Toimitusten suurentuessa tulevat erilaiset rahoitusjärjestelyt yhä keskeisimmäksi kilpailutekijäksi⁵. Teollisuusyritykset, jotka ennen omistivat tehtaan vieressä olevan voimalaitoksen, ostavat useammin tulevaisuudessa tarvitsemansa sähkön ja lämmön voimalaitoksen omistavalta erilliseltä yhtiöltä. Tämä järjestely säästää yrityksen voimavaroja sille alueelle, jonka se parhaiten osaa. Voimalaitoksen ostaakin energian tuottamiseen keskittynyt yritys, joka laitoksen valmistuttua myy sen tuottaman energian tehtaalles.

Kauko-Idän markkinoille suomalaiset yritykset voivat päästä metsäteollisuuden yritysten mukana. Suomalaisten yritysten tietotaito käyttää itämaisten valmistajien (esim. kiinalaisia turbiineita) osia voimalaitosten kokonaistoimituksissa antaa kilpailuetua verrattuna länsimaisiin turn key- toimituksiin.

⁵ ks. Erkkä Hopposen, ETLA:n dp-sarjassa julkaistava raportti.

Korvausinvestointien suurin markkina-alue on luonnollisesti siellä missä energiaa kulutetaan eniten eli Pohjois-Amerikassa. Päästäkseen osalliseksi Pohjois-Amerikan markkinoista on yrityksen paikallinen läsnäolo siellä välttämätöntä. Korvausinvestointeja tehdään, joko laitoksen vanhenemisen tai päästöarvojen tiukkenemisen vuoksi. Yhdysvalloissa on erittäin vaikeata saada lupaa uuden voimalaitoksen ja siirtoverkkojen rakentamiseen, joten uudet voimalaitokset tehdään vanhojen tilalle samalle paikalle, ja kaikki käytettävissä oleva pyritään hyödyntämään vanhasta voimalaitoksesta. Pohjois-Amerikan markkinat ovat niin suuret, että pienikin osuus niistä on merkittävä suomalaisten yritysten kokonaisvolyymistä.

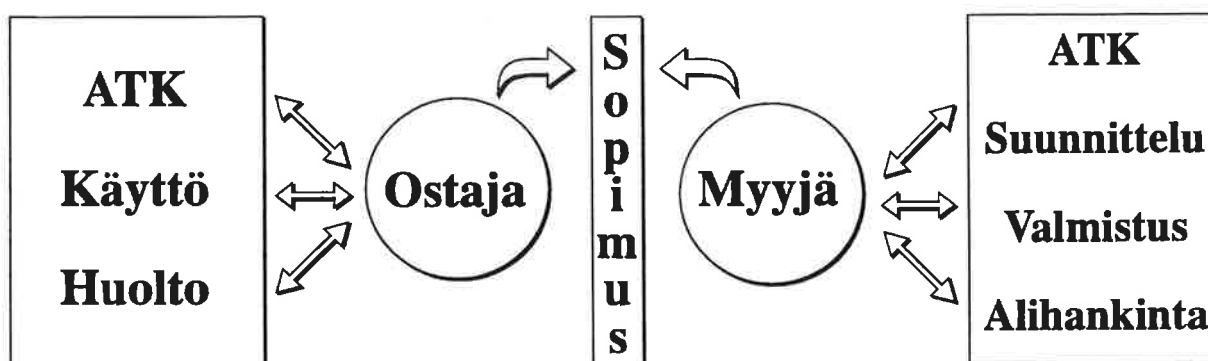
4.2. Asiakkaiden ja valmistajien väliset suhteet

Valmistajille on ollut aikaisemminkin tärkeää pitää läheisiä suhteita ainakin joihinkin asiakkaisiinsa, täten saadaan tietoa käyttökokemuksista ja niihin liittyen parannusehdotuksia käytettävyyden helpottamiseksi. Nämä asiakkaat on syytä valita niin, että niiden avulla voidaan edistää myyntiä. Asiakkaiden kysynnän on edustettava maailmanmarkkinoiden kysyntää.

Energiamarkkinoiden avautuessa ja itsenäisten yrittäjien tullessa kilpailuun mukaan vaaditaan myyjältä entistä aktiivisempaa osuutta omistuksessa, käytössä ja rahoitusjärjestelyiden hoitamisessa.

Kuva 4.1

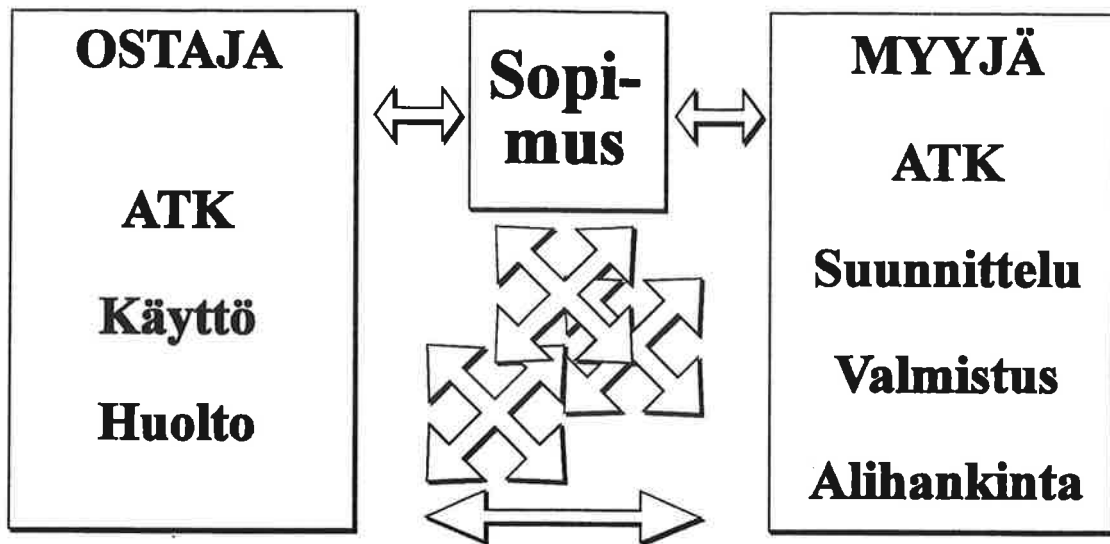
Nykyinen kaupantekokäytäntö



Kun nykyään kaupantekoon osallistuu ostajalta ja myyjältä ainoastaan tietyt henkilöt, jotka sopivat omien automaatio- ja suunnitteluosastojensa laitteistojen yhteensovittamisesta sekä tuotantolaitosten ja alihankkijoidensa kanssa valmistuksen aikataulusta, niin tulevaisuudessa käytäntö tulee olemaan toisenlainen. Kosketuspinta ostajan ja myyjän organisaation välillä tulee kasvamaan.

Kuva 4.2

Kaupantekokäytäntö tulevaisuudessa



Valmistajan eli myyjän ja ostajan eri osapuolet ottavat osaa neuvotteluihin. Suunnitteluosasto keskustelee käyttäjien ja kunnossapitohenkilökunnan kanssa heidän tarpeistaan ja toiveistaan, automaatio ja ympäristönsuojeluosastot suunnittelevat yhdessä raportoinnin jne. Tämä edellyttää myyjältä toimintojen kehittämistä sekä yhä useamman henkilön kouluttamista toimimaan ostajan kanssa. Tietyt alihankkijat voivat omalta osaltaan olla mukana neuvotteluissa, vaikka he eivät varsinaista sopimusta itse asiakkaan kanssa allekirjoitakaan. Alihankintasopimukset voivat muuttua yleisistä sopimuksista enemmän projektikohtaisiksi. Alihankkijalle uudet neuvotteluasetelmat tuovat mukanaan vastuuta ja vaatimuksen osavasta myyntityöstä. Etuna alihankkijalle on oman osan onnistuessa mahdolliset tulevat sopimukset tilaajan kanssa.

4.3. Laatustandardit ja vaatimukset

Energiatuottamisen laitteissa on laadulla aina ollut keskeinen merkitys. Teollisuusprosessit sekä useat yhteiskunnalliset järjestelmät ovat riippuvaisia energiasta. Energian saannin katkeaminen voi pahimmassa tapauksessa pysäyttää koko teollisuusprosessin ja aiheuttaa pitkäaikaisen seisokin tuotantoon. Siksi ostaja ei osta sellaista energiantuotantolaitetta, joka voi aiheuttaa koko tuotannon pysähtymisen. Jos tuotanto on riippuvainen ainoastaan sähköstä, pystytään se hankkimaan usein myös oman laitoksen ulkopuolelta. Sensijaan prosessit, jotka ovat riippuvaisia höyrystä, eivät pysty saamaan energiaansa ulkopuolelta, joten ne eivät voi toimia katkon aikana. Yksikin epäonnistunut voimalaitos voi olla hyvinkin kohtalokas tulevaa myyntiä ajatellen. Kaikesta tästä seuraa, että ostaja on yleensä erittäin kiinnostunut siitä miten valmistaja hoitaa tuotteensa laaduntarkkailun. Paineastandardit ovat olleet jo kauan käytössä voimalaitoskattiloissa. Nykyisin ollaan kiinnostuneita koko toiminnan

laadusta (TQM total quality management). ISO 9000 tarkastelee ja kuvaa koko toiminnan laatua.

Ostajalle on huomattavasti helpompaa, jos valmistaja on ISO 9000 sertifioitu, koska tällöin hänellä on tae valmistajan riittävästä taidosta tarkkailla itse tuotteensa kokonaislaatua. Suomalaiset valmistajat ovatkin joko sertifioituja tai tulevat hakemaan sertifikaattia lähiaikoina. Tuotteen valmistajan alihankkijoiden ei välttämättä tarvitse olla sertifioituja, vaan yleensä valmistajalle riittää kun alihankkija on osoittanut toimivansa niiden kriteerien mukaisesti. Pienille alihankkijoille sertifikaatin hankkiminen ja valmisteleminen lienee liian kallista.

Uusien paineistettujen tekniikoiden tullessa käyttöön kattilavalmistajilta vaaditaan yhä korkeamman teknologian osaamista, jolloin kattiloiden valmistus siirtyy yhä harvempien yritysten käsiin. Paineen ja lämpötilan kasvaessa osilta vaaditaan pienemmät toleranssit sekä parempaa kulutuksen ja korroosion kestoa. Tulevaisuudessa energiantuotantokoneistolle asetetut laadulliset vaatimukset lähestyvät kemianteollisuuden laitteiden vaatimuksia.

4.4. Kysynnän tähänastinen ja tuleva kehitys

Voimakkaan taloudellisen kasvun aikana myös energian kulutus kasvaa hyvin voimakkaasti. Jotta kyseinen energiatarve on saatu tyydytetyksi on rakennettu suuria laitoksia. Suurten laitosten rakentamista on puoltanut myös suuruuden ekonomia. Suuria laitoksia rakennettaessa täytyy sähköverkossa olla riittävästi kapasiteettia kestämään suuren laitoksen tuoma rasitus. Maissa, joissa taloudellinen kasvu on nyt voimakasta ei ole riittävää siirto- ja jakeluverkostoa, joten rakennettavat laitokset eivät ole suurimpia mahdollisia.

Oma osansa on myös ympäristönsuojelulla. Laitoksille asetettavat päästörajat tiukkenevat, joka sinällään suosii uusia tekniikoita, joissa ei tarvita erillisiä rikinpoistolaitoksia, sekä ympäristöä vähemmän kuormittavaa polttoainetta kuten kaasua. Kaikkialla maailmassa kiinnitetään jatkossa entistä enemmän huomiota ympäristöön, tällöin voimalaitokset, jotka pystyvät polttamaan puhtaammin ja vaikeammin palavia polttoaineita, ovat ostajalle tavallista voimalaitosta turvallisempi sijoitus.

Taulukko 4.1

ERI MAIDEN PÄÄSTÖRAJAT UUSILLE yli 50 MW:n HIILIVOIMALAITOKSILLE

	Rikkidioksidi	Typpidioksidi	Hiukkaspäästöt
SUOMI	230 mg SO ₂ / MJ	150 mg NO ₂ / MJ	50 mg/m ³
RUOTSI	270 mg SO ₂ /m ³	135 mg NO ₂ /m ³	50 mg/m ³
SAKSA	2000 mg SO ₂ /m ³	n. 4-500 mg NO ₂ /m ³	80 mg/m ³ tai 125 mg/m ³ riippuen hiililaadusta
JAPANI	Laitoksille on laitoskohtaiset päästörajoitukset	515 mg NO ₂ /m ³	200 mg/m ³

Lähde: Ympäristöministeriö

5. Tuki- ja lähialat

5.1. Alihankinta

5.1.1. Yleinen suuntaus

Tuotteen kokonaishinnan minimoimisen edellytyksenä on tehdä osat siellä, missä niiden tekeminen on kokonaisuuden kannalta halvinta. Tämä siirtää alihankintoja yhä enemmän markkina-alueelle paikallishankinnoiksi, jolloin kuljetuskustannukset vähenevät. Tämä ei luonnollisesti aina onnistu vaan kyseinen osan valmistaja voi olla täystyöllistetty tai muuten estynyt valmistamaan osaa riittävän ripeässä aikataulussa. Pääsääntöisesti ollaan kuitenkin kehittämässä valmistusta siten, että itse suoritetaan tuotteen kannalta ainoastaan kriittisimmät osat sekä pidetään suunnittelu- ja teknologiaosaaminen talossa. Tämä tarkoittaa yleensä alihankintojen osuuden kasvamista koko tuotteesta.

5.1.2. T&K- ja toiminnankehitysyhteistyö ja alihankintasuhteet

Alihankintojen lisääntyessä yhä suurempi paino koko tuotteen kehityksestä onkin oikeiden alihankkijoiden löytämisessä sekä toimivien alihankintasuhteiden luomisessa.

Alihankkijat voidaan ryhmitellä kolmeen ryhmään.

1. *Tuotteen valmistamisen kannalta tärkeät alihankkijat:* Kyseiset alihankkijat omaavat riittävän tuotantoteknologian ja osaamisen valmistaa osaa tai osakokonaisuutta. Alihankkijalta vaaditaan yritysuskollisuutta, jolloin muille saman alan yrityksille ei ole suotavaa valmistaa kyseistä osaa. Alihankkijan valmistusta pyritään kehittämään, jolloin siitä saatava hyöty olisi molemminpuolinen. Esim. uusi tuotantoteknologia tai linjanmuutos säästää osan valmistuskustannuksia 30%, valmistajalle osa halpenee 12% ja loput jää alihankkijan hyödyksi. Tietotaitoa, jota on kehitetty yhdessä kohdeyrityksen kanssa, ei saa käyttää kilpailevan yrityksen tuotteita valmistettaessa.

Alihankkija voidaan ottaa mukaan tarjoustilanteeseen, jolloin tämä sitoutuu itse pääsopimukseen, vaikka ei itse ole osallisena sitä. Osakehittelyn t&k-vastuu jaetaan alihankkijan kanssa. Pyrkimys on siihen, että valmistajalla olisi yleensä kaksi kyseistä osaa valmistavaa alihankkijaa, jolloin ei oltaisi yhden osatoimittajan armoilla sekä tuotantokapasiteetti ja -joustavuus paranee huomattavasti.

2. *Suuret alihankkijat:* Nämä toimittavat yleensä kokonaisuuksia. Alihankkijalla on myös omaa tuotekehitystä ja alihankintaa. T&K-yhteistyötä voidaan tehdä tuotteiden

sovittamiseksi paremmin yhteen. Joskus tämä poikii uusia kaupallisesti menestyksellä tuotettuja tuotteita (mm. Ahlströmin ja Outokummun yhteistyön tuloksena kehitettiin metalliteollisuudelle lämmöntalteenottokattila, joka pystyy käsittelemään erittäin runsasrikkisiä masuunikaasuja). Yhteistyötä helpottaa alihankkijan oma yhteistyöverkosto, koska tällöin voidaan kommunikoida kotimaisella kielellä ja kumpikin voi hoitaa yhteydet toimitusmaahan itsenäisesti.

3. *Alihankinnat, jotka eivät vaadi erityisosaamista:* Ostetaan yleensä sieltä, mistä halvimalla saadaan. Yleisesti hankinnat tehdään toimitusmaasta tai läheisyydestä, jos laadullinen taso vain on riittävä. Joissakin toimituksissa ostaja (varsinkin jos se on kunta tai valtio) vaatii tietyn osuuden tekemistä lähialueilla. Myös muissa tapauksissa alihankintoja luonnollisesti suoritetaan paikallisilla yrityksillä.

5.1.3. Kansainvälistyminen

Yrityshaastattelujen pohjalta on todettavissa, että alihankinnat kansainvälistyvät. Yritysten tiukka kustannusjahti ja tuotannon laajeneminen kansainväliseksi koventaa kilpailua myös alihankinnassa. Tuotannon jakautuminen useisiin eri maihin auttaa solmimaan entistä parempia suhteita ulkomaisten pkt-yritysten kanssa. Mahdollisten osatoimittajien lukumäärä kasvaa ja kilpailu alalla kovenee. Kun aikaisemmin on riittänyt yrityksen kilpailukyky kotimaassa alihankintasuhteen ylläpitämiseksi, niin jatkossa alihankkijan täytyy olla kansainvälisesti kilpailukykyinen säilyttääkseen asiakkaansa. Suomalaisten alihankkijoiden kilpailukyky työvoimakustannuksia vertaillessa ei ole erityisen hyvä, mutta läheisestä sijainnista johtuva lyhyt toimitusaika, toimitusten luotettavuus ja tuotannon joustavuus ovat merkittäviä kilpailutekijöitä. Teknologiatason noustessa osien laatuun kiinnitetään entistä suurempaa huomiota, joten näkymät uusien paineistettujen teknologioiden myötä kotimaisen alihankinnan osuuden kasvamiselle ovat erinomaiset.

5.2. Tutkimus- ja tuotekehitys lähialojen kanssa

Suomalaisten yritysten suurimmat kotimaiset asiakkaat ovat olleet metsä- ja metalliteollisuuden yritykset. Valmistajien t&k onkin suuntautunut kyseisen alan tarpeiden yhä parempaan tyydyttämiseen. Molemmat teollisuuden alat ovat erittäin energiantensioivia, joten energian turvattu saanti ja kilpailukykyinen hinta on ollut tuotannossa merkittävä tekijä. Suomessa ei ole ollut riittävästi vesivoimaa tehtaiden käyttämiseen, joten on täytynyt polttaa prosesseista jäänyttä puujätettä. Tämä on pakottanut suomalaiset kattilanvalmistajat opettelemaan määrän ja lämpöarvoltaan heikon polttoaineen polttoa. Suomalaisten yritysten tietotaso onkin biomassan poltossa aivan maailman kärkiluokkaa.

Ympäristölainsäädännön ja päästöarvojen tiukentuessa teollisuuslaitosten päästöt pienenevät jatkuvasti. Yhä suurempi osa syntyvästä jätteestä täytyy polttaa. Prosessien hallinnan parantua automaation osuus kasvaa, entisen höyryn sijasta käytetään sähköllä toimivia laitteita, joten laitosten energian tarpeen jakautuminen muuttuu, sähkö/lämpö suhde kasvaa. Näiden tekijöiden seurauksena teollisuuslaitosten tarvitsema sähköteho kasvaa. Tulevaisuudessa teollisuus vaatii vähäpäästöisiä hyvän sähköhyötysuhteen omaavia voimaloita.

5.3. Lähialojen tarjoamat synergiat

Eräs kilpailueduista on voimalaitoksen toimitusnopeus. Tämän kehittäminen vaatii sekä tuotannon kehittämistä että voimalaitosrakentamisesta kokoonpanoon siirtymistä. Kokoonpanoon siirtyessä moduloinnin osuus kasvaa, mikä luo entistä suurempia paineita projektien suunnittelulle ja ohjaukselle. Meriteollisuus on edelläkävijä moduloinnissa. Suomalaiset yritykset voivatkin säästyä monelta erehdykseltä käyttäessään meriteollisuuden kertynyttä tietoa ja siellä käytettyjä työkaluja (ohjelmia) hyväkseen.

Ympäristötekniikan kehittyminen tuo mukanaan sekä uusia haasteita että ratkaisumalleja niihin. Tutkimukset löytävät uusia haitallisia päästöjä, kuten typen oksidien haitallisuus. Nyt on tulossa hiilidioksidivero, joka muuttaa polttoaineiden verotussuhteita. Turpeen tulevaisuus tulee riippumaan siitä, luokitellaanko se uusiutuvaksi vai uusiutumattomaksi eli sitooko se sisältämänsä hiilen vai ei. Päästörajojen tiukkeneminen toisaalta edistää suomalaisten yritysten vientiä, sillä kattilateollisuuden erityinen osaamisalue on biomassan poltto ja dieselissä uudet kaasudieselit käyttävät maakaasua, jonka ympäristökuormitus on vähäinen.

6. Rakenne, kilpailu ja yritys rakenne

6.1. Yritysten väliset kilpailusuhteet

Tällä hetkellä kilpailu kotimarkkinoilla on erittäin kovaa kotimaisten laitostoimittajien välillä, suomalaiset yritykset ovat voittaneet kaikki kotimaahan rakennettavat kattilat jo usean vuoden ajan. Ulkomaalaisilla yrityksillä ei ole ollut mainittavaa menestystä viimeaikoina, vaan loppusuoralla ovat lähes poikkeuksetta olleet Ahlström ja Tampella Power. Tämä kertoo hyvin suomalaisten kattilanvalmistajien kilpailukyvystä tällä hetkellä. Wärtsilä Diesel on uusi tekijä suomalaisessa voimalaitoskilpailussa ja voi hyvinkin sekoittaa perinteisiä voimalaitosmarkkinoita (kaasudiesel).

6.2. Substituutit

Energialle ei korvaavia tuotteita juuri löydy, sitä tarvitaan kaikkialla. Kyse on siitä kuinka tehokkaasti ja millä tavalla tuotettua energiaa me käytämme. Energiankulutuksen kasvun hillitseminen on tällä hetkellä ainoa keino uusien tuotantolaitosten korvaamiseksi. Prosessien hallinnan kehittymisen ohella energiakäytön tehostuminen sekä yhteiskunnassa asenteiden muuttaminen energiaa säästävämmäksi lienevät ainoita keinoja korvata tarvittavia uusia tulevia voimalaitoksia.

6.3. Mahdolliset uudet tulokkaat

Uusien tulokkaiden tulo markkinoille tuntuu epätodennäköiseltä. Voimalaitosala on erittäin pääomaintensiivistä ja vaatii hyvät tiedot usealta eri alalta. Uusien tekniikoiden myötä voi alalle syntyä uusia suuria alihankkijoita, joilla on painoarvoa koko laitosta rakennettaessa. Nimen tunnetuksi saaminen vaikeuttaa omalta osaltaan uusia valmistajia, ala on konservatiivinen ja ostaja vaatii, että on olemassa mieluummin useita referenssilaitoksia, jotka todistavat valmistajan pystyvän rakentamaan kyseisen tuotteen. Uusia voimalaitoskattiloita ja -dieseleitä valmistavia konepajoja voi kyllä syntyä markkinoiden läheisyyteen, mutta omistajina ovat jo alalla olevat valmistajat.

Oman lisänsä tuovat täysin uudet teknologiat, kuten poltto- ja aurinkokennotekniikka. Nämä voivat tuoda markkinoille täysin uusia yrittäjiä (tosin luultavampaa on, että vanhat yritykset kulkevat tämänkin alan kehityksen kärjessä), suuren mittakaavan energiatuotantoon niistä tuskin on vielä kahteen vuosikymmeneen.

6.4. Alihankkijoiden neuvotteluvoima

Energiantuotantolaitteita valmistavat yritykset ovat yleensä huomattavasti suurempia yrityksiä kuin heidän alihankkijansa. Alihankkijoiden neuvotteluvoima on vähäinen, mutta alihankintojen lisääntyessä ja alihankkijoiden roolin muuttuessa valmistavasta kehittäväksi kasvava neuvotteluvoima vastuun myötä. Myös teknologiatason kasvaessa alihankintojen merkitys ja neuvotteluvoima kasvavat. Alinhankkijan neuvotteluvoiman kasvaessa hyötyy myös tuotteen ostaja. Suorat suhteet alihankintaa tekevään yritykseen antaa joustavuutta mahdollisten muutosten varalta.

6.5. Asiakkaiden neuvotteluvoima

Asiakkaiden neuvotteluvoima on erittäin suuri. Laitokset ovat yleensä yksittäistapauksia, joten kattiloita ei rakenneta liukuhihnatyönä. Dieseleiden osalta tilanne on hieman toinen. Itse diesel ei juurikaan muutu, mutta sen ympärille rakennettava voimalaitos ja siihen kuuluvat laitteet vaihtelevat hyvinkin paljon tilanteesta riippuen. Asiakkaat yleensä ilmoittavat haluamansa sähkö- ja lämpötehon, käytettävät polttoaineet ja suurimmat sallitut päästöt.

Kaukolämpöputkissa tilanne on erilainen. Putket ovat metritavaraa ja putkikoot yleensä standardoituja eikä niitä juurikaan muuteta. Asiakas ilmoittaa minne ja milloin hän haluaa putket, jotka sitten toimitetaan paikalle sovittuna ajankohtana. Laatuerot eri valmistajien välillä ilmenevät vasta useiden vuosien jälkeen toimituksesta.

7. Ympäristötekijät

7.1. Julkisen vallan toimenpiteiden vaikutus

Valtio tukee monella tavalla energianinvestointeja. Tukea annetaan energian tehokasta tuotantoa ja käyttöä edistäviin investointeihin, energiahuollon varmuutta parantaviin investointeihin (monipolttoainekattilat), energian tuotannon ja käytön ympäristöhaittoja vähentäviin investointeihin sekä uudella energiateknologialla käynnistyviin laitoksiin. Uudella energiatekniikalla tarkoitetaan energian käyttöön ja tuotantoon liittyviä laitos- ja järjestelmäratkaisuja, joiden toimivuudesta kaupallisen mittakaavan laitoksissa ei Suomen olosuhteissa ole vielä riittävästi käyttökokemuksia. Polttoainesidonnaisia tukia annetaan kotimaisten energialähteiden hyödyntämistä edistäviin investointeihin sekä maakaasuinvestointeihin.

Valtio tukee myös energiatutkimusohjelmia. Rahoitettavat tutkimus- ja koetoiminnat ovat pääsääntöisesti julkisia. Vuonna 1992 valtio rahoitti energiatutkimustoimintaa 132 miljoonalla markalla, rahoitusta on tarkoitus lisätä 90-luvun puoliväliin mennessä 200-250 miljoonaan markkaan.

MET:llä on energiantuotantoon liittyviä hankkeita mm. energiantuotannon automaatio ja kunnossapidon tietojärjestelmät, kaasu/dieselmoottori, korkeapaine kaasun käytön edellyttämät uudet tekniset ratkaisut energiantuotannossa.

TEKES myöntää tukea kansallisiin teknologiaohjelmiin, joiden tulokset ovat myöskin julkisia ja jotka pyritään hyödyntämään mahdollisimman laajasti. Tavoitetutkimustukea suunnataan kansainvälisen kilpailukyvyn kannalta tärkeiden teknologian alojen kehittämiseen.

SITRA rahoittaa uuteen tekniikkaan perustuvien tuotteiden ja tuotantomenetelmien kehittämisessä ja markkinoinnissa.

Julkinen valta voi kussakin maassa vaikuttaa hyvinkin voimakkaasti rakennettaviin voimalaitoksiin erilaisten lakien ja asetusten kautta. Julkinen valta voi myös subventoida tiettyjä polttoaineita ja rankaista toisia esim. verotuksen kautta.

Erilaiset ympäristönsuojelumääräykset sekä päästörajoitukset näyttelevät ratkaisevaa osaa rakennettavien voimalaitosten polttoainevalinnoissa. Ne ovat myös omalta osaltaan muokkaamassa voimalaitosten suunnittelua ja tulevaisuuden tekniikoita entistä vähäpäästöisempään suuntaan.

7.2. Sattuman vaikutus

Sodat, erilaiset luonnonmullistukset sekä poliittiset muutokset voivat vaikuttaa hyvinkin voimakkaasti polttoaineiden hintoihin, jotka taas vaikuttavat eri laitostyyppien taloudellisuuteen. Suuren voimalaitoksen rakentaminen on usean miljardin markan hanke. Niiden toteuttamisen kannalta erittäin haitallisia ovat poliittiset muutokset, jotka voivat aiheuttaa epävarmuutta maksujen saanneissa ja alihankintojen viivästymisiä. IPP-projekteissa on lisäriskinä voimalaitoksen mahdollinen kansallistaminen.

7.3. Kansainvälisten liiketoimintojen vaikutus

Valtioiden välisillä kansainvälisillä sopimuksilla voidaan asettaa minimihintoja sekä asettaa haittaveroja tietyille polttoaineille ohjaten näin niiden kulutusta. Suurten yritysten erilaiset yritysostot vaikuttavat osaltaan markkinatilanteeseen.

Suomalaiset yritykset ovat perustaneet tytäryrityksiä lähemmäksi suuria markkinoita, jotta ne voisivat olla paikan päällä lähellä ostajia. Kohdemaiden lainsäädännölliset sekä kulturelliset tavat tulevat myös tutuiksi ja näin ennaltaehkäisevät väärinkäsitysten syntymistä. Uusien yhtiöiden perustamisen sijasta voi toisinaan olla paikallaan kohdemaassa olevan yrityksen ostaminen. Yrityksiä ostetaan kolmesta eri syystä: kapasiteetin tai markkinaosuuden kasvua varten tai markkinoille pääsyä varten.

8. Case Pyroflow

8.1. Kehityshistoria

Kuplivaa leijukerrospetitekniikkaa hiilen polttoon kehitettiin hyvin voimakkaasti 1970-luvun alkupuolella Englannissa, Saksassa ja USA:ssa. Foster-Wheeler oli tuolloin maailman johtava kuplivan pedin valmistaja; Se toimitti 1976 125 MW:n laitoksen, joka oli lähes täydellinen "susi" (laitosta käytettiin vain noin 500 tuntia). Epäonnistumisesta huolimatta kuplivan pedin kehitystä jatkettiin useissa eri maissa. Kuplivan pedin kehitykseen saatiin runsaasti rahaa valtiovaltalta. Kaikki suuret valmistajat kehittivät vain kuplivaa leijukerros polttoa (Combustion Engineering, Foster-Wheeler, Babcock-Wilcox). Kehitysprojekteja vietiin loppuun vaikka huomattiin, että kuplivasta leijukerros poltosta ei ole suuriin voimalaitoskattiloihin. Viimeinen suuri kattila valmistuu Japaniin, jonka jälkeen niitä tuskin enää valmistetaan suuritehoisina hiilen polttoon.

8.2. Pyroflown synty

Kattiloiden valmistus Varkauden konepajalla alkoi 1940-luvulla, perustuen höyrylaiva-kattiloiden valmistukseen. Vuonna 1957 Ahlström osti kattilalisenssin (Combustion Engineering), josta sittemmin on irtaantunut. Voimakattilapuolella pääpaino oli koti- ja naapurimarkkinoilla. Sen sijaan soodakattiloita myytiin kansainvälisesti.

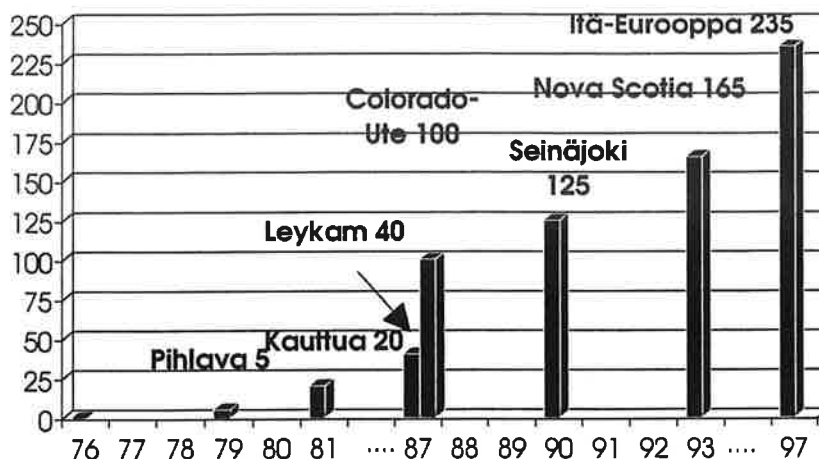
Kiertoleijupedin kehitys aloitettiin 1975, joka oli hyvin rohkeata ja ennakkoluulotonta, sillä kaikki muut valmistajat kehittivät tavallisen kuplivan leijupedin markkinoille tuomista ja sen skaalaamista suuren mittakaavan sähköntuotantoon. Vuonna 1976 tehtiin ensimmäinen 50 kW:n koelaitos, joka oli muunnettu kuplivasta leijupedistä. Ensimmäinen demonstraatiolaitos myytiin omalle kuitulevytehtaalle Pihlavaan 1978, sen tuottama sähköteho on 5 MWe (lämpöteho 15 MW). Tämä oli huomattava läpimurto uudelle tekniikalle.

Pihlavan kattila oli muunnettu tavallisesta kuplivasta leijupedistä. Vuonna 1981 myytiin Kauttualle 20 MW:n (lämpöteho 65 MW) laitos, tämä oli täysin uusi laitos ja täten ensimmäinen todellinen demonstraatiolaitos. Tämän projektin yhteydessä oli muutakin tuotekehitystä, sillä Altim Control rakensi Alcont-järjestelmänsä voimalaitoskäyttöön samassa yhteydessä. Tämän kattilalaitoksen kautta Altim pääsi rakentamaan energiapuolelle sopivia automaatiojärjestelmiä. Altim myytiin vuonna 1992 Honeywellille.

Itävallan Leykamiin toimitettiin laitos vuonna 1987, sähköteholtaan 40 MW. Se oli pohjana seuraaville suuremman mittakaavan laitoksille. Samana vuonna toimitettiin USA:n

Colorado-Uteen 100 MWe kattila. Tästä ovat laitoskoot suurentuneet ja jo vuonna 1990 myytiin 125 MWe:n kattila Seinäjoen turvevoimalaitokseen. Vuonna 1993 Nova Scotiaan valmistuu 165 MWe:n laitos. Suunnitelmien mukaan 1997 valmistuu Itä-Eurooppaan kaksi 235 MWe:n suuruista yksikköä.

Kuva 8.1 Ahlström Pyroflow kiertopetikattiloiden koonkasvu



Lähde: Ahlstrom Pyropower

8.3. Tekniikan julkistus ja kilpailukentän muuttuminen

Ahlström julkisti ensimmäisen kerran kierto-leijupetinsä suuren yleisön tietoon vuonna 1980 Englannissa. Uusi tekniikka herätti mielenkiintoa, mutta sitä eivät useatkaan valmistajat ottaneet vakavasti. Lurgi oli ainoa, joka osoitti mielenkiintoa kyseiseen tekniikkaan. EPRI (Energy Power Research Institute) antoi rahaa Combustion Engineeringille, joka yhteistyössä Lurgin kanssa rakensi ensimmäisen koelaitoksensa vuonna 1982. Ahlström pääsi Amerikan markkinoille ennen kaikkea paremman tekniikkansa turvin, Pyroflow-kattiloille pystyttiin lupaamaan paremmat emissioarvot kuin muille kattiloille. Lurgi tuli ensimmäisenä kilpailijana markkinoille. Foster-Wheeler, joka oli ollut hyvin voimakkaasti kehittämässä kuplivaa leijukerros-polttoa, oli auttamatta myöhässä. Nykyään kaikki merkittävät kattilavalmistajat kehittävät voimakkaasti kierto-leijupetipolttoa, kaikilla on joko omaa tai lisenssiin perustuvaa kierto-leijupetivalmistusta.

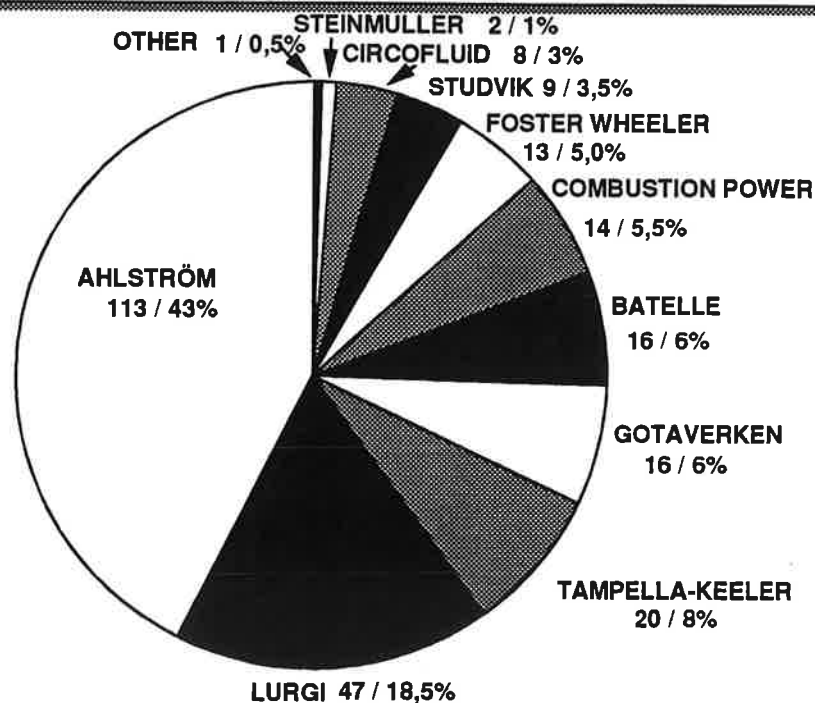
Kierto-leijupetikattiloiden kokojen kasvaessa ne tulevat ottamaan yhä suuremman osuuden kaikista voimalaitoskattiloista. Perinteisiin polttotapoihin verrattuna ovat päästöarvot huomattavasti alhaisemmat sekä eri polttoaineiden käyttömahdollisuudet monipuolisemmat. Suurimmat rakenteilla olevat voimalaitokset ovat 250 MW, mutta valmiit suunnitelmat on jopa 400 MW laitosta varten.

8.4. Johtopäätökset

Uusien kattiloiden ja voimalaitosprosessien kehittäminen on hyvin hidas prosessi. Ideasta valmiiseen 100 MW:n laitokseen voi hyvinkin kestää 10 vuotta. Uudet kehitysprojektit poikivat usein itse pääprojektin lisäksi muita innovaatioita tai tarjoavat otollisen maaperän toiselle kehitysprojektille (kuten tässä tapauksessa Altimille). On ymmärrettävää, että pyrkimys kattiloiden nopeaan suurentamiseen on kova, sillä saadessaan referenssit ison laitoksen toimivuudesta markkinat kasvavat huomattavasti. Kattilakoon liian nopea kasvattaminen voi kostautua, sillä yksikin huonosti suunniteltu kattila joka epäonnistuu, aiheuttaa ostajissa epävarmuutta ja vaikeuttaa huomattavasti jatkossa tehtäviä kauppvoja.

Kuva 8.2

V. 1993 kesäkuuhun mennessä myyty kiertopetikattilat maailmassa



Lähde: Ahlstrom Pyropower

Kiertoleijupetejä oli vuoden 93 kesäkuuhun mennessä myyty 259 kappaletta.

Kuten yllä olevasta kuvasta nähdään on Ahlström saavuttanut selvän markkinaylivoinman kehittäessään uuden onnistuneen tekniikan. Lurgi, joka tuli toisena markkinoille, on yhtä selvä markkinakakkonen. Suuret valmistajat, kuten Foster-Wheeler ja Batelle (Deutsche Babcock), ovat pahasti jäljessä, koska myöhästyivät markkinoilletulonsa kanssa.

Uusien tekniikoiden kehittämisessä on demonstraatiolaitoksen merkitys valtava. Sen mukanaan tuoma käyttökokemus on etu, joka on hyvin vaikea saavuttaa. Ahlstrom Pyropowerin etumatka oli 3 ½ vuotta. Muut ovat kuromassa etumatkaa kiinni, mutta kokemus yli sadan laitoksen onnistuneesta rakentamisesta ei jää ostajilta huomiomatta.

9. Yhteenveto

Kattilanvalmistuksessa on tällä hetkellä ylikapasiteettia. Ne valmistajat, jotka ovat säilyttäneet kustannusrakenteensa terveenä ja omaavat kilpailukykyisen tekniikan säilyvät markkinoilla. Suomalaiset kattilanvalmistajat ovat teknologisesti ja juuri nyt markan arvon ollessa alhaalla myös hintatasollisesti erittäin kilpailukykyisiä. Nyt olisi oikea aika avata uusia markkinoita.

Keskinopeissa dieselmootoreissa Wärtsilä Diesel on markkinajohtaja. Kokonaisten dieselvoimalaitosten toimittajana sillä ei ole tällä hetkellä varteenotettavaa kilpailijaa omalla alallaan, vaan sen pahimmat kilpailijat ovat kaasuturbiininvalmistajat.

9.1. Mahdollisuudet

Suomalaiset yritykset ovat pärjänneet erittäin hyvin alalla, joka perinteisesti pilaa ympäristöä. Yritysten kilpailuetu on tuotteissa, jotka ovat ympäristöystävällisiä. Teknologiaatsooltaan suomalaiset tuotteet ovat maailman kärkiluokkaa ja yleisten päästömääräysten tiukentuessa ne tulevat saavuttamaan yhä paremman aseman markkinoilla. Alalla tuotekehitys on viime vuosina ollut hyvin voimakasta. Huolimatta tämänhetkisistä erinomaisista asemista ei ole varaa jäädä "lepäämään laakereilleen", vaan on panostettava voimakkaasti kehittymiseen, jotta tulevaisuudessakin kilpailukyky olisi turvattu.

Suomalaiset kattilanvalmistajat ovat tällä hetkellä maailman kustannustehokkaimpia kattilayrityksiä. Kustannustehokkuus ja toimitusaika kulkevat käsi kädessä, joten suomalaisten valmistajien toimitusajat ovat myös maailman kärkiluokkaa. Nopean taloudellisen kasvun alueilla on valmistusaika eräs tärkeimmistä kriteereistä voimalaitoksia tilattaessa.

Vihreän ajattelutavan mukaan katsotaan usein, että on ympäristölle ystävällisempää, jos rakennetaan pieniä voimalaitoksia kuin rakennettaisiin massiivisia suuria voimalaistokomplekseja, jotka ovat suuria päästölähteitä. Joissakin maissa (USA) uusien voimalaitosten tai siirtoverkkojen rakentaminen on erittäin hankalaa ja aikaavievää. Lupien saanti voi kestää kymmeniä vuosia. Vanhat voimalaitokset uusitaan ja uudet voimalaitokset rakennetaan lähelle asutusta, jotta siirtoverkkojen pituus lyhenee.

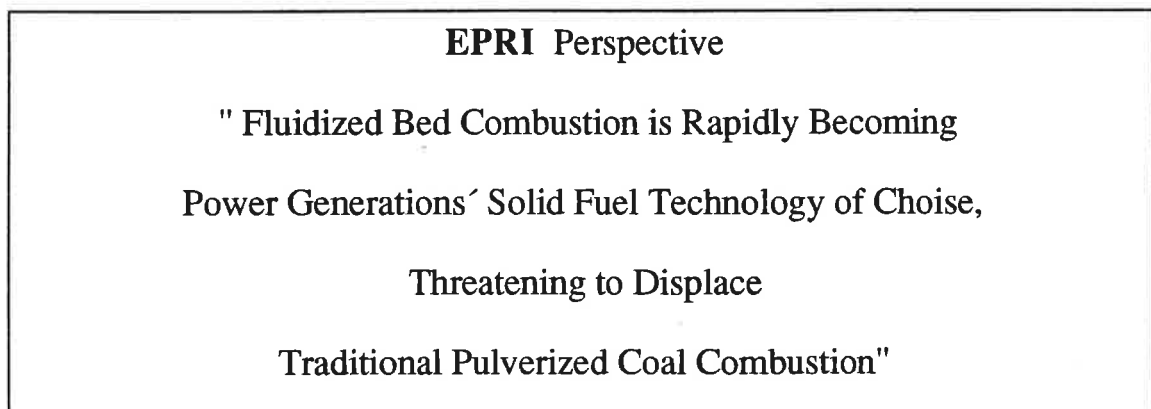
Perinteisessä pölypoltossa kattila mitoitetaan vain tietyille hiililaaduille. Sen sijaan leijukerospoltossa on mahdollista polttaa useampaa eri polttoainetta ja erityyppisiä hiililaatuja, mikä antaa valintamahdollisuuksia polttoaineen ostoon (spot-markkinat) ja täten mahdollistaa aina halvimman polttoaineen polttamisen, mikä säästää kustannuksia.

Dieselvoimalaitosten olennaiset kilpailuedut ovat toimitusaika ja laitospaikalle asetettujen vaatimusten vähyys (voimalaitos voidaan rakentaa vaikka lautalle). Uudet dieselit mahdollistavat myös kaasun käytön polttoaineena, joka aiheuttaa ympäristölle huomattavasti alhaisemmat päästöt kuin kevyt- ja raskas polttoöljy. Deseleiden pahimmat kilpailijat ovat kaasuturbiinit. Kaasuturbiinien toimitusaika on yleensä yli vuoden eli huomattavasti pidempi kuin dieselvoimalaitoksen, tämän lisäksi dieselvoimalaitoksen hyötysuhde osakuormalla (eli vajaan teholla) ajettaessa on selvästi parempi kuin kaasuturbiinilla.

Kaukolämpöliiketoiminnassa on Venäjän markkinoiden kehitymisellä ratkaiseva osuus kokonaismarkkinoiden kasvusta. Riittävien yhteyksien ylläpitäminen jo nyt, kuten valmiiden ratkaisujen hahmottaminen ja ennalta tutustuminen tulevien asiakkaiden työ- ja toimintatapaan, ennen kuin varsinaiset markkinat aukeavat, lienevät keino, jolla markkinoista saadaan yhä suurempi osa suomalaisille valmistajille.

Suomalaisilla yrityksillä on juuri nyt paremmat mahdollisuudet menestyä kuin koskaan. Markkinoilla on imua pienehköille 100-200 MW:n voimalaitoksille, jotka voidaan rakentaa riittävän nopeasti ja jotka eivät ole riippuvaisia vain yhdestä polttoaineesta. Kiertoleijupetien koko kasvaa jatkuvasti, joten ne soveltuvat yhä paremmin sähköyhtiöiden tarpeisiin.

Kuva 9.1 Yhdysvaltalaisen energiatutkimuslaitoksen näkemys leijupedeistä



Lähde: Ahlstrom Pyropower

Valmistuksessa läpimenoajan nopeuttaminen lienee haastavin tehtävä sekä yleisesti logistiikan, projektionnin ja suunnittelun edelleen kehittäminen. Olisi pyrittävä nykyisestä voimalaitosrakentamisesta enemmän voimalaitosten kokoamiseen, joka edellyttää moduloinnin lisäämistä ja entistä tiiviimpää yhteistyötä alihankkijoiden kanssa.

9.2. Uhat

On lähestulkoon selvää, että perinteisiä pölypolttokattiloita ei juurikaan rakenneta 20 vuoden kuluttua. Markkinoiden vaatimukset ovat parempi sähköntuoton hyötysuhde (nykyisin

42-44%, jatkossa n. 50%) sekä alhaisemmat ympäristöpäästöt. Paineistetut tekniikat antavat mahdollisuuden toteuttaa käytännössä markkinoiden tahtomat parannukset. Jos laitevalmistaja ei saa kehitettyä itselleen markkinoiden vaatimaa tuotetta, on sen putoaminen pois kilpailusta itsestäänselvyys.

Paineistetut tekniikat ovat itsessään myös uhka voimalaitosten kokonaismarkkinoille. Hyötysuhteen noston sekä paineistuksen mukana laitosten koot pienenevät. Kokojen pienentyessä myös konepajatoiminnot vähenevät ja niiden ohella kokonaismarkkinat. Kun markkinoiden koko pienenee, niin armotta yhä useampi valmistaja joutuu supistamaan toimintaansa tai peräti luopumaan kokonaan.

Wärtsilä Diesel on käytännöllisesti katsoen ainut dieselmootoreiden valmistaja, joka toimittaa myös kokonaisias voimalaitoksia. Sen pahimmat kilpailijat dieselmarkkinoilla ovat konservatiivisia toimittain voimalaitoksiin ainoastaan moottorit jättäen laitoksen rakentamisen muille yrityksille. Kokonaisen voimalaitoksen rakentaminen on suuri ja haastava projekti, jota ei opita kovinkaan nopeasti tahi helposti. Markkinaosuuden vähenemisen uhat tulevatkin erilaisten yhteenliittymien myötä. Esim. dieselmootorien valmistaja yhdistää voimansa energia-alan suunnittelutoimiston kanssa ja yritykset yhdessä aloittavat kokonaisten voimalaitosten myynnin.

Uhan sekä mahdollisuuden tuo mukanaan hiilidioksidiverotus. Maakaasukäyttöiset sekä biopolttoaineella ja turpeella toimivat voimalaitokset tulevat hyötymään hiilidioksidiverosta. Hiili ja öljy tulevat olemaan häviävällä osapuolella, joten markkinat toisaalta vähenevät hiilikattiloilla, mutta kaasunkäytön edullistuessa kaasudieseleistä tulee entistä kannattavampia.

Suomen taloudellinen tila sinällään muodostaa uhan. Nykyinen verotus ja sen jatkuva kiristyminen ei ole omiaan lisäämään työtätekevän motivaatiota. Kiristytvä verotus aiheuttaa nousupaineita palkkoihin ja tätä kautta nostavat valmistajien kustannuksia.

Utopistinen, mutta silti olemassa oleva uhka, on uuden hinnaltaan kilpailukykyisen energiantuottomuodon kehittäminen; energiantuottomuodon, joka ei perustu polttoaineen polttoon ja höyrykehitykseen. Tällöin perinteiset energiantuottomuodot, jotka perustuvat polttoon, menettävät kertaheitolla markkinansa.

9.3. EL:n vaikutus alaan

Suomen energiamarkkinat ovat olleet Euroopan avoimpia. Suomeen on saanut kuka tahansa rakentaa voimalaitoksen ja ostaa siihen kuuluvat laitteet sieltä, mistä ne halvimmallalla saa ostetuksi. Suurelta osin tästä syystä EL:ön meno avaa rajat ainoastaan toiseen suuntaan. Tällöin suomalaisten tekemiltä kattiloilta ja dieseleiltä poistuvat tullit, jotka ovat olleet ko-

rottamassa suomalaisen tuotteen hinta. Jos Suomi ei liity EL:on, niin uhkana on jääminen EL:n energiemarkkinoiden ulkopuolelle, tällöin osallistuminen eri projekteihin tulee vaikeutumaan. Varmaa on tullien olemassaolo EL:n ulkopuolisille maille, mutta niiden vaikutuksesta (vaikeuttava vai lamauttava) ei ole varmuutta. Myöskään kaukolämpöputkien valmistajille ei EL:on meno aiheuta ongelmia. Suomessa oleva kaukolämpöputkien laatustandardi on hyvin lähellä EL:n vastaavaa, joten muutoksia putkien valmistukseen ei tule.

EL:ssä kaikki suuremmat hankkeet täytyy alistaa avoimeen kilpailuun. Edullisin EL-maista tuleva tarjous on valittava riippumatta siitä minkä maalainen on voittaja. On tosin ollut tapauksia, joissa tarjouskilpailun on voittanut ulkomainen tuote ja koko projekti on sen tähden peruttu.

9.4. Visiot / skenaariot alan tulevaisuudesta

Maat pyrkivät vähentämään riippuvuuttaan öljystä, joten se pyritään korvaamaan muilla polttoaineilla. Useissa maissa (USA, Englanti, Saksa) on suuria kivihiiliesiintymiä. Kaivokset ovat erittäin suuria työllistäjiä, joten kyseiset maat pyrkivät käyttämään omia kivihiilivarojaan mahdollisimman paljon energiatuotantoon. Tämä on saanut aikaan uusien paineistettujen teknologioiden kehittämisen, joissa kivihiili on polttoaineena, esim. USA:n Clean Coal-ohjelma, jossa ovat mukana Ahlström 3. vaiheessa ja Tampella Power 4. vaiheessa.

Paineistettuja tekniikoita tutkitaan hyvin voimakkaasti eripuolilla maailmaa, mutta ennen kaikkea USA ja Japani ovat olleet aktiivisia. USA:n kivihiili on erittäin rikkiä. Se aiheuttaa suuria ympäristöpäästöjä. Toisaalta ala työllistää yli puoli miljoonaa ihmistä niin poliitikot eivät voi olla piittaamatta työntekijöistä, vaan aloittivat hiilenkäyttöä tehostavan Clean Coal-ohjelman.

Se valmistaja, joka saa ensimmäisenä toimivan hinnaltaan kilpailukykyisen paineistetun voimalaitoksen valmiiksi ja pystyy antamaan riittävät takuuarvot, saa etulyöntiaseman markkinoilla. Uusien valmistuvien laitosten käytöstä saadaan tärkeätä tietoa tuotekehitystyöhön sekä käytännössä ilmenevien ongelmien ratkaisuun. Tästä syystä onkin ensiarvoisen tärkeää saada täyden mittakaavan demonstraatiolaitos valmiiksi, jotta uudessakin teknologiassa olisivat suomalaiset yritykset eturintamassa.

Vaikkakin paineistettujen tekniikat tuovat huomattavan parannuksen hiilidioksidipäästöihin sekä sähköntuoton hyötysuhteen paranemiseen, niin ne tuskin ovat valmiita valtaamaan markkinoita vielä tällä vuosikymmenellä. 90-luvun viimeisinä vuosina rakennettavista voimalaitoksista suurin osa tulee olemaan kierto- ja leijupetejä sekä pienemmässä kokoluokassa myös kuplivia leijupetejä.

Erilaisia paineistettuja tekniikoita on: 1. paineistettu poltto, jossa polttoaine poltetaan 10-20 ilmakehän paineessa, 2. paineistettu kaasutus, jossa polttoaine kaasutetaan kaasuttimessa, jonka jälkeen syntynyt kaasu poltetaan kaasuturbiinissa ja 3. osittaiskaasutus, joka on edellämainittujen välimuoto.

Fossiilisten polttoaineiden resurssit ovat rajalliset, joten on myös tutkittava uusiutuvia energiantuottomuotoja. Näistä tekniikoista laajamittaiseen energiantuotantoon ovat aurinko- ja polttokennotekniikat sopivimmat. Tuulivoimatekniikka ei sovi energiantuotannossa perusvoiman tuotantoon, joten se ei tule ratkaisemaan tulevaisuuden energiaongelmaa, mutta sillä on käyttöä osana tulevaisuuden energiamixiä. Aurinko- ja polttokennotekniikka kehittynevät kilpailukykyisiksi energiantuottomuodoiksi vasta noin 2020, jolloin suurista demonstraatiolaitoksista on riittävästi kokemusta ja hyötysuhde on saatu taloudelliselle tasolle. Nykyisellään kyseiset tekniikat ovat aivan liian kalliita massiiviseen energiantuotantoon.

Aurinko- ja polttokennotekniikkaa yhdistelemällä voidaan joskus päästä vetytalouteen, jossa aurinkokennoilla tuotetaan vetyä. Se siirretään putkistoja pitkin lähelle käyttäjää, jossa polttokennoilla tuotetaan tarvittava sähkö ja lämpö.

9.5. Suositukset alan yrityksille

Alaa on tuotava esille huomattavasti näkyvämmiin kuin tähän mennessä on tehty. Nykyinen energia-alaan liittyvä keskustelu on pyörinyt ainoastaan mahdollisen viidennen ydinvoimalan ympärillä. Tämä saa yleisön mielipiteissä koko energiasektorin toimialakuvan vääristymään ja energia tiedostetaan välttämättömäksi pahaksi eikä esim. tulevaisuuden alaksi, joka pystyy tuomaan työpaikkoja ja hyvinvointia. Energian tuotantolaitteita ei hahmoteta osaksi energia-alaa vaan sen katsotaan olevan metalliteollisuutta, jolloin se hukkuu sinne eikä sen merkitystä näin pystytä kunnolla hahmottamaan.

Suomi on pieni maa, joten meillä on myös pienet resurssit sijoittaa tutkimukseen. Tästä syystä onkin elintärkeää, että rahat sijoitetaan oikein. Energia-alan eri osapuolten pitäisi pystyä istumaan samaan pöytään ja päättää perustutkimuksen suuntaviivoista sekä tulevaisuuden tarpeista työvoiman suhteen. Yhteistyötä korkeakouluihin pitäisi lisätä, jotta siellä olevat voimavarat saataisiin nykyistä paremmin hyödynnettyä.

Alihankintojen kansainvälistyessä kasvaa ulkomaisten alihankkijoiden lukumäärä. Tiettyjen bulkkituotteiden, joiden tuotantoarvosta suurin osa on työvoimakustannuksia, keskittäminen samoille yrityksille takaisi kyseisessä yrityksessä osaamisen tason säilymisen ja täten paremman laadun. Kotimaisten alihankintaverkostojen kehittäminen ja sen myynnin kansainvälistyminen on etu myös suurille kotimaisille viejille.

9.6. Suositukset julkiselle vallalle ja muille tahoille

Uuden teknologian käyttöönottoon liittyy aina suurempi riski kuin vanhaan teknologiaan, tästä syystä rahoitusjärjestelyiden kohentaminen entisestään tukemaan uusien tekniikoiden käyttöönottoa tulisi kehittää ja lisätä. KTM voisi perustaa erillisen demonstraatio-ohjelman, joka kestäisi useamman vuoden. Nykyisin rahat jaetaan vuosittain, joten haluttu tukisumma haetaan kerralla, vaikka projekti kestäisi useamman vuoden ajan. Demonstraatio-ohjelmassa tuki jaettaisiin usean vuoden ajan (esim. 3-4 vuoden ajan), jolloin vuotuinen tukisumma ei nousisi kohtuuttoman korkeaksi. Demonstraatiolaitosten rakentaminen ulkomaille merkitsee auttamatta aivovuotoa ulos maasta. KTM:n nykyinen rahoituskäytäntö on liian riskejä kanttavaa. Tuki olisi suunnattava harvempiin ja suurempiin hankkeisiin.

Suomalaiset yritykset ovat energiapuolella saaneet erittäin hyvän maineen projektien hoitajina. Projektit valmistuvat ajallaan sekä sovitun budjetin rajoissa. Tämä edellyttää paitsi projektionnin osaamista myös logistiikan hallintaa. Nämä ovat etuja, joita ei kannata menettää, vaan niistä olisi syytä pitää kiinni ja edelleen kehittää. Teknologisten tutkimusohjelmien lisäksi ja tueksi olisi saatava myös jatkossa yhä enemmän henkistä pääomaa kasvattavia tutkimuksia. Näissä on hyvin oleellista, että yritysmaailmasta päin tulisi tarpeita ilmaisevia impulsseja.

Julkisen vallan on selvästi osoitettava painopistealueet kotimaisessa teollisuuspolitiikassa. Tämän on heijastuttava kaikessa toiminnassa, niin määrärahoissa tutkimukseen kuin koulutuspaikkojen lukumäärässä.

Lähdeluettelo

Ahlström Oy, Vuosikertomukset 1986-1992

Julkinen energiarahoitus 1993, KTM Energiaosasto, Energiaopas 9, Helsinki 1993

Metallin Teknologialinjaus 1992, Metalliteollisuuden keskusliitto

Metra Oy, Vuosikertomukset 1986-1992

Porter.M, The Competitive Advantage of Nations, MacMillan-London 1990

Porter.M, Kansakuntien kilpailuetu, Otava-Keuruu 1991

Purhonen.M, Huoltovarmuuskeskus, Energiansaannin katkosten yhteiskunnalliset vaikutukset, ENERGIA 93

Sahraikorpi.Y, KTM Energiaosasto, Euroopan energiaperussopimus ja sen luomat mahdollisuudet, ENERGIA 93

Tampella Oy, Vuosikertomukset 1986-1992

ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS (ETLA)
THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY
LÖNNROTINKATU 4 B, SF-00120 HELSINKI

Puh./Tel. (90) 609 900
Int. 358-0-609 900

Telefax (90) 601 753
Int. 358-0-601 753

KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847

- No 453 KARI ALHO, An Assessment of the Economic Consequences of EC Enlargement: The Case of Finland. 03.11.1993. 26 p.
- No 454 PAULA HIETA, Energiatoimialan kehitys Suomessa. 23.11.1993. 31 s.
- No 455 JARI HYVÄRINEN, Alueellinen kilpailukyky Suomen itäisellä rannikkoseudulla, Pietaris-
sa ja Virossa. 03.12.1993. 105 s.
- No 456 MARKUS TAMMINEN, Sähkön siirron ja jakelun tekniikka. 15.12.1993. 37 s.
- No 457 MIKA WIDGRÉN, Voting Power and Decision Making Control in the Council of Ministers
Before and After the Enlargement of the EC. 16.12.1993. 38 p.
- No 458 JUSSI RAUMOLIN, Ahlström: Shift from Forest Products Company to Environmental
Technology. 27.12.1993. 15 p.
- No 459 MARIA KALOINEN, Suomen kilpailuetu Venäjän transitoliikenteessä. 27.12.1993. 62 s.
- No 460 PER HEUM - PEKKA YLÄ-ANTTILA, The Internationalization of Industrial Firms -
Foreign Production and Domestic Welfare in Finland, Norway and Sweden. 28.12.1993.
18 p.
- No 461 JUKKA LASSILA, Tax Policies under Central and Local Wage Bargaining. 31.12.1993.
18 p.
- No 462 RISTO PENTTINEN, Summary of the Critique on Porter's Diamond Model. Porter's
Diamond Model Modified to Suit the Finnish Paper and Board Machine Industry.
11.01.1994. 82 s.
- No 463 JUHA KETTUNEN, Suomen teollisuuden palkkarakenteen muutos 1980-luvulla.
14.01.1994. 17 s.
- No 464 SEPPO SAUKKONEN, Työn hinta, Elintarviketeollisuuden työvoimakustannukset 1992-
1994. 27.01.1994. 53 s.
- No 465 SEPPO SAUKKONEN, Työn hinta, Tekstiili- ja vaatetusteollisuuden työvoimakustannuk-
set 1992-1994. 27.01.1994. 45 s.

- No 466 SEPPO SAUKKONEN, Työn hinta, Metsäteollisuuden työvoimakustannukset 1992-1994. 27.01.1994. 53 s.
- No 467 SEPPO SAUKKONEN, Työn hinta, Graafisen teollisuuden työvoimakustannukset 1992-1994. 27.01.1994. 42 s.
- No 468 SEPPO SAUKKONEN, Työn hinta, Kemian- ja rakennusaineteollisuuden työvoimakustannukset 1992-1994. 27.01.1994. 51 s.
- No 469 SEPPO SAUKKONEN, Työn hinta, Metalliteollisuuden työvoimakustannukset 1992-1994. 27.01.1994. 53 s.
- No 470 SEPPO SAUKKONEN, Työn hinta, Talonrakennusalan työvoimakustannukset 1992-1994. 27.01.1994. 40 s.
- No 471 JUHAPEKKA SUUTARINEN, Työn hinta, Tukkukaupan työvoimakustannukset 1992-1994. 27.01.1994. 45 s.
- No 472 JUHAPEKKA SUUTARINEN, Työn hinta, Vähittäiskaupan työvoimakustannukset 1992-1994. 27.01.1994. 45 s.
- No 473 JUHAPEKKA SUUTARINEN, Työn hinta, Autoalan työvoimakustannukset 1992-1994. 27.01.1994. 46 s.
- No 474 JUHAPEKKA SUUTARINEN, Työn hinta, Majoitus- ja ravitsemisalan työvoimakustannukset 1992-1994. 27.01.1994. 44 s.
- No 475 SONJA SAASTAMOINEN, Kotimaisen sähkömoottoriteollisuuden kilpailukyky. 26.01.1994. 42 s.
- No 476 PASI AHDE, ETLAn ennustejärjestelmän panos-tuotoskehikko. 31.01.1994. 60 s.
- No 477 SYNNÖVE VUORI, Yritysten ja toimialojen väliset teknologiakytkennät Suomen teollisuudessa. 31.01.1994. 41 s.
- No 478 OLLI TAHVONEN, CO₂ Taxation and Dynamics of Fossil Fuel Prices. 31.01.1994. 31 p.
- No 479 TEPPO I. KYHERÖINEN, Teletoinnin kansallinen kilpailukyky. 04.02.1994. 91 s.
- No 480 KATI KORHONEN, Advantage Finland - Metals Production Technology. 15.02.1994. 34 p.
- No 481 PASI KUOKKANEN, Energian tuotannon koneet ja laitteet. 15.02.1994. 46 s.

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen julkaisemat "Keskusteluaiheet" ovat raportteja alustavista tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista. Tässä sarjassa julkaistuja monisteita on rajoitetusti saatavissa ETLAn kirjastosta tai ao. tutkijalta.
Papers in this series are reports on preliminary research results and on studies in progress; they can be obtained, on request, by the author's permission.