

*LEENA PETÄJISTÖ
TAPIO HANKALA
SIRPA ONTTINEN*

PUU JA TURVE
YHDYSKUNTIEN
JA TEOLLISUUDEN
POLTTOAINEENA
VUONNA 1986



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 331

Kansantaloudellisen metsäekonomian
tutkimussuunta

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto



METSÄNTUTKIMUSLAITOS

Osoite: Unioninkatu 40 A
00170 Helsinki
Puhelin: (90) 661 401
Telefax: (90) 625 308
Telex: 121286 metla sf

Ylijohtaja: Eljas Pohtila
Tutkimusjohtaja: Jari Parviainen

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä noin 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

Kannen kuva: Hannu Kalaja

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 331

Kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunta

**PUU JA TURVE YHDYSKUNTIEN JA TEOLLISUUDEN
POLTTOAINEENA VUONNA 1986**

Leena Petäjistö, Tapio Hankala ja Sirpa Onttinen

Helsinki 1989

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

Petäjistö, L., Hankala, T. & Onttinen, S. 1989. Puu ja turve yhdyskuntien ja teollisuuden polttoaineena vuonna 1986. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 331. 40 s.

Tutkimuksessa luotiin kotimaisia polttoaineita käyttävistä yhdyskuntien ja teollisuuden laitoksista rekisteri, jonka avulla selvitettiin näiden polttoaineiden käyttöä, hintoja, tuotettua energiaa, energian tuotannon kustannuksia ja polttoaineiden käyttöpotentiaalia vuonna 1986. Rekisterin aineisto kerättiin postikyselynä. Kadon suuruuden ja valikoituneisuuden vuoksi postikysely osoittautui kattavuudeltaan teollisuustilastoa heikommaksi. Kysely täydentää käsityksiä lähinnä toimialojen pienistä ja keskisuurista laitoksista. Eri lähteet antavat näiden polttoaineiden käytöstä edelleen vajavaisen, osin jopa ristiriitaisen kuvan.

Asiasanat: Puu, turve, energia, lämpölaite, teollisuus

Kirjoittajien osoite: Metsäntutkimuslaitos, metsäekonomian tutkimusosasto, PL 37, 00381 Helsinki

ISBN 951-40-1054-X

ISSN 0358-4283

HAKAPAINO OY, HELSINKI 1989

ALKUSANAT

Nyt julkaistava tutkimus on osa Metsäntutkimuslaitoksen ja Helsingin yliopiston yhteistyönä toteutettavaa Pienpuun korjuu ja hyväksikäyttö-projektia, joka on rahoitettu maa- ja metsätalousministeriön metsätaloudellisten yhteistutkimusten varoista. Työ toteutettiin Metsäntutkimuslaitoksen kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalla.

Kirjoittajat vastaavat tutkimuksesta yhdessä. Työ jakaantui seuraavasti: Tapio Hankala ja Leena Petäjistö suunnittelivat tutkimuksen yhdessä. Petäjistö vastasi postikyselyn tietojen tallentamisesta Jukka Timosen avustamana. Postikyselyn aineiston käsittelystä vastasi pääasiassa Petäjistö, joka kirjoitti luvut 21. ja 31. - 35. Hänen toimivapaa-aikanaan Sirpa Onttinen vastasi kyselyaineiston käsittelystä ja viimeisteli em. luvut. Onttinen selvitti myös postikyselyn kadon. Hankala hankki ja käsitteli muun tutkimusaineiston. Petäjistö ja Hankala kirjoittivat yhdessä luvut 1. ja 36. Hankala kirjoitti luvut 22., 4. ja 5.

Pentti Hakkila, Harri Hänninen, Heikki Pajuoja, Yrjö Sevola ja Mikko Toropainen lukivat ja kommentoivat käsikirjoituksen. Anna-Kaisu Korhonen hoiti käsikirjoituksen toimittamisen painatuskuntoon.

Kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnan puolesta esitän kiitokset kaikille edellä mainituille ja mainitsemattomille tutkimuksen toteuttamiseen myötävaikuttaneille henkilöille ja tiedusteluun ystävällisesti vastanneille energia-laitoksille ja niiden edustajille.

Helsingissä huhtikuussa 1989



Matti Palo

Kansantaloudellisen metsä-
ekonomian professori

SISÄLLYS

ALKUSANAT

1. JOHDANTO	5
11. Tutkimuksen tausta	5
12. Tutkimuksen tarkoitus	7
2. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄ	8
21. Aineiston keruu ja käsittely	8
22. Aineiston luotettavuus	11
3. TULOKSET	14
31. Laitosten teho ja tuotettu energia	14
32. Polttoaineiden käyttö	17
33. Polttoaineiden hinnat	19
34. Energian tuotannon kustannukset	21
35. Kotimaisten polttoaineiden käyttö alueittain	24
36. Polttoaineiden käytön muutosmahdol- lisuudet	26
4. TEOLLISUUSTILASTON POLTTOAINEET	28
5. TARKASTELU	32
KIRJALLISUUS	39

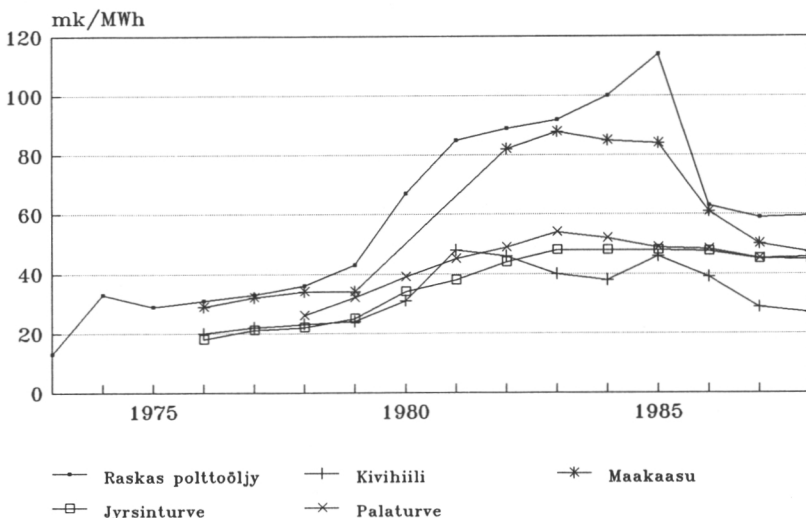
LIITE

1. JOHDANTO

11. Tutkimuksen tausta

Kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisääviä investointeja tehtiin vielä joitakin vuosia sitten runsaasti kiinteistökohtaiseen lämmitykseen, alue- ja kaukolämmön tuotantoon ja teollisuuteen. Tuontipolttoaineiden hinnan käännyttyä laskuun 1980 -luvun puolivälissä (kuva 1) on eri polttoaineiden välinen kilpailutilanne muuttunut ja investointihalukkuus kotimaisia polttoaineita käyttäviin laitoksiin vähentynyt. Kokonaiskuvan saaminen kotimaisten polttoaineiden ja erityisesti metsähakkeen käytöstä ja kehitysnäkymistä on ollut vaikeaa, vaikka näiden polttoaineiden tuotannon ja käytön tutkimus onkin ollut vilkasta. Tutkimus on keskittynyt useimmiten tiettyihin osa-alueisiin eivätkä tutkimusten aineistot ole kattaneet kaikkia kotimaisia polttoaineita käyttäviä laitoksia ja yrityksiä. Sama ongelma on nähtävissä energiatiilastoinnissa.

Kotimaisia polttoaineita ja niiden käyttöön liittyviä ongelmia ja kustannuksia on selvitetty esimerkiksi useissa Ekono Oy:n tekemissä tutkimuksissa (Kotimaisten polttoaineiden...



Kuva 1. Polttoaineiden hinnat vuosina 1973 - 1988. Lähde Energiakatsaus 3/1988.

1983 ja 1986, Kotimaisten polttoaineiden tuotanto- ja käyttö-potentiaali... 1986, Kotimaisia polttoaineita käyttävien... 1986, Metsähakkeen tuotanto- ja käyttömahdollisuudet... 1987). SITRAn rahoittamassa Kotimaisten kiinteiden polttoaineiden alueellisen hyväksikäytön kehittäminen - projektissa selvitettiin puun ja turpeen käyttöä yleensä. Saman projektin yhteydessä Hakkila (1984) tutki yli 0,5 MW:n lämpölaitosten metsähakkeen käyttöä, käytön edellytyksiä, tekniikkaa, kustannuksia, hankintaa ja hankintaorganisaatioita. Tutkimuksen ulkopuolelle jäivät metsäteollisuuden lämpö- ja voimalaitokset. Maatilojen polttoaineiden korjuuta ja käyttöä sekä energiainvestointeja on selvitetty esim. Työtehoseuran tutkimuksissa (Ryynänen ja Tuomi 1982, Tuomi 1988).

Metsäntutkimuslaitoksessa Toropainen (1982, 1984a ja 1984b) tutki julkisen rahoitustuen vaikutusta kotimaisten polttoaineiden käytön investointeihin sekä erityisesti 53 kunnallisen yli 0,5 MW:n aluelämpölaitoksen kannattavuutta eri näkökulmista. Metsäntutkimuslaitoksessa on myös kehitetty laskentamalli, jonka avulla voidaan etukäteen tai jälkikäteen arvioida lämpölaitokselle kannattavasti korjattavat polttopuumäärät energian tuotannon puustamaksukyvyyn ja hankintakustannusten perusteella (Petäjistö 1986). Lisäksi Metsäntutkimuslaitoksessa on tutkittu kotimaisten polttoaineiden käytön alueellisia laajenemismahdollisuuksia kauppa- ja teollisuusministeriön käsittelemien avustushakemusten aineistoa käyttäen (Hankala 1987).

Kauppa- ja teollisuusministeriö myönsi 326 milj. mk avustuksia vuosina 1979-1984 kotimaisia polttoaineita käyttäneisiin 524 hankkeeseen, joista osa sisältyy aiemmin mainittujen tutkimusten aineistoihin. Energiapolitiikan suunnittelun kannalta on oleellista seurata toteutuneita hankkeita, niiden kannattavuutta ja kotimaisten polttoaineiden käyttöä.

Kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisääviä investointeja pidettiin ns. energiakriisin jälkeen sekä energiapoliittisesti toivottavina että teknisesti välttämättöminä pyrittäessä sopeuttamaan energiahuoltoa polttoaineiden maailman markkinahintojen muutoksiin (Energiapoliittinen ohjelma 1983). Inves-

toijat pyrkivät alentamaan energiakustannuksiaan monipuolistamalla energian tuotantoon ja edistämällä siten polttoaineiden välistä korvattavuutta. Etenkin turve ja puujätteet sekä metsähake kiinnostivat teollisuuden ja yhdyskuntien energian tuotannon suunnittelijoita (Hakkila 1984, Toropainen 1984, Hankala 1987).

Investointiaallon jälkeen tuontipolttoaineiden hinnat kääntyivät vuodesta 1985 alkaen laskuun, mikä merkitsi polttoaineiden välisen hintakilpailun kiristymistä ja vähensi uusien kotimaisia polttoaineita käyttävien laitosten investointeja. Kotimaisten polttoaineiden käytön seuranta on vaikeuttanut tietolähteiden hajanaisuus, minkä vuoksi päädyttiin yritykseen koota seurantatieto yhdeksi rekisteriksi.

12. Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa erityisesti alue- ja kaukolämpölaitosten ja myös metsäteollisuuden kotimaisten polttoaineiden käytön nykytilaa, käytettyjen polttoaineiden määriä, polttoaineiden hintoja, energian tuotannon kustannusrakennetta, tuotetun energian määrää ja kotimaisten polttoaineiden käytön teknisiä laajenemismahdollisuuksia. Lisätehtävänä oli verrata saatuja tuloksia teollisuustilastoon.

Tutkimusta varten laadittiin ensin kotimaisia polttoaineita käyttävien laitosten osoiterekisteri, jonka avulla voidaan tarvittaessa myöhemminkin hankkia kotimaisten polttoaineiden käyttöä koskevien tutkimusten tarvitsemää vuositason aineistoa.

Tutkimustuloksia voidaan käyttää jatkossa energiatilanteen muutosten seurantaan sekä hyödyntää energiatilastoinnissa ja Metsäntutkimuslaitoksen puunkäyttötilastossa. Työn yhtenä tarkoituksena onkin yritys parantaa kotimaisen energian käytön seurantaan kokoamalla hajallaan oleva tieto yhdeksi rekisteriksi. Kyselyaineisto rajattiin vuotta 1986 koskevaksi ja kiinteistökohtainen lämmitys jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄ

21. Aineiston keruu ja käsittely

Tutkimus perustui kokonaisaineistoon. Aineisto koostui alue- ja kaukolämpölaitoksista, -voimaloista sekä teollisuusyrityksistä, joiden oletettiin käyttävän kotimaisia polttoaineita, tai jotka olivat anoneet julkista tukea ao. investointeihin. Kiinteistökohtainen lämmitys jätettiin tämän työn ulkopuolelle, koska sen katsottiin aiheen laajuuden vuoksi vaativan oman, erillisen tutkimuksen.

Perusjoukon luetteloinnissa käytettiin seuraavia lähteitä:

- vuosina 1979-1986 kauppa- ja teollisuusministeriön avustustusta hakeneet energiainvestointihankkeet
- muut julkista energiatukea saaneet em. toimialojen hankkeet
- puunkäyttötilaston metsäteollisuusyritykset
- Kaukolämpöyhdistyksen jäsenlaitokset
- VTT:n kotimaisten polttoaineiden rekisteri
- Kunnallisliiton rekisteri aluelämpölaitoksista

Kun päällekkäisyydet oli poistettu, kotimaisia polttoaineita oletettavasti käyttäviä laitoksia löytyi yhteensä 791. Varsinainen tutkimusaineisto päätettiin hankkia perusaineiston suuruudesta johtuen kirjekyselyllä. Vastaukset saatiin kahden karhuamisen jälkeen 455 laitokselta. Vastaukset jakautuivat seuraavasti:

- kotimaisten polttoaineiden käyttäjiä	249 kpl
- avustusta saaneita, mutta silti pelkästään tuontipolttoaineiden käyttäjiä	116 kpl
- ei energian tuotantoa	32 kpl
- toimintansa lopettaneita	30 kpl
- tyhjän lomakkeen palauttaneita	<u>28 kpl</u>
Yhteensä	455 kpl

Kyselyn kato oli yhteensä 327 kpl ja kokonaan tavoittamatta jäi yhteensä 9 vastaajaa. Jo tieto laitoksista, jotka eivät vastoin oletusta käyttäneet kotimaista polttoainetta tai eivät tuottaneet lainkaan energiaa, oli tutkimuksen ja rekisterin jatkokäytön kannalta oleellinen.

Vastausprosentti 58,5 % jäi melko alhaiseksi. Alue- ja kaukolämpölaitosten vastausprosentiksi saatiin kuitenkin 78,2 % luettaessa mukaan myös ne laitokset, jotka ilmoittivat käyttävänsä vain tuontipolttoaineita. Teollisuuden vastausprosentti oli 50,7 %.

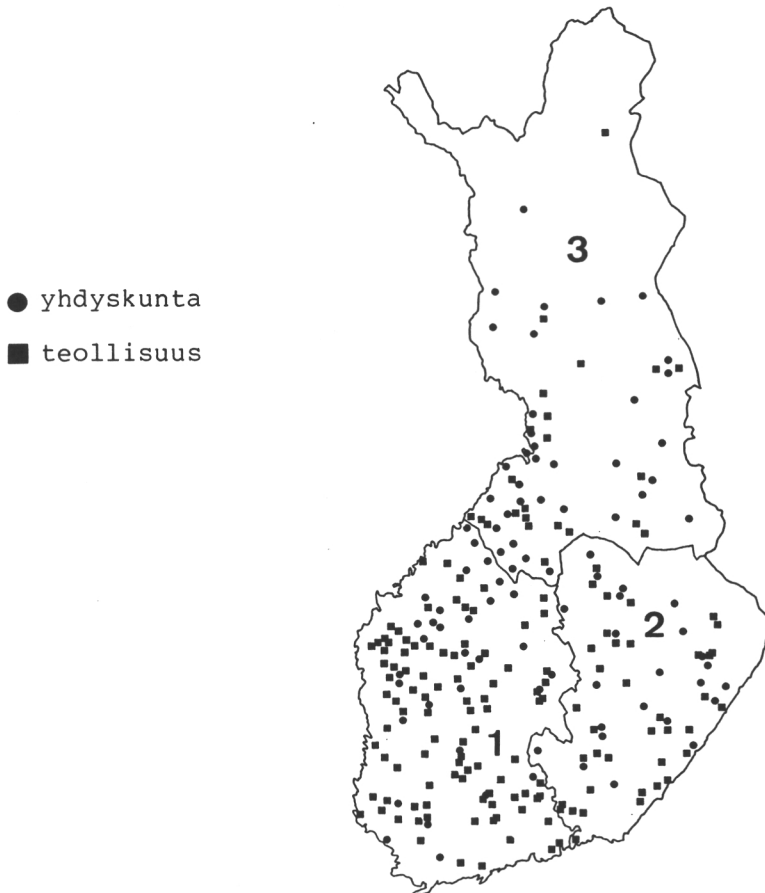
Alhainen vastausaktiivisuus johtunee siitä, että kiinnostus kotimaisten polttoaineiden käyttöön on vähentynyt tuontipolttoaineiden nykyisten edullisten hintojen takia. Lisäksi kotimaisia polttoaineita käyttävissä yrityksissä oli havaittavissa vastausväsymystä, koska ne ovat olleet viime aikoina varsin useiden tutkimusten ja selvitysten kohteina. Vastaushaluttomuuteen saattoi vaikuttaa myös kysymysten vaikeus ja lomakkeen (liite 1) pituus.

Varsinaiseen jatkokäsittelyyn otettiin 249 laitosta (kuva 2), jotka kaikki ilmoittivat käyttäneensä kotimaista polttoainetta vuonna 1986. Toimialoittain nämä laitokset jakautuivat seuraavasti: alue- ja kaukolämpölaitoksia 88 kpl (35 %), teollisuuslaitoksia 146 kpl (59%) sekä 15 kpl (6%) muuhun toimialaan kuuluvia yrityksiä kuten seurakuntia, säätiöitä jne. Alue- ja kaukolämpölaitokset muodostivat homogeenisimmän ryhmän, kun taas kaksi jälkimmäistä ryhmää olivat heterogeenisiä.

Teollisuuden heterogeenisuus johtui siitä, että ryhmässä olivat mukana kaikki teollisuuslaitokset toimialasta tai koosta riippumatta pienyrityksistä metsäteollisuusintegraateihin. Yksityiskohtaisempi luokittelu ei kuitenkaan ollut perusteltua, koska luokkien sisältämät havaintomäärät olisivat jääneet liian pieniksi.

Ryhmään muut kuuluvien vastauksia saatiin jatkokäsittelyyn ainoastaan 15, ja niistäkin osa oli puutteellisia. Tulokset esitettiin siksi ainoastaan koko kyselyaineiston yhteydessä.

Kotimaisten polttoaineiden käytön alueittaista tarkastelua varten maa jaettiin kolmeen osaan. Alueen 1 muodostivat Uudenmaan, Turun ja Porin, Hämeen, Keski-Suomen ja Vaasan läänit. Alueeseen 2 kuuluivat Kymen, Mikkelin, Kuopion ja Pohjois-Karjalan läänit. Oulun ja Lapin lääni muodostivat alueen 3 (ks. kuva 2). Tähän aluejakoon päädyttiin, koska ta-
vanomaisempi läänijako olisi ollut liian yksityiskohtainen eikä havaintoja olisi kertynyt tarpeeksi kaikista lääneistä.



Kuva 2. Postikyselyyn vastanneet yhdyskuntien energialaitokset ja teollisuuslaitokset.

Aineistoa käsiteltiin toimialoittain ja kokoluokittain sekä alueittain. Tulokset koskevat kyselyyn vastanneita kotimaisten polttoaineiden käyttäjiä ja ne on esitetty lähinnä keskiarvoina ja jakaumina.

Vertailuaineistona käytettiin teollisuustilaston perusaineistosta erikseen tätä tutkimusta varten laskettuja tietoja teollisuuden sekä sähkö-, kaasu- ja vesihuollon polttoaineiden käytöstä. Aineistoa on tarkemmin selvitetty kappaleessa 4.

22. Aineiston luotettavuus

Tutkimuksen perusjoukoksi määriteltiin kotimaisia polttoaineita energian tuotannossaan käyttävät teollisuuden ja yhdyskuntien laitokset. Kotimaisuusolettamus perustui tietoon siitä, että laitos oli joko käyttänyt kotimaisia polttoaineita tai sillä oli ollut kotimaisen polttoaineen käytön mahdollistavia investointisuunnitelmia. Koska laitoksista ei ollut saatavissa yhtenäistä rekisteriä, jouduttiin turvautumaan erilaisten lähdeaineistojen yhdistelyyn. Tästä johtuen oli vaarana, että osa laitoksista jää jo alunperin puuttuvien lähtötietojen takia rekisterin ulkopuolelle. Kyselytutkimuksen tulosten vertailua varten hankittiinkin tiedot teollisuustilaston polttoaineiden toimialoittaisesta ja lääneittäisestä käytöstä.

Kyselyn perusjoukko tiedettiin etukäteen varsin heterogeeniseksi laitosten koon, käytettyjen polttoaineiden jakauman ja energian tuotantotekniikan suhteen. Lähtökohtana oli oletamus, että perusjoukko ei kaikilta osiltaan vielä sisällä virallisen energiatilastoinnin piiriin, vaikka sitä kattavia rekistereitä olikin suunnitteilla.

Rekisteriin sisältyi alunperin 791 laitosta ja yritystä. Näistä 25 laitosta ei kuulunut teollisuuden tai yhdyskuntien ryhmään, mistä johtuen jatkossa keskitytään vain em. alkuperäisen perusjoukon 766 laitokseen. Kyselyyn vastanneista 430 perusjoukon laitoksesta 234 osoittautui kotimaisten polttoai-

neiden käyttäjiksi. Kyselylomakkeita jäi kahdesta karhuamimasta huolimatta palauttamatta 327 kappaletta. Teollisuudessa vastausprosentti oli kaikilla alueilla pienempi kuin yhdyskunnissa ja kato oli kokonaisuudessaan suurin alueella 1 (taulukko 1).

Taulukko 1. Teollisuuden ja yhdyskuntien vastausprosentit postikyselyssä alueittain.

	Alue 1		Alue 2		Alue 3		Koko maa	
	%	n	%	n	%	n	%	n
Teollisuus	51,1	421	55,5	110	42,9	84	50,7	615
Yhdyskunnat	73,3	60	77,3	44	85,1	47	78,2	151
Yhteensä	53,9	481	61,7	154	58,0	131	56,1	766

Kyselyaineiston harhaisuuden selvittämiseksi tutkittiin, miten vastaamatta jättäneet poikkesivat vastanneista tutkimuksen tulosten kannalta keskeisissä kohdissa. Kato jäi kaiken kaikkiaan suureksi tulosten luotettavuuden ja yleistettävyyden kannalta ja siten kyselyn avulla onnistuttiin vain tyydyttävästi tavoittamaan suunniteltu perusjoukko. Etenkin teollisuuden ja alueen 1 tuloksiin on kadon suuruudesta ja valikoituneisuudesta johtuen suhtauduttava varauksella.

Kadon tutkimista varten poimittiin yhteensä 30 laitoksen satunnaisotos eri alueilta teollisuudesta ja yhdyskunnista. Vastaamatta jättäneistä tiedettiin etukäteen nimen lisäksi osoite, toimiala ja se, että ne olivat aikaisemmin käyttäneet kotimaisia polttoaineita tai niillä oli ollut kotimaisten polttoaineiden käytön mahdollistavia investointisuunnitelmia. Katotapaukset selvitettiin puhelimitse.

Vastaamatta jättäneistä teollisuuslaitoksista noin kaksi kolmasosaa ilmoitti käyttäneensä kotimaisia polttoaineita vuonna 1986. Yhdyskunnista vastaava osuus oli lähes 90 % tutkituista katotapauksista. Katoa voidaan pitää siten valikoituneena kotimaisten polttoaineiden käyttäjien suuntaan, sillä kotimaisten polttoaineiden käyttäjät olivat suhteelli-

sesti yleisempiä katotapausten joukossa kuin kyselyyn vastanneissa. Määrien tai muiden laskemista edellyttävien tietojen tarkka selvittäminen olisi edellyttänyt henkilökohtaisin haastatteluin tehtyä kadon tutkimista, mihin ei kuitenkaan ollut resursseja.

Alueella 1 kotimaisten polttoaineiden käyttö oli yhtä yleistä kyselyyn vastanneiden ja katotapausten joukossa. Sen sijaan kahdella muulla alueella lähes kaikki tutkitut katotapaukset olivat kotimaisten polttoaineiden käyttäjiä.

Kadon voidaan siis arvioida merkittävästi vaikuttaneen postikyselyn kotimaisten polttoaineiden käytön kokonaismääriin ja niistä johdettavissa oleviin suureisiin. Katotapausten tietojen niukkuudesta ja kadon suuruudesta sekä valikoituneisuudesta johtuen ei ollut edellytyksiä myöskään laatia koko rekisteriä koskevia luotettavia estimaatteja. Postikyselyn tulokset koskevatkin siten pelkästään kyselyyn vastanneita kotimaisia polttoaineita vuonna 1986 käyttäneitä laitoksia. Kadon merkitystä arvioitaessa on otettava huomioon myös aineistoon sisältyvien laitosten kokojakauman vinous. Näiden seikkojen vaikutus on helposti todettavissa vertailtaessa teollisuustilaston ja kyselytutkimuksen polttoainelukuja keskenään.

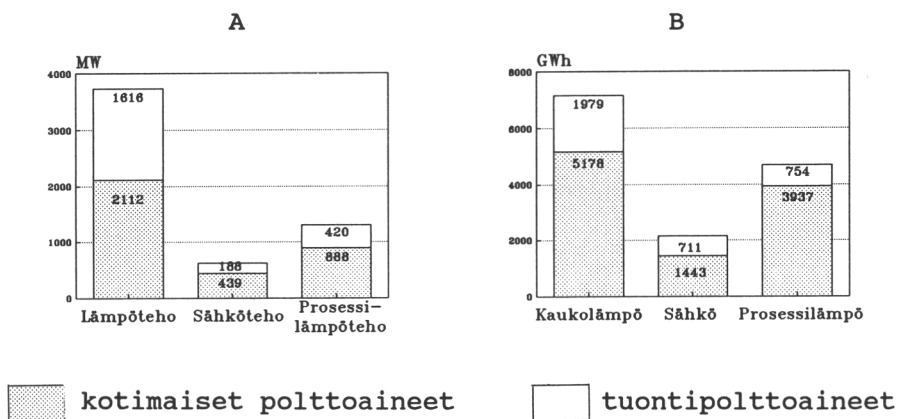
Kattavimman kuvan ja luotettavimmat tulokset kyselytutkimus antoikin yhdyskuntien alue- ja kaukolämmön tuotannon pienistä ja keskisuurista yksiköistä, mikä oli eräs keskeisiä työn tavoitteita. Tämä energiasektori on aiemmissa tutkimuksissa osoittautunut vaikeasti tavoitettavaksi ja varsin epäyhtenäiseksi. Postikyselyssä kuitenkin tämän ryhmän vastaukset osoittautuivat huolellisesti täytetyiksi ja vastausten vertailukelpoisuus hyväksi, mikä etenkin polttoaineiden käyttömäärien ja hintojen osalta tuotti aiempaa kattavampaa tietoa. Tältä osin tutkimuksen avulla pystyttiin hankkimaan varsin peittävästi tietoa tästä joukosta, jossa kotimaisten polttoaineiden käyttö on ehkä voimakkaammassa käymistilassa kuin millään muulla keskeisellä energian tuotannon alalla.

3. TULOKSET

31. Laitosten teho ja tuotettu energia

Kotimaisilla polttoaineilla tuotettiin 72% kaukolämmöstä, 67% sähköstä ja 84% muusta energiasta eli lähinnä prosessilämmöstä postikyselyyn vastanneissa laitoksissa (kuva 3). Toimialoittain lämpötehot olivat taulukon 2 mukaiset.

Seitsemällä alue- tai kaukolämpölaitoksella oli lämpötehon lisäksi myös sähkötehoa ja yhdellä laitoksella prosessilämpötehoa. Kotimaisia polttoaineita käyttävää sähkötehoa alue- ja kaukolämpölaitoksilla oli yhteensä 260 MW ja prosessiläm-



Kuva 3. Postikyselyyn vastanneiden laitosten kapasiteetti (A) ja niiden tuottama energia (B) v. 1986.

Taulukko 2. Postikyselyyn vastanneiden laitosten lämpötehot, MW.

	Lämpöteho, MW			Kpa-lämpöteho, MW		
	Yht.	keski-arvo	medi-aani	Yht.	keski-arvo	medi-aani
Alue- ja kaukolämpölaitokset	1958	23	6,4	1009	12	3,5
Teollisuus	1719	15	1	1066	9	1

pötehoa 2 MW. Teollisuudessa oli kotimaisia polttoaineita käyttävää sähkötehoa 179 MW ja prosessilämpötehoa 869 MW. Ilmoitetun kokonaislämpötehon mukaan luokiteltuna laitosten kokojakauma oli seuraava:

Laitoksen kokoluokka, MW	Alue- ja kaukolämpö- laitokset, kpl	Teollisuus- laitokset, kpl
alle 1	8	43
1 - 2,99	13	27
3 - 4,99	12	11
5 - 9,99	16	11
10 - 14,99	10	7
15 - 29,99	10	9
30 - 49,99	7	4
yli 49,99	<u>9</u>	<u>10</u>
Yhteensä	85	122

Teollisuudessa oli kotimaisia polttoaineita käyttävää sähkötehoa 22 laitoksella ja prosessilämpötehoa 26 laitoksella, mikä muuttaisi kokojakaumaa, elleivät tehot olisi usein päällekkäisiä ja ne olisivat toisistaan eroteltavissa.

Alue- ja kaukolämpölaitokset tuottivat kaikesta kyselyn kaukolämmöstä 78 % eli 5607 GWh, josta kotimaisilla polttoaineilla tuotettiin yhteensä 4000 GWh. Laitosta kohti tämä oli keskimäärin 57 GWh. Teollisuus tuotti kotimaisilla polttoaineilla yhteensä 1107 GWh kaukolämpöä, 339 GWh sähköä ja 3870 GWh prosessilämpöä.

Huipunkäyttöaika on lämmöntuotannon tehokkuuden mittari (kapasiteetin käyttöaste). Se on vuosittain tuotetun energian ja kunkin laitoksen nimellistehon suhde. Kirjekyselyllä ei huipunkäyttöaikaa selvitetty suoraan, mutta se saatiin laskemalla sekä kaukolämmön kokonaistehon ja yhteensä tuotetun kaukolämmön suhteena että kotimaisen kaukolämpötehon ja kotimaisilla polttoaineilla tuotetun kaukolämmön suhteena. Keskimääräiseksi huipunkäyttöajaksi kaikilla polttoaineilla saatiin 2330 h/a ja kotimaisilla polttoaineilla 3280 h/a (taulukko 3). Vaihtelu molemmissa oli suuri.

Taulukko 3. Keskimääräiset huipunkäyttöajat kyselyyn vastanneissa laitoksissa toimialoittain v. 1986.

	Huipunkäyttöaika h/a					
	kaikki polttoaineet			kotimaiset polttoaineet		
	min	maks		min	maks	
Alue- ja kauko- lämpölaitokset	2243	848	6120	3277	800	7250
Teollisuus	2546	953	7867	3290	1967	7867
Yhteensä	2330	848	7867	3280	800	7867
n	98			94		

Taulukko on laskettu sekä tehon että tuotetun energian määrän ilmoittaneista laitoksista, mistä johtuen huipunkäyttöajat eivät vastaa tekstissä esitettyjä tehoja ja energian tuotannon määrää. Laitoksen kokonaistehoon perustuvaa huipunkäyttöaikaa ei voitu selvittää, koska tehot olivat useissa tapauksissa päällekkäisiä.

Vuosihyötysuhteella tarkoitetaan tuotetun energian suhdetta sen aikaansaamiseksi käytettyyn energiaan. Kyselyssä selvitettyt laitosten vuosihyötysuhteet polttoaineittain eivät oleellisesti poikenneet muista vastaavista tutkimustuloksista. Nyt saadut vuosihyötysuhteet ovat tosin hieman korkeampia, mikä johtunee tekniikan parantumisesta ja käyttöhäiriöiden vähenemisestä sekä käyttökokemuksen lisääntymisestä. Vuosihyötysuhteet polttoaineittain olivat kyselyynvastanneissa laitoksissa seuraavat:

Polttoaine	Vuosi- hyötysuhde	n
Jyrsinturve	83	25
Palaturve	78	29
Puu	75	76
Muu polttoaine	78	64

Vuosihyötysuhteet vaihtelivat kuitenkin laitoksittain huomattavasti. Jyrsinturpeen palaturvetta ja puuta korkeampi vuosihyötysuhde selittyy lähinnä laitosten kokoeroilla.

32. Polttoaineiden käyttö

Polttoaineina postikyselyyn vastanneissa laitoksissa käytettiin jyrsinturvetta, palaturvetta, metsähaketta, kuorta, purua, muuta puuta, jäteliemiä, talteen otettuja savukaasuja yms. sekä raskasta polttoöljyä, kevyttä polttoöljyä, hiiltä ja maakaasua. Laitokset käyttivät polttoaineita yhteensä 14 067 GWh, josta kotimaisten polttoaineiden osuus oli noin kolme neljänestä.

Alue- ja kaukolämpölaitokset olivat teollisuutta suurempi polttoaineiden käyttäjä kyselyyn vastanneiden osalta. Toimialoittain eri tuontipolttoaineiden käyttö jakaantui likimain samanlaisiin suhteellisiin osuuksiin kuin kokonaiskäyttö. Alue- ja kaukolämpölaitosten tuottamasta energiasta 74 % tuotettiin kotimaisilla polttoaineilla. Teollisuudessa vastanneiden vastaava kotimaisuusaste oli 78 %. Kaikista polttoaineista sekä alue- ja kaukolämpölaitokset että teollisuus käyttivät eniten jyrsinturvetta. Sen osuus oli lämpölaitok-

Taulukko 4. Polttoaineiden käyttö kyselyyn vastanneissa alue- ja kaukolämpölaitoksissa sekä teollisuuslaitoksissa 1986.

Käyttö v.1986, GWh		
Polttaine	Alue- ja kauko- lämpölaitokset	Teollisuus
Jyrsinturve	4 379	1 939
Palaturve	463	116
Metsähake	304	216
Kuori	134	995
Puru	35	264
Muu puu	130	151
Muut	188	1 344
Kotimaiset polttoaineet yht.	5 633	5 025
Raskas polttoöljy	1 604	1 039
Kevyt polttoöljy	55	49
Hiili	167	110
Maakaasu	147	173
Tuontipolttoaineet yht.	1 973	1 371
Kaikki yhteensä	7 606	6 396

silla yli puolet ja teollisuudessa lähes kolmannes kaikesta käytetystä polttoaineesta. Metsähakkeen ja palaturpeen käyttö oli alue- ja kaukolämpölaitoksissa yleisempää kuin teollisuudessa, missä puolestaan puujätteen käyttö oli selvästi suurempi kuin alue- ja kaukolämpölaitoksissa (taulukko 4).

Ryhmä muu puu sisältää halot, jätelastulevyn, kutterilastun ja muun jätetuun. Vastajat ilmoittivat muun puun käyttömäärän poikkeuksetta tilavuusyksikköinä. Kokonaismääräksi tuli 344 650 m³. Koska tuloksiin pyrittiin saamaan polttoainelajit mahdollisimman kattavina ja ainakin suuruusluokaltaan vertailukelpoisina, muunnettiin muu puu kuitenkin GWh:eiksi teollisuustilastossa käytetyllä teollisuuden jätetuun muuntokertoimella 0,55.

Jäteliettä ilmoitettiin käytetyn vain kolmessa laitoksessa yhteensä 1 303 GWh. Muita kotimaisia polttoaineita kuten viljanseulontajätettä, savukaasuja, ongelmajätteitä ja kuitujätteitä käytettiin 22 laitoksessa yhteensä 228 GWh.

Teollisuuden käyttämistä polttoainemääristä metsäteollisuuden (teollisuustilaston toimialat 33 ja 34) osuus oli yli puolet ja kotimaisista polttoaineista runsas kaksi kolmannesta. Kyselyyn vastannut metsäteollisuus käytti tärkeimpiä kotimaisia polttoaineita vuonna 1986 seuraavasti:

- jyrsinturve	1 012	GWh
- palaturve	3	"
- metsähake	204	"
- kuori	584	"
- puru	141	"
- muu puu	151	"
- jäteliemet	1 303	"

Kotimaiseksi pääpolttoaineeksi tulkittiin se polttoaine, jota kukin vastaaja oli käyttänyt vuonna 1986 kotimaisista polttoaineista eniten. Käyttömäärä mitattiin poltettuina MWh:eina.

Pääpolttoainejakauma oli seuraava:

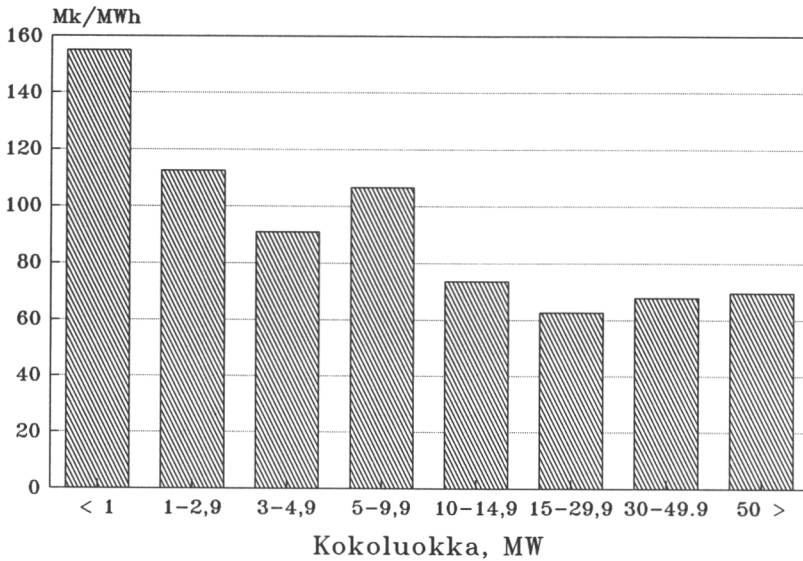
Kotimainen pääpolttoaine	Yritysten lukumäärä
Hake	54
Kuori	53
Puru	40
Palaturve	30
Jyrsinturve	21
Jäteliemi	2
Muu	<u>9</u>
Yhteensä	209

Edellisistä 35 laitoksessa oli tuontipolttoaineen osuus vuonna 1986 kuitenkin yli 50 % käytetystä kokonaispolttoainemäärästä. Kotimainen pääpolttoaine näin tulkittuna jäi puutteellisten vastausten vuoksi selvittämättä 40 laitoksesta.

33. Polttoaineiden hinnat

Kotimaiset polttoaineet eivät kuulu yhtenäisen hinnoittelun piiriin ja markkinat ovat luonteeltaan paikallisia. Lisäksi teollisuuden käyttämistä puupolttoaineista suuri osa saadaan oman tuotannon jätteinä ja näiltä polttoaineilta puuttuu markkinaluonne. Kotimaisten polttoaineiden hinnat alue- tai kaukolämpölaitokselle toimitettuna vaihtelivat tässäkin tutkimuksessa suuresti. Kuitenkin kotimaisten polttoaineiden hinta oli suurimmissa laitostokoluokissa keskihintaa alhaisempi. Hakkeen hinta alue- tai kaukolämpölaitokselle toimitettuna aleni selvästi laitokseen kasvaessa (kuva 4).

Toisin kuin alue- ja kaukolämpölaitoksilla eri polttoaineiden keskihinnat eivät teollisuuden toimialaryhmässä vaihdelleet kovinkaan suuresti (taulukko 5). Sekä toimialoittaisessa että kokonaistarkastelussa keskimäärin kalleimmaksi polttoaineeksi osoittautui hake ja halvimmaksi jyrsinturve. Laitoksittain kuitenkin myös tässä ryhmässä ilmeni suurta vaihtelua.



Kuva 4. Hakkeen hinta alue- tai kaukolämpölaitokselle toimitettuna laitoskokoluokittain v. 1986.

Alue- ja kaukolämpölaitosten käyttämän metsähakkeen hinta oli lähes kaksinkertainen teollisuuden maksamaan hintaan verrattuna. Ero johtunee siitä, että alue- ja kaukolämpölaitoksilla käytettiin kalliimpia hakelajeja kuten ranka- ja kokopuu-haketta enemmän kuin teollisuudessa. Hakelajeja ei kuitenkaan pystytty vastausten perusteella erittelemään käytetyn raaka-aineen tai valmistusmenetelmän mukaisesti. Myös palaturpeen hinta oli alue- ja kaukolämpölaitoksilla korkeampi kuin teollisuudessa. Vastausten puutteellisuuksista johtuen polttoaineiden hintaeroja ja hinnoittelukäytäntöä ei pystytty erittelemään tarkemmin.

Taulukko 5. Kotimaisten polttoaineiden keskimääräinen hinta alue- ja kaukolämpölaitosten ja teollisuuden energiantuotannossa 1986, mk/MWh (kyselyyn vastanneet).

Polttoaine	Alue- ja kaukolämpölaitokset mk/MWh	Teollisuus mk/MWh
Jyrsinturve	40,90	42,15
Palaturve	52,25	45,60
Metsähake	98,15	45,90
Kuori	41,50	44,60
Puru	42,00	42,65

Markkinoilla vaihdettujen kotimaisten polttoaineiden arvoksi saatiin runsaat 400 miljoonaa markkaa, kun sitä arvioitiin kyselyyn vastanneiden alue- ja kaukolämpölaitosten sekä teollisuuden keskimääräisten hintojen avulla.

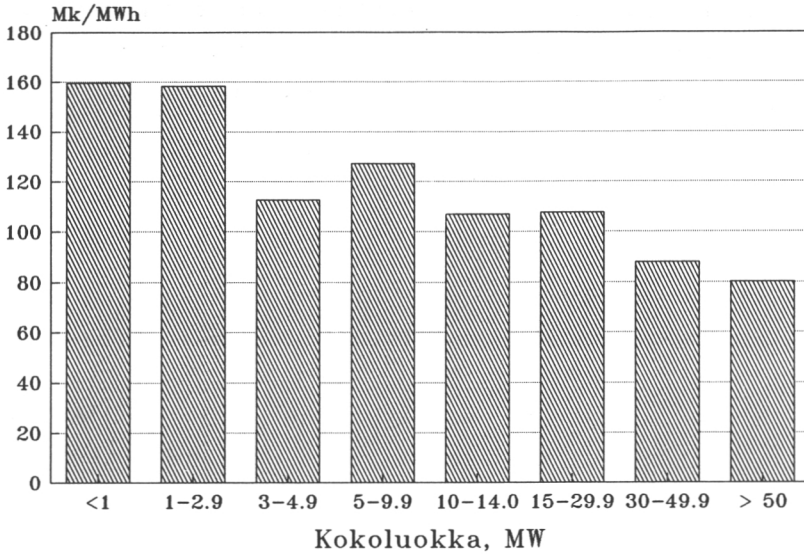
34. Energian tuotannon kustannukset

Energian tuotantokustannusten rakennetta selvitettiin toimialoittain ja kokoluokittain. Tarkasteluun sisältyivät vain energian tuotannon juoksevat kustannukset, sillä kiinteiden kustannusten yhdenmukainen selvittäminen ja kohdistaminen osoittautui vaikeaksi ongelmaksi jo lomakkeen testauksen yhteydessä laitoksilla. Tutkimuksessa oltiin myös kiinnostuneita energian tuotannon muuttuvista kustannuksista päätöksentekotilanteessa, jossa tehdyt energiainvestoinnit mahdollistavat vaihtoehtoisten polttoaineiden käytön. Tällöin muuttuvien kustannusten merkitys polttoaineen valintakriteerinä korostuu ja näiden kustannusten keskeisin osatekijä on polttoaineen energiahinta.

Energiantuotannon juoksevat kustannukset vaihtelivat sekä toimialoittain että toimialojen sisällä. Keskimääräiset energiantuotannon juoksevat yksikkökustannukset toimialoit-
tain olivat seuraavat:

Toimiala	Kustannukset, mk/MWh		
	keskim.	min	max
Alue- ja kaukolämpölaitokset	116	65	219
Teollisuus	80	18	257

Alue- ja kaukolämpölaitosten juoksevat yksikkökustannukset olivat selvästi teollisuuden vastaavia kustannuksia korkeammat. Juoksevien yksikkökustannusten vaihtelu oli molemmilla päätoimialoilla suuri. Yhteenlasketut energiantuotannon ja jakelun juoksevat yksikkökustannukset olivat alue- ja kaukolämpölaitoksilla keskimäärin 141 mk/MWh. Myös tässä vaihtelu oli suuri minimin ollessa 70 mk/MWh ja maksimin 241 mk/MWh. Lämmön keskimääräinen myyntihinta oli 184 mk/MWh.



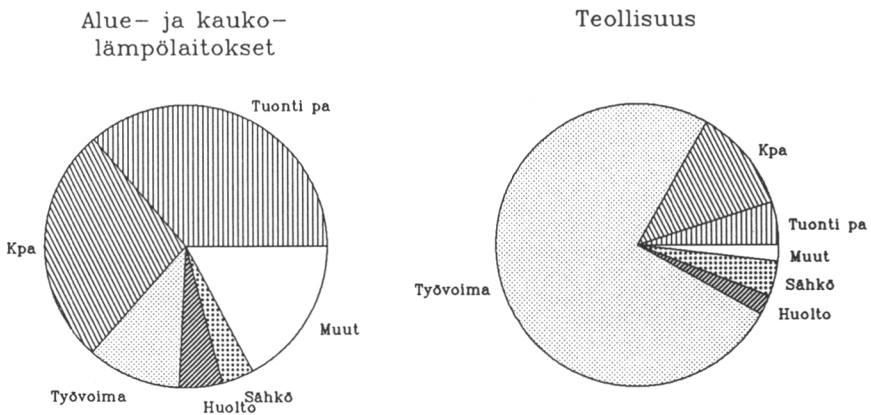
Kuva 5. Energiantuotannon keskimääräiset juoksevat yksikkökustannukset alue- ja kaukolämpölaitoksilla laitoskokuksittain v. 1986.

Energiantuotannon juoksevat yksikkökustannukset laskivat alue- ja kaukolämpölaitoksilla yksikkökoon kasvaessa. Suurimassa kokoluokassa, yli 50 MW:n laitoksissa ne olivat keskimäärin 80 mk/MWh (kuva 5).

Teollisuudessa energiantuotannon keskimääräisiksi yksikkökustannuksiksi ilman pääomakustannuksia saatiin 80 mk/MWh. Energiantuotannon ja jakelun yhteenlasketut juoksevat yksikkökustannukset olivat keskimäärin 157 mk/MWh. Kustannukset vaihtelivat 60 mk:sta 366 mk:aan MWh:lta.

Kontrolliksi laskettiin energiantuotannon juoksevat yksikkökustannukset molemmilla päätoimialoilla myös ilmoitettujen vuotuisten kustannusten ja tuotetun energian perusteella, jolloin keskimääräisiksi yksikkökustannuksiksi saatiin alue- ja kaukolämpölaitoksilla 86 mk/MWh ja teollisuudessa 64 mk/MWh. Molempien ryhmien osalta poikkeamat niiden itse ilmoittamiin kustannuksiin olivat samansuuntaisia ja varsin suuria. Poikkeamat johtuvat sekä tuotantokustannusten laskentatavassa esiintyvistä eroista että siitä, että kummassakin laskennassa oli mukana hieman eri laitoksia.

Oletusten vastaisesti energiantuotannon yksikkökustannusten aleneminen ei ollut selvää teollisuudessa yksikkökoon kasvaessa, vaan vaihteli suuresti kokoluokasta toiseen. Tämä koski sekä ilmoitettuja että laskettuja juoksevia yksikkökustannuksia. Syynä lienee ainakin se, että kokoluokittainen havaintojen lukumäärä jäi osin pieneksi samoin kuin se, että toimialaan luetut laitokset poikkesivat niin suuresti toisistaan. Teollisuudessa käytetyt energian tuotantotekniikat ja tuotettavat energialajit eivät ole niin yhdenmukaiset kuin alue- ja kaukolämpölaitoksissa. Kustannusten kohdistamiserot olivat myös vaikuttava tekijä. Energiantuotannon kustannusrakenne vaihteli suuresti toimialoittain. Alue- ja kaukolämpölaitosten muuttuvista kustannuksista (ilman jakelun kustannuksia) noin kaksi kolmannesta oli polttoainekustannuksia, mistä tuontipolttoaineiden osuus oli kotimaisten polttoaineiden osuutta suurempi. Teollisuuden suurin yksittäinen kustannuserä olivat työvoimakustannukset noin kolme neljännestä. Niiden suuri osuus teollisuudessa johtunee kustannusten kohdistamistavasta ja omasta tuotannosta saatavan polttoaineen hinnoittelusta. Eri kustannusten osuudet alue- ja kaukolämpölaitoksissa, teollisuudessa ja ryhmässä muut on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Energiantuotannon kustannusrakenne eri toimialoilla (kyselyyn vastanneet).

35. Kotimaisten polttoaineiden käyttö alueittain

Kokonaistehosta 47 % oli alueella 1 eli Uudenmaan, Turun ja Porin, Hämeen, Keski-Suomen ja Vaasan lääneissä. Eteläisessä Suomessa eli alueilla 1 ja 2 oli kokonaistehosta yhteensä 82 %. Vastaavat kotimaisten polttoaineiden tehoosuudet ovat 40 % ja 82 %. Myös lukumääräisesti kotimaisia polttoaineita käytäviä laitoksia löytyi alueelta 1 eniten eli noin puolet aineistosta. Toinen puoli jakautui tasaisesti kahden muun alueen kesken.

Lämpöteho muodosti suurimman osan energian tuotantokapasiteetista kaikilla alueilla sekä kokonaisteholla että kotimaisten polttoaineiden käyttöön soveltuvalla teholla mitattuna. Sähkö- ja/tai prosessilämpötehoa oli noin 15 %:lla vastanneista. Keskitehot nousivat varsin korkeiksi kaikilla alueilla (taulukko 6). Osaltaan tähän vaikuttivat ainakin aineistoon sisältyneet lämpövoimalat ja teollisuuden suuret yksiköt.

Taulukko 6. Keskimääräiset tehot alueittain (kyselyyn vastanneet).

	Lämpöteho		Sähköteho		Prosessilämpöteho	
	Yht.	Kpa	Yht.	Kpa	Yht.	Kpa
Alue 1	16,4	8,2	24,1	16,0	50,1	33,9
Alue 2	24,2	15,8	20,8	17,8	40,1	27,1
Alue 3	12,1	6,6	19,0	18,0	25,0	19,0

Kotimaisilla polttoaineilla tuotettiin alueella 1 vuonna 1986 2197 GWh kaukolämpöä, mikä oli 42 % kaikesta kotimaisilla polttoaineilla tuotetusta kaukolämmöstä, ja 2556 GWh prosessilämpöä, mikä vastasi 65 %:a kpa-prosessilämmöntuotannon kokonaismäärästä. Alueella 2 tuotettiin kotimaisilla polttoaineilla 1543 GWh kaukolämpöä ja 1325 GWh prosessilämpöä. Kaikesta kotimaisilla polttoaineilla tuotetusta kaukolämmöstä tämä oli 64 % ja prosessilämmöstä 33 %. Alueella 3 kaukolämpöä tuotettiin kotimaisilla polttoaineilla 1437 GWh, mikä oli 28 % kaikesta saman alueen kaukolämmöntuotannosta. Prosessilämpöä Pohjois-Suomessa tuotettiin vain 64 GWh. Kaukolämmöntuotannon kotimaisuusaste oli korkein 82 % alueella 2 ja

alhaisin eli 66 % alueella 3. Prosessilämpöä tuotettiin kotimaisilla polttoaineilla suhteellisesti eniten eli 98 % alueella 1. Alueilla 2 ja 3 vastaavat osuudet olivat 65 % ja 89 %.

Eniten kotimaisia polttoaineita käytettiin alueella 1 (taulukko 7). Lähes puolet turpeesta, hakkeesta, kuoresta ja purusta käytettiin tällä alueella. Alueen 2 osuus käytöstä oli reilu kolmannes ja alueen 3 15 %. Mainituista polttoaineista jyrsinturvetta käytettiin kaikilla alueilla eniten. Pohjois-Suomessa sen osuus oli noin puolet ja muilla alueilla 70 - 80 % tärkeimpien kotimaisten polttoaineiden käytöstä. Puupolttoaineista metsähaketta käytettiin eniten Pohjois-Suomessa, missä siitä myös maksettiin korkein hinta (taulukko 8). Kuoren ja purun käyttö oli laajinta Etelä-Suomessa.

Taulukko 7. Kotimaisten polttoaineiden käyttömäärät vuonna 1986 alueittain, GWh.

Polttoaine	Alue 1		Alue 2		Alue 3		Yhteensä	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Jyrsinturve	3 067	71	2 594	81	656	49	6 318	71
Palaturve	173	4	168	5	239	18	580	7
Metsähake	199	5	148	5	223	17	570	6
Kuori	694	16	256	8	179	13	1 130	13
Puru	217	5	40	1	41	3	299	3
Kaikki yht.	4 350	100	3 206	100	1 338	100	8 894	100

Taulukko 8. Kotimaisten polttoaineiden keskihinnat alueittain v. 1986, mk/MWh (kyselyyn vastanneet).

Polttoaine	Alue 1 mk/MWh	Alue 2 mk/MWh	Alue 3 mk/MWh
Jyrsinturve	42,60	42,10	40,00
Palaturve	57,10	52,00	47,50
Metsähake	84,80	92,50	95,30
Kuori	46,30	43,70	37,20
Puru	41,70	50,30	32,20

36. Polttoaineiden käytön muutosmahdollisuudet

Postikyselyllä pyrittiin selvittämään myös eri polttoaineiden teknistä käyttöpotentiaalia olemassaolevan laitospotentiaalin osalta. Polttoaineiden teknisellä käyttömahdollisuudella ymmärretään siis kunkin polttoaineen korkeinta mahdollista käyttömäärää ilman lisäinvestointeja laitoksissa. Tarkastelu tehtiin polttoainekohtaisesti. Yhteenlaskettu polttoainemäärä voi tällöin laitoksessa olla moninkertainen nykyisin käytettyihin määriin verrattuna, sillä mainittuja eri polttoaineiden käytön lisäyksiä ei voida toteuttaa samanaikaisesti.

Kaikkien tarkasteltujen polttoaineiden käyttöä voitaisiin tuntuvasti lisätä laitosten olemassaolevan energiateknologian puolesta. Tuontipolttoaineiden monipuolisuutta käytön kannalta osoittaa se seikka, että sekä absoluuttisina määrinä että suhteellisesti niiden käyttöpotentiaali oli suurin. Eri polttoaineiden korkeat käyttöpotentiaalit suhteessa vuoden 1986 käyttöön osoittavat myös, että polttoaineet ovat osittain korvattavissa toisillaan, mikä korostaa polttoaineiden hintasuhteiden merkitystä polttoainevalinnoissa. Kotimaisten polttoaineiden tekniset käyttömahdollisuudet ja vuoden 1986 toteutuneet käyttömäärät olivat taulukon 9 mukaan seuraavat:

Taulukko 9. Postikyselyyn vastanneiden laitosten polttoaineiden käyttö 1986, lisäysmahdollisuus ja käyttöpotentiaali, GWh/a.

Polttoaine	Käyttö 1986	Potentiaali	Lisäysmahdollisuus %
	GWh		
Raskas polttoöljy	2 685	13 834	+ 415
Kevyt polttoöljy	113	9 430	+ 8 245
Hiili	310	6 633	+ 2 040
Maakaasu	312	3 779	+ 1 111
Jyrsinturve	6 318	7 964	+ 26
Palaturve	580	2 036	+ 251
Hake	570	4 165	+ 631
Kuori	1 130	2 431	+ 115
Puru	299	1 783	+ 496
Muu puu	281	1 448	+ 415

Vastanneet laitokset voisivat energian tuotantotekniikkansa puolesta kaksinkertaistaa kotimaisten polttoaineiden käytön. Metsähakkeen käyttö olisi teknisesti mahdollista lisätä noin seitsenkertaiseksi vuoden 1986 käyttöön verrattuna. Metsähakkeen ja palaturpeen käyttöpotentiaalien selvät erot osoittavat myös, että ne eivät ole keskenään täysin vaihtoehtoisia nykyisessä energian tuotannossa. Jyrsinturpeen, palaturpeen, kuoren ja purun lisäysmahdollisuudet olivat samaa suuruusluokkaa keskenään, mutta kunkin osalta vain noin puolet metsähakkeen potentiaalista. Molemmilla toimialoilla oli huomattavat mahdollisuudet lisätä kotimaisten polttoaineiden käyttöä (taulukko 10).

Lämpölaitosten osuus kaikkien polttoaineiden käyttöpotentiaalista oli kaksi kolmasosaa eli hieman suurempi kuin polttoaineiden käyttö tällä sektorilla. Vastaavasti teollisuuden osuus potentiaalista oli hieman vuoden 1986 käyttöosuuttaan pienempi. Polttoaineittain tilanne eroaa tärkeimmillä energiasektoreilla verrattaessa lisäysmahdollisuutta vuoden 1986 käyttömääriin. Lämpölaitoksissa jyrsinturpeen käyttöä oli mahdollista teknisesti lisätä runsaalla kolmanneksella, sen sijaan palaturpeen, hakkeen ja kuoren osalta tekninen potentiaali oli 2 - 10 -kertainen näiden polttoaineiden 1986 käyttöön nähden. Teollisuudessa suurin lisäys oli teknisesti mahdollista hakkeen ja palaturpeen kohdalla. Jyrsinturpeen ja kuoren lisäämiseen ei juuri nähty mahdollisuuksia vastanneissa teollisuuslaitoksissa.

Taulukko 10. Tärkeimpien kotimaisten polttoaineiden käytön lisäysmahdollisuudet postikyselyyn vastanneilla lämpölaitoksilla ja teollisuudessa, GWh/a.

Polttoaine	Lämpölaitokset Lisäysmahdollisuus, GWh/a	Teollisuus
Jyrsinturve	1 514	131
Palaturve	571	883
Metsähake	1 527	2 068
Kuori	1 276	26
Puru	224	1 260
Muu puu	-	1 167

4. TEOLLISUUSTILASTON POLTTOAINEET

Teollisuustilaston päätoimialat 3 (teollisuus) ja 4 (sähkökaasu- ja vesihuolto) sisältävät yhdessä määritelmällisesti saman perusjoukon kuin suunniteltu rekisteri. Rekisterillä oli tarkoitus saavuttaa sama kattavuus kuin teollisuustilastossa, mutta postikysely oli sisällöltään monipuolisempi kuin teollisuustilasto. Postikyselyn tulosten vertailua ja tämän vuosikymmenen alkupuolen polttoaineiden käytön muutoksen kuvaamista varten hankittiin tiedot em. toimialojen polttoaineiden käytöstä teollisuustilastosta vuosina 1980 ja 1986. Vertailuvuosien valinnalla pyrittiin valottamaan tämän vuosikymmenen alkupuolen kotimaisten polttoaineiden käytön lisäämiseksi teollisuudessa ja yhdyskunnissa tehtyjen investointien vaikutusta. Päätelmien teossa on syytä kuitenkin muistaa taloudellisten suhdanteiden ja energian käytön välinen riippuvuus. Vuonna 1980 oli bkt:n kasvu lähes 6 % ja vuonna 1986 2 %.

Teollisuustilaston polttoainetiedot saatiin tilastokeskuksen keräämästä ja laskemasta kokonaisaineistosta, joka tämän tutkimuksen tarkoituksia varten eriteltiin toimialoittain, polttoaineittain ja alueittain. Teollisuustilaston aineiston keruuta, käytettyjä luokitteluja, tilaston luotettavuutta ja kattavuutta on selostettu tarkemmin esim. julkaisussa Teollisuustilasto 1980, osa 1. Määritelmällisesti teollisuustilastoon sisältyvät kaikki kyselyn toimialojen toimipaikat, joilla on henkilökuntaa vähintään viisi henkeä. Myös henkilömäärältään tätä pienemmät toimipaikat sisältyvät tilastoon käyttövoimamäärän perusteella. Tällöin on katsottu noin 5 kW vastaavan yhtä työntekijää.

Polttoaineiden kokonaiskäyttö oli vuonna 1986 teollisuustilaston mukaan vain 2,5 % korkeampi kuin vuosikymmenen alussa em. kahdella päätoimialalla (taulukko 11). Muutokset tärkeimpien polttoaineiden käytössä olivat kuitenkin tuntuvia. Öljyn käyttö laski tasaisesti ollen jakson lopulla lähes 40 % alempi kuin vuosikymmenen alussa. Myös hiilen käyttö oli

lähes viidenneksen alempi kuin jakson alussa, mutta hiilen käytölle on tyypillistä suuret vuotuiset muutokset. Turpeen käyttö kasvoi vuosikymmenen alkuun verrattuna yli kaksinkertaiseksi ollen samaa suuruusluokkaa kuin maakaasun käyttö vuosikymmenen puolivälissä. Turpeen käytöstä yli 80 % oli edelleen jysinturvetta vaikka palaturpeen käyttö olikin ollut jaksolla erittäin nopeaa sekä teollisuudessa että yhdyskunnissa. Puun käyttö polttoaineena kasvoi edellisiä vähemmän, mutta kuitenkin polttoaineiden kokonaiskäyttöä nopeammin. Puun käytön lisäys perustui lähes kokonaan jäte-lienten ja puujätteen käytön kasvuun. Metsähakkeen käyttö oli teollisuustilaston mukaan pysynyt muuttumattomana mainittuina vuosina.

Polttoaineiden käytössä tapahtuneet muutokset oli nähtävissä myös tarkasteltujen alueiden polttoainejakaumassa (taulukko 11). Muutokset polttoaineiden osuuksissa olivat kaikilla alueilla samansuuntaiset, mutta voimakkuudeltaan vaihtelevat. Kotimaisista polttoaineista turve vahvasti kaikilla alueilla asemaan puuta selkeämmin.

Vuoden 1986 teollisuustilaston mukainen päätoimialojen 3 ja 4 polttoaineiden käyttö oli 61 % koko maan primaarienergian käytöstä ja se muodostaa luonnollisen vertailupohjan arvioitaessa kyselytutkimuksen tuloksia. Rekisterikokeilun ja teollisuustilaston kattavuusvertailussa yhdistettiin posti-kyselyn osalta teollisuuden ja yhdyskuntien tulokset sekä teollisuustilaston osalta päätoimialojen 3 ja 4 tulokset.

Taulukko 11. Polttoaineiden käytön muutokset alueittain vuodesta 1980 vuoteen 1986, %. Lähde teollisuustilaston perusaineisto.

Polttovaine	Alue 1 %	Alue 2 %	Alue 3 %	Koko maa %
Öljy	-36	-52	-38	-39
Hiili	-22	-19	-5	-19
Maakaasu		+9		+25
Turve	+110	+224	+108	+135
Puu	+5	+24	+2	+12
Muut polttoaineet	+39	+182	+19	+40
Yhteensä	+3,0	+4,7	-2,9	+2,5

Tarkempi toimialakohtainen vertailu ei ollut mahdollista aineistojen polttoaineiden erilaisesta kohdentamistavasta johtuen.

Kyselyllä pyrittiin tavoittamaan vain osa teollisuustilaston kattamasta energian tuotannosta eli kotimaisten polttoaineiden käyttäjät. Kyselytutkimukseen vastanneiden yhdyskuntien ja teollisuuden laitosten yhteensä käyttämät polttoaineet olivat 7,3 % teollisuustilaston päätoimialojen 3 ja 4 polttoaineiden kokonaiskäytöstä vuonna 1986 (taulukko 12). Kyselyyn vastanneiden laitosten kotimaisten polttoaineiden käyttö oli puolestaan 25,5 % teollisuustilastossa esitetystä kotimaista alkuperää olevien polttoaineiden käytöstä, joten kato ja kohderyhmän määrittelyyn liittyneet ongelmat heijastuivat selvästi kyselyn tuloksiin. Vertailtavien aineistojen eroa kuvaavat myös niiden polttoaineiden jakaumat. Kyselyyn osallistuneilla laitoksilla kotimaisten polttoaineiden osuus oli 75,5 % niiden polttoaineiden kokonaiskäytöstä ja teollisuustilastossa kotimaisuusaste oli vastaavasti 21,6 %.

Teollisuustilastoon sisältyi kaikkia muita kotimaisia polttoaineita selvästi enemmän kuin kyselyaineistoon paitsi metsähaketta. Kyselyyn vastanneet käyttivät oman ilmoituksensa mukaan metsähaketta 2,6-kertaisen määrän teollisuustilastoon

Taulukko 12. Teollisuuden sekä sähkö-, kaasu- ja vesihuollon polttoaineet 1986, GWh. Lähde teollisuustilaston perusaineisto.

Polttovaine	Alue 1	Alue 2	Alue 3	Koko maa
Raskas polttoöljy	17 369	3 452	3 770	24 591
Kevyt polttoöljy	2 444	461	449	3 354
Hiili	30 108	3 313	6 463	39 884
Maakaasu	1 368	9 122	-	10 490
Jyrsinturve	3 998	3 638	2 003	9 639
Palaturve	1 082	78	1 062	2 222
Metsähake	49	111	60	220
Kuori	2 319	2 333	1 163	5 815
Puru	520	229	335	1 084
Jätepuu	146	521	667	1 334
Jäteliemet	7 173	9 684	4 151	21 008
Muut polttoaineet	66 996	1 441	3 477	71 914
Yhteensä	133 572	34 383	23 600	191 555

verrattuna. Muiden kotimaisten kohdalla kyselyn määrät olivat 6 - 65 % teollisuustilastoon ilmoitetuista määristä aineistojen vastaavuuden ollessa parhain jyrshinturpeen kohdalla. Polttoaineittainen teollisuustilaston ja postikyselyn vertailu osoitti myös, että metsäteollisuuden erilaiset puuperäiset jätteet jäivät useammin kyselyn tavoittamatta kuin kotimaiset markkinapolttoaineet.

Peittävyyserot heijastuivat myös aluetasolle ja polttoaineiden jakaumiin kyselyn ja teollisuustilaston aineistoissa. Metsähakkeen käyttö oli kaikilla alueilla suurempi kyselyn perusteella kuin teollisuustilaston kuvaamana. Muiden kotimaisten polttoaineiden käyttömäärät jäivät kyselyssä puolestaan kaikilla alueilla systemaattisesti pienemmiksi kuin teollisuustilastossa lukuunottamatta palaturvetta alueella 2. Alueittain kyselytutkimuksen peittävyys vaihteli kuitenkin tuntuvasti tärkeimpien kotimaisten polttoaineiden kohdalla. Teollisuustilaston polttoaineiden osuudet poikkesivat kyselytutkimuksen koko maan peittävyysprosentista -33,8 - +14,1 % -yksikköä polttoaineesta ja alueesta riippuen.

5. TARKASTELU

Tutkimuksen tarkoituksena oli postikyselyllä selvittää rekisterin laitoksien kotimaisten polttoaineiden käyttöä, hintoja, energian tuotannon kustannusrakennetta ja polttoaineiden käytön muutosmahdollisuuksia. Samalla selvitettiin mahdollisuuksia täydentää energiatilastointia kotimaisten polttoaineiden osalta. Postikyselyn avulla voitiin saada käsitys mainittujen toimialojen vuoden 1986 polttoaineiden käytöstä. Vuosikymmenen alkupuoliskolla tapahtuneita muutoksia näiden polttoaineiden käytössä selvitettiin tässä tutkimuksessa pääasiassa teollisuustilaston avulla.

Aineiston hankintaan ja käytettyyn tutkimusotteeseen liittyvät heikkoudet on otettava huomioon tuloksia tarkasteltaessa. Tutkimuksen lähtökohtaan liittyy jo sinänsä epävarmuutta siitä, sisältyvätkö kaikki kohderyhmäksi määritellyt käytettyihin lähteisiin. Kokonaisaineiston rajaamisessa saattaa siten olla vaikeasti selvitettäviä puutteita. Aineiston keruu postikyselynä sisältää lisäksi omat virhelähteensä, mutta aineiston laajuudesta johtuen ei ollut resursseja henkilökohtaisiin haastatteluihin (esim. Eskola 1975). Virhemahdollisuuksia pyrittiin eliminoimaan testaamalla lomake kentällä ja kehittämällä sitä saadun palautteen perusteella.

Tutkimusta varten rakennettua kotimaisia polttoaineita käytävien laitosten rekisteriä ei onnistuttu täysimääräisesti hyödyntämään postikyselyn avulla, sillä kato osoittautui suureksi. Rekisterin lähtötietojen niukkuudesta ja kadon suuruudesta sekä valikoituneisuudesta johtuen ei ollut edellytyksiä myöskään laatia koko rekisteriä koskevia luotettavia estimaatteja. Postikyselyllä ei päästy teollisuustilastoa vastaavaan kattavuuteen, mutta kyselyn avulla saatiin muita lähteitä täydentävää tietoa kotimaisten polttoaineiden käytöstä.

Postikysely ja teollisuustilasto antoivat toisistaan selvästi poikkeavan käsityksen niin polttoaineiden käytön tasosta

kuin sen polttoaineittaisesta tai alueellisesta jakautumisestakin. Kyselyssä polttoainemäärät jäivät systemaattisesti teollisuustilastoa pienemmiksi kaikkien nimikkeiden kohdalla metsähaketta lukuunottamatta. Vastaavuus oli paras turpeen kohdalla, jossa kyselyllä tavoitettiin noin kaksi kolmannesta teollisuustilaston vastaavasta luvusta. Heikoimmin kyselyllä onnistuttiin tavoittamaan teollisuuden puujätteiden ja jäte-liemien käyttäjät. Poikkeama metsähakkeen kohdalla saattaa aiheutua joko siitä, että se on puutteellisesti tilastoitu teollisuustilastossa tai polttoaineiden nimikkeiden määrittelyyn tilastoinnissa liittyy vielä ongelmia.

Kyselyllä tavoitettiin vain noin neljäsosa teollisuustilastossa esitetystä päätoimialojen 3 ja 4 kotimaisten polttoaineiden käytöstä. Postikyselyyn vastanneiden polttoaineista noin kolme neljännestä oli kotimaista alkuperää, kun teollisuustilastossa vastaava osuus oli runsas viidennes. Kadon tutkiminen antoi viitteitä siitä, että kotimaisten polttoaineiden käyttö oli katotapausten joukossa vielä suhteellisesti yleisempää kuin vastanneiden joukossa. Postikyselyn ja teollisuustilaston kattavuuseroista johtuen postikyselyn tulosten yleistettävyyteen on siten suhtauduttava varauksella varsinkin teollisuuden osalta, sillä suhteellisesti heikoimmaksi jäi kyselyn peittävyys juuri teollisuuden käyttämien omasta tuotannosta saatavien polttoaineiden kohdalla.

Postikyselyn tuloksia voidaan verrata eräisiin muihin kotimaisten polttoaineiden käyttöä seuraaviin lähteisiin. Teollisuustilaston polttoainetilasto on perusjoukoltaan laajin ja kattavuudeltaan vastaavaan pyrittiin kotimaisen energian osalta myös tämän tutkimuksen rekisterikokeilulla. Lämpölaitosyhdistyksen kaukolämpötilasto keskittyy jäsentensä energian tuotantoon ja niiden muilta ostaman energian tuotantoon. Sitä voidaan pitää laajimpana ja monipuolisimpana kaukolämmön tuotantoa ja kulutusta kuvaavana tilastona, mutta kotimaisia polttoaineita käyttävien pienten lämpölaitosten osalta se on puutteellinen. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen kotimaisten polttoaineiden laboratorion lämpölaitosrekisterin perusjoukon muodostavat kotimaisia polttoaineita käyttävät vähintään yhden MW:n alue- ja kaukolämpölaitokset, joiden

lisäksi rekisteriin sisältyy myös teollisuuslaitoksia. Polttoaineiden käyttömäärillä mitaten yhdyskunnat ja teollisuus ovat likipitään yhtä suuria VTT:n rekisterissä. Kunnallisliiton lämpölaitostilasto pyrkii puolestaan kattamaan Lämpölaitosyhdistyksen ulkopuoliset pienehköt yhdyskuntien energialaitokset.

Rekistereiden vertailu osoitti niihin kuuluvan osittain samoja laitoksia. Vertaillut lähteet sisälsivät sekä päällekkäistä että toisiaan täydentävää tietoa kotimaisesta energiasta. VTT:n rekisteri sisältää noin kolmanneksen enemmän kotimaisia polttoaineita kuin tämän tutkimuksen postikysely. Kaukolämpötilasto ja Kunnallisliiton tilasto sen sijaan ovat kotimaisten polttoaineiden määrällä mitaten kyselyä suppeampia.

Kyselyn mukaan metsähake ja kuori olivat laitosten lukumäärällä mitaten yleisimmät pääpolttoaineet. Pääpolttoaineen mukainen luokittelu ei kuitenkaan ole yksikäsitteinen, vaan tilanne saattaa vuosittain vaihdella polttoaineiden välisestä korvattavuudesta johtuen. Laitosten kokoeroista johtuen turpeen käyttö oli kuitenkin suurinta ennen metsäteollisuuden puujätteitä ja metsähaketta. Kyselyn metsähakkeen kokonaiskäytön taso vastasi VTT:n rekisterin ilmoittamaa metsähakkeen käytön tasoa, mutta oli yli kaksinkertainen teollisuustilaston antamaan tasoon nähden. Hakkilan (1984), Immosen & Seppälän (1984) ja Metsähakkeen ... (1987) tutkimusten mukaan metsähakkeen käyttö yhdyskuntien ja teollisuuden energiahuollossa oli vuosikymmenen alkupuolella kyselyyn verrattuna kaksinkertainen. Kotimaisten polttoaineiden käyttö on viime vuosina muuttunut useissa laitoksissa. Etenkin metsähakkeen käyttöä on useissa laitoksissa oleellisesti vähennetty ja korvattu turpeella ja raskaalla polttoöljyllä. Lähes puolet kyselyyn vastanneista ei käyttänyt kotimaisia polttoaineita, vaan oli joko lopettanut niiden käytön tai ei ollut toteuttanutkaan niiden käyttöä koskeneita investointisuunnitelmiaan.

Postikyselyyn vastanneiden aluelämpölaitosten kokojakauma oli varsin tasainen, kun taas teollisuuden vastaajista yli puolet

oli pieniä alle kolmen MW:n laitoksia. Kyselyaineiston yhdyskuntien laitokset poikkesivat selvästi kokojakaumansa puolesta Hakkilan (1984) ja Metsähakkeen... (1987) tutkimusten aineistosta, joihin sisältyi satakunta metsähaketta käyttänyttä alle kymmenen MW:n laitosta. Myös VTT:n rekisteriin sisältyy noin sata metsähakelaitosta.

Kyselyn mukaan kotimaisia polttoaineita käyttäneiden laitosten energian tuotannosta noin puolet oli kaukolämpöä, runsas kolmannes prosessilämpöä ja loput sähköä. Näiden laitosten kaukolämmön tuotanto oli noin kolmannes Kaukolämpötilaston (1987) mukaisesta koko maan tuotannosta ja kaukolämmön keskihinta noin kolmanneksen korkeampi kuin ko. tilastossa. Kyselyn laitosten keskikoko oli selvästi Kaukolämpötilaston laitoksia pienempi ja kotimaisten polttoaineiden osuus korkeampi energian tuotannossa. Sekä kyselyn että Kaukolämpötilaston mukaan kaukolämmön keskihintojen vaihtelu eri laitosten välillä oli suurta. Kaukolämmön tuotanto on nopeasti saanut jalansijaa pienehköissä taajamissa, sillä Kaukolämpötilaston laitoksistakin noin puolet on aloittanut toimintansa tällä vuosikymmenellä.

Postikyselyn laitosten ilmoittamat vuosihyötysuhteet olivat puulla ja palaturpeella alempia kuin yleisesti näiden laitosten suunnittelussa käytetään. Kyselyn laitosten tehohuipun käyttöajat olivat keskimäärin samaa suuruusluokkaa kuin eräissä aiemmissa tutkimuksissa (Toropainen 1984b), mutta selvästi alempia kuin peruskuormalaitosten suunnittelussa tavoitellaan (Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1986, Metsähakkeen ...1987).

Kotimaisista polttoaineista on julkaistu varsin niukasti hintainformaatiota. Postikyselyn mukaan kotimaisten polttoaineiden hinnat käyttöpaikalla vaihtelivat tuontipolttoaineita enemmän. Pienintä hintavaihtelu oli jyrshinturpeella ja suurinta metsähakkeella. Kyselyn mukaan jyrshinturpeen, palaturpeen ja metsähakkeen keskihinnat olivat korkeampia kuin virallisissa tilastoissa (Energiakatsaus 1988). Metsähakkeen keskihinta oli lämpölaitoksissa yli kaksinkertainen teollisuuteen verrattuna. Muiden kotimaisten polttoaineiden osalta

toimialojen väliset hintaerot olivat selvästi pienempiä. Metsähake oli selvästi kallein kotimainen polttoaine sen energiahinnan ollessa noin 75 % korkeampi kuin palaturpeella ja noin 45 % korkeampi kuin raskaalla polttoöljyllä, joita voidaan pitää metsähakkeen tärkeimpinä kilpailijoina. Lisäksi sen hintojen vaihtelu oli erittäin suuri muiden polttoaineiden hintoihin verrattuna. Hakkeen hintakehitys ei ole pystynyt seuraamaan 1980-luvulla tärkeimpien kilpailevien polttoaineiden, palaturpeen ja raskaan polttoöljyn, reaalihintaa (Kotimaisten polttoaineiden hintojen ... 1984, Energiakatsaus 1988, Järveläinen ja Snellman 1988). Vuodesta 1985 alkaen hakkeen hintakilpailukyky on entisestään huonontunut eikä metsähaketta tämän hetken hintasuhteilla voi pitää liiketaloudellisesti kannattavana palaturpeen tai raskaan polttoöljyn vaihtoehtona uusinvestoinneissa (Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1986, Metsähakkeen ... 1987).

Postikyselyn laitosten keskimääräiset energian tuotannon juoksevat yksikkökustannukset olivat yhdyskunnissa yli puolet korkeammat kuin teollisuudessa jakelun kustannukset huomioon ottaen. Juoksevien yksikkökustannusten rakenne poikkesi selvästi yhdyskunnissa ja teollisuudessa toisistaan. Kustannusten vaihteluväli oli kuitenkin suuri molemmissa ryhmissä, minkä lisäksi vertailuja vaikeutti energian tuotantotekniikasta, energialajeista ja polttoainevalikoimista johtuvat erot. Lämpölaitosten ryhmässä oli havaittavissa suurtuotantoetuja energian tuotannon juoksevissa yksikkökustannuksissa. Myös kustannusten laskentatavoista johtuvia eroja esiintyi, mutta ne olivat saman suuntaisia molemmilla toimialoilla.

Kotimaisten polttoaineiden käytön yleisyydessä esiintyy alueellisia eroja, jotka ovat osin luonteeltaan infrastruktuurista johtuvia ja siten hitaasti muuttuvia. Kotimaisten polttoaineiden osuudet poikkesivat toisistaan tuntuvasti sekä kyselyn että teollisuustilaston mukaan. Osuus oli alhaisin energian tuotannoltaan suurimmalla alueella. Läänikohtaisesti tarkastellen erojen on todettu olevan alueellisesti vielä tuntuvampia ja vuosikymmenen alkupuolen kotimaisten polttoaineiden investointien voimistaneen eroja (Hankala 1987).

Energian tuotantotekniikka ei enää ensisijaisesti rajoita polttoainevalintoja uusissa laitoksissa, vaan polttoaineiden välinen korvattavuus on kasvanut, mikä on ollut eräänä investointien tavoitteenakin. Kyselyyn vastanneiden mukaan kaikkien tarkasteltujen polttoaineiden käyttöä voitaisiin tuotantotekniikan puolesta tuntuvasti lisätä ilman merkittäviä investointeja. Suurimmat lisäysmahdollisuudet olivat tuontipolttoaineiden kohdalla. Kotimaisten polttoaineiden käyttö voitaisiin kaksinkertaistaa ja metsähaketta voitaisiin nykyisissä laitoksissa käyttää seitsenkertainen määrä vuoden 1986 käyttöön verrattuna, mikäli hintarajoitetta ei tarvitse ottaa huomioon. Muiden kotimaisten polttoaineiden käyttöpotentiaalit olivat kyselyssä keskenään samaa suuruusluokkaa eli noin puolet metsähakkeen vastaavasta luvusta. Palaturpeen ja hakkeen käyttöpotentiaalien eroista voidaan päätellä, että ne eivät ole kaikissa tapauksissa korvattavissa toisillaan.

Kotimaisten polttoaineiden käyttöpotentiaalia koskevien selvitysten mukaan teollisuus ja kaukolämmitys ovat kiinteistökohtaista lämmitystä merkittävämpiä energiasektoreita kotimaisten polttoaineiden käytön kasvun kannalta ja turpeen käytön kasvumahdollisuudet puuta suuremmat. Käytön lisäysmahdollisuudet riippuvat kuitenkin oleellisesti polttoaineiden hintasuhteista ja taloudellisesta kasvusta tehdyistä oletuksista (Kotimaisten polttoaineiden tuotanto- ja käyttöpotentiaali, 1983, Kotimaisten polttoaineiden tuotanto ja käyttöpotentiaali vuoteen 2000, 1986). Metsähakkeen teknisestä käyttöpotentiaalista teollisuuden energian tuotannossa ja kaukolämmityksessä oli Metsähakkeen... (1987) mukaan käytössä vain noin kuudesosa vuosikymmenen puolivälissä. Tämän hetken polttoaineiden hintasuhteilla sekä metsähakkeen että turpeen kilpailukyky suhteessa tuontipolttoaineisiin on edelleen heikentynyt edellä mainittujen selvitysten tekoajasta.

Teollisuustilaston mukaan kotimaisten polttoaineiden käyttö oli vuonna 1986 lähes kolmanneksen suurempi kuin vuosikymmenen alussa. Kotimaisten polttoaineiden käyttö osoittautui kokonaisuudessaan toistaiseksi nousseen investointiaallon jälkeen aiempaa korkeammalle tasolle. Pääasiassa kehitys on seurausta teollisuuden puujätteen ja jäteliemien käytön

kasvusta sekä suurten turvelaitosinvestointien toteutumisesta lähes suunnitellulla tavalla (Hankala 1987). Metsähakkeen käyttö oli edellisiin verrattuna edelleen vähäistä ja teollisuustilaston mukaan samalla tasolla kuin vuosikymmenen alussa. Metsähakkeen käytön tasosta ja siinä tapahtuvista muutoksista on kuitenkin edelleen vaikeaa saada selkeää käsitystä. Metsähake on ollut jo useita vuosia tilanteessa joka uhkaa sen säilymistä markkinapolttoaineena nykyisissäkin laitoksissa.

Kotimaisten polttoaineiden käytön seurantaa heikentää edelleen tietojen hajanaisuus ja yhtenäisen keruujärjestelmän puuttuminen. Erityisen tätä seurantaan palvelevan rekisterin muodostaminen on edelleen tarpeellista, sillä eri rekistereiden tietomäärän täydentäminen ja sisällyttäminen esimerkiksi teollisuustilastoon on varsin suuritöinen ja vaatii energia-alan erityisosaamista (DI K. Luoma, Kunnallisliitto ja DI P. Mutikainen, VTT:n kotimaisten polttoaineiden laboratorio, suulliset tiedonannot 1989). Yhdyskuntia koskeva seurantatieto on ilmeisesti jo nykyisin varsin hyvin kerättävissä olemassa olevista rekistereistä, mutta kokonaiskuvan saamiseksi tulisi kotimaisten polttoaineiden seuranta täydentää lisäämällä teollisuus mukaan. Muutokset puun energiakäytössä ovat nykyisin huomommin seurattavissa kuin turpeen kohdalla, sillä puun käyttäjien lukumäärä on korkeampi eikä puu ole samassa mitassa markkinapolttoaine kuin turve. Sama tilanne koskee myös kiinteistökohtaista lämmitystä.

Energiamäärältään kattavinta seuranta lienee nyky muodossaan teollisuustilastossa ja monipuolisinta VTT:n rekisterissä. Kokonaiskuvan muodostaminen edellyttää kuitenkin ainakin teollisuuden sekä alue- ja kaukolämmityksen seurantatiedon sisällöllistä yhdenmukaistamista ja mieluummin näiden sektorien sisällyttämistä samaan järjestelmään. Tämän tutkimuksen rekisteritietoja voidaan jatkossa käyttää eräänä seuranta täydentävänä lähteenä. Kokonaiskuvan saaminen kotimaisten polttoaineiden käytöstä edellyttää kiinteistökohtaisen lämmityksen seuraamista ilmeisesti erillisenä hankkeena. Meneillään oleva alueellisen energiatilastoinnin kehittämis-työ onkin nähtävä yrityksenä käytön kattavaan seurantaan.

KIRJALLISUUS

- Energiakatsaus 3/1988. 1988. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto.
- Energiapoliittinen ohjelma 1983. Hyväksytty valtioneuvostossa 24.2.1983. Kauppa- ja teollisuusministeriö.
- Energiatilastot 1986. 1987. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto.
- Eskola, A. 1975. Sosiologian tutkimusmenetelmät I-II.
- Hakkila, P. 1984. Forest chips as fuel for heating plants in Finland. Metsähake lämpölaitosten polttoaineena Suomessa. Folia Forestalia 586.
- Hankala, T. 1987. Puun energiakäytön alueelliset kasvumahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 248.
- Immonen, K. ja Seppälä, R. 1984. Polttopuun ja palaturpeen alueittainen tuotanto, jakelu ja käyttö. Suomen Itsenäisyyden Juhlarahasto. Sarja B:76.
- Järveläinen, V-P ja Snellman V. 1988. Energiapuun hakkuiden kehitys Virtain yksityismetsissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 307.
- Kaukolämpötilasto 1986. 1987. Lämpölaitosyhdistys ry.
- Kotimaisia polttoaineita käyttävien pienten kaukolämpöjärjestelmien suunnittelu ja toteutus. 1986. Ekono Oy. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja D:92.
- Kotimaisten polttoaineiden hintojen kehitys, rakenne ja niihin vaikuttavat tekijät. 1984. Ekono Oy. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja B:39.
- Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1982. 1983. Ekono Oy. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja B:22.
- Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1986. 1986. Ekono Oy. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja B: 62.
- Kotimaisten polttoaineiden tuotanto- ja käyttöpotentiaali. 1983. Ekono Oy. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja D:23.
- Kotimaisten polttoaineiden tuotanto ja käyttöpotentiaali vuoteen 2000. 1986. Ekono Oy. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja D:94.

Metsähakkeen tuotanto- ja käyttömahdollisuudet sekä kilpailukyky. 1987. Ekono Oy. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja D:136

Petäjäistö, L. 1986. Hakelämpölaitoksille kannattavasti korjattavan polttopuumäärän arviointimenetelmä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 216.

Ryynänen, S ja Tuomi, S. 1982. Polttopuun korjuu ja käyttö maatiloilla. Tilakohtainen inventointi v. 1979. Työteho-seuran julkaisuja 241. Helsinki 1982.

Teollisuustilasto, osa 1 1980. 1982. Tilastokeskus. SVT XVIII A:101.

Toropainen, M. 1982. Kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtymisen kannattavuus ja julkinen rahoitustuki. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 54.

- 1984a. Valtion avustukset kuntien aluelämpöinvestoinneissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 131.

- 1984b. Aluelämpölaitosten polttoainevalintojen kannattavuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 162.

Tuomi, S. 1988. Maatila-asuntojen lämmitysjärjestelmät. Tilakohtainen inventointi vuonna 1986. Työteho-seuran metsäosaston monisteita 2/1988.

MUUT LÄHTEET

Teollisuustilaston polttoainetilastot vuosilta 1980 ja 1986.

Kunnallisliiton lämpölaitostilasto. Ei julkaistu.

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen kotimaisten polttoaineiden laboratorion lämpölaitosrekisteri. Ei julkaistu.

Metsäntutkimuslaitos
 Tapio Hankala ja Leena Petäjistö
 PL 37
 00381 Helsinki 38
 puh. 90-556 276

Kotimaisten polttoaineiden käytön nykytila-tutkimus

ENERGIANTUOTANTOLAITOKSEN YLEISET TIEDOT

- 1) Laitoksen kokonaisteho (käytettävissä oleva kattilateho, turbiiniteho)
 lämpöä ___ MW sähköä ___ MW prosessilämpöä ___ MW
- 2) KPA-teho (kattilateho kotimaisilla polttoaineilla)
 lämpöä ___ MW sähköä ___ MW prosessilämpöä ___ MW
- 3) Tuotettu hyötyenergia v. 1986
 kaukolämpö sähkö muu, mikä _____
 yhteensä _____ GWh _____ GWh _____
 kpa:lla _____
- 4) Laitoksen toteutunut vuosihyötysuhde
 tuontipolttoaineilla
 raskas polttoöljy _____
 hiili _____
 maakaasu _____
 kotimaisilla polttoaineilla
 mikä _____

- 5) Energiantuotantoon vuonna 1986 käytetyt polttoaineet

	määrä:	MWh	hinta mk	hinta mk/MWh
Raskas polttoöljy	_____ t	_____	_____/t	_____
Kevyt polttoöljy	_____ m ³	_____	_____/m ³	_____
Hiili	_____ t	_____	_____/t	_____
Maakaasu (1000 m ³)	_____	_____	_____	_____
Jyrsinturve	_____ m ³	_____	_____/m ³	_____
Palaturve	_____ m ³	_____	_____/m ³	_____
Metsähake	_____ m ³	_____	_____/m ³	_____
Jätepuu				
-kuori	_____ m ³	_____	_____/m ³	_____
-puru	_____ m ³	_____	_____/m ³	_____
-muu	_____ m ³	_____	_____/m ³	_____
Jäteliemi	_____ t	_____	_____/t	_____
Muu,				
mikä _____	_____	_____	_____/	_____

- 6) Kuinka paljon laitoksessa olisi mahdollista käyttää seuraavia polttoaineita nykyisellä tekniikalla ilman lisäinvestointeja, mikäli polttoaineiden hintoja ei tarvitsisi ottaa huomioon:

	määrä, MWh
Raskas polttoöljy	_____
Kevyt polttoöljy	_____
Hiili	_____
Maakaasu	_____
Jyrsinturve	_____
Palaturve	_____
Metsähake	_____
Jätepuu	_____
-kuori	_____
-puru	_____
-muu	_____
Jäteliemi	_____
Muu,	_____
mikä	_____

KUSTANNUSTIEDOT

- 7) Laitoksen kpa-investointikustannukset (koneet, laitteet, rakennus, suunnittelu) olivat:

v. 19__	_____	1000 mk, josta valtion avustusta	_____	mk
v. 19__	_____	1000 mk, josta valtion avustusta	_____	mk
v. 19__	_____	1000 mk, josta valtion avustusta	_____	mk

- 8) Kaukolämpöverkoston kokonaisinvestointikustannukset v. 1986 mennessä olivat:

v. 19__	_____	1000 mk
v. 19__	_____	1000 mk
v. 19__	_____	1000 mk

- 9) Yksikkökustannukset vuonna 1986

9.1. Energiantuotannon yksikkökustannukset v. 1986 olivat: _____ mk/MWh (ilman pääomakustannuksia)

9.2. Lämmönjakelun yksikkökustannukset v. 1986 olivat: _____ mk/MWh

- 10) Kokonaiskustannukset vuonna 1986

10.1. Polttoainekustannukset v. 1986
 Yhteensä _____ mk
 KPA _____ mk

10.2. Työvoimakustannukset v. 1986 olivat: _____ mk

- 10.3. Huolto-, vakuutus- ja korjauskustannukset v.1986
olivat: _____ mk
- 10.4. Sähkö-, voiteluaine-, ja tuhkan poiskuljetus-
kustannukset v. 1986
olivat: _____ mk
- 10.5. Muut kustannukset v. 1986
olivat: _____ mk

LÄMMÖN MYYNTI

- 11) Verkoston liittymistilavuus _____ m³
- 12) Jakeluverkoston pituus _____ km
- 13) Lämpöä myytiin v.1986 _____ MWh
- 14) Keskimääräinen lämmönmyyntihinta v.1986
oli: _____ mk/MWh
- 15) Lämmön myynnin tariffirakenne (LIITTEEKSI TARIFFI)
- Perusmaksun osuus lämmön hinnasta oli: _____ %
Kulutuskannuksen osuus lämmön hinnasta oli: _____ %

Lähiainekoina (seuraavien 5 v. aikana) toteuttaviksi
suunnitellut energiainvestoinnit ja niiden oletettavat
vaikutukset polttoainemääriin:

POLTTOPUUN HANKINTA

16) Haketta toimitettiin laitokselle yhteensä _____ m³
josta

Kokopuuhaketta	_____	m ³ ,
Rankahaketta	_____	m ³ ,
Hakkuutähdehaketta	_____	m ³
Muuta haketta	_____	m ³

17) Hakkeen keskimääräinen hinta käyttöpaikalla oli:

Kokopuuhake	_____	mk/m ³	_____	mk/MWh
Rankahake	_____	mk/m ³	_____	mk/MWh
Hakkuutähdehake	_____	mk/m ³	_____	mk/MWh
Muu hake	_____	mk/m ³	_____	mk/MWh

18) Polttihakkeen pääasiallinen toimittaja oli: _____

Yhteyshenkilö: _____
Osoite: _____
Puh: _____

19) Pääasialliset eri työvaiheiden toteuttajat (jos työvaiheen toteuttajia kaksi tai useampia merkitään myös %-osuudet)

kaato lähikuljetus haketus kaukokulj.

maanomistaja	_____
urakoitsija	_____
kunta	_____
mhy	_____
muu, mikä _____	_____

20) Polttihakkeen hinnoitteluperusteena oli (numeroi tärkeysjärjestyksessä, tärkein = 1, jne.):

Energiasisältö	_____
Hakkeen kosteus	_____
Paino	_____
Muiden polttoaineiden hinta	_____
Palakoko	_____
Muu, mikä _____	_____

LIITTEKSI HINNOITTELUPERUSTEET

Lisähuomautuksia:

Laitos: _____ Toimiala: _____
Vastaaaja: _____ Virka-asema: _____
Osoite _____
Puh: _____

Liitteena tariffi
Liitteenä polttohakkeen
hinnoitteluperusteet

KIITOS!

**METSÄNTUTKIMUSLAITOS
KANSANTALOUDELLISEN METSÄEKONOMIAN TUTKIMUSSUUNTA**

Osoite: PL 37
00381 Helsinki
Puhelin: (90) 556 276
Telefax: (90) 506 1484
Telex: 121296 metlb sf

Kansantaloudellisen metsäekonomin tutkimussuunnan tehtävänä on tutkia metsätalouden ja metsäteollisuuden sekä metsien monikäytön kansantaloudellisia, kansainvälisiä ja sosiaalisia kysymyksiä. Puun käytön ja puuston poistuman arviointi sekä metsätasevertailujen tekeminen ovat tutkimussuunnan perinteisin työskä.

TUTKIJAT

Matti Palo (professori)

Taloustieteelliset tutkimukset

Jari Kuuluvainen
Viljo Ovaskainen
Jorma Salo
Heikki Seppälä
Mikko Toropainen (Joensuu)

Puuvaratutkimukset

Tapio Hankala
Harri Hänninen
Heimo Karppinen
Heikki Pajuoja
Leena Petäjistö
Yrjö Sevola (Erikoistutkija)

Sosiaalitieteelliset tutkimukset

Pertti Elovirta
Timo Helle (Rovaniemi)
Ritva Ihalainen
Gerardo Mery
Sirpa Onttinen
Aarne Reunala (Erikoistutkija)
Ashley Selby (Erikoistutkija)
Tuija Sievänen
Heidi Vanhanen (Virkavapaa
1987-89)

PALVELUT

Arja Honkanen (Tutkimussihteeri)
Eila Iltanen
Seppo Jolkkonen
Anna-Kaisa Korhonen
Veli Suihkonen

Kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalla viimeksi ilmestyneet Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja -sarjan julkaisut:

- 248 Tapio Hankala. Puun energiakäytön alueelliset kasvumahdollisuudet. 53 s. 1987.
- 260 Heikki Pajuoja (Toim.). Lauri Heikinheimo - forest economist and research leader. 63 s. 1987.
- 262 Mikko Toropainen. Pohjois-Karjalan, Itä-Savon ja koko Itä-Suomen metsätilasto 1974-1984. 57 s. 1987.
- 272 Matti Palo ja Jyrki Salmi (Toim.). Deforestation or development in the third world? 263 s. 1987.
- 275 Sirpa Onttinen. Metsäalan toimihenkilöiden koulutustarve 1980- ja 1990-luvuilla. 63 s. 1987.
- 285 Heikki Pajuoja. Markkinapuun hakkuiden ja puunkäytön perusteella laskettujen poistumien vertailu. 25 s. 1987.
- 309 Matti Palo ja Jyrki Salmi. Deforestation or development in the third world? Volume II. 182 s. 1988.
- 317 Heikki Pajuoja (Toim.). Metsäalan rakennemuutoksen vaikutukset alan ammattiryhmiin. 85 s. 1988.
- 318 Heidi Vanhanen. Small firms in the periphery: a discussion on the small sawmills of North Karelia. 40 s. 1988.