

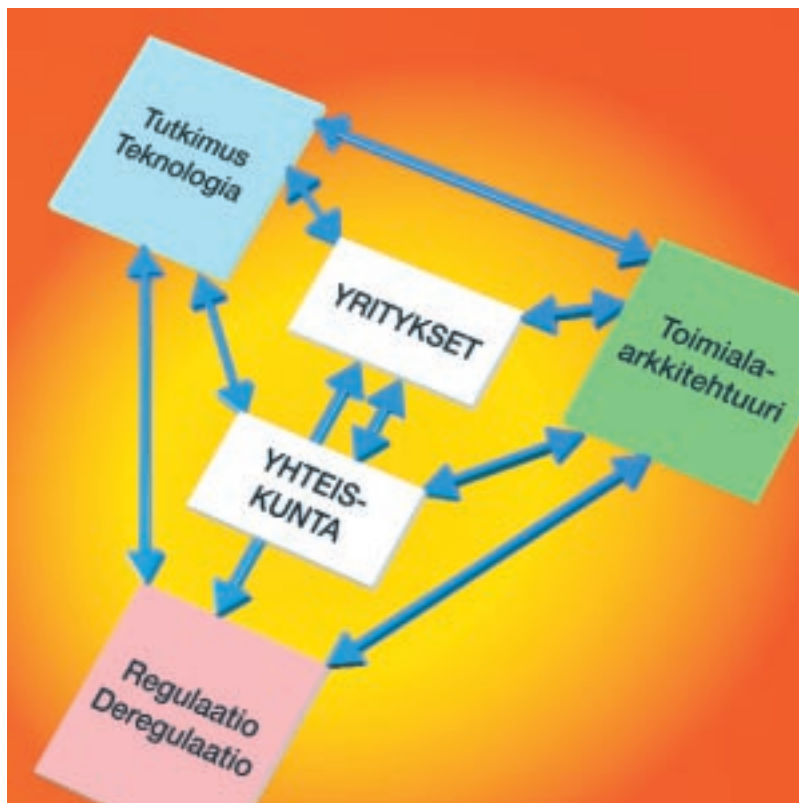
Avautuneet sähkömarkkinat ja jätteiden energiakäyttö – lainsäädännöllä synnytettyinä markkinoina

TESLA- ja Jätteiden energiakäyttö -teknologiaohjelmien arviointi

Mervi Rajahonka, Lasse Kivikko, Mikko Valtakari, Matti Pulkinen

Teknologiaohjelmaraportti 13/2002

Arviointiraportti



TEKES

Avautuneet sähkömarkkinat ja jätteiden energiakäyttö – lainsäädännöllä synnytettyinä markkinoina

TESLA- ja Jätteiden energiakäyttö -teknologiaohjelmien arviointi

Arviointiraportti

Mervi Rajahonka
Mikko Valtakari
Matti Pulkkinen



LTT-Tutkimus Oy

Lasse Kivikko
Otakon Ky



TEKES

Kilpailukykyä teknologiasta

Tekes tarjoaa rahoitusta ja asiantuntijapalveluja kansainvälisesti kilpailukykyisten tuotteiden ja tuotantomenetelmien kehittämiseen. Tekesillä on vuosittain käytettävissä avustuksina ja lainoina noin 390 miljoonaa euroa teknologian kehityshankkeisiin.

Teknologiaohjelmien avulla maahamme luodaan uutta teknologiaosaamista yritysten, tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen yhteistyönä. Ohjelmien tavoitteena on nostaa teknologista kilpailukykyämme tulevaisuuden keskeisillä teollisuuden toimialoilla. Tällä hetkellä Tekesillä on käynnissä noin 50 teknologiaohjelmaa.

ISSN 1239-1336
ISBN 952-457-096-3

Kansi: Oddball Graphics Oy
Sisäsivut: DTPage Oy
Paino: Paino-Center Oy, 2002

Esipuhe

Tekes käynnisti vuonna 1998 kaksi teknologiaohjelmaa, Tesla-Informaatiotekniikka sähkönjakelussa ja Jätteiden energiakäyttö, joiden tavoitteena oli kannustaa ja tukea yrityksiä ja tutkimuslaitoksia kehittämään teknologioita ja teknologiaratkaisuja uusille avautuville kotimaisille ja kansainvälisille markkinoille. Ohjelmia yhdistävä tekijä on ollut toiminnan sääntelyn merkittävä muutos (deregulaatio ja regulaatio). Tämä on muuttanut markkinoita ja synnyttänyt kysyntää ja tarvetta uusille teknologioille ja palveluille.

Teknologian kehittäminen energiantuotantopuolella ja tämän kautta tehokkaampien (kustannukset tuotettua MW kohti) laitosten rakentaminen on parantanut yritysten kilpailukykyä sähkötuotannon markkinoilla. Pitkään monopoliasemassa ollut sähkönjakelumarkkinoiden avautuminen paransi tuotantoyritysten pääsyä markkinoille. Sähkömarkkinat avautuivat Tesla teknologiaohjelmaa edeltäneen EDISON teknologiaohjelman aikana. Tesla on ollut jatkoa EDISON:ille, mutta kuitenkin lähtökohdiltaan paljon teknisluonteisempi kuin edeltäjänsä.

Jätehuoltoon liittyvä kansallinen toiminta ja kotimainen lainsäädännön kehittyminen erityisesti Suomen EU jäsenyyden kautta on ollut ajavana voimana kun 'Jätteiden energiakäyttö' teknologiaohjelmaa on valmisteltu. Uudet jäteverot ja kasvavat kaatopaikkamaksut ovat lisänneet kiinnostusta jätteiden energiakäyttöön. Yleisemmin yritysten mielenkiintoa jätteiden hyötykäyttöön ovat lisänneet seuraavat seikat: kaatopaikkakuormituksen vähentäminen, kilpailukykyyn kasvattaminen pienentämällä raaka-aine-, jäte- ja energiakuluja sekä kasvavat alan kotimaiset ja vientimarkkinat.

Teknologiaohjelmissa kehitetään teknologisia ratkaisuja. Teknologioiden käyttöönotto ja leviäminen kuitenkin viime kädessä tuottavat niitä yhteiskunnallisia hyötyjä joita tavoitellaan. Miten käyttökelpoisia teknologisia ratkaisuja ohjelmissa on tuotettu? Mitkä tekijät estävät ja mitkä edistävät ratkaisujen käyttöönottoa? Voidaanko teknologiaa kehittäessä jo edistää tulosten käyttöönottoa? Nämä kysymykset olivat tämän arviointitutkimuksen pääkysymykset.

Arviointitutkimuksen päätekijät ovat olleet LTT-Tutkimus Oy ja Otakon Ky. Arviointitutkimuksen tueksi asetettiin arvioinnin ohjausryhmä, johon kuuluivat Tekestä Martti Äijälä, Jari Eklund, Helena Manninen, Robin Gustafsson ja Eija Ahola sekä ohjelmapäälliköt Matti Lehtonen ja Kai Sipilä. Ohjausryhmäläiset ovat omalla näkemyksellään ja asiantuntemuksellaan tukeneet työtä hyvin aktiivisesti. Arvioinnin tekijät ovat kirjallisen materiaalin pohjalta, haastattelujen ja kyselyjen sekä laajan oman asiantuntemuksen perusteella tiivistäneet arviointitutkimuksen analyysi ja johtopäätökset sekä suositukset tähän raporttiin.

Raportti edustaa arviointiasiantuntijoiden näkemystä ohjelmien tuloksista ja vaikutuksista, niitä selittävästä tekijöistä, sekä arvioijien havaintojensa perusteella tekemiä johtopäätöksiä ja suosituksia tulevaa ohjelmatoimintaa varten.

Tässä tarkasteltua kahta teknologiaohjelmaa ei ole verrattu toisiinsa, eikä se edes olisi järkevää. Ohjelmia yhdistävä piirre on, että ne kehittivät teknologiaa ja ratkaisuja alueille, joilla on voimakas yhteiskunnallinen ulottuvuus, ja joiden sääntelyä on muutettu. Arvioinnin toivottiin tuottavan näkemystä siitä, miten teknologian kehittäminen yhteiskunnalle tärkeiden infrastruktuuripalvelujen tulisi tulevaisuudessa edistää ja tukea ja mikä on Tekesin ja muiden toimijoiden rooli tässä kehitystyössä.

Raportissa onkin tarkasteltu, millaisiin asioihin teknologioilla vaikutetaan ja millä millä alueilla kaivataan yhteistä näkemystä ohjaamaan osaltaan myös teknologiaohjelmien suunnittelua ja toteutusta.

Haluamme kiittää kaikki arviointiprosessiin osallistuneita. Erityisesti arvioinnin tekijät Mervi Rajahonka, Lasse Kivikko, Mikko Valtakari ja Matti Pulkkinen ansaitsevat suuret kiitokset erittäin tasokkaasta ja juuri oikealle strategiselle tasolle vietyä arviointitutkimuksesta sekä hyvinkin haasteelliselle innovaatiojärjestelmätasolle ja jopa osin laajemmallekin tasolle viedyistä vaikuttavuuden arvioinnista.

Helsingissä marraskuussa 2002

Robin Gustafsson ja Eija Ahola

Vaikuttavuusarviointi, Tekes

Tiivistelmä

Arviointityön yleisenä tavoitteena on ollut selvittää, miten Tesla – Informaatioteknologia sähkönjakelussa (1998–2002) ja Jätteiden energiakäyttö (1998–2001) -teknologiaohjelmat ja ohjelmakonseptit ovat sopineet alan yhteiskunnallisiin tarpeisiin ja niiden muutoksiin sekä alan markkinoihin ja kysynnän muutoksiin. Lisäksi tavoitteena on ollut selvittää, mikä on ollut ohjelmien tehokkuus ja vaikuttavuus suhteessa ohjelmille asetettuihin erityistavoitteisiin. Ohjelmia yhdistävänä lähtökohtatekijänä on ollut yhteiskunnalle elintärkeiden infrastruktuuripalvelujen kysynnän muutosten kautta syntynyt tarve uusille teknologioille ja palveluille.

Vaikka ohjelmilla on ollut yhteisiä piirteitä, kysynnän muutokset ovat syntyneet ohjelmien toimintaja vaikutusympäristöissä erilaisten muutostekijöiden kautta ja vaikuttavat eri mekanismien kautta. Tällä on suuri merkitys arvioitaessa ohjelmien tuloksia ja vaikutuksia lyhyellä ja pitkällä tähtäimellä. Regulaation/deregulaation lisäksi kehitys on ollut ja tulee jatkossakin olemaan sidoksissa myös teknologiaan ja toimiala-arkkitehtuuriin. Arvioinnissa ohjelmien vaikuttavuutta on tarkasteltu kolmesta näkökulmasta: projektinäkökulmasta, liiketaloudellisesta näkökulmasta ja yhteiskunnallisesta näkökulmasta. Vaikutusten syntymekanismit ja luonne ovat kustakin näkökulmasta tarkasteltuina varsin eri tyyppejä ja ohjelmatoiminnan vaikuttavuus etenkin yhteiskunnallisesta ja liiketaloudellisesta näkökulmasta tulkittuna laajasti sidoksissa ohjelmien toimintaympäristön kehitykseen, mm. säädösten muutoksiin sekä muutoksiin markkina- ja kilpailutilanteessa.

Tesla-ohjelman ja sen edeltäjän Edison-ohjelman välilliset liiketoiminnalliset hyödyt ovat kiistattomat ja jopa kansallisessa mielessä hyvin merkittävät. Ohjelmien puitteissa tehdyn pitkäjänteisen kehitystyön ansiosta Suomi on saavuttanut nk. ”lead market” -aseman laite- ja ohjelmistokehittäjien silmissä.

Jäte-energian yhteiskunnallista merkitystä ja kaupallista kysyntää lisäävät tulevaisuudessa EU:n ympäristö- ja energiapolitiikan painotukset. Jäteohjelman keskeisenä lähtökohtana on ollut kehittyvään lainsäädäntöön vastaaminen. Ohjelmalla on onnistuttu kutomaan epäyhtenäistä alaa eri toimijoiden kokonaisuudeksi ja tältä osin selkeyttämään kenttää.

Kun teknologian kehittämisen olennaisena motiivina on markkinoiden vapauttaminen (kuten Edison/Teslassa) tai kehittyvän lainsäädännön asettamat teknologiavaatimukset (kuten Jäte-ohjelmassa), tulisi kehityspanosten kohdentamisen ja ajoittamisen perustana olla selkeät näkemykset kehityksestä ja kehitykseen vaikuttavista mekanismeista. Laaja-alaisempi näkemyksellinen visiointi ohjelmien lähtökohtatarkastelussa olisi luonut vahvemman pohjan panostusten tarkoituksenmukaisemmalle kohdentamiselle ja ajoittamiselle ohjelmissa. Tämäntyyppisten teknologiaohjelmien tueksi olisi hyödyllistä muodostaa erillinen laaja-alainen kansainvälinen toimialafoorumi. Merkittävien yhteiskunnallisten lainsäädäntö- tai liberalisointihankkeiden yhteydessä tulisi suorittaa suunnitteluvaiheessa asiaan liittyvä teknologian ennakointi sekä teknologiavaikutusten arviointi.

Abstract

The aim and purpose of this evaluation work in general has been defining how Tekes technology programme concepts and programmes *Information Technology and Electric Power Systems Technology Programme Tesla* (1998-2002) and *Waste to Energy* (1998-2001) have succeeded in relation to needs of society and changes in needs as well as in relation to markets and demand changes. Furthermore, the aim of the work has been to define the effectiveness and impacts of programmes in relation with programmes' own goals. The two programmes' common starting point has been the need for new technologies and services generated in the demand changes in the vital infrastructure of the society.

Although the programmes have had common features, demand changes in the programmes' operational and impact environment have been generated through different change factors and impact through different mechanisms. This is significant to notice while evaluating programmes' short-term and long-term results and impacts. Development is and will be driven not only by regulation/ deregulation but also by technology and industry architecture. In this evaluation report impacts of programmes have been reviewed from three angles: project angle, business angle and civil (social) angle. Viewed from different angles, the generating mechanisms and the nature of impacts are quite different. The impacts of programme activity viewed from social and business angle are widely connected to the operational environment development, for example to the changes in regulation, market and competition.

Tesla and preceding Edison programmes' indirect business benefits are unquestionable and even very significant nationally. Due to the long-term development work in the programmes Finland has achieved a status of so called "lead market" in suppliers' and software developers' opinion.

The social significance and commercial demand of waste energy will increase in consequence of EU environmental and energy policy emphasises. The central issue of the Waste to Energy programme has been to respond to legislation *de lege ferenda*. The programme has been successful in building networks in the earlier incoherent industry and in this respect clarifying the field.

When the essential starting point in technology development is either market liberalisation (as in Edison/Tesla) or technology standards enacted in laws to come (as in Waste to Energy), the allocating and timing of the development contributions should be based on a clear vision of future developments and mechanisms beneath. When starting up the programmes, forming a wider vision could have created a firmer base for a more accurate allocation and timing of contributions in the programmes. It could be worthwhile to form especial wide international industry forums supporting these kinds of technology programmes. Technology assessment should be carried out when drafting major legislation or liberalisation proposals.

Sisältö

Esipuhe

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto	1
1.1	Arviointityön kohde, tavoitteet ja lähestymistapa arviointityöhön.	1
1.2	Arviointityön toteutus	2
1.3	Aineisto ja menetelmät	2
1.4	Arvioinnin toteutus ja luotettavuus	4
2	Ohjelmien toiminta- ja vaikutusympäristö	5
2.1	Tesla-ohjelman toiminta- ja vaikutusympäristö – Avautuvat sähkömarkkinat	5
2.1.1	Markkinoiden avautumiskehitys	5
2.1.2	Toimiala-arkkitehtuurin muutokset	7
2.1.3	Teknologiakehitys energia- ja ICT-aloilla	9
2.2	Tesla-ohjelman lähtökohdat	10
2.2.1	Tesla-ohjelman tausta	10
2.2.2	Ohjelman tavoitteet ja painopisteet	11
2.3	Jäte-ohjelman toiminta- ja vaikutusympäristö – Muotoutuvat jätteiden energiakäytön markkinat	12
2.3.1	Jätteiden energiakäyttö ja sen tulevaisuus Suomessa	12
2.3.2	Jätteiden energiakäytön toimiala-arkkitehtuuri	13
2.3.3	Teknologiakehitys jätteiden energiakäytössä	15
2.4	Jäte-ohjelman lähtökohdat	16
2.4.1	Jäte-ohjelman tausta	16
2.4.2	Ohjelman tavoitteet ja painopisteet	17
2.5	Kysynnän muutokset ja energia-alan uudet avautuvat markkinat	18
3	Tesla-ohjelman tulokset ja onnistuneisuus	21
3.1	Projektikohtaisia arvioita	21
3.1.1	Hankekokonaisuus: Verkostoautomaatio, tiedon siirto ja sähkön laatu	21
3.1.2	Sähkökauppa ja kysynnän hallinta (DSM) vapailta sähkömarkkinoilla	22
3.1.3	Hankekokonaisuus: Teollisuussähköjärjestelmien hallinta	23
3.2	Osallistujatahojen esittämiä arvioita	24
3.2.1	Sähköyhtiöiden esittämät arviot	24
3.2.2	Sähköalaa palvelevien teollisuus- ja palveluyritysten esittämät arviot	24
3.2.3	Ohjelman johtoryhmä	25
4	Jäte-ohjelman tulokset ja onnistuneisuus	27
4.1	Ohjelman hankkeiden kohdentuminen	27
4.2	Projektikohtaisia arvioita	27
4.2.1	Yleistä	27
4.2.2	Tulokset painopistealueittain	29

4.3	Ohjelmakonseptin toimivuus	31
4.3.1	Hallinto	31
4.3.2	Tavoitteiden määrittely	32
4.3.3	Kohderyhmän tavoittaminen ja verkostoituminen	33
4.4	Yhteenveto ohjelman tuloksista ja onnistuneisuudesta.	35
5	Ohjelmien vaikuttavuus.	39
5.1	Vaikuttavuuden tulkinnan näkökulmat.	39
5.2	Tesla-ohjelman vaikuttavuus	39
5.2.1	Projektinäkökulma	39
5.2.2	Liiketoiminnallinen näkökulma	41
5.2.3	Ohjelmakonsepti ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus	42
5.3	Jäte-ohjelman vaikuttavuus	43
5.3.1	Projektinäkökulma	43
5.3.2	Liiketoiminnallinen näkökulma	46
5.3.3	Ohjelmakonsepti ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus	47
5.4	Ohjelmien ja teknologiympäristön merkitys kansainvälisessä liiketoiminnassa	48
6	Kehitystarpeet ja suositukset	51
6.1	Kehitystarpeet	51
6.2	Suosituksat	51
Liitteet		
1.	Jätteiden energiakäyttöalan visio 2010.	53
2.	Tulevaisuuden teknologiatarpeet jätteiden energiakäytössä.	59
Tekesin teknologiaohjelmatarpeita		62
Taulukot ja kuvat		
Taulukko 1.	Arviointiaineisto.	3
Taulukko 2.	Muutostekijät ja niiden vaikutusmekanismit.	20
Taulukko 3.	Jäte-ohjelman hankkeiden kohdentuminen painopistealueittain.	27
Taulukko 4.	Tulevaisuuden teknologiatarpeet jätteiden energiakäytössä ja ohjelman onnistuneisuus.	44
Kuva 1.	Energiatoimiala sähköntuotannon ja -jakelun kannalta sekä Tesla-ohjelmassa mukana olleita tahoja.	9
Kuva 2.	Jätteiden energiakäytön arvoverkko ja ohjelmassa mukana olleita tahoja.	15
Kuva 3.	Ohjelmien toiminta- ja vaikutusympäristö.	19
Kuva 4.	Tesla-ohjelman onnistuneisuus (lähde johtoryhmäkysely).	26
Kuva 5.	Projektien kohdentuminen (lähde projektikysely).	28
Kuva 6.	Projektien tavoitteet (lähde projektikysely).	28
Kuva 7.	Projektien tuloksia (lähde projektikysely).	29
Kuva 8.	Jätteiden energiakäyttöön liittyvien tekijöiden merkitys ja niiden onnistuminen ohjelmassa (lähde kysely johtoryhmälle ja asiantuntijoille).	33
Kuva 9.	Onnistuneisuus verkostoitumisessa (lähde projektikysely).	34
Kuva 10.	Ohjelmaa koskevia väittämiä (lähde kysely johtoryhmälle ja asiantuntijoille).	36
Kuva 11.	Näkökulmittain jäsentyvät vaikuttavuuden arvioinnin tulkintakehikot.	40
Kuva 12.	Liberalisointikehityksen suunnitteluavaruus.	42
Kuva 13.	Projektien vaikutuksia (lähde projektikysely).	44
Kuva 14.	Regulaation suunnitteluavaruus.	47

1 Johdanto

1.1 Arviointityön kohde, tavoitteet ja lähestymistapa arviointityöhön

Tesla – Informaatioteknologia sähköjakelussa (1998–2002) ja Jätteiden energiakäyttö (1998–2001) -teknologiaohjelmia yhdistävänä lähtökohdantekijänä on ollut yhteiskunnalle elintärkeiden infrastruktuuripalvelujen kysynnän muutosten kautta syntynyt tarve uusille teknologioille ja palveluille. Ohjelmien tehtävänä on ollut kehittää teknologioita ja teknologiaratkaisuja uusille avautuville kotimaisille ja kansainvälisille markkinoille sekä tukea yhteiskunnalle välttämättömien palvelujen kehittämistä.

Arviointityön yleisenä tavoitteena on ollut selvittää, miten ohjelmat ja ohjelmakonseptit ovat sopineet alan yhteiskunnallisiin tarpeisiin ja niiden muutoksiin sekä alan markkinoihin ja kysynnän muutoksiin. Lisäksi tavoitteena on ollut selvittää, mikä on ollut ohjelmien tehokkuus ja vaikuttavuus suhteessa ohjelmille asetettuihin erityistavoitteisiin.

Arviointityössä vastauksia haettiin erityisesti seuraaviin kysymyksiin:

- Mitkä ovat keskeisimmät alan toimintaympäristön yhteiskunnalliset tarpeet sekä muutokset tarpeissa, palvelujen kysynnässä ja toiminnan ohjauksessa (mm. normit, lainsäädäntö)?
- Millaista uutta kysyntää ja mahdollisuuksia ohjelmissa luotavalle teknologialle ja uusille ratkaisuille on markkinoilla syntynyt?
- Miten ohjelmilla ja ohjelmien strategiavalinnoilla on pystytty vastaamaan yhteiskunnallisiin tarpeisiin sekä markkinoiden muutoksiin ja niillä avautuneisiin uusiin mahdollisuuksiin? Miten ohjelmat ovat vaikuttaneet mahdollisiin muutoksiin kysynnässä ja ohjauksessa (feedback)?
- Millainen on ollut ohjelmien suora ja epäsuora vaikutus niissä mukana olevien yritysten kilpailukykyyn ja liiketoimintaosaamiseen sekä millaisia muita yritysten markkinavalmiuksia edistäviä vaikutuksia on ohjelmilla pystytty synnyttämään?
- Miten ohjelmat ovat vastanneet toisaalta kotimarkkinoiden ja toisaalta viennin tarpeiden ja kysynnän muutoksiin? Mikä on ollut ohjelmien vaikutus suomalaiseen teknologiaosaamiseen ja suomalaisen innovaatioympäristön houkuttelevuuteen kansainvälisillä markkinoilla?
- Miten ohjelmastrategioilla on kokonaisuudessaan pystytty vastaamaan avautuvien ja kansainvälistyvien markkinoiden kehitykseen ohjelma-aloilla ja mikä on ollut teknologiaohjelmien rooli yritysten teknologian kaupallistamisen ja kansainvälisen liiketoiminnan tukemisessa? Miten ohjelmien strategiaa voitaisiin tältä osin kehittää?
- Mikä on ollut ohjelmien tehokkuus ja vaikuttavuus suhteessa niille asetettuihin tavoitteisiin?

Arviointityössä pääpaino on ollut ohjelmien strategisen relevanssin ja ohjelmakonseptien soveltuvuuden arvioinnissa sekä ohjelmien vaikuttavuuden arvioinnissa. Erityisenä näkökulmana suoritettavassa arvioinnissa on ohjelmien yhteiskunnallinen vaikuttavuus; millainen vuorovaikutus vallitsee yhteiskunnalle elintärkeän infrastruktuuripalvelun – sähkön tuotannon, siirron ja myynnin – liberalisoinnin ja teknologiakehityksen välillä (Tesla) sekä jätehuollon, CO₂-tavoitteiden, lainsäädännön ja teknologiakehityksen välillä.

Toinen erityinen arviointinäkökulma on itse ohjelmakonseptin soveltuvuuden tarkastelu; onko ”teknologiaohjelma” nykymuodossaan sopiva ja pätevä tapa myötävaikuttaa ja hyödyntää eri alojen liberalisointia, so. kilpailulle avaamista ja yksityistämistä (Tesla) sekä ennakoida alan käytäntöjä ja lainsäädäntöä sekä myötävaikuttaa niihin.

Arvioinnin ytimenä on ohjelmilla aikaansaatuun liiketoiminnallisten hyötyjen arviointi: Mikä on ollut ohjelmien kokonaisvaikutus yritysten kilpailukykyyn ja kasvumahdollisuuksiin kotimaassa ja kansainvälisellä areenalla? Millainen teknologinen osaaminen, verkosto ja toimintavalmius ohjelmien avulla on synnytetty?

1.2 Arviointityön toteutus

Arvioinnin toteutus käynnistettiin kokonaissuunnitelman ja yhteisen viitekehyksen laatimisella sekä Tesla- että Jäte-ohjelman arviointiin. Näin mahdollistettiin sinänsä erillisenä toteutettavien ohjelma-arviointien perusteella tehtävä ohjelmien vaikuttavuuden kokonaisarviointi.

Arviointityö toteutettiin tämän jälkeen viidessä toisiaan tukevassa työvaiheessa. Arviointityön ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin, minkälaisia tarpeita ja muutoksia ohjelmien toimintaympäristöissä on tapahtunut ja tapahtumassa sekä analysoitiin, miten nämä muutokset näkyvät ohjelmien vaikutusympäristössä erityisesti teknologiatarpeiden kysynnän muutoksina ja uusina markkinoina. Tutkimuksen toisessa vaiheessa analysoitiin ohjelmien strategisen relevanssin ja ohjelmakonseptien soveltuvuutta eli sitä, miten ohjelmakonseptit (ohjelmastrategiat ja toimeenpano) ovat sopineet ohjelmien vaikutusympäristön muutostilanteisiin. Kolmannessa vaiheessa arvioitiin, miten ohjelmilla luodut teknologiaratkaisut tukevat ohjelmakokonaisuuden lähtökohtina olleita yhteiskunnallisia ja markkinalähtöisiä tarpeita. Ohjelmaston arvioinnin lisäksi ohjelmien vaikuttavuutta tarkastellaan myös yritystasolla, yritysten kilpailukykyyn ja toimintavalmiuksiin uusilla markkinoilla. Arviointityö neljäs vaihe toteutettiin samanaikaisesti edellisten työvaiheiden kanssa. Siinä arvioitiin kummankin ohjelman osalta erikseen ohjelman toteutumista (tehokkuutta ja vaikuttavuutta) suhteessa ohjelman erityiskysymyksiin ja erityisluonteeseen. Viidennessä vaiheessa tehtiin edellisten työvaiheiden perusteella laadullinen johtopäätösanalyysi siitä, miten ohjelmakokonaisuus ja siinä tehdyt strategiavalinnat ovat onnistuneet päämäärässään kehittää teknologioita ja teknologiaratkaisuja uusille kansainvälisille markkinoille ja näin tukea yritysten kilpailukykyä ja kansainvälistymistä sekä yleisemmin teknologian kaupallistamista.

Liiketoiminnallisten hyötyjen arvioinnissa on perusteena ollut sekä panos/hyöty-kriteeri, että nk. vaihtoehtokustannus-kriteeri ("cost of lost opportunities"). Näitä arviointeja varten on ollut välttämättömää laatia peilauspinnaksi kuva ao. toimialan nykyisestä kehitysvaiheesta sekä tehdä oletuksia toimialan tulevasta kehityksestä.

1.3 Aineisto ja menetelmät

Arviointiaineiston perusrunko on muodostunut olemassa olevasta ohjelmadokumentaatiosta, alaan liittyvästä tutkimus- yms. kirjallisuudesta, ohjelmien ja alan asiantuntijoille tehdyistä haastatteluista ja Internet-pohjaisista kyselyistä, kansainvälisten ja kansainvälistyvien yritysten avainhenkilöille (teknologia- ja markkinointijohtajat) tehdyistä haastatteluista sekä ohjelmien projekteille tehdyistä sähköposti- ja Internet-pohjaisista kyselyistä. Tesla- ja Jäte-ohjelmien erilaisista lähtökohtatekijöistä sekä ohjelmien toiminta- ja vaikutusympäristöjen erityyppisestä luonteesta johtuen ovat tarpeet ja aineistonkeruumenetelmät primaariaineiston hankinnalle olleet ohjelmakohtaisesti hieman toisistaan poikkeavat¹. Taulukkoon 1 on koottu arviointityössä käytetyt primaariaineiston hankintaan liittyvät keskeisimmät haastattelut ja kyselyt ohjelmittain sekä niiden yhtymäkohdat arviointityön eri vaiheisiin.

Arviointityön luonteesta johtuen työn painopiste on ollut laadullisessa arvioinnissa. Toiminta- ja vaikutusympäristön analyysissa sekä arviointihavaintojen tulkinnassa keskeisinä menetelminä työn eri vaiheissa ovat olleet asiantuntijalausunnat.

Tesla/Edison-ohjelmaparin arvioinnin pohjana on ollut käytettävissä Edison-ohjelman loppuraportti², sen pohjalta laadittu selvitys tutkimustarpeesta, Tesla-ohjelman projektien tiivistelmät sekä Teslan väliarviointi vuonna 2000.

1 Jäte-ohjelma koostui noin 60 hankkeesta. Teslassa hankkeita oli puolestaan huomattavasti vähemmän ja ne jäsenyivät selkeisiin hankekokonaisuuksiin.

2 Tesla-ohjelma muodostettiin jatkoksi vuonna 1997 päättyneelle KTM:n energiaosaston käynnistämälle Edison-ohjelmalle.

Taulukko 1. Arviointiaineisto.

Arviointiaineisto	Tesla	Jäte	Arvioinnin fokus
Ohjelman avainhenkilöiden haastattelut	6 avainhenkilöä	8 avainhenkilöä	Ohjelmien ja niiden toimintaympäristön erityispiirteiden tunnistaminen Ohjelmien tavoitteiden relevanssi Ohjelmakonseptin toimivuus
Ohjelma-alan asiantuntijoiden haastattelut	14 asiantuntijaa		Toimintaympäristön kehityksen ja muutoksen tunnistaminen ja kehittämistarpeiden arviointi
Delfoi-kysely-prosessi ohjelma-alan asiantuntijoille		21 "oraakkelia"	Toimintaympäristön kehityksen ja muutoksen tunnistaminen ja kehittämis- ja teknologiatarpeiden analysointi
Yrityshaastattelut	24 projekti- tai vientivastaavaa	12 projekti- tai vientivastaavaa	Hanketoiminnan tulosten ja vaikutusten inventointi Tulosten kaupallistamisen liiketoiminnallisten vaikutusten arviointi
Sähköpostikysely hankkeille	10 tutkimushanketta	15 yrityshanketta	Ohjelmien tulosten ja vaikutusten arviointi
www-kysely projekteille		24 hanketta	Ohjelmien tulosten ja vaikutusten arviointi
www-kysely (pääosin) johtoryhmälle	9 johtoryhmän jäsentä	13 johtoryhmän jäsentä ja asiantuntijaa	Ohjelmien vaikuttavuuden ja merkityksen arviointi

Toimialan tilan ja tulevaisuusolehtuksien laadintaan on ollut käytettävissä runsaasti alan kotimaisten ja kansainvälisten järjestöjen, EU:n, viranomaisten sekä alan tutkimuslaitosten ja yritysten tuottamaa materiaalia. Jäte-ohjelman arvioinnin tueksi suoritettiin toimialan ja teknologian kehittymistä luotaava delfoi-tutkimus³.

Arviointityö toteutettiin 15.4.–31.10.2002 LTT-Tutkimus Oy:ssä. Arviointityön vastuullisena johtaja on toiminut *FL Mikko Valtakari* ja päätoimisena tutkijana *DI, OTK Mervi Rajahonka*. LTT:n toimitusjohtaja *KT Matti Pulkkinen* on toiminut liiketalouden asiantuntijana erityisesti ohjelmien ja toimintaympäristön vaikutusprosessien tunnistamis-

³ Delfoi-tutkimukseen osallistui 21 alan asiantuntijaa, joista 8 oli yliopistojen tai tutkimuslaitosten edustajia ja muut yritysten tai toimialajärjestöjen edustajia. Delfoi-menetelmällä suoritettu tutkimus käsitti kolme kierrosta. Ensimmäisellä kierroksella ryhmän jäsenet määrittivät jätteiden energiakäyttöalan toimintaympäristössä ja markkinoilla tapahtumassa olevat keskeisimmät muutokset. Toisella delfoi-kierroksella muutokset koottiin tärkeysjärjestykseen. Kolmannella kierroksella määriteltiin edellisten perusteella se, millaisilla teknologiaratkaisuilla muutosten avaamia mahdollisuuksia pystyttäisiin jätteiden energiakäytössä kaupallisesti Suomessa hyödyntämään. Vastausten pohjalta koottiin tämän arviointiraportin liitteinä olevat "Jätteiden energiakäyttöalan visio 2010" ja "Tulevaisuuden teknologiatarpeet jätteiden energiakäytössä".

misessa. Tutkijoina ovat työn eri vaiheissa toimineet myös *KTM Kari Niilola* ja *kauppatiet.yo. Mikko Soutamo*. Tesla-ohjelman tehokkuuden ja vaikuttavuuden loppuarvioinnin on suorittanut itsenäisenä kokonaisuutena *TkT Lasse Kivikko Otakon Ky:stä* ja hän on vastannut tämän raportin lukujen 2.1, 2.2, 3. ja 5.2. kirjoittamisesta. Kivikko on toiminut asiantuntijana myös ohjelmakonseptin kokonaisarvioinnissa. Jäte-ohjelman arvioinnissa teknologia-asiantuntijana on toiminut *T&K-koordinaattori Jukka Leskelä Energia-alan Keskusliit-to ry Finergystä*.

1.4 Arvioinnin toteutus ja luotettavuus

Toimeksiannon mukaisesti ohjelmien vaikuttavuutta suhteessa yhteiskunnallisiin ja markkinoiden tarpeisiin on pyritty arvioimaan kokonaisuutena. Samankaltaisista päämääristään huolimatta ohjelmien erityyppisyys on osaltaan vaikeuttanut vaikutusmekanismien systematisointia ja arviointitulosten yhteismitallista tulkintaa ohjelmakokonaisuustasolla. Lisäksi arviointityössä käytetty toimeksiannon mukainen ohjelmakokonaisuustason tulkintakehikko, jossa ohjelmilla saatuja tuloksia ja yhteiskunnallisia vaikutuksia tulkitaan kokonaisvaltaisesti suhteessa lainsäädännöllä luotujen markkinoiden tarpeisiin, ei kaikilta osin nosta esiin projektitasolla aikaansaatuja erityistuloksia ja vaikutuksia.

Arviointityössä yhtenä keskeisenä tulosten tulkintakehyksenä on ollut liiketoiminnallinen näkökulma. Ohjelmien aikaansaamia liiketoiminnallisia hyötyjä on pyritty arvioinnissa tulkitsemaan pääasiassa strategisesti, ohjelmilla luotujen teknologiaratkaisujen ja lainsäädännön kautta muovautuvien markkinatarpeiden kokonaisuutena. Arvioinnin luotettavuuteen vaikuttaa osaltaan se, että ohjelmatoiminnan tulosten liiketoiminnalliset ja markkinavalmiuksia edistävät hyödyt syntyvät moninaisten vaikutusprosessien kautta ja näkyvät mukana olevissa yrityksissä usein vasta pidemmällä aikavälillä. Tässä suhteessa yksittäisten teknologiaratkaisujen arviointi on vaikeaa ja osin tässä yhteydessä myös epätarkoituksenmukaista. Arvioinnissa käytetyt liiketoiminnallisen tulkin-

nan fokuksena on ollut ensisijaisesti ohjelmakoh-
taisesti tehtyjen strategiavalintojen liiketoiminnal-
linen merkitys, ei niinkään ohjelmatoiminnan yk-
sittäiset hyödyt yrityksille.

Arvioitujen teknologiaohjelmien kaikkinaisia vai-
kutuksia on erittäin vaikea arvioida projektien tai
osaprojektien tasolla. Tämä johtuu siitä, että pro-
jekteissa mukana olleille yritysten ja osin tutki-
mustahojenkin henkilöille on ollut – etenkin jälki-
käteen – erinomaisen vaikeata muistaa tehdyn työn
jäsenyminen eri projektien osalle. Lisäksi yritys-
projekteista relevantin arviointitiedon saanti on
vaikeaa. Ohjelman aikana ja sen puitteissa tehty
tutkimus ja kehitystyö ovat edenneet käytännössä
tarkoituksenmukaisella tavalla. Projektit ovat ol-
leet pienehköjä, paljolti keinotekoisesti pilkottuja
ja ajallisesti katkottuja hallinnollisia kokonaisuuk-
sia. Tästä johtuen arvioinnissa on voitu saavuttaa
riittävä luotettavuuden taso vain hankekokonai-
suuksien ja koko ohjelma-ajan tasolla tarkastellen.

Yksityiskohtaisen arvioinnin luotettavuutta alen-
taa osaltaan Tesla-ohjelman tietynlainen epäsym-
metrisyys sekä tutkimuksen että liiketoiminnalli-
sen hyödyntämisen kannalta. Tutkimustyössä on
yksi taho, VTT Energia, ollut hallitsevana koko
prosessin ajan. Liiketaloudellinen hyödyntäminen
nimenomaan viennin muodossa on puolestaan
olennaisesti ABB:n varassa. Väistävä ollaan
tällöin tutkimustaholla tilanteessa, jolloin joudu-
taan melko suuressa mitassa arvioimaan omia ole-
tuksia ja tekemisiä. Hyödyntämisarvioinnissa täy-
tyisi puolestaan päästä avaamaan yhden yrityksen
strategisia arvioita, aikeita ja panostuksia melko
syvältä, jotta hyvään arviointitarkkuuteen pääsisi.
Tämä epäsymmetrisyys ei kuitenkaan haittaa vai-
kuttavuuden kokonaisarviointia.

Jäte-ohjelman kohdalla on vallinnut Teslan tavoin
epäsymmetrinen tilanne, jossa yksi taho eli VTT
on ollut hallitsevana tutkimusten toteuttajana sekä
tämän lisäksi ohjelman koordinaattorina. Tämän
vuoksi VTT:n asiantuntijat eivät voi siis esim. kri-
tisoida teknologiaohjelmaa ilman, että he kritisoi-
sivat samalla omaa organisaatiotaan. Liiketoimin-
nallisen hyödyntämisen osalta tilanne ei Jäte-oh-
jelmassa ole ollut yhtä epäsymmetrinen kuin Tes-
lassa.

2 Ohjelmien toiminta- ja vaikutusympäristö

2.1 Tesla-ohjelman toiminta- ja vaikutusympäristö – Avautuvat sähkömarkkinat

2.1.1 Markkinoiden avautumiskehitys

Markkinoiden avautumiskehityksessä on kaksi toisistaan riippumatonta ulottuvuutta, jotka on ehdottomasti erotettava toisistaan: kilpailun rajoitusten poistaminen ja nk. yksityistäminen. Edellistä toteutetaan vähentämällä yrittämistä ja kilpailua sääteleviä tai estäviä rajoituksia. Jälkimmäisessä siirretään julkisen vallan alaista taloudellista toimintaa yksityisomistukseen. Toimialan ja sen toimijoiden käyttäytyminen eroaa suuresti sen mukaan kummalla liberalisoinnin dimensiolla kulloinkin edetään.

On erittäin tähdellistä ymmärtää, että kun Ison-Britannian hallitus ryhtyi vuonna 1979 silloisen pääministerin, Margaret Thatcherin, johdolla ”liberalisoimaan markkinoita”, niin se merkitsi nimenomaisesti valtion *omistuksen* voimakasta vähentämistä yritystoiminnassa, ei välttämättä kilpailun esteiden poistamista.

Suuri avaus koko Euroopan liberalisointi-kehitykselle oli British Telecommunications -yhtiön osake-enemmistön myynti yksityisille vuonna 1984. Tätä seurasivat energia-alan, so. kaasun- ja sähköyhtiöiden myynnit. Varsin nopeasti käynnistyi kuitenkin keskustelu British Gasin uudelleen kansallistamisesta. Kun luonnollinen monopoli tuli yksityisen pääoman haltuun, oli seurauksena nopea ja tuntuva hintojen korotus. Liberalisoinnin toisella dimensiolla, kilpailun avaamisella, ei voitu – eikä haluttukaan – edetä. Vielä vuonna 2001 Kalifornian sähkömarkkinoilla tehtiin periaatteessa vastaava virhe, kun markkinat liberalisoitiin vain osittain, vailla kokonaisuutena. Se mahdollisti myös väärinkäytökset lumen(tukku-)kaupan muodossa.

Osin Iso-Britannian kokemusten pohjalta luotiin läntisen maailman ja nimenomaisesti Euroopan

Unionin sähkömarkkinoille direktiivit ja lainsäädäntö, joissa ensisijaisena periaatteena on *avata kilpailu* mahdollisimman täysimittaisesti. Samalla kuitenkin varoen yksityistämistä nk. luonnollisten monopoli-alueella. Tämä on merkinnyt Euroopassa nimenomaan sähkönsiirron eli nk. verkkoliiketoiminnan säilyttämistä monopolistisena toimintana ja sen liiketaloudellista läpinäkyvyysvaatimusta ristiinsubventoinnin estämiseksi. Yhdysvalloissa perustavoite on sama, mutta toteutustavat vaihtelevat suuresti osavaltiosta toiseen.

Käytännössä EU-maiden sähkömarkkinoille on avautumiskehityksen myötä syntymässä yli kymmenen strategista liiketoiminta-aluetta ominaisine menestystekijöineen:

- Sähkön vähittäiskauppa
 - Trading
 - Sähkön ja lämmön tuotanto ja/tai tukkukauppa
 - Kaukolämmön siirto ja myynti
 - Voimalaitosten käyttö ja kunnossapito (O&M)
 - Sähköverkkojen suunnittelu ja rakentaminen
 - Voimantuotannon suunnittelu ja rakentaminen
 - Laite- ja järjestelmävalmistus
 - Polttoaineiden kauppa
- sekä monopolistinen
- Sähkönsiirto (käytännössä: verkkojen omistus ja operointi sekä siirtopalvelu).

Kilpailun avaamisen kannalta – nimenomaan sähkön tuotannossa – on suotuisa merkitys sillä, että trading-toiminnan avulla sähköstä on tehty myös ”finanssituote”, joka mahdollistaa ao. toimijoille todellisen kansainvälisen liiketoiminnan. Nykyisin Euroopassa toimii Saksan Verband der Elektrizitätswirtschaft’in (VDEW) mukaan kaikkiaan 12 sähköpörssiä, joista suurin ja vanhin on pohjoismainen Nord Pool. Sillä on myös eniten kauppaa käyviä osapuolia. Toiseksi suurin on Saksan pörssi, jonka kautta myydään vuonna 2002 noin 7 prosenttia maan kaikesta sähköstä. Iso-Britanniassa toimii kolme eri pörssiä. Vuonna 2001 ostettiin pörssistä 18 prosenttia kaikesta Suomessa käy-

tystä sähköstä. Norjassa ja Ruotsissa Nord Poolin merkitys on vielä suurempi.

Energiayhtiö Enronin ajautuminen konkurssiin on pysäyttänyt sähkön pörssikaupan kasvun Euroopassa ainakin toistaiseksi. Enron oli suuri sähköjohdannaisten treidaaja ja sen poistuminen vaikutti merkittävästi sähkökaupan likviditeettiin Euroopassa. Pidemmän aikavälin vaikutukset jäävät nähtäväksi.

Käytännössä sähkömarkkinoilla kilpailua rajoittavat useat tekijät, kuten

- siirtohintoihin ja veroihin nähden suhteellisen alhaiset sähköenergian hinnat, joka tekee sähköstä nk. low involvement -tuotteen (pienkuluttajille)
- sähköntoimittajan korkea vaihtokustannus (vaivalloinen ja kallis)
- asiallinen kaukolämmön monopoli jo verkotetuilla alueilla
- valtioiden (ja osavaltioiden) välisten sähkönsiirtoyhteyksien niukkuus ja maksut
- regulaattorin osaamattomuus, voimattomuus sekä välinpitämättömyys.

Yllä luetelluista syistä markkinat ovat avautuneet niin EU:n eri maissa kuin Yhdysvaltojen eri osavaltioissakin varsin eritahtisesti. Useilla alueilla avautumiskehitys ei ole vielä alkanutkaan. Pisimmälle markkinoiden avaamisessa edenneillä alueilla on jo ehditty käynnistää keskustelu ainakin osittaisesta paluusta nk. sähköhuollolliseen ajateluun.

Ruotsin ja Suomen poikkeuksellisen laajat ja pitkät toimituskatkot, Kalifornian ”sähköpula” sekä poikkeuksellisen kuiva vesivuosi Pohjoismaissa (nykyinen ennuste: 40 TWh:n vaje normaalivuoteen nähden) ovat vauhdittaneet tätä keskustelua. Esim. Ruotsin hallitus on vastikään antanut Svenska Kraftnät’lle tehtäväksi selvittää ja ehdottaa, ”miten sähköhuoltoa voidaan vahvistaa”. Tämän kaltaiset viitteet re-regulointi -trendistä ovat osaltaan antaneet esim. Ranskalle syyn ottaa lisää harkinta-aikaa omien markkinoidensa todellisessa avaamisessa.

VDEW:n mukaan on tämän hetkinen tilanne sähkömarkkinoiden avaamisessa EU-maissa sellainen, että 15:sta jäsenmaasta vain 5 on avannut markkinansa 100-prosenttisesti. Nämä maat ovat Suomi, Ruotsi, Tanska, Iso-Britannia ja Saksa. Lähes kaikkien muiden avautuminen on nimellisesti noin kolmanneksen luokkaa, mutta esim. juuri Ranskan osalta käytännössä lähes olematon. Useat maat ilmoittavat jatkuvasti avaavansa markkinansa ”ensi vuonna”.

Yhdysvalloissa on tilanne heinäkuussa 2002 sellainen, että 19 osavaltiossa on (”Northeast, West-coast & Texas”) aktiivinen deregulointikehitys meneillään, kuusi osavaltiota on päättänyt viivästyttää markkinoiden avaamista, Kaliforniassa on avaamisessa joustettu (”suspended”), muissa osavaltioissa ei ole aktiivista deregulointipyrkimystä tällä hetkellä.⁴

Koko läntisen maailman kuva sähkömarkkinoiden avaamisen suhteen on siis erittäin epäyhtenäinen sekä nykytilan että myös tulevien vuosien osalta. Suomessa ja Pohjoismaissa eletään tässä mielessä tilanteessa, joka ei edusta kansainvälisen markkinan koko kuvaa. Tulevaisuuden kehityksen kannalta on myös tähdellistä todeta, että sähkön hinnan merkitys on Pohjoismaiden taloudelle olennaisesti suurempi kuin muille EU-maille. Suomessa ja Ruotsissa sähköenergian kulutus per capita on noin 15000 kWh/a, Norjassa peräti 25000 kWh/a ja Luxemburgia lukuunottamatta kaikissa muissa Euroopan maissa lähellä EU-maiden keskiarvoa, 6500 kWh/a. Poliittinen paine markkinoiden todelliseen avaamiseen ei näin muodoin kasvane järin suureksi suurissa EU-maissa myöskään tulevina vuosina.

Pohjoismaissa myös regulaattorit ovat vetäneet tiukinta linjaa. Tunnettua on esim. Suomessa valmisteltu vaatimus monopolistisen verkkotoiminnan erkauttamisesta kokonaan omaksi yhtiökseen (ainakin suuremmissa yhtiöissä). Ruotsissa Statens energimyndighet (STEM) on tehnyt tarkkoja selvityksiä 241 verkkoyhtiön tehokkuudesta. Äskettäin julkistettujen tulosten mukaan 43 verkkoyhtiötä on hälyttävän tehottomia ja kaikkiaan hy-

4 PennWell Electric Light & Power /Vol 80.07 /July 2002.

vin tehottomia oli 177 yhtiötä. Myös Suomessa vi-
ranomainen laatii mallia verkkoyhtiöiden tehok-
kuuden arviointiin.

2.1.2 Toimiala-arkkitehtuurin muutokset

Rinnan edellä kuvatun, dereguloinnin kehitysku-
lun kanssa, on liberalisoinnin toisessa ulottuvuu-
dessa, yksityistämisessä, myös edetty.

Sähköala muodostuikin deregulointikehityksen al-
kuvaiheessa erittäin kiinnostavaksi myös yksityi-
sen pääoman kannalta. Vertikaalinen integraatti
näytti heti alun alkaen olevan kiinnostavin strategi-
nen vaihtoehto. Arvoketjun alkupäässä eli poltto-
ainehankinnassa ja voimantuotannossa mittakaa-
vaedut olivat ilmeisiä ja, kun samanaikaisesti ilme-
ni, että erityisesti pienkuluttajien lojaliteetti oli
aluksi vahvaa alueen verkkoyhtiötä kohtaan (vrt.
low-involvement ja vaihtokustannus), rynnähtiin
kilpaa ostamaan asiakkuuksia eli verkkoyhtiötä.
Tämä muodostui suurten, taseeltaan vahvojen tai
monopolististen tuotantoyhtiöiden kasvustrategi-
aksi siellä, missä markkinoita suinkin avattiin.

Integraatit ryhtyivät kasvattamaan ja vahvista-
maan rooliaan liittämällä arvoketjun alkupäähän
mukaan polttoaineen hankinnan (yleensä maa-
kaasun) sekä arvoketjun loppupäähän asiakkuutta
vahvistavia muita liiketoimintoja (yleisimmin te-
leoperointi ja/tai vesihuolto). Tämä kehitys jatkuu
edelleen, kaasuyhtiöitä halutaan tänäänkin ostaa ja
useat suuret eurooppalaiset integraatit pyrkivät
yhä nk. multi-utility toimintamalliin.

Koska yksityinen pääoma tuli mukaan, niin yhtiöi-
tä myös listattiin ja, koska niille kyettiin laatimaan
uskottavia kasvutarinoita osana odotettavissa ole-
vaa täysimittaista markkinoiden avaamista, niiden
markkina-arvot kohosivat nopeasti.

Kuten yleensäkin markkinoita jaettaessa kohosi
asiakkuuksien hinta kuitenkin ällistyttävän kor-
kealle. Tämän kehityskulun tuloksena on Euroop-
paan jo kehityksen nykyvaiheessa muodostunut
suuria vertikaalisia integraatteja taseessaan raskas

velkalasti. Kehityksen nykyisessä vaiheessa –
avautumiskehityksen kangerrellessa, integraattien
kilpailussa jo keskenään ja asiakkaiden kilpailut-
tamisedellytysten ja -aktiviteetin parantuessa – on
yksityisen pääoman kiinnostus alaa kohtaan sel-
västi hiipumassa. Ensin alalle tullut ja ensin sieltä
poistunut pääoma kuitenkin menestyi.

Asiakkaat ovat enenevästi oppineet kilpailutta-
maan omaa sähköntoimittajaansa ja, kun asiak-
kuuksista halutaan pitää kiinni, on hintataso tämän
tuloksena yleisesti ottaen laskenut. Lojaliteetti on
siis ollut molemminpuolista. Merkittävässä mää-
rin pienkuluttajat ovat vaihtaneet sähköntoimitta-
jaansa vain Ison-Britannian markkinoilla.

Nykyisin EU-maiden sähkömarkkinoista hallitse-
vat suuret integraatit (noin 10 yhtiötä) pitkälle yli
50 prosentin osuutta. Näiden integraattien rinnalla
toimii eri maissa satoja (Suomessa runsas sata, Sak-
sassa 830) hyvinkin pieniä verkkoyhtiöitä tai nk.
kaupunkiyhtiöitä verkkomonopolin ja/tai asiallisen
kaukolämpömonopolin varassa. Mikäli niillä on
omaa sähköntuotantoa tai pitkäaikaisia hankin-
tasopimuksia, ne tarvitsevat yleensä kantovoimak-
seen myös paikallisten asiakkaiden erikoisen vah-
van lojaliteetin.

Koska ko. yhtiöissä on useimmiten kuntaomistus,
ne ovat liiketoiminnalliselta osaamiseltaan ja/tai ta-
voitetasoltaan usein sangen rajoittuneita. Näin
muodoin voidaan *sähköenergian* myyntihinta näis-
sä ja muissa julkisomisteisissa yhtiöissä pudottaa
tarvittaessa hyvinkin alhaiseksi ja taseen velkalasti
kasvattaa hyvinkin suureksi. Tämäkin on osaltaan
painanut hintatasoa alas, lisännyt markkinan epä-
aitoutta ja vaikeuttanut tulevan kehityksen enna-
kointia.

Suuria integraatteja painavat siis niiden tekemät
mittavat hetkelliset investoinnit markkinaosuuksi-
en hankintaan. Kun pääomakustannukset ovat suu-
ret, on niiden pyrittävä toiminnassaan ensisijaises-
ti korkeaan käyttöasteeseen. Tähän pyritäänkin ny-
kyisessä markkinatilanteessa ”hinnalla millä hy-
vänsä”, jonka kilpailuttamaan oppineet asiakkaat
ja osin melko epäaito markkina voi viedä hyvinkin
alhaiseksi.

Vallitsevassa markkinoiden ja toimiala-arkkitehtuurin kehitysvaiheessa ovat yhtiöt pakotettuja kassavirtakeskeiseen toimintatapaan. Tämä merkitsee mm. investoinneista pidättäytymistä. Mikäli kuitenkin investoidaan, esim. uuteen teknologiaan, on takaisinmaksuajan oltava todella lyhyt (käytännössä: kuukausia). Toisaalta, jos tämän kaltaisia investointikohteita löytyy, niin niitä suositaan aivan erityisesti.

Näin sähköyhtiöt ovat läntisillä markkinoilla pääsääntöisesti käyttäytyneet. Investoinnit on painettu alas ja käyttö- ja kunnossapitokustannukset on pyritty minimoimaan. Sähkön laatumäärityksen ja laatupoikkeamiin kytkettyjen sanktioiden puuttuessa on riskitasoa sähköverkon osalta voitu helposti kasvattaa vianhallinnan ja katkofrekvenssin osalta. Voimantuotannossa investoinneista pidättäytymisen lisäksi hokkeena on luonnollisesti myös odotus hintatason paranemisesta tuotantokapasiteetin käydessä niukaksi.

Nimenomaan verkkoon tehtävien investointien osalta voidaan vielä kysyä, kenellä toimijalla olisi toimialan nykyarkkitehtuurin vallitessa erityinen motiivi investoida verkkoon. Jos verkon ylläpito-, laajennus- ja modernisointi/automatisointi-investoinneille taataan tietty, sama, verraten alhainen tuotto, niin kenelle toimijalle tämä on riittävä insentiivi pyrkiä lisäämään esim. verkon stabiiliisuutta.

Kassavirtaperusteisessa ohjaustilanteessa olevat integraatit eivät juurikaan tulle verkkoinvestointeja tekemään ilman normeja tai sähkön laatuun kytkettäviä taloudellisia sanktioita – tai modernisointiin liitettäviä lisäinsentiivejä. Olennainen kysymys kuuluukin: Onko kenenkään toimijan intresseissä ylipäänsä missään olosuhteissa kokonaisoptimiin pyrkiminen sähkön siirtosysteemissä? Mikä on esim. kriteeri investoinneille osavaltioiden ja valtioiden välisiin siirtoyhteyksiin, onko kokonaisoptimi määriteltävissä ja jos on, niin minkä osapuolen intressissä se on? Yhdysvalloissa on tä-

män sähkön siirtosysteemin kehittämiseen liittyvän intressiloukun vuoksi jopa ehdotettu verkko-toiminnan avaamista kilpailulle ja sähkönsiirto-pörssin perustamista.

Kaiken kaikkiaan näyttäisi todennäköiseltä, että lähivuosina sähköalalla tullaan näkemään taseperusteista kilpailua vertikaalisten integraattien välillä. Aidossa markkinassa oltaessa olisikin hyvin todennäköistä, että niiden määrä pienenee keskitymiskehityksen tuloksena. Kuten edellä on todettu, markkina ei kuitenkaan ole aito, sillä kilpailua ei kaikkialla ole vielä avattu, regulaattorin toiminta voi olla hyvinkin välinpitämätöntä ja/tai osaamatonta ja julkisomistajat eivät välttämättä luovu yhtiöstään. Näin ollen saattaa sähköalan toimialarakenteen muutos jähmettyä paikalleen tai edetä varsin epäyhtenäisellä tavalla. Mahdollisesti esim. latinalaisen Euroopan valtio-omisteiset integraatit kasvavat voimakkaasti yritystoin, mutta muilta osin konsolidoitumiskehitys olennaisesti hidastuu.

Trading- ja myyntitoimintaa lukuun ottamatta ei sähkötoimialalla ole vielä näköpiirissä myöskään sellaisia differoivia tekijöitä, esim. teknologisia osaamisia, joiden suhteen nykyiset suuret integraatit voisivat erikoistua, tulla ylivoimaiseksi muihin toimijoihin nähden ja muuttaa siten toimialan rakennetta horisontaaliseksi. Myyntikerroksessakin oikeastaan vain Saksassa on edetty. Siellä on noin 200 erillistä markkinatoimijaa, tukku-, vähittäis- ja meklaritoimijoina.

Sähkönsiirron investoinneista pidättäytyvä, rakenteeltaan labiili ja epäyhtenäinen, deregulaatiokehitykseltään epävarma sekä lukuisia erilaisia teknillisiä standardeja noudattava toimiala ei ole erityisen houkutteleva kohde etenkin suurimittaiseen toimintaan ja/tai riskialttiiseen tuotekehitykseen nojaaville alan laite- ja järjestelmätoimittajille. Toisaalta se tarjoaa useita suojaisia markkinapaikkoja pienille ja nopeille tuottavuusratkaisujen tarjoajille.

lukset, komponenttien kapasiteettien kasvattaminen, vakioitujen, avoimien rajapintojen luominen ja modularisointi, sofistikoidumpien ohjelmistoratkaisujen kehittäminen sekä erilaisten langattomien ratkaisujen kapasiteetin, käytettävyyden, luotettavuuden ja suojausten kehittäminen. Hahmontunnistuksen alueella teknologia kehittyi hitaasti mutta varmasti. Visuaalisen hahmontunnistuksen alueella on jo pitkään ollut sängen kehittyneitä sovelluksia. Nyt myös puheentunnistuksessa on ylletty toimiviin sovelluksiin.

Nopean Internet-yhteyden luominen sähköverkkoa pitkin on ollut kehitystyön yksi kohde. Toistaiseksi on opittu lähinnä ko. tekniikkaan liittyviä rajoituksia ja monet sähköyhtiöt (mm. RWE Powerline, Graininge, EnBW) ovat jäädyttäneet ko. kehitys-investointinsa. Luotettava ja taloudellisesti toimiva sovellusalue on toistaiseksi vielä määrittelemättä.

Merkittävää on käyttäjäpäässä tapahtunut kehitys. Tietotekniikan ja verkotetun tietotekniikan laitteiden ja järjestelmien määrä on jo nyt massiivinen ja kasvaa sängen nopeasti. Tämä merkitsee sähköverkolle haastetta toiseen potenssiin: Samalla kun kyseiset käyttäjät tarvitsevat usein erityisen hyvälaatuista, ”puhdasta” (jännitekäyrä ja katkot) sähköä, niin juuri ne itse ovat verkon kuormittajina, ”likaajina”, erityisiä häiriölähteitä.

Sähköä käyttävien kodinkoneiden alueella on käynnistynyt verkkoystävällisten (”grid-friendly”) ratkaisujen kehittäminen. Nämä kodinkoneet osallistuvat osaltaan aktiivisesti verkon stabiiliuden ja kuormituksen hallintaan samalla, kun ne osaavat itse ostaa sähköä kannaltaan edulliseen aikaan.

2.2 Tesla-ohjelman lähtökohdat

2.2.1 Tesla-ohjelman tausta

Tesla-teknologiaohjelma muodostettiin johdonmukaiseksi ja elimelliseksi jatkoksi edeltäneelle, vuonna 1997 päättyneelle Edison-ohjelmalle. Sähköenergiailiitto ry SENER ja Tekes olivat jo vuoden 1996 keväällä käynnistäneet kartoitustyön, jonka päämääränä oli selvittää sähkönjakeluun

liittyviä tutkimustarpeita. Kyseisen kartoitustyön tekivät SENER sekä VTT Energia ja LTKK. Tulokset esitettiin kesäkuussa 1997 valmistuneessa raportissa ”Informaatiotekniikka sähkönjake-lussa -selvitys tutkimustarpeesta ja ehdotus runkosuunnitelmaksi tutkimusohjelmalle vuosiksi 1998–2002”.

Kyseisessä raportissa todettiin Edison-ohjelman saavuttaneen tavoitteensa, joka oli ”kokonaisvaltainen sähkölaitosautomaatiojärjestelmä, johon kuuluu valvomo ja siihen liittyvät tukitoiminnot ja yhteydet sähköyhtiön muihin tietojärjestelmiin sekä sähköverkon ja kysynnän hallintaan liittyvät toiminnot”. Edelleen raportin laatijat arvioivat, että ”kehitetty automaatiokokonaisuus on yleismaailmallisessakin mittakaavassa ainutlaatuinen ja monelta osin *aikaansa huomattavasti edellä*” (korostus kirjoittajan). Edelleen raportissa arvioitiin, että ”alan teknillistä huippua edustavat mm. vianpaikannustekniikat ja niiden integroiminen kaukokäytön yhteydessä toimivaan automaattiseen vikojen selvitykseen sekä keskijänniteverkon käytöntukijärjestelmä. Kehityksen kärkeä omalla alallaan edustaa myös DEM-jakeluenergian hallintajärjestelmä, jota on kehitetty voimakkaasti muuttuvien energiamarkkinoiden teknillisiä tarpeita ajatellen”.

Kehittämistarpeet eri osapuolten kannalta ja-
nettiin ja kuvattiin seuraavasti:

Sähköyhtiöt (verkkoliiketoiminta)

- Verkosto-omaisuuden hallinta (komponenttien elinikä, kunnossapito, uusinvestoinnit)
- Verkoston kapasiteetin tehokas käyttö (kuormitustieto, kuormitettavuustiedot)
- Sähkön laatu (epälineaarisen kuorman jatkuva kasvu!)
- Jakeluverkkojen häviöt (noin 1,6 TWh/a).

Sähköyhtiöt (energialiiketoiminta)

- Sähkön tilapäiskaupan hallinta (pörssikauppa ja kahdenvälinen kauppa)
- Hajautetun pienvoiman hyödyntäminen ja hallinta
- Uudet tasehallinnan menetelmät.

Sähköteollisuus

- Automaatio-ominaisuudet sähköverkon komponentteihin, kojeistoihin jne
- Datasiirtotekniikoiden (mm. GSM ja Tetra) soveltaminen ja hyödyntäminen.

Sähkökäyttäjät

- ”Sähköä kohtuuhinnalla, luotettavasti ja riittävän hyvälaatuisena”
- Kaukoluentatekniikoiden kehittäminen (kilpailuttaminen!)
- Lyhyiden keskeytysten lukumäärän alentaminen
- Keskeytys Haittojen minimointi (keskimäärin 1...3 h/a)
- Energiankäytön tehostaminen kysynnän hallinnan avulla.

Kansantalous ja energiapolitiikka

- Päästöjen ym. ympäristöllisten haittavaikutusten vähentäminen
- Fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen
- Hajautettujen energiantuotantotapojen hyödyntäminen
- Sähkömarkkinoiden toimivuus
- Vientiin tähtäävän teknologian kehittäminen.

Taloudellisina taustatietoina verkkoliiketoiminnan osalta todettiin mm, että

- verkoston jälleenhankinta-arvo on noin 40 mrd mk (vuonna 1997)
- verkostohäviöiden arvo on noin 400 mmk/v
- keskeytysten rahallinen arvo kansantaloudessa 100...300 Mmk/v
- kilpailun piirissä olevan sähkönhankinnan arvo on noin 5 mrd mk/v.

Sähköjakeluautomaation laitteiden ja järjestelmien vuotuisen viennin arvo oli tuolloin yli 400 Mmk/v ja muun sähkölaitostekniikan vienti yli 1000 Mmk/v.

On tähdellistä todeta, että po. raportin mukaan ”jalkelujännitteen laatu tulee lähivuosina useassa tapauksessa olemaan järjestelmän suunnittelua ja mitoitusta ohjaava tekijä. *Laadun ylläpito vaatii tulevaisuudessa verkkojen vahvistamista ja sitä kautta suuria investointeja*” (korostus kirjoittajan).

On myös huomionarvoista, että po. raportissa todettiin sähköjakeluautomaation jatkohankkeen suurimpiin haasteisiin kuuluvan ICT-teknikoiden hyödyntäminen sähköteollisuudessa yhteistyössä sähkö- ja teleteollisuuden kanssa.

2.2.2 Ohjelman tavoitteet ja painopisteet

Edellä kuvatun taustatyön pohjalta Tesla -teknologiaohjelman yleiseksi tavoitteeksi määriteltiin tietotekniikan laajamittainen soveltaminen sähköjakelutoimintaan tarkoituksella kehittää maamme sähköteollisuuden menestymisen mahdollisuuksia maailmanmarkkinoilla. Suomalaisille sähkömarkkinoiden osapuolille ohjelman yleistavoitteena on tuottaa keinoja, joilla voidaan parantaa verkosto-omaisuuden hallintaa ja käyttöä sekä toteuttaa kilpailua sähkömyynnissä ja tehostaa sähkökäyttöä.

Ohjelman kokonaispanostus on noin 27 Me, josta Tekesin osuus noin 13 Me. Ohjelmaa käynnistettäessä määriteltiin viisi painopistealuetta:

- *Verkostoautomaatio*, jossa keskitytään erityisesti jakeluverkkojen kapasiteetin käytön tehostamiseen sekä vikatilanteiden hallinnan kehittämiseen.
- *Teollisuussähköjärjestelmien hallinta*, jossa kehitetään ja testataan pilot-kohteissa laajoja tietojärjestelmä- ja automaatiokokonaisuuksia mm. yrityksen sähköverkkojen tilan ja käyttövarmuuden seurantaan sekä energian hankinnan ja käytön optimointiin.
- *Sähkökaupan tietojärjestelmät*, jossa tavoitteena on kehittää tietojärjestelmä tukkukaupalle vapailla ja kansainvälisillä sähkömarkkinoilla sekä apuvälineitä sähkön vähittäiskaupalle.
- *Kysynnän hallinta (DSM)*, jossa tavoitteena on kansainvälisessä yhteistyössä kehittää tiedonsiirtoratkaisuja ja päätelaitteita sekä ohjausjärjestelmiä DSM:n käytännön toteutuksia varten.
- *Uudet tiedonsiirtotekniikat*, jossa keskeinen tavoite on yhdessä telelaite-valmistajien ja teleoperaattoreiden kanssa edistää uusien tiedonsiirtotekniikoiden (erityisesti digitaalisen radio-teknikan) käyttöä sähköjakelussa kehittämäl-

lä päätelaitteita, määrittelemällä rajapintoja ja järjestämällä kenttäkokeita.

Vuonna 2000 tehdyn ohjelman väliarvioinnin jälkeen aihealueesta muodostettiin kolme tutkimushankennippua eli hankekokonaisuutta:

- Verkostoautomaatio, tiedonsiirto ja sähkön laatu
- Sähkökauppa ja kysynnän hallinta (DSM) vapailta sähkömarkkinoilla
- Teollisuussähköjärjestelmien hallinta.

Ohjelma-alueella toteutettiin yli 20 yrityshanketta 20:ssä eri yrityksessä.

2.3 Jäte-ohjelman toiminta- ja vaikutusympäristö – Muotoutuvat jätteiden energiakäytön markkinat

2.3.1 Jätteiden energiakäyttö ja sen tulevaisuus Suomessa

Suomessa syntyi vuonna 1997 jätettä 83 miljoonaa tonnia, josta 58 prosenttia syntyi teollisessa toiminnassa (ml. kaivostoiminta ja energiahuolto). Maaseutuelinkeinojen osuus oli 26 prosenttia, talonrakentamisen 12 ja yhdyskuntien 5 prosenttia.

Yhdyskuntajätteiden kaatopaikkasijoitus on Suomessa ollut yleistä verrattuna muihin teollisuusmaihin. Haastavista jätteiden hyötykäyttötavoitteista huolimatta kehitys on ollut hidasta 1990-luvulla ja yhdyskuntajätteen hyödyntämistä on noussut vuosien 1994 ja 1999 välillä 30 prosentista 38 prosenttiin.⁵

Jätehierarkian mukaisesti jätteiden syntyä tulee ensisijaisesti vähentää, toissijaisesti lisätä kierrätystä sekä energiahyötykäyttöä ja lopuksi sijoittaa

hyötykäyttöön kelpaamattomat jätteet kaatopaikalle. Jätteen käyttö energiana on perusteltu hyödyntämismuutoksella silloin, kun jätteen synnyn ehkäisemiseen tai materiaalisidonnaisen hyödyntämiseen ei ole mahdollisuuksia.

Suomessa yhdyskunta-, rakennus- ja pk-teollisuuden jätteiden energiakäyttö on perinteisesti ollut vähäistä. Ainoa mutta varsin merkittävä poikkeus on ollut metsäteollisuus. Teollisuuden jätteiden hyödyntämistä oli 1990-luvun loppupuolella 61 prosenttia ja niistä hyödynnettiin energiana kaksi kolmasosaa. Maan primäärienergiasta lähes 15 prosenttia tuotettiin teollisuuden jätteillä. Vuonna 1999 Suomessa hyödynnettiin yhdyskuntajättees-tä energiana ainoastaan kahdeksan prosenttia.⁶ Samana vuonna kierrätyspolttoaineita ja tehtaiden tuotantojätteitä hyödynnettiin energiana yhteensä noin 300–400 000 tonnia.

Teollisuuden ulkopuolella jätteiden poltto Suomessa on lähtenyt liikkeelle kunnallisista kaukolämpölaitoksista. Jätteitä on yleensä käytetty yhdessä muiden polttoaineiden kanssa ns. rinnakkaispoltona – esim. lajiteltua hyvälaatuista jätettä on poltettu kivihiilen seassa 10–20 prosenttia. Suomen lainsäädäntö on antanut hyvät mahdollisuudet seospoltoon, koska sen mukaan päästöarvot ovat saaneet olla korkeammat kuin tavallisessa jätteenpoltossa, jos jätettä on käytetty alle 30 prosenttia. Vuonna 2000 yhdyskuntajäteperäisiä polttoaineita ja jätteitä polttavia laitoksia oli Suomessa useita kymmeniä. Niistä yksi oli massapolttolaitos (Turun jätteenpolttolaitos) ja muut jätteitä rinnakkaispolttavia laitoksia.⁷

Nykyisin Länsi-Euroopassa jätteitä käytetään energiaksi noin 50 miljoonaa tonnia ja laitoksia on yhteensä noin 400. Yhdyskuntajätteiden massapoltto on Euroopassa rinnakkaispolttota huomattavasti yleisempi ratkaisu.⁸

5 Tarkistettu valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2005. Ympäristöministeriö 2002.

6 Matti Vehkalahti Ympäristöministeriö. Muistio 9.8.2002. Tarkistetun valtakunnallisen jätesuunnitelman perustelut.

7 Yhdyskuntajätettä poltetaan pieniä määriä lähes kaikissa metsäteollisuuden kattiloissa (n. 40 kattilaa) ja useat kymmenet kaukolämpölaitokset polttavat pieniä määriä yhdyskuntajäteperäisiä polttoaineita. Elina Lohiniva, Kai Sipilä, Tuula Mäkinen, Lassi Hietanen Jätteiden energiakäytön vaikutukset kasvihuonepäästöihin. VTT Tiedotteita 2139. Espoo 2002 s. 40-41.

8 Juhani Anhava, Esa Ekholm, Erkki Ikäheimo, Karri Koskela, Mikko Kurvi, Marko Walavaara Jätehuollon ja materiaali-kierrätyksen teknologiat ja niiden kehittämistarpeet. Tekes Teknologiakatsaus 102/2001 s. 10.

Ympäristöalan säädökset ovat tiukentuneet Suomen liittyttyä Euroopan Unioniin. Yhteiskunnallisia paineita jätehuoltoalalle ja jätteiden energiakäyttöön luovia säännöksiä ja niiden kansallisia tulkintoja ovat olleet mm.

- EU:n jätedirektiivi (442/75/ETY) ja sen pohjalta valtioneuvoston heinäkuussa 1998 hyväksymä valtakunnallinen jätesuunnitelma, jonka tavoitteena oli nostaa vuoteen 2005 mennessä jätteiden hyötykäyttö 70 prosenttiin. Yleisesti on katsottu, että suunnitelman hyötykäyttötavoitteeseen on vaikea päästä erityisesti yhdyskuntajätteiden osalta ilman jätteiden energiahyödyntämistä. Eräiden arvioiden mukaan tämä edellyttäisi noin miljoonan jätetonnin energiahyötykäyttöä vuosittain.
- EU:n pakkausdirektiivi (1994/62/EC), jonka pyrkimyksenä on vähentää pakkausjätteen määrää ja samalla lisätä pakkausten uudelleenkäyttöä sekä syntyvän jätteen hyödyntämistä.
- EU:n kaatopaikkadirektiivi (1999/31/EY), jonka mukaan erityisesti biohajoavien jätteiden kaatopaikkasijoitusta tulee vähentää oleellisesti sekä ehkäistä jätteiden syntyä. Myös kaatopaikkoja koskevat ympäristömääräykset tiukentuvat.
- EU:n jätteenpolttodirektiivi (2000/76/EY), jonka tiukkoja päästö- ja mittausvaatimuksia sovelletaan 28.12.2002 lähtien uusiin ja 28.12.2005 lähtien käynnissä oleviin jätettä polttaviin laitoksiin, myös rinnakkaispolttolaitoksiin.
- Kansallinen ilmastostrategia (VNS 1/2001 vp.), jossa esitetään keinoja, joilla Suomi saavuttaa Kioton tavoitteensa.
- Valtioneuvoston hyväksymä tarkistettu valtakunnallinen jätesuunnitelma (elokuu 2002) jossa todetaan, että 70 prosentin tavoitetasoa saavuttaminen edellyttää uusien ohjauskeinojen käyttöönottoa.

Tämän arviointityön yhteydessä jätteiden energiakäyttöalan asiantuntijoille tehdyn delfoi-tutkimuksen perusteella jätteenpolttodirektiivin voimaantulo voi aiheuttaa Suomessa sen, että viiden vuoden kuluttua jätteiden energiakäyttö itse asiansa vähenee. Pieniin kattiloihin nähden uudet tiukat päästö- ja mittausvaatimukset täyttävä tekniikka

on suuri kustannus. Pienimuotoinen jätteen energiahyödyntäminen, jota nykyinen suomalainen rinnakkaispoltto tyypillisesti on, tulee taloudellisesti kannattamattomaksi. Delfoi-ryhmän näkemysten mukaan rinnakkaispoltto siirtyy entistä enemmän suuriin laitoksiin ja massapoltoasta tulee aiempaa kilpailukykyisempi vaihtoehto yhdyskuntajätteen poltossa.

Jätteiden energiakäyttöalan asiantuntijat näkevät tärkeimpinä jätteiden energiakäyttöalan toimintaympäristöä ja markkinoita koskevin muutoksina

- jätteiden kaatopaikkasijoituksen vähenemisen
- jätteiden materiaalihyödyntämisen lisääntymisen
- jätteiden materiaalihyödyntämisen integroitumisen energiakäyttöön
- jätteiden syntypaikkalajittelun lisääntymisen
- jätteiden energiakäytön huomattavan lisääntymisen
- jätteistä valmistettujen polttoaineiden tuotteistamisen ja standardoinnin
- jätteepolttolaitosten kysynnän ja tarjonnan kasvamisen
- erikoisprosessien kehittämisen ongelmallisille jätteille
- leijukerrospoltoon ja kaasutukseen siirtymisen
- rinnakkaispolton siirtymisen suuriin laitoksiin
- yhteiskunnallisen ohjauksen lisääntymisen
- lainsäädäntö-, vero- ja tukipolitiikan lisääntymisen vaikutuksen markkinoihin
- mittaamisen ja analysoinnin kehittymisen ja niihin liittyvien vaatimusten lisääntymisen.⁹

Tämäntyyppiset toimintaympäristön muutokset toteutuessaan asettavat merkittäviä haasteita yhtäläisellä alaan liittyvälle yhteiskunnalliselle ohjaukselle kuin teknologian kehittämistyölle.

2.3.2 Jätteiden energiakäytön toimiala-arkkitehtuuri

Jätteiden energiakäyttöön liittyvä sääntely ja muut tulevaisuuteen voimakkaasti vaikuttavat tekijät – mm. tuotteiden elinkaariajattelu ja imagotekijät – ovat vasta hahmottumassa. Osin tästä johtuen ko-

9 Delfoi-ryhmän vastauksista koottu näkemys. Ks. Liite 1.

konaisvaltainen ja yhtenäinen näkemys jätteiden energiakäyttöalan luonteesta ja rakenteesta puuttuu. Toimialana se on vielä osittain jäsentymätön ja näköalaton eikä sille ole hahmottunut selkeää yhteistä missiota. Arvioinnin näkökulmasta tarkoituksenmukaisempaa onkin tarkastella alaa pikemminkin jätteiden energiakäyttötoimintaan osallistuvien toimijoiden arvoketjuna tai -verkostona kuin itsenäisenä toimialana.

Jätteiden energiakäytön verkosto hahmottuu osaksi jätehuollon, energia-alan ja teollisuuden oman jätteiden hyötykäytön rajamaille ja osa alan asiantuntijoista mieltääkin sen kuuluvan osana näihin toimialoihin.

Jätehuoltosektori on Suomessa edelleen vahvasti kunnallinen, vaikkakin kuntien yhteiset alueelliset jätehuoltoyhtiöt ovat alkaneet yleistyä. Alalle on ominaista, että kunnallisilla ja alueellisilla jätehuoltoyhtiöillä on eri pelisäännöt ja päätöksentekniissä tapahtuu eri perusteina kuin yrityksissä. Kuntaliiton Jätehuollon suuntaviivat -julkaisussa¹⁰ todetaan, että kunnan perustehtäviin kuuluu huolehtia asumisessa syntyneen ja siihen rinnastettavan teollisuus-, palvelu- tms. toiminnassa syntyneen yhdyskuntajätteen jätehuollon järjestämisestä. Jätehuollon *järjestämiseen* kuuluvat viranomais-tehtävät ovat julkisen vallan tehtäviä, joten niitä ei voi antaa yksityisen tahon hoidettaviksi ja niistä huolehtii yleensä kunnan tekninen toimi. Jätelain mukaiset *valvontaviranomaisen* tehtävät paikallistasolla on laissa määrätty suoraan kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Alueellisiin jätehuolto-yhtiöihin (yhteensä n. 30) kuuluu yli 270 kuntaa, kunnallisiin liikelaitoksiin (yhteensä 4) 25 kuntaa, kuntayhtymiin ym. 21 kuntaa ja YTV:hen 4+1 kuntaa.¹¹ Jätehuoltoalalla toimii kaksi liittoa: kunnallisen puolen Jätelaitosyhdistys ja yritysten Ympäristöyritysten liitto.

Energian tuotantosektori on liiketoimintaa. Suomessa on kuitenkin myös vahva yhdyskuntien oma energiantuotantoperinne ja erityisesti yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto (CHP) on ollut vahvasti kunnallista toimintaa. Kuntien energiantuotanto on kuitenkin yleensä eriytetty kunnan muusta toiminnasta. Energia-alan keskusliitto Finergy ry, Sähköenergialiitto Sener ry ja Suomen Kaukolämpö Sky ry kokoavat energia-alalla toimivat sekä kunnalliselta että yksityiseltä puolelta.

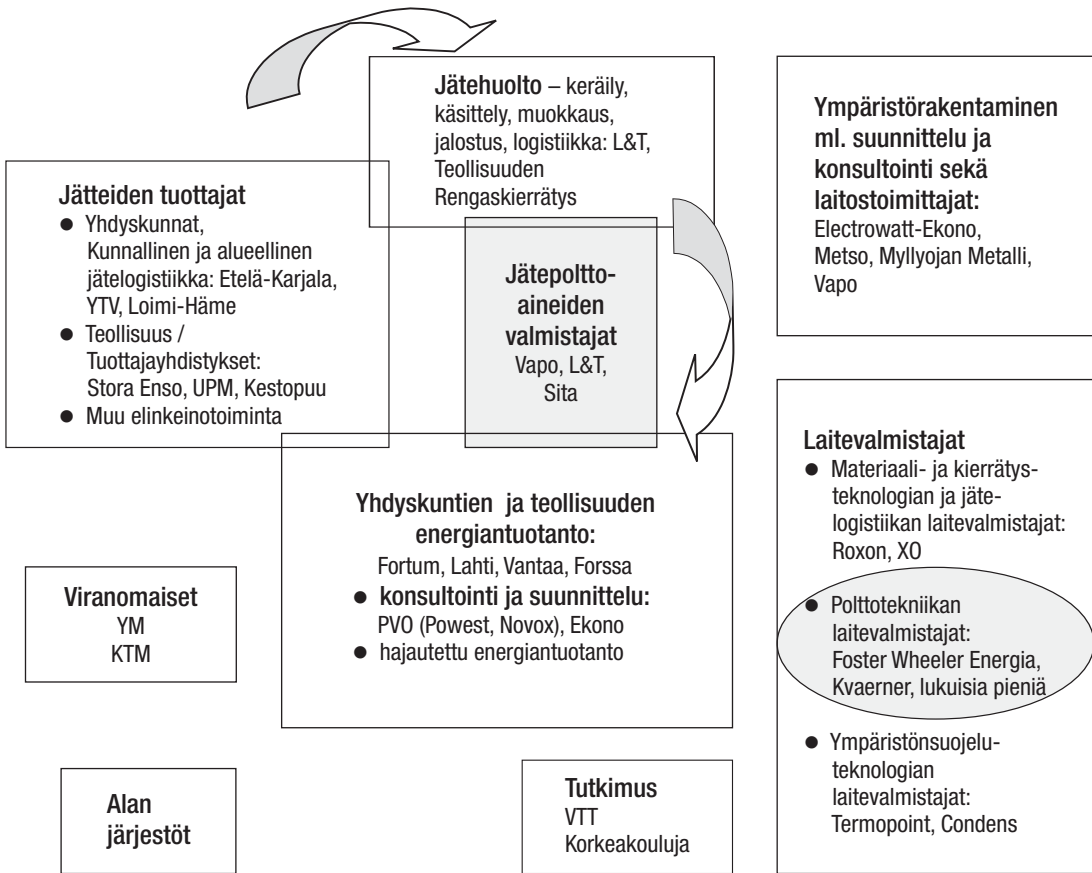
Jätteiden energiakäytön yleistyessä jätehuollon ja energian tuotantosektorin väliin on vasta muotoutumassa yhteinen jätteiden energiakäytön ”*trading zone*” tai toimiala. Vaikka jätteiden energiakäyttö ei ole selkeä toimiala, tässä arviointitutkimuksessa¹² määrittelemme sen seuraavasti: *Jätteiden energiakäytön toimiala käsittää jätteen jalostuksen polttoaineeksi, energiantuotannon jalostamattomista jätteistä ja jäteperäisistä polttoaineista sekä näihin liittyvän teknologian*. Jätteiden energiakäytön toimialaan voi katsoa kuuluvan jätehuollon toimijat, kierrätyspolttoaineiden valmistajat, jätettä käyttävät energia-alan toimijat sekä näille yrityksille jätteiden polttoainejalostukseen ja energiahyödyntämiseen teknologiaa valmistavat toimijat. Jätepolttoaineen valmistajat ovat joko täysin yksityisiä tai kuntien omistamia yhtiöitä, joille polttoaineen valmistus on usein vain osaliiketoimintaa. Muita toimialaa lähellä olevia intressiryhmiä ovat mm. jätettä tuottava tai siitä tuottajavastuussa oleva teollisuus ja yhdyskunnat sekä alan järjestöt, tutkimuslaitokset ja viranomaiset.

Kehityssuunnaksi jätehuollossa ja jätteiden energiakäytössä voi olettaa, että nykyisin kuntien hoitamamat tehtävät tulevaisuudessa siirtyvät yhä enemmän kunnallisille liikelaitoksille ja alueellinen yhteistyö lisääntyy yli kuntarajojen. Pienimuotoisesta kunnallisesta toiminnasta siirrytään alueelliseen, osin valtakunnalliseen, liikelaitos- ja yhtiö-

10 Jätehuollon suuntaviivat (2000) www.kuntaliitto.fi

11 Yhteensä kuntia on tällä hetkellä noin 450. Lokakuu 2002. <http://www.kuntaliitto.fi/yhdysk/yht2002.htm>, <http://www.kuntaliitto.fi/tilastot/alueuokat/kuntamuoto.htm>.

12 Jäte-ohjelmaa käynnistettäessä toimialaa ei varsinaisesti määriteltä, mutta ohjelman erääksi tavoitteeksi määriteltiin verkottaa *kierrätyspolttoainekonseptiin osallistuvat yritykset* alkaen tuotteita valmistavista yrityksistä (joiden tuotteista tai pakkauksista tulee myöhemmin jätettä), jätteiden tuottajista, jätehuoltoyrityksistä, jätettä jalostavista yrityksistä, materiaalinkierrätysyrityksistä kierrätyspolttoainetta käyttäviin yrityksiin sekä edellä mainittujen laitevalmistajiin, sekä tutkijat ja viranomaiset.



Kuva 2. Jätteiden energiakäytön arvonverkko ja ohjelmassa mukana olleita tahoja.

muotoiseen toimintaan. Toisaalta myös yksityisiä toimijoita tulee alalle lisää ja kunnallisten toimijoiden rooli yhdyskuntajätteen operatiivisessa käsittelyssä vähenee. Valtakunnallisten yritysten merkitys alalla kasvaa ja kilpailu kiristyy. Jätehuollonkin osalta kansainvälisten toimijoiden lisääntyvä kiinnostus Suomeen tuloon on mahdollista. Jätehuollon valvontavastuu jää kuitenkin edelleen kuntien tehtäväksi.¹³

Oheisessa kuvassa on esitetty jätteiden energiakäytön arvonverkosta tässä arviointitutkimuksessa muodostettu näkemys, joka pohjautuu Jäte-ohjelmassa esitettyyn näkemykseen. Jäte-ohjelman painopiste on ollut toisaalta jätepoltoaineen valmis-

tuksessa ja toisaalta polttotekniikan laitevalmistuksessa.

2.3.3 Teknologiakehitys jätteiden energiakäytössä

Euroopan jätteenpolttolaitoksissa on käytössä monenlaisia tekniikoita ja uusia on kehitteillä. Suomessa teknologiakehitys on toistaiseksi kohdistettu vain muutamiin alueisiin. Jätteiden ja lietteiden poltto voidaan toteuttaa kahdella tekniikalla: polttamalla jätettä varsinaisissa jätteenpolttolaitoksissa (massapoltto) tai käyttämällä lajiteltua jätettä rinnakkaispolttoaineena (10–40 prosenttia) kiin-

¹³ Delfoi-ryhmän vastauksista koottu näkemys. Ks. Liite 1.

teälle polttoaineelle soveltuviissa kattiloissa. Jätettä voidaan käyttää rinnakkaispoltossa polttoaineena lajittelun ja murskauksen jälkeen tai se voidaan jalostaa edelleen esim. pelleteiksi, öljyksi tai kaasuksi. Nykyisin valmistetaan myös uusia leijukerroskattiloita, joissa voidaan polttaa jätettä 0–100 prosenttia.

Jäte-ohjelmaa käynnistettäessä katsottiin, että suomalaisille vaikeiden polttoaineiden käsittely- ja poltto-, kaasutus- ja pyrolyysiteknologioille löytyy vientikohteita ja kysyntää, kun muualla Euroopassa etsitään kokonaan uusia jätteiden energiahyötykäyttövaihtoehtoja tai hyväksytyjä vaihtoehtoja vallalla olevan massapolton sijaan. Ohjelmassa haluttiin kehittää nykyistä eurooppalaista sekajätteen massapoltoa oleellisesti paremmat ratkaisut niin koti- kuin vientimarkkinoille. Lähi vuosien tärkeimpinä tavoitteina mainittiin jätteen syntypaikkalajittelun kehittäminen sekä materiaali kierrätykseen että energiakäyttöön.

Jätteiden rinnakkaispolton teknisinä ongelmina mainittiin Jäte-ohjelmaa käynnistettäessä mm. poltettavan jättemateriaalin laatuongelmat sekä tähän liittyen polttoaineen valmistuksen lajittelu- ja käsittelytekniikat, muodostuvien tuhkien käyttäytyminen eri seossuhteilla peruspolttoaineen kanssa ja palamattoman tuhkan aiheuttamat kattiloiden alasajot, jätepoltoaineen syötön tekniset ongelmat sekä päästöt jättemateriaalin energiakäytössä.

Ohjelman aikana tilanne muuttui siten, että ainakin eräillä suomalaisilla tahoilla olleista toiveista huolimatta EU otti jätteenpolttodirektiivissään kannan, joka ei aseta rinnakkaispoltoa erityis- asemaan. Rinnakkaispolto on katsottu direktiivissä jätteenpoltoksi, ja direktiivin tiukkoja päästö- ja mittausmääräyksiä sovelletaan sekä massa- että rinnakkaispolttolaitoksiin. Suomalaiset saivat kuitenkin ohjelmaan liittyneiden selvitysten avulla EU:n ottamaan kannan, jossa metsäteollisuuden sivutuotteet – kuori ja liete – rajattiin jätteenpoltto-direktiivin ulkopuolelle¹⁴.

Vaikka jätteenpolttodirektiivillä ei ole suoranaista vaikutusta teknologiavalintoihin, siinä määritellään päästöjen vaatimustasot ja tämä vaikuttaa teknologiakehitykseen siten, että konventionaalista polttotekniikasta siirrytään puhtaampaan kaasutuspoltoon. Standardipolttoainetta käyttäville laitoksille hyväksymisprosessi sekä mittausvaatimusten täyttäminen saattavat olla tulevaisuudessa helpompia kuin muuta jätettä käyttäville laitoksille¹⁵.

Jätteiden energiakäyttöalan asiantuntijoiden (delfoi-ryhmä) näkemysten mukaan alan toimintaympäristön muutoksiin ja kehitystarpeisiin vastaaminen edellyttää panostuksia etenkin seuraaviin teknologiakohteisiin:

- jätteiden lajittelutekniikat
- kierrätyspolttoaineiden valmistustekniikka (ml. kiinteät, nesteet ja kaasut)
- biologiset prosessit
- kaatopaikkakaasujen talteenotto
- leijukerrospolto
- rinnakkaispoltotekniikat
- kaasutustekniikat
- materiaalien talteenotto
- tuhkan loppusijoitus
- mittaaminen ja analysointi
- savukaasujen puhdistus
- integroidut ratkaisut
- informaatioteknologian hyödyntäminen
- ympäristö-, turvallisuus- ja terveyshaittojen minimointi.¹⁶

2.4 Jäte-ohjelman lähtökohdat

2.4.1 Jäte-ohjelman tausta

Jäte-ohjelman valmistelu alkoi Tekesissä keväällä 1997. Valmistelussa oli alusta lähtien mukana VTT, jonka oma vuonna 1996 käynnistynyt Jätteenkonversio-ohjelma oli yhtenä Tekesin ohjelman lähtökohdana ja Jäte-ohjelman valmisteluhankkeena.

14 Tästä on seurauksena, että suomalainen metsäteollisuus välttää selvitysten mukaan vuosittain arviolta n. 50–100 Meuron lisäkustannukset.

15 Kehitys riippuu tulevista direktiivitulkinnosta.

16 Ks. Liite 2.

Jäte-ohjelman syntyyn vaikuttivat toisaalta erityisesti EU:n lainsäädännön ja sen kansallisten tulkintojen luomat yhteiskunnalliset paineet ja sitä kautta avautuvat voimakkaasti kasvavat markkinat. Valmisteilta oli valtakunnallinen jätesuunnitelma, jonka tavoitteena oli nostaa vuoteen 2005 mennessä jätteiden hyötykäyttö 70 prosenttiin. Ympäristöhallinnon tulkinnan mukaan hyötykäyttötavoite oli vaikea saavuttaa ilman jätteiden energiahyödyntämisen huomattavaa lisäystä. Ohjelman käynnistämisvaiheessa todettiin, että energiakäyttöön voidaan johtaa suuriakin jätemääriä, mutta energiatekniikkaa pitää kehittää uusille jätevirroille ja voimalaratkaisuille. Perinteinen keskieurooppalainen ratkaisu jätteiden hyötykäytössä on sekajätteen massapoltto, mutta sen nähtiin soveltuvan huonosti suoraan Suomen oloihin.¹⁷

Toisaalta teollisuuden sivutuotteita, jätettä ja kierätyspolttoaineita käytettiin Suomessa yleisesti muita polttoaineita varten rakennetuissa laitoksissa yhdessä muiden polttoaineiden kanssa. Energia- toimiala ei tarvinnut jätettä polttoaineena, mutta jätteen tarjoaminen polttoaineeksi oli lisääntynyt. Tämä lisäsi yhteydenottoja Tekesiin yrityksiltä, jotka olivat kohdanneet jätteitä energiana hyödyntäessään sellaisia teknisiä ongelmia, joita muiden polttoaineiden kohdalla ei ollut. Tekesin näkemyksen mukaan Suomessa oli erityisesti metsäteollisuudessa mm. teollisuuden sivutuotteiden poltossa osaamista, jota voitiin ja kannatti soveltaa jätevirtojen käsittelyyn.

Ohjelman käynnistyessä sen määriteltiin keskittyvän jätteiden energiahyötykäyttöön ja energiatekniikkaan huomioiden myös kokonaisvaltaisen materiaali- ja energiahyötykäytön. Energiahyötykäyttöön liittyen ohjelmassa nähtiin mahdolliseksi käsitellä myös erottelu- ja lajitteluasioita, koska edellytyksenä on ollut saada energiakäyttöön lajiteltua jaetta, jonka lämpö- ja muut ominaisuudet tunnetaan ja joka voidaan rinnastaa muihin polttoaineisiin. Koska jo ohjelmaa käynnistettäessä oli ollut paineita laajemman jätteiden hyötykäyttöoh-

jelman käynnistämiseen, valmisteluasiakirjojen mukaan ”ohjelma voitaisiin myöhemmin kytkeä osaksi Tekesin suunnittelemaa laajempaa jäteohjelmaa”.¹⁸

Tiivistetysti voidaan todeta, että Jäte-ohjelmalla on etsitty ratkaisuja jätteiden energiakäytön ongelmiin kahdesta lähtökohdasta: Toisaalta on etsitty ratkaisuja energiatoimialan suunnalta poltto- ja kaasutusteknologiasta. Suomessa on ollut vuosikymmenien kokemukset biomassojen käytöstä energiana ja tätä osaamista on haluttu ohjelman avulla siirtää jätteiden energiakäyttöön. Toisaalta ratkaisuja on etsitty jätehuollon suunnalta jätteiden lajittelusta ja jätepolttoaineiden valmistuksesta. Lajittelu- ja polttoaineiden valmistusteknologia on ollut kohtuullisen kehittymätöntä ohjelman käynnistyessä.

2.4.2 Ohjelman tavoitteet ja painopisteet

Jäte-ohjelman tavoitteena on ollut erilaisten jätejakeiden energiakäyttöratkaisujen tutkiminen ja kehittäminen ja siihen liittyen energiatekniikan kehittäminen uusille jätevirroille ja voimalaratkaisuille. Tärkeänä tavoitteena on ollut myös jätteiden syntypaikkalajittelun kehittäminen sekä materiaali-kierrätykseen että energiakäyttöön. Katsottiin, että järkevä ja taloudellinen jätealan liiketoiminta mahdollistuu energialiiketoimintaan integroituna tuoden mukanaan merkittävät jätehuollon säästöt verrattuna kaatopaikkahäviötykseen tai massapolttoon.

Jäte-ohjelman painopisteet ovat olleet

- syntypistelajittelu, kierrätyspolttoaineiden valmistus ja laadunhallinta
- poltto- ja kaasutustekniikat sekä päästöjen hallinta
- uudet järjestelmät kuten integroidut energia- ja materiaalihyötykäyttökonseptit, tuhkan jälkikäyttö
- kansainvälinen yhteistyö.

¹⁷ Suomessa on mm. harva asutus ja pitkät kuljetusmatkat sekä hajautettu energiatuotantorakenne. Myös materiaalien hyötykäytön katsottiin toteutuvan heikosti massapoltossa.

¹⁸ Vuonna 2001 käynnistettiin Streams-ohjelma, joka käsittelee yhdyskuntajätteiden hyötykäyttöä muilta osin kuin energiasovelluksissa.

Ohjelman käynnistyessä sen tavoitteiksi määriteltiin

- kehittää jätejakeiden energiakäyttöratkaisuja ja materiaalikierätyistä yritys- ja teollisuusalakohteisesti korostaen järjestelmätutkimusta; kehitystyö tehdään markkinalähtöisesti ratkaisemalla asiakkaiden jätteiden energiakäyttöön liittyviä ongelmia
- kehittää syntypaikkalajittelua ja kierrätyspoltoaineiden valmistusta
- luoda kierrätyspoltoaineiden eli REF:n laatu- luokitus polttoainemarkkinoille
- verkottaa kierrätyspoltoaineiden valmistukseen ja käyttöön osallistuvat yritykset, alan viranomaiset ja tutkijatahot sekä kotimaassa että viennin kohdemaissa
- saavuttaa uusilla ratkaisulla käsittelykuluissa vähintään 100 mk/t säästöt (tai vientimarkkinoilla vastaava kilpailukyky kehitettävälle järjestelmille ja laitteille).

Ohjelman väliarviointi suoritettiin helmikuussa 2000 johtoryhmän itsearviointina. Väliarvioinnissa esitettiin yhteenveto tavoitteiden täsmennyksistä ja suuntaussuosituksista. Näitä olivat

- kokonaiskuvan saaminen jätevirroista ja jätteiden hyötykäyttövaihtoehdoista (energia- ja materiaalikäyttö), niiden välisiin suhteisiin vaikuttavista tekijöistä ja kustannuksista
- viennin ja kansainvälisen toiminnan kehittäminen, erityisesti uusien konseptien kilpailukyky ja mahdollisuudet
- lainsäädäntö ja vaikuttaminen EU-direktiiveihin
- teollisuuden jätteiden ja lietteiden liittäminen vahvemmin osaksi ohjelmaa
- yrityksistä ja uusista konsepteista lähtevät tekniset kehitystehtävät
- ympäristökysymykset, erityisesti hyötykäytön hyväksyttävyyden ja päästöt, työsuojelu ja työhygieniä
- viestintä osittain itsenäisenä ohjelmakokonaisuudesta (ohjelman merkittävimmät tulokset ja suuntauksen mukaiset painopisteet), osittain projektien osina, esimerkiksi vuosiseminaarissa jne.

Vaikka ohjelman painopiste oli energiatekniikassa, ohjelmalla tavoiteltiin koko jätteiden energiakäyttöketjun tuntemuksen lisäämistä ja kaikkien osapuolten saamista toimimaan yhteisen päämäärän puolesta. Ohjelmassa otettu markkinalähtöinen ja ongelmakeskeinen lähestymistapa tarkoitti sitä, että yksittäisiä jätteiden käsittelytekniikoita ei haluttu kehittää geneerisinä ilman selkeää yhteyttä hyödyntäjätahoon tai investointisuunnitelmiin.

2.5 Kysynnän muutokset ja energia-alan uudet avautuvat markkinat

Vaikka Tesla- että Jäte-ohjelmien toiminta- ja vaikutusympäristöt ovat erilaiset, ne leikkaavat toisensa energia-alalla. Suomen energiatekniikassa todettiin jo vuonna 1997 (KTM 5/1997), että energia-ala ei ole Euroopassa siirtynyt kilpailutalouden samassa tahdissa kuin muut elinkeinoelämän alueet, mutta suuntaus on kuitenkin selvä. Tämä toteamus pitää edelleen paikkansa erityisesti Teslan ja sähkömarkkinoiden osalta. Vaikka energia-ala ja yhteiskunnan palvelut laajemminkin ajatellen ovat siirtymässä yhä enemmän kilpailutalouden piiriin, Jäte-ohjelman toiminta- ja vaikutusympäristössä voimakkaammin kehitystä ohjaava tekijä on ollut vahva kytkentä jätehuolto- ja ympäristöalaan sekä näihin liittyvä lisääntyvä sääntely. Sääntelyn kautta alalle ovat syntyneet uudenlaiset markkinat.

Maailmanlaajuisina tulevaisuuden trendeinä energia-alalla ovat mm. energian kulutuksen kasvu erityisesti muissa kuin perinteisissä teollisuusmaissa sekä uusiutuvien energialähteiden ja hajautetun energiatuotannon merkityksen kasvu erityisesti teollistuneissa maissa¹⁹.

Edison/Tesla- ja Jäte-ohjelmilla on ollut myös konkreettinen yhtymäkohta hajautetun energijärjestelmän kehittämisessä: Teslassa on kehitetty verkostoautomaattioratkaisuja, jotka mahdollistavat pientenkin energiatuotantolähteiden liittämisen

19 IEA World Energy Outlook 2002.

sen yleiseen sähköverkkoon. Jäte-ohjelmassa on edistetty tietäntyyppisten pienten tuotantopisteiden luontia.

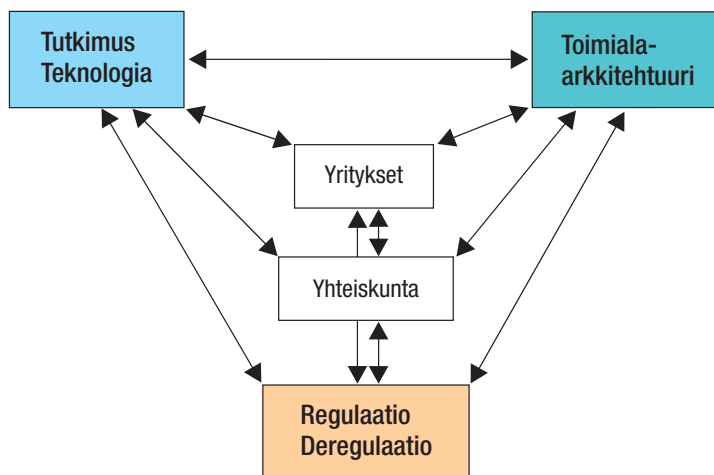
Vaikka ohjelmilla on ollut yhteisiä piirteitä – kohdentuminen energia-alalle ja yhteiskunnalle elintärkeiden infrastruktuuripalvelujen kysynnän muutosten kautta syntynyt tarve uusille teknologioille ja palveluille – kysynnän muutokset ovat syntyneet ohjelmien toiminta- ja vaikutusympäristöissä erilaisten muutostekijöiden kautta ja vaikuttavat eri mekanismien kautta. Tällä on suuri merkitys arvioitaessa ohjelmien tuloksia ja vaikutuksia lyhyellä ja pitkällä tähtäimellä.

Varsin yleinen – tosin väistymässä oleva – lähestymistapa tulkita teknologian kehittämistä on nähdä teknologiapolitiikka tutkijoiden ja yritysten välisenä vuoropuheluna. Tämän näkemyksen mukaan teknologiapolitiikan tehtävänä on mahdollistaa teknologian siirto korkeakouluista yrityksiin edistämällä yhteistoimintaa tutkijoiden ja yritysten tuotekehityksen välillä. Teknologiapolitiikan vaikuttavuuden ja merkityksen kokonaisvaltaisen arvioinnin perustaksi tarvitaan kuitenkin moniulotteisempaa toimintaympäristön erityispiirteet huomioivaa lähestymistapaa. Toimintaympäristön erityispiirteistä nousevien vaikutusmekanismien ymmärtäminen on erityisen tärkeää silloin, kun on kyse lainsäädännöllä – joko reguloinnin tai deregu-

loinnin kautta – synnytetystä kysynnästä tai markkinoista teknologiaratkaisuille.

Tarkasteltaessa Tesla- ja Jäte-ohjelmien vaikuttavuutta laajassa kontekstissa suhteessa yhteiskunnan tarpeisiin muodostuvat keskeisiksi ohjelmien vaikutusympäristössä syy-seuraus -suhteita määrittäviksi muuttujiksi ohjelmilla aikaansaadut teknologiaratkaisut, toimiala-arkkitehtuuri sekä (yhteiskunnallinen) sääntely. Kyseiset ulottuvuudet ovat sidoksissa toisiinsa ja muodostavat tässä arviointityössä käytetyn tulkintakehikon ohjelmien teknologisen, liiketaloudellisen ja yhteiskunnallisen vaikuttavuuden arviointiin. Ohjelmien projektiokohtaisessa teknologiavaikutusten tulkinnassa painottuvat erityisesti vaikutusmekanismit tutkimus-/teknologiakehityksen sekä toimiala-arkkitehtuurin dimensioiden välisessä rajapinnassa, yhteiskunnallisten vaikutusten tulkinnassa syy-seuraussuhteet sääntelyn ja tutkimus-/teknologiakehityksen välisessä rajapinnassa sekä liiketaloudellisten vaikutusten tulkinnassa syy-seuraussuhteet sääntelyn ja toimiala-arkkitehtuurin välisessä rajapinnassa.

Dimensioiden lisäksi tarkastelussa on otettava huomioon myös se voimakenttä, jossa ne sijaitsevat: voimakentässä on monia toimijoita, jotka pyrkivät vaikuttamaan kehitykseen omista lähtökohdistaan. Voimakentän toimijoita ovat mm. yrityk-



Kuva 3. Ohjelmien toiminta- ja vaikutusympäristö.

set ja yhteiskunta. Yritysten ja yhteiskunnan intressit poikkeavat toisistaan, mutta toisaalta yritystenkään intressit eivät ole keskenään yhteneviä. Voimakentän suhteiden monimutkaisuudesta johtuen vaihtoehtoisten kehityspolkujen hahmottaminen voi olla ajoittain erittäin hankalaa – puhumatakaan siitä, että toteutuvaa kehitystä pystyttäisiin edes jollakin tasolla helposti ennustamaan.

Sääntely on yhteiskunnan ohjauskeino, jolla vaikutetaan muihin dimensioihin. Sääntelyn tiukentaminen – edellyttäen tietysti, että säännösten noudattamista valvotaan – vaikuttaa lähtökohtaisesti suoremmin kuin sääntelyn purkaminen. Sääntelyn purkamisella luodaan edellytyksiä, mutta siitä ei suoranaisesti seuraa muutoksia ja toteutuvat muutokset voivat olla erilaisia kuin ennakoitiin.

Jos lähtökohtaiseksi teknologian kehitysympäristöön vaikuttavaksi muutostekijäksi otetaan sääntely – joko sen vapauttaminen tai kiristäminen – voidaan esittää kaksi vaihtoehtoista kehityspolkua: 1) sääntelyn vapauttamisesta eli deregulaatioista (teoriassa) seuraava markkinoiden vapautuminen luo tarpeen tai tilaisuuden uudelle teknologialle tai 2) regulaation kiristäminen asettaa suoraan uusia vaatimuksia teknologioille.

Taulukossa 2 on havainnollistettu yleisellä tasolla sääntelyn aikaansaamia prosesseja ja vaikutusmekanismeja ohjelmien toimintaympäristössä.

Sääntely tai sääntelyn vapauttaminen on teknologian kehittämisen lähtökohtatekijänä usein konkreettisempi ja helpommin ennakoitavissa kuin toimiala-arkkitehtuurin tai markkinoiden monien globaalien tekijöiden ohjaama kehitys. Kehitykseen vaikuttavat epävarmuustekijät ovat siis ehkä helpommin ennakoitavissa, jos teknologian kehitystarpeet seuraavat suoremmin sääntelyn muutoksia. Tämä pitää kuitenkin paikkaansa vain periaatteellisella tasolla: edellä kuvatun voimakentän valtasuhteet ja häiriöt voivat tehdä kehityksen ennakoinnin erittäin vaikeaksi.

Taulukko 2. Muutostekijät ja niiden vaikutusmekanismit.

Muutostekijä	Muutostekijän vaikutus Väline	Seuraukset
Deregulaatio / Tesla-ohjelma	Markkinat vapautuvat Kilpailu lisääntyy Toimiala-arkkitehtuuri muuttuu Omistusrakenteet monipuolistuvat	Uusi teknologia vapautuville markkinoille
Regulaatio / Jäte-ohjelma	Tekniset vaatimukset lisääntyvät	Uudet markkinat regulaation vaatimukset täyttävälle teknologialle

3 Tesla-ohjelman tulokset ja onnistuneisuus

3.1 Projektikohtaisia arvioita

3.1.1 Hankekokonaisuus: Verkostoautomaatio, tiedon siirto ja sähkön laatu

Ohjelman koko keston aikana tässä hankealueessa tehtiin tutkimus- ja kehitystyötä seitsemän eri kysymysryhmän parissa:

- Verkostoautomaation tiedonsiirtotekniikat 1998–2002
- Verkoston tilaseurannan kehittäminen 1998–2002
- Maasulkuvikojen laskennallinen paikantaminen ja etäisyyden laskenta 1998–99 ja 2001–02
- Jakelujohtoautomaation kehittäminen 1998–1999
- Kaapeliaseennusten kapasiteetin käyttöasteen nostaminen 2000
- Verkostoautomaation päätelaitekehitys 2000
- Sähkön laatu osana verkostoautomaatiota 2001–2002.

Sähköyhtiöistä kehitystyöhön osallistuivat Helsinki Energia, Kouvolan Seudun Sähkö, Espoon Sähkö, Tampereen Sähkölaitos ja Fortum. Laite- ja ohjelmistotuottajista osallistuivat kehitystyöhön ABB Transmit, ABB Substation Automation, Enease, FF-Automation, Kupari-Mittaus, MX Electrix, Nokian Capacitors, Nokia PMR, Nokia Networks, Enermet, Enersoft, Pirelli Cables, Powex, Satel, SVK-pooli, Ultracom, Vaasa Electronics ja Tekla. Kaikkiaan ohjelmakauden aikana kehitys- ja pilotointityöhön osallistui siis viisi eri sähköyhtiötä sekä 18 eri kumppania toimittajataholta.

Tutkimusvastuu oli pääasiassa VTT Energialla, yhden osaprojektin osalta kuitenkin TTKK:lla ja kolmen projektin osalta TKK:lla.

Edison-ohjelman projekteista lähtien on verkostoautomaation alueella viety läpi sängen pitkäjäntei-

nen ja johdonmukainen tutkimus- ja kehityshankkeiden kokonaisuus, jolla eittämättä on suuri merkitys ”kansallisella tasolla”. Teknologiselta kannalta katsoen sen sisältöä voi myös pitää muuten relevanttina ja kattavana, paitsi kommunikaatioteknologian osalta, jonka rooli olisi voinut olla voimakkaampikin. Tavoitteet on muilta olennaisilta osiltaan saavutettu. Maasulkuvikojen paikantamiseen liittyen on hyödyntäjäyritys tehnyt jo viisi patenttihakemusta.

Merkittävimmät tulokset olivat:

- Tetra-radioteknologian hyödyntäminen tiedonsiirrossa ja sen myötä maailman ensimmäinen sovellus (Helen) (Nokia)
- Jakeluverkon reaaliaikaisen, jatkuvatoimisen tilaseurannan kehittäminen (Tekla)
- Täysin automatisoitu jakelujohtoautomaatio (koekäyttö suoritettu)
- Päätelaite muuntamon kuorman ja lämpötilan seurantaan (ABB, Wimotec)
- Ratkaisualgoritmi maasulkuvikojen etäisyyden laskentaan (ABB, Tekla, Vaasa Electronics)
- Käytöntukijärjestelmään liittyvä laatutietokannan prototyyppi (ABB)
- TCP/IP-pohjaisen tiedonsiirron pilotointi (Enermet).

Välittömät taloudelliset hyödyt eivät toistaiseksi vastanne sitä pitkäjänteistä ja taloudellisesti varsin suurta panostusta, mikä verkostoautomaation kehittämiseen on Edison-ohjelmasta alkaen tehty. Nokian saama lisäpotku Tetra-toimituksiin ja Teklan ohjelmistotoimitukset ovat toistaiseksi merkittävimmät suorat hyötyvaikutukset. Sähköyhtiöiden saamat hyödyt eivät nekään – sovelluksia vasta implementoitaessa toiminnallisen kokonaisuuden osaksi – ole toistaiseksi olleet järin suuria.

Kuitenkin on perusteltua olettaa, että jo yksinomaan Tetran lisämyynti sekä mahdollinen menestys sähköyhtiökentässä ensitoimitusten vanavedessä tulee nopeastikin synnyttämään suuria taloudellisia ja muita liiketoiminnallisia hyötyjä.

Hyötypotentiaali koko verkostoautomaation alueella on tulevaisuudessa todella suuri, mutta suurena kysymysmerkkinä on edellisessä luvussa kuvattu asiakkaiden, so. sähköyhtiöiden halukkuus ja kyky ko. investointeihin. ABB:lla on riittävästi jakeluvoimaa ja rahoituspohjaa deFacto-standardien synnyttämiseen dereguloitun maailman sähköyhtiöissä, mutta riskitaso on kohtuullisen suuri. Pienempien yritysten mahdollisuus on esim. maasulkuvikojen paikantamisjärjestelmissä, muuntamoiden päätelaitteissa sekä myös verkon tilaseurannan ohjelmistoissa. Ne voivat kaupallistaa tarjoomansa melko alhaisella riskitasolla, mutta hyvässäkin tapauksessa saattaa nopeasti nouseva kilpailu jättää niiden volyymit verraten pieniksi.

Summaten voisi liiketoiminnallisen hyödyntämisen kannalta arvioida, että kaikki kulminoituu tehdyn kehitystyön *ajoitukseen*. Hyvässä vaihtoehdossa on oltu ajoissa liikkeellä ja tuotteistukset osuvat yksiin markkinan, so. investointien käynnistymisen kanssa. Ollaan ensimmäisenä markkinoilla, saadaan premiumhintaa sekä vahva markkina-asema. On kuitenkin varsin mahdollista, että ollaankin oltu ”liiaksi aikaansa edellä”, markkinat muodostuvat vasta myöhemmin. Tällöin pieniltä loppuvat resurssit odottaa ja isommat jäävät uudempaa teknologiaa kauppaavien jalkoihin. Menestymisen ennustehaarukka on siis hyvin leveä. Esim. General Electric saattaa yksinkertaisilla Scada-tuotteillaan pitää asiakkuuksia toistaiseksi ja tuo kehittyneet automaatiotuotteet vasta markkinan syntyessä.

Yhteistyökumppaneista kysymyksiä herättää lähinnä teleoperaattoreiden puuttuminen sekä energia-yhtiöiden pieni lukumäärä, erityisesti myös johtavien sähkönsiirtäjien, Fortum, Vattenfall ja Fingrid olematon rooli ohjelmassa. Laite- ja ohjelmistotarjoajat ovat ohjelmatyössä olleet periaatteessa kattavasti ja tarkoituksenmukaisella joukolla edustettuina. Avoimeksi jää niiden osalta kuitenkin olennaisin kysymys, eli osallistumisen motiivi ja intensiteetti. – Kaiken kaikkiaan näin kattavassa ja perustavaa laatua olevassa kehitystyössä olisi ollut suotavaa, että kaikki tärkeät ”kansalliset” tahot olisivat olleet mukana.

Tutkimusvastuu on levännyt silmiinpistävän – ja huolestuttavan – harvoilla harteilla. Esim. energiaorientoituneen LTKK:n poissaolo hämmästyttää. Onko osaamisverkosto ja osaamisen diffusioituminen ollut näin muodoin riittävän laajaa?

3.1.2 Sähkökauppa ja kysynnän hallinta (DSM) vapailta sähkömarkkinoilla

Edison-ohjelmassa luotiin sähkökaupan pilot-tietojärjestelmä ja Teslan puitteissa kehitystyötä jatkettiin suuntaamalla se kahteen tutkimus- ja kehitysalueeseen

- Kysynnän hallinta vapailta sähkömarkkinoilla 1998–2002
- Sähkökaupan riskienhallinnan menetelmät ja järjestelmät.

Sähköyhtiöistä kehitystyöhön ovat osallistuneet Atro (Savon Voima), Espoon Sähkö, Etelä-Savon Energia, Helsinki Energia, Turku Energia ja Vantaan Sähkölaitos. Laite- ja ohjelmistotoimittajista kehitystyöhön ja tulosten hyödyntämiseen osallistuivat ABB, Adato, Elektroniikkatyö, Enermet, Eترم, Fortum Engineering, Mx Electrix, Sonera ja Tekla.

Tutkimuksen ohjauksesta vastasi VTT.

Merkittävimmät tulokset ovat

- On tuotettu perustietoa sähköenergian loppukäytöstä kotitalous- ja palvelusektorilla sekä kehitetty tähän liittyen uutta mittaus- ja analysointitekniikkaa
- On kehitetty ja demonstroitu Internetiä, puhelinta ja sähköverkkoa hyödyntäviä tiedonsiirtotapoja verkkoyhtiö/kuluttaja -tiedonsiirrossa
- Verkkoyhtiön ja sähkökäyttäjän järjestelmien integrointia on demonstroitu pienkuluttaja/kesämökki- ja kerrostalo-yhtiö -ympäristössä
- On kehitetty ohjelmistotyökaluja verkkoyhtiön ja kuluttajan DSM-tarpeisiin
- On kehitetty simulointimalli Pohjoismaiden sähkömarkkinoiden hintakehityksen ja -heilahelujen ennustamiseen
- On kehitetty sähkökaupan salkunhallintaohjelmisto.

Em. tutkimus- ja kehityskohteissa tavoitteet selaisenaan saavutettiin olennaisessa määrin.

Tulosten hyödyntäminen on toteutunut hyvinkin nopeasti yhteistyökumppaneina olleissa sähköyhtiöissä. Ohjelmistojen tuotteistus on kolmen osaprojektin osalta jo toteutettu. Vielä ei ole tiedossa, missä määrin ko. tuotteisiin kohdistuu koti- ja ulkomaista kysyntää. Kysyntää on, mutta myös kilpailua, joten menestys tulee riippumaan ratkaisevasti markkinointipanostuksista ja markkinointitaidoista. Osa kehitetyistä/kehitettävistä tuotteista saattaa olla sidoksissa ao. markkinassa vallitseviin erityispiirteisiin. Näistä syistä todennäköisin markkina-alue kotimarkkinoiden ulkopuolella lie neekin Pohjoismaat tai ehkä pohjoinen Eurooppa.

Sähkökaupan ja kysynnän hallinnan alueella tehtyihin panostuksiin nähden hyötyä voidaan pitää enemmän kuin tyydyttävänä. Ehkä merkittävin välitön hyöty saadaan kotimarkkinoilla toimivissa sähköyhtiöissä ja välillinen hyöty kuluttajien käyttäytymismuutoksena. Tämä vaikuttaa paitsi energiankulutukseen, myös ”avoimen sähkömarkkinan” kehittymiseen tietoisempien ja kriittisempien kuluttajien avulla.

3.1.3 Hankekokonaisuus: Teollisuus-sähköjärjestelmien hallinta

Edison-ohjelma keskittyi teknologian kehittämiseen yksinomaan jakelulaitoksien tarpeista käsin. Tesla-ohjelmassa asetettiin erääksi tavoitteeksi hyödyntää luotua tietämystä myös teollisuuden sähköjärjestelmien hallintaan.

Tässä hankekokonaisuudessa keskityttiin kahdeksaan eri kysymysryhmään:

- Sähkökäyttöjen ennakoivien kunnonvalvontamenetelmien kehittäminen
- Sähköverkon komponenttien kunnonhallinnan kehittäminen
- Sähkönsiirron tiedonhallinta- ja -keruujärjestelmän ylläpito ja käyttöönotto
- Keskiännitejakelun kuormituksen mallintaminen sekä sähkön laadun mittausjärjestelmän kehittäminen

- Sähkönjakelun käyttövarmuuden/häiriötilanteiden arviointimenetelmien kehittäminen
- Jännitekuoppien haittavaikutusten lieventäminen
- Energian käytön hallinnan ja energiataloudellisen laitemitoituksen kehittäminen
- Teollisuuden sähköjärjestelmien kehitystarpeiden ja -mahdollisuuksien kartoitus.

Kehitystyöhön osallistuivat ABB, StoraEnso, UPM-Kymmene, MX Electrix, Rautaruukki, Forum Engineering, Jaakko Pöyry, AvestaPolarit, M-real, Metso ja CTS Engineering.

Tutkimusvastuussa oli kolmen projektin osalta VTT Prosessit, kolmen projektin osalta TTKK ja kahden projektin osalta LTKK.

Em. tutkimus- ja kehityskohteissa tavoitteet selaisenaan saavutettiin olennaisessa määrin.

Pilotointialustana toimineet prosessiteollisuuden yritykset ja niiden eri tehdasyksiköt ovat hyötäneet sekä jo toimivien pilotointien että tietämyksen lisääntymisen muodossa välittömästi. Tämän pohjalta niillä tulee olemaan myös tietynlainen etulyöntiasema nopeisiin implementointeihin, kun ao. kehitystyön perusteella kehitettyjä tuotteita ja järjestelmiä tullaan aikanaan niille tarjoamaan.

Tulosten laajamittaisessa hyödyntämisessä ABB:lla on merkittävä osuus. Esim. kunnonvalvontaratkaisujen tuotteistamiseen hankekokonaisuuden projektit loivat melko valmiin alustan. Konsepti- ja energianhallintaratkaisuisissa ao. projektien tuloksia voivat melko suoraan hyödyntää myös konsultatiiviset palveluyritykset. Tosin hyödyntäminen toteutuu niissä suurelta osin siten, että lisääntynyt tietämys sulautuu kaikkeen palvelujen tarjontaan ja kehitystyöhön.

Mikäli laite-, ohjelmisto- ja automaatiotoimittajat (erityisesti ABB ja Metso) hyödyntävät saatuja tuloksia nimenomaan Suomessa toimivien tuoteyksiköiden kautta, voitaneen saatavia liiketoiminnallisia hyötyjä pitää tyydyttävää parempina.

3.2 Osallistujatahojen esittämiä arvioita

3.2.1 Sähköyhtiöiden esittämät arviot

Tesla-ohjelman arviointia varten saatiin haastattelutietoa neljästä (4) ohjelmassa mukana olleesta sähköyhtiöstä sekä yhdeksästä (9) muusta sähköyhtiöstä ja kahdesta (2) alan järjestöstä (Sener ja Finergy).

Systemaattisia eroja ei esiintynyt em. vastaajaryhmien antamien arvioiden välillä.

Arvokkaimpina Teslan tuomana hyötynä pidettiin niitä konkreettisia ratkaisuja, joiden avulla

- vikatilanteet hallitaan aiempaa paremmin; nopea paikannus ja terveen verkon erotus ja
- ennakoivaa kunnossapitoa voidaan toteuttaa; komponenttien, mm. kaapeleiden, muuntajien ja kytkinlaitteiden kunnonvalvonta.

Lisäksi nähtiin arvokkaana se ”melkoinen oppimispaketti”, jonka Tesla tarjosi.

Em. tulosten avulla sähköyhtiöt (verkkoyhtiöt) pääsevät alhaisempiin kustannuksiin sekä parempaan asiakaslaatuun harvempien ja lyhyempien katkojen muodossa. Eliniän, kunnan ja rasiustiedon parempi hallinta tukee osaltaan myös verkostokapasiteetin tehokkaampaa käyttöä. Kiristyvissä kilpailutilanteissa näillä ratkaisuilla on mahdollista saada merkittävää kilpailuetua.

Se, mitä jäätin kaipaamaan myös Teslan jälkeen on nimenomaan ”kaukoluennan läpimurto”. Siihen Tesla-ohjelma ei tuonut ratkaisua.

Reaaliaikainen ja kahdensuuntainen sekä taloudellisesti toteuttamiskelpoinen tiedonsiirtoratkaisu auttaisi paitsi mittarinluvun kustannusten alentamisessa, myös muihin asiakastarpeisiin vastaamisessa eli todelliseen kulutukseen perustuvassa las-kutuksessa sekä sähkön oston ajoituksessa. Varsin yksimielisesti vastaajat painottivat reaaliaikaisen hinnoittelun ylivertaista merkitystä kuormituksen ohjauksessa ja sitä kautta verkostokapasiteetin tehokkaammassa käytössä. Muun kuormituksen ohjauksen ”viranomaisen kieltää”. Useat sitä kuitenkin käyttävät, ”vaikka eihän se oikein sovi vapaan kilpailun markkinoille”.

Tetraa ei vielä pidetä ”riittävän kypsänä verkostoautomaation kannalta”. Tetran päätelaitevalmistus on vielä ratkaisematta. Nyt kallis päätelaite tekee osaltaan Tetran kannattamattomaksi investoinniksi vain verkostoautomaation tarpeisiin.

Muutamit vastaajat totesivat, että verkkoyhtiöillä ei ole määräänsä enempää intressiä – niin kauan kuin verkot toimivat kohtuullisesti eikä kunnan sanktioita toimintahäiriöille ole – investoida verkoston ominaisuuksien parantamiseksi, eikä esim. hajautetun tuotannon kytkemiseksi verkkoon (”vähentää myyntiä”, ”kuka maksaa?”). Ihmeteltiin myös ao. yhtiöiden vähäistä osallistumista Teslaan. Niin ikään todettiin vaikeus löytää taho, jolla olisi investointi-intressi rajajohtoihin.

Ohjelmaan osallistuneet sähköyhtiöt totesivat, että ilman Tesla-ohjelmaa ei kehitystyöhön olisi ilmeisestikään ryhdytty. Sähköyhtiöissä ei ole tuotekehityshenkilöstöä ja pienten sähköyhtiöiden resursit ovat todella vähäisiä. Tämän vuoksi osaamisen vahvistumiselle ja verkostoitumiselle osattiin todella antaa arvoa. Eräästä aktiivisesti mukana olleesta yhtiöistä arvioitiin, että ”Teslassa on menty etuajassa siihen nähden, mihin maailma ja käyttäjät ovat valmiita”.

Ohjelman sisäisessä kulussa kiinnitettiin huomiota lähinnä siihen varautuneisuuteen ja niihin jännitteisiin, jotka liittyivät kehitettyjen ratkaisujen omistusoikeuteen (vrt. IPR): ”Nyt kaikki valuu valmistavalle teollisuudelle”.

3.2.2 Sähköalaa palvelevien teollisuus- ja palveluyritysten esittämät arviot

Arviointia varten saatiin haastattelutietoa kahdesta (2) prosessiteollisuusyrityksestä sekä neljästätoista (14) muusta yrityksestä.

Kummankin prosessiteollisuusyrityksen edustajat alleviivasivat sitä merkittävää energiansäästöpotentiaalia ja tuntuvaa etua käyttö- ja toimitusvarmuudelle, jonka Teslassa kehitetyt ratkaisut voisivat tarjota. Ehtona vain on, että ABB tuotteistaa kehitetyt ratkaisut: ”hyöty kiertyy meille sitten, kun ABB tuotteistaa”, ”menetämme hyödyt, jos ABB on kovin hidas tuotteistamaan”.

Merkittävää on, että mukana olleille suurille teollisuusyrityksille Tesla-ohjelmaan osallistuminen on merkinnyt huomattavaa verkostoitumishyötyä, imagohyötyä sekä osaamisen vahvistumista. Suuryrityksessä ko. hyödyt voidaan kapitalisoida moninkertaisen vipuvaikutuksen avulla, jolloin välilliset hyödyt ilmenevät lukemattomissa eri paikoissa ja tilanteissa. Näin on myös tapahtunut Teslan ansiosta.

Toisaalta suuret teollisuusyritykset korostavat, että tuotekehityspäätökset tehdään globaalia markkinaa ja pitkää aikajännettä sekä suurta markkinapotentiaalia ja tuotto-odotusta silmällä pitäen. Näin muodoin päätöksentekoprosessi on väistämättä melko hidas ja raskassoutuinen. Lopputuloksena voi olla hyvästäkin tuotteistumismahdollisuudesta luopuminen esim. tuotteen liian pienen volyymin tai liian suuren kulttuuririippuvuuden vuoksi. Toisaalta suuryritykset voivat edesauttaa spin-offien yms. ratkaisujen syntyyn sekä alihankkijoiden aktivoimiseen.

Kaiken kaikkiaan hyödyt suuryrityksissä syntyvät hitaasti, ja hyötyarvion tekeminen vaatisi pidempää ajallista perspektiiviä sekä melkoista porautumista yrityksen sisäisiin asioihin.

Pienempien yritysten arvio Teslasta oli niin ikään kauttaaltaan myönteinen. Lähes kaikki totesivat, että tehty kehitystyö olisi ilman Teslaa jäänyt tekemättä. Liiketoiminnalliselta kannalta katsoen jo nähtävissä olevat hyödyt todettiin joko hyvin välillisiksi ("imago", "verkostoituminen", "ei olisi toteutettu", "esillä-olo" jne.) tai volyymitaan hyvin vähäisiksi tai hyvin kaukana tulevaisuudessa realisoituviksi.

Tesla-ohjelma on pienyritysten taholla koettu arvokkaana foorumina, jossa on ollut hyödyllistä olla mukana ja "jonka strateginen merkitys esim. uusien asiakassuhteiden solmimisesä on ollut suuri". Edison/Teslan merkityksen alan osaamistason ja tavoitetason nostajana vastaajat arvioivat erittäin korkeaksi.

Pienemmät yritykset arvioivat myös projektien ja ohjelman toteutustavan yleensä kaikilta osin hyväksi: "ei tule mitään negatiivista mieleen". Parin yrityksen kohdalla kanssakäymistä haittasi "tutkijoiden etäisyys käytännöstä...eiväthän he ole koskaan edes käyneet sähköyhtiössä". Toisaalta kiitettiin aivan erityisesti ohjelmajohtajan yhteistyötaitoja.

3.2.3 Ohjelman johtoryhmä

Ohjelmajohdosta saatiin haastattelutietoja Tekesin aiemmalta ja nykyiseltä ohjelmavastaavalta, Teslan ohjelmapäälliköltä (VTT), johtoryhmän puheenjohtajalta (ABB) sekä kahdelta johtoryhmän jäseneltä (Process Vision ja MX Electrix). Lisäksi oli käytettävissä johtoryhmän jäsenille tehdyn kyselyn tulos.

Johtoryhmän jäsenten mukaan Edison-ohjelma käynnistettiin (1994), jotta kyettiin vastaamaan sähkömarkkinoiden avaamisen luomiin tarpeisiin ja jotta hyödynnettäisiin nopeasti kehittyvän uuden tiedonsiirtoteknologian mahdollisuuksia. Perusmotiivit Teslan käynnistämiseksi olivat samat. Tesla käynnistyi suoranaisena Edisonin jatkeena.

Hyvänä puolena Teslan lentävässä lähdössä nähtiin se, että johtoryhmän ja avaintutkijoiden sekä pilottilaitosten kesken oli Edisonissa jo synnytetty sujuvasti toimivat yhteistyön muodot. Huonona puolena oli se, että ydinjoukko pysyi suppeana ja synnytti sisäänpäinlämpiämisen riskin. Tätä riskiä lisäsi se, että määrätietoisista yrityksistä huolimatta uusia sähköyhtiöitä ei saatu liittymään ohjelmaan.

Käynnistysvaiheessa tehdyt arviot toimintaympäristön yleisestä kehittymisestä ovat suurin piirtein pitäneet yhtä toteutuneen kehityksen kanssa. Yllätys johtoryhmälle on ollut kuitenkin kehityksen hidastuminen ja takkuaminen. Toisaalta kansainvälisten yhtiöiden aikainen tulo Pohjoismaihin on yllättänyt. Investointien jäädyttäminen ei sinänsä ole ollut yllätys, vaan avautumisen hitaus.

Johtoryhmä katsoo, että Teslan merkitys on ollut ensisijaisesti ko. tutkimusalueiden osaamispuhjan, tavoitetason ja verkostoitumisen ratkaiseva vahvistuminen. Esim. väitöskirjoja laaditaan alalta nyt vuosittain lähes 10 kpl, kun käynnistysvaiheessa Suomessa oli vain muutamia alalla väitelleitä. Yhteistyösuhteet (sinänsä suppean) piirin kesken ovat hyvin hioutuneet. Suomi on Teslan ansiosta muodostunut sähköyhtiöiden toimittajayrityksille nk. lead market -ympäristöksi ja osin tämän ansiosta ABB Oy:kin on onnistunut tuotekehityksessään ja sille on allokoitu yhä enemmän vastuuta ABB-ryhmässä verkostoautomaation alueella.

Teslassa ei ole yletty varsinaisiin läpimurtoihin – nimenomaan tiedonsiirtoteknologioiden intensiivisessä hyödyntämisessä verkkoautomaation, sähkökaupan ja sähköjärjestelmien alueella. Vaihtoehtoisina selityksinä läpimurtojen puuttumiselle johtoryhmän jäsenet esittävät

- liian suomalaiskansallista lähtökohtaa (koko vertikaalisessa ketjussa)
- valmistavan teollisuuden passiivisuutta
- huonoa yhteistyötä suurten ja pienten yritysten välillä
- liian suppeata pilottilaitosten joukkoa
- ABB:n liian dominoivaa roolia tuotteistajana.

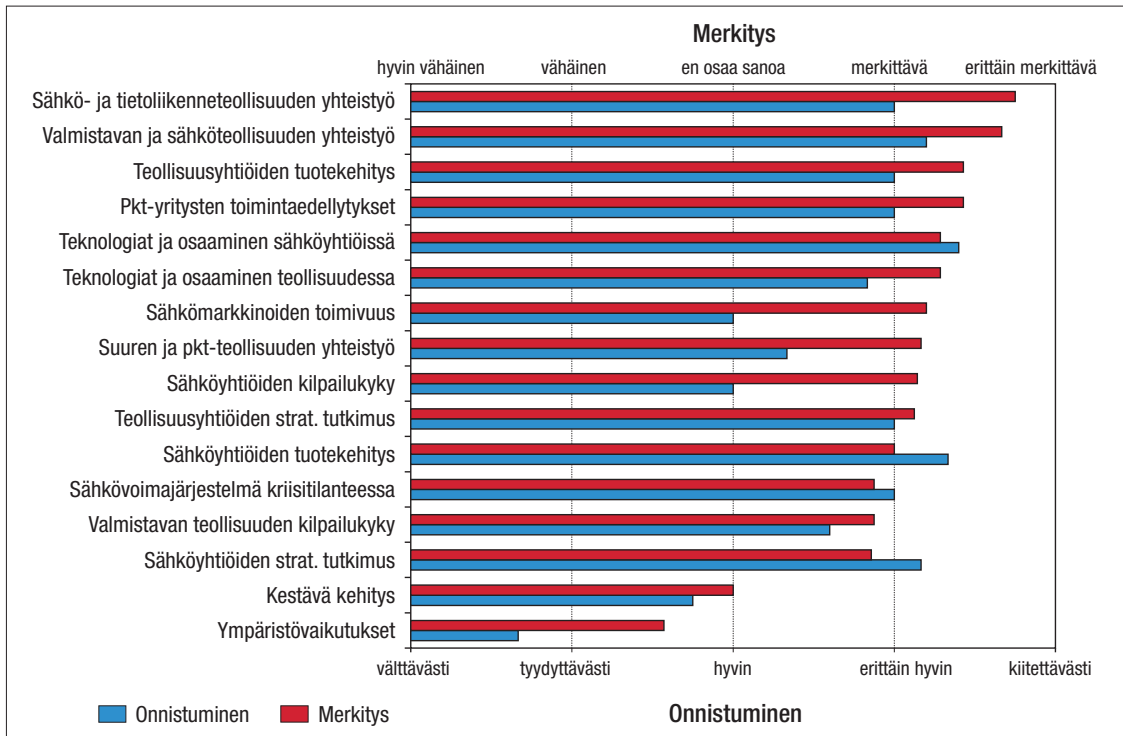
Tetran merkityksestä ja näkymistä johtoryhmän jäsenten arviot vaihtelevat melko paljon. Joku olisi valmis puhumaan miljardikauppoihin pääsemisestä, joku Tetran tuottamasta pettymyksestä ja teknisistä ongelmista ja rajoituksista.

Ohjelman hallinnointi ja ohjaus etenivät muuten jopa erinomaisesti paitsi

- alkuvaiheen sitkeät kiistat omistusoikeuksista ja niistä aiheutunut varautuneisuus sekä
- ohjelman sisäinen kommunikointivaje Tekesin ja ohjelmajohdon välillä koskien Teslaan liittyvien yrityshankkeiden julkisia tietoja.

On kohtuutonta ajan ja yhteiskunnan resurssien haaskausta toteuttaa 12...18 kk ohjelmaa vajaatehoisesti ohjattuna siksi, että ei ole luotu ohjeistusta ja malleja teollisoikeuksista sopimiselle. *Tekesin tulisi korjata tässä suhteessa omaa toimintaansa. Samoin Tekesin tulisi huolehtia siitä, että ohjelman johtoryhmä saa jatkuvasti riittävästi tietoa esim. ohjelmaan sisältyvistä yrityshankkeista.* Nyt Tekes-ohjaus oli osin haparoivaa.

Kuvassa 4 on esitetty tiivistettynä johtoryhmän oma arvio panostusten kohdentamisen ja ohjelman toteutuksen onnistuneisuudesta.



Kuva 4. Tesla-ohjelman onnistuneisuus (lähde johtoryhmäkysely).

4 Jäte-ohjelman tulokset ja onnistuneisuus

4.1 Ohjelman hankkeiden kohdentuminen

Jäte-ohjelmassa on toteutettu yhteensä noin 60 hanketta, joista noin puolet on ollut tutkimus- ja puolet yrityshankkeita. Hankkeiden kokonaisbudjetti on ollut noin 17 milj. euroa (98,5 milj. mk), josta Tekesin rahoitus on ollut noin 8 milj. euroa (46,8 milj. mk). Hankkeita ovat toteuttaneet 10 eri tutkimusorganisaatiota ja 27 eri yritystä.

Ohjelmaan on valittu hankkeita jatkuvalla haulla. Tutkimushankkeillekaan ei ollut erityisiä hakuaikojia. Ohjelmaan valituissa tutkimushankkeissa VTT:n panos on ollut merkittävä – sekä kokonaisrahoituksen että Tekesin osuuden mukaan laskien yli 80 prosenttia.

Yli puolet ohjelman hankkeista on kohdentunut energiateknologiaan eli poltto- ja kaasutustekniikan kehittämiseen. Erityisen selkeästi tämä on näkynyt yrityshankkeissa. Jätehuollon puolelta yrityksiä ei ole saatu kovin hyvin mukaan ainakaan käynnistämään ohjelman hankkeita.

Projektien kohdentuminen tietyille painopistealueelle ei kuitenkaan ole käytännössä tarkoittanut sitä, ettei muille painopistealueille kohdistuvia ongelmia olisi projekteissa käsitelty. Projektikyselyn

perusteella näyttääkin siltä, että vaikka energiatekniikan projektit hallitsivat ohjelmaa, näissäkin projekteissa kierrätyspoltoaineiden valmistus ja laatu-tekijät sekä yleensä myös jätteiden energiakäytön kokonaisjärjestelmäpohdinnat ovat olleet tärkeitä.

4.2 Projektikohtaisia arvioita

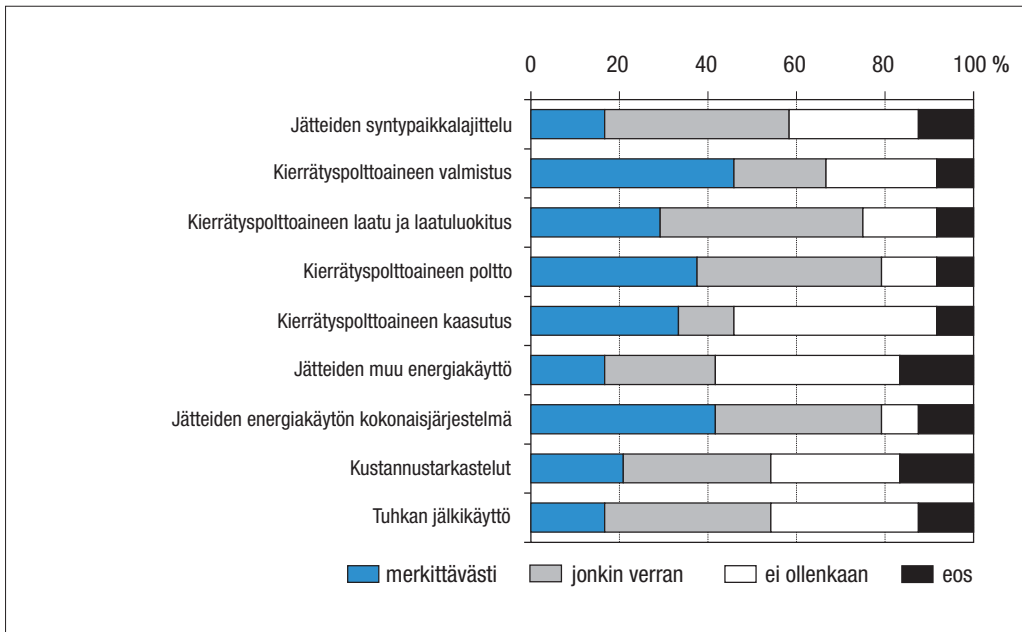
4.2.1 Yleistä

Projektikyselyn perusteella Jäte-ohjelman hankkeille on ollut ominaista ennen kaikkea ongelmakeskeisyys ja ratkaisujen etsiminen konkreettisiin tarpeisiin. Tärkeitä tavoitteita ja ratkaistavia ongelmia ovat olleet päästöjen tutkiminen ja jätejakeiden energiakäyttöraatkaisujen kehittäminen. Tärkeitä toissijaisia tavoitteita projekteissa ovat olleet mm. uuden tuotteen tai tuotantomenetelmän kehittäminen sekä uusien yhteistyöverkostojen luominen kotimaassa sekä viennin tai kansainvälisen yhteistyön lisääminen. Myös jätteiden käsittelykustannusten alentaminen sekä tietämyksen lisääminen EU-direktiiveistä ovat olleet projektien tavoitteissa vahvasti mukana.

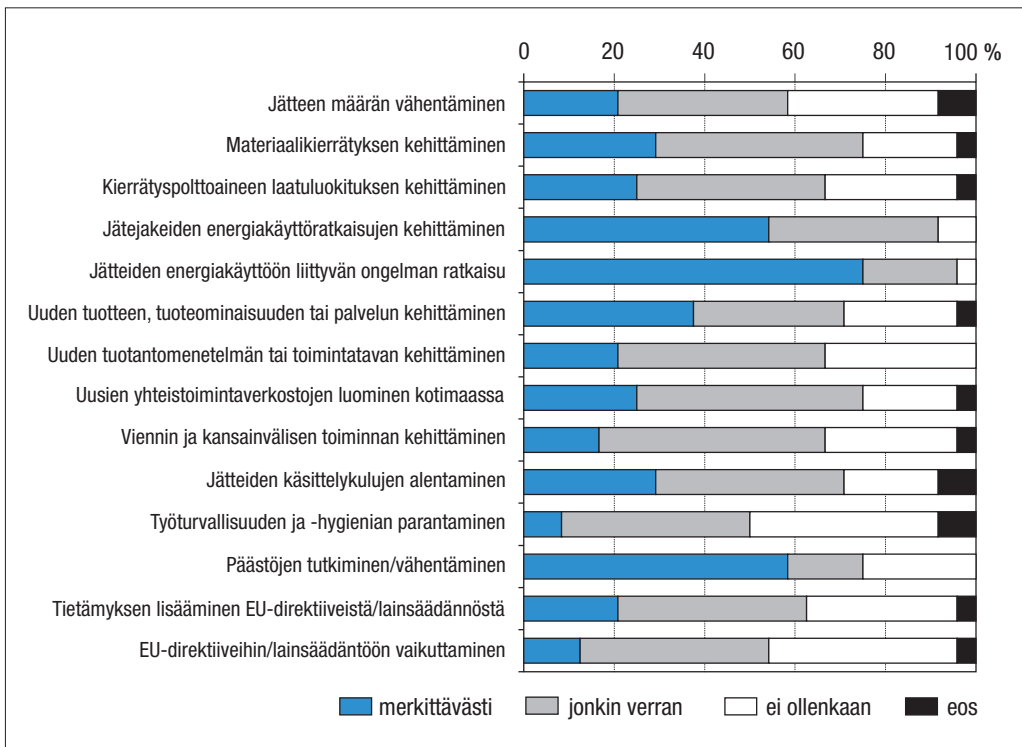
Tässä arvioinnissa ei ole pyrittykään arvioimaan yksittäisiä projekteja vaan arvioinnissa on käytetty

Taulukko 3. Jäte-ohjelman hankkeiden kohdentuminen painopistealueittain.

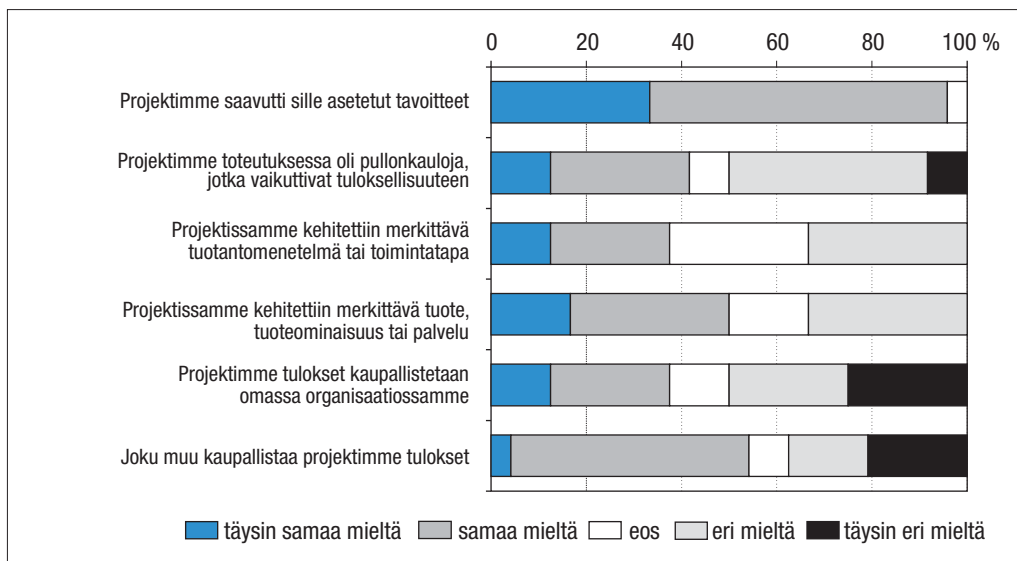
	Syntypistelajittelu, kierrätyspoltoaineiden valmistus ja laadunhallinta	Poltto- ja kaasutustekniikat sekä päästöt	Uudet järjestelmät ja tuhkan jälki-käyttö	Kansainvälinen yhteistyö
Tutkimushankkeet	11/ 8,2 mmk	13/ 12,9 mmk	5/ 3,2 mmk	3/ 3,3 mmk
Yrityshankkeet	7/ 11,8 mmk	21/ 47,5 mmk	5/ 11,4 mmk	
Yhteensä	18/ 20,0 mmk	34/ 60,4 mmk	10/ 14,6 mmk	3/ 3,3 mmk



Kuva 5. Projektien kohdentuminen (lähde projektikysely).



Kuva 6. Projektien tavoitteet (lähde projektikysely).



Kuva 7. Projektien tuloksia (lähde projektikysely).

yleisempiä ohjelmason tavoitteista johdettuja kriteerejä. Voi olettaa, että hankkeissa määrälliset tavoitteet ovat tulleet ”annettuina” mm. päästörajojen tai valtakunnallisen jätesuunnitelman muodossa projektin ja ohjelman ulkopuolelta. Vaikka useissa hankkeissa esimerkiksi jätteiden käsittelykulujen alentaminen on ollut tavoitteena, määrällisiä tavoitteita ei ole sen osalta juuri erikseen asetettu. Projekteilla on ollut erityyppisiä laadullisia tavoitteita mm.

- ”lisätä tuntemusta erilaisten polttokäyttöön tulevien jätteiden tai jäteososten pölyämisestä”
- ”kehittää käyttökelpoiset jätemateriaalien esikäsittely- ja analysointimenetelmät”
- ”lisätä tietoa haitallisten kerrostumien muodostumisesta leijukerroskattiloiden tulipesiin”
- ”arvioida erilaisten puujätteiden ja seosten kaasutettavuus”.

Projektikyselyn perusteella ohjelman hankkeet ovat saavuttaneet tavoitteensa hyvin. Hankkeissa on onnistuttu parhaiten kierrätyspolttoaineen standardien määrittelyssä ja laadun parantamisessa sekä rinnakkaispolton ja kaasutustekniikan kehittämisessä. Projekteissa on kuitenkin syntynyt suh-

teellisen vähän omassa organisaatiossa kaupallistettavia tuotteita tai tuotantomenetelmiä.

4.2.2 Tulokset painopistealueittain

A Syntypistelajittelu, kierrätyspolttoaineiden valmistus ja laadunhallinta

Painopistealueen parhaiten onnistuneet hankkeet ja merkittävimmät tulokset ovat koskeneet kierrätyspolttoaineiden SFS-standardia ja siihen liittyvän laatuajittelun kehittämistä, mikä mahdollistaa kaupankäynnin kierrätyspolttoaineilla. Suomeen laadittiin vuonna 2000 kierrätyspolttoaineiden SFS-standardi. Kierrätyspolttoaineiden analysointimenetelmien ja laadunvalvontajärjestelmien kehittäminen ohjelmassa ovat tukeneet standardointityötä merkittävästi. Suomalaiset tahot ovat olleet aktiivisia myös eurooppalaisen standardin valmistelussa.

Alan kannalta merkittävää edistystä on saatu aikaan myös jätteiden lajittelun ja käsittelyn työhygieniatutkimuksissa sekä kierrätyspolttoaineiden käytön turvallisuuteen liittyvissä tutkimushankkeissa. Painopistealueen hankkeissa on tutkittu

myös syntypistelajittelua ja kierrätyspolttoaineen valmistusta sekä siihen liittyvää tekniikkaa eri paikkakunnilla ja käsittelylaitoksilla.

Tutkimushankkeissa tutkittiin ja/tai kehitettiin mm.

- jätepolttoaineen SFS-standardointia ja siihen liittyviä laatuohjeita
- jätemateriaalien esikäsittely- ja analysointimenetelmiä
- kierrätyspolttoaineiden analysointi- sekä epäpuhtauksien määrittämismenetelmiä
- syntypistelajittelun vaikutuksia kierrätyspolttoaineen laatuun
- jätteiden pölyävyyttä ja siihen liittyvää altistumista
- jäteperäisten polttoaineiden tuotannon ja käytön turvallisuutta ja hygieniää.
- jätehuoltoketjun terveys- ja ympäristövaikutusten arviointia.

Yrityshankkeissa kehitettiin mm.

- kierrätyspolttoaineen pelletointia
- polttojätemurskainta
- polttoaineiden syöttötekniikoita
- polttoainevalmistusta käytetyistä renkaista
- yhdyskuntajätteen käsittelylaitoksen optimointia.

B Poltto- ja kaasutustekniikat sekä päästöjen hallinta

Painopistealueen merkittävimmät tulokset liittyvät kansainvälisesti vahvan suomalaisen osaamisalueen – kaasutustekniikan – soveltamiseen jätteiden energiakäytössä. Kaasutustekniikan sovelluksia on kehitetty useissa tutkimushankkeissa sekä Lahdessa Kymijärven voimalassa, Varkaudessa Corenson nestepakkausjätteiden käsittelylaitoksessa sekä Pohjolan Voiman ja Vapon yhteishankkeessa.

Muiden polttotekniikoiden kuin kaasutuksen osalta tulokset eivät ole olleet yhtä merkittäviä. Yksittäistapauksissa lainsäädännön kehitys on voinut jopa saattaa hankkeiden kaupallisen hyödyntämisen vaakalaudalle ja projekteissa saavutetut tulokset ovat tältä osin jääneet toivottua vähäisemmiksi EU:n jätteenpolttodirektiivin myötä, kun kierrätyspolttoaineille tuotteena ei ole tullut erityisase-

maa. Muutamassa ongelmallisten jätteiden energiahyödyntämiseen tähtäävässä hankkeessa kohdatut ongelmat ovat olleet niin suuria, että hankkeet on keskeytetty tai tulokset ovat jääneet ainakin lyhyellä tarkasteluvälillä vähäisiksi.

Tutkimushankkeissa tutkittiin ja/tai kehitettiin mm.

- autonpaloittamojätteen termistä konversiota
- kalkkilisäyksen vaikutusta klooriyhdisteisiin
- jätemuovin pyrolyysiä
- kerrostuman muodostumisen ennustemenetelmiä leijukerroskattiloissa
- kiinteäkerroskaasutuksen käyttöä
- muovijätteelle soveltuvaa kaasutus- ja kaasunpuhdistustekniikkaa leijukerroskaasuttimelle
- PVC-pitoisen jätteen pyrolyysiä ja HCl:n talteenottoa leijupetireaktorissa.

Yrityshankkeissa kehitettiin mm.

- paperiteollisuuden tuotantojätteen hyötykäyttöä
- lietteen termistä kuivausta
- lietteenpolttolaitosta ml. kuivaus- ja polttoteknologian
- nestepakkausrejektin kaasutusta
- kotitalousjätteen polttoa tulisijoissa
- kierrätyspolttoaineen käyttöä kaukolämpölaitoksen arinakattilassa savukaasupesurin avulla
- kierrätyspolttoaineen kaasutusta ja yhteiskäyttöä hiilen kanssa yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa
- kierrätyspolttoaineiden ja lietteiden kaasutusta ja kaasun puhdistusta käytettäväksi polttoaineena kivihiililaitoksessa
- jättopolttolaitosten kaasutuskaasun puhdistusmenetelmiä
- kerrostuman muodostumisen ennustemenetelmiä leijukerroskattiloissa
- kyllästetyn puutavaran polttotekniikoita ja savukaasupuhdistusta
- käytettyjen renkaiden polttokattilaa.

C Uudet järjestelmät kuten integroidut energia- ja materiaalihyötykäyttökonseptit, tuhkan jälkikäyttö

Painopistealueella on ollut vähän hankkeita ja merkittäviä tuloksia on saatu niukasti. Integroitujen energia- ja materiaalihyötykäyttökonseptien

laatiminen on työlästä ja tuloksetkin niistä syntyvät varsin hitaasti. Painopistealueen lupaavin hanke on ollut Metso Oyj:n Urban Mill -konsepti, joka pyrkii hyvälaatuisen kuidun hyödyntämiseen kaupunkipaperikoneella. Konseptin kehitystyö jatkuu Streams-ohjelmassa.²⁰

Alueellisia jätteiden hyötykäyttötarkasteluja on tehty pääkaupunkiseudulla, Etelä-Savossa ja Etelä-Karjalassa. Yhteistä hankkeille on ollut vaikeus löytää nykykattiloista kierrätyspolttoaineiden käyttömahdollisuuksia. Samoin painopistealueeseen kuulunut tuhkan jälkikäyttö vaatii hankkeissa kohdatuista ongelmista päätellen vielä paljon lisätutkimuksia.

Tutkimushankkeissa tutkittiin ja/tai kehitettiin mm.

- kierrätyspolttoainetuhkien ympäristölaadun ja kaatopaikkasijoituksen arviointia
- jätteen ja siustauslietteen polttotuhkan jalostamista
- energiakäyttöä ja materiaali-kierrätystä elinkaarirajattelun kannalta
- seospoltossa syntyvien tuhkien laadunarviointimenettelyjä
- mallia harvaan asutun alueen energiakäytölle.

Yrityshankkeissa kehitettiin mm.

- yhdyskuntajätteiden energiakäytön yhdistämistä paperintuotantoon Urban Mill -konseptissa
- alueellisia jäte-energiaratkaisuja Etelä-Karjalassa ja pääkaupunkiseudulla.

D Kansainvälinen yhteistyö

Kansainvälisen yhteistyön hankkeiden osuus – siihen nähden, että niiden asemaa on erikseen haluttu korostaa ohjelman aihealueena – on ollut huomattavan vähäinen eikä mukana ole ollut yhtään kansainvälistä yritys-hanketta. Vaikka hanketasolla kansainvälinen yhteistyö on ollut vähäistä, on ohjelmatasolla kansainvälinen yhteistyö ja tiedonvaihto vahvistunut. Tästä esimerkkinä voidaan mainita, että Tekes teki sopimuksen Hollannin valtion teknologian kehittämiskeskuksen Novemin kanssa ohjelman keston ajaksi. Kansainvälistä tiedonvaihtoa organisoitiin myös mm. IEA:n kautta.

Huhtikuussa 2002 pidettiin ohjelman kansainvälinen loppuseminaari.

Tutkimushankkeissa tutkittiin ja/tai kehitettiin mm.

- hollantilaisen ja suomalaisen jätteiden energiahyödyntämisen järjestelmiä
- uusia seospoltteknikoita USA-DOE-tutkijanvaihdossa.

Yhteenvetona projektien tuloksista voidaan sanoa, että ohjelmassa on onnistuttu parhaiten kierrätyspolttoaineen standardien määrittelyn tukemisessa ja laadun parantamisessa sekä rinnakkaispolton ja kaasutustekniikan kehittämisessä.

4.3 Ohjelmakonseptin toimivuus

4.3.1 Hallinto

Ohjelman koordinaatiovastuu on ollut VTT Energialla (nyk. VTT Prosessit). Johtoryhmään on kuulunut kaksi Tekesin edustajaa, kaksi ministeriöiden edustajaa ja kahdeksan yritys-edustajaa, joista noin puolet on ollut energia-alalta ja puolet jätehuoltoalalta. Teemahaastattelujen pohjalta on voinut havaita tyytymättömyyttä ohjelman hallinnon järjestämiseen, mm. eräiden mielipiteiden mukaan johtoryhmä on ollut liian suuri ja tästä syystä tehoton ja kokoontunut liian harvoin. Keskustelua on nähty käydyin liikaa EU-direktiiveistä ja liian vähän mm. hankevalinnoista. Lisäksi katsottiin, että mm. direktiivien keskeneräisyys aiheutti ohjelmaa häiritsevää epävarmuutta, eivätkä yritykset kyenneet täysin avoimeen keskusteluun – ”*kukaan ei aluksi paljastanut yrityspuolella avoimesti korttejaan*”.

VTT:n vahva rooli koordinaattoriorganisaationa sekä toisaalta useimpien tutkimushankkeiden vetäjänä sekä yritys-hankkeissa toimivana konsulttina on aiheuttanut arvostelua. On koettu, että eri tutkimuslaitosten ja pk-yritysten aktivointi mukaan ohjelmaan on hoidettu osin puutteellisesti ja että tämä on vaikuttanut osaltaan hankevalintoihin ja ohjel-

²⁰ Vuonna 2001 käynnistynyt Yhdyskuntien jätevirroista liiketoimintaa Streams-ohjelma käsittelee yhdyskuntajätteiden hyötykäyttöä muilta osin kuin energiasovelluksissa.

man onnistumiseen. Hankevalinnoista on viime kädessä vastannut kuitenkin Tekes.

Toisaalta erityisesti yrityksissä on oltu tyytyväisiä ohjelman tarjoamaan keskustelufoorumiin yritysten ja viranomaisten välillä sekä jätehuolto- ja energiasektorin välillä. Näyttää siltä, että ohjelmassa mukana olleet yritykset ovat yleisesti ottaen olleet tyytyväisiä koordinaatioon ja VTT:n asiantuntemukseen.

4.3.2 Tavoitteiden määrittely

Ohjelman käynnistyessä sen tavoitteiksi määriteltiin jätteiden energiakäyttöratkaisujen kehittäminen energiatekniikan lähtökohdista. Jätteiden energiakäytön ongelmiin etsittiin ratkaisuja energiatoimialan suunnalta ensisijaisesti poltto- ja kaasutusteknologiasta. Jätteiden lajittelu ja jätepoltoaineiden valmistus sisällytettiin ohjelmaan lähinnä siitä syystä, että energiakäyttöön saataisiin lajiteltua jätettä. Jätehuoltotoimialan kanssa yhteistyötä ei ollut Tekesissä aikaisemmin juuri tehty. Tekesissä katsottiin, että jätteiden energiakäyttö hyödyttäisi jätehuoltoalaakin, mutta ohjelman tavoitteiden määrittely jätehuoltoalan kannalta jäi osittain vajavaiseksi. Jäte-ohjelmassa keskityttiin ongelmien ratkaisuun energia-alan kannalta ja tätä perusteltiin sillä, että energiakäyttöohjelma toimisi jätehuoltoalalla herättelijänä, ja laajempi jäteohjelma käynnistettäisiin myöhemmin, sitten kun aika olisi kypsä.²¹

Haastatelluilla johtoryhmän jäsenillä on ollut erilaisia näkemyksiä tai muistikuvia ohjelman tavoitteista ja tehtävistä. Ohjelman lähtökohtana on pidetty toisaalta direktiivien valmistelua ja ohjelman antamaa tukea valmistelutyölle. Toisaalta on pidetty direktiivien valmistelun ja ohjelman keskinäistä ajoittumista lähinnä sattumana ja ohjelman tehtäväksi on katsottu vain teknologian kehittäminen ilman jäteliittistä dimensiota. Ohjelman suppeutta on arvosteltu ja sen nimeäkin on pidetty vääränä, koska aihealue on energiakäyttöä laajempi jätteiden hyötykäyttö. Toisaalta on korostettu, että ohjelmalla on ollut tarkoitus keskittyä nimenomaan

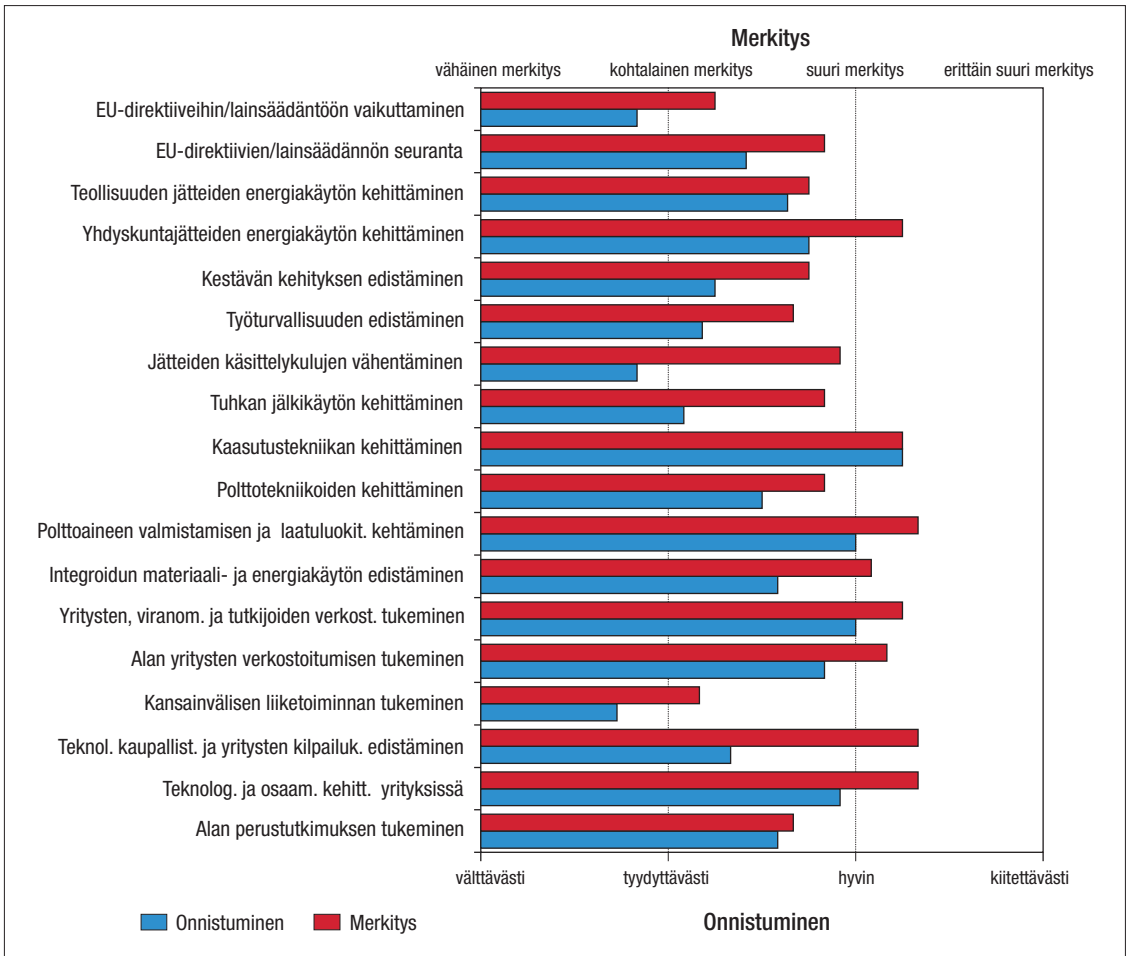
jätteiden polttoon. Myös suhtautuminen alueellisten ongelmien ratkaisuun on ollut johtoryhmän jäsenillä erilainen: osa olisi halunnut käyttää paikallisia ratkaisuja asioiden konkretisoimiseen, osa ei nähnyt paikallisissa hankkeissa tarpeeksi teknologista haastetta.

Eriaiset odotukset eivät ole voineet olla vaikuttamatta johtoryhmän jäsenten näkemyksiin ohjelman onnistuneisuudesta. Yritysten osallistuminen direktiivien valmisteluun on nähty sekä viranomaisten että yritysten kannalta positiivisena. Toisaalta on katsottu, että keskustelu johtoryhmässä on liikkunut liikaakin direktiivien ja verotuksen ympärillä. Ongelmalähtöinen lähestymistapa on nähty liian suppeaksi ja tutkimushankkeiden taso matalaksi sekä ohjelman tulosten yleistettävyyden huonoksi. Toisaalta on katsottu, että ala ei edelleenkään kaipaa perustutkimusta vaan ongelmien ratkaisuja: *”Ilman caseja ei opita mitään. Kritiikki liian räätälöidyistä ratkaisuista on aiheetonta.”*

Yhteisten tavoitteiden määrittelyn vaikeudesta voidaan päätellä, että jätteiden energiakäyttö on koettu poliittisesti araksi aiheeksi. Toisaalta teknologiaohjelma on nähty hedelmällisemmäksi keskustelufoorumiksi kuin täysin poliittinen keskustelu. Teknologiaohjelmassa on ollut vahva tieteellinen perusta eikä keskustelu ole ollut niin intressipohjaista, kun keskusteluja on käyty tutkitun tiedon pohjalta.

Jäte-ohjelman johtoryhmän ja alan asiantuntijoiden näkemysten perusteella yleisellä tasolla merkittävimpinä tekijöinä jätteiden energiakäyttöä koskevassa teknologiaohjelmassa pidettiin teknologian ja osaamisen kehittämistä yrityksissä, teknologian kaupallistamisen ja yritysten kilpailukykyyn edistämistä, verkostoitumisen tukemista sekä integroidun materiaali- ja energiakäytön, jätepoltoaineiden valmistuksen ja laatuoluokituksen, kaasutustekniikan sekä yhdyskuntajätteiden energiakäytön kehittämistä. Sen sijaan erityisen merkittävänä ei ohjelma-kontekstissa pidetty kansainvälisen liiketoiminnan tukemista ja EU-direktiiveihin vaikuttamista.

²¹ Streams-ohjelma käynnistettiin vuonna 2001.

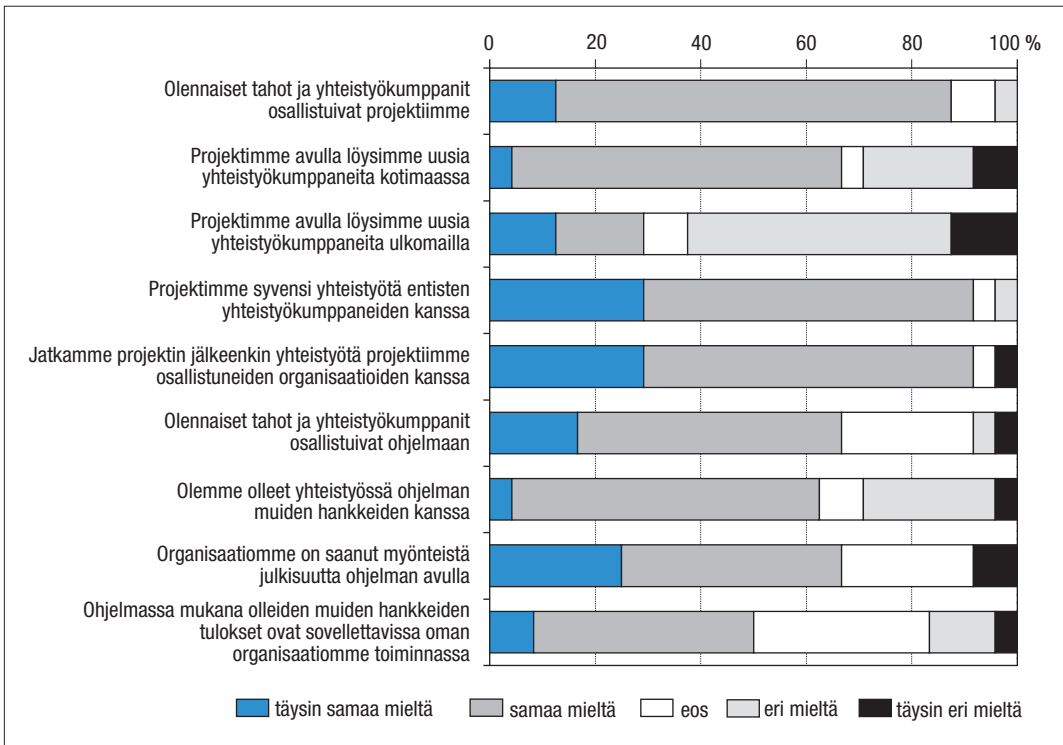


Kuva 8. Jätteiden energiakäyttöön liittyvien tekijöiden merkitys ja niiden onnistuminen ohjelmassa (lähde kysely johtoryhmälle ja asiantuntijoille).

Asiantuntijoiden mukaan ohjelmassa onnistuttiin merkitykseensä nähden parhaiten kaasutustekniikan kehittämisessä sekä verkostoitumisen tukemisessä. Eniten kehitettävää suhteessa merkitykseen olisi ollut teknologian kaupallistamisen ja yritysten kilpailukyvyyn tukemisessa sekä jätteiden käsittelykulujen vähentämisessä ja tuhkan jälkikäytön kehittämisessä. Ohjelman nähtiin olleen merkittävämpi teollisuuden jätteiden energiakäytön kehittämisessä kuin yhdyskuntajätteiden energiakäytön kehittämisessä.

4.3.3 Kohderyhmän tavoittaminen ja verkostoituminen

Jäte-ohjelman yksi keskeisistä tavoitteista on ollut verkottaa kierrätyspolttoaineiden valmistukseen ja käyttöön osallistuvat yritykset, alan viranomaiset ja tutkijatahot sekä kotimaassa että viennin kohde- maissa. Ohjelman painopiste on ollut energiatekniikassa, mutta ohjelmalla on pyritty saamaan kaikki osapuolet toimimaan yhteisen päämäärän puolesta. Energia-ala ja sen laitevalmistajat on saatu ohjelmaan kohtuullisen hyvin mukaan. Sen si-



Kuva 9. Onnistuneisuus verkostoitumisessa (lähde projektikysely).

jaan jätehuoltoalan aktivoimisessa on ollut enemmän ongelmia. Toimiala on koettu muotoutumattomaksi ja sillä on ollut paljon kunnallisia toimijoita ja suhteessa vähän yrityksiä: ”*Oli tuntua että uutta liiketoimintaa syntyisi, mutta ei löytynyt tahoja joiden kanssa puhua.*”

Jätehuolto-organisaatioita ei ole saatu kovin laajalti mukaan hankkeisiin. Jätehuoltoalan organisaatioiden käynnistämiä hankkeita on ollut ohjelmassa alle kymmenen ja ohjelman hankkeissa on ollut kaiken kaikkiaan mukana alle kymmenen alueellista tai kunnallista jätehuoltoyhtiötä. Ohjelman väliarvioinnissa Jäte-ohjelmaa suunnattiin selvemmin teollisuuden jätteiden energiakäytön suuntaan. Julkisyhteisön rooli operoitaessa Tekesin kanssa on myös koettu Jäte-ohjelmassa jossain määrin ongelmalliseksi, koska Tekesin toiminta keskittyy pääsääntöisesti yrityksiin. Alan integroi-

tumista ja hankkeiden verkottumista ovat osaltaan vaikeuttaneet myös kuntasektorilla ja yrityssektorilla olevat voimakkaasti jakautuneet näkemykset yhdyskuntajätteiden omistuksesta ja hyötykäytön toteutuksesta.

Pk-teollisuuden omien hankkeiden osuus on ollut kohtuullisen pieni. Samoin tutkijoiden ja pk-yritysten yhteisiä hankkeita on ollut kohtuullisen vähän. Eri tutkijatahojen sekä kansainvälisen tason yhteistyö on jäänyt vaatimattomaksi.

Jätehuoltoyhtiöiden vähäisyydestä huolimatta ohjelmassa mukana olleet toimijat näkevät selkeästi, että olennaiset tahot ja yhteistyökumppanit on saatu hyvin mukaan ohjelmaan. Projektikyselyn perusteella ohjelma on onnistunut hyvin verkottamaan siinä mukana olleita toimijoita keskenään. Projektien tuloksena yhteistyö jo aiemmin yhteis-

työtä tehneiden toimijoiden kesken on entisestään syventynyt, minkä lisäksi on syntynyt uusia kotimaisia yhteistyökumppanuuksia. Merkittävää on, että projekteilla yhteensaatetut organisaatiot jatkavat yhteistyötä pysyväisluonteisesti myös projektin päättymisen jälkeen.

Projektikyselyn ja erityisesti johtoryhmän teema-haastattelujen perusteella voidaan todeta, että ongelmista huolimatta ohjelmalla on onnistuttu luomaan nuorelle alalle infrastruktuuria ja yhteisiä toimintatapoja. Ohjelman projekteissa sekä keskustelufoorumin luomisen kautta yhteistyö jätehuollon ja energiatoimialan välillä on selvästi lisääntynyt ja syventynyt: energia- ja jätehuolto-sektorin verkkoa on kudottu, keskusteluyhteys eri osapuolten välille luotu sekä yhteisen kielen luominen aloitettu. Ohjelmalla on ollut merkittävä rooli jätepolttoainemarkkinoiden synnyttämisessä mm. jätepolttoaineiden standardikehitystä tukemalla. Samoin yhteistyö on lisääntynyt yritysten ja tutkijoiden välillä. Sekä yritykset että viranomaiset ovat kokeneet ohjelman johtoryhmän ja seminaarien muodostaman yhteistyöfoorumin erittäin hyödylliseksi.

4.4 Yhteenveto ohjelman tuloksista ja onnistuneisuudesta

Jäte-ohjelman projekteissa on muodostettu myytävän jätepolttoaineen tuotantoketjuja sekä poltto- ja kaasutustekniikkaa on kehitetty siten, että jätepolttoaineita voidaan käyttää laitoksissa. Suurin osa ohjelman hankkeista on toteutettu poltto- ja kaasutustekniikan painopistealueella. Erityisesti jätepolttoaineiden kaasutustekniikassa on ohjelmalla saatu aikaan merkittävä edistysaskel.

Myös syntypistelajittelua, kierrätyspolttoaineiden valmistusta ja laadunhallintaa – erityisesti kierrätyspolttoaineiden eli REF:n laatuluokitusta – on ohjelmalla tuettu merkittävästi. Ohjelma tuki hyvin kierrätyspolttoaineen standardointityötä ja Suomeen laadittiin vuonna 2000 kiinteiden kierrätyspolttoaineiden SFS-standardi²². Standardin laa-

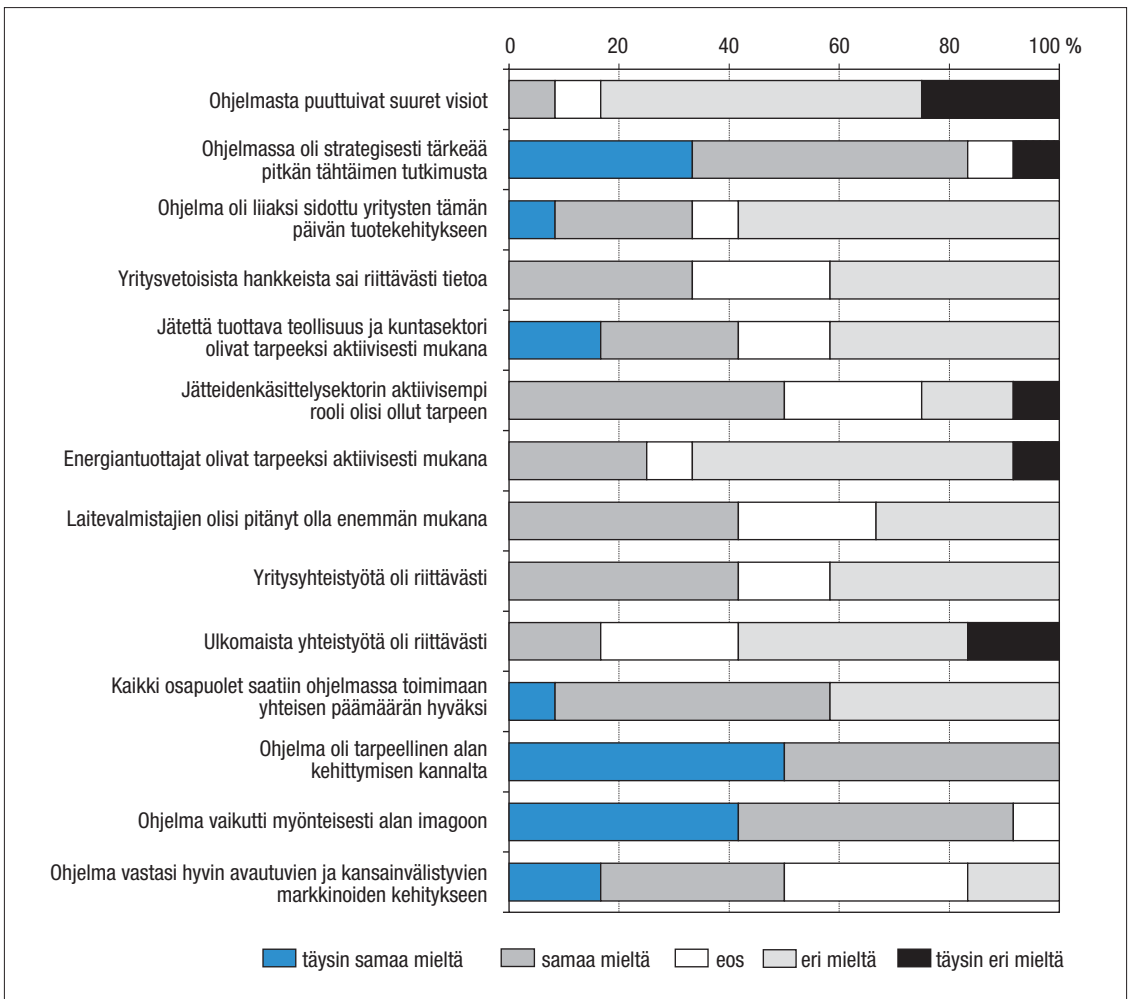
jassa käyttöönotossa lienee edelleen haasteita. EU-tason standardin laatiminen on kesken ja suomalaiset ovat tässä työssä aktiivisia.

Ohjelman keskeisenä määrällisenä tavoitteena oli saavuttaa uusilla ratkaisuilla jätteiden käsittelykuluissa vähintään 100 mk/t säästöt tai vientimarkkinoilla vastaava kilpailukyky kehitettävälle järjestelmille ja laitteille. Tähän tavoitteeseen ei ole päästy ainakaan Jäte-ohjelman yksittäisissä hankkeissa toteutetuilla ratkaisuilla. Toisaalta tavoitteen saavuttamisen onnistumiseen vaikuttaa ennen kaikkea jätteiden energiakäyttöketjussa tapahtunut kehitys kokonaisuutena sekä käytettävä las kentatapa. Tältä osin tavoitteen saavuttamista ei tässä yhteydessä ole pyritty arvioimaan. Yleishavaintona kuitenkin on, että ainakin osittain käsittelykulut ovat kasvaneet. Käsittelykulut ovat saattaneet kasvaa, kun teknologiaa on kehitetty ja otettu käyttöön. Tämä johtunee osittain siitä, että toimiala on vielä infrastruktuurin rakentamisen vaiheessa eikä tuottojen tai tehostamisen kautta syntyvien säästöjen kertyminen ole vielä alkanut. Toisaalta ohjelman hankkeissa on tutkittu eri vaihtoehtojen kustannustasoa ja tutkimustulosten perusteella monissa tapauksissa jo tällä hetkellä jätteiden energiakäyttö on kannattava vaihtoehto kaatopaikalle sijoittamiselle.

Tavoitteiden määrittely energia-alan lähtökohdista on vaikuttanut ohjelman rajauksiin siten, että hankkeet ovat keskittyneet rinnakkaispoltto- ja kaasutustekniikkaan ja jätteiden muun energiakäytön teknologia (mm. massapoltto- ja mädätysteknologia) on jäänyt ohjelman ulkopuolelle. Ohjelman tavoitteiden määrittely on ollut alunperin niin kapea, että jätehuoltoalan ongelmia on pystytty tällä tavoitteenasettelulla ratkaisemaan kohtuullisen rajoitetusti. Ehkä Tekesillä ei ole ollut riittäviä työvälineitäkään paikallisten kunnallisten toimijoiden kanssa toimimiseen, joita alalla on edelleen paljon. Ohjelman rajauksiin liittyen koko alaa ajatellen suurta harppausta ei ole saatu aikaan, vaan on edetty pikemminkin pienin askelin.

Ohjelmassa on kehitetty ratkaisuja yksittäisissä ja paikallisissa ongelmissa. Kuitenkin voidaan olet-

22 Jätteen jalostaminen kiinteäksi polttoaineeksi. SFS 5875.



Kuva 10. Ohjelmaa koskevia väittämiä (lähde kysely johtoryhmälle ja asiantuntijoille).

taa, että keskustelu paikallisella tasolla on koko Suomea ajatellen ohjelmalla vasta saatu alkuun, joten ongelmia lienee jäänyt riittävästi lähivuosina ratkottavaksi.²³ Koska VTT:llä on ollut vahva rooli erityisesti tutkimushankkeissa mutta myös monissa yrityshankkeissa, VTT:llä lienee laajin näkemys ratkaisujen yleistettävyydestä ja parhaat mahdollisuudet niiden levittämiseen.

Erityisen suuri ohjelman merkitys on ollut kierrätyspolttoaineiden valmistukseen ja käyttöön osallistuvien kotimaisten yritysten, alan viranomaisten ja tutkijatahojen yhteistyön lisäämisessä. Painotuksiltaan ohjelma on kohdistunut etenkin jätteiden energiakäytön ketjun vahvistamiseen. Ohjelman vaikutuksesta energiasektori on saatu ymmärtämään jättepolttoaineen mahdollisuudet. Tutki-

²³ Hankkeissa on ollut mukana samoin alle kymmenen kunnallista energiayhtiötä. Ohjelma on hankkeiden kautta koskettanut n. 60 kuntaa – yhteensä kuntia on Suomessa n. 450. Kuntaliiton jätehuoltokyselyn (2002) mukaan lajittelemääräyksiin on velvoitettu lajittelemaan keräyspaperia n. 200, lasia n. 150, mutta energiajätettä vain 36 kunnassa.

muspuolella ohjelma olisi kuitenkin voinut ehkä olla verkottavampi, jotta synteesiin perustuvaa osaamis pohjaa laajentavaa lisäarvoa olisi saatu enemmän. Suurimmassa osassa hankkeita on ainoana tutkimusosapuolena ollut VTT, joten yleisemmän osaamis pohjan luominen on saattanut osittain jäädä puutteelliseksi, koska tutkimusosapuolten keskinäinen verkostoituminen ei ole ollut kovin syvällistä.

Ohjelman johtoryhmä ja seminaarit ovat tarjonneet foorumin yritysten ja lainsäädäntöviranomaisten väliselle keskustelulle, mikä on ollut antoisaa molemmille osapuolille: yritykset ovat pystyneet paremmin ottamaan tulevaisuuden suunnitelmissaan huomioon lainsäädännön muutokset ja toisaalta viranomaiset ovat saaneet tietoa siitä, minkälaiset teknologiaratkaisut ovat mahdollisia. Ohjelmalla on pyritty ennakoimaan lainsäädännön tiukentumista ja välittämään tietoa toimintaympäristöstä yrityksille. Ilman ohjelmaa yrityksissä saatettaisiin olla huomattavasti jäljessä lainsäädännön

toteuttamisessa. Ohjelmassa on ollut myös muutamia erittäin hyvin onnistuneita projekteja, joista on syntynyt tai syntymässä kansainvälisesti merkittäviä vientituotteita. Ohjelman ajoitus direktiivien valmisteluun nähden on ollut hyvä. Tekes on lähtenyt rohkeasti punomaan verkkoa lainvalmistelun ja yritysten välille – tämäntyyppinen yhteistyöelin onkin selkeästi aiemmin puuttunut.

Johtoryhmällä ja asiantuntijoilla tuntuu olevan selkeä yhteisymmärrys siitä, että ohjelma on perustunut selkeisiin visioihin. Ohjelman nähdään laajasti olleen tarpeellinen alan kehittymisen kannalta ja vaikuttaneen myönteisesti mm. alan imagoon. Lisäksi ohjelmassa nähdään tehdyn myös tärkeää pitkän tähtäimen strategista tutkimusta. Tästä huolimatta johtoryhmän ja muiden asiantuntijoiden käsitykset ohjelman päämääristä sekä eri toimijoiden mukanaolon tärkeydestä ovat varsin ristiriitaisia ja hajonta näkemysten välillä suuri. Tämän voi tulkita ilmentävän laajemminkin tyytymättömyyttä ohjelmassa tehtyihin strategiavalintoihin.

5 Ohjelmien vaikuttavuus

5.1 Vaikuttavuuden tulkinnan näkökulmat

Tässä arvioinnissa ohjelmien vaikuttavuutta on tarkasteltu kolmesta näkökulmasta: projektinäkökulmasta, liiketaloudellisesta näkökulmasta ja yhteiskunnallisesta näkökulmasta. Projektinäkökulmassa korostuu etenkin ohjelmilla luotujen teknologiaratkaisujen merkitys suhteessa ohjelmille asetettuihin tavoitteisiin ja toimiala-arkkitehtuurin kehitykseen. Liiketaloudellisessa näkökulmassa painottuu ohjelmilla luotujen teknologiaratkaisujen merkitys suhteessa sääntelyn luomaan kysyntään ja markkinoihin. Yhteiskunnallisessa näkökulmassa korostuu puolestaan laajemmin ohjelmilla aikaansaatu teknologiaratkaisujen relevanssi sekä toimiala-arkkitehtuurin kehittyminen suhteessa kysyntään. (Kuva 11)

Tesla-ohjelma on sijoittunut deregulaatioympäristöön. Markkinat vapautuivat tilanteessa, jossa toimiala oli jo varsin vakiintunut ja teknologian kehittäjiä oli alalla ennestään. *Tarve* uusille teknologisille ratkaisuille on syntynyt avautuneiden markkinoiden ja sitä seuranneen kilpailun kautta. Yleistäen haasteena on ollut löytää markkinoille sopivat *teknologiaratkaisut*. Tesla-ohjelmalla on ollut tarkoituksena luoda teknologiaa avautuville markkinoille. Toimiala-arkkitehtuuria koskevana ongelmana on ollut alalla kilpailun vapautumisen kautta syntynyt *investointihalukkuuden* lasku.

Jätteiden energiakäyttöalalla lainsäädännön kiristyminen (regulaatio) vaikuttaa suoraan teknologisiin vaatimuksiin ja synnyttää *tarpeen* ja laajenevat markkinat vaatimukset täyttävälle teknologiaratkaisuille. Alan toimialarakenne ja oma tuotekehityskulttuuri ovat olleet hahmottomattomia ja haasteena on ollut löytää uusille teknologiaratkaisuille toteuttajat sekä ostajat. Jäte-ohjelmalla on ollut tarkoitus paitsi toteuttaa *teknologiaratkaisuja*

myös alan toimijoiden yhteistyötä ja verkostoitumista lisäämällä nopeuttaa toimialarakenteen hahmottumista ja sitä kautta alan *investointeja*.

Seuraavassa ohjelmien vaikuttavuutta on tarkasteltu erikseen projektinäkökulmasta, liiketoiminnallisesta näkökulmasta sekä yhteiskunnallisesta näkökulmasta. Näkökulmia integroivana tekijänä on ollut yhteiskunnalle tärkeiden infrastruktuuri- ja palvelujen kysynnän muutosten kautta syntynyt tarve uusille teknologioille ja palveluille. Projektinäkökulmaan perustuvassa tarkastelussa korostuvat ohjelmien sisäiset tulokset ja suorat vaikutukset. Liiketoiminnalliseen ja yhteiskunnalliseen näkökulmaan perustuvassa tulkinnassa ohjelmien vaikuttavuutta ja merkitystä tarkastellaan välillisemmin laajemmassa kontekstissa. Keskiössä on tällöin ohjelmien ja niillä aikaansaatu tulosten relevanssi suhteessa toiminta- ja vaikutusympäristöön – yhteiskunnallisiin tarpeisiin sekä lainsäädännöllä synnytettyyn kysyntään ja markkinoihin.

5.2 Tesla-ohjelman vaikuttavuus

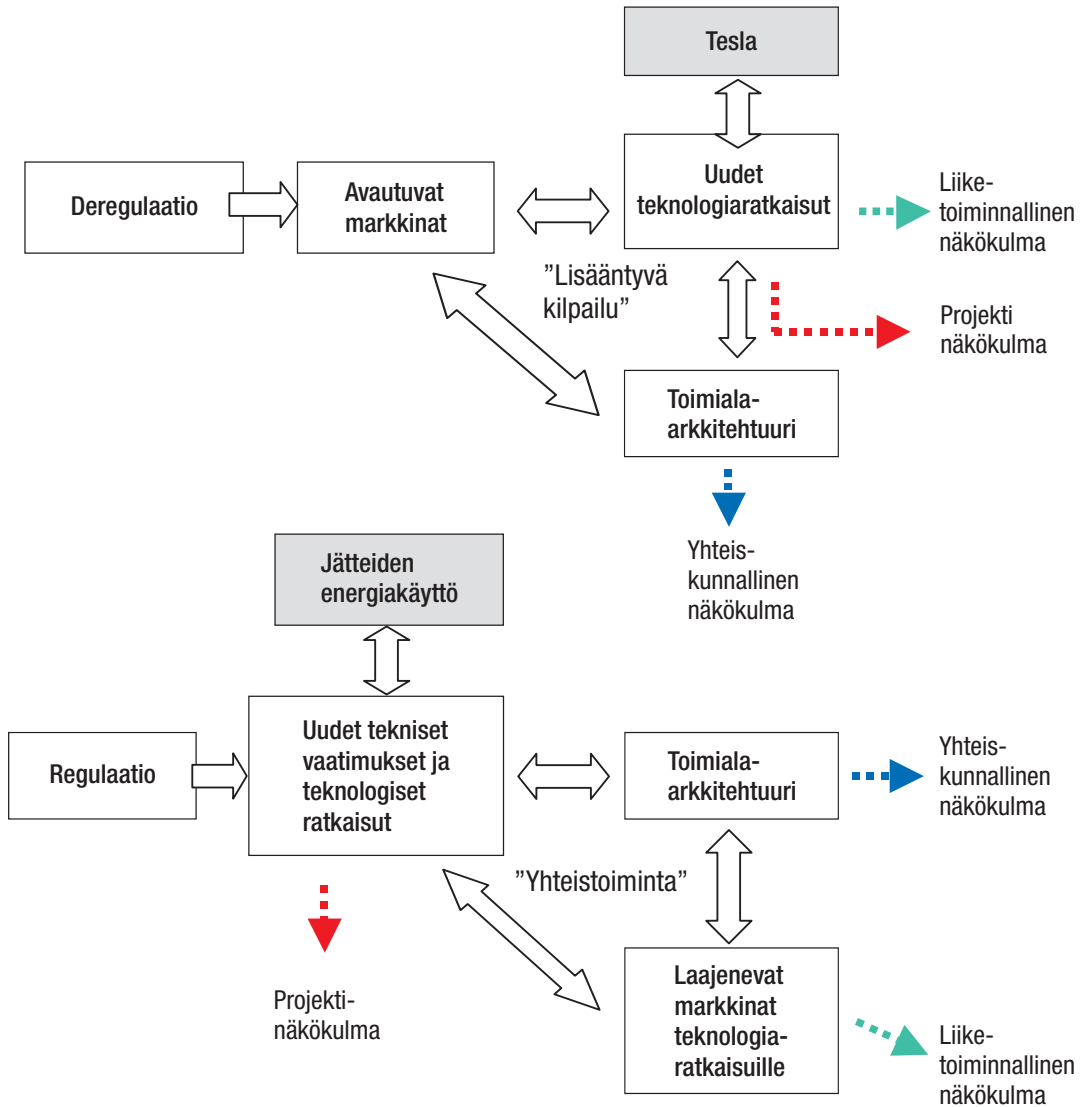
5.2.1 Projektinäkökulma

Tesla-ohjelman käsitti kolme hankekokonaisuutta:

- verkostoautomaatio, tiedon siirto ja sähkön laatu,
- sähkökauppa ja kysynnän hallinta (DSM) vapailla sähkömarkkinoilla sekä
- teollisuussähköjärjestelmien hallinta,

joissa keskityttiin yhteensä 17 eri tutkimuskysymysten ryhmään.

Kaikkien kolmen hankekokonaisuuden alueella saavutettiin asetetut tavoitteet melko olennaisessa määrin, joten projekteja sellaisenaan tarkastellen voidaan sanoa, että *tutkimus- ja kehitystyön tulokset olivat tyydyttäviä, kenties parempiakin*.



Kuva 11. Näkökulmittain jäsenyivät vaikuttavuuden arvioinnin tulkintakehikot.

Projektitasoista tulosten saavuttamisen arviointia vaikeuttaa tavoiteasettelun laadullinen luonne. Näin erityisesti sähkökaupan sekä kysynnän ja teollisuussähköjärjestelmien hallinnan osalta. Tavoitteina on ollut esim.

- ”tuottaa perustietoa sähköenergian loppukäytöstä kotitalous- ja palvelusektorilla sekä kehittää tähän liittyen uutta mittaus- ja analysointitekniikkaa”,

- ”kehittää Internetiä, puhelinta ja sähköverkkoa hyödyntäviä tiedonsiirtotapoja verkkoyhtiö/kuluttaja -tiedonsiirrossa”,
- ”jännitekuoppien haittavaikutusten lieventäminen” sekä
- ”energian käytön hallinnan ja energiataloudellisen laitemitoituksen kehittäminen”.

Projektitasolla olisi ehdottomasti pitänyt asettaa myös kvantitatiivisia ja yleensäkin täsmällisemmin määriteltyjä tutkimus- ja kehitystavoitteita. Kun kyse on useita vuosia jatkuvasta kehitystyöstä melko suppean tutkija- ja soveltajajoukon kesken ja ilman täsmällisiä, mitattavia tavoitteita, syntyy riski ajautua sellaiseen työtapaan, joka ei ole riittävän tavoiteohjautuvaa ja saavutusnälkäistä.

Huomiota kiinnittää myös se, että varsinaisia teknologisia läpimurtoja ei Edison/Tesla-ohjelmissa juurikaan saavutettu. Tämä palautunee tiettyyn sisäänpäinlämpiävyyteen:

- kotimaisia sähköyhtiöitä ei saatu laajalti mukaan
- telealan laitevalmistajia ja operaattoreita ei saatu intensiivisesti kytkeytymään ohjelmaan
- potentiaalisia ICT-yrittäjiä ei saatu ohjelmaan mukaan
- kansainvälisen tason ”kiritys ja virikkeisyys” oli niukkaa.
- avainhenkilöiden vaihtuvuus oli vähäistä.

5.2.2 Liiketoiminnallinen näkökulma

Edison/Tesla-ohjelman välilliset liiketoiminnalliset hyödyt ovat kiistattomat ja jopa kansallisessa mielessä hyvin merkittävät. Tesla/Edisonin puitteissa tehdyn pitkäjänteisen kehitystyön ansiosta Suomi on saavuttanut nk. ”lead market” -aseman laite- ja ohjelmistokehittäjien silmissä.

Osaamisen lisääntyminen ja siihen liittyvä verkostoituminen ovat olleet erittäin tärkeitä lähes kaikille mukana olleille yrityksille. Sähkön laatutietoisuus on kautta toimialan vahvistunut ja myös konkretisoitunut siten, että sille on asetettu operaationaaliset tavoitteet.

Prosessiteollisuudessa on tavoitetaso kohonnut olennaisesti energijärjestelmän mitoitusten sekä kunnonvalvonnan ja -hallinnan osalta. Sähköyhtiöissä on niin ikään tehty ”melkoinen oppimisloikka” ja verkostoiduttu innostuneesti. Pienille laite- ja ohjelmistovalmistajille Tesla on niin ikään ollut eräänlainen peruskoulu sekä kontaktien solmimispaikka. Asiakassuhteita on syntynyt useampia.

– Jopa suuret teollisuusyritykset ovat kokeneet saaneensa merkittävää mielikuvallista (imago-) ja verkostoitumishyötyä mukanaolostaan Teslassa.

Valitettavaa on, että sähköyhtiöiden osallistuminen jäi melko harvojen yhtiöiden varaan eikä uusia nk. kasvuyrityksiä kyetty synnyttämään Teslan avulla. Välittömästi tulisikin ryhtyä toimenpiteisiin, jotta Teslan puitteissa syntynyt osaaminen tule omaksutuksi pääosassa maan sähköyhtiöitä. Tähän ei passiivinen tiedottaminen riitä. Tarvittaneen erityinen, yritys- tai yritysryhmäkohtainen koulutusprosessi. Sähköyhtiöiden herääminen vahvistaisi jossain määrin ko. markkinaa, jolloin myös mahdollisille kasvuyrityksille olisi kotimaista ponnistus pohjaa.

Edison/Teslan liiketoiminnallisista hyödyistä yksi merkittävimmistä on ollut ABB Oy:n aseman vahvistuminen ABB-ryhmän sisällä verkkoautomaatioon liittyvissä ja yleensä verkkoliiketoimintaa palvelevissa tuoteryhmissä. Myös muutama pienempi yritys on hyötynyt liiketoiminnassaan Teslasta ja saanut markkinoille uusia tuotteita. Tällaisia ovat mm. Enease ja MX Electrix (sähkön laatu- ja kuormitusmittarin ja laadun seurantatekniikan kehittäminen), Enermet (massakaukoluenta-, ohjaus- ja mittausjärjestelmä) ja Vaasa Electronics (kennotermiinaali). Pienempien laite- ja ohjelmistoyritysten markkinanäkymät eivät ole suuren suuret eivätkä hyvässäkin tapauksessa yltäne yleensä Pohjoismaita tai Pohjois-Eurooppaa kauemmaksi. Tetran osalta annetut hyötyarvot ovat mahdollisimman ristiriitaisia vaihdellen ”miljardihyödyistä” ”suureen pettymykseen”. Muilta osin telealan laite- ja operaattoriyhtiöt eivät ole juuri saamassa hyötyjä.

Suurelta osin Tesla-ohjelmassa saavutettujen merkittävien tutkimustulosten tuotteistaminen lepää yhden globaalin suuryrityksen, ABB:n, varassa ja ao. tuotteistuspäätökset ovat luonnollisesti vaikeasti ennakoitavia. Tehtävät päätökset riippuvat ilmeisesti niistä oletuksista, mitä yhtiöllä on sähkömarkkinoiden avautumiskehityksen sekä sähköyhtiöiden investointialttiuden suhteen eri markkina-alueilla. Prosessiteollisuus sekä sähköyhtiöt voivat puolestaan merkittävässä määrin konkre-

tisoida Teslan tulokset kustannussäästöinä, parempana toiminnan laatuna, asiakastytyväisyyden vahvistumisena yms. vasta sitten, kun niille tarjotaan tuotteistettuja ”tarjoomia”. Sähköyhtiöiden investointi-innostus Tetraan on niin ikään kiinni niiden investointialtiudesta, eli ostopäätökset ovat samaisen investointien intressiloukun takana.

Summaten voidaan todeta, että liiketoiminnallisesta näkökulmasta arvioiden on Teslan puitteissa tehty jonkinlainen yhdistelmävirhe ajoituksen ja kohdistuksen osalta. Deregulaatiotilanteen luoman investointiloukun ajallinen kesto ja vaikutukset liiketoimintamahdollisuuksiin on ennakoitu osittain puutteellisesti siitä huolimatta, että on ehkä osattukin ennakoita investointiloukku ja investointiloukun purkautumisen jälkeisten investointien kohdentumisen uudentyypisyys. Osa Teslan aihealueen markkinamuutokseen liittyvistä asioista on ollut pakko hoitaa nopeasti kuntoon, osa realisoituu vasta uusien määräysten myötä ja osa liittyy toiminnan tehostamiseen. *On panostettu liian moneen kohteeseen liian aikaisin ja liian paljon. Markkinoiden tuleva investointiloukku oli ennakoitavissa ja osin avautumisen epäyhtenäinen eteneminenkin. Olisikin tullut panostaa kokonaisuutena vähemmän tai takapainotteisemmin ajoitettuna ja ennen kaikkea vain harvempiin murtokehtiin enemmän painottaen.*

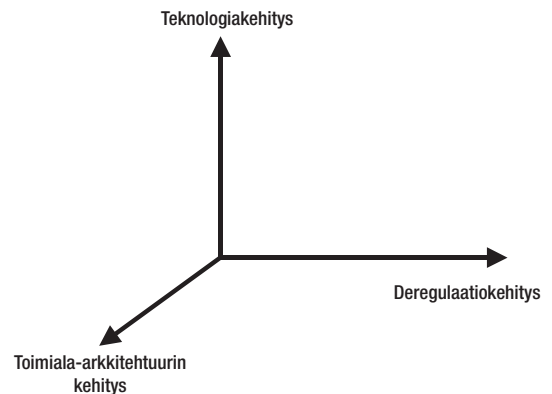
Edison/Teslan jo nyt nähtävissä olevat liiketoiminnalliset hyödyt ovat siis varsin rajalliset. Hyötypotentiaali on merkittävä, mutta sen kapitalisointi on epävarman tulevaisuuden ja alan investointiloukun purkautumisen takana.

Eräänlaisena yllättävänä jokerimahdollisuutena hyödyntämiselle ovat aukeavat itäiset sähkömarkkinat. Mikäli markkinoiden kaikinpuolinen kehittyminen on entisissä SEV-maissa nopeata, voi se laukaista tuotteistamispäätöksiä ja tarjota myös mainion kasvumahdollisuuden pienillekin laite- ja ohjelmistotoimittajille. Joka tapauksessa sähkömarkkinan volyyymikasvu tulee niissä olemaan suurta. Tämän takaa jo yksinomaan EU-maiden lisääntyvä riippuvuus itäsähköön tuonnista.

5.2.3 Ohjelmakonsepti ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Ohjelmakonseptin yhteiskunnallista vaikuttavuutta analysoitaessa tulee teknologian ohella tarkastelu ulottaa myös ”deregulaatioon” ja toimiala-arkkitehtuuriin. Yhdessä nämä tekijät pitkälti muokkaavat ja määrittävät sitä, millaista liiketoimintaa t&k-hankkeiden tuloksena syntyy sekä sitä, miten uudet tuotteet ja palvelut vastaavat yhteiskunnallisiin tarpeisiin.

Toimiala-arkkitehtuuri kuvaa toimialan kussakin kehitysvaiheessa vallitsevat toimijoiden positiot, roolit ja intressit. Niin sähkömarkkinassa kuin muillakin toimialoilla määrää todellista tekemistä se, mitä toimijat tavoittelevat, millä motiiveilla ne ovat liikkeellä. Yksityisen pääoman osalta perimmäiset motiivit ovat varsin hyvin ennakoitavissa: pääoman panostustarve, tuotto-odotukset, riskitaso ja aikajänne. Liiketoiminnan muidenkin tavoitteiden (kasvu, markkina-asema jne.) ennakointi on yksityisomistuksen osalta kohtuullisen helposti ennakoitavissa. Julkisen omistuksen osalta motiivit ovat moninaisemmat, usein epäselvät ja jäsenyttömät ja joka tapauksessa vaikeasti ennakoitavissa.



Kuva 12. Liberalisointikehityksen suunnittelu-avaruus.

Kokemukset eri toimialojen vapauttamisesta ovat osoittaneet, että yleensä yksityisen pääoman mukaantulo ("privatisointi") vaikuttaa voimakkaammin ja nopeammin toimialan kehittymiseen kuin kilpailun avaaminen sinänsä. Toimiala-arkkitehtuurin kehityksen ennakointi on näin muodoin ensisijaisen tärkeä avautumiskehityksen suunnittelussa ja tarkastelussa.

Hallittu sähkömarkkinoiden vapauttaminen olisi edellyttänyt toimiala-arkkitehtuurin analyysin lisäksi regulaatiokehityksen analyysia. Tätä ei tehty. Näin ei ollut perusteltua oletusta tai jopa tavoitetta esim. sähkön hintakehitykselle, saatavuudelle, laadulle tai muille yhteiskunnan ja kansalaisten kannalta olennaisille tekijöille. Näin ei myöskään nähty niitä nk. alueellisen kehityksen kannalta kielteisiä keskittymisilmiöitä, joita sähkömarkkinoiden avaaminen yhdessä teknologian kehittämisen kanssa välittömästi sai aikaan.

Lienee selvä, että teknologiaohjelmakonseptin osalle ei voi osoittaa vastuuta tietyn toimialan liberalisointikehityksen suunnittelusta ja ao. yhteiskunnallisten tavoitteiden asettamisesta. Silloin, kun teknologian kehittämisen olennaisena motiivina kuitenkin on markkinoiden vapauttaminen (kuten Edison/Teslassa), tulisi kehityspanosten kohdentamisen ja ajoittamisen perustaksi ehdottomasti tehdä tietoisia oletuksia avautumiskehityksestä po. avaruuden kaikissa dimensioissa.

Tesla-ohjelmassa ei näitä kehitysskenaarioita tehty ja näin ei ollut pohjaa tarkemmalle panostusten kohdentamiselle eikä ajoittamiselle. Liioin ei ollut pohjaa asettaa täsmällisiä tavoitteita esim. kustannusrakenteen kehittymiselle. Ei ole yllätys, että tuloksena oli hyvät tulokset toimialan diffuusissa kehittämisessä, so. yleisen osaamistason ja verkostoitumisen kohoamisena, mutta selkeästi huonommat tulokset spesifien liiketoimintahyötyjen suhteen.

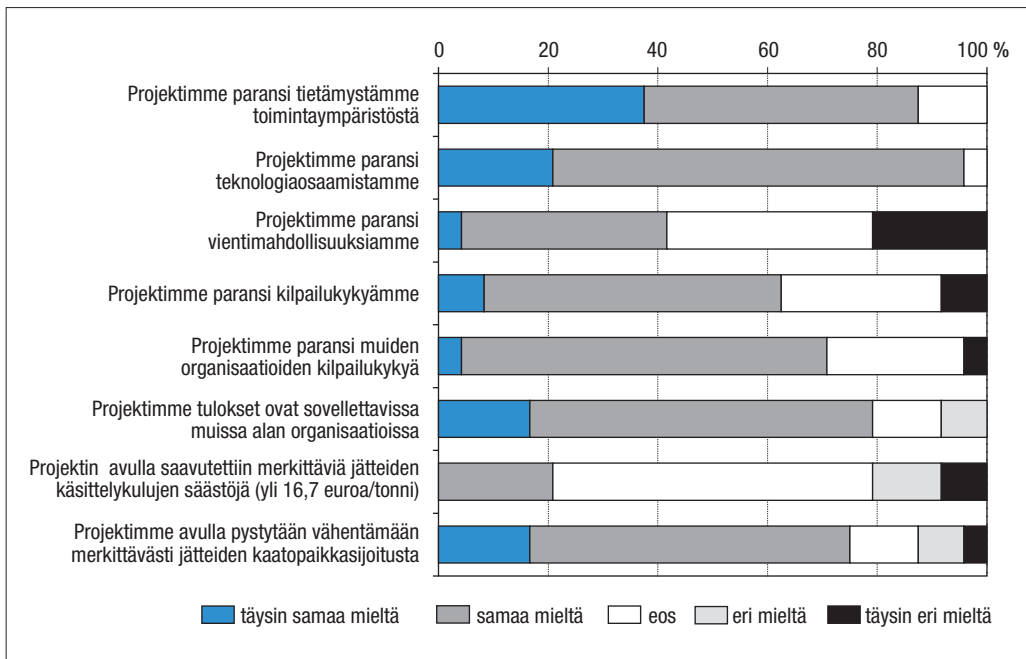
Edison/Teslan muodostama teknologiaohjelma-konsepti ei ollut sovelias työkalu yksinomaisena ja ainoana työkaluna työstämään teknologian kehityskysymyksiä sähkömarkkinoita avattaessa. Tueksi olisi tarvittu laaja-alaisempaa toimialan kehitystarkastelua tekevä elin ja/tai hanke, toimialafoorumi. Näin olisi panostusten kohdennus ja ajoitus todennäköisesti onnistunut paremmin.

5.3 Jäte-ohjelman vaikuttavuus

5.3.1 Projektinäkökulma

Ohjelmalla toteutetut hankkeet ovat painottuneet vahvasti kehittämään uusia ratkaisuja päästöjen hallintaan ja jätejakeiden energiakäyttöön. Koska projektit ovat saavuttaneet oman arvionsa mukaan asettamansa tavoitteet hyvin, näitä ratkaisuja on ohjelmalla onnistuttu luomaan kokonaisuutena varsin hyvin. Välittöminä vaikutuksina projektien avulla pystytään vähentämään jätteiden kaatopaikkasijoitusta, mutta ei sen sijaan merkittävästi jätteiden käsittelykuluja, vaikka tämä oli keskeisenä määrällisenä tavoitteena ohjelmassa. Omassa organisaatiossa kaupallistettavia tuotteita on projekteissa kehitetty suhteellisen vähän, eivätkä vientimahdollisuudetkaan ainakaan lyhyellä tähtämällä tarkasteltuna näytä merkittävästi parantuneen.

Projektitkyselyn perusteella Jäte-ohjelmalla on ollut keskeinen vaikutus siinä mukana olleiden organisaatioiden osaamisen kehittymiseen. Ohjelman hankkeilla on lisätty osallistuneiden organisaatioiden tietämystä toimintaympäristöstä sekä parannettu niiden teknologiaosaamista ja kilpailukykyä, mikä heijastunee välillisesti pidemmällä tähtäimellä myös alan liiketoimintaan. Ohjelman laajemman vaikuttavuuden osalta on myös merkittävää, että hankkeiden oman arvion mukaan omien hankkeiden tulokset ovat laajalti sovellettavissa myös alan muissa organisaatioissa.



Kuva 13. Projektien vaikutuksia (lähde projektikysely).

Ohjelman suhde laajemmin toimintaympäristön tarpeisiin

Projektitoiminnalla saatujen tulosten merkitystä ja relevanssia on seuraavassa pyritty arvioimaan laajemmin suhteessa jätteiden energiakäytön toimintaympäristön yleiseen kehitykseen ja siitä nouseviin tarpeisiin. Arvioinnin perustana on käytetty delfoi-ryhmän asiantuntijanäkemyistä alan keskei-

sistä kehitystarpeista ja niihin liittyvistä teknologiatarpeista. Oheisessa taulukossa on kootusti arvioitu Jäte-ohjelman suhdetta delfoi-ryhmän näemyksiin alan keskeisistä teknologiatarpeista. Tulokinnassa on luonnollisesti otettava huomioon, että Jäte-ohjelman ulkopuolelle jätettiin ne aiheet, joita toteutettiin Tekesin muissa teknologiaohjelmissa.

Taulukko 4. Tulevaisuuden teknologiatarpeet jätteiden energiakäytössä ja ohjelman onnistuneisuus.

Keino	Ohjelman tavoite	Ohjelman toteutuma
Erilliskeräilyn tekniikka <ul style="list-style-type: none"> säiliöt, logistiikkaratkaisut, it-teknologia 	Syntypaikkalajittelun kehittäminen tavoitteissa	Osana useita hankkeita, mm. standardikehitystä.
Kiinteiden kierrätyspoltoaineiden valmistusteknologia ja muu lajittelutekniikka <ul style="list-style-type: none"> paalaimet, murskaimet, tunnistimet, analysaattorit, it-teknologia, ohjausjärjestelmät, ongelmajätteiden käsittelytekniologia 	Kierrätyspoltoaineiden valmistus vahva tavoite	Vahva asema, useissa hankkeissa, mm. standardikehitys-, työsuojelu- ja polttotekniikan hankkeissa
Integroidut ratkaisut	Järjestelmäkehitys oli vahva tavoite	Muutama erittäin hyvin onnistunut projekti

... Taulukko 4. jatkuu

Keino	Ohjelman tavoite	Ohjelman toteutuma
Poltonesteiden valmistus <ul style="list-style-type: none"> jäteperäisten pyrolyysiöljyjen ja kemikaalien valmistusteknologia 	Kierrätyspolttoaineiden valmistus vahva tavoite	Esitutkimusta
Kaasutusteknologia (Kaasujen valmistus) <ul style="list-style-type: none"> mm. leijukaasutusteknologia, kaasunpuhdistusteknologia syöttö-, poltto-, suodatusteknologia materiaalitekhnologia 	Kierrätyspolttoaineiden valmistus vahva tavoite, polttotekniikan kehittäminen vahva tavoite.	Vahva asema, useita onnistuneita projekteja (materiaalitekhnologia ei vahva)
Rinnakkaispoltto (ml. lämmön ja sähkön yhteistuotanto), erityisesti leijukerrostekniikka <ul style="list-style-type: none"> syöttö-, poltto-, suodatus-tekhnologia materiaalitekhnologia 	Polttotekniikan kehittäminen vahva tavoite	Vahva asema, useita onnistuneita projekteja (materiaalitekhnologia ei vahva) (lämmön ja sähkön yhteistuotanto: muutama projekti)
Korroosion ja likaantumisen hallinta	Polttotekniikan kehittäminen vahva tavoite	Muutamassa projektissa, ei suuria edistysaskeleita
Päästöjen muodostumisen hallinta	Polttotekniikan kehittäminen vahva tavoite	Monissa projekteissa osana, ei suuria edistysaskeleita
Materiaalien talteenotto	Materiaalikierrätyksen kehittämisen tavoitteena	Muutama erittäin hyvin onnistunut projekti
Arinapoltto	Polttotekniikan kehittäminen vahva tavoite	Muutamassa projektissa, ei suuria edistysaskeleita
Tuhkan loppusijoitus	Painopistealueissa mukana	Muutamassa projektissa, ei suuria edistysaskeleita
Työhygienian ja -suojelu	Väliarvioinnin tavoitetäsmennyksissä	Ongelma-alueen merkitys korostui ohjelman aikana, erillisiä tutkimusprojekteja sekä osana muita projekteja
Mittaaminen ja analysointi	Ei erillistavoite	Monessa projektissa osana
Savukaasujen puhdistus	Ei erillistavoite	Monessa projektissa osana, muutama onnistunut projekti
Maankäyttö, laitossuunnittelu, ml. ilmanvaihto	Ei erillistavoite	Muutamassa hankkeessa, ei suuria läpimurtoja
Biologisen ja mekaanis-biologisen käsittelyn tekhnologia <ul style="list-style-type: none"> mädätystekhnologia, kompostointi, kaasujen talteenotto 	Ei tavoitteena	Ei mukana
Ilmansuojelu- ja mittauslaitteiden standardiratkaisut	Ei tavoitteena	Ei mukana
Laitteiden tuotantomenetelmät	Ei tavoitteena	Ei mukana
It-tekhnologia	Ei tavoitteena	Ei mukana
Suljetut ja jäädytetyt kuljetusratkaisut	Ei tavoitteena	Ei mukana

Yleishavaintona voidaan todeta, että ohjelma on onnistunut pääosin hyvin – osin erittäin hyvin – luomaan ratkaisuja niihin ongelmiin, jotka tiedostettiin ohjelman lähtökohdissa ja jotka huomioitiin ohjelman tavoiteasetannassa. Toisaalta laajemmin koko jätteiden energiakäyttöalan kehitystä ja tarpeita ajatellen ohjelmassa on ollut tiettyjä aukkoja, jotka ainakin osin selittyvät tehdyillä tietoisilla strategisilla valinnoilla ohjelmaa suunniteltaessa ja toimeenpantaessa.

5.3.2 Liiketoiminnallinen näkökulma

Jäte-ohjelman välilliset liiketoiminnalliset vaikutukset ovat olleet merkittäviä. Isot yritykset ovat heränneet ohjelman aikana katsomaan asioita eri kannalta ja nähneet, että alalla on mahdollisuuksia kannattavaan liiketoimintaan. Tietoisuuden lisääntyminen jätteiden energiakäyttöä koskevasta sääntelystä sekä osaamisen lisääntyminen ovat olleet erittäin tärkeitä lähes kaikille mukana olleille yrityksille. Ohjelman ansioksi voidaan lukea myös energia- ja jätehuoltosektorin yhteisten rajapintojen synty sekä tätä kautta potentiaali uudentyypisiin innovaatioihin.

Ohjelman välittömät liiketaloudelliset vaikutukset ovat toistaiseksi olleet yleisesti vaatimattomia. Uusia kasvuyrityksiä ei ohjelmassa ole juuri kyetty synnyttämään. Pk-yritysten projektien kaupallistamisen vaikeudet johtuvat osaltaan siitä, että jätteiden energiakäytön kehitysjänne on pitkä ja pienillä yrityksillä ei juuri ole resursseja ja mahdollisuuksia riittävän pitkäjänteiseen kehitystyöhön. Osaltaan tähän ovat vaikuttaneet myös vaikeudet kansainvälisen EU-tason sääntelyn ennakoinnissa. Ohjelmassa on ehkä luotettu liiaksikin rinnakkaispolton malliin eli siihen, että rinnakkaispoltoa ei rinnastettaisi jätteiden polttoon EU:n sääntelyssä. Kun tähän kuitenkin päädyttiin, putosi osalta kehitettäviä teknologioita taloudellinen pohja.

Suurten yritysten kohdalla ohjelmassa on syntynyt vientikelpoisia tuote-/palveluaihioita, joita osin on

jo pilotoitu ja joiden potentiaali on kansainvälises-tikin huomattava. Moni yritys pyrkii tuotteistamaan projektien tulokset vuoden 2003 aikana. Tulevaisuudessa alan investointien voidaan melko varmasti ennakoida käynnistyvän kansainvälisten ilmastopöytäkirjojen takia ja useiden ohjelmaan osallistuneiden yritysten hyötyvän tästä, jopa erittäin merkittävästikin.

Leijupoltteknologia on jo nykyisin suomalaisille toimijoille merkittävä uuden jätteenpolttodirektiivin vaatimukset täyttävä vientituote jätteiden energiakäytössä. Jäte-ohjelmassa kehitetyistä uusista ratkaisuista kaupallisen potentiaalın teknologioina voidaan pitää mm. kaasutusteknologiaa sekä materiaalien talteenottoa poltossa. Foster Wheeler Energian kaasutuslaitoksille voidaan ennakoida merkittäväkin kysyntää EU:ssa hiilivoimalaitosten päästöjen vähentämisessä²⁴. Yhtiö on jo pilotoinut tätä teknologiaa sekä saanut tätä koskevia tarjouspyyntöjä. Liiketaloudellisten tulosten osalta siis näkymät ovat erittäin lupaavat, mutta lopullinen menestyminen on nähtävissä vasta muutamaa vuoden kuluttua. Jo toteutettujen ratkaisujen osalta on syytä ottaa esiin Corenso Oy:n esimerkki:

Corenso Oy rakensi kierrätyslaitoksen Varkauden vuoden 1995 lopulla. Laitos on erikoistunut käyttämään raaka-aineena kierrätettyjä nestekartonkipakkauksia. Nämä pakkaukset sisältävät kuitua 70 prosenttia sekä muovi- ja alumiinikalvoja 30 prosenttia. Varkaudessa kuitu on käytetty hylsykartongin valmistukseen ja muovi/alumiini on poltettu höyrykattilassa. Poltto oli kuitenkin lopetettava, koska alumiini tukki kattilan. Seurauksena oli jäteongelma, joka oli ratkaistava ekologisesti ja taloudellisesti edullisella tavalla. Kehitystyön aluksi Corensossa kartoitettiin erilaiset menetelmät alumiiniongelman ratkaisemiseksi. Kaasutus osoittautui helpoimmin toteutettavaksi menetelmäksi. Perustutkimukset tehtiin VTT Energian ja Foster Wheeler Energia Oy:n yhteistyönä. Myös tehdasmitan koelaitos (10 MW) rakennettiin. Osoittautui, että alumiini voidaan erottaa

24 Tämänkin teknologian osalta on kuitenkin olemassa merkittävä tulevaan direktiivikehitykseen liittyvä riski: jos jätteistä valmistettu tuotekaasu katsotaan tulevissa EU-linjauksissa jätteenpolttodirektiivin alaiseksi jätteeksi, sen polttaminen hiilivoimalaitoksissa edellyttäisi jätteenpolttodirektiivin mukaisten päästö- ja mittaussäännösten noudattamista.

*muovista kaasutusprosessilla. Kaasun laatu on myös hyvä, kaasun lämpöarvo on korkea ja se palaa puhtaasti. Näiden rohkaisevien tulosten perusteella Corensossa tehtiin päätös rakentaa uusi kaasutuslaitos Varkauteen. Sen teho on 40 MW ja se käynnistyi syksyllä 2000. Sen jälkeen käytetyt nestekartongit käytetään täysin: kuitu menee hylsykartongin valmistukseen, muovin lämpöarvo otetaan talteen sähkön- ja lämmön- tuotannossa, minkä seurauksena kartongin- tuotanto on enemmänkin kuin omavarainen energian suhteen. Talteen otettu alumiini korvaa primaarialumiinia ja myös metalliset epäpuhtaudet erotetaan kierrätettäviksi.*²⁵

Metson osalta taas on syytä nostaa esiin Urban Mill -projekti. Hankkeen myötä ympäristöteknologian strateginen merkitys on tunnistettu Metso-konsernissa ja hankkeella on vaikutuksia yhtiön liiketoimintastrategioihin.

Koko ohjelman puitteissa – mutta erityisesti pk-yritysten liiketoiminnallisten hyötyjen näkökulmasta arvioiden – on ehkä kotimaan markkinoiden ja kansainvälisten markkinoiden yhteensovittaminen tehty puutteellisesti. Vientimarkkinoiden toimintaympäristöä olisi pitänyt kartoittaa tarkemmin sekä tehdä siitä liiketoimintaa ja kehitettävää teknologiaa koskevia johtopäätöksiä. Ohjelmassa ei ole otettu riittävästi huomioon sitä, että tarpeet ja mahdollisuudet jätteiden energiakäytölle poikkeavat oleellisesti Suomessa ja esim. Keski-Euroopassa. Tämä ongelma on korostunut erityisesti pk-yrityksissä, jotka suuria yrityksiä kapeamman tulkin- tapohjan takia ovat jääneet odottamaan EU-direktiivejä tai tehneet toteutuneen direktiivin kannalta epätarkoituksenmukaisia teknologiavalintoja.

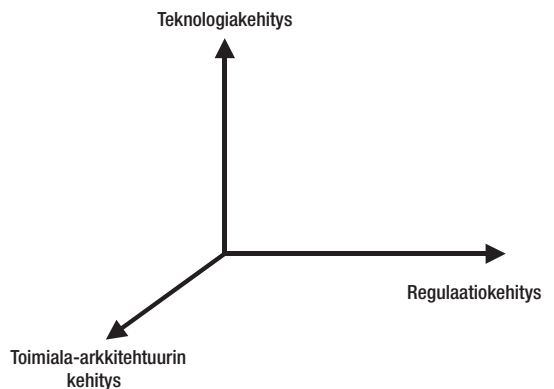
5.3.3 Ohjelmakonsepti ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Jäte-energian yhteiskunnallista merkitystä ja kaupallista kysyntää lisäävät tulevaisuudessa EU:n ympäristö- ja energiapolitiikan painotukset. Jäteohjelman keskeisenä lähtökohtana on ollut kehitykseen lainsäädäntöön vastaaminen. Tässä suh-

teessa ohjelma on ollut yhteiskunnallisesti osuva ja ajallisesti oikein ajoitettu. Ohjelmalla onnistuttiin mm. kutomaan epäyhtenäistä alaa eri toimijoiden kokonaisuudeksi ja tältä osin selkeyttämään kenttää. Vaikka suuria teknologisia läpimurtoja ei saavutettu tai suoraan kaupallisia keihäänkärkiä tai konsepteja maailmalle luotu laajassa mittakaavassa, ohjelman vaikutuksena yhteiskunnallinen keskustelu eri osapuolten kesken on lisääntynyt ja säädöksiä valmistelevat viranomaistahot, teknologian käyttäjät ja kehittäjät on saatettu aiempaa paremmin yhteen. Voidaankin toivoa, että aiemmin yleinen kuurupiilo ja salailu tekniikan kehittämisessä ympäristöteknologian yritysten ja lainsäätäjän välillä olisi vähentynyt ja yhteisymmärrys tältä osin lisääntynyt.

Ympäristöongelmien tiedostamisen ja laajojen kansainvälisten sitoumusten myötä uusiutuviin energialähteisiin perustuvalla energiateknologialle on avautumassa lähivuosina uusia markkinoita. Kehityksen moottorina on pitkälti sääntely (regulaatio), joka luo osaltaan paineita, mutta myös mahdollisuuksia mm. jätteiden energiakäytölle. Regulaation lisäksi kehitys on ollut ja tulee jatkosakin olemaan sidoksissa myös teknologiaan ja toimiala-arkkitehtuuriin.

Ohjelman suunnitteluvaiheessa on jo ollut selvää, että mm. jätehuolto-, kierrätys- ja ilmasto-ongelmien vuoksi on pakko kehittää kansainvälisistä sääntelyä. Kansainvälisessä sääntelyssä puoles-



Kuva 14. Regulaation suunnitteluavaruus.

25 Case-kuvaus Lauri Mäkipaja Corenso http://www.vtt.fi/virtual/waste/tiiv_y1uusi.htm

taan lähdetään liikkeelle hyvin harvoin, jos koskaan, pienten maiden intresseistä. Pienten maiden intressit voivat toteutua vain siinä tapauksessa, että ne ovat yhteneviä suurten maiden intressien kanssa. Strategiavalintojen kokonaisvaikuttavuutta ajatellen ohjelmaa käynnistäessä olisi pitänyt paremmin huomioida Suomen ja muiden maiden jätehuollon infrastruktuurissa vallitsevat erot sekä erojen jätteiden energiakäytön sääntelyä ohjaava vaikutus.

Jäte-ohjelman suunnitteluvaiheelle olisi ollut kohtuutonta asettaa vaatimuksia tulevan kehityksen tarkasta ennakoinnista siksi, että useat tulevan kehityksen kannalta olennaiset seikat ovat olleet ohjelmaa käynnistettäessä varsin jäsentymättömiä. Olisi silti ollut hyödyllistä muodostaa vaihtoehtoisia skenaarioita em. ulottuvuuksien osalta. Skenaarioiden laadinnan etuna olisi vaihtoehtoisten kehityspolkujen tunnistaminen ja varautuminen niihin tulevaisuuden liiketoiminnan kannalta. *Tällaisella valmistelutyöllä olisi voitu parhaassa tapauksessa myös nykyistä tehokkaammin vaikuttaa sääntelyyn sekä myös toimiala-arkkitehtuuriin.*

Toimiala-arkkitehtuurin osalta jätteiden energiakäyttöala on monelta osin edelleen hahmottomaton ja voidaan jopa kyseenalaistaa se, onko mitään toimialaa vielä edes jäsennettävissä. Alalta tuntuu edelleen puuttuvan yhteinen visio ja sitä kautta yhteinen toimintaa ohjaava missio.²⁶ Alan arvoketjun tai arvoverkon näkökulmasta ongelmallista ohjelman kannalta on ollut se, että tiettyjä vaiheita arvoverkossa toteuttavat harvat yritykset eikä ole täysin selvinnyt, kenen liiketoimintaa jätteiden energiakäyttö on tulevaisuudessa.

Markkinoiden ja ainakin kotimaan markkinoiden osalta huomionarvoista on se, että jätehuolto on pitkälti kunnallisten organisaatioiden vastuulla ja näitä organisaatioita ohjaavat muutkin kuin liiketaloudelliset periaatteet. Oleellista tulevaisuuden kannalta on sekin, että useiden kuntien talous on heikossa tilassa ja ne todennäköisesti siirtävät direktiivien edellyttämiä investointeja viime hetkeen.

Jäte-ohjelmassa ei vaihtoehtoisia kehitysskenaarioita riittävän laajasti tehty. Ehkä vielä suurempi ongelma oli se, että eri toimijat (esim. kunnalliset ja yksityiset) näkivät kehityksen omista lähtökohdistaan perin erilaisina tulevaisuuksina. Näin ei ollut pohjaa riittävään joustavuuteen tavoitteiden suuntaamisessa, panostusten kohdentamisessa ja ajoituksessa. Tämän seurauksena luotettiin mm. liikaa suomalaisittain suotuisan sääntelyn toteutumiseen eikä otettu riittävän vakavasti huomioon vaihtoehtoisia kehityspolkuja (esim. rinnakkaispolton tulkinta EU:n direktiiveissä). Siltä osin kuin direktiivi on tullut yrityksille yllätyksenä, kehityspanokset ovat osittain menneet hukkaan. Jos direktiivikehitys olisi pystytty ennakoimaan ja tehokkaammin viestittämään, ohjelman panostukset olisi voitu käyttää yritysten liiketoiminnan ja yhteiskunnallisten vaikutusten kannalta tarkoituksenmukaisemmin. Lisäksi toimiala-arkkitehtuurin kehittymättömyys mm. muotoutumattoman arvoverkon muodossa on johtanut siihen, että ohjelman tulokset painottuvat yleisen tietämyksen ja osamistason kohoamiseen ja selkeästi huonompiin tuloksiin on päästy yksilöitävien liiketoimintojen suhteen.

5.4 Ohjelmien ja teknologia-ympäristön merkitys kansainvälisessä liiketoiminnassa

Tämän arvioinnin puitteissa ei ole mahdollista saada tyhjentäviä vastauksia teknologiaohjelmien ja laajemmin suomalaisen teknologiaympäristön merkitykseen kansainvälisessä liiketoiminnassa. Tiettyjä yleisiä periaatteita ja näihin liittyviä havaintoja sen sijaan on mahdollista analysoida.

Liiketoiminnan kansainvälistyminen ei ole ensinnäkään poistanut kansallisvaltioiden merkitystä yritysten kilpailuedun lähteenä. Kansallisen taloudellisen rakenteen, arvojen, kulttuurin, instituutioiden ja historian merkitys on edelleen oleellinen yritysten menestymiselle. Pysyvämmän menestymisen aikaansaaminen edellyttää myös mo-

²⁶ Jätteiden energia- ja muuta hyötykäyttöä tulisi paremmin kutoa toisaalta jätehuoltosektoriin – toisaalta maamme vahvaan bioenergiaklusteriin. Jäte-ohjelmassa tämä työ saatiin vasta alkuun.

nipuolista kykyä ymmärtää ja ennakoida asiakastarpeita kansainvälisesti sekä kykyä organisoida yhteistyötä jakelukanavien ja muiden kumppanien kanssa erilaisissa liiketoimintakulttuureissa.

Yritykset saattavat saada kilpailuedun alhaisen kustannustason tai huippulaatuisten resurssien avulla. Alhainen kustannustaso ei kuitenkaan tarjoa pysyvää kilpailuetua, koska on aina maita, jotka tarjoavat jatkossa vieläkin alhaisemman kustannustason kilpailuille investoinneille. Lisäksi tällainen kilpailuetu ja siihen pohjaava strategia on helppo kopioida. Korkeaan laatuun ja osaamiseen pohjaavat tuotannontekijät ovat merkittävämpiä ja ne tarjoavat pysyvämmän kilpailuedun. Tämä tulkinta tulee lähivuosina korostumaan entisestään Suomessa uusien huomattavan alhaisen kustannustason maiden liittyessä Euroopan Unioniin.

Viime vuosina toteutunut omistajalähtöisen ajattelun ja yrityksen ohjauksen (shareholder value) läpimurto on Suomessa peruuttamaton muutos viime aikojen väärinkäytöksistä huolimatta (Enron yms.). Finanssimarkkinat toimivat globaalisti ja ovat erittäin likvidit. Yrityksiä arvioidaan sijoituskohteina tänä päivänä puhtaasti taloudellisilla kriteereillä. Omistajavetoisen pääoman tuottoa korostavan ajattelun ja globalisoitumisen yhteisvaikutuksen voidaan katsoa entisestään voimistavan kansainvälistä osaamiskilpailua. Yritysten toimiessa entistä fokusoidummin entistä laajemmalla maantieteellisellä alueella niiden on entistä helpompi arvioida jatkuvasti eri alueiden suotuisuutta esim. tuotekehityksen ja tuotannon sekä pääkonttoritoimintojen sijoituspaikkana. Paineen ja pakon tähän arviointiin luovat puolestaan omistajat, so. kansainväliset sijoittajat.

ABB, Foster Wheeler ja Kvaerner Pulping ovat kaikki kansainvälisten yritysten tytäryhtiöitä ja Nokiaakin on valtaosin kansainvälisessä omistuksessa. Ulkomaisen omistuksen myötä Suomen asema alan teknologiaosaajana on näissä yrityksissä ehkä entisestään vahvistunut. Suomen kehitysryhmittäjä on ulkomaisen omistuksen myötä entisestään vahvistettu ja ne ovat saaneet entistäkin vastuullisemman aseman konsernien strategioissa. Samalla haasteet kehitykselle ovat kasvaneet. Globaalin yrityksen kriteerit menestystuotteille ovat paljon tiukemmat kuin pk-yritykselle, joka

voi tyytyä tuotekehityksen tulokseen, jolla on kaupallisesti vaatimattomampi potentiaali.

Haastateltujen yritysten käsitykset suomalaisesta innovaatio- ja teknologiaympäristöstä vaihtelivat neutraalista erittäin myönteiseen. Hyvinä asioina mainitaan avoin ilmapiiri, jossa tietoa ja osaamista ei piilotella ja jossa kilpailijatkin osaavat tehdä yhteistyötä. Erilaiset yhteistyöfoorumit kuten mm. teknologiaohjelmat ovat merkittävä tekijä avoimen ilmapiirin luomisessa.

Osaamisen suhteen Suomi koetaan monen mielestä vahvana erityisesti teknologisen osaamisen suhteen. Suomella on tiettyjä vahvuusalueita, hyvät koulutustaso ja huippuosaajia. Samalla kuitenkin kannetaan huolta siitä, pysyykö koulutustaso jatkossakin korkealla tasolla. Moni kyseenalaisti myös Suomen erinomaisuuden tyyliin ”*Suomalaiset kokevat olevansa hyvin koulutettuja ja soveltavansa verkostoituneita toimintatapoja – oltava varovainen, muualtakin löytyy lahjakkaita ihmisiä ja verkostoitumista.*” Yleisesti ottaen teknologiaohjelmien katsottiin osaltaan kehittäneen suomalaisia osaamista erityisesti teknisten ratkaisujen osalta. Myös verkostoitumisessa esim. yritysten ja viranomaisten osalta päästiin ainakin alkuun.

Tekesin roolia pidetään yleisesti joko merkittävänä tai erittäin merkittävänä. Erityisesti pienten yritysten kohdalla Tekesin tuotekehitysrahoitus ja ohjelmat ovat usein keskeisiä. Suurten yritysten kohdalla merkitys on eittämättä marginaalisempi, mutta se saattaa silti olla ratkaiseva. Yritysten jokapäiväisen liiketoiminnan pyörittämisessä tulee usein rajanvetokeskustelua siitä, kuinka paljon voidaan panna panoksia hankkeisiin, jotka eivät välittömästi tuo tuloksia. Kehittämisen ja siihen panostamisen kynnyks alenee, kun siihen saa esim. Tekesin taholta vetoapua.

Eräs mahdollisesti merkittäväkin kehityspiirre on se, että useissa suurissakin yrityksissä kehitystoimintaa ulkoistetaan entistä enemmän. Tällainen kehitys korostaa entisestään toisaalta teknologia-politiikan ja toisaalta pysyvien osaamiskeskittymien merkitystä. Jotkut yritykset katsovat, että tarpeiden jatkuvasti muuttuessa ei ole mielekäästä hankkia osaamista, jos se sitten nopeasti vanhenee. Tällöin osaamisenkin kannalta on hyvä olla pysy-

vämpiä VTT:n kaltaisia keskittyviä jolloin osaaminen on useampien yritysten käytettävissä ja yritykset pystyvät paremmin verkostoitumaan.

Suomea innovaatioympäristönä tarkasteltaessa on syytä myös pohtia Suomen kotimarkkinoiden merkitystä kilpailuedun lähteenä. Kotimarkkinoiden kysyntä luo yritysten innovoinnille puitteet. Oleellista on kysynnän laatu, kotimarkkinoiden koko ja kasvu sekä mekanismit, joilla kotimarkkinoiden kysynnän preferenssit ovat siirrettävissä vientimarkkinoille. Kotimarkkinoiden kysynnän laatu on keskeisempää kuin niiden koko. Suomen markkina on tunnetusti pieni mutta oleellisempaa onkin se, missä määrin täällä kehitetyt ideat on mahdollista siirtää muille markkinoille. Tässä suhteessa kummassakin ohjelmassa mutta erityisesti Jäteohjelmassa olisi ollut parantamisen varaa. Ohjelma oli hyvin kotimainen asiakassovellusten osalta. Kuten aiemmin on jo todettu, Suomen markkinoilla on omat ominaispiirteensä, jotka rajoittavat teknologian kaupallistamista useilla muilla markkinoilla.

Useat yritykset korostivat myös Suomen mainetta vahvuustekijänä kansainvälisessä liiketoiminnassa erityisesti Pohjoismaissa ja Keski-Euroopassa. Suomella katsotaan olevan hyvä maine esim. tietotekniikassa ja energiakysymyksissä. Suomen korkean teknologian maine tietotekniikassa on syntynyt pitkälti Nokian ansiosta. Energiasektorilla puolestaan oma merkitys on ollut myös Suomen ja laajemminkin Pohjoismaiden edelläkävijyydellä markkinoiden liberalisoinnissa.

Vaikka yleiskuva Tekesin teknologiaohjelmista ja suomalaisesta teknologiaympäristöstä on melko myönteinen juuri tällä hetkellä, on vakavasti pyrittävä löytämään kansalliseen innovaatiojärjestelmään entistäkin tehokkaampia toimintamalleja. Kansallisiin innovaatiojärjestelmiin pätee pitkälti samat lainalaisuudet kuin yritysinkin. Olosuhteet ja toimivat tuote-/palveluratkaisut muuttuvat jatkuvasti.

Suomalaisen innovaatiopolitiikan eräänä haasteena on tulevaisuudessa innovaatiopolitiikan kytkeminen entistäkin kiinteämmin vientiin ja kansainväliseen liiketoimintaan. Maamme rajallisten panostusmahdollisuuksien takia panostusten kohdistamiseen ja ajoitukseen tulisi kiinnittää jatkossa entistäkin enemmän huomiota. Edellä käsiteltiin jo toimialafoorumia, joiden tehtävänä olisi ennakoita tulevaa kehitystä teknologian lisäksi myös toimiala-arkkitehtuurin ja esim. lainsäädännön osalta. Toimialafoorumien laatimien kehityspolkujen ja skenaarioiden avulla voitaisiin teknologiapanostusten kohdistumista, tarkkuutta ja ajoitusta parantaa.

Tekesin, koulutusjärjestelmän ja yliopistojen sekä tutkimuslaitosten resursointia tulisi säännöllisesti uudelleenarvioida osana innovaatiojärjestelmää. Mm. edellisistä toimijoista koostuvan innovaatiojärjestelmän merkityksen aliarvioiminen voi olla monin tavoin kohtalokasta. Mikäli kansainväliset yritykset kerran siirtävät tuotekehitystoimintojaan tai niiden painotuksia pois Suomesta, niiden takaisinsaaminen voi olla huomattavan haasteellista.

6 Kehitystarpeet ja suositukset

6.1 Kehitystarpeet

Tesla- ja Jäte-ohjelmia yhdistävänä lähtökohtana on ollut yhteiskunnalle elintärkeiden infrastruktuuripalvelujen sääntelyn ja kysynnän muutosten kautta syntynyt tarve uusille teknologioille ja palveluille. Tällainen yhteiskunnalliseen sääntelyyn kytkeytyvä teknologiaohjelmakonsepti on kohtuullisen uusi. Erityisesti Jäte-ohjelmasta voidaan todeta, että ohjelma on joutunut toimimaan välittäjänä ristiriitaisissa tavoitteenasetteluissa. Tämä piirre voidaan nähdä yleisemmin osoituksena siitä, että innovaatiopolitiikka on muodostunut entistä keskeisemmäksi osaksi yleistä talous- ja yhteiskuntapolitiikkaa. Voi olettaa, että tämä kehitys edelleen voimistuu tulevaisuudessa niillä alueilla, joilla teknologian kehityksellä on oleellisia yhteiskunnallisia vaikutuksia – tällaisia ovat esim. energia-, ympäristö- ja bioteknologia. Tekesille tämä tuo uusia haasteita teknologiaohjelmakonseptin kehittämiseen, ohjelmien suunnitteluun ja toteutukseen: Ketkä ovat tulevaisuudessa keskeiset innovaatiojärjestelmän osapuolet ja mikä on näiden rooli innovaatioympäristön kehittämisessä? Millä tavoin kehitystä tulisi ennakoida ja miten suhtaudutaan mahdollisiin arvo- ja tavoiteristiriitoihin?

Jäte- ja Tesla-ohjelmien tarkastelu tukee ajatusta siitä, että merkittävien yhteiskunnallisten lainsäädäntöhankkeiden yhteydessä tulisi suorittaa suunnitteluvaiheessa asiaan liittyvä teknologian ennakointi sekä teknologiavaikutusten arviointi. Kyseisessä valmistelutyössä tulisi aiottu regulaatio/deregulaatioprosessi hahmottaa ja suunnitella olennaisten dimensioiden (teknologia, toimiala-arkkitehtuuri) muodostamassa avaruudessa etenevänä kehityspoluna, jotta kompleksinen kokonaisuus hahmotettaisiin oikein. Näitä kehitysskenaarioita tulisi riittävän usein myös ajantasaistaa ja erityisesti kehityksen epävarmuustekijät ja epäjatkuvuudet pitäisi pyrkiä tunnistamaan.

Perustellusti voidaan kysyä, kuuluisiko näiden kehitysskenaarioiden tekeminen luontevasti teknolo-

giaohjelman vastuulle. Tesla- ja Jäte-ohjelman kokemusten mukaan todennäköisesti ei. Ohjelma-konseptin avulla ei kyetty mobilisoimaan riittävän laaja-alaista joukkoa toimialalta, jotta po. skenaarioiden ja kehitysoletusten tekemiselle olisi tullut riittävän tukeva pohja. Lisäksi olisi mukaan vielä tarvittu liiketalouden ja ehkä makrotaloudenkin asiantuntijoita. Teknologiaohjelman vastuulliset toimijat tai sen suunnittelijat voisivat kuitenkin toimia vähintään virikkeenantajina selvitysten tekemiselle vaihtoehtoisista kehityspoluista.

6.2 Suositukset

Yhteiset suositukset

1. Silloin kun teknologian kehittämisen olennaisena motiivina on regulaatio/deregulaatio, tulisi kehityspanosten kohdentamisen ja ajoittamisen perustaksi tehdä vähintäänkin vaihtoehtoisia skenaarioita sekä niihin liittyviä strategioita koskien teknologiaa, regulaatiota ja toimiala-arkkitehtuuria sekä näiden vaikutuksia liiketoimintaan. Skenaarioiden laatimiseksi tulisi muodostaa *laaja-alaisia kansainvälisiä toimialafoorumia*, joiden työhön tulisi kutsua mukaan paitsi tutkimustahon asiantuntijat myös mm. soveltavien yritysten asiantuntijat sekä liiketoimintapäätöksiä tekevät vastuuhenkilöt, sijoittajat, talouden asiantuntijat sekä alan säännöstöä valmistelevat virkamiehet. KTM:n ja Tekesin tulisi suunnitella em. foorumin toiminnan muodot sekä harkita sen sijoittuminen valtionhallinnon organisaatioon.

Sääntelyyn kytkeytyvien ohjelmien toteutuksen haasteet liittyvät *koordinaatioon*, jonka on oltava kevyt ja riittävän joustava sekä ”poliittisesti” neutraali. Ohjelman *tavoitteiden* pitäisi olla riittävän laajat, jotta vaihtoehtoiset kehityspolut ja epävarmuustekijät voidaan ottaa toteutuksessa huomioon. Koska tällaisen ohjelman toimintaympäristö tyypillisesti on erit-

täin turbulenti, huolellisesta suunnittelusta ja joustavasta toteutuksesta huolimatta ohjelman päättyessä voi tilanne olla sellainen, että avoimia kysymyksiä on enemmän kuin ohjelmaa käynnistettäessä. Tästä huolimatta vaihtoehtoisten kehityspolkujen hahmottaminen on tärkeää.

2. Laaja-alaisten toimialafoorumien lisäksi tarvitaan myös *viranomaisten sekä tutkijoiden ja teknologia-asiantuntijoiden systemaattisia yhteisiä keskusteluja*, joihin yritykset eivät osallistu. Näissä keskusteluissa viranomaiset saavat objektiivista tietoa siitä, minkälaiset teknologiaratkaisut ovat mahdollisia toteuttaa ja kuinka kauan jonkun ratkaisun toteuttamiseen kuluu aikaa.
3. Tutkimuslaitosten ja yritysten sujuvan yhteistyön tueksi Tekesin tulisi laatia *IPR-pelisiä* eli riittävän laaja ohjeistus sekä malleja teollisoikeuksista sopimiselle. Näiden pelisääntöjen pitäisi olla yhteiset ja yleisesti käytössä koko teknologiaohjelmatoiminnassa. Kun teknologiaohjelmalla pyritään etsimään ratkaisuja yhteiskunnallisiin tarpeisiin, on tarpeen myös *selkeyttää kunnallisten toimijoiden roolia* suhteessa Tekesiin.
4. Hankevalinta ja siihen liittyvät kriteerit ovat keskeisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat yhtäläillä ohjelmakohtaisten painopisteiden toteutumiseen että saavutettaviin tuloksiin ja vaikutuksiin. Jotta johtoryhmä voisi tältä osin strategisesti ohjata ohjelman toteutumisesta, *tulisi johtoryhmän roolia hankevalinnoissa selkeyttää* ja taata sille riittävä tiedonsaanti käynnistymässä olevista hankkeista.

Tesla-ohjelmaa koskevat suositukset

5. Jotta Teslan puitteissa syntynyt osaaminen tulisi omaksutuksi pääosassa maan sähköyhtiöitä, tarvitaan erityinen *yritys- tai yritysryhmäkohtainen koulutusprosessi*. Sähköyhtiöiden herääminen vahvistaisi jossain määrin ko. markkinaa, jolloin myös mahdollisille kasvuyrityksille olisi kotimaista ponnistus pohjaa.
6. Sähköalalle/energia-alalle tulisi muodostaa edellä kuvatun kaltainen kansainvälinen foo-

rumi. Vasta sen laatimien skenaarioiden pohjalta tulee jatkossa arvioida panostustarve Edison/Teslan aihepiiriin. Sitä ennen on syytä panostaa vain ko. aihealueen yrityshankkeisiin, sekä pistemäisesti sellaisiin hankkeisiin, joissa energia-ala ja ICT-ala todella tekevät intensiivistä kehitysyhteistyötä. Pitkäjänteistä ja merkittävää kansallista kehitystyötä tehnyt *Edison/Tesla -ohjelmaketju ei ole syytä tässä sähkömarkkinoiden kehitysvaiheessa jatkaa uudella teknologiaohjelmalla*.

Jäte-ohjelmaa koskevat suositukset

7. Ohjelmassa on kehitetty hyviä ratkaisuja yksittäisissä ja paikallisissa ongelmissa. Ratkaisujen soveltamiseksi laajemmin paikallisella tasolla tarvitaan ohjelman tulosten *jalkauttamistyötä*, jonka toteuttamisessa voisivat olla osallisina mm. paikalliset viranomaiset, alan järjestöt ja tutkimuslaitokset. Lähivuosien haaste on myös jätteiden energiakäytön ja jätehuoltoalan toimiala-arkkitehtuurin kehittäminen sellaiseksi, että alan investoinnit lähtisivät laajasti liikkeelle.
8. Jäte-ohjelmassa aloitetun kehityksen vahvistamista varten tulisi muodostaa laaja-alainen jätteiden hyötykäyttöä ja energia-alan kehitystarkastelua tekevä elin ja/tai hanke. Tämän forumin yhtenä perustana voisivat olla Jäte ja Streams -ohjelmissa mukana olevat tahot. Forumiin laatimien skenaarioiden ja markkina-analyysien pohjalta tulee arvioida panostustarve jätteiden energiakäytön aihepiiriin jätehuollon näkökulmat huomioiden sekä jätteiden energiakäytön integroimiseksi muuhun jätehuoltoon. Jätteiden energiakäytön teknologiaohjelmatoimintaa on ympäristöongelmien sekä regulaatioympäristön, teknologian ja toimiala-arkkitehtuurin haasteellisuuden ja markkinoiden ilmeisen tulevan kasvun takia *todennäköisesti tarpeellista jatkaa uudella teknologiaohjelmalla*.

Liite 1

Jätteiden energiakäyttöalan visio 2010²⁷

Ulkoisen toimintaympäristö

Jätteiden käsittely

Jätteiden toimittaminen kaatopaikoille vähenee hiukan lyhyellä aikavälillä (alle 5 vuotta) ja paljon pitkällä aikavälillä (vuoteen 2020 mennessä). EU:n jätestrategiaan ja muihin säännöksiin pohjautuvat taloudelliset ohjauskeinot, joista merkittävin on jätevero, ohjaavat toimintaa eniten. Myös kotitalousjätteiden vieminen kaatopaikoille vähenee. Yhä useammassa maassa tulee palavien ja biologisesti hajoavien jätteiden kaatopaikkakielto voimaan.

Jätteiden materiaalihyödyntäminen kehittyy. Materiaalihyödyntämistä kohtaan tunnetaan poliittista ja markkinoinnillista kiinnostusta ja sen tutkimuksiin panostetaan, mutta kaupallisesti kannattavia materiaalien hyödyntämistapoja ja prosesseja on hankala löytää. Markkinat ovat varovaisia ottamaan vastaan jätteistä valmistettuja tuotteita (poikkeuksena energia, metallit ja puhdas kierrätyskuitu). Integraatio lisääntyy jätteenpolton tai kaasutuksen ja materiaalien hyötykäytön välillä. Esimerkiksi lisääntyy metallien talteen ottaminen elektroniikkaromusta ja alumiinin talteen ottaminen nestepakkauksista. Tiukat päästöraajat vaikuttavat myös, että muodostuneen jätteen laatuun tullaan kiinnittämään huomiota siten, että pyritään poistamaan tiettyjä materiaaleja pakkausmateriaaleista. Näin voidaan ehkäistä esim. dioksiini- ja raskasmetallipäästöjen muodostumista. Sen sijaan tuotteissa ei merkittävästi rajoiteta ympäristölle haitallisia aineita.

Syntypaikkalajittelun merkitys kasvaa, koska se on edullisin tapa lajitella jäte. Ihmisten ja erityises-

ti yritysten ympäristötietoisuus kasvaa ja sen seurauksena jätteen sisältö muuttuu helpommin kierätettäväksi. Kauppojen hyötypisteet säilyvät. Panostamalla esikäsittelyyn tullaan saamaan paljon nykyistä laadukkaampaa polttoainetta, samalla saadaan muut arvoaineet keskitetysti uudelleen kiertoon. Muilla aloilla kehitettyä aineentunnistus ja -lajittelu teknologiaa otetaan käyttöön. Jätteiden esikäsittely tapahtuu pääosin lähellä jätteiden syntypaikkaa.

Jätteiden energiakäyttöön liittyvät muutokset

Kaatopaikkojen rajoittamispolitiikka ja kaatopaikkojen teknisen tason nosto lisää jätteiden kaatopaikkasijoittamisen kustannuksia merkittävästi ja osittain suoraan kieltää jätteiden sijoittamisen kaatopaikoille, jolloin jätehuoltoalan on keksittävä uusia ratkaisuja jätteen käsittelylle. Jätteiden sisältämän uusiutuvaksi energialähteeksi laskettavan polttoainemateriaalin etu ilmastotaselaskennassa huomataan ja halutaan käyttää hyödyksi. Jätteistä tulee entistä kiinnostavampia polttoaineita energiantuotannossa, koska CO₂-päästöttömän tai vähäpäästöisten polttoaineiden ja energiantuotantotapojen arvo nousee Kioton ja EU:n CO₂-velvoitteen myötä.

Jätteiden energia- ja materiaalihyötykäyttö etenkin yhdyskuntajätteiden osalta kasvaa huomattavasti. Yhä enenevässä määrin tulee vanhoja ja myös uusia materiaaleja käytettäväksi energiana ja jätteiden energiakäyttö lisääntyy. On sekä ekologista että taloudellista hyödyntää jätteitä energiana enemmän. Kehitystä edistää kaatopaikkakaasujen, lähinnä metaanin, synnyn estäminen. Poltolla saadaan hiilidioksidipäästöt hallitusti jätteestä ja samalla tuotetaan energiaa.

27 Visio on koottu jätteiden energiakäytön asiantuntijoista kootun delfoi-ryhmän vastausten pohjalta. Delfoista ks. kappale 1.3. Aineisto ja menetelmät.

Joitakin jätteistä valmistettuja polttoaineita tuotetaan polttoaineiksi käytettäväksi rinnakkaispoltossa perinteisten polttoaineiden kanssa. Uuden tekniikan laitokset tekevät energiahyödyntämisen poliittisesti hyväksyttäväksi. Suomeen rakennettaneen myös arinapolttokapasiteettia vapaan lämpökuorman yhteyteen.

Jätteiden materiaalihyödyntäminen on rajoituttu, joten hyötykäyttöpaineet kohdistuvat energiahyötykäyttöön. Jätteiden tuottajatkin haluavat jätteistään menevän yhä enemmän energiakäyttöön välttääkseen korkeita kustannuksia. Tämä lisää jätepolttoaineen tarjontaa ja kysyntäkin kasvaa, mikä synnyttää uutta liiketoimintaa. Aikataulu on riippuvainen kansallisten ympäristöviranomaisten linjauksista aikatauluista ja jäteverosta kaatopaikoilla.

Energiajätevolyymit kasvavat uusilla jäteluokilla, mm. lietteet. Esimerkiksi metsäteollisuudessa osa nykyisin suhteellisen märkinä poltettavista lietteistä kuivataan termisesti korkeampaan kuiva-aineeseen. Toisaalta osa teollisuuden poltettavista jätteistä siirtyy muuhun käyttöön, esimerkiksi lietteet kaatopaikkojen rakenteisiin. Osa teollisuuden nykyisin poltettavista jätteistä siirretään nykyisten prosessien raaka-aineiksi. Todennäköisesti joitakin nykyisin poltettavia jätteitä aletaan käyttää uusien tuotteiden raaka-aineina, esimerkkinä jätekuitujen muunto bioteknisesti alkoholiksi tai hiilihydraattipohjaisiksi muiksi tuotteiksi.

Ongelmia syntyy sellaisista jätteistä, joita ei enää saa viedä kaatopaikalle, mutta joiden kierrättäminen on mahdotonta ja joiden energiakäyttö vaatii erikoisprosesseja. Tällaisia ovat esimerkiksi PVC-jäte ja elektroniikkaromu. Erikoisprosesseja täytyy kehittää, koska näille jätteille nykyiset energiakäyttö- ja lämpökäsittelytavat eivät sovellu. Yhdistettynä entisestään tiukkeneviin EU-direktiiveihin ja lainsäädäntöön syntyy jännitteitä sen välillä, mikä on mahdollista tehdä ja mikä on pakko tehdä.

Investoinnit jätteenpolttolaitoksiin Euroopassa lisääntyvät. Monen Euroopan ja Itä-Euroopan maan

jätehuolto ajautuu umpikujaan ennen Suomea. EU-maissa on menossa suuri investointialto jätteenpolttolaitoksiin, muun muassa Ranskassa, Italiassa, Saksassa ja Itävallassa on rakennettu 2010 mennessä uuden sukupolven massajätteenpolttolaitoksia. Eurooppalainen yhdyskuntajätteenpolttolaitos saa tulonsa ensisijaisesti käsitellyn jätteen painon mukaan ja energian myyminen on sivuliiketoimintaa. Sekapoltto- ja kaasutusratkaisut eivät merkittävästi yleisty maailmalla.

Suomessa ei päästä 5 vuoden kuluessa jätteiden energiakäytössä edes nykytasolle, noin puoleen miljoonaan tonniin. Nykyisistä kattiloista ei yksikään saa jatkaa 2005 lopussa ilman investointeja. Jätteenpolttodirektiivi ja -asetus tekevät pienimuotoisen jätteen energiahyödyntämisen taloudellisesti kannattamattomaksi (rinnakkaispolton ja pienet jätteen polttokattilat). Suomalaista polttoainejalostusta ei ymmärretä muualla EU:ssa.

Tulee siirtymää massapoltoa edullisempaan tekniikkaan eli leijukerrospoltoon ja Lahti-tyyppiin kaasutukseen. Tiukat päästöraajat muuttavat polttotekniikkaa siten, että siirrytään konventionaalista polttotekniikasta kaasutuspolttoon. Yleinen hyväksyntä ja sitä kautta luvitus on helppoa valmistetulle polttoaineelle. Leijukerrospolto on jo koeteltua tekniikkaa jätepuolellakin. Jätteenpolton polttotekniikoiden osalta tiukentuneet päästöraajat ja siitä johtuvat taloudelliset rasitteet siirtävät rinnakkaispolton tapahtuvaksi suuriin laitoksiin. Tätä voidaan soveltaa kilpailukykyisesti noin runsaalle puolelle poltettavasta jätteestä eli osalle yritys- ja prosessijätteitä sekä rakennustoiminnan puuvoittoiselle jätteelle. Kotitalousjätteelle massapolto on edelleen kilpailukykyinen. Massapolttolaitoksiin upotetut investoinnit saattavat rajoittaa kehittyneemmän uuden teknologian esiintuloa. Vähitellen kuitenkin hyväksyttäneen REF / RDF tehokkaana ratkaisuna. Kierrätyspolttoaineen CEN-standardointityö etenee. Ratkaisevana tulee olemaan EU:n polttodirektiivin ja maankäyttödirektiivin lopulliset tulkinnat. RDF:n valmistus lisääntyy ja valmistuksessa sovelletaan entistä perusteellisempaa lajittelua ja myös biologiset prosessit yleistyvät.

Yhdistetty lämmön ja sähkön tuotanto saattaa hidastaa jätteenpolton kehitystä. Uusien suurten erillisten jätteenpolttolaitosten rakentaminen sähkön ja lämmön /pelkän lämmön tuotantoon edellyttää, että osa vanhoista lämmöntuotantolaitoksista suljetaan. Tästä on seurauksena, että jätteiden rinnakkaispoltto tai jätteiden kaasutuksessa synnytetyn kaasun poltto olemassa olevissa lämpölaitoksissa (tarkoittaa myös sähkön ja lämmön yhteistuotantoa) on taloudellisesti edullisinta. Pitkällä aikavälillä (vuoteen 2020) energialaitosten päästötaso lähestyyne tulevien määräysten kautta jätteiden polttolaitosten uusia päästömääräyksiä. Silloin jätteiden polton ja energiantuotannon savukaasujen puhdistuskustannukset tulevat olemaan samaa suuruusluokkaa. Seurauksena on, että jätteiden käyttö energiantuotannossa selvästi lisääntyy.

Jätteiden energiakäyttö pirstoutuu. Tulee tapahtumaan erilaista kermankuorintaa positiivisessa mielessä eli pienistäkin jätevirroista haetaan maksimaalinen hyöty. Polttokelpoinen jäte jaetaan markkinoilla muutamien toimijoiden kesken. Jotkut tuottajayhteisöt keräävät pakkauksia ja muuta palavaa jaetta ja valmistavat siitä omissa laitoksissa polttoainetta ja/tai energiaa. Aluksi kerätään parhaat päältä materiaali kierrätykseen, sitten puhdaita jakeita pieniin yrityskattiloihin tuottamaan esimerkiksi höyryä teollisuudelle ja korvaamaan öljyä ja kaasua, osa menee korkean hyötysuhteen kattiloihin sähkön tuotantoon, osa matalilla höyrynarvoilla oleviin kattiloihin ja lopuksi huonoin osa vain lämmön tekoon, todennäköisesti massapoltoon. Rahaksi muuttuvat jätevirrat ovat vähäisiä. Ongelman muodostaa köyhemmäksi ja hankalammaksi muuttuva jäännösvirta. Kierrätyspolttoaineen valmistuksessa syntyvän rejektin kaatopaikkasijoitus (jos rejekti on veron piirissä) vie kannattavuutta ja massapoltto tulee edullisemmaksi.

Yhteiskunnalliseen ohjaukseen liittyvät muutokset

Jätteenkäsittely perustuu pakotteisiin, siis lakeihin ja säädöksiin ja niiden täytäntöönpanoon. Kioton ilmastopöytäkirja toimii pohjana lähes kaikille lainsäädäntö- tms. hankkeille, joiden avulla pyritään

vähentämään kasvihuonekaasuja. Kioton sopimuksen tavoitteiden toteuttaminen vaikuttaa ainakin välillisesti energiapolitiikan kautta jätepolitiikkaan. Jätteen käsittelyn vaatimustaso ja säätely tiukenee erityisesti Euroopassa uusien direktiivien tullessa voimaan. Samanlainen kehityssuunta on nähtävissä myös eräissä Aasian maissa. Kioton tavoitteisiin liittyen EU valmistelee lisää energia-, ympäristö- ja jätelainsäädäntöjä, jotka vaikuttavat myös Suomen vastaaviin kansallisiin politiikkoihin. Jätteiden energiayhdyntämisen kannustimia ovat mm. vihreät sertifikaatit, kaatopaikkadirektiivi, jätteiden kierrätysstrategia.

Jätteenpolttodirektiivi saattaa ajaa tuotantoa kalliimman ja tehottomamman massapolton suuntaan, joka vähentää kysyntää ja hidastaa jätteiden energiakäytön yleistymistä. Kysyntään vaikuttavat myös valtion vero- ja tukipolitiikka jäteperäisten polttoaineiden suhteen, sekä jäteperäisten polttoaineiden CO₂-päästöjen tulkinta. Suomessa jätteenpolttodirektiivi lopettaa kierrätyspolttoaineiden seospolton pienissä määrissä.

Yhä uusia haitta-ainekysymyksiä tuodaan esille. Kattilalaitoksissa on keskitytty niissä haittaa aiheuttavien aineiden poissulkemiseen, samalla kun on panostettu poistokaasujen puhdistamiseen. Jatkossa kiinnitetään enemmän huomiota pohjatuhkan laatuun ja turvallisuuteen. Kaikenlainen mittaaminen ja analysointi lisääntyy ja tuo mukanaan uusia vaatimuksia, jotka johtavat entistä tarkempaan syötteen analysointiin ja lajitteluun. Tekniset melko edulliset ratkaisut NOX:ien vähentämiselle löydetään. Uusien jätteen polttosäännösten päästötasojen saavuttaminen ei ole niin kallista kuin tällä hetkellä uskotaan. Tämäkin osaltaan helpottaa jätteen käyttöä energian tuotannossa.

Toimialan sisäinen toimintaympäristö

Koko jätehuolto joutuu kilpailun piiriin. Kunnallista jätehuoltoa yksityistetään sisältäen jopa jätevesistä huolehtimisen. Jätealasta tulee bisnes, jolloin taloudelliset seikat ja kilpailu astuvat nykyistä selkeämmin mukaan. Koko jätebisnes kasvaa,

sama pätee myös energiakäyttöön meneviin jätteisiin. Viranomaisten rooli muuttuu poliisimaisemmaksi ja kunnille jää tärkeä valvojan rooli. Ala keskittyy ja joutuu kansainvälisten yritysten käsiin jätteen käsittelyssä, sekä ainakin osassa laite- ja laitostoimittajia. Kansainvälinen kilpailu ei kuitenkaan merkittävästi kiristyy.

Jätteiden energiakäyttö on osa kehittyvää jätehuollon toimialaa. Pienimuotoisesta kunnallisesta toiminnasta siirrytään alueelliseen, osin valtakunnalliseen, liikelaitos- ja yhtiömuotoiseen toimintaan. Vuonna 2006 polttokapasiteettia on vielä vähän ja tarjontaa runsaasti. Jätteen tuottaja maksaa käsitellyn. Jätehuoltoala joutuu kantamaan osan energiahyödyntämisen kustannuksista, koska energiahyödyntäminen on muutoin vaikeasti saatavissa taloudellisesti kannattavaksi ja jätehuoltoala tarvitsee jätteiden hävitysmahdollisuuden. Markkinat ohjaavat jäteperäisten polttoaineiden hinnat negatiivisiksi.

Investointikykyiset palveluyritykset ottavat markkinaosuutta kunnallisilta laitoksilta ja yhtiöiltä. Vertikaalinen integraatio jatkuu: keräys-kuljetus-käsittely-hyödykkeiden myynti ja rejektien käsittely. Jätehuoltoyhtiöt ja energia-yhtiöt yhdistyvät tai liittoutuvat. Syntyy energia- ja jäteyritysten yhteistoimintaa, koska osaaminen molemmista osista on tärkeää.

Jätelogistiikka ja jätteen jatkojalostus polttoaineksi tulee merkittäväksi osaksi jätteenpolton taloudellista arvoketjua, koska tarvitaan suuria rinnakkaispolttolaitoksia taloudellisen polttotulok-

sen saavuttamiseksi. Jätehuollolla on tarve näyttää, että materiaaleja ei käytetä energiaksi ottamatta niistä talteen materiaalihyötykäyttöön kelpaavia jakeita ja leijupetiteknikka ja kaasutus lisäävät kierrätyspolttoaineiden kysyntää.

Kierrätyspolttoainemarkkinat kasvavat niin paljon, että ne kiinnostavat uusia yrityksiä. Suomeen kehittyä kierrätyspolttoaineiden valmistusala. Kierrätyspolttoaineiden valmistukseen tulee pienten yrittäjien rinnalle muutamia isoja, jotka ottavat pääosan markkinoista. Perinteiset isot energia-alan toimijat kiinnostuvat jätteiden energiahyödyntämisestä ja varustavat osan laitoksistaan täyttämään uudet vaatimukset.

Alalle tulee uusia pelureita, sekä kattilatoimittajia että energiantuottajia. Tekninen kehitys mahdollistaa pientenkin valmistajien luotettavat toimitukset ja pienten energia-yhtiöiden toiminnan jätteiden energiakäytössä. Lisääntynyt jätteiden energiahyödyntäminen tarvitsee siihen erikoistuneen palveluyritysten ryhmän. Alalle tulee suunnitteluyrityksiä, laitevalmistajia, laitostoimittajia, käyttö- ja huoltourakoitsijoita, kuljetusurakoitsijoita, päästömittauspalvelujen tuottajia, tuhkien ja puhdistustuotteiden käsittelijöitä jne.

Suomalaiset toimijat ovat hitaita uuden kapasiteetin rakentamisessa ja uusien teknologisten konseptien omaksumisessa. Suomalaiset R&D-tulokset voivat löytää ensimmäiset sovellukset Suomen ulkopuolelta, minkä jälkeen kallis teknologia täytyy tuoda takaisin Suomeen.

Esitetyjä strategioita, epävarmuustekijöitä sekä teknologian keinoja vastata muutoksiin

Strategiat

- Syntypaikkalajittelun korostaminen
- Esikäsitteilyllä nykyistä laadukkaampaa polttoainetta ja arvoaineet keskitetysti kiertoon
- imagohyötyjä saaminen, kun materiaaleja ei käytetä energiaksi ottamatta niistä talteen materiaalihyötykäyttöön kelpaavia jakeita.
- Energia- ja jäteyritysten yhteistoiminnan lisääminen
- Kunnallisesta toiminnasta siirrytään alueelliseen, osin valtakunnalliseen, liikelaitos- ja yhtiömuotoiseen toimintaan
- Investointikykyiset palveluyritykset valtaavat markkinaosuutta kunnallisilta laitoksilta ja yhtiöiltä
- Jätelogistiikka ja jätteen jatkojalostus polttoaineeksi tulevat merkittäväksi osaksi jätteenpolton taloudellista arvoketjua,
- Standardiratkaisuihin siirtyminen, jolloin jätteenpolttolaitosten, ilmansuojelulaitteiden ja mittauslaitteiden hinnat halpenevat
- Suomalaisen vahvuusalueiden käyttäminen hyväksi: jätteiden ja bioenergian teknologia- ja liiketoimintamarkkinat lähentyvät ja luovat suomalaisille toimijoille riittävän kriittisen massan.
- Jätteestä jalostetulle polttoaineelle etsitään raaka-ainetta tarvitseva ja sitä jatkuvasti imevä asiakassektori.
- Kaasutustekniikan käyttö hiilivoimalaitoksissa.
- Teollisuuden ja kuntien yhteistyön lisääminen jätteiden energiakäytössä.
- Koko ketjun jätteen tuottajista energiantuotantoon toiminnan parantaminen, pullonkaulojen poistaminen.
- Vertikaalisen integraation lisääminen: keräys-kuljetus-käsittely-hyödykkeiden myynti ja rejektien käsittely
- Jätteenpolton tai kaasutuksen ja materiaalien hyötykäytön välisen integraation lisääminen.
- Ympäristöneutraalin huippu-osaamisen lisääminen.

Epävarmuustekijät

- Suomalaisen planeetan rajat ovat maakunnan kokoiset
- Investointien käynnistyessä toteutetaan silmän lumeeksi “läpivirtauslaitoksia”.
- Kunnallinen jätehuolto “joutuu” huolehtimaan niistä jättejakeista, joita kukaan ei halua.
- Alan kansainvälinen kilpailu kiristyy, kunnalliset jätehuoltoyritykset eivät ole kilpailukykyisiä.
- Ympäristötietoisuus kasvaa / ei kasva.
- Elektroniikkaromun kanssa tulee ongelmia ja vastuita pallorellaan.
- Materiaalihyödyntämistä kohtaan tunnetaan poliittista ja markkinoinnillista kiinnostusta ja sen tutkimuksiin panostetaan.
- Suhtautuminen “kermankuorintaan”
- Suomalaisista polttoainejalostusta ei ymmärretä muualla EU:ssa.
- Jätepolttolaitosten standardointi Euroopan tasolla tulee olemaan vaikea asia
- Markkinat ohjaavat jäteperäisten polttoaineiden hinnat negatiivisiksi.
- Uusien sovellusten (mm. kaasutus tuotekaasun puhdistuksella) markkinaosuus jää hyvin pieneksi.
- Nykyinen kombilaitoskanta ei salli uuden kaukolämmön (yhdyksuntajätteenpolttolaitoksen) mahdollistamista markkinoille.
- Massapolttolaitoksiin upotetut investoinnit rajoittavat kehittyneemmän uuden teknologian esiintuloa.
- Vuonna 2006 ollaan Suomessa jätteiden energiahyödyntämisen alakuulokohdassa.
- Suhtautuminen biojätteen kompostointiin
- EU-säädökset, mm. jätteenpolttodirektiivi ja sen kansallinen tulkinta, saattavat rajata jätteiden energia-käyttöä (mm. jätetyyppien ja -määrien rajoitukset, pienimuotoisen jätteen energiahyödyntäminen tulee taloudellisesti kannattamattomaksi) sekä suomalaisten mahdollisuuksia.
- Sertifikaattipoolit tarjoavat uudenlaisia mahdollisuuksia myös pienemmissä päästöjä vähentävissä kohteissa.
- Suomalaisen säädöstentekijöiden hitaus aiheuttaa epävarmuutta.
- Toimialalla on suuria taloudellisia vaikeuksia aikaisemmin tehtyjen virheinvestointien johdosta
- Suomalaisen hitaus haittaa R&D-tulosten hyödyntämistä.

Teknologia

- Kehitetään erikoisprosessit ongelmallisille jätteille.
- Kehitetään aineentunnistus ja -lajittelu teknologiaa.
- Kehitetään biologisia prosesseja.
- Kehitetään mekaanisbiologisia jätteenkäsittelylaitoksia.
- Kehitetään kalustoa ja menetelmiä s.e. esikäsiteltyjä jätteitä voidaan polttaa enemmän.
- Kehitetään edelleen ympäristöystävällisiä ja kevyitä toimintamalleja, mm. leijupetipolttoa ja kaasutusta.
- Kehitetään suuriin laitoksiin soveltuvaa rinnakkaispolttotekniikkaa.
- Kehitetään polttoprosessien hallintaa.
- Kehitetään polttonestejalostusta esim. autoihin.
- Kehitetään mittaamisen ja analysoinnin tekniikoita.
- Kehitetään tekniset melko edulliset ratkaisut NOX:ien vähentämiseksi.
- Kehitetään savukaasujen puhdistusta uusilla kuivilla menetelmillä.
- Kehitetään jätekuitujen muuntoa esim. bioteknisesti alkoholiiksi.
- Kehitetään ilmansuojelulaitteiden ja mittauslaitteiden standardiratkaisuja.

Liite 2

Tulevaisuuden teknologiatarpeet jätteiden energiakäytössä²⁸

Jätteenkäsittely, lajittelu

Jätteiden erilliskeräily

Kehitetään jätteiden erilliskeräilyä ja kerättyjen jättejakeiden käsittelyä siten, että materiaalin hyötykäytön ohella jakeista voidaan tuottaa energiaa edullisesti.

Jätteiden lajittelutekniikka

Jätteiden hyötykäytön, kuten energiakäytön kannalta entistä paremmin lajitellut jakeet nousevat arvossa. Esikäsittelyissä on saatava jotakin myytävää: raaka-aineiksi lajittelua esim. kuiduissa tai vastaavissa. Toisaalta olemassa olevien teknologioiden avulla saadaan melko edullisesti tehtyä automaattinen lajittelu ja siirrytään kohti tekniikan hoitamaa lajittelua.

Kehitetään *syöttövirran murskausta, aineentunnistusta ja lajittelua* sekä muuta esikäsittelyyn liittyvää. Käytössä olevien menetelmien heikkoudet jättepolttoaineissa ovat yhä mm. halogeenien ja metallien liian korkeat määrät, polttoaineen laadun vaihtelevuus (lämpöarvo, palakoko, tiheys). Paljon olisi tehtävissä investoimalla jo olemassa olevaan tekniikkaan, mutta esim. halogeenien tunnistusta ja automaattista erottelua jätevirrasta ei ole vielä oikein kattavasti ratkaistu.

Tehokkuus ja toimivuus löytyy menetelmistä, jotka ovat tavalliselle ihmiselle helppoja, huomattomattomia ja silti tehokkaita. Tämä tarkoittaa automatisoituja, isoja, teollisen mittakaavan *käsittelylaitoksia*, joissa jätteiden sisältö lajitellaan erilaisiin käyttötarkoituksiin.

Kehitetään *ongelmajätteiden* käsittelyä, esim. jääkaappien polyuretaanivahto, PVC, elektroniikkaromu, autopaloittamojäte. Ongelmajätteiden käsittelyyn panostetaan enemmän, koska halutaan oikeasti varmistua ongelmien katoamisesta, jossa polttaminen lienee ainoa todellinen keino.

Kiinteiden kierrätyspolttoaineiden valmistus

Mekaaniset jätteen käsittely- ja kierrätyspolttoaineen valmistusmenetelmät kehittyvät. Kierrätyspolttoaineen valmistuksen osaaminen ja hallinta on sinänsä yksinkertaista mutta Suomessakin vaikeaa. Esilajittelu ja sen myötä sekä arvojakeiden että haitta-aineiden erottamiskyky paranee olennaisesti ja kierrätyspolttoaineista saadaan hyväksyttyä puhdasta polttoainetta voimalaitoksille. Euroopan päätöksillä on iso merkitys, koska myös suomalaiset haluavat myydä energiaa Eurooppaan.

Polttonesteiden ja -kaasujen valmistus, kemikaalien talteenotto

Kehitetään nestepolttoaineen (esim. pyrolyysiöljy) tuotantoa jätteistä sekä synteetikaasun ja muiden pyrolyysituotteiden tuotantoa jätteistä suoran energiaksi polton sijaan. Jätteistä voitaisiin valmistaa PORin ja POREn tapaisia polttonesteitä sekä monia eri peruskemikaaleja mm. HCl, NH₃ tai polttomoottoreihin ja -kennoihin käytettäväksi MeOH, EtOH.

Kehitetään *kaatopaikkakaasujen* talteenottoa ja hyötykäyttöä energiaksi. Suomi on jo nyt noin 15 vuotta jälkijunassa biokaasun tuotannossa ja sen hyödyntämisessä.

Jätekuitujen muunto esim. bioteknisesti alkoholiksi.

²⁸ Teknologiatarpeet on koottu delfoi-ryhmän vastauksista. Delfoista ks. kappale 1.3. Aineisto ja menetelmät.

Mekaanisbiologiset ja biologiset jätteenkäsittelylaitokset

Mekaanisbiologiset ja biologiset jätteenkäsittelymenetelmät kehittyvät. Tosin suomalaiset taitavat olla jälkijunassa.

Biologisesti hajoaville jätteille järjestetään erillis-keräily ja kerätyt jätteet käsitellään anaerobisesti tuottaen metaania energian tuotantoon. Kiinteä jäte käsitellään kompostoimalla tai pastöroimalla ja kompostoimalla, jotta se voitaisiin käyttää hyödyksi ilman tautivaaroja. Näin voidaan käsitellä kaikki lietteet sekä kiinteä biologisesti hajoava jäte.

Bioteknologiat polttoaineiden valmistukseen yleistyvät. Tehokkaan esilajittelun seurauksena saadaan myös tasalaatuisempia biojätteitä, joista voidaan lähteä jalostamaan käyttökelpoisia polttoaineita taloudellisesti kiinnostavasti.

Energiakäyttö

Kaasutus

Jätteen kaasutus (Lahti-periaate) ja tuotekaasun poltto kehittyi. Sopivin kaasutustekniikka lienee *leijukaasutus*. Lahti-tyyppisellä kaasuttimella voidaan syöttää kivihiihikattiloihin biopolttoaineita ml. kierrätyspolttoaineet. Malli voi olla suurikin menestys, jos Kioto-vaatimukset tulevat rajuina kivihiihikattiloille. Kaasutustekniikka on läpimurtovaiheessa ja se tulee hakemaan paikkansa useissa sovelluksissa. Polttotekniikassa kaasutuspolttotekniikka mahdollistaa kaupallisen hyödyntämisen tulevaisuudessa. Ympäristöystävällinen ja kevyt toimintamalli.

Rinnakkaispolttotekniikka

Kehitetään *suuriin laitoksiin soveltuvaa rinnakkaispolttotekniikkaa*. Polttolaitosten tekniikka monipuolistuu. Uudet polttotekniikat tulevat sallimaan paremmin rinnakkaispolttoa, jolloin jätteen polttaminen tulee taloudellisesti mielekkäämmäksi voimalaitoksissa. Hintakilpailukyky on iso kysymys jättimäisten investointitarpeiden takia. Lisätään jätteenpolttoa nykyisissä ja lähitulevaisuudessa rakentavissa bioenergiailaitoksissa sen vuoksi, että puupolttoainetta ei ole riittävästi.

Erityisesti *leijukerros poltto* on ympäristöystävällinen ja kevyt toimintamalli ja lienee halvin tapa tuottaa energiaa ja päästä jätteenpolton päästörajoista läpi, jos jäte on sellaista, että siitä saa tehtyä kierrätyspolttoainetta. Leijupetitekniiikan käyttö REF:n ja RDF:n poltossa ei ole vielä käytössä Suomessa, vaikka Suomessa on vahva osaaminen ja täältä viedään laitteistoja ulkomaille. Mikäli jätteen massapolton sijasta jätteen hyödyntäminen painottuu jätteenpoltoaineiden jalostukseen ja jätteestä valmistettujen polttoaineiden polttoon, on em. laitteistoja valmistavilla yrityksillä ruusuinen tulevaisuus.

Lämmön ja sähkön yhteistuotanto jätteillä.

Leijukerros polton kehittämisalueita ovat edelleen

- *lentotuhkanpoisto* korkeissa lämpötiloissa (> 400°C), eli ennen dioksiinien uudelleen muodostumista ja kemikaalien syöttöä. Tätä lentotuhkaa ei luokitella vaaralliseksi jätteeksi ja kaatopaikkamaksut ovat halvemmat
- polttoaineen *syöttö* kattilaan vaatii kehittämistä lähinnä tiukan CO-päästövaatimuksen vuoksi
- korkeampilämpöarvoisen polttoaineen (= hyvä REF) hallittu *polttaminen* BFB-kattilassa.
- korkeammat höyrynarvot, johon tietenkin päästään puhtaammalla REF:llä, mutta myös kehittyneemmällä *kattilateknologialla ja materiaalivalinnoilla*
- jätteen rinnakkaispoltto suuremmissa leijukattiloissa, tutkimista vaativat lähinnä *päästöasiat*; onko esim. sähkösuodatin ja lämmöntalteenotto-pesuri riittävä yhdistelmä uusille vaatimuksille.

Kattilakorroosion sekä likaantumisen hallinta

Kattilateknisiä parannusmahdollisuuksia löytyy lähes äärettömästi, jos otettaisiin suunnittelun ja toteutuksen ensisijaiseksi lähtökohdaksi REF-toimivuus. Nykyisinhän se on usein jälkeensä muukaan tuotu polttoainevaihtoehto ja kattila on alun perin tehty jollekin muulle polttoaineelle.

Päästöjen muodostumisen hallinta

Polttoprosessien paremmalla hallinnalla voidaan estää ei toivottujen päästöjen syntyminen.

Materiaalien talteenotto

Kehitetään *pyrolyysiprosesseja*, joilla yhdistetään energiantuotanto ja polttoaineiden (esim. koksit tai öljyt) sekä raaka-aineiden talteenotto (metalleja esim. kuparia ja kultaa elektroniikkaromusta).

Kehitetään *polttomenetelmiä* siten, että polton jätteet ovat ilman erilliskäsittelyä vaarattomia ja niitä voidaan käyttää hyödyksi; Kehitetään menetelmiä savukaasujen *puhdistusjätteille* siten, että ne voidaan vaaratta sijoittaa tai käyttää hyödyksi; Kehitetään *kaasutusmenetelmiä*, joiden kaasutustuotteet voidaan käyttää hyödyksi joko materiaalina tai energian tuotannossa.

Arinapoltto

Arinapolttotulipesillä vältetään leijukerrospolton aiheuttamat petimateriaalijätteiden loppusijoitusongelmat ja kasvihuonekaasujen (N₂O, ilokaasu) muodostumisongelmat.

Tuhkan loppusijoituksen tekniikka

Tuhkan käsittely ja loppusijoitus ovat tulevia ongelmia. Kehitetään tuhkan (ja muiden polton jätteiden) loppusijoitukseen sopivaa tekniikkaa.

Mittaamisen ja analysoinnin tekniikat

Kehitys ja *standardiratkaisut*.

Savukaasujen puhdistusmenetelmät

Tarvitaan ja kehitetään savu- ja/tai kaasutustuote-kaasujen puhdistusmenetelmiä. Savukaasujen puhdistus uusilla *kuivilla menetelmillä*. Savukaasujen *puolikuiva* ja *puolimärkä* puhdistustekniikka kehittyvät edelleen ja ovat märkiä menetelmiä taloudellisempia. Aikanaan näillä päästään samoihin (tai ainakin lähelle) puhdistustuloksiin kuin märillä menetelmillä.

Laitteiden tuotantomenetelmät

Investoinnin taso saadaan kohtuulliseksi sopivilla laitteiden tuotantomenetelmillä: yhdistetään olemassa olevia ”halpoja” komponentteja halvoissa tuotantokohteissa tehtyyn muuhun tekniikkaan.

Kokonaistarkastelut, yleiset teemat

Integroidut ratkaisut

Teknologisten ratkaisujen tulee olla integroituja ratkaisuja, joissa jätteiden keräys, logistiikka ja energiantuotanto on rakennettu toimivaksi *kokonaisketjuksi*. Mikäli ketjuajattelua ei hallita, yksikkökoot jäävät pieniksi ja hajanaisiksi. Voidaan sanoa että tulevaisuuden kaupalliset teknologiat ja niiden parissa toimijat työskentelevät ns. megadealer-periaatteella.

Suomalainen pakkausteollisuus voisi kehittää ns. polttoystävällisiä *pakkaustapoja*, jotka varmasti Keski-Euroopan markkinoilla voisivat olla ”kova sana”.

It-teknologia

Mm. jäte-logistiikka on alue, jossa suomalaisella it-teknologialla on mahdollisuutta luoda kaupallisia sovellutuksia. Kuljetusten ja keräilyn *optimointi* on yksi keskeisemmistä kustannustekijöistä jätealalla. *Jäte-logistiikka* yhdistettynä pakkaavaan *jätteenkäsittelyyn* muodostaa tekniikan, jonka avulla voidaan kuljetusmatkoja pidentää ja näin energialaitoskokoja kasvattaa kannattavalle tasolle. Suomalainen it-osaaminen voi tuottaa teolliseen jätteen lajitteluun ja jätepoltoaineiden tuottamiseen uusia nykyistä paljon parempia ratkaisuja, joille löytyy varmasti merkittävästi markkinoita.

Työhygienian ja -suojelun tekniikka

Vaativuudet kaikelle käsittelylle (joka vaiheessa) varmasti nousevat esille. Tämä edellyttää investointeja ja todennäköisesti sääntelyä ja valvontaa.

Kuljetus- ja varastointijärjestelmät sekä rakennussuunnittelu

Ongelmina nykyisin ovat hajut, pölyt, roskaantumisen, haittaeläimet ja materiaalin siirtojen häiriöttömyys syntypaikoilta prosessoinnin kautta voimalan silloihin (=yleinen jäte-logistiikka). Jatkossa edellytetään toimivien, *suljettujen ja mahdollisesti jäähdytettujen materiaalikuljetus- ja varastointijärjestelmien*, uusien *ilmanvaihtosysteemien* ja hajun *suodattimien* käyttöönottoa. Myös *maankäytön ja rakennussuunnittelun* (mukaan lukien arkkitehtuuriset ratkaisut) toimivat toteutukset ovat tässä kehitystyössä olennaisia.

Tekesin teknologiaohjelmaraaportteja

13/2002	Avautuneet sähkömarkkinat ja jätteiden energiakäyttö – lainsäädännöllä synnytettyinä markkinoina. TESLA- ja Jätteiden energiakäyttö -teknologiaohjelmien arviointiraportti. 62 s. Mervi Rajahonka, Lasse Kivikko, Mikko Valtakari, Matti Pulkinen
12/2002	Information Technology and Electric Power Systems, TESLA Technology Programme 1998–2002. Final Report. 80 p.
11/2002	Informaatiotekniikka sähkönjakelussa, TESLA-teknologiaohjelma 1998–2002. Loppuraportti 102 s.
10/2002	Kilpailukykyä yritysten toimintatapoja kehittämällä – GPB-, ProBuild- ja Laatu-ohjelmien arviointi. Arviointiraportti 44 s. Mikko Valtakari ja Mervi Rajahonka
9/2002	Energiateknologia-yritykset liiketoimintaympäristön murroksessa. Materiaalit energiatekniikan palveluksessa, KESTO-teknologiaohjelma 1997–2001. Arviointiraportti. 31 s. Lasse Kivikko
8/2002	Materials for Energy Technology, KESTO Technology Programme 1997–2001. Final Report. 128 p.
7/2002	Materiaalit energiatekniikan palveluksessa, KESTO-teknologiaohjelma 1997–2001. Loppuraportti. 128 s.
6/2002	Water Services 1997–2001. Evaluation and Final Report. 132 p.
5/2002	Pigmentit paperin raaka-aineena 1998–2001. Loppuraportti. 87 s.
4/2002	Global Project Business, Kansainvälinen liiketoiminta 1998–2001. Loppuraportti.
3/2002	ETX – Electronics for the Information Society 1997–2001. Final Report. 387 p.
2/2002	Evaluation of Finnish R&D Programmes in the Field of Electronics and Telecommunications (ETX, TLX and Teletronics I) Evaluation Report. 95 p.
1/2002	TLX Telecommunications – Creating a Global Village 1997–2001. Final Report. 200 p.
14/2001	Laatu verkostotaloudessa -teknologiaohjelma 1998–2001. Loppuraportti.
13/2001	Vesihuolto 1997–2001. Loppuraportti. 94 s.
12/2001	Pro Muovi -teknologiaohjelma 1998–2001. Loppuraportti. 74 s.
11/2001	Space Technology Programmes 1995–2000. Evaluation Report. 36 p.
10/2001	Competitive Reliability 1995–2000. Evaluation Report. 2001, 42 p.
9/2001	Transport Chain Development Programme KETJU 1998–2000. Final Report.

Julkaisujen tilaukset: www.tekes.fi/Julkaisut