

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 248  
Kansantaloudellisen metsäekonomian  
tutkimussuunta



# PUUN ENERGIÄKÄYTÖN ALUEELLISET KASVUMAHDOLLISUUDET

TAPIO HANKALA



HELSINKI 1987



METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A  
Address: SF-00170 Helsinki, Finland  
Puhelin: (90) 661 401  
Phone:

Ylijohtaja:	Professori	Aarne Nyysönen
Director :	Professor	
Julkaisujen jakelu:	Kirjastonhoitaja	Liisa Ikävalko-
Distribution of		Ahvonon
publications:	Librarian	

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 yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 koealueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

Kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnan henkilöstö ja aiemmat tämän sarjan julkaisut on esitelty takakannen molemmilla puolilla.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 248

Kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunta

Tapio Hankala

PUUN ENERGIÄKÄYTÖN ALUEELLISET KASVUMAHDOLLISUUDET

HELSINKI 1987

## TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää polttoaineiden läänneittäistä käyttöä vuonna 1980 ja suunniteltujen kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisäävien energiainvestointien vaikutusta läänien energian tuotantoon sekä tarkastella esimerkin avulla hakeinvestoinnin yksityistaloudellista edullisuutta.

Teollisuuden, sähkö-, kaasu-, ja vesihuollon (TOL 3 ja 4), kiinteistökohtaisen lämmityksen ja maatalouden tuotantotoiminnan polttoaineiden käyttö oli vuonna 1980 yhteensä 744 PJ eli 74 % tilastoidusta primaarienergian käytöstä Suomessa. Läänien väliset erot polttoaineiden käyttömäärissä, käytettyjen polttoaineiden jakaumissa ja kotimaisten polttoaineiden osuuksissa olivat suuret. Uudenmaan läänissä käytettiin polttoaineita 14-kertainen määrä verrattuna Pohjois-Karjalan lääniin. Polttoaineita käytettiin asukasta kohti laskettuna eniten Kymen läänissä, missä käyttö oli 3,9-kertainen Mikkelin lääniin verrattuna. BKT-yksikköä kohti tarvittiin eniten polttoaineita Kymen läänissä, jossa suhde oli 3,1-kertainen Mikkelin läänin verrattuna. Kotimaisten polttoaineiden osuus läänien energian tuotannossa oli suurin Oulun läänissä, 51 % ja pienin Uudellamaalla 3 %. Koko maassa kotimaisia polttoaineita käytettiin yhteensä 170 PJ, josta puuperäisiä (polttopuu, puujätteet ja jäteliemet) 83 %, turvetta 11 % ja muita kotimaisia 6 %.

Kotimaisten polttoaineiden vuotuinen käyttö kasvoi teollisuuden ja alue- ja kaukolämpölaitosten sekä sähkötuotannon investointisuunnitelmien mukaan yhteensä 50 PJ/a, josta tehdasteollisuuden osuus oli 57 ja yhdyskuntien 43 %. Pääosa, yli 80 % tehdasteollisuuden kotimaisten polttoaineiden käytön lisäyksestä suunniteltiin tapahtuvan metsäteollisuudessa (TOL 33 ja 34). Metsäteollisuuden hankkeissa puuperäiset polttoaineet olivat turvetta suurempi ryhmä, kun taas sekä muun teollisuuden että yhdyskuntien hankkeissa turve oli pääasiallinen kotimainen polttoaine. Metsähakkeen käyttöä aiottiin lisätä lähinnä yhdyskuntien aluelämpökeskuksissa.

Kokonaisuudessaan kuitenkin suurin osa 62 % kotimaisten polttoaineiden käytön kasvusuunnitelmista tuli turpeen osalle,

puuperäisten polttoaineiden osuuden ollessa 36 % ja muiden kotimaisten 2 %. Puun energiakäytön kasvu perustuu siis edelleen pääasiassa metsäteollisuuden puujätteen hyväksikäyttöön. Tutkimuksen perusteella arvioiden kaupallisena polttoaineena puu (metsähake) ei ole saamassa samanlaista asemaa markkinoilla kuin turve, jonka käyttömäärät kasvoivat 1980-luvun alkupuolella nopeasti nimenomaan suurten energian tuotantoyksikköjen investointien seurauksena.

Eniten kotimaisten polttoaineiden käyttö lisääntyy Hämeen, Keski-Suomen, Kuopion ja Pohjois-Karjalan lääneissä. Läänien väliset erot kotimaisten polttoaineiden osuuksissa kasvavat hankkeiden toteuttamisen jälkeen, sillä investoinnit suuntautuivat pääasiassa lääneihin, joissa kotimaisten polttoaineiden osuus oli jo ennestään keskimääräistä korkeampi. Koko maan tasolla arvioiden investoinnit mahdollistavat 3,4 - 5,0 %-yksikön laskennallisen nousun kotimaisten energialähteiden osuudessa, mitä voidaan pitää energiapoliittisesti merkittävänä. Luku kuvaa kotimaisten polttoaineiden käyttöpotentiaalia, sillä tulokset perustuvat investointisuunnitelmiin, joiden toteutumista ei tutkimuksessa voitu seurata. Hankkeiden suunnitteluvaiheen jälkeen energiatilanteessa on tapahtunut useita olennaisia muutoksia, kuten öljyn hinnan voimakas lasku, maakaasuverkoston laajennus, energiaverotuksen uudistus ja energiahuollon suurhankkeiden uudelleen arviointi. Hankkeiden toteuttaminen monipuolistaa energiahuoltoa ja lisää valinnan mahdollisuuksia eri polttoaineiden välillä.

Kotimaiset polttoaineet ovat luonteeltaan paikallisia polttoaineita, joiden käyttömäärästä vain turpeesta ja metsähakkeesta merkittävä osa kulkeutuu markkinoiden kautta. Polttoaineiden käyttö maan eri läänien kesken jakautuu epätasaisesti kuin kotimaisten polttoaineiden tuotantomahdollisuudet. Polttoainevarojen ja energian tuotantokapasiteetin sijaintierot eivät toistaiseksi ole kuitenkaan merkittävä käytön kasvun rajoite metsähakkeen kohdalla, mutta kylläkin turpeen kohdalla Etelä-Suomessa. Kotimaisten polttoaineiden osuus oli koko maan keskiarvoa pienempi vain Uudellamaalla ja Turun ja Porin läänissä. Muissa lääneissä sekä kaikkien kotimaisten että puupolttoaineiden käyttömäärät kasvoivat polttoaineiden

kokonaiskäyttömäärien ja kotimaisten polttoaineiden tuotantopotentiaalin kasvaessa. Investoinneista johtuva kaikkien kotimaisten ja puuperäisten polttoaineiden käytön kasvu ei sen sijaan osoittanut yhtä selvää riippuvuutta läänin energian tuotannon volyyymista eikä kotimaisten polttoaineiden tuotantopotentiaalista.

Kotimaisen polttoaineen käytön kannattavuutta tarkasteltiin haketta käyttävän esimerkkilaitoksen avulla. Esimerkkilaitoksen perustamisvaiheessa vuonna 1981 hakkeella tuotetun energian hinta oli raskaan polttoöljyn vaihtoehtoon verrattuna kilpailukykyinen parhailla hakelajeilla toimittaessa. Laitos hinnoitteli hakkeen kosteuden ja tilavuuden perusteella. Vuoden 1986 kustannustasolla investointi ei olisi kannattava öljyn reaali-hinnan laskun vuoksi. Toteutetussa laitoksessa voidaan raskasta polttoöljyä ja haketta osittain korvata toisillaan, joten energian tuotannon muuttuvia yksikkökustannuksia voidaan käyttää polttoaineiden valintaperusteena. Nykyisillä hinnoilla hakkeella tuotetun energian muuttuvat yksikkökustannukset ovat 35 % korkeammat kuin raskaalla polttoöljyllä, joten raskasta polttoöljyä on kannattavaa käyttää energian tuotannossa niin paljon kuin energian tuotantoteknisesti on mahdollista.

ODC 831.1 + UDK 631.371 + 658.26

ISSN 0358-4283

ISBN 951-40-0862-6

Asiasanat: alueellinen energiantuotanto,  
kotimaiset polttoaineet, hake, turve

## ESIPUHE

Metsäntutkimuslaitoksessa toteutettiin vuosina 1978-1986 laaja yhteistutkimusprojekti "Puu energian raaka-aineena" (PERA). Tapio Hankala teki tämän tutkimuksen osana PERA-projektin taloudellisia tutkimuksia. Matti Palon vetämään taloudellisten tutkimusten työryhmään kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalla kuuluivat Hankalan lisäksi Leena Petäjistö ja Mikko Toropainen.

Aineiston käsittelyssä avustivat Jaakko Leskinen, Sirpa Ontinen ja Jorma Salo. PERA - projektin johtaja Pentti Hakki Metsäntutkimuslaitoksen metsätyötieteen tutkimussuunnalta ja Esko Jaatinen Imatran Voima Oy:stä sekä em. tutkimusryhmän jäsenet lukivat käsikirjoituksen.

Kiitän kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnan puolesta kaikkia tämän tutkimuksen toteuttamiseen myötävaikuttaneita henkilöitä ja yhteisöjä.

Helsingissä, helmikuussa 1987

Matti Palo

Sisälllys	sivu
TIIVISTELMÄ	2
ESIPUHE	5
1. JOHDANTO	7
1.1. Energian tuotanto ja puuvarojen hyödyntäminen	7
1.2. Tutkimuksen tarkoitus	8
2. PUUN ENERGIÄKÄYTÖN KASVUN EDELLYTYKSET	10
2.1. Puun energiäkäytön kasvun yleiset edellytykset	10
2.2. Energian tuotantotekniikka	12
2.3. Metsähakkeen hankinta	13
2.4. Aluetekijät puun energiäkäytössä	15
2.5. Energiainvestoinnit	17
3. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄ	20
3.1. Tutkimusaineisto	20
3.2. Aineiston käsittely	21
4. TULOKSET	24
4.1. Polttoaineiden käyttö eri lääneissä 1980	24
4.2. Muutokset kotimaisten polttoaineiden käytössä	32
4.3. Polttoaineiden tuotannon ja käytön alue- erot	39
4.4. Hakkeen käytön kannattavuus esimerkkilai- toksessa	43
5. TARKASTELU	45
KIRJALLISUUS	49



## 1. JOHDANTO

### 1.1. Energian tuotanto ja puuvarojen hyödyntäminen

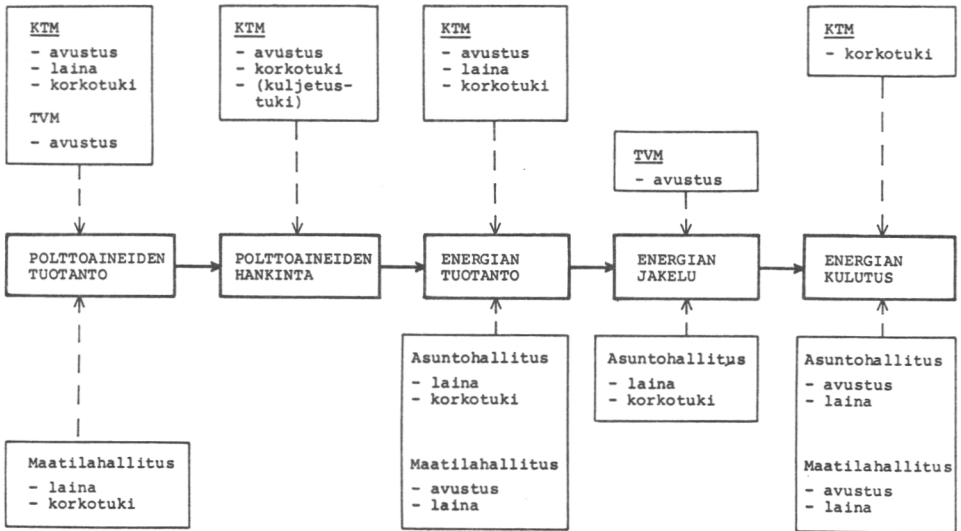
Primaarienergian käyttö on Suomessa nykyisin noin 1 100 PJ/a, josta kotimaisia energialähteitä 330 PJ (Energiatilastot 1984). Puuperäisiä polttoaineita (polttopuu, puujätteet ja jäteliemet) käytetään yhteensä 137 PJ/a metsäteollisuuden ollessa suurin käyttäjäryhmä ennen kiinteistökohtaista lämmitystä ja alue- ja kaukolämmön tuotantoa.

Energian tuotannossa on perinteisesti hyödynnetty metsäteollisuuden raaka-aineksi kelpaamatonta pienpuuta ja puujätteitä ja puuraaka-ainepohjan laajentamisessa on energian tuotanto ollut keskeinen käyttökohde. Tämä ilmenee tutustamalla Pienpuukomitean (1933), Heiskasen (1965), Hakkilan ym. (1975), Puuvaraselvityksen (1976), Hakkilan (1978), Hakkilan ym. (1978), Hakkilan (1985) ja Puuhuollon työryhmän (1985) julkaisuihin.

Raaka-ainepohjan laajentaminen edellyttää korjuumenetelmien, kuten kokopuu- ja osapuumenetelmien ja hakkuutähteiden talteenoton kehittelyä sekä käyttökohteiden syntyä investoimalla. Investointien kannattavuuteen liittyvä epävarmuus onkin keskeinen rajoite laajemmalle pienpuun ja metsätähteen käytölle energian tuotannossa ja metsäteollisuudessa. Viime vuosien energiainvestointien seurauksena on puuperäisten polttoaineiden ja turpeen käyttö energian tuotannossa kasvanut, mutta edelleen näiden polttoaineiden tuotantopotentiaali ylittää selvästi käyttöpotentiaalin (Puuvaraselvitys 1976, Hakkila 1978, Valtanen 1981, Äijälä & Sahrman 1982, Komiteanmietintö 1983, Hakkila 1984, Kotimaisten polttoaineiden tuotanto- ja käyttöpotentiaali ... 1986).

Energiahuollon suunnittelun pitkäjänteisyyttä ja energialähteiden jakauman hidasta muuttumista kuvastaa vuoden 1983 energiapoliittinen ohjelma, jonka mukaan pyrkimyksenä on nostaa kotimaisten energialähteiden osuus 32-35 %:iin vuoteen 1995 mennessä. Tavoitteen edellyttämiä investointeja ovat vauhdittaneet energian hintakehitys ja julkinen energiainves-

tointien rahoitustuki, jossa on tarkoitus siirtää painopistettä avustusmuotoisesta rahoituksesta lainarahoitukseen. Pitkän aikavälin tavoitteena on luopua kokonaan rahoitustuesta ja siirtää painopistettä muihin energiapoliittisiin keinoihin (Energiainvestointien rahoitustuen... 1982). Kuvassa 1 on esitetty valtion budjetin kautta kanavoitu energiainvestointien rahoitustuki.



Kuva 1. Julkinen energiainvestointien rahoitustuki ( Lähde: Julkinen energiärahoitus eri vuosilta)

## 1.2. Tutkimuksen tarkoitus

Puu eri muodoissaan ja turve ovat tärkeimmät kotimaiset polttoaineet, joiden taloudellisesti perusteltu käytön lisääminen on ollut energiapolitiikan keskeisiä tavoitteita 1970-luvun lopulta alkaen. Kotimaisten polttoaineiden käyttö on yleisintä metsäteollisuudessa, kiinteistökohtaisessa lämmityksessä ja viime vuosina myös alue- ja kaukolämmön tuotannossa,

joten energian tuotantokapasiteetin rakenne ja koko ovat alueen kotimaisten polttoaineiden käyttöpotentiaalin kannalta tärkeitä tekijöitä.

Kotimaisten polttoaineiden tuotantopotentiaalista puuvarat ovat jakautuneet varsin tasaisesti, mutta turvevarojen sijainti rajaa eteläisimmän Suomen turpeen taloudellisen käytön ulkopuolelle. Energiayksikköä kohti lasketut kuljetuskustannukset ovat puulla ja turpeella korkeammat kuin tuontipolttoaineilla, mikä rajoittaa taloudellista kuljetusetäisyyttä. Turpeesta on tullut kuitenkin puuperäisistä polttoaineista poiketen selvästi markkinapolttoaine.

Kotimaisten polttoaineiden käyttömäärät eroavat siis paitsi alueiden energian tuotannon rakenne-eroista myös energian tuotantomääristä johtuen. Kattavien alueellisten energiatielastojen puuttuminen vaikeuttaa kuitenkin näiden erojen arviointia. Alueelliset energiatiiedot muodostavat pohjan myös arvioitaessa kotimaisten polttoaineiden käytön kasvua ja sen vaikutusta alueiden energian tuotantoon.

Polttopuun, puujätteen ja turpeen käyttöä lisääviä energiainvestointeja on tehty runsaasti viimeisen kymmenen vuoden aikana energian hintakehityksen ja energiapoliittisen tuen vauhdittamana. Nämä investoinnit muuttavat hitaasti polttoaineiden jakaumaa energiahuollossa ja alueellista energian tuotantoa. Kotimaisten polttoaineiden käytön kasvun edellytyksenä on, että niihin perustuvat energiaratkaisut täyttävät investoijan asettamat investointikriteerit. Tämän tutkimuksen tehtäväksi asetettiin:

- 1) selvittää lähtötilanteen eli vuoden 1980 lääneittäinen primaarienergian kokonaiskäyttö ja sen jakautuminen polttoaineittain
- 2) selvittää suunniteltujen energiainvestointien aiheuttamat muutokset läänien primaarienergian käyttöön
- 3) tarkastella esimerkin avulla energiainvestoinnin yksityistaloudellista edullisuutta ex ante ja ex post

## 2. PUUN ENERGIÄKÄYTÖN KASVUN EDELLYTYKSET

### 2.1. Puun energiakäytön kasvun yleiset edellytykset

Metsähakkeen, metsäteollisuuden puujätteen ja ajoittain myös lehtikuitupuun keskeiset käyttömuodot ovat energian tuotanto ja massa- ja levyteollisuus. Kokonaisuudessaan metsähakkeen käyttö on toistaiseksi vähäistä verrattuna tuotantopotentiaaliin. Hakkilan (1984) mukaan metsähakkeen polttoaine- ja metsäteollisuuden jalostuskäyttö oli vuonna 1982 yhteensä 766 000 m<sup>3</sup>. Metsähaketta voidaan siten pitää vielä marginaalisena raakapuulajina ja puupolttoaineena, jolla ei ole vakiintunutta asemaa markkinoilla.

Metsähakkeen käyttöä metsäteollisuuden raaka-aineena ja polttoaineena rajoittavat paljolti samat tekijät eli metsähakkeen teknisesti heikko soveltuvuus vanhaan tuotantotekniikkaan ja uuden tekniikan investointeihin liittyvät kannattavuusongelmat. Metsäteollisuudessa myös valmistettavien tuotteiden laatuvaatimukset asettavat usein rajoituksia metsähakkeen käytölle. Viime vuosina puujätteiden ja pienpuun käytön lisäysmahdollisuuksia on etsitty lähinnä energian tuotannosta, jossa puulle asetettavat raaka-ainevaatimukset ovat perinteisiä metsäteollisuuden jalostusprosesseja lievemmat.

Lisäyksen aikaansaamiseksi tarvitaan kuitenkin investointeja sekä puupolttoaineiden talteenottoon että ennen kaikkea energian tuotantoyksiköihin, jolloin keskeisiä ovat näiden investointien rahoitusmahdollisuudet ja kannattavuusnäkökulmat. Näillä investoinneilla voidaan poistaa nykyisiä puun energiakäytön kasvua rajoittavia teknisiä esteitä ts. luoda uutta talteenotto- ja energian tuotantokapasiteettia, mikäli tarvittavien investointien kannattavuusedellytykset täyttyvät. Puupolttoaineiden käytön kasvun yleisenä edellytyksenä on, että sen avulla voidaan tuottaa tarvittava energia edullisemmin kuin vaihtoehtoisilla energiaratkaisuilla. Metsäteollisuudessa puolestaan metsähake on lähinnä kuitupuun ja teollisuushakkeen vaihtoehto prosessien sallimissa rajoissa.

Energian tuotantoinvestointien tekninen käyttöikä on yleensä pitkä ja polttoaineiden hintasuhteisiin liittyvillä odotuksilla on siten keskeinen vaikutus investointikäyttäytymiseen. Julkinen valta voi rajoitetusti vaikuttaa investointien kannattavuuteen ja rahoitukseen energiapolitiikan avulla (Energiainvestointituen vaikutus ... 1983, Energiatuen vaikutukset... 1984, Toropainen 1982 , 1984 a ).

Puupolttoaineet eivät ole yleisiä markkinapolttoaineita, joten niiltä suureksi osaksi puuttuvat edustavat markkinahinnat eikä polttopuu kuulu hintasuositussopimuksen piiriin (Kotimaisten polttoaineiden hintojen ... 1984). Hakkilan (1984 ) mukaan metsähakkeen energiahinnat (mk/energiayksikkö) vaihtelevatkin väljissä rajoissa. Metsäteollisuuden prosessijätteet sekä maatilojen polttopuu, jotka muodostavat valtaosan käytettävistä puupolttoaineista, ovat näiden talousyksiköiden oman tuotannon polttoaineita. Jyrsinturve ja palaturve ovat puupolttoaineita selvemmin markkinapolttoaineita, joiden hintakehitys on viime vuosina seurannut tärkeimpien tuontipolttoaineiden hintoja.

Tuleviin energiakustannuksiin liittyy eri kustannuskomponenttien osalta vaihtelevanasteista epävarmuutta, johon investoija ei voi mainittavasti vaikuttaa. Energiainvestointien osalta hankintameno yleensä tunnetaan suurella varmuudella. Sen sijaan markkinapolttoaineiden hintasuhteiden pitkän aikavälin kehityksen arviointi on jo tuntuvasti vaikeampaa ja julkisen vallan toiminkin voidaan hintasuhteisiin vaikuttaa vain rajoitetusti.

Tuotettavat energiamuodot ja -määrät sekä energian tuotantotekniikat vaikuttavat kotimaisten polttoaineiden käytön edullisuuteen eri energiasektoreilla (Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky...1983 a,b,c). Tästä johtuen alueen energian tuotannon rakenne ja volyyymi sekä kotimaisten polttoaineiden saatavuus rajoittavat puun ja turpeen käytön kasvumahdollisuuksia. Suurimpia kotimaisten polttoaineiden käyttökohteita ovat metsäteollisuus, kiinteistökohtainen lämmitys ja alue- ja kaukolämmön tuotanto. Eräissä kohteissa kotimaiset poltto-

aineet ovat tällöin keskenään kilpailevia investoinnin kokoluokasta, energiasektorista ja sijainnista riippuen.

## 2.2. Energian tuotantotekniikka

Laajimmillaan energiaratkaisuun tulee sisältyä polttoaineen tuotanto ja hankinta, energian tuotanto ja jakelu sekä energian käyttö. Varsinkin ketjun alkupään osalta erot polttoaineiden välillä saattavat olla suuria polttoaineiden erilaisista ominaisuuksista johtuen. Puuperäisten polttoaineiden runkopolttopuun, metsähakkeen, puujätteiden tai jäteliemien talteenoton ja käsittelyn tekniikka eroaa tuntuvasti tuontipolttoaineista. Energian jakelun ja käytön tekniikka riippuu pääasiassa tuotetusta energialaadusta eikä käytetystä energialähteestä. Puupolttoaineiden talteenotto ja energian tuotanto tulee suunnitella yhtenä kokonaisuutena ottaen huomioon puunkorjuun ja energian tuotannon asettamat vaatimukset.

Käytettävän polttoaineen ominaisuudet vaikuttavat käsittelytekniikan ja itse polttotekniikan valintaan ja tässä suhteessa kotimaiset polttoaineet eroavat selvästi tuontipolttoaineista (ks. esim. Solantausta & Asplund 1979a, b; Wahlroos 1979; Seppälä & Asplund 1980, Kytö ym. 1983). Tärkeimpinä polttoaineiden ominaisuuksina voidaan mainita korkea lämpöarvo, pieni tilantarve, puhtaus, homogeenisuus ja mahdollisuus automatisoida polttoaineen käsittely. Mitä pienempi polttoaineiden ominaisuuksien vaihtelu on sitä yksinkertaisempaa energian tuotantotekniikkaa voidaan soveltaa ja sitä pienemmiksi investointikustannukset jäävät.

Puupolttoaineiden ominaisuuksien vaihtelu on yleensä varsin laajaa, mistä johtuen investointikustannukset nousevat korkeammiksi kuin homogeenisilla tuontipolttoaineilla (Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1982 a,b,c 1983, Miettinen ym. 1986). Tuotantolaitoksen koon kasvaessa investointikustannus tehoyksikköä kohti laskee, suhteellinen ero investointikustannuksissa pienenee, voidaan käyttää ominaisuuksiltaan heikompiakin polttoaineita ja prosessi sietää suurempia ominaisuuksien vaihteluita. Varsinkin suurissa laitoksissa voi-

daan energian tuotantokapasiteetti rakentaa myös useamman eri polttoainetta käyttävän yksikön varaan ja näin voidaan joustavasti ottaa huomioon polttoaineiden hintasuhteiden muutokset. Energian kokonaiskustannukset ovat kuitenkin ratkaisevia taloudellisia vertailuja tehtäessä, jolloin investointikustannusten lisäksi tulee ottaa huomioon myös käyttökustannukset, joista polttoaine muodostaa yleensä suurimman erän.

Puupolttoaineille asetettavat laatuvaatimukset määräytyvät puun hankintatekniikan ja energian tuotantotekniikan välisenä kompromissina. Ahtaat laaturajat pienentävät laitoksen hankintamenoa, mutta nostavat polttoaineen hankintakustannuksia ja lisäävät laitoksen häiriöalttiutta. Energian tuotannon kannalta tärkeimpien ominaisuuksien vaikutus energian tuotantokustannuksiin otetaankin yleensä huomioon metsähakkeen hinnoittelussa (Hakkila 1984).

### 2.3. Metsähakkeen hankinta

Puupolttoaineiden hankinnan tarkastelussa keskitytään metsähakkeeseen. Metsähake on puuperäisistä polttoaineista kaupallisessa mielessä tärkein ja myös puun energiakäytön kasvun kannalta mielenkiintoisin, sillä tällä hetkellä suurimmat puun energiakäytön lisäsmahdollisuudet tarjoaa nykymetsien pienpuu ja hakkuutähteet. Myös Metsä 2000 -ohjelman yhteydessä on tuotu esiin tarve löytää käyttöä nykymetsien pienpuulle, mikä on ohjelman tavoitteiden saavuttamisen edellytyksenä (Puuhuollon työryhmän ... 1985).

Metsähakkeen tyypillisiä korjuukohteita ovat Hakkilan (1978) mukaan pienpuuvaltaiset metsiköt, joista puustoa korjataan perkausten, harvennusten ja verhopuuston poiston yhteydessä sekä vajaatuottoiset lehtipuuvaltaiset kohteet ja avohakkuiden hakkuutähte. Näille korjuukohteille on tyypillistä pieni rungon keskikoko ja alhainen runkopuun kertymä verrattuna perinteiseen ainespuun korjuuseen. Hakkilan ja Kalajan (1983) mukaan keskimääräinen hehtaarikertymä oli  $26 \text{ m}^3$ , leimikkotyypeittäin keskikertymä vaihteli välillä  $14 - 47 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Kertymiltään kohteet ovat siis rinnastettavissa lähinnä ensiharvennusleimikoihin. Pienten kertymien lisäksi jäljelle jäävän

puuston vaurioitumisriski on otettava huomioon korjuun koneellistamisessa. Puunkorjuun tuottavuuden ja taloudellisuuden parantamiseksi sekä kertymän lisäämiseksi käytetään talteenotossa kokopuun käsittelyyn perustuvia menetelmiä, jolloin metsässä tehtävän työn osuus jää pienemmäksi kuin perinteisissä tavaralajimenetelmissä. Haketus palstalla, välivarastolla, terminaalissa tai käyttöpaikalla kuuluu osana korjuuketjuun (Hakkila 1985).

Metsähakkeen hankinnassa ja käytössä on erotettavissa selvä vuosirytmä. Hakkuu ja lähikuljetus tapahtuu yleensä sulan maan aikaan edullisten korjuuolosuhteiden ja puun kuivumisen takia. Haketuksen ja kaukokuljetuksen ajoitus määräytyy lähinnä hakkeen käytön mukaan painottuen talviaikaan. Puu varastoidaan lähinnä rankana tai kokopuuna välivarastolla. Metsähakkeen käyttöpaikkavarastot ovat yleensä vain muutamien päivien huippukäytön suuruisia paitsi maatiloilla, sillä hakkeen tilantarve on esimerkiksi öljyyn verrattuna kymmenkertainen. Hankintavaiheiden kausivaihtelu vaikeuttaa sekä työvoiman että kaluston tasaista työllistämistä ja vaatii joustavaa hankintaorganisaatiota. Hankinnan kausivaihtelusta, hakkeen käyttömäärästä, työmaiden koosta ja kannattavasta kuljetusetaisyydestä johtuen metsähakkeen hankinnassa on vaikea saavuttaa suurtuotantoetuja, kuten metsäteollisuuden prosessijätteen hyödyntämisessä tai turpeen kohdalla. Metsäteollisuudessa puujätteen määrä on yleensä suuri suhteessa yrityksen energiatuotantoon ja varsinaisia hankintavaiheita ei esiinny, koska jätteet käytetään pääasiassa siellä missä ne syntyvätkin. Turvetuotannossa varsinkin jyrsin-turpeen tuotantoalueet on laajoja suurimmillaan yli 1 000 ha ja samalla alueella tuotetaan turvetta yleensä vähintään 20 vuotta, mikä mahdollistaa tehokkaan koneellistamisen ja tarvittavat tuotantoinvestoinnit. Turvetuotannossa kausiluonteisuus ja sääriski sekä erikoiskaluston tarve ovat kuitenkin selvästi suurempia kuin metsähakkeen kohdalla. Suurtuotantoetujen puuttuminen metsähakkeen hankinnassa rajoittaa myös metsähaketta pääpolttoaineena käytävien energian tuotantoyksiköiden kokoa, sillä isoissa yksiköissä hake joutuu kilpailemaan pääsääntöisesti turpeen ja kivihiilen kanssa.



#### 2.4. Aluetekijät puun energiakäytössä

Puupolttoaineet ovat luonteeltaan paikallisia tai alueellisia polttoaineita, jotka käytetään lähellä tuotantopaikkaa. Tämä korostaa alueellisten tekijöiden merkitystä niiden käytön kasvumahdollisuuksia arvioitaessa. Puun energiakäytön potentiaalinen kannalta alueen metsäteollisuus, kiinteistökohtainen lämmitys ja pienten ja keskisuurten taajamien alue- ja kaukolämmön tuotanto muodostavat keskeisen osan. Viime vuosina puun kilpailukyky on yleisesti ottaen laskenut reaalisesti halventuneen öljyn seurauksena. Puun kilpailukyky energiantuotannossa edellyttää tuontipolttoainetta alempia ja turpeen kanssa suunnilleen samaa tasoa olevia energiahintoja. Kivihiilen ja jyrsinturpeen kanssa kilpailukykyisiin energiahintoihin on puupolttoaineista mahdollista päästä nykyisin ainoastaan metsäteollisuuden prosessijätteillä ja hakkuutähdehakeella.

Alueellisten tekijöiden merkitys puun energiakäytön kasvumahdollisuuksien kannalta eroaa metsähakkeen ja puuperäisten prosessijätteiden kohdalla toisistaan. Prosessijätteet ovat perinteisiä metsäteollisuuden omia polttoaineita, joiden vaihto markkinoilla on vähäistä ja joiden käytön kasvukin tapahtuu pääasiassa niitä tuottavissa yrityksissä. Metsäteollisuudessa puujätteiden käytössä lähestytään nopeasti fyysisiä kasvun rajoja ( ks. Kotimaisten polttoaineiden tuotanto- ja käyttöpotentiaali 1986). Metsähakkeen käytön kasvussa taas markkinoiden merkitys korostuu muilla energiasektoreilla kuin maataloudessa ja markkinoiden myötä hakkeen suhteellinen hinta. Puun energiakäytön merkittävä lisäys maatilasektorilla on vaikeaa, koska siellä puun osuus lämpöenergian tuotannossa on jo perinteisesti korkea ja maatalojen määrä edelleen vähenee. Maatilahallituksen maatalouden otantalaskennan mukaan maatalojen polttoaineiden käyttö oli 1980 liikennepolttoaineet mukaan lukien 4,6 % koko maan primaarienergian käytöstä ja siitä puun osuus oli jo puolet. Kaupallisen metsähakkeen käytön lisäys tapahtuneekin jatkossa kohteissa, joissa korvataan energiahinnaltaan kalleimpia polttoaineita kuten kevyttä tai raskasta polttoöljyä lämmön tuotannossa.

Energian käyttö on yleisen taloudellisen toimeliaisuuden ja väestön mukaisesti keskittynyt maan eteläisiin lääneihin. Metsähakepotentiaali on jakautunut alueellisesti tasaisemmin kuin energian käyttö eikä tuotantopotentiaali muodosta alueellisestikaan merkittävää rajoitetta puun energiakäytön kasvulle (Valtanen 1981 , Ranta 1983 ). Puun energiakäytön kannalta kasvumahdollisuuksien yläraja määräytyykin alueen nykyisen käytön rakenteen ja energian tuotannon volyymin mukaan. Alueellisena tekijänä voidaan pitää myös turvetta, jonka taloudellinen kuljetettavuus on parempi kuin puulla ja jonka energiahinnat ovat metsähaketta alempia. Turve on lisäksi puuta kilpailukykyisempi nimenomaan suurissa käyttökoh-teissa, mikä on käyttöpotentiaalin kannalta oleellista.

## 2.5. Energiainvestoinnit

Puun energiakäytön kasvu edellyttää, että puun poltto on kannattavaa sekä nykyisessä energiantuotantokapasiteetissa että investoinnein luotavissa uusissa energian tuotantoyksiköissä. Energiavalinnoissaan päätöksentekijä on yleensä kiinnostunut energiakustannustensa minimoinnista, vaikka muillakin kuin taloudellisilla tekijöillä on todettu olevan vaikutusta investointikäyttäytymiseen (Toropainen 1982, 1984 a, Energiainvestointituen ... 1983). Lyhyellä aikavälillä energiakustannukset riippuvat käytössä olevan energiajärjestelmän tekniikasta, energian määrästä ja energiapanosten hinnoista. Tekniikka määrittelee mahdolliset energialähteet ja panosten välisen korvattavuuden näiden suhteellisten hintojen muuttuessa. Siirtyminen polttoaineesta toiseen ilman investointeja on yleensä teknisesti vaikeinta pienissä yhden energialähteen hyödyntämiseen perustuvissa energian tuotantoyksiköissä, kun taas laajoissa energiajärjestelmissä, kuten valtakunnallinen sähkön tuotanto ja jakelu lyhyen aikavälin sopeutuminen on teknisesti mahdollista.

Pitkän aikavälin energiakustannusten kannalta investoinnit ovat keskeisessä asemassa, sillä investoinnein päätöksentekijä voi vaikuttaa tuleviin energiakustannuksiinsa. Investoinnit voidaan yleisesti jakaa korvaus- ja uusinvestointeihin. Korvausinvestointitilanne syntyy tyypillisesti, kun nykyinen energiajärjestelmä on vanhentunut, energiapanosten hintasuhteet muuttuvat pysyväisluonteisesti tai jonkin innovaation seurauksena syntyy uutta energiatekniikkaa. Korvausinvestoinnin tapauksessa myös energian säästöinvestointi voi olla eräs vaihtoehto. Uusinvestoinnin tapauksessa vertaillaan relevantteja investointivaihtoehtoja keskenään ilman nollavaihtoehtoa.

Puun energiakäytön edullisuuden tarkastelussa voidaan erottaa seuraavat peruslaskentatilanteet:

- 1) puun käyttö nykyisessä energian tuotannossa
- 2) nykyisen polttoaineen käytön korvaaminen puulla investoimalla
- 3) puun valinta polttoaineeksi uusinvestoinnissa

Usein nämä laskentatilanteet tulevat kyseeseen samassakin energian tuotantoyksikössä eri aikoina toimintaolosuhteiden muuttuessa, kuten viime vuosina polttoaineiden hintojen vaihdellessa. Molemmissa investointityypeissä on aina kyse eri vaihtoehtoihin liittyvien tulevaisuuden energiakustannusten vertailusta valitun aikahorisontin T sisällä. Koska investoinneissa on kyse tulevista kustannuksista etukäteislaskelmat perustuvat odotuksiin, joiden toteutuminen on epävarmaa. Investoinnin edullisuutta voidaan arvioida etukäteen suunnitteluvaiheessa tai jälkikäteen tarkkailuvaiheessa eri edullisuuskriteerien avulla ( esim. Edullisuusvertailun menetelmäopas 1980, Aho 1982).

Investointien edullisuuteen liittyy aina tulevaisuuden aiheuttamaa riskiä tai epävarmuutta, mikä vaikeuttaa edullisuusvertailuja. Päätöksentekijän suhtautuminen epävarmuuteen riippuu yleensä siitä, miten suuri vaikutus investoinnin epäsuotuisalla tapahtumalla on hänen tuloihinsa tai varallisuuteensa ja miten tehokkaasti epävarmuutta voidaan levittää ( Sugden & Williams 1978, Willassen 1985 ).

Julkinen energiarahoitus vähentää osaltaan riskiä investoitaessa kotimaisen polttoaineen käyttöön, parantaa rahoituksen saatavuutta ja alentaa investoinnin rahoituskustannuksia. Investoija voi osittain varautua polttoaineiden hintasuhteiden muutoksiin valitsemalla monipuolista energian tuotantotekniikkaa, jossa useamman energialähteen käyttö on mahdollista. Tämä kuitenkin nostaa investointikustannuksia.

Kotimaisten polttoaineiden käytön edullisuutta ja näillä polttoaineilla tuotetun energian hintaa on tarkasteltu useissa tutkimuksissa yksityistaloudellisesta tai laajemmasta näkökulmasta ( esim. Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky ... 1983 a, b, c, Toropainen 1982, 1984 b, Miettinen ym.

1986, Petäjistö 1986). Näiden tutkimusten mukaan kotimaisten polttoaineiden vaihtoehdossa investointi- ja kiinteät käyttökustannukset ovat korkeammat kuin tuontipolttoaineilla, joten polttoainekustannusten tulee olla kotimaisilla polttoaineilla alemmat kuin tuontipolttoaineilla, jotta investoinnit olisivat kannattavia.

### 3. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

#### 3.1. Tutkimusaineisto

Vuoden 1980 energian käyttöä koskevat tiedot muokattiin teollisuustilaston, rakennusten lämmitysenergiatutkimuksen ja maatalouden vuositilaston aineistoja käyttäen. Näiden kaikkien tilastolähteiden tiedot olivat läänikohtaisia. Teollisuustilaston polttoainetiedot on kerätty totaaliaineistona ja kaksi muuta perustuvat otantaan.

Teollisuustilaston polttoainetiedot kuvaavat kaivannaistoinnin, tehdasteollisuuden sekä lämpö-, vesi-, kaasu- ja sähköhuollon polttoaineiden käyttöä. Kiinteistöjen lämmitysenergiatutkimus sisältää kiinteistöjen lämmitysenergian polttoaineet, kaukolämmitys ja sähkö - käyttö rakennustyypeittäin. Maatilojen energian käyttötilasto käsittää peltoalaltaan yli 1 hehtaarin tilojen tuotantotoimintaan ja yksityistalouteen käytetyt polttoaineet ja sähkön.

Investointien aiheuttamia kotimaisten polttoaineiden käytön muutoksia tarkasteltiin kauppa- ja teollisuusministeriön käsittelemien teollisuuden ja yhdyskuntien avustushakemusten tietojen perusteella (Laki kotimaisten polttoaineiden käytön edistämisestä 1979). Avustus on ensisijaisesti tarkoitettu pienten ja keskisuurten kotimaisia polttoaineita käyttävien laitosten rakentamiseen teollisuudessa sekä alue- ja kaukolämmön tuotannossa. Avustuksen myöntämisen yleisenä periaatteena on pyrkimys edistää kotimaisten polttoaineiden taloudellista käyttöä, minkä lisäksi myöntämisessä otetaan huomioon alueellisia näkökohtia. Yleistä investoinnin toteuttamiskelpoisuutta arvioitiin kauppa- ja teollisuusministeriössä investoinnin takaisinmaksuajalla ilman avustusta, minkä mukaan avustusprosentti porrastettiin. Tutkimusaineistoon sisältyi maaliskuun 1983 loppuun mennessä käsitellyt 548 hakemusta, joista 450 oli saanut myönteisen päätöksen ja loput 98 epäävän päätöksen. Aineistoon sisällytettiin myös ilman avustusta jääneet hankkeet, koska suurimmassa osassa tapauksista hylkäämisperusteena oli hankkeen hyvä kannattavuus tai hankkeen toteuttamisen aloittaminen ennen avustuksen anomista.

Aluetekijöitä kotimaisten polttoaineiden käytössä tarkasteltiin Ekono Oy:n Kotimaisten polttoaineiden tuotantopotentiaalitutkimuksen (1986) ja edellä mainittujen tilastolähteiden sekä kauppa- ja teollisuusministeriön aineiston avulla.

Kotimaisten polttoaineiden käytön edullisuutta tarkasteltiin toteutetun esimerkkilaitoksen avulla. Suunnittelutilanteessa vertailtavina vaihtoehtoina olivat noin 5 MW:n hakeratkaisu ja raskaalla polttoöljyllä toimiva laitos. Valinta päättyi ratkaisuun, jossa perusenergia tuotetaan hakkeella ja huippuenergia öljyllä. Laskelmat perustuvat suunnitteluhetken kustannustasoon ja tämän hetken kustannustasoon.

### 3.2. Aineiston käsittely

Vuoden 1980 lähtötilanteen kuvaamisessa jouduttiin muokkaamaan käytetyt tilastoaineistot yhteismitallisiksi tietojen kattavuuden ja yhteenlaskettavuuden parantamiseksi sekä päällekkäisyyksien välttämiseksi. Tutkimuksessa päädyttiin primaarienergian tasolla tapahtuvaan laskentaan, jolloin laskenta perustuu käytettyjen polttoaineiden energiasisältöön eikä oteta huomioon, mitä energialaatuja on tuotettu eri energialähteillä. Hyötyenergian mittaaminen on vaihtoehtoinen tapa, jolloin otetaan huomioon energian tuotannon ja jakelun aiheuttamat energiahäviöt. Tämä on kuitenkin ongelmallisempi kuin primaarienergian mittaaminen. Syynä valintaan oli se, että primaarienergiana yhteenlaskettavuus on parempi kuin hyötyenergiana ja tutkimuksen tarkastelukulma on energian tuotannossa eikä hyötyenergian käytössä. Molempiin tarkastelutapoihin sekä primaari että hyötyenergiakäsitteisiin liittyy sopimuksenvaraisia ratkaisuja, jotka riippuvat kulloisestakin tarkastelukulmasta (ks. Kasanen 1982).

Teollisuustilaston polttoainetiedot kolmen päätoimialan osalta olivat valmiiksi energiayksiköissä ja ainoa muutos oli liikennepolttonesteiden poistaminen. Kiinteistöjen lämmitysenergia-aineistosta poistettiin kaukolämmön ja sähkön käyttö, koska nämä tiedot sisältyvät teollisuustilastoon. Maatilojen aineistosta poistettiin sähkön käyttö, koska polttoaineilla tapahtuva sähkön tuotanto sisältyi jo teollisuustilaston

aineistoon ja liikennepolttonesteet sekä asuinrakennusten lämmitys, joka sisältyi kiinteistöjen lämmitysenergia-aineistoon. Sen sijaan maatilojen tuotantorakennusten lämmitys otettiin huomioon, koska se ei sisältynyt em. kiinteistöjen aineistoon. Maatilojen tuotantokoneiden ja laitteiden energian kulutus jätettiin myös tarkastelun ulkopuolelle.

Muokkausten jälkeen vuoden 1980 aineisto kuvaa lääneittäin ja polttoaineittain teollisuuden, kiinteistöjen lämmityksen ja maatilojen yhteen laskettua energian käyttöä primaarienergiana. Alueittain ja koko maata ajatellen on esitetty koko maan primaarienergian käyttö ilman vesivoimalla tuotettua sähköä ja liikenteen polttonesteitä siltä osin kuin tilastot kattavat kuvaamansa energiasektorit. Tämä aggregoitu primaarienergian tasolla tapahtuva kuvaus muodostaa perustan arvioitaessa energian tuotannon muutoksia polttoaineittain ja lääneittäin. Polttoaineista voidaan edelleen muodostaa ryhmiä tai jakaa ne kotimaisiin ja ulkomaisiin sekä tarkastella alueellista kotimaisuustasoa.

Kauppa- ja teollisuusministeriön hankeaineiston perusteella laskettiin polttoaineittaiset korvattavien ja korvaavien polttoaineiden määrät toimialoittain ja lääneittäin. Samojen tietojen avulla laskettiin läänikohtaiset muutokset polttoaineiden käytössä sekä läänien energiahuollon kotimaisuusasteessa, mikäli hankkeet toteutetaan suunnitelmien mukaisesti. Hankkeiden jakautuminen uus- ja korvausinvestointeihin vaikuttaa kotimaisuusasteen laskentaan ja tulkintaan.

Kotimaisten polttoaineiden tuotannon ja käytön välistä alueellista riippuvuutta tutkittiin alustavasti kahden muuttujan graafisena tarkasteluna.

Kotimaisen energian tuotannon kannattavuustarkastelussa esimerkkilaitoksen tuotantokustannukset laskettiin toteutuneilla kustannuksilla sekä vertailulaitoksen suunnittelussa käytetyillä kustannuksilla seuraavan kustannuslaskelman mukaisesti:



- A. Investointikustannukset
  - liikevaihtoveron palautus
  - valtion avustus
- B. Vuotuiset pääomakustannukset
  - annuiteettitekijänä .1168 ( 8 %, 15 v.)
- C. Kiinteät käyttö- ja hoitokustannukset
  - kiinteät palkat
  - huolto, korjaukset ja vakuutukset
  - polttoainevaraston korko
- D. Kiinteät vuosikustannukset
  - B + C
- E. Tuotettu vuosienenergia
- F. Energian tuotannon kiinteät yksikkökustannukset/ v.
  - D/E
- G. Energian tuotannon muuttuvat yksikkökustannukset
  - polttoainekustannukset
  - muut muuttuvat kustannukset
- H. Energian tuotannon yksikkökustannukset
  - F + G

Tehohuipun käyttöaika oli investoinnissa korkea 5 000 h/v ja vuosihyötysuhde hakkeella 75 % ja öljyllä 82 %. Investoinnin toteuttamisen jälkeen polttoaineiden hintasuhteet ovat oleellisesti muuttuneet ja esimerkin toisessa osassa on esitetty sama laskelma vuoden 1986 hintatasossa. Toteutetussa investoinnissa voidaan osa kokonaistehosta tuottaa vaihtoehtoisesti joko hakkeella tai raskaalla polttoöljyllä. Valintatilannetta investoinnin jälkeen tarkasteltiin energian tuotannon muuttuvien yksikkökustannusten perusteella tämän hetken kustannustasossa.

## 4. TULOKSET

## 4.1. Polttoaineiden käyttö eri lääneissä vuonna 1980

Teollisuudessa, kiinteistöjen lämmityksessä ja maatalojen tuotantotoiminnassa käytettiin vuonna 1980 polttoaineita luvussa 3 tehdyt rajaukset huomioon ottaen yhteensä 744 PJ (taulukko 1). Tämä oli 73 % tilastoiduista primaarienergian kokonaiskulutuksesta Suomessa.

Taulukko 1. Polttoaineiden käyttö teollisuudessa, kiinteistökohtaisessa lämmityksessä ja maatalojen tuotantotoiminnassa 1980, PJ.

Lääni	Polttoaine							Yhteensä
	Raskas polttoöljy	Hiili	Kevyt polttoöljy	Puu	Jäteliemet	Turve	Muut polttoaineet	
Uudenmaan	35,9	88,4	25,4	3,1	-	0,0	41,0	193,8
Turun ja Porin	24,9	34,8	24,9	9,1	3,5	3,5	54,5	152,0
Ahvenanmaan maakunta	0,3	-	1,1	0,4	-	0,0	0,0	1,8
Hämeen	27,9	3,6	20,0	8,9	6,6	7,4	1,8	76,2
Kymen	11,7	13,6	9,7	7,0	25,9	2,5	30,4	100,8
Mikkelin	3,5	0,9	5,7	4,7	0,5	0,4	0,1	15,8
Pohjois-Karjalan	3,5	0,0	5,0	3,8	1,2	0,3	0,0	13,8
Kuopion	10,8	0,0	5,8	5,6	0,5	1,1	0,3	24,1
Keski-Suomen	10,3	1,1	6,2	5,3	3,6	0,5	0,1	27,1
Vaasan	12,5	3,0	14,8	8,4	10,9	0,8	0,1	50,5
Oulun	16,3	1,8	10,6	9,0	6,8	5,3	9,0	58,8
Lapin	7,8	0,8	5,4	5,4	9,3	0,1	0,5	29,3
Koko maa	165,4	148,0	134,6	70,7	68,8	18,7	137,8	744,0

Energian tuotantokapasiteetin pääosa sijoittui eteläisiin lääneihin väestön ja yleisen taloudellisen aktiviteetin mukaisesti. Koko maan tasolla tarkastellen energiahuollon polttoainevalikoimaa voitiin pitää monipuolisena. Tätä kuvaa täydentää vielä vesivoiman sisällyttäminen energialähdevalikoimaan. Aineiston polttoainejakauma oli seuraavan asetelman mukainen:

- raskas polttoöljy	22,2 %
- hiili	19,9 %
- kevyt polttoöljy	18,1 %
- puu	9,5 %
- jäteliemet	9,3 %
- turve	2,5 %
- muut polttoaineet	18,5 %
	100,0 %

Läänikohtainen tarkastelu tuo esiin selviä eroja polttoaineiden kokonaiskäytössä ja käytettyjen polttoaineiden jakaumisessa. Näitä eroja voidaan pitää merkittävinä arvioitaessa kotimaisten polttoaineiden käytön laajenemismahdollisuuksia. Lääniä väliset erot polttoaineiden käyttömäärissä olivat suuria, sillä 70 % polttoaineista käytettiin maantieteellisesti yhtenäisellä Uudenmaan, Turun ja Porin, Kymen ja Hämeen läänien alueella. Alueen osuus polttoaineiden käytöstä ylittää sen väestö- ja bruttokansantuoteosuuden (taulukko 2).

Mikkelin, Pohjois-Karjalan, Kuopion, Keski-Suomen ja Vaasan läänien muodostaman alueen väestö- ja bruttokansantuoteosuudet ovat polttoaineosuutta suuremmat. Oulun ja Lapin läänien alueella erot ovat kahta edellistä aluetta pienemmät.

Alueiden energian tuotannossa ja niiden väestö- ja bruttokansantuoteosuuksissa havaittuja eroja tarkasteltaessa on muistettava, että aineisto ei kata koko energiatuotantoa. Käytetyllä aineistolla ei myöskään voida analysoida energian tuotannon ja käytön alueellisia eroja eli sähkön siirtoa. Energian tuotantokapasiteetin sijainti ja rakenne ovat kotimaisten polttoaineiden käytön kasvumahdollisuuksien kannalta merkittäviä tekijöitä, koska ne muuttuvat hitaasti ja kotimaisten polttoaineiden hyödyntämistä rajoittaa niiden lyhyt taloudellinen kuljetusetäisyys.

Taulukko 2. Eri läänien osuudet polttoaineiden käytöstä, väestöstä ja bruttokansantuotteesta vuonna 1980, %

Lääni	Polttoaineiden käyttö	Väkiluku	Bruttokansan- tuote *
Uudenmaan	26,1	23,6	29,3
Turun ja Porin	20,4	14,7	14,7
Ahvenanmaan maakunta	0,2	0,5	0,7
Hämeen	10,3	13,9	13,8
Kymen	13,6	7,2	7,1
Mikkelin	2,1	4,3	3,5
Pohjois-Karjalan	1,9	3,7	2,9
Kuopion	3,2	5,3	4,4
Keski-Suomen	3,6	5,1	4,4
Vaasan	6,8	9,0	8,2
Oulun	7,9	8,7	7,5
Lapin	3,9	4,0	3,5
<b>Yhteensä</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

\* vuodelta 1978 kansantalouden tilinpito TK:n tutkimuksia nro 103

Hiilen, jäteliemen, turpeen ja ryhmän muut polttoaineet käyttö keskittyi muutamiin lääneihin. Hiili on tyypillinen rannikkoalueen suurten energiatuotantoyksiköiden polttoaine. Valtaosa hiilestä käytettiin Uudellamaalla, Turun ja Porin läänissä ja Kymen läänissä. Metsäteollisuuden jäteliemestä 38 % käytettiin Kymen läänissä. Suuruusjärjestyksessä seuraavat läänit jäteliemen käytössä olivat Vaasan, Lapin, Oulun ja Hämeen läänit. Edellä mainittujen lisäksi pienempiä määriä jäteliemiä käytettiin kaikissa muissa lääneissä paitsi Uudellamaalla ja Ahvenanmaan maakunnassa. Jäteliemien käytön alueelliset erot selittyvät kokonaan kemiallisen metsäteollisuuden sijainnilla.

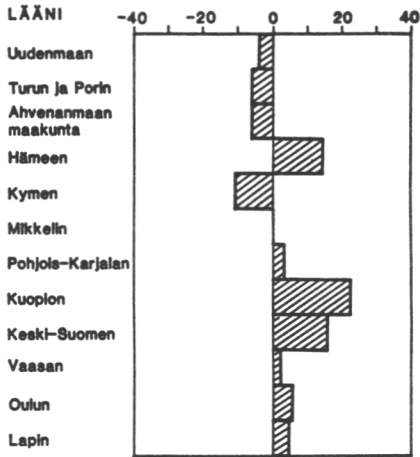
Turpeen käyttö oli vielä 1980 orastavaa ja suuria käyttäjiä oli vain Hämeen, Oulun, Kymen ja Kuopion lääneissä, joiden osuus oli 87 % koko maan käyttömäärästä. Muiden polttoaineiden heterogeeninen ryhmä koostui pääasiassa ydinpolttoaineesta, maakaasusta ja muista kuin puuperäisistä prosessijätteistä. Tämän ryhmän polttoaineista Turun ja Porin läänin, Uudenmaan ja Kymen läänin osuus oli 90 %. Merkittävää tämän ryhmän polttoaineiden käyttö oli myös Oulun läänissä.

Raskaan ja kevyen polttoöljyn sekä puun käyttö jakaantui edellisiä polttoaineita tasaisemmin koko maassa. Nämä muodostivat puolet koko aineiston polttoaineista.

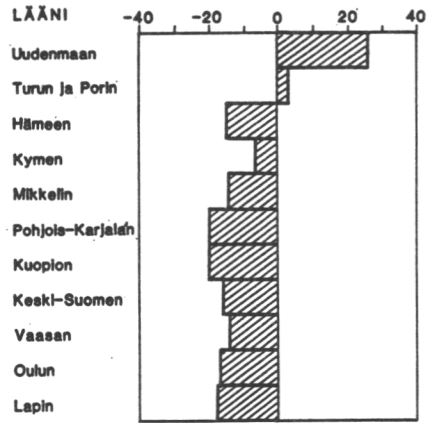
Läänien polttoaineiden kokonaiskäytön tasoerojen lisäksi lääneissä käytettyjen polttoaineiden jakaumissa oli havaittavissa selviä eroja, jotka heijastavat energian tuotannon rakenne-eroja. Seuraavissa kuvissa esitetään läänien polttoaineiden osuuksien poikkeamat koko maan keskiarvoista.

Raskas polttoöljy oli koko maassa käytetyin polttoaine ja eniten sitä käytettiin primaarienergian kokonaiskäytöltään suurissa lääneissä (kuva 2). Suhteellisesti yleisin polttoaine se oli kuitenkin Kuopion, Keski-Suomen ja Hämeen lääneissä, joissa sen osuus oli 45-37 % näissä lääneissä käytetyistä polttoaineista. Myös Oulun läänin yleisin polttoaine oli raskas polttoöljy. Maan keskiarvoa pienempi osuus ras-

kaalla polttoöljyllä oli Uudenmaan, Turun ja Porin ja Kymen läänien sekä Ahvenanmaan energian tuotannossa.

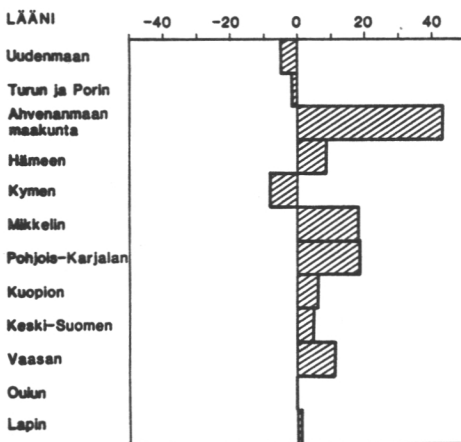


Kuva 2. Läänien poikkeamat maan keskimääräisestä ras- kaan polttoöljyn osuudesta 1980, %-yksikköä.

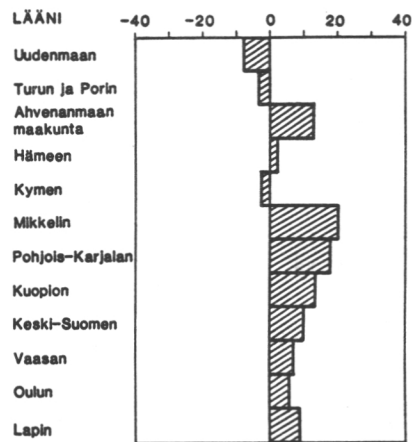


Kuva 3. Läänien poikkeamat maan keskimääräisestä hii- len osuudesta 1980, %-yksik- sikköä.

Hiilen käyttö oli suurinta Uudellamaalla ja Turun ja Porin läänissä, missä sen osuus ainoana lääneissä ylitti koko maan keskiarvon (kuva 3). Uudellamaalla käytettiin yli puolet koko maan kivihiiilestä ja se oli läänin yleisin polttoaine. Kymen lääniä lukuunottamatta hiilen käyttö oli maan muissa lääneis- sä ja etenkin Sisä-Suomessa vähäistä sekä absoluuttisina määrinä että suhteellisesti mitaten.



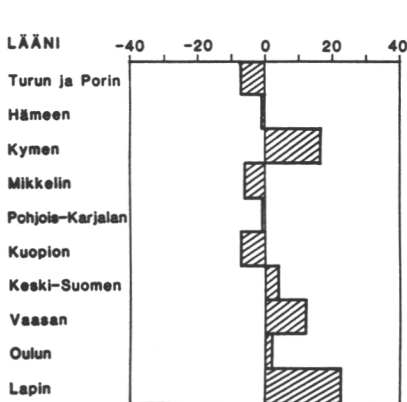
Kuva 4. Läänien poikkeamat maan keskimääräisestä kevyen polttoöljyn osuudesta 1980, %-yksikköä.



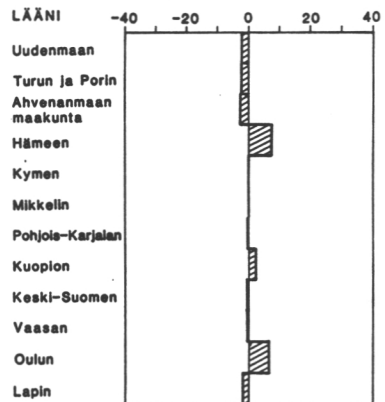
Kuva 5. Läänien poikkeamat maan keskimääräisestä puun osuudesta 1980, %-yksikköä.

Kevyen polttoöljyn käyttömäärät olivat suurimmat Uudellamaalla, Turun ja Porin läänissä ja Hämeen läänissä, joiden yhteinen osuus oli yli puolet koko maan käytöstä. Seuraavana ryhmänä erottuivat Vaasan, Oulun ja Kymen läänit. Muissa läänissä käyttömäärät olivat edellisiä pienempiä 5-6 PJ kussakin. Suhteellisesti yleisintä kevyen polttoöljyn käyttö oli Ahvenanmaalla, jonka osuus koko aineiston primaarienergiasta jäi kuitenkin alle 1 %:n. Kevyellä polttoöljyllä on läänien energian tuotannossa suurin osuus - runsas kolmannes - Pohjois-Karjalan ja Mikkelin lääneissä, jotka kuuluvat polttoaineiden käytöllä mitaten pieniin lääneihin. Kevyt polttoöljy oli yleisin polttoaine myös Vaasan läänissä. Tutkimusaineiston kevyestä polttoöljystä kiinteistökohtaisen lämmityksen osuus oli 77 %, kun taas hiili ja raskas polttoöljy ovat peräisin pääasiallisesta teollisuustilastosta.

Puun käyttö polttoaineena vaihteli lääneissä 3-9 PJ välillä ilman Ahvenanmaata (kuva 5). Eniten puuta käytettiin Oulun, Hämeen, Vaasan ja Kymen lääneissä ja pienin käyttömäärä lääneistä oli Uudellamaalla. Läänien primaarienergian kokonaismäärien suurista eroista johtuen puun suhteelliset osuudet energian tuotannossa vaihtelevat tuntuvasti. Suurin osuus puulla oli energian tuotannossa pienissä Mikkelin, Pohjois-Karjalan ja Kuopion lääneissä sekä Hämeen läänissä. Runsaasti energiaa tuottavalla Uudellamaalla puun osuus oli alle 2 % läänissä käytetyistä polttoaineista. Myös Turun ja Porin läänissä puun osuus jäi maan keskiarvon alapuolelle.



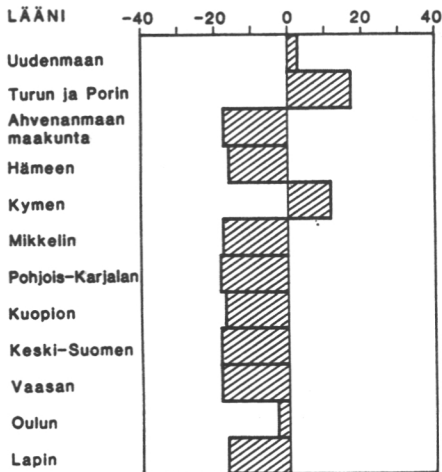
Kuva 6. Läänien poikkeamat maan keskimääräisestä jäteliemien osuudesta 1980, %-yksikköä.



Kuva 7. Läänien poikkeamat maan keskimääräisestä turpeen osuudesta 1980, %-yksikköä.

Puuperäisten polttoaineiden käytöstä noin puolet oli metsäteollisuuden jäteliemiä pääasiassa sulfaattiselluloosateollisuudessa. Jäteliemien käyttömäärät heijastelevat selluloosateollisuuden sijoittumista maan eri osiin, sillä tämän ryhmän polttoaineiden hyväksikäytön aste on hyvin korkea. Uudella maalla ja Ahvenanmaalla ei ollut tilastoitua jäteliemien käyttöä. Läänien energian tuotannossa suurimmat suhteelliset osuudet jäteliemillä on Lapin, Kymen ja Vaasan lääneissä. Koko maan keskimääräistä primaarienergiaosuutta suurempi merkitys näillä polttoaineilla on lisäksi Keski-Suomen ja Oulun lääneissä.

Turve oli vielä uusi tulokas vuoden 1980 energiamarkkinoilla. Suuria turpeen käyttäjiä oli maassa vain muutamia, mikä näkyi myös läänien turpeen käyttömäärissä. Hämeen läänin osuus oli 40 % koko maan turpeen käytöstä ja muita suuria käyttöläänejä olivat Oulun, Kymen ja Kuopion läänit. Suuria turvetta poltettavia yksiköitä näissä lääneissä olivat kaukolämpövoimalat ja metsäteollisuusyritykset. Turpeen osuus energian tuotannossa oli suurimmillaan Hämeen ja Oulun läänneissä runsaat 9 % läänien polttoaineiden käytöstä. Näiden läänien lisäksi maan keskiarvoa suurempi osuus oli ainoastaan Kuopion läänissä.



Kuva 8. Läänien poikkeamat maan keskimääräisestä muiden polttoaineiden osuudesta 1980, %-yksikköä.

Muiden polttoaineiden käyttö oli samaa suuruusluokkaa kuin puuperäisten polttoaineiden käyttö koko maassa. Tämän ryhmän polttoaineiden käyttö oli kuitenkin keskittynyt selvästi neljään lääneen suuruusjärjestyksessä Turun ja Porin, Uudenmaan, Kymen ja Oulun lääneihin. Kahdessa ensin mainitussa ydinvoimalat ja öljynjalostamot olivat suurimmat ryhmän polttoaineiden käyttäjät. Kymen läänin suuri osuus selittyy pääasiassa maakaasun käytöllä ja Oulun läänin muilla kuin puuperäisillä prosessijätteillä. Tyypillistä näille polttoaineille on, että niitä käytetään suurissa energian tuotantoyksiköissä. Turun ja Porin sekä Kymen lääneissä tämän ryhmän polttoaineiden käytön osuus oli suurempi kuin minkään edellä käsitellyn polttoaineryhmän läänin energian tuotannossa, Uudella maalla ainoastaan hiilellä oli suhteellinen osuus primaarie-nergian käytöstä suurempi kuin tällä polttoaineryhmällä.

Kotimaisten polttoaineiden osuus vaihteli tuntuvasti eri lääneissä ( taulukko 3 ). Kotimaisiksi polttoaineiksi on laskettu puu, jäteliemet, turve ja muiden polttoaineiden ryhmästä olki, masuunikaasu, teollisuuden jätelämpö, yhdyskuntajäte sekä puuhiili.

Taulukko 3. Eräiden polttoaineiden osuus läänien polttoaineiden kokonaiskäytöstä 1980, %

Lääni	Polttoaineiden osuudet kokonaiskäytöstä, %	
	puuperäiset	kotimaiset
Uudenmaan	1,6	2,8
Turun ja Porin	8,3	8,5
Ahvenanmaan maakunta	21,5	21,5
Hämeen	20,4	30,8
Kymen	32,7	35,2
Mikkeli	33,0	35,7
Pohjois-Karjala	36,5	38,5
Kuopion	25,1	29,7
Keski-Suomi	32,9	34,7
Vaasa	38,2	39,8
Oulu	27,0	50,5
Lappi	50,1	50,1
Koko maa	18,8	22,8



Keskimääräistä pienempi osuus sekä puuperäisillä että yleensä kotimaisilla polttoaineille on Uudellamaalla ja Turun ja Porin läänissä. Muissa lääneissä näiden polttoaineiden osuus ylittää maan keskiarvon. Korkeimmillaan läänikohtainen kotimaisuusaste on Oulun ja Lapin läänissä, molemmissa puolet läänin polttoaineiden kokonaiskäytöstä. Viimeksi mainitussa läänissä myös puuperäisten polttoaineiden käyttö on suhteellisesti yleisintä. On huomattava kuitenkin nimenomaan turpeen osalta, että polttoaineiden tuotanto- ja käyttöläänit eivät kaikissa tapauksissa ole samoja. Pääsääntöisesti voidaan havaita, että polttoaineiden kotimaisuusaste on kokonaiskäytöltään pienissä lääneissä korkeampi kuin Etelä-Suomen suurissa lääneissä. Vesivoiman sisällyttäminen tarkasteluun lisäisi havaittuja eroja läänien energian tuotannon kotimaisuusasteessa.

Energian tuotannon sijaintierot säilynevät myös pitkällä aikavälillä. Hitaan energian kulutuksen kasvun aikana mahdollisuudet lisätä kotimaisten polttoaineiden ja ennen kaikkea puun käyttöä riippuvat tällöin paitsi energian tuotannon volyymin ja rakenteesta myös kotimaisuusasteesta. Suurin teoreettinen korvauspotentiaali on siten eteläisen Suomen suurissa lääneissä, joissa energian tuotannon painopiste sijaitsee. Pienissä lääneissä teoreettinen korvauspotentiaali jää edellisiä läänejä pienemmäksi, mikä johtuu energian tuotannon tasoerosta ja korkeammasta kotimaisuusasteesta. Pienten läänien korvauspotentiaalista on kuitenkin energiahinnaltaan kalleimpien polttoöljyjen osuus suurempi kuin energian tuotannon isoissa lääneissä. Kussakin läänissä voidaan todeta olevan pitkällä aikavälillä merkittäviä mahdollisuuksia puun ja muiden kotimaisten energialähteiden käytön lisäämiseen teoreettisen korvauspotentiaalipuolesta. Tarkastelun ajajänteinä mielekkäin lienee energian tuotantokapasiteetin sukupolvi, sillä tämän kaltaiset rakennemuutokset ovat hyvin hitaita.

## 4.2. Muutokset kotimaisten polttoaineiden käytössä

Aluetason poikkileikkauskuvaus vuodelta 1980 muodostaa myös perustan tarkasteltaessa 1980-luvun energiainvestointisuunnitelmien vaikutuksia polttoaineiden käyttöön. Kauppa- ja teollisuusministeriö antoi keväaseen 1983 mennessä lakiin 164/1979 perustuen avustussitomuksen 450 kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisäävälle energiainvestoinnille. Hylättyjä avustushakemuksia oli samana ajanjaksona 98. Hylkäyksen syitä olivat avustuksen hakeminen hankkeen toteuttamisen jo alettua (46 %), hankkeen hyväksi arvioitu kannattavuus ilman avustusta (45 %) ja muut syyt (9 %).

Hyväksytyistä hankkeista tehdasteollisuuden päätoimialaan kuuluvia oli 297, joista 204 hanketta metsäteollisuusyrityksissä (toimialat 33 ja 34 teollisuustilastossa). Metallijä konepajatuotteiden valmistuksen ja elintarviketeollisuuden hankkeita oli yhteensä 50 (toimialat 38 ja 31). Yhdyskuntien energian tuotantoinvestointeja hyväksytyistä hankkeista oli 136 kpl. Avustettuja hankkeita koskevia yleistietoja on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Lain 164/1979 perusteella avustetut energiainvestoinnit keväaseen 1983 mennessä.

Lääni	Kpl	Investoinnin koko Keskiarvo	milj.mk Mediaani	Polttoaineiden käyttö TJ/a
Uudenmaan	21	1,785	0,638	1730
Turun ja Porin	49	4,590	0,340	6260
Hämeen	46	11,953	0,300	3420
Kymen	21	4,825	0,255	3460
Mikkelin	21	3,745	1,500	2630
Pohjois-Karjalan	29	1,939	0,693	1730
Kuopion	25	11,846	0,700	7060
Keski-Suomen	41	14,217	0,375	8210
Vaasan	113	2,598	0,100	4610
Oulun	68	2,272	0,445	3490
Lapin	16	11,773	0,670	3350

Avustuksen saaneiden hankkeiden kokojakauma oli vino. Investointien hankintamenon vaihteluväli aineistossa oli 0.017 - 540.0 milj.mk. Hankkeet olivat pääsääntöisesti pienehköjä, kuten avustuksen myöntämisperusteissa on tarkoitettukin. Suurimpiin investointeihin on sovellettu alennettuja avustusprosentteja avustuksia myönnettäessä. Avustuksen saaneista hankkeista 68 % oli kooltaan alle 1 milj.mk, 22 % oli kooltaan 1-5 milj.mk ja 10 % yli 5 milj.mk. Mediaani-investointina tarkastellen energiainvestoinnit olivat yhdyskunnissa suurempia kuin tehdasteollisuudessa kaikissa muissa paitsi Pohjois-Karjalan läänissä. Läänien keskiarvoihin hankkeiden kokojakauman vinous vaikuttaa voimakkaasti.

Eniten hyväksytyjä hankkeita oli Vaasan ja Oulun lääneissä yhteensä 38 % tehdasteollisuuden ja 45 % yhdyskuntien energiainvestointien lukumäärästä. Yhdyskuntien energiainvestointeja oli vähän maan eteläosan energian tuotannoltaan suurissa lääneissä. Osaselitys tähän lienee siinä, että alue- ja kaukolämmön tuotanto oli yleisempää näissä jo ennen nyt tarkasteltavan avustusmuodon käyttöönottoa kuin muissa lääneissä. Avustuspäätöksissä otettiin huomioon myös aluepoliittisia tekijöitä, mikä saattoi edesauttaa yhdyskuntien keskitetyn lämmöntuotannon aloittamista energian tuotannoltaan pienemmissä lääneissä.

Suurin osa hylkäyspäätöksistä kohdistui tehdasteollisuuden hankkeisiin. Näidenkin hankkeiden kokojakauma osoittautui vinoksi ja hankkeet yleensä pienehköiksi. Eniten hylättyjä tehdasteollisuuden hankkeita oli Vaasan ja Hämeen lääneissä. Hyväksi arvioitu kannattavuus ilman avustustakin oli yleisempi hylkäysperuste tehdasteollisuudessa kuin yhdyskunnissa. Ilman avustusta jääneiden yhdyskuntien hankkeiden mediaanikoko oli useimmissa lääneissä suurempi kuin tehdasteollisuuden hankkeiden, kuten hyväksytyjenkin aineistossa. Yhdyskuntien hylättyjen hankeaineiston pienuus tosin vaikeutti vertailuja.

Avustettujen hankkeiden suunniteltu polttoaineiden käyttö oli 51 PJ/a, jolla määrällä arvioitiin korvattavan 45 PJ tuontipolttoaineita vuositasolla. Hylättyjen hankkeiden vastaavat

energiavaikutukset olivat noin 7 PJ/a. Hankkeiden polttoainekäyttö jakaantui suunnitelmien mukaan seuraavasti:

	Avustetut hankkeet	Avustamatta jääneet hankkeet
	Polttoainejakauma %	
Turve	53	56
Puupolttoaineet	30	33
Muut kotimaiset	2	2
Tuontipolttoaineet	15	9
Yhteensä	100	100

Jatkossa kaikkia hankkeita koskevat tiedot esitetään yhdessä, sillä ilman avustusta jääneistä hankkeista suurin osa todennäköisesti toteutetaan. Kaikilla hankkeilla korvattavaksi suunnitellusta 52 PJ/a energiamäärästä oli raskasta polttoöljyä 66, hiiltä 23, kevyttä polttoöljyä 7 ja maakaasua 4 %.

Käyttöpotentiaalista 57 % oli tehdasteollisuuden ja 43 % yhdyskuntien energiahankkeissa. Eniten tulee kasvamaan turpeen käyttö uusien suurten turvelaitosten rakentamisen seurauksena. Teollisuuden ja yhdyskuntien energiahankkeiden polttoainevalikoimat erosivat toisistaan puujätteen lisääntyvän käytön ollessa ensisijaista teollisuudessa ja turpeen käytön yhdyskunnissa.

Taulukko 5. Hankkeiden suunniteltu kotimaisten polttoaineiden käyttö, TJ/a.

Polttoaine	Metsäteollisuus	Muu teollisuus	Yhdyskunnat	Yhteensä
				Polttoaineen käyttö TJ/a
Turve	8460	3850	18970	31280
Kuori	7920	70	680	8670
Puru	2050	180	970	3200
Puujäte	2660	70	70	2800
Hake	720	180	1620	2520
Jäteliemet	830	-	-	830
Muut kotimaiset	70	540	290	900
Yhteensä	22710	4890	22600	50200

Kotimaisten polttoaineiden käytön kasvusta turpeen osuudeksi oli suunniteltu 62, puuperäisten polttoaineiden 36 ja muiden polttoaineiden 2 %. Puun käytön lisäys perustui pääasiassa metsäteollisuuden puujätteen hyödyntämiseen metsäteollisuudessa (toimialat 33 ja 34), jonka osuus oli 79 % suunnitelmien puun käytöstä. Yhdyskuntien energian tuotannossa yleisin puupolttoaine oli hake, joka sisältää sekä metsähakkeen että metsäteollisuuden jätetuusta valmistetun hakkeen. Hakkeen raaka-ainetta ei pystytty aina luotettavasti määrittelemään hankkeissa.

Investoinnit aiheuttavat suurimmat polttoaineiden käytön muutokset Hämeen, Keski-Suomen, Kuopion, Turun ja Porin ja Pohjois-Karjalan lääneissä. Pienin absoluuttinen muutos on Uudellamaalla (taulukko 6).

Taulukko 6. Hankkeiden suunniteltu polttoaineiden käytön lisäys, TJ/a.

Lääni	Turve	Puuperäiset polttoaineet	Muut kotimaiset polttoaineet	Oheispolttoaineet	Polttoaineet yhteensä
Uudenmaan	220	600	210	730	1760
Turun ja Porin	3300	2650	70	300	6320
Hämeen	4360	4030	490	450	9330
Kymen	950	2310	-	200	3460
Mikkelin	1080	490	-	1160	2730
Pohjois-Karjalan	4390	1130	50	750	6320
Kuopion	5320	690	-	1280	7290
Keski-Suomen	6200	1150	-	890	8280
Vaasan	1110	2520	30	1620	5280
Oulun	1940	1960	30	210	4140
Lapin	2400	470	-	490	3360
Koko maa	31270	18000	880	8080	58230

Investointien polttoainejakauma vaihteli lääneittäin runsaasti turpeen osuuden ollessa 13-73, puupolttoaineiden 9-67, muiden kotimaisten 0-12 ja ohessa käytettävien tuontipolttoaineiden 5-43 % lääneittäin primaarienergian lisäyksistä. Muutokset olivat suhteellisesti suurimpia energian tuotantoon pienimmissä lääneissä. Aineistoon sisältyi sekä korvausettä uusinvestointeja, joita ei pystytty aina erottelemaan.

Tämä aiheutti ongelmia polttoaineiden käytössä tapahtuvien nettomääräisten muutosten arvioinnissa ennen kaikkea oheispolttoaineiden ja korvattavien polttoainemäärien osalta. Todellista tuontipolttoaineiden käytön vähenemistä ennen investointien toteuttamista vallinneeseen tilanteeseen verrattuna aiheutui vain korvausinvestoinneista. Uusinvestoinneissa tuontipolttoaineiden korvaaminen on osin hypoteettista ja näissä tapauksissa kyse onkin hankkeen seurauksena toteutumatta jäävästä tuontipolttoaineiden käytön kasvusta. Uusinvestoinneissa korvattavat polttoaineet ja niiden määrät arvioitiin suunnittelutilanteessa vaihtoehtona esitetyn tuontipolttoaineratkaisun perusteella. Kokonaisuutena aineistoon siis sisältyi sekä energian tuontikapasiteetin korvaamista uusille ratkaisuille että kapasiteetin nettokasvua.

Koko maan tasolla korvaavien polttoaineiden ilmoitettu määrä ylitti korvattavien polttoaineiden määrän 13 %. Korvattavat määrät olivat korvaavia määriä suuremmat Kuopion ja Keski-Suomen lääneissä, mikä edellyttää energian tuotannon määrän laskua tai sitä, että uusi kapasiteetti on entistä teknisesti tehokkaampaa tai läänien väliset hyötyenergian siirrot lisääntyvät. Muissa lääneissä investoinneissa käytettävien polttoaineiden yhteismäärä oli 9-78 % suurempia kuin korvattavaksi ilmoitettu energiamäärä, joten osaksi lukuihin sisältyi myös kapasiteetin nettokasvua.

Investointien vaikutusta läänien energiantuotantoon voidaan arvioida suhteuttamalla suunniteltu käyttöpotentiaali läänien polttoaineiden käyttöön vuonna 1980. Taulukossa 7 on myös esitetty kotimaisten polttoaineiden käytön suhteellinen kasvu ja käyttömäärät investointien jälkeen olettaen, että energian tuotannossa ei tapahdu muita muutoksia kuin näistä investoinneista aiheutuvat.

Koko maan tasolla suunnitellut investoinnit muuttavat energian tuotantokapasiteettia ja polttoainevalikoimaa hitaasti, mutta läänitasolla eräissä tapauksissa muutoksia voidaan pitää tuntuvina. Suhteellisesti suurimpia muutokset olivat Pohjois-Karjalan, Keski-Suomen ja Kuopion läänien energian

tuotannossa. Kolmessa energian tuotannoltaan suurimmassa läänissä ja Oulun läänissä nämä muutokset jäivät koko maan

Taulukko 7. Avustettujen hankkeiden vaikutus läänien energian tuotannossa.

Lääni	Suunniteltu käyttö- potentiaali vuoden 1980 polttoaineiden käytöstä, %	Kotimaisten polttoaineiden käytön kasvu, % (käyttö investointien jälkeen, PJ/a).
Uudenmaan	0,9	19,4 ( 6367)
Turun ja Porin	4,2	46,5 (18991)
Hämeen	12,3	37,8 (32348)
Kymen	3,4	9,2 (38708)
Mikkelin	17,2	27,7 ( 7226)
Pohjois-Karjalan	45,7	104,6 (10893)
Kuopion	30,4	84,4 (13125)
Keski-Suomen	30,4	78,2 (16760)
Vaasan	10,5	18,2 (23761)
Oulun	7,1	13,3 (33612)
Lapin	11,4	19,4 (17622)
Koko maa	7,9	29,6 (219413)

keskiarvoa pienemmiksi. Koko maan tasolla tarkastellen avustettavat hankkeet lisäävät kotimaisten polttoaineiden käyttöä 30 %. Suhteellisesti voimakkaimmin käyttö lisääntyy Pohjois-Karjalassa, missä kotimaisten polttoaineiden käyttö kaksinkertaistuu sekä Kuopion, Keski-Suomen ja Turun ja Porin lääneissä.

Aineistosta laskettiin myös läänien polttoaineiden käytön kotimaisuusasteet olettaen, että energian tuotannossa ei tapahdu muita muutoksia kuin hankkeiden toteuttamisesta aiheutuvat. Laskennallinen kotimaisuusaste riippuu siitä, miten investoinnit jakautuvat korvaus- ja uusintainvestointeihin. Tästä johtuen laskettiin kaksi kotimaisuusastetta, joista toisessa tapauksessa kaikki hankkeet tulkittiin korvausinvestoinneiksi (vaihtoehto A) ja toisessa kaikki hankkeet tulkittiin uusinvestoinneiksi (vaihtoehto B).

Koko maan tasolla kotimaisuusasteen nousuksi saatiin 4,6-6,5 prosenttiyksikköä laskutavasta riippuen vuoden 1980 aineistoon verrattuna. Maan primaarienergian kokonaiskäyttöön suhteutettuna nousu jää noin yhden prosenttiyksikön edellisiä lukuja pienemmäksi. Hankkeiden toteuttaminen suunnitellussa muodossaan tukisi kotimaisen energian osuudelle vuoden 1983 energiapoliittisessa ohjelmassa asetettua 32-35 % tavoitetta merkittävästi.

Taulukko 8. Polttoaineiden käytön kotimaisuusaste, %

Lääni	Investointien jälkeen		Vuonna 1980
	A	B	
Uudenmaan	3,3	3,3	2,8
Turun ja Porin	12,5	12,0	8,5
Hämeen	41,6	37,9	30,8
Kymen	38,2	37,1	35,2
Mikkelin	42,7	38,9	35,7
Pohjois-Karjalan	77,5	54,0	38,5
Kuopion	56,6	42,0	29,7
Keski-Suomen	63,0	47,4	34,7
Vaasan	45,6	42,6	39,8
Oulun	56,9	53,5	50,5
Lapin	58,6	53,9	50,3
Koko maa	29,3	27,4	22,8

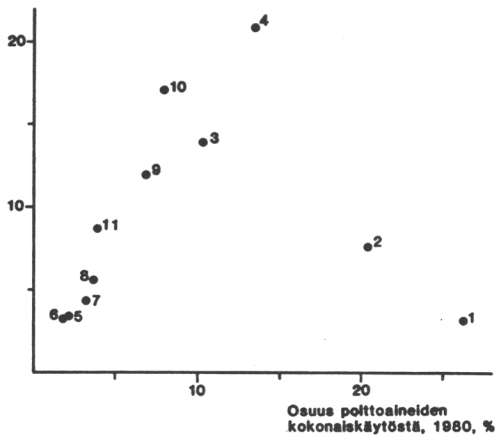
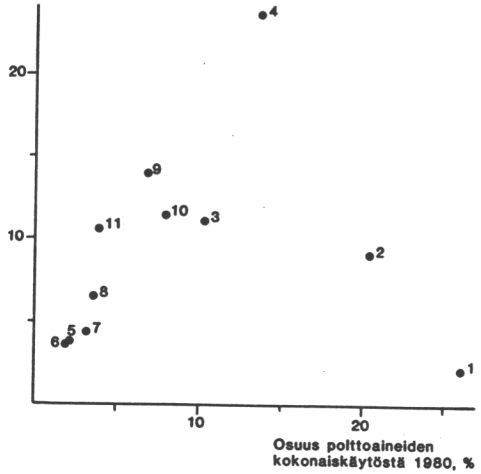
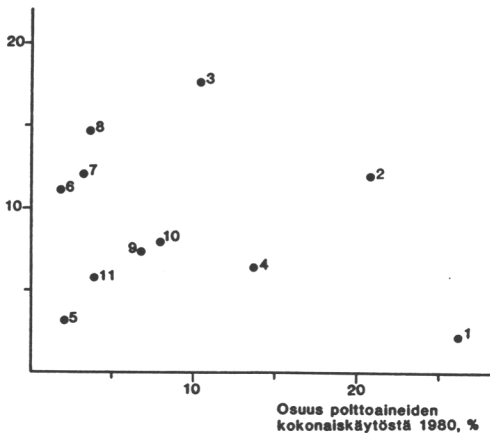
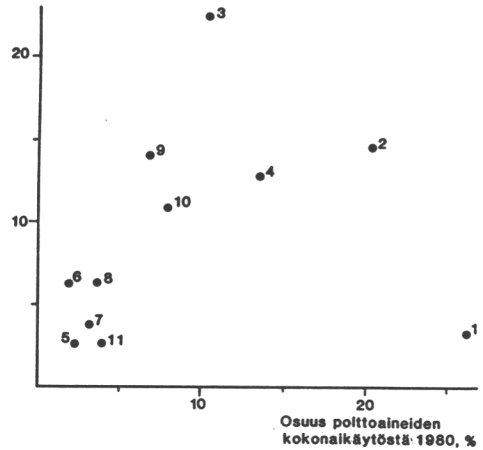
Läänien väliset erot energiatuotannon kotimaisuusasteessa kasvavat investointien seurauksena. Investointien tulkintata-  
vasta ja läänistä riippuen nousee kotimaisten polttoaineiden osuus 0,5 - 39,0 prosenttiyksikköä vuoden 1980 aineistoon verrattuna. Kotimaisten polttoaineiden käyttömäärät ja osuus energiahuollossa tulevat edelleen olemaan pienimmät Uudella-  
maalla, myös Turun ja Porin läänissä kotimaisten polttoaineiden osuus energiahuollossa jää maan keskiarvoa pienemmäksi. Edellistä vähäisempää kotimaisten polttoaineiden merkityksen kasvu tulee olemaan kahdessa pohjoisimmassa läänissä, jossa jo ennestään puolet käytetyistä polttoaineista oli kotimaista alkuperää.



#### 4.3 Polttoaineiden tuotannon ja käytön alue-erot

Polttoaineiden käyttö jakaantuu huomattavasti epätasaisemmin maan eri osien kesken kuin kotimaisten polttoaineiden tuotantomahdollisuudet. Polttoainevarojen ja energian tuotantokapasiteetin sijaintierot eivät toistaiseksi ole olleet merkittävä ongelma varojen ollessa runsaat kotimaisten polttoaineiden käyttöön verrattuna eri alueilla. Täten polttoainevarojen fyysinen riittävyys ei yleensä ole edes alueellisesti kotimaisten polttoaineiden käytön lisäämisen esteenä lukuunottamatta turvetta eteläisimmässä Suomessa. Pääosa kotimaisista polttoaineista käytetään toistaiseksi niitä tuottavissa talousyksiköissä, metsäteollisuusyrityksissä ja maataloilla. Kotimaiset polttoaineet markkinapolttoaineena yleistyvät turvetuotteiden ja metsähakkeen käytön kasvaessa. Näistä polttoaineista varsinkin turpeen tuotanto- ja käyttöalueiden välinen eriytyminen on osittain mahdollista turpeen muita kotimaisia polttoaineita pidemmästä taloudellisesta kuljetusetäisyydestä johtuen.

Läänien kotimaisten polttoaineiden käytön, polttoaineiden kokonaiskäytön ja kotimaisten polttoaineiden tuotantomahdollisuuksien välisiä suhteita tarkasteltiin alustavasti seuraavien kuvien avulla. Koko maan keskiarvoa suurempi osuus kotimaisilla polttoaineilla oli kaikissa muissa lääneissä paitsi Uudellamaalla ja Turun ja Porin läänissä. Muissa lääneissä kotimaisten polttoaineiden käyttö kasvoi lähes suoraviivaisesti polttoaineiden kokonaiskäytön mukana. Tilanne oli myös puuperäisten polttoaineiden osalta hyvin samanlainen vuonna 1980 (Kuvat 9 ja 10).

Osuus kotimaisten poltto-  
aineiden käytöstä 1980, %Kuva 9. Läänien osuudet maan  
polttoaineiden kokonaiskäy-  
töstä ja kotimaisten poltto-  
aineiden käytöstäOsuus puuperäisten poltto-  
aineiden käytöstä 1980, %Kuva 10. Läänien osuudet maan  
polttoaineiden kokonaiskäy-  
töstä ja puuperäisten poltto-  
aineiden käytöstäOsuus kotimaisten poltto-  
aineiden käytön kasvusta, %Kuva 11. Läänien osuudet maan  
polttoaineiden kokonaiskäy-  
töstä ja kotimaisten poltto-  
aineiden käytön kasvustaOsuus puuperäisten  
polttoaineiden  
käytön kasvusta, %Kuva 12. Läänien osuudet maan  
polttoaineiden kokonaiskäy-  
töstä ja puuperäisten poltto-  
aineiden käytön kasvusta

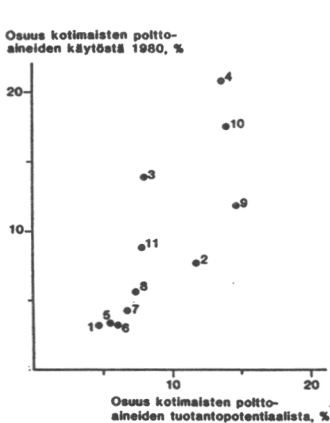
Läänien numerointi :

- 1 = Uudenmaan lääni
- 2 = Turun ja Porin lääni
- 3 = Hämeen lääni
- 4 = Kymen lääni
- 5 = Mikkelin lääni
- 6 = Pohjois-Karjalan lääni

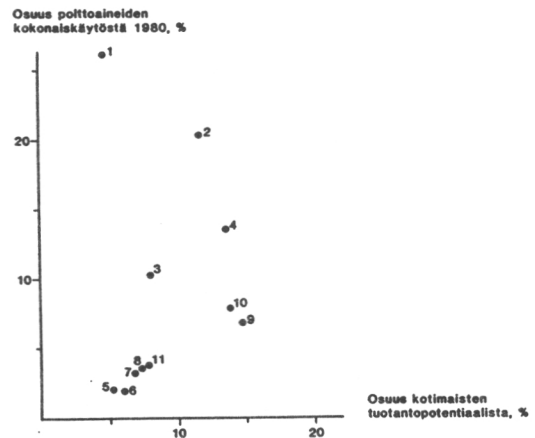
- 7 = Kuopion lääni
- 8 = Keski- Suomen lääni
- 9 = Vaasan lääni
- 10 = Oulun lääni
- 11 = Lapin lääni

Investointien seurauksena tapahtuva kotimaisten polttoaineiden käytön kasvu ei osoita selvää riippuvuutta polttoaineiden kokonaiskäytöstä tai kotimaisten käytöstä ennen investointeja (kuva 11). Syynä tähän ovat suuret turvelaitokset, joita on rakenteilla energian tuotannoltaan pienissä Sisä-Suomen lääneissä. Myöskään puuperäisten polttoaineiden käytön kasvulla ja lähtötilanteen polttoaineiden käytöllä ei ole havaittavissa selvää riippuvuutta. Poistamalla läänit 1 ja 2 riippuvuus muuttuu kuvaan 11 nähden selkeämmäksi (Kuva 12). Polttoaineosuuksien tarkastelussa erottuu selvästi omaksi ryhmäkseen Mikkelin, Pohjois-Karjalan, Kuopion ja Keski-Suomen läänien muodostama maantieteellisesti yhtenäinen alue. Nämä läänit ovat polttoaineiden käyttömääriltään pieniä ja kotimaisten polttoaineiden osuus, joka oli suuri jo ennen investointeja, tulee kasvamaan lähinnä suurten turvelaitosten rakentamisen myötä.

Kotimaisten polttoaineiden tuotantopotentiaaliarviona käytettiin Ekono Oy:n tutkimuksen tietoja turpeen, puuperäisten polttoaineiden, jätteiden ja oljen tuotantomahdollisuuksista. Tuotantopotentiaali arvioitiin noin kaksinkertaiseksi vuoden 1980 kotimaisten polttoaineiden käyttöön verrattuna. Polttoaineiden käyttö oli Uudenmaan, Turun ja Porin sekä Hämeen lääneissä suhteellisesti suurempaa kuin näiden läänien osuus kotimaisten polttoaineiden tuotantopotentiaalista (kuva 13).

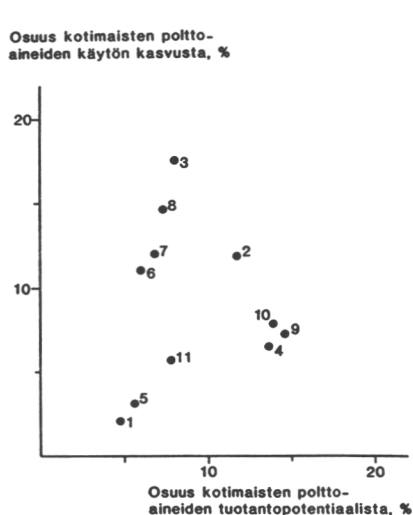


Kuva 13. Läänien osuudet maan kotimaisten polttoaineiden tuotantopotentiaalista ja polttoaineiden kokonaiskäytöstä

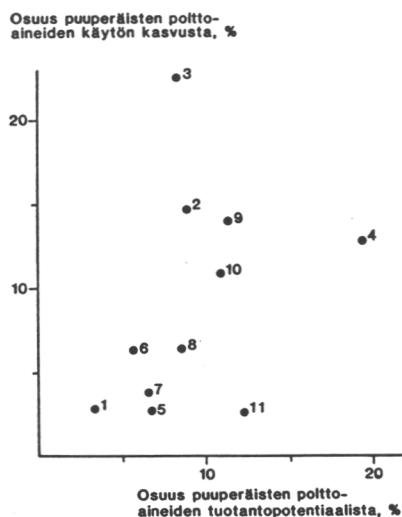


Kuva 14. Läänien osuudet maan kotimaisten polttoaineiden tuotantopotentiaalista ja käytöstä

Läänien väliset erot polttoaineiden käyttömäärissä ovat selvästi suurempia kuin erot läänikohtaisissa kotimaisten polttoaineiden tuotantomahdollisuuksissa. Kotimaisten polttoaineiden käytön ja tuotantopotentiaalin välinen riippuvuus onkin ilmeisempi kuin kaikkien polttoaineiden käytön ja tuotantopotentiaalin välillä (kuva 14). Kotimaisten polttoaineiden



Kuva 15. Läänien osuudet kotimaisten polttoaineiden tuotantopotentiaalista ja kotimaisten polttoaineiden käytön kasvusta



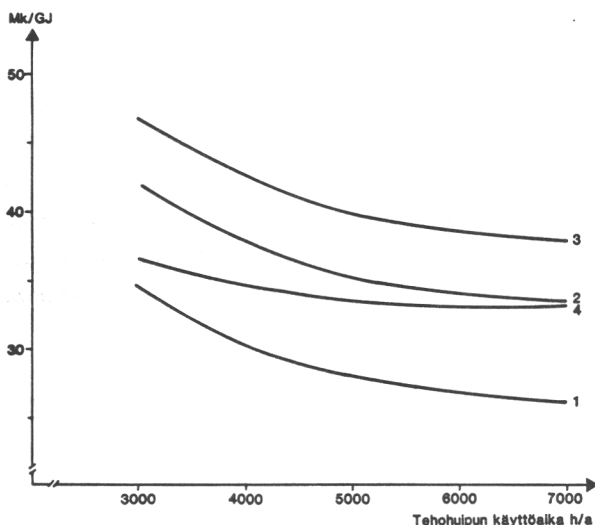
Kuva 16. Läänien osuudet puuperäisten polttoaineiden tuotantopotentiaalista ja puuperäisten polttoaineiden käytön kasvusta

den käytön kasvun ja tuotantopotentiaalin välillä sen sijaan ei alustavassa tarkastelussa voitu havaita selvää riippuvuutta (kuva 15). Myöskään puuperäisten polttoaineiden käytön kasvun ja niiden tuotantopotentiaalin välillä ei voitu havaita esiintyvän selvää riippuvuutta (kuva 16).

Vuonna 1980 kotimaisten polttoaineiden käyttö oli eri läänissä 30-87 % ao. läänien arvioidusta kotimaisten polttoaineiden tuotantopotentiaalista. Koko maan tasolla hyödynnettiin 50 % potentiaalista. Investointien jälkeen noin kaksi kolmannesta potentiaalista olisi käytön piirissä koko maassa. Suhteellisesti vähiten potentiaalia hyödynnettäisiin Mikkelin läänissä, alle 40 % ja suhteellisesti eniten Hämeen läänissä, jossa ainoana lääninä käyttö ylittäisi läänin oman tuotantopotentiaalin noin viidenneskellä.

## 4.4. Hakkeen käytön kannattavuus esimerkkilaitoksessa

Esimerkkilaitoksen suunnittelutilanteessa investointivaihtoehtoina olivat yhdistetty hake ja raskas polttoöljylaitos ja pelkästään raskaan polttoöljyn varaan perustuva laitosratkaisu. Tarvittava kokonaisteho oli 5 MW ja vuoden 1981 tilanteessa päädyttiin ensin mainitun yhdistetyn ratkaisun valintaan. Laitos tuottaa kaksivuoroprosessin tarvitseman lämmön



Kuva 17. Energian tuotantokustannukset hakkeella ja öljyllä esimerkkilaitoksessa 1981

ja lämmitysenergiaa, mistä johtuen tehohuipun käyttöaika on 50000 h/a. Vuosihyötysuhde on hakkeella 75 % ja öljyllä 82 %. Kuvassa 17 on esitetty energian tuotannon yksikkökustannukset sekä toteutetulla hakelaitoksella että vertaillulla öljyratkaisulla.

Hakkeella tuotetun energian yksikkökustannus oli käytetystä hakelajista riippuen käyrien 1 (koivu) ja 2 (leppä) rajaamalla alueella. Suuri ero hakelajien välillä johtui siitä, että laitos hinnoitteli hakkeen kosteuden ja tilavuuden mukaan, jolloin hakkeen energiasisällön vaihtelu jäi huomioon ottamatta. Käytännössä hakkeen puulajijakauma vaihteli ja todellinen hakkeella tuotetun energian tuotantokustannus jäi käyrien väliselle alueelle. Toteutetussa laitoksessa oli myös mahdollista tuottaa osa energiasta öljyllä (käyrä 3), mikä

osoittautui kalleimmaksi vaihtoehdoksi. Öljyn käyttömahdollisuus määritteli kuitenkin myös hakkeelle korkeimman mahdollisen hinnan laitoksella. Hylätyn pelkkään öljyn käyttöön perustuvan ratkaisun energian tuotantokustannusta esittää käyrä 4. Öljyvaihtoehdon tuotantokustannus jäi laajalla tehohuipun vaihtelualueella korkeammaksi kuin parhailla hakkeilla, mutta edullisemmaksi kuin energiasisällöltään heikoimmilla hakelajeilla.

Toteutetussa laitoksessa voidaan raskasta polttoöljyä ja haketta osittain korvata toisillaan, jolloin valinta voi perustua muuttuviin yksikkökustannuksiin. Nykyisillä polttoaineiden hinnoilla hakkeella tuotetun energian muuttuvat yksikkökustannukset ovat 35 % korkeammat kuin öljyllä kyseisessä esimerkkilaitoksessa, joten raskasta polttoöljyä on kannattavaa käyttää energian tuotannossa niin paljon kuin energian tuotantoteknisesti on mahdollista.

## 5. TARKASTELU

Investoinnit kotimaisten polttoaineiden käytön lisäämiseksi vilkastuivat 1970-luvun lopussa useilla energian käytön aloilla. Kokonaiskuvan saaminen näistä muutoksista on kuitenkin ollut vajavaista varsinkin aluetasolla, sillä kehityksen seuranta on ollut osin hajanaista. Kotimaisten polttoaineiden käytön paikallislunne on omiaan lisäämään alueellisen energiatiedon tarvetta.

Tämän tutkimuksen mukaan energiahuollossa jatkui 1980-luvun alkupuolella teollisuuden ja yhdyskuntien energian tuotantokapasiteetin hidas sopeuttaminen energiamarkkinoiden muutoksiin. Energian tuotannon painopiste on maan eteläisissä lääneissä ja läänien välillä esiintyy selviä polttoaineiden jakaumien eroja, jotka heijastavat alueiden erilaista energian tuotannon rakennetta. Energian tuotantorakenne-erot ovat pitkävaikutteisia energian tuotantokapasiteetin uusiutumiseen ja alueiden kotimaisten polttoaineiden käyttöön vaikuttavia tekijöitä. Investoinnit kotimaisten polttoaineiden käytön lisäämiseksi olivat kuitenkin yleisimpiä energian tuotantotaan pienissä lääneissä, joissa jo ennestään käytettiin runsaasti kotimaisia polttoaineita. Läänien väliset erot kotimaisten polttoaineiden käytössä kasvavat ja tämän tutkimuksen perusteella hitaimmin näiden polttoaineiden käyttö kasvaa Uudellamaalla. Läänien väliset erot primaarienergian kokonaiskäyttömäärissä säilyvät investointien jälkeen edelleen suurina ja erot polttoainejakaumissa ja lääneittäisissä kotimaisuusasteissa voimistuvat.

Lisäyksestä turve ja puuperäiset jätteet muodostavat valtaosan, mikä selittyy näiden metsähaketta paremmalla kilpailukyvyllä suurten energian tuotantolaitosten polttoaineina. Puupolttoaineiden käytön kasvu perustuu pääasiassa puujätteisiin metsäteollisuudessa. Kotimaisista polttoaineista lähinnä turpeen ja edellistä vähäisemmässä määrin metsähakkeen käyttö kaupallisina polttoaineina lisääntyy, mikä on uusi piirre perinteiseen kotimaisten polttoaineiden käyttöön verrattuna.

Metsähakkeen käyttö tulee edelleen säilymään vähäisenä tuotantopotentiaaliin verrattuna.

Investointien toteutuminen luo mahdollisuuden saavuttaa maan energiahuollolle asetettu kotimaisuusasteen tavoite. Tulokset kuvaavat kuitenkin käyttöpotentiaalia eikä toteutuva polttoainejakauma välttämättä noudata investointien suunnitteluhetken tilannetta. Virallisen energiatilaston luvut eivät ainkaan vielä osoita merkkejä kotimaisten polttoaineiden käytön kasvusta, mikä tämän tutkimuksen mukaan olisi mahdollista. Polttoaineiden hintasuhteet ovat selvästi muuttuneet suunnitteluhetken jälkeen kotimaisille polttoaineille epäedullisempaan suuntaan öljyn hintakehityksen mukana ja kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisäävien laitosten rakentamisen huippu onkin toistaiseksi sivuutettu. Lisäksi maakaasuverkoston laajentaminen on saattanut vaikuttaa osittain myös kotimaisten polttoaineiden käytön kasvua hillitsevästi.

Puujätteen käyttö metsäteollisuuden energian tuotannossa kasvaa entisestään hankkeiden toteutuessa, joten jatkossa puun energiakäytön kasvumahdollisuudet ovat entistä enemmän metsähakkeen käytön taloudellisuudesta riippuvia. Ongelmallista metsähakkeen käytön kasvun kannalta on sen käytön huono kannattavuus etenkin suurissa käyttökohteissa ja käyttömäärien kasvu perustuukin tämän tutkimuksen aineistossa valtaosaltaan pienehköjen aluelämpölaitosten rakentamiseen. Metsähakkeen käytön heikko kannattavuus vaikeuttaa myös pienpuun korjuuta edellyttävien puuntuotannollisten tavoitteiden saavuttamista riukuvaihe- ja ensiharvennusemetsäkohteissa.

Tulosten luotettavuuden arviointia vaikeuttaa energian tilastoinnin puutteellisuudet nimenomaan aluetason tiedon tuottamisessa sekä muutosten arvioinnin perustuminen investointisuunnitelmiin. Alkuperäisiin tilastolähteisiin mahdollisesti sisältyneet virheet siirtyvät tässä tutkimuksessa käytetyssä menetelmässä suoraan aluekohtaisiin tasotietoihin, jotka taas ovat pohjana muutosten merkityksen arvioinnissa. Aineiston käsittelyssä tehdyt rajaukset eivät välttämättä pysty estämään näitä virhemahdollisuuksia ja varsinkin niiden tarkistaminen on vertailumateriaalin puuttuessa vaikeaa. Myöskin



muutosten osalta suunnitellun ja toteutetun välinen ero jää tässä tutkimuksessa havaitsematta ja tämä vaatiikin seurantaa jatkotutkimuksin. Investointiaineisto muodostaa merkittävän osan kotimaisten polttoaineiden käytön kasvupotentiaalia kuvattaessa, sillä siihen sisältyvät suurimmat energian käyttäjryhmät teollisuus ja yhdyskunnat. Aineiston ulkopuolelle jää edelleen osa julkista tukea saaneista hankkeista ja kaikki hankkeet, jotka on toteutettu ilman julkista tukea. Merkittävin tarkastelun ulkopuolelle jäävä kotimaisen energian käytön sektori on kiinteistökohtainen lämmitys, joka energian kokonaiskäytöltään on kuitenkin supistuva sektori alue- ja kaukolämmön tuotannon yleistyessä.

Alueellinen energian tuotannon kuvaus on tutkimuksessa varsin karkeaa lähinnä polttoaineiden käyttömääriin ja toimialajakoon perustuvaa energian käytön jäädessä kokonaan tarkastelun ulkopuolelle. Tästä johtuenä polttoainetiedoilla ei ole tehtävissä syvälle käyviä päätelmiä alueiden energian tuotannosta tai käytöstä. Alueellisen tarkastelun ongelmana tulee aina säilymään hallinnollisten rajojen vaikutus tuloksiin, sillä näitä rajoja ei voida pitää välttämättä mielekkäinä tehtäessä päätelmiä energiahuollosta. Tämä tulee esiin esimerkiksi tarkasteltaessa eräiden suurten aineiston hankkeiden vaikutusta pienien läänien polttoaineiden käyttöön.

Kotimaisten polttoaineiden tuotanto- ja käyttöpotentiaalia on tutkittu viime vuosina sekä koko maan että eri alueiden tasolla runsaasti. Pääpaino on ollut teknisesti mahdollisten tuotanto- ja käyttömäärien arvioinnissa. Töissä on yhtäpitävästi päädytty tulokseen, että tuotantomahdollisuudet ylittävät käyttömahdollisuudet teknisestä näkökulmasta tarkastellen. Polttoaineittain tarkastellen lähinnä tasapainoa ollaan jäteliemien ja yleensäkin teollisuuden puujätteiden kohdalla. Myös tämän tutkimuksen perusteella voidaan arvioida, että varsinkin metsähakkeen ja turpeen energiakäyttöä voidaan varojen puolesta edelleen lisätä.

Kotimaisten polttoaineiden käytössä on viimeisen kymmenen vuoden aikana ollut sekä nopean käytön kasvun että huipun ohittamisen jälkeinen kausi. Tämän kauden vaikutuksia ja

pysyväisluonteisia muutoksia ei vielä kaikkia tunneta ja yleiskuva kotimaisten polttoaineiden käytön nykytilasta on osin selkiintymätön. Jatkotutkimusten tehtävänä tulisi olla nykytilan kartoittaminen ja kehityksen seurantajärjestelmän luominen, mikä parantaisi myös yleisiä tutkimuksellisia valmiuksia yleistettävän taloudellisen analyysin tekoon kotimaisten polttoaineiden käytöstä.

## KIRJALLISUUS

Aho, T. 1982. Investointilaskelmat. Ekonomiasarja 76.  
Weilin + Göös.

Edullisuusvertailun menetelmäopas. 1980. Posti- ja lennätinhallitus.

Energiainvestointien rahoitustuen kehittäminen. 1982. Työryhmän mietintö. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiasasto. Sarja C 13.

Energiainvestointituen vaikutus yrityksen päätöksentekoon. 1983. Liiketaloustieteellinen tutkimuslaitos. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiasasto. Sarja B 25.

Energiapoliittinen ohjelma. 1979. Hyväksytty valtioneuvostossa 15.3.1979.

Energiapoliittinen ohjelma. 1983. Hyväksytty valtioneuvostossa 24.2.1983.

Energiatuen vaikutukset kunnalliseen päätöksentekoon. 1984. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiasasto. Sarja B 45.

Hakkila, P. 1978. Pienpuun korjuu polttoaineeksi.  
Harvesting small-sized wood for fuel. Folia Forestalia 342.

" 1984. Forest chips as fuel for heating plants in Finland. Seloste: Metsähake lämpölaitosten polttoaineena Suomessa. Folia Forestalia 586.

- " 1985.(toim). Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti. The potential of forest energy in Finland. Interim report of PERA project. Folia Forestalia 624.
- " , Kalaja, H. & Mäkelä, M. 1975. Kokopuunkäyttö pienpuuongelman ratkaisuna. Summary: Full-tree utilization as a solution to the problem of small-sized trees. Folia Forestalia 240.
- " & Kalaja, H. 1983. Hakeketjujen toimivuus ja kustannukset -esitutkimus. Kotimaisten polttoaineiden alueellinen hyväksikäyttö. Tutkimusraportti 14. SITRA.
- " , Leikola, M. & Salakari, M. 1978. Pienpuuston kasvat-  
tus, talteenotto ja käyttö. Lyhytkiertopuun kasvatus-  
ja käyttöprojektin loppuraportti. SITRA, sarja B 46.
- Heiskanen, V. 1965. Pienpuualan toimikunta 1955-1964.  
Pienpuualan toimikunnan julkaisu 176.
- Julkinen energiarahoitus. Eri vuosilta. Kauppa- ja teol-  
lisuusministeriö, energiaosasto.
- Kasanen, E. 1982. Mathematical models on the exploitation of  
natural resources. Publications of the Turku School of  
Economics. A-6 1982.
- Komiteanmietintö 1983 4. Turvekomitean mietintö.
- Kotimaisten polttoaineiden hintojen kehitys, rakenne ja  
niihin vaikuttavat tekijät. 1984. Kauppa- ja teolli-  
suusministeriö, energiaosasto. Sarja B 39.
- Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1982, I Taajamat ja  
kiinteistöt. 1983. Kauppa- ja teollisuusministeriö,  
energiaosasto. Sarja B 22.

- Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1982, II Teollisuus. 1983. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja B 23.
- Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1982, III Lauhdutusvoima ja lisälauhdutusvoima. 1983. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja B 24.
- Kotimaisten polttoaineiden tuotanto- ja käyttöpotentiaali vuoteen 2000. 1986. Ekono Oy. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja D 94.
- Kytö, M. & Äijälä, M. & Panula, E. 1983. Metsäenergian käyttö ja jalostus. Osa 8. Puun ominaisuudet ja energiakäyttö. Kirjallisuustutkimus. VTT:n tiedotteita 237.
- Laki kotimaisten polttoaineiden käytön edistämisestä. 164. Annettu Helsingissä 9 päivänä helmikuuta 1979.
- Miettinen, M. & Hallikas, J. & Asplund, D. 1986. Kotimaisia polttoaineita käyttävien lämpökeskusten kustannukset. VTT:n tutkimuksia 409.
- Petäjistö, L. 1986. Hakelämpölaitoksille kannattavasti korjattavan polttopuumäärän arviointimenetelmä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 216.
- Pienpuukomitea 1933. Pienpuukysymys. Silva Fennica 31. 1933.
- Puuhuollon työryhmän raportti. 1985. Talousneuvosto. Metsä 2000 ohjelmajaosto.
- Puuvaraselvitys, 1976. Suomen Metsäteollisuuden Keskusliiton moniste. Ei julkaistu.
- Ranta, R. 1983. Puuta riittää energiaksi. Tapio 3/1983.
- Seppälä, R. & Asplund, D. 1980. Kotimaisten polttoaineiden käyttö suurkiinteistöissä ja aluelämmityksessä. Poltto- ja voiteluainelaboratorio, Tiedonanto 35.

- Solantausta Y. & Asplund, D. 1979 a. Puunkäyttö polttoaineena I. Kirjallisuuskatsaus. Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, poltto- ja voiteluainelaboratorio. Tiedonanto 24.
- " 1979 b. Puunkäyttö polttoaineena II. Polttoaineominaisuudet. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, poltto- ja voiteluainelaboratorio. Tiedonanto 25.
- Sugden, R. & Williams, A. 1978. The principles of practical cost-benefit analysis. Oxford University Press.
- Toropainen, M. 1982. Kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtymisen kannattavuus ja julkinen rahoitustuki. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 54.
- " 1984 a. Valtion avustukset kuntien aluelämpöinvestoinneissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 131.
- " 1984 b. Aluelämpölaitosten polttoainevalintojen kannattavuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 162.
- Valtananen, H. 1981. Teollisuuden hankinnan yhteydessä sekä prosessissa syntyvät polttopuureservit. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto ja SITRA. Kotimaisten polttoaineiden alueellinen hyväksikäyttö, tutkimusraportti 5.
- Wahlroos, Lasse. 1979. Kotimaiset polttoaineet ja keskuslämmityskattilat. Energiakirjat.
- Willassen, Yngve. 1984. Forelesninger over teorien for beslutninger under usikkerhet. Moniste.
- Äijälä, M. & Sahrman, K. 1982. Metsäenergian käyttö ja jalostus. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 65.

## Tilastolähteet:

Energiatilastot 1984. 1985. SVT XLII. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto.

Maatalous. Maatalouden vuositilasto 1981. 1982. SVT III: 80. Maatilahallitus.

Rakennusten lämmitysenergian käyttö 1980. 1984. Tilastokeskus. Kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosasto. Sarja B 29.

Teollisuustilasto 1980. 1982. Energiatilasto. SVT XVIII A: 101. Tilastokeskus.

## KANSANTALOUEDELLISEN METSÄEKONOMIAN TUTKIMUSSUUNTA

Kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnan yleispäämääränä on tutkia metsätalouden ja metsäteollisuuden sekä metsien monikäytön kansantaloudellisia ja sosiaalisia kysymyksiä sekä puun käyttöä ja metsätasetta.

## DIVISION OF SOCIAL ECONOMICS OF FORESTRY

The aim of the Division is to investigate economic and social aspects of forestry, forest industries and multiple use of forests. Material and energy accounting of wood utilization as well as comparisons of timber drains and cutting potentials have traditionally formed the nucleus of the activities of this Division.

Kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalla aikaisemmin ilmestyneitä Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjan julkaisuja:

Previous publications from the Division of Social Economics of Forestry in the Research Reports Series of the Finnish Forest Research Institute:

- 54 Mikko Toropainen. Kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtymisen kannattavuus ja julkinen rahoitustuki. 112 s. 1982.
- 57 Lauri Heikinheimo ja Eero Kakkuri. Metsä maatalan taloudessa. 44 s. 1982.
- 63 Jari Kuuluvainen. Sawtimber markets and business cycles in the Finnish sawmilling industry. 37 s. 1982.
- 82 V-P Järveläinen. Hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö yksityismetsälöillä. Itä-Savon, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon piirimetsälautakuntien aluetta koskevia ennakkotietoja. 59 s. 1983.
- 112 Jari Kuuluvainen, Heikki A. Loikkanen ja Jorma Salo. Yksityismetsänomistajien puuntarjontakäyttäytymisestä. 100 s. 1983.
- 123 V-P Järveläinen ja Heimo Karppinen. Hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö yksityismetsälöillä (II). Satakunnan ja Pirkka-Hämeen piirimetsälautakuntien aluetta koskevia ennakkotietoja. 57 s. 1983.
- 131 Mikko Toropainen. Valtion avustukset kuntien aluelämpöinvestoinneissa. 79 s. 1984. Joensuun tutkimusasema.
- 141 J. Ashley Selby and Mikko Tervo (Eds.). Symposium on forest products and roundwood markets. 202 s. 1984.
- 146 J. Ashley Selby. Entrepreneurs in rural areas: A humanistic approach to the study of small sawmills in North Karelia, Finland. 123 s. 1984.







- 147 Vesa Kannianen and Jari Kuuluvainen. On price adjustment in the sawlog and sawnwood export markets of the Finnish sawmill industry. 32 s. 1984.
- 162 Mikko Toropainen. Aluelämpölaitosten polttoainevalintojen kannattavuus. 117 s. 1984. Joensuun tutkimusasema.
- 170 Matti Palo, Lauri Heikinheimo ja Seppo Repo (toim.). N.A. Osara - metsäekonomisti ja metsäjohtaja. 180 s. 1984.
- 172 Heimo Karppinen. Hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö yksityismetsälöillä (III). Keski-Suomen, Etelä-Pohjanmaan ja Vaasan piirimetsälautakuntien aluetta koskevia ennakkotietoja. 64 s. 1985.
- 185 Jari Kuuluvainen. Short term demand for and supply of sawlogs in Finland. 132 s. 1985.
- 187 Heikki Pajuoja. Metsäverotus, kiertoaika ja puuntarjonta - teoreettinen katsaus. 21 s. 1985.
- 197 Heikki Pajuoja. Metsätyön tauottamistutkimuksen ennakkotulokset. 21 s. 1985.
- 213 Heikki Pajuoja. Metsätyön tauottaminen ja työolot. 65 s. 1986.
- 216 Leena Petäjistö. Hakelämpölaitoksille kannattavasti korjattavan polttopuumäärän arviointimenetelmä. 56 s. 1986.
- 217 Heimo Karppinen ja Harri Hänninen. Hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö yksityismetsälöillä (IV). Ennakkotietoja Helsingin ja Lounais-Suomen piirimetsälautakunnista. 84 s. 1986.
- 227 Esa Puustjärvi. Maatilatalouden painottaminen metsätalouden suuntaan tukijärjestelmää muuttamalla. 60 s. 1986.
- 238 Markku Ollikainen ja Hannu Salonen. The selling frequency of forest owners: a sequential binary analysis. 33 s. 1986.
- 247 Heimo Karppinen ja Harri Hänninen. Hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö yksityismetsälöillä (V). Ennakkotietoja Keski-Pohjanmaan piirimetsätalautakunnasta. 49 s. 1987.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
KANSANTALOUDELLISEN METSÄEKONOMIAN TUTKIMUSSUUNTA

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE  
DIVISION OF SOCIAL ECONOMICS OF FORESTRY

Kornetintie 8  
SF-00380 Helsinki Tel.90-556276

TUTKIJAT - RESEARCH STAFF

Matti Palo (professori - professor)

Metsätaseet - Timber drain and potential cut

Harri Hänninen  
Heimo Karppinen  
Gerardo Mery  
Heikki Pajuoja  
Yrjö Sevola (erikoistutkija -  
research specialist)

Puun kilpailukyky energian-  
tuotannossa - Competitiveness  
of wood in energy production

Tapio Hankala  
Leena Petäjistä  
Mikko Toropainen (Joensuun  
tutkimusasema - Joensuu  
Research Station)

Metsien monikäyttö -  
Multiple use of forests

Timo Helle (Rovaniemen  
tutkimusasema -  
Rovaniemi Research Station)  
Aarne Reunala (erikoistutkija -  
research specialist)  
Tuija Sievänen

MUU HENKILÖSTÖ - OTHER STAFF

Arja Honkanen (tutkimussihteeri - secretary)  
Anna Kaisa Korhonen (tutkimusmestari)  
Eila Iltanen (kanslisti)

Metsäsektori kansantaloudessa ja  
metsäpolitiikka - Forest sector in  
the national economy and forest  
policy

Jari Kuuluvainen  
Viljo Ovaskainen  
Jorma Salo (ATK - computers)  
Ashley Selby  
Heikki Seppälä  
Heidi Vanhanen (virkavapaa -  
on leave of absence 1987)

Metsäsektorin työvoima - Labour  
force in the forest sector

Pertti Elovirta  
Ritva Ihalainen  
Sirpa Onttinen (ulkopuolinen tutkija  
- external)

ODC 831.1 + UDK 631.371 + 658.26

ISSN 0358-4283

ISBN 951-40-0862-6