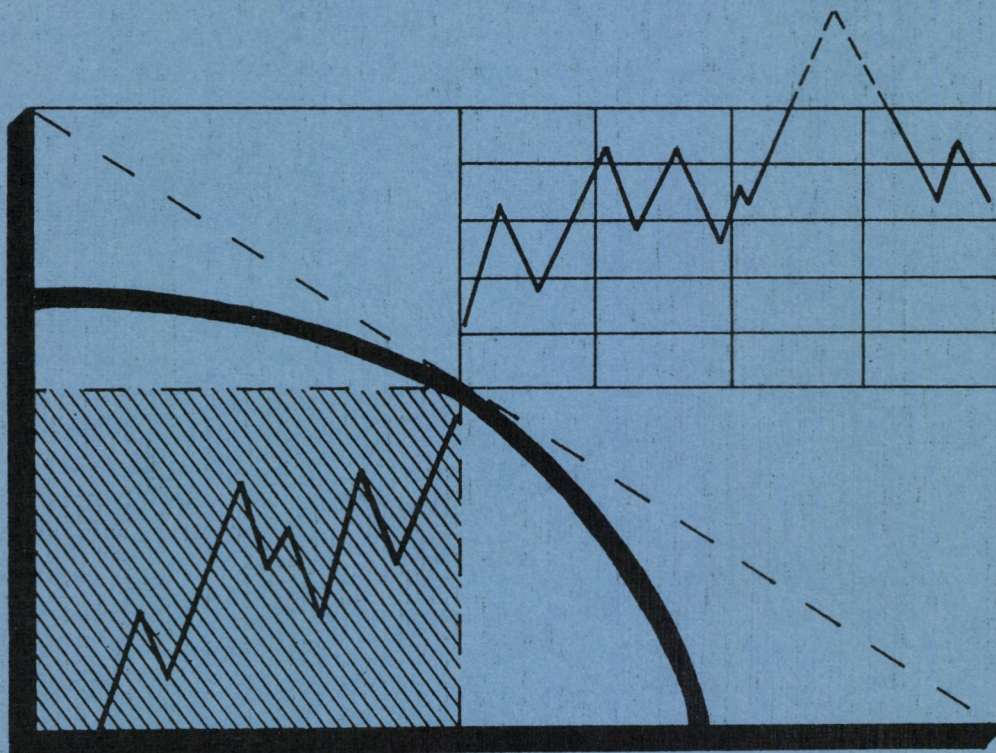




Joensuun tutkimusasema ja  
kansantaloudellisen metsä-  
ekonomian tutkimussuunta



MIKKO TOROPAINEN

## ALUELÄMPÖLAITOSTEN POLTTOAINE- VALINTOJEN KANNATTAVUUS

JOENSUU 1984



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 162

Joensuun tutkimusasema ja  
kansantaloudellisen metsä-  
ekonomian tutkimussuunta

MIKKO TOROPAINEN

# ALUELÄMPÖLAITOSTEN POLTTOAINE- VALINTOJEN KANNATTAVUUS

JOENSUU 1984

ALKUSANAT	6
TIIVISTELMÄ	7
1 JOHDANTO	12
1.1 Tutkimuksen lähtökohdat	12
1.2 Tutkimuksen tarkoitus	15
1.3 Osaraporttien sisältö	16
2 TEOREETTINEN TAUSTA	17
2.1 Kunnan toimiala	17
2.2 Aluelämpölaitosten polttoainevalintojen kannattavuus	18
2.2.1 Kunnallisen liikelaitoksen näkökulma	18
2.2.2 Kunnallistalouden näkökulma	22
2.2.3 Koko kunnan näkökulma	24
2.2.4 Valtiontalouden näkökulma	26
2.2.5 Kansantalouden näkökulma	29
3 TUTKIMUSMENETELMÄT JA -AINEISTO	37
3.1 Tutkimusmenetelmät	37
3.2 Tutkimusaineisto	40
3.2.1 Aineiston hankinta	40
3.2.2 Aineistoon kuuluvat hankkeet	41
4 LÄMMÖNTUOTANTOKUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN	47
4.1 Aluelämpökeskusten mitoitus	47
4.2 Yksikköinvestointikustannukset	50
4.3 Lämmöntuotannon yksikkökustannukset kompo- nenteittain	53
4.3.1 Yksikkökustannukset vuonna 1982	53
4.3.2 Yksikkökustannukset verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa	59
5 POLTTOAINEVALINTOJEN KANNATTAVUUS	64
5.1 Kunnallisen liikelaitoksen näkökulma	64
5.2 Kunnallistalouden näkökulma	68
5.3 Koko kunnan näkökulma	81
5.4 Valtiontalouden näkökulma	91
5.5 Kansantalouden näkökulma	97
6 TULOSTEN TARKASTELU	108
6.1 Tulosten luotettavuus	108
6.2 Tulosten merkitys ja yleistettävyyys	111
LÄHTEET	116
LIITTEET	

## TAULUKOT

3.1	Aineiston aluelämpökeskusten polttoaineiden käyttö v. 1982 alueittain	45
3.2	Aineiston aluelämpökeskusten polttoaineiden käyttö alueittain verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa	46
4.1	Kotimaisia polttoaineita pääpolttoaineenaan käyttävien kattiloiden keskimääräiset huipun käyttöajat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	48
4.2	Keskimääräiset yksikköinvestointikustannukset kokonaistehon mukaan	50
4.3	Toteutuneet lämmöntuotannon keskimääräiset yksikkökustannukset komponenteittain v. 1982, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	54
4.4	Investointiavustusten ja polttopuun korjuuavustusten keskimääräisiä lämmöntuotannon yksikkökustannuksia alentava vaikutus v. 1982, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	56
4.5	Raskaalla polttoöljyllä toimivien vertailulaitosten lämmöntuotannon keskimääräiset yksikkökustannukset v. 1982, toteutetun vaihtoehdon pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	58
4.6	Odotetut lämmöntuotannon keskimääräiset yksikkökustannukset komponenteittain verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	59
4.7	Raskaalla polttoöljyllä toimivien vertailulaitosten lämmöntuotannon odotetut keskimääräiset yksikkökustannukset verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa, toteutetun vaihtoehdon pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	62
5.1	Polttoainevalintojen kannattavuus kunnallisen liikelaitoksen näkökulmasta, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	65

5.2	<i>Polttoainevalinnoista aluelämmön kuluttajille koituvien vuotuisten nettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan</i>	68
5.3	<i>Rakennus- ja asennustöiden vaatima nettotyöpanos, kokonaistehon mukaan</i>	70
5.4	<i>Laitteistojen valmistuksen vaatima nettotyöpanos, kokonaistehon mukaan</i>	70
5.5	<i>Aluelämpökeskusten uudet pysyvät työpaikat v. 1982, netto, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan</i>	72
5.6	<i>Polttoaineiden hankinnan työllistävä vaikutus v. 1982, netto, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan</i>	74
5.7	<i>Polttoaineiden hankinnan työllistävä vaikutus verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa, netto, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan</i>	75
5.8	<i>Oman kunnan vuotuisten verotulojen keskimääräiset nettolisäykset tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan</i>	76
5.9	<i>Oman kunnan vuotuisten metsänhoitokustannusten keskimääräiset säästöt tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan</i>	78
5.10	<i>Polttoainevalintojen kannattavuus kunnallistalouden näkökulmasta, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan</i>	79
5.11	<i>Polttoainevalinnoista kunnallistaloudelle koituvien vuotuisten nettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan</i>	80
5.12	<i>Oman kunnan jäsenten vuotuisten työtulojen keskimääräiset nettolisäykset tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan</i>	82
5.13	<i>Oman kunnan jäsenten vuotuisten metsänhoitokustannusten keskimääräiset säästöt tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan</i>	83
5.14	<i>Oman kunnan jäsenten vuotuisten kantorahatulojen keskimääräiset lisäykset tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan</i>	84
5.15	<i>Polttoainevalintojen kannattavuus koko kunnan näkökulmasta, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan</i>	87

5.16	Polttoainevalinnoista kunnan jäsenille koituvien muiden vuotuisten nettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	88
5.17	Polttoainevalinnoista kunnalle ja sen jäsenille koituvien vuotuisten kokonaisnettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	89
5.18	Keskimääräiset valtion vuotuisten verotulojen nettolisäykset ja vuotuisten menojen nettosäästöt tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	94
5.19	Investointiavustusten myöntämisen kannattavuus valtiontalouden näkökulmasta, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	95
5.20	Polttoainevalinnoista valtiontaloudelle koituvien vuotuisten nettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	96
5.21	Muiden kuntien vuotuisten verotulojen keskimääräiset nettolisäykset tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	99
5.22	Polttoainevalinnoista muille kunnille koituvien vuotuisten nettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	100
5.23	Muiden kuntien jäsenten keskimääräiset vuotuiset nettohyödyt tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	101
5.24	Polttoainevalinnoista muiden kuntien jäsenille koituvien vuotuisten nettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	102
5.25	Polttoainevalinnoista kansantaloudelle koituvat keskimääräiset vuotuiset nettohyödyt tuotettua lämpöyksikköä kohti, hyödynsaajaryhmän, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	103
5.26	Polttoainevalinnoista kansantaloudelle koituvien vuotuisten nettohyötyjen summat, hyödynsaajaryhmän, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan	105

## ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitoksen kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalla toteutettiin vuosina 1980 - 1982 ns. PERA-projektiin (= puu energian raaka-aineena) kuuluva esitutkimus, jossa selvitettiin, millä perusteilla kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirrytään sekä ovatko valtion avustuksia saaneet teollisuuden ja kuntien siirtymisinvestoinnit liiketaloudellisesti ja kansantaloudellisesti kannattavia. Esitutkimuksen tulosten perusteella päädyttiin tutkimaan tarkemmin kuntien alueelämpöinvestointeja.

Tämä raportti on tutkimuksen toinen osaraportti, ensimmäinen julkaistiin talvella 1984.

Olen kiitollinen kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosastolle, joka antoi käyttööni tärkeää aineistoa ja myönsi osan tutkimuksen rahoituksesta.

Työ alkoi kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalla Helsingissä MMT Matti Palon johtamassa ryhmässä, johon tutkijoina kuuluvat lisäksi MH Tapio Hankala ja DI Leena Petäjistö. Heinäkuusta 1983 lähtien työ jatkui Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasemalla edelleen yhteistyössä tutkimusryhmän kanssa. Ryhmätyön edut ovat olleet selvät, tutkimuksen kaikissa vaiheissa on ollut saatavissa hyödyllistä palautetta. Tutkimusryhmän ohella kiitokset palautteesta ansaitsevat kauppa- ja teollisuusministeriön nimeämä projektin valvoja, toimistopäällikkö Juha Kekkonen, tarkastaja Heikki Viitala kauppa- ja teollisuusministeriöstä, Joensuun tutkimusaseman johtaja Jari Parviainen ja ennen kaikkea kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuuntaa toukokuuhun 1984 asti johtanut professori Lauri Heikinheimo. Raportin konekirjoituksesta vastasi ansiokkaasti merkonomi Tarja Piitulainen ja tarkkana tutkimusapulaisena toimi opiskelija Jari Kokkonen.

Kyselyihin vastanneet näkivät paljon vaivaa lomakkeiden täyttämiseksi. Kiitokset heille hyvin sujuneesta yhteistyöstä.

Joensuussa lokakuussa 1984

Mikko Toropainen

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli:

- Selvittää millä perusteilla kunnat valitsevat aluelämmityksessä käytettäväksi kotimaisen polttoaineen, erityisesti mikä on valtion avustusten merkitys.
- Kehittää laskentamalli, jonka avulla kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisäävien investointien kannattavuutta voidaan tarkastella eri näkökulmista.
- Selvittää ovatko kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisäävät aluelämpöinvestoinnit kannattavia kunnallisen liikelaitoksen, kunnallistalouden ja koko kunnan näkökulmista, miten avustukset vaikuttavat investointien rahoitukseen ja kannattavuuteen sekä miten muut tekijät vaikuttavat niiden kannattavuuteen.
- Selvittää onko kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtyminen valtion avustusten avulla valtiontaloudellisesti ja kansantaloudellisesti kannattavaa.

Tässä tutkimuksen toisessa osaraportissa keskitytään kannattavuuskysymyksiin, ensimmäisessä osassa esitettiin investointipäätösten perusteita sekä valtion avustusten vaikuttavuutta ja vaikutuksia koskevat tulokset.

Perusjoukon muodostivat vähintään 0,5 MW:n nimellistehoiset aluelämmityskäytössä olevat kuntien lämpökeskukset, joiden rakentamiseen oli saatu kauppa- ja teollisuusministeriöltä investointiavustusta ja jotka oli otettu käyttöön viimeistään vuodenvaihteessa 1981/1982. Näitä oli 53 kappaletta. Kerättyä hankkeista tietoja kirjekselyllä vastaukset saatiin 49 kunnasta. Kirjekselyllä kootun aineiston lisäksi käytettävissä olivat ministeriön toimitetut hakemus- ja tilitysasiakirjat sekä ministeriön avustuspäätökset. Kannattavuusanalyysin kohteeksi valittiin 32 laitosta. Tutkimusmenetelminä käytettiin kehitetyn laskentamallin mukaisesti korollisen takaisinmaksuajan menetelmää ja kustannus-hyötyanalyysia.

Aluksi tarkasteltiin lämpökeskusten mitoitusta, investointikustannuksia ja lämmöntuotannon yksikkökustannuksia komponentteittain. Kustannuksia vertailtiin paitsi kokoluokan ja kotimaisen pääpolttoaineen avulla luokiteltujen ryhmien välillä myös raskasta polttoöljyä käyttävien vertailulaitosten kustannuksiin.

Polttoainevalintojen kannattavuutta kunnallisen liikelaitoksen näkökulmasta tarkasteltiin käyttäen takaisinmaksuajan menetelmää. 33 % korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksista, 45 % suuremmista hakelaitoksista, 67 % korkeintaan 2 MW:n jätepuu- ja turvelaitoksista sekä 100 % suuremmista jätepuu- ja turvelaitoksista todettiin kannattaviksi valinnoiksi (raskaasta polttoöljyä käyttäviin laitoksiin verrattuina). Kustannus-hyötyanalyyttistä tarkastelua varten laskettiin myös valinnoista aluelämmön kuluttajille koituvat vuotuiset nettohyödyt. Varsinkin monien pienten hakelaitosten todettiin tuottavan kuluttajille tappioita. Positiivisia nettohyötyjä syntyy ennen kaikkea suurempien ja tehokkaasti käytettyjen laitosten aluelämmön kuluttajille, joten kaikista valinnoista koituvien hyötyjen summa on positiivinen. Jos lämpö olisi tuotettu raskaalla polttoöljyllä, kuluttajat olisivat joutuneet maksamaan siitä yhteensä 9,2 Mmk toteutunutta enemmän vuonna 1982, jonka arvioitiin kuvaavan verkkojen rakentamisajan keskimääräistä tilannetta. Vastaavan summan odotetaan olevan 12,7 Mmk/a verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa.

Tarkasteltaessa polttoainevalintojen kannattavuutta kunnallistaloudellisesta näkökulmasta takaisinmaksutarkastelussa lämmöntuotannon käyttökustannusten vuotuisiin säästöihin lisättiin oman kunnan vuotuisten verotulojen nettolisäykset ja kunnan vuotuisten metsänhoitokustannusten säästöt. Investointikustannuksista taas vähennettiin rakennusaikaiset kunnan verotulojen nettolisäykset (toteutetun vaihtoehdon tuottamat hyödyt miinus raskaalla polttoöljyllä toimivan vertailulaitoksen tuottamat hyödyt). 44 % korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksista, 45 % suuremmista hakelaitoksista, 83 % korkeintaan 2 MW:n jätepuu- ja turvelaitoksista sekä 100 % suuremmista jätepuu- ja turvelaitoksista todettiin kannattaviksi valinnoiksi. Kunnan taloudelle syntyi positiivisia vuotuisia nettohyötyjä kaikissa tapauksissa, vuotuisten verotulojen nettolisäysten ja vuotuisten metsänhoitokustannusten säästöjen summa vuonna 1982 oli 1,2 Mmk ja verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa summan odotetaan olevan 1,8 Mmk/a.

Sovellettaessa sitten koko kunnan näkökulmaa otettiin lisäksi huomioon oman kunnan jäsenten vuotuisten työ- ym. tulojen nettolisäykset ja vuotuisten metsänhoitokustannusten säästöt. Investointikustannuksia vähentävänä eränä otettiin huomioon rakennusaikaiset kunnan jäsenten työtulojen nettolisäykset. Takaisinmaksuaikatarkastelussa 100 % korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksista, 91 % suuremmista hakelaitoksista, 83 % korkeintaan 2 MW:n jätepuu- ja turvelaitoksista sekä 100 % suuremmista jätepuu- ja turvelaitoksista tulkittiin kannattaviksi valinnoiksi. Kunnan jäsenille

syntyi tulojen nettolisäysten ja metsänhoitokustannusten säästöjen kautta vuotuisia nettohyötyjä kaikissa tapauksissa; niiden summa oli 5,4 Mmk vuonna 1982 ja verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa summan odotetaan olevan 9,1 Mmk/a.

Investointiavustusten myöntämisen kannattavuutta tarkasteltiin aluksi valtiontalouden näkökulmasta, laskettiin kuinka nopeasti avustuksiin sijoitetut varat palautuvat takaisin valtiolle vuotuisten verotulojen nettolisäysten ja vuotuisten menojen nettosäästöjen kautta. 28 % tapauksista oli sellaisia, joissa investointi olisi vastaajan ilmoituksen mukaan toteutettu suunnitellun aikataulun mukaisesti ilman avustustakin eli avustuksen myöntäminen ei tästä syystä kannattanut. 25 %:ssa tapauksista palautumisajaksi laskettiin yli 15 vuotta. Toteutuneiden suuruisten avustuksen myöntäminen tulkittiin siis kannattavaksi valtiontalouden näkökulmasta 47 %:ssa tapauksista. Korkeintaan 1 MW:n hakelaitosten ryhmässä tämä osuus oli 67 %, suurempien hakelaitosten ryhmässä 55 %, korkeintaan 2 MW:n jätepuu- ja turvelaitosten ryhmässä 50 % ja suurempien jätepuu- ja turvelaitosten ryhmässä 0 %.

Kustannus-hyötyanalyyttistä tarkastelua varten laskettiin myös valtiontaloudelle koituvat vuotuiset nettohyödyt. Monien yli 2 MW:n jätepuu- ja turvelaitosten todettiin tuottavan valtiontaloudelle menetyksiä, kotimaisien polttoaineiden käytöstä syntyvät vuotuisten verotulojen lisäykset ja vuotuisten menojen säästöt eivät riitä kattamaan raskaan polttoöljyn hintaan sisältyvien, saamatta jäävien verojen ja veronluontoisten maksujen sekä investointiavustuksen annuiteetin summaa. Muut laitokset sen sijaan tuottavat valtiontaloudelle positiivisia vuotuisia nettohyötyjä. Vuonna 1982 kaikista valinnoista koituvien vuotuisten nettohyötyjen summan arvioitiin ollleen - 0,5 Mmk, verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa sen odotetaan olevan + 0,6 Mmk/a.

Valinnoista muille kunnille ja niiden jäsenille koituvat vuotuiset nettohyödyt laskettiin samalla tavoin kuin omaan kuntaan kohdistuvat vaikutukset. Muihin kuntiin kohdistuvien vuotuisten nettohyötyjen summa vuonna 1982 oli 2,7 Mmk, verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa summan odotetaan olevan 4,8 Mmk/a. Korkeintaan 1 MW:n hakelaitosten ja korkeintaan 2 MW:n jätepuu- ja turvelaitosten tuottamat muihin kuntiin kohdistuvat hyödyt ovat vähäiset.

Nyt voitiin arvioida valintojen kansantaloudellinen kannattavuus kustannus-hyötyanalyttisesti summaamalla eri hyödynsaajaryhmille koituvat vuotuiset nettohyödyt. Aineistoon kuuluvista laitoksista yksi yli 1 MW:n hakelaitos on sellainen, jonka tuottamien kansantalouden vuotuisten nettohyötyjen odotetaan olevan negatiiviset vielä verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa, aluelämmön kuluttajien tappiot ovat sen verran suuret, etteivät muut kansantalouden nettohyödyt riitä kattamaan niitä. Muut valinnat todettiin kansantaloudellisesti kannattaviksi. Valintojen tuottamien kansantalouden vuotuisten nettohyötyjen summaksi arvioitiin 18,1 Mmk vuonna 1982, verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa summan odotetaan olevan 29,0 Mmk/a.

Investointiavustusten myöntämisen kannattavuutta tarkasteltiin vielä siitä edellä esitetystä poikkeavasta näkökulmasta, ettei myöntämisen tarvitse olla valtiontaloudellisesti kannattavaa, vaan avustettavan hankkeen tulee olla kansantaloudellisesti kannattava ja lisäksi investoinnin kannattavuuden kunnan näkökulmasta on oltava sen verran heikko, ettei hanketta toteutettaisi ilman avustusta. 69 % hankkeista täytti tämän ehdon.

Yhtä hanketta lukuun ottamatta valinnat siis täyttivät ns. potentiaalisen Pareto-parannuksen periaatteen mukaisen kannattavuusehdon eli kansantalouden nettohyödyt ovat positiiviset, jolloin potentiaalisen kompensaa-tion jälkeen kaikkien hyödynsaajaryhmien nettohyödyt ovat ei-negatiiviset ja vähintään yhden ryhmän nettohyödyt ovat positiiviset. Mutta kuten todettiin, käytännössä kaikki valinnat eivät olleet Pareto-parannuksia, joissakin tapauksissa syntyi tappioita aluelämmön kuluttajille, joissakin taas valtiolle.

Tutkimuksessa kartoitettiin myös keinoja, joilla voitaisiin huolehtia siitä, että kaikki valinnat olisivat myös käytännössä Pareto-parannuksia. Ennen kaikkea lämmöntuotantokustannusten suurin komponentti eli poltto-ainekustannukset tulisi saada mahdollisimman alhaisiksi. Joissakin tapauksissa on mahdollista periä lämmöstä tuotantokustannusten edellyttämää alempi hinta maksamalla kompensatiota kunnallistalouden positiivisista nettohyödyistä. Uusia laitoksia suunniteltaessa kattilat tulisi mitoittaa oikein. Uusia laitoksia rakennettaessa voidaan myös myöntää avustuksia enemmän niille hankkeille, joiden nykykäytännön mukaisilla avustuksilla odotetaan tuottavan aluelämmön kuluttajille tappioita, mutta valtiolle positiivisia nettohyötyjä. Toisaalta avustuksia voidaan vähentää niiltä

*hankkeilta, joiden odotetaan tuottavan aluelämmön kuluttajille positiivisia nettohyötyjä, mutta valtiontaloudelle menetyksiä (tarvittaessa rahoitustukea voidaan myöntää lainamuotoisena).*

*Tuloksia voidaan hyödyntää uusia aluelämpöinvestointeja suunniteltaessa sekä suunniteltaessa energiapoliittisia toimenpiteitä ja tehtäessä avustus- ja lainoituspäätöksiä; hyväksi voidaan käyttää sekä kehitettyä laskentamallia että hyöty-, kustannus- ja kannattavuustietoja.*

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Tutkimuksen lähtökohdat

Valtiovalta harjoittaa energiapolitiikkaa, koska energiaa koskevien valintojen liiketaloudelliset ja kansantaloudelliset vaikutukset eivät välttämättä ole samansuuntaiset, markkina-voimat eivät ohjaa valintoja riittävän tarkoituksenmukaisesti kansantalouden näkökulmasta katsoen. Sama pätee myös tarkasteltaessa ns. kunnallisten liikelaitosten valintoja. Energiapolitiikka sisältää sekä vaihtoehtoisten tavoitteiden että niiden saavuttamiseksi käytettävissä olevien keinojen kartoittamisen, valinnan, toteuttamisen ja seurannan.

Tarkasteltaessa Suomen energiapolitiikan kehitystä 1930-luvulta alkaen havaitaan, että tavoitteena on jatkuvasti ollut kotimaisten polttoaineiden käytön lisääminen (tosin perusteet ovat osittain muuttuneet) ja energiahuollon varmuuden turvaaminen. Energian säästämisen merkitys on korostunut sota-aikana ja viimeisten kymmenen vuoden kuluessa. Keinovalikoima on monessa suhteessa pysynyt samanlaisena. On korostettu tutkimuksen ja tiedonvälityksen merkitystä sekä polttoaineiden ja muiden energianlähteiden valikoiman monipuolistamisen tärkeyttä, esimerkiksi jo 1930-luvulla tutkittiin puun nesteyttämistä, hiilto-, kaasuttamis- ja briketointimahdollisuuksia. Tärkein yleisesti vaikuttava uusi keino on 1970-luvun lopulla laajempaan käyttöön otettu julkinen rahoitustuki. (Energiapolitiikan kehityslinjoista ks. Toropainen 1982.)

Valtioneuvoston v. 1983 hyväksymässä energiapoliittisessa ohjelmassa asetetaan energiapolitiikalle kolme päätavoitetta:

- Energiahuollon varmuuden turvaaminen kansalliselle turvallisuudelle ja taloudelliselle toiminnalle asetettujen tavoitteiden mukaisesti.
- Energian säästäväinen käyttö eli energian taloudellinen ja tehokas sekä tuhlausta välttävä käyttö.

- Energiahuollon omavaraisuuden nostaminen lisäämällä kotimaisten energianlähteiden sekä muiden kotimaisten tuotantopanosten osuutta energiataloudessa."

Näiden päätavoitteiden ohella ohjelmassa korostetaan energiapolitiikan pitkäjänteisyyden merkitystä; esimerkiksi energiailaitteistojen pitkän käyttöiän takia muutokset käytettävien polttoaineiden jakaumissa tapahtuvat melko hitaasti, ja tehdyt valinnat vaikuttavat kauan. Valtiovallan käytettävissä olevia energiapoliittisia keinoja ovat energian hinnoittelu ja verotus, rahoitustuki, lainsäädäntö ja lupamenettelyt, tarkastus- ja valvontatoiminta sekä tutkimus- ja kehittämistyön edistäminen.

Julkista rahoitustukea on saatavissa useista lähteistä eri muodoissa: avustuksina, lainoina, korkotukena sekä teollisuudelle joissakin tapauksissa myönnettävänä liikevaihtoverohelpotuksena. Rahoitustuen määrä kasvoi 1970- ja 1980-lukujen taitteessa jyrkästi, esimerkiksi erilaiset avustukset kotimaisten polttoaineiden tuotannon ja käytön edistämiseen (maatilat pl.) nousivat vuoden 1976 3,3 Mmk:sta 122,2 Mmk:aan vuonna 1982, yhteensä näitä avustuksia maksettiin 401,5 Mmk vuosina 1976 - 1982 (Energiatilastot 1982). Vaikka seurannan tulisi kuulua olennaisena osana energiapolitiikkaan, on esimerkiksi rahoitustuen vaikuttavuuden ja vaikutusten sekä tuettujen investointien kunnallistaloudellisen, valtiontaloudellisen ja kansantaloudellisen kannattavuuden tutkiminen ollut vähäistä.

Yleisesti ottaen investointien seurannalla voidaan saavuttaa seuraavia etuja:

- aikaisemmista investoinneista saatua informaatiota voidaan käyttää hyväksi uusia investointeja suunniteltaessa,
- investoinnin toteuttamisen aikana saatua informaatiota tarvitaan, jotta mahdolliset toteuttamisen aikana ilmevät virheratkaisut voidaan oikaista,
- tietoisuus kontrollin olemassaolosta voi helpottaa päämäärien saavuttamista,

- tietoisuus kontrollin olemassaolosta karsii epärealistisia investointiehdotuksia.

Myös energiainvestoinneille myönnetty rahoitustuki voidaan nähdä valtion investointina: vuonna t toteutetusta taloudellisesta uhrauksesta odotetaan saatavan valtionaloudellisia ja kansantaloudellisia hyötyjä seuraavina vuosina. Edellä esitetyt seurannan edut voidaan yleistää koskemaan myös muiden energiapoliittisten toimenpiteiden seuranta.

Metsäntutkimuslaitoksen kansantaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalla toteutettiin vuosina 1980 - 1982 esitutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää, millä perusteilla kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirrytään, sekä ovatko valtion avustuksia saaneet teollisuuden ja kuntien siirtymisinvestoinnit liike-, julkis- ja kansantaloudellisesti kannattavia (Toropainen 1982). Tutkimuksen aineistoon kuului 73 hanketta, joihin oli saatu työvoimaministeriöltä investointiavustusta. Kuntia investoijista oli 21.

Tutkimuksessa havaittiin, että kunnat tekevät energiainvestointeja koskevat päätöksensä osittain eri perusteilla kuin teollisuusyritykset. Odotetut kustannussäästöt osoittautuivat tärkeimmäksi myönteisen investointipäätöksen syntymiseen vaikuttaneeksi tekijäksi teollisuusyrityksissä, kunnissa puolestaan tärkein tekijä oli kotimaisten polttoaineiden saannin varmuus. Kuntien investoinneista liiketaloudellisesti kannattamattomia oli suurempi osuus kuin teollisuuden investoinneista. Kuntien investointien kannattaviksi saaminen valtion avustusten avulla oli vaikeampaa kuin teollisuuden investointien kannattaviksi saaminen. Toisaalta esimerkiksi kuntien investointien positiiviset vaikutukset työllisyyteen olivat suuremmat kuin teollisuuden investointien. Valtion myöntämien avustusten todettiin palautuvan julkiselle vallalle (valtio, sosiaaliturvarahastot ja kunnat) noin kuudessa vuodessa työttömyysturvan säästöjen ja verotulojen lisäysten kautta. Kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtyminen todettiin myös kansantaloudellisesti kannattavaksi. Koska aineistossa oli enemmistö teollisuuden hankkeita, ei kunnallistaloudellista kannattavuutta analysoitu erikseen.

Kauppa- ja teollisuusministeriön yhdessä muiden rahoitustukea myöntävien viranomaisten kanssa asettama työryhmä selvitti rahoitustukea saaneiden energiainvestointien eräitä, lähinnä kansantaloudellisia vaikutuksia ja rahoitustuen kehittämistä (Energiainvestointien rahoitustuen ... 1982). Tiedot perustuivat kuitenkin paljolti tukihakemuksissa esitettyihin ennakoarvioihin, eikä seurantatietojen puuttuessa voitu tarkasti arvioida tuen vaikuttavuutta.

Liiketaloustieteellisessä Tutkimuslaitoksessa selvitettiin vuosina 1981 - 1983 rahoitustuen vaikutusta yritysten päätöksentekoon (Energiainvestointituen vaikutus ... 1983). Aineistoon ei kuulunut kuntia, eikä investointien kannattavuutta analysoitu.

Kuntien energiainvestointien tarkempi tutkiminen todettiin siis tarpeelliseksi. Aineiston saatavuuden ja riittävyyden takia syventävän analyysin kohteeksi valittiin ne kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisäävät kuntien aluelämpöinvestoinnit, joihin oli saatu kauppa- ja teollisuusministeriöltä investointiavustusta.

## 1.2 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksessa kartoitetaan, mitä yhdellä energiapolitiikan keinoista, valtion avustuksilla, on saatu aikaan aluelämmityssektorilla (lyhyden vuoksi käytetään termiä aluelämmitys, täsmällinen ilmaus olisi kauko- ja aluelämmitys). Toisaalta tarkastellaan kotimaisten polttoaineiden valinnan kannattavuutta aluelämmityksessä eri näkökulmista. Tutkimustehtävä koostuu neljästä osatehtävästä:

- Tarkoituksena on ensinnäkin selvittää, millä perusteilla kunnat valitsevat aluelämmityksessä käytettäväksi kotimaisen polttoaineen, erityisesti selvitetään valtion avustusten vaikuttavuutta.
- Toiseksi kehitetään laskentamalli, jonka avulla kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisäävien investointien kannattavuutta voidaan tarkastella eri näkökulmista.

- Kolmanneksi selvitetään, ovatko kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisäävät kuntien aluelämpöinvestoinnit kannattavia kunnallisen liikelaitoksen, kunnallistalouden ja koko kunnan näkökulmista, miten avustukset vaikuttavat investointien rahoitukseen ja kannattavuuteen sekä miten muut tekijät vaikuttavat niiden kannattavuuteen.
  
- Neljänneksi selvitetään, onko kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtyminen aluelämmityssektorilla valtion avustusten avulla valtiontaloudellisesti ja kansantaloudellisesti kannattavaa.

### 1.3 Osaraporttien sisältö

Tutkimustehtävä on laaja ja sisältää eri kohderyhmiä kiinnostavia osia. Raportointi päädyttiin siksi toteuttamaan kahdessa osassa. Ensimmäinen osaraportti (Toropainen 1984) sisälsi lähinnä viranomaisia kiinnostavia tuloksia investointipäätösten perusteista ja avustusten vaikuttavuudesta, tukimuotoja koskevista preferensseistä, avustusten vaikutuksista investointien rahoitukseen ja polttoainevalintojen liiketaloudelliseen kannattavuuteen kunnallisen liikelaitoksen näkökulmista katsottuna sekä avustusten tehokkaan kohdentamisen vaikutuksista ja mahdollisuuksista. Tässä toisessa osaraportissa keskitytään kannattavuuskysymyksiin. Aluksi kehitetään kannattavuuden laskentamalli eri näkökulmia varten. Sen jälkeen polttoainevalintojen kannattavuutta tarkastellaan kunnallisen liikelaitoksen, kunnallistalouden, koko kunnan, valtiontalouden ja kansantalouden näkökulmista, lisäksi analysoidaan kannattavuuteen vaikuttavia eri tekijöitä.

## 2 TEOREETTINEN TAUSTA

### 2.1 Kunnan toimiala

Kunnan tehtävänä on tuottaa palveluksia koko yhdyskunnan jäsenistölle. Kunnan jäsen on jokainen, jolla on kunnassa laillinen kotipaikka, joka omistaa tai hallitsee kunnassa kiinteää omaisuutta, tai joka harjoittaa kunnassa liikettä tai ammattia. Siten myös oikeushenkilö (esimerkiksi osakeyhtiö) voi olla kunnan jäsen.

Kaikkien yhteiskunnallisten palvelujen tuottaminen ei kuitenkaan kuulu kunnalle. Kunnallislain 5. pykälässä säädetään, että kunnan asiana on hoitaa itsehallintoonsa kuuluvat ja toisaalta sille erikseen laissa säädetyt tehtävät. Voidaan puhua yleisestä toimialasta ja erityistoimialasta. Erityistoimialaan kuuluu esimerkiksi opetus- ja sivistystoimen, terveyden- ja sosiaalihuollon sekä yhdyskuntasuunnittelun tehtäviä. Yleistä toimialaa ei ole tarkemmin säännöksiin rajattu, on katsottu, että sen on määräydyttävä kunakin aikana vallitsevien yhteiskunnallisten käsitysten ja näistä riippuvien oikeuskäsitysten mukaan. Pääperiaatteena voidaan pitää sitä, että kunnan hoitaman tehtävän tulee olla kunnan jäsenten yhteinen ja että kunnan etu vaatii sen hoitamista. Toiminnan tulee siis tähdätä kunnan jäsenten "yleiseen hyvään". Kaikista toimenpiteistä ei tietenkään voi olla hyötyä kaikille kunnan jäsenille, joten on ratkaistava, miten suurelle osalle jäsenistöstä asian hoitamisesta tulee olla etua, jotta asia olisi jäsenten yhteinen. Tämän osan katsotaan voivan olla suhteellisen pienenkin, kunnan kunnalle kokonaisuutena on toimenpiteestä välillistä hyötyä, unohtamatta kuitenkaan hallinnon yleistä tasapuolisuusvaatimusta. (Suomen kunnallishallinto ... 1981, Hannus 1981).

Yleistä toimialaa rajoittaa myös hallinnon toissijaisuuden periaate. Tämän mukaan kunnat eivät yleensä voi laajentaa toimintaansa aloille, joiden katsotaan kuuluvan yksityisen sektorin vastuualueeseen, ellei jostakin syystä ole katsottava, ettei yksityinen sektori pysty huolehtimaan tehtävästä tyydyttävästi ja yleisen edun riittävästi huomioon ottaen.

Varsinaiseen teolliseen tai kaupalliseen toimintaan kunnan ei

ole katsottu voivan ryhtyä, sen sijaan talouselämän ja yritystoiminnan yleisten edellytysten luominen ja parantaminen on tärkeä yleiseen toimialaan kuuluva tehtävä. Liiketoiminnan luonteista toimintaa kunta voi harjoittaa maa- ja metsätaloudessa sekä erilaisten yhdyskuntahuollon palveluiden järjestämisessä. Tällaisia palvelulaitoksia ovat esimerkiksi liikenne-, puhelin-, sähkö-, vesi- ja lämpölaitokset. Ne ovat ns. kunnallisia liikelaitoksia, joiden toiminnan päätavoitteena ei ole liiketaloudellisen voiton maksimointi, vaan palveluiden tuottaminen mahdollisimman taloudellisesti. Kunnallinen liikelaitos voidaan siis tulkita kustannusten minimoijaksi. Laitosten kustannukset kateetaan pääsääntöisesti palveluiden käyttäjiltä perittävillä maksuilla ja käyttökorvauksilla. Huomattakoon, ettei kuitenkaan ole lainsäädännöllistä estettä näiden maksujen mitoittamiselle siten, että laitokset tuottavat voittoa. Tämän tyyppisiä palveluita tuottamaan voidaan perustaa myös samoin periaattein toimivia osuuskuntia tai osakeyhtiöitä, joissa kunta on osakkaana. Näitä palveluita voi tuottaa myös kunnan normaaliorganisaatio. (Suomen kunnallishallinto ... 1981, Hannus 1981, Österman 1980).

## 2.2 Aluelämpölaitosten polttoainevalintojen kannattavuus

### 2.2.1 Kunnallisen liikelaitoksen näkökulma

Yhdyskunnan lämpöhuolto voidaan toteuttaa joko kiinteistökohtaisena tai alueellisena. Aluelämmitysjärjestelmä palvelee tietyn alueen lämpöhuoltoa ja mikäli alueena on koko taajama, voidaan puhua kaukolämmityksestä.

Seuraavassa tarkastellaan kuntaa H. Tarkastelun yksinkertaistamiseksi oletetaan, että aluelämmitys on todettu taloudellisemmaksi kuin kiinteistökohtainen järjestelmä. Periaatepäätös aluelämmitykseen siirtymisestä on tehty, mutta hankkeen toteuttamisen yksityiskohtia ei ole vielä ratkaistu. Lisäksi oletetaan, että aluelämmitysjärjestelmään kuuluu ainoastaan yksi lämpökeskus  $K_H$ , jossa on yksi tai useampia kattiloita, ja että kaikki potentiaaliset kuluttajat liittyvät verkkoon samalla kun lämpökeskus otetaan käyttöön (oletus on todellisuutta yksinkertaistava, mutta joudutaan tekemään käsittelyn selkeyttämiseksi).

Lämpöä odotetaan tuotettavan vuosittain määrä E. Perusratkaisu, jonka kunta nyt joutuu tekemään, on aluelämpökeskuksessa käytettävän polttoaineen valinta. Tässä tapauksessa päätös koskee uusinvestointia. Vaihtoehtoisesti kunnassa voi olla jo toimiva, kapasiteetiltaan riittävä aluelämmitysjärjestelmä, mutta polttoaineiden hintasuhteiden muuttuessa suunnitellaan lämpökeskuksen muuttamista toimimaan jollakin halvemmaksi odotetulla polttoaineella; tällöin päätös koskee korvausinvestointia.

Kunnallisen aluelämmitysjärjestelmän tavoitteena on siis tuottaa lämpöä mahdollisimman taloudellisesti. Tarkastellaan polttoaineen valintaa aluksi kunnallisen liikelaitoksen (tai vastaavan) puhtaana liiketaloudellisena ratkaisuna. Tällöin voidaan olettaa, että lämmöntuotannon yksikkökustannukset pyritään minimoimaan samalla kun kustannukset pyritään kattamaan kuluttajilta perittävillä maksuilla tavoittelematta kuitenkaan voittoa. Lämmöntuotantokustannuksissa saavutettavat säästöt siirtyvät siten aluelämmön kuluttajien hyväksi.

Investoinnit perustuvat odotuksiin. Oletetaan, että tarkasteltavassa aluelämpökeskuksessa käytettäväksi polttoaineeksi voidaan valita joko polttoaine  $w$  tai polttoaine  $v$ , joita oletetaan olevan riittävästi saatavana niin kauan kuin kattilat ovat toimintakelpoisia. Vaihtoehtoisilla polttoaineilla toteutetun lämmöntuotannon yksikkökäyttökustannusten odotetaan olevan  $p_w$  ja  $p_v$  siten, että  $p_w > p_v$ . Yksikkökäyttökustannuksilla tarkoitetaan tässä yksikkökustannuksia, joista pääomakustannusten osuus on poistettu. Oletetaan vielä, että rakennettaessa lämpökeskus  $v$ :llä toimivaksi eli käyttökustannuksiltaan halvemmaksi investointikustannukset ovat korkeammat kuin rakennettaessa se  $w$ :llä toimivaksi,  $I_w < I_v$ . Investointikustannusten erotusta,  $I_0 = I_v - I_w$ , kutsutaan tässä yhteydessä erotusinvestoinniksi. Investointikustannuksiin ei sisällytetä verkostokustannuksia, sillä niiden oletetaan olevan yhtä suuret molemmissa vaihtoehdoissa. Tarkastelun yksinkertaistamiseksi oletetaan vielä, että laitosten jäännösarvo on molemmissa tapauksissa nollan suuruinen.

Jotta polttoaineeksi valittaisiin  $v$ , on lämmöntuotannon yksikkökäyttökustannusten erotuksen,  $p_w - p_v$ , oltava niin suuri, että saavutettavilla säästöillä pystytään kattamaan erotusinvestointi korkoineen kohtuullisen, ennalta määrätyn ajan kuluessa. Valintakriteeri on siis takaisinmaksuaika. Takaisinmaksuajan laskentakaava yleisessä muodossaan on (Edullisuusvertailun menetelmäopas 1980):

$$(2.1) \quad a_{t/i}S + v_{t/i}J - I = 0$$

jossa:

$$a_{t/i} = \text{jaksollisten maksujen diskonttaustekijä takaisinmaksuajalla } t; \quad a_{t/i} = [(1 + i)^t - 1] / i(1 + i)^t$$

$S$  = vuosittain vakiosuuruusena toistuva kustannussäästö, netto, mk/a

$$v_{t/i} = \text{diskonttaustekijä takaisinmaksuajalla } t; \\ v_{t/i} = 1 / (1 + i)^t$$

$J$  = käytössäoloajasta riippumaton vakiosuuruinen jäännösarvo, mk

$I$  = investointikustannus laskentakauden alussa, mk

$i$  = laskentakorko, %, jaettuna sadalla

Yhtälön 2.1 ratkaisu on:

$$(2.2) \quad t = [\log(S - iJ) - \log(S - iI)] / \log(1 + i)$$

Edellä esitetyillä oletuksilla valintakriteeriksi saadaan siten:

$$(2.3) \quad \begin{cases} t_{v1} \leq t_0 \\ t_{v1} = [\log S - \log(S - iI_0)] / \log(1 + i) \\ S = (p_w - p_v)E \end{cases}$$

jossa:

$t_{v1}$  = takaisinmaksuaika, a

$t_0$  = ennalta määrätty takaisinmaksuaikavaatimus, a

$I_0$  = erotusinvestointi, mk

$S$  = käyttökustannusten vuotuinen säästö, mk/a  
 $p_w$  = polttoaineeseen  $w$  perustuvan lämmöntuotannon yksikkökäyttökustannukset, mk/MWh  
 $p_v$  = polttoaineeseen  $v$  perustuvan lämmöntuotannon yksikkökäyttökustannukset, mk/MWh  
 $E$  = vuosittain tuotettava lämpö määrä, MWh/a  
 muut merkinnät kuten edellä

Jos  $t_{v1} \leq t_0$ , valitaan polttoaine  $v$ , jos taas  $t_{v1} > t_0$ , valitaan polttoaine  $w$ .

Oletetaan nyt, että  $v$  on kotimainen ja  $w$  tuontipolttoaine. Valtiovalta pitää omien tavoitteidensa kannalta toivottavana, että myös aluelämmityksessä käytetään kotimaisia polttoaineita. Kunnallisen liikelaitoksen valintakriteeri 2.3 ei kuitenkaan aina täyty, jolloin kunnallinen liikelaitos rationaalisesti toimiessaan valitsisi polttoaine  $w:n$ . Näissä tapauksissa valtiovalta voi käyttää erilaisia houkuttimia ja tukitoimenpiteitä, joista tässä työssä tarkastellaan investointikustannuksia alentavia, kauppa- ja teollisuusministeriön myöntämiä investointiavustuksia sekä työvoimaministeriön myöntämiä polttopuun korjuuavustuksia, joilla puolestaan pyritään alentamaan käyttökustannuksia. Oletetaan, että lämpökeskusta  $K_H$  varten on saatu investointiavustusta summa  $A$ , polttopuun korjuuavustusta sen sijaan ei odoteta saatavan jatkuvasti. Valintakriteeriksi muodostuu:

$$(2.4) \quad \begin{cases} t_{v2} \leq t_0 \\ t_{v2} = \{ \log S - \log [S - i(I_0 - A)] \} / \log (1 + i) \end{cases}$$

jossa:

$A$  = investointiavustus, mk

muut merkinnät kuten edellä

Koska  $(I_0 - A) < I_0$ , seuraa tästä, että  $t_{v2}$  on lyhyempi kuin  $t_{v1}$ . Jos voitaisiin olettaa, että käyttökustannuksiin kohdistuvia avustuksia on saatavissa jatkuvasti, ne voitaisiin lisätä kriteerin termiin  $S$ , jolloin saataisiin takaisinmaksuajaksi  $t_{v3}$  ( $< t_{v2}$ ).

Kun tarkastelun kohteena on kunnallinen liikelaitos, voidaan siis olettaa, että lämmöntuotantokustannuksissa saavutettavat säästöt siirtyvät kokonaisuudessaan aluelämmön kuluttajien hyväksi. Lämpökeskuksen  $K_H$  vuotuiseksi lämmöntuotantokustannusten nettosäästöksi eli kyseisen aluelämpökeskuksen aluelämmön kuluttajien vuotuiseksi, tarkastelun kohteena olevasta valinnasta koituvaksi nettohyödyksi saadaan:

$$(2.5) \quad CUN = S - c_{t/i}(I_0 - A)$$

jossa:

$CUN$  = lämmöntuotantokustannusten säästöstä koituvat aluelämmön kuluttajien vuotuiset nettohyödyt, mk/a

$c_{t/i}$  = annuiteettitekijä;

$$c_{t/i} = i(1 + i)^t / [(1 + i)^t - 1]$$

(tässä tapauksessa voidaan asettaa  $t = t_0$ )

Kaava 2.5 kuvaa tilannetta lämpökeskuksen investointien kuoletusaikana. Mikäli laitos toimii kuoletusajan jälkeenkin, voidaan kuoletusajan jälkeisinä vuosina merkitä  $CUN = S$ .

Sekä investointi- että käyttökustannusavustukset parantavat kotimaisia polttoaineita käyttävien aluelämpökeskusten kannattavuutta ja siten helpottavat sekä nopeuttavat kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtymistä. Kannattavuus ei kuitenkaan ole ainoa siirtymistä rajoittava tekijä, myös investointien rahoituksen järjestäminen saattaa tuottaa vaikeuksia ja investointeihin sisältyvää riskiä saatetaan pitää liian suurena. Näistä tekijöistä ja valtion avustusten vaikutuksista niihin ks. Toropainen (1984).

## 2.2.2 Kunnallistalouden näkökulma

Edellä tarkasteltiin polttoaineen valintaa kunnallisen liikelaitoksen näkökulmasta olettaen, ettei kunnallinen liikelaitos tavoittele voittoa, vaan siirtää lämmöntuotantokustannuksissa saavutettavat säästöt kokonaisuudessaan aluelämmön

kuluttajien hyväksi. Valinta kuitenkin vaikuttaa myös kunnan muuhun talouteen. Valintakriteeriä on siten täydennettävä ottamalla huomioon vaihtoehtoisten polttoaineiden käytön vuosittain tuottamien kunnallistaloudellisten nettohyötyjen erotus, MUN, jota seuraavassa kutsutaan nimellä kunnallistaloudelliset vuotuiset nettohyödyt. MUN lisätään vuotuisten käyttökustannusten säästöihin ja kunnallistaloudelliseksi valintakriteeriksi saadaan:

$$(2.6) \quad \begin{cases} t_{v4} \leq t_0 \\ t_{v4} = \left\{ \log(S + MUN) - \log \left[ (S + MUN) - i(I_0 - A) \right] \right\} / \log(1 + i) \end{cases}$$

jossa:

MUN = kunnallistaloudelliset vuotuiset nettohyödyt,  
mk/a

muut merkinnät kuten edellä

Jos oletetaan, että  $MUN > 0$ , seuraa tästä, että  $t_{v4}$  on lyhyempi kuin  $t_{v2}$  kunnallisen liikelaitoksen valintakriteerissä 2.4.

MUN voidaan määrittää seuraavasti:

$$(2.7) \quad MUN = MUN_1 + MUN_2 + \dots + MUN_h - MCN_1 - \dots - MCN_k$$

jossa:

$MUN_1$  = kunnan vuotuisten verotulojen lisäys, netto,  
mk/a

$MUN_2 \dots MUN_h$  = muut rahamääräiset vuotuiset kunnallistaloudelliset hyödyt, netto, mk/a  
(esimerkiksi työllisyyden paranemisesta koituvat sosiaalitoimen menojen säästöt, kunnan omien metsien metsänhoitokustannusten säästöt)

$MCN_1 \dots MCN_k$  = rahamääräiset vuotuiset kunnallistalouden kustannukset, netto, mk/a  
(esimerkiksi kunnan omistamien maa-alueiden maankäytön vaihtoehtoiskustannukset)

Kukin hyötykomponentti  $MUN_j$  määritetään siten, että ensiksi lasketaan vaihtoehtoisten polttoaineiden käytön tuottamat nettohyödyt  $MUN_{jv}$  ja  $MUN_{jw}$  (hyödyt miinus kustannukset) ja sen jälkeen lasketaan näiden nettohyötyjen erotus  $MUN_j = MUN_{jv} - MUN_{jw}$ ; samoin menetellään kustannuskomponenttien suhteen. Huomattakoon, että aluelämpöön liitettäviksi suunnitellut kunnan kiinteistöt on esityksen yksinkertaistamiseksi rinnastettu muihin aluelämmön kuluttajiin, joten kunnalle lämmöntuotantokustannusten säästöistä koituvat hyödyt sisältyvät jo summaan CUN. Laskentakorko  $i$  kuvaa vieraan pääoman osalta rahoituksen kustannuksia ja kunnan oman pääoman osalta pääoman vaihtoehtoiskustannuksia. Huomattakoon vielä, että myös lämpökeskuksen rakentamisaikana syntyy vastaavia kunnallistaloudellisia nettohyötyjä, ne voidaan vähentää  $I_0$ :sta.

### 2.2.3 Koko kunnan näkökulma

Kunnan toiminnan tulee tähdätä kunnan jäsenten yleiseen etuun. Valintakriteeriä on siten vielä kerran täydennettävä ottamalla huomioon myös muut valinnan kannalta relevantit, kunnan jäsenille koituvat hyödyt ja kustannukset. Päätöksentekoa varten määritetään vaihtoehtoisten polttoaineiden käytön kunnan jäsenille vuosittain tuottamien nettohyötyjen erotus, DUN, jota seuraavassa kutsutaan nimellä kunnan jäsenten muut vuotuiset nettohyödyt. DUN lisätään vuotuisten käyttökustannusten säästöjen ja kunnallistaloudellisten vuotuisten nettohyötyjen summaan, ja kunnan valintakriteeriksi muodostuu:

$$(2.8) \quad \begin{cases} t_{v5} \leq t_0 \\ t_{v5} = \left\{ \log(S + MUN + DUN) - \log[(S + MUN + DUN) - i(I_0 - A)] \right\} / \log(1 + i) \end{cases}$$

jossa:

DUN = kunnan jäsenten muut vuotuiset nettohyödyt,  
mk/a

muut merkinnät kuten edellä

Jos oletetaan, että  $DUN > 0$ , seuraa tästä, että  $t_{v5}$  on lyhyempi kuin  $t_{v4}$ .

DUN voidaan määrittää seuraavasti:

$$(2.9) \quad DUN = DUN_1 + DUN_2 + \dots + DUN_m - DCN_1 - \dots - DCN_n$$

jossa:

$DUN_1$  = kunnan jäsenten vuotuisten työtulojen lisäys, netto, mk/a (verot ja työttömyysturva vähennettyinä)

$DUN_2$  = kunnan jäsenten vuotuisten muiden tulojen lisäys, netto, mk/a (verot vähennettyinä, esimerkiksi polttoaineita toimittavien yritysten voitot, kantorahatulot hakepuusta)

$DUN_3 \dots DUN_h$  = muut kunnan jäsenille koituvat vuotuiset rahamääräiset hyödyt, netto, mk/a (esimerkiksi maatalojen konekannan käytön tehostumisesta koituvat kustannussäästöt, kunnan jäsenten metsänhoitokustannusten vuotuiset säästöt)

$DUN_{h+1} \dots DUN_m$  = kunnan jäsenille koituvat vuotuiset ei-rahamääräiset hyödyt, netto (esimerkiksi työllisyyden paranemisesta koituvat ei-rahamääräiset hyödyt, ei-rahamääräiset ympäristöhyödyt)

$DCN_1 \dots DCN_k$  = kunnan jäsenille koituvat vuotuiset rahamääräiset kustannukset, netto, mk/a (esimerkiksi raaka-aineen ja maankäytön vaihtoehtoiskustannukset)

$DCN_{k+1} \dots DCN_n$  = kunnan jäsenille koituvat vuotuiset ei-rahamääräiset kustannukset, netto

Kukin hyötykomponentti määritetään vaihtoehtoisten polttoaineiden tuottamien nettohyötyjen erotuksena, samoin menetellään kustannuskomponenttien suhteen. Huomattakoon, että

kuhunkin komponenttiin voidaan sisällyttää myös välilliset vaikutukset (kuten myös kaavojen 2.7, 2.12 ja 2.14 komponentteihin).

Nyt voidaan määrittää valinnasta kunnalle ja sen jäsenille koituvat vuotuiset kokonaisnettohyödyt:

$$(2.10) \quad \text{SUN}_M = \text{CUN} + \text{MUN} + \text{DUN} = S - c_t/i(I_0 - A) + \text{MUN} + \text{DUN}$$

jossa:

$\text{SUN}_M$  = kunnan ja sen jäsenten vuotuiset nettohyödyt,  
mk/a

muut merkinnät kuten edellä

Käytännön päätöksentekotilanteissa menetellään useimmin siten, että takaisinmaksuaika määritetään kunnallisen liikelaitoksen näkökulmasta (kriteeri 2.4). Takaisinmaksuaika lasketaan myös ottaen huomioon mahdollisuus, ettei valtion avustusta saataisi (kriteeri 2.3). Muitakaan päätöksenteon kannalta relevantteja kriteerin 2.8 komponentteja ei kokonaan unohdeta, mutta määritys- ja laskentateknisten vaikeuksien takia niitä ei esitetä rahamääräisinä, vaan tärkeimmiksi katsotuista laaditaan kvantitatiivisia arvioita päätöksenteon tueksi.

#### 2.2.4 Valtiontalouden näkökulma

Energiapolitiikalle on valtioneuvoston hyväksymässä energia-poliittisessa ohjelmassa määritelty tietyt tavoitteet, joiden saavuttamiseksi valtiovalta muun muassa myöntää investointiavustuksia kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisääviin investointeihin. Tarkastellaan avustusten myöntämisen kannattavuutta aluksi puhtaasti valtiontalouden näkökulmasta. Myös avustukset voidaan nähdä valtion investointeina: tarkastelun kohteena olevan aluelämpökeskuksen rakentamiseen on myönnetty avustusta summa A ja kotimaisen polttoaineen v valinnasta odotetaan koituvan valtiontaloudelle vuotuisten verotulojen nettolisäyksiä ja vuotuisten menojen nettosäästöjä summa  $S_g$ . Avustuksen myöntäminen on valtiontaloudellisesti kannattavaa, jos

$S_g$ :llä pystytään kattamaan avustus korkoineen valtiovallan kohtuulliseksi katsoman ajan kuluessa:

$$(2.11) \quad \begin{cases} t_{vg} \leq t_{0g} \\ t_{vg} = [\log S_g - \log (S_g - i_g A)] / \log (1 + i_g) \end{cases}$$

jossa:

$t_{vg}$  = palautumisaika, a

$t_{0g}$  = ennalta määrätty palautumisaikavaatimus, a

$S_g$  = valtiontalouden vuotuisten verotulojen nettolisäysten ja vuotuisten menojen nettosäästöjen summa, mk/a

$i_g$  = valtiontaloudessa sovellettava korkokanta, %, jaettuna sadalla

A = investointiavustus, mk

Erotukseksi edellä eri näkökulmista lasketuista takaisinmaksuajoista käytetään nyt termiä palautumisaika. Huomattakoon, että tapauksissa, joissa investointi toteutettaisiin ilman avustustakin, avustuksen myöntäminen ei ole kannattavaa, avustus ei lisää valtiontaloudellisia hyötyjä. Aiheuttamisperiaatteen mukaisesti jatkossa merkitään näissä tapauksissa  $S_g = 0$ .

$S_g$  voidaan määrittää seuraavasti:

$$(2.12) \quad S_g = S_{g1} + S_{g2} + \dots + S_{gh}$$

jossa:

$S_{g1}$  = valtion vuotuisten verotulojen ja veronluontoisista maksuista kertyvien tulojen lisäys, netto, mk/a

$S_{g2}$  = energiaomavaraisuuden paranemisesta valtiolle koitua varmuusvarastointimenojen vuotuinen säästö, netto, mk/a

$S_{g3}$  = työllisyyden paranemisesta valtiolle koitua vuotuisten työttömyysturvamenojen säästö, netto, mk/a

$S_{g4} \dots S_{gh}$  = työllisyyden paranemisesta valtiolle  
koitua muun sosiaaliturvan vuotuis-  
ten menojen säästö, netto, mk/a

Kukin hyötykomponentti  $S_{gj}$  määritetään vaihtoehtoisten polttoaineiden käytön tuottamien nettohyötyjen erotuksena. Esityksen yksinkertaistamiseksi myös sosiaaliturvarahastot sisällytetään valtiovaltaan. Lisäksi oletetaan, ettei valtion omistamilta maa-alueilta toimiteta polttoaineita aluelämpökeskukselle  $K_H$ , maankäytön vaihtoehtoiskustannuksia ei siis oleteta syntyvän valtiolle sen enempää kuin valtion metsien metsänhoitokustannusten säästöjäkään. Laskentakorko  $i_g$  kuvaa valtion avustukseen sijoittaman pääoman vaihtoehtoiskustannuksia.

Nyt voidaan laskea valtionaloudelle koituvat vuotuiset nettohyödyt:

$$(2.13) \quad GUN = S_g - c_t/iA$$

jossa:

$GUN$  = valtionaloudelliset vuotuiset nettohyödyt,  
mk/a

muut merkinnät kuten edellä

(annuiteettitekijässä voidaan tässä tapauksessa asettaa  $t = t_{0g}$  ja  $i = i_g$ )

Kaava 2.13 kuvaa tilannetta avustukseen sijoitetun pääoman kuoletusaikana. Mikäli avustettu lämpökeskus toimii vielä tämän jälkeenkin, merkitään kuoletusajan jälkeisinä vuosina  $GUN = S_g$ . Tarkasteltaessa jatkossa jo toteutuneille investoinneille myönnettyjen avustusten valtionaloudellista kannattavuutta, merkitään niissä tapauksissa, joissa investointi olisi toteutettu ilman avustustakin  $GUN = -c_t/iA$ . Sen sijaan näiden investointien kansantaloudellista kannattavuutta laskettaessa merkitään  $GUN = S_g - c_t/iA$ .

### 2.2.5 Kansantalouden näkökulma

Myös valtion toiminnan tulee tähdätä yleiseen etuun. Yleistä etua ei sinänsä voida tarkoin määritellä, tässä kuten kunnan tapauksessa määrittely riippuu kunakin aikana vallitsevista yhteiskunnallisista ja oikeudellisista käsityksistä (valtion ja muun julkisen sektorin toimintaperiaatteista ks. Tiihonen 1981 a ja b). Seuraavassa esityksessä yleisen edun operationaalisisena vastineena käytetään kustannus-hyötyanalyytisesti määritettyä kansantaloudellista kannattavuutta.

Valtiovalta ei siis voi tehdä avustuspäätöstä pelkästään kriteerin 2.11 perusteella, vaan sen on otettava huomioon myös avustettavan investoinnin kansantaloudellinen kannattavuus. Kansantaloudellisen kannattavuuden komponenteista on edellä jo määritetty kunnan ja sen jäsenten sekä valtiontalouden vuotuiset nettohyödyt. Viimeisenä komponenttina määritetään muiden kuntien ja niiden jäsenten vuotuiset nettohyödyt, RUN:

$$(2.14) \quad \text{RUN} = \text{RUN}_1 + \text{RUN}_2 + \dots + \text{RUN}_m - \text{RCN}_1 - \dots - \text{RCN}_n$$

jossa:

$\text{RUN}_1$  = muiden kuntien vuotuisten verotulojen lisäys, netto, mk/a

$\text{RUN}_2$  = muille kunnille koituvat muut rahamääräiset vuotuiset hyödyt, netto, mk/a (esimerkiksi työllisyyden paranemisesta koituvat sosiaalitoimen menojen säästöt)

$\text{RUN}_3$  = muiden kuntien jäsenten vuotuisten työtulojen lisäys, netto, mk/a (verot ja työttömyysturva vähennettyinä)

$\text{RUN}_4$  = muiden kuntien jäsenten vuotuisten muiden tulojen lisäys, netto, mk/a (verot vähennettyinä, esimerkiksi polttoaineita toimittavien yritysten voitot, kantorahatulot hakepuusta)

$\text{RUN}_5 \dots \text{RUN}_n$  = muiden kuntien jäsenille koituvat vuotuiset muut rahamääräiset hyödyt, netto, mk/a (esimerkiksi maatalojen konekannan käytön tehostumisesta koituvat kustannussäästöt, metsänhoitokustannusten säästöt)

$RUN_{h+1} \dots RUN_m$  = muiden kuntien jäsenille koituvat vuotuiset ei-rahamääräiset hyödyt, netto, mk/a (esimerkiksi työllisyyden paranemisesta koituvat ei-rahamääräiset hyödyt, ei-rahamääräiset ympäristöhyödyt)

$RCN_1 \dots RCN_k$  = muiden kuntien jäsenille koituvat vuotuiset rahamääräiset kustannukset, netto, mk/a (esimerkiksi raaka-aineen ja maankäytön vaihtoehtoiskustannukset)

$RCN_{k+1} \dots RCN_n$  = muiden kuntien jäsenille koituvat ei-rahamääräiset vuotuiset kustannukset, netto

Kukin hyötykomponentti määritetään jälleen vaihtoehtoisten polttoaineiden käytön tuottamien nettohyötyjen erotuksena, samoin menetellään kustannuskomponenttien suhteen. Huomattakoon, ettei kauppataseen kohentumisesta kansantalouteen jäävän lisäpanoksen tuottamia nettohyötyjä ole merkitty omaksi komponenttikseen, vaan kyseiset hyödyt sisältyvät kaavojen 2.7, 2.9, 2.12 ja 2.14 välittömiin ja välillisiin nettohyötyihin. Esityksen yksinkertaistamiseksi oletetaan, ettei valtio kerää lisää veroja avustuksen rahoittamiseksi, vaan jättää jonkin muun hankkeen toteuttamatta. Toteutumatta jäämisestä aiheutuvat vaihtoehtoiskustannukset sisällytetään valtion kustannuksiin ja niitä kuvaa laskentakorko  $i_g$ . Vielä oletetaan, ettei polttoaineita hankita muiden kuntien omistamilta alueilta.

Nyt voidaan määrittää valinnasta koituvat kunnan ulkopuolelle kohdistuvat vuotuiset kokonaisnettohyödyt:

$$(2.15) \quad SUN_R = GUN + RUN = S_g - c_t/iA + RUN$$

jossa:

$SUN_R$  = kunnan ulkopuolelle kohdistuvat vuotuiset nettohyödyt, mk/a

muut merkinnät kuten edellä

Laskemalla yhteen  $SUN_R$  ja  $SUN_M$  (kaava 2.10) saadaan selville kansantalouden vuotuiset nettohyödyt:

$$(2.16) \quad SUN = SUN_M + SUN_R = CUN + MUN + DUN + GUN + RUN$$

jossa:

$SUN$  = kansantalouden vuotuiset nettohyödyt, mk/a  
muut merkinnät kuten edellä

Huomattakoon, että esityksen yksinkertaistamiseksi ja subjektiivisen valinnan välttämiseksi kunkin hyödynsaaajaryhmän vuotuisille nettohyödyille on annettu yhtä suuri paino.

Tarkastelun alussa (2.2.1) oletettiin, että kaikki potentiaaliset aluelämmön kuluttajat liittyvät verkkoon samalla kun lämpökeskus otetaan käyttöön; tällöin lämmöntuotanto ja siten myös vuotuiset nettohyödyt pysyvät vakioina. Investointikustannukset avustuksen vähentämisen jälkeen ja toisaalta avustus jaettiin annuiteettitekijän avulla investoijan ja valtion keskimääräisiksi vuotuisiksi, jotka sisällytettiin vähennyksinä hyötykomponentteihin  $CUN$  ja  $GUN$ . Kansantaloudellista kannattavuutta voidaan nyt tarkastella yksinkertaisesti kansantalouden vuotuisen vakionettohyötyjen valossa. Jos eri vuosina esiintyviksi odotetut nettohyödyt oletettaisiin erisuuriksi, ne diskontattaisiin nykyarvoiksi ja summattaisiin, jolloin saataisiin selville hankkeen kansantaloudellinen pääoma-arvo. Tätä menetelyä voidaan tietenkin käyttää myös vakionettohyötyjen tapauksessa.

Kustannus-hyötyanalyysia käsittelevässä kirjallisuudessa esitetään joskus (esimerkiksi Pitkänen 1974) tietyn toimenpiteen kansantaloudellisen kannattavuuden kriteeriksi:

$$(2.17) \quad SUN \geq 0$$

Tätä kriteeriä voidaan tarkentaa liittämällä siihen hyvinvointiteoreettinen näkökulma ns. potentiaalisen Pareto-parannuksen eli Kaldorin - Hicksin periaatteen avulla (Dasgupta ja Pearce 1974, Sugden ja Williams 1978). Periaatetta voidaan tarkastella yksinkertaisessa kahden päätösvaihtoehdon ja kahden päätöksentekijän tapauksessa.

Määritellään Pareto-parannus siten, että tila  $x$  on tilaan  $y$  verrattuna Pareto-parannus, jos joillekin ( $1 \dots n$ ) yksiköille  $xPy$  ( $x$  on  $y$ :n suhteen preferoitu) ja kaikille muille yksiköille  $xIy$  ( $x$  ja  $y$  ovat indifferenttejä), yhdellekään yksikölle ei siis saa olla voimassa  $yPx$ . Jos  $xIy$  kaikille yksiköille,  $x$  ja  $y$  ovat paretolaissa mielessä indifferenttejä.

Tarkastellaan nyt tilannetta, jossa on kaksi päätöksentekijää: kunta, joka käyttää päätösvaltaa jäsentensä puolesta, ja toisaalta valtio, joka käyttää päätösvaltaa muun yhteiskunnan puolesta. Muu yhteiskunta tukee kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisäävää kunnan investointia valtiolle maksetuista veroista myönnettävän avustuksen kautta (tarkastelun yksinkertaistamiseksi kunnan jäsenten osuutta avustukseen käytettävistä verovaroista ei ole eritelty). Jotta tarkasteltavien yksiköiden määrä pysyisi kahtena, joudutaan oletamaan, että kunnan ja sen kaikkien jäsenten preferenssit ovat samansuuntaiset (kaikille  $xPy$  tai kaikille  $xIy$  tai kaikille  $yPx$ ), samoin oletetaan, että muun yhteiskunnan kaikkien talousyksiköiden preferenssit ovat keskenään samansuuntaiset. Päätös-vaihtoehtoja on myös kaksi: voidaan valita joko polttoaine  $v$  tai polttoaine  $w$ .

Aluksi tarkastellaan tilannetta, jossa polttoaineen  $v$  valinnasta odotetaan koituvan kunnalle ja sen jäsenille positiivista nettohyötyä. Annetaan kunnan ulkopuolelle kohdistuvien vuotuisten nettohyötyjen vaihdella:

(2.18)  $SUN_M > 0$ , sekä

- |     |                                |                       |
|-----|--------------------------------|-----------------------|
| (a) | $SUN_R > 0$                    | $\Rightarrow SUN > 0$ |
| (b) | $SUN_R = 0$                    | $\Rightarrow SUN > 0$ |
| (c) | $SUN_R < 0,  SUN_R  <  SUN_M $ | $\Rightarrow SUN > 0$ |
| (d) | $SUN_R < 0,  SUN_R  =  SUN_M $ | $\Rightarrow SUN = 0$ |
| (e) | $SUN_R < 0,  SUN_R  >  SUN_M $ | $\Rightarrow SUN < 0$ |

Vaihtoehto (a) on Pareto-parannus, sillä molempien päätöksentekijöiden nettohyöty on positiivinen (positiivinen nettohyöty on preferoitu nollahyödyn suhteen, nollahyöty vastaa

indifferenssitilannetta ja nollahyöty on preferoitu negatiivisen nettohyödyn suhteen). Myös vaihtoehto (b) on Pareto-parannus, sillä toisen päätöksentekijän nettohyöty on positiivinen, toisen nolla. Vaihtoehdossa (c) kansantalouden nettohyöty  $SUN$  on edelleen positiivinen, mutta toisen päätöksentekijän nettohyöty onkin nyt negatiivinen. Vaihtoehto voidaan saattaa parannukseksi paretolaisessa mielessä korottamalla kunnan ulkopuolisten talousyksiköiden nettohyöty nollan suuruiseksi. Tämä voi tapahtua vähentämällä avustusta, jättämällä se kokonaan myöntämättä tai siten, että kunta muulla tavoin maksaa kompensatiota kunnan ulkopuolisille talousyksiköille huolehtien kuitenkin siitä, että  $SUN_M$  pysyy edelleen positiivisena (Kaldorin - Hicksin periaate). Huomattakoon, ettei kustannus-hyötyanalyysissä välttämättä edellytetä kompensatiota myös käytännössä maksettavaksi, riittää kuntaryiden kompensaaation maksaminen on periaatteessa mahdollista. Tästä potentiaalisesta maksamisesta johtuu periaatteen toinen nimi, potentiaalisen Pareto-parannuksen periaate.

Kunnan ulkopuolisten talousyksiköiden nettohyöty voitaisiin kompensaaation avulla korottaa nollan suuruiseksi myös vaihtoehdossa (d), tällöin kuitenkin päädyttäisiin tilanteeseen, joka on paretolaisessa mielessä indifferentti-molempien päätöksentekijöiden nettohyöty olisi nollan suuruinen. Vaihtoehdossa (e) riittävän kompensaaation maksaminen ei ole mahdollista, joten vaihtoehtoa voidaan pitää huononnuksena.

Vaihtoehdoista ovat Pareto-parannuksia siis (a) ja (b) suoraan sekä (c) kompensaaation jälkeen.

Tarkastellaan seuraavaksi tilannetta, jossa polttoaineen v valinnasta odotetaan koituvan kunnalle ja sen jäsenille negatiivista nettohyötyä. Annetaan kunnan ulkopuolelle kohdistuvien nettohyötyjen vaihdella:

(2.19)  $SUN_M < 0$ , sekä

(f)  $SUN_R < 0$  =>  $SUN < 0$

(g)  $SUN_R = 0$  =>  $SUN < 0$

- (h)  $SUN_R > 0, |SUN_R| < |SUN_M| \Rightarrow SUN < 0$   
 (i)  $SUN_R > 0, |SUN_R| = |SUN_M| \Rightarrow SUN = 0$   
 (j)  $SUN_R > 0, |SUN_R| > |SUN_M| \Rightarrow SUN > 0$

Vaihtoehto (f) on paretolaisessa mielessä huononnus, sillä molempien päätöksentekijöiden nettohyöty on negatiivinen. Myös vaihtoehto (g) on huononnus, sillä toisen päätöksentekijän nettohyöty on negatiivinen, toisen nolla. Vaihtoehdossa (h) riittävän kompensaation maksaminen ei ole mahdollista, joten myös (h) on huononnus. Vaihtoehdossa (i) kompensatio johtaisi tilanteeseen, jossa molempien päätöksentekijöiden nettohyöty olisi nollan suuruinen, (i) on siis paretolaisessa mielessä indifferentti. Ainoastaan vaihtoehto (j) voidaan saattaa Pareto-parannukseksi kompensaation avulla eli lisäämällä avustusta.

Vielä on jäljellä yksi mahdollinen tilanne eli se, jossa polttoaineen v valinnasta kunnalle ja sen jäsenille koituvan nettohyödyn odotetaan olevan nollan suuruinen. Annetaan kunnan ulkopuolelle kohdistuvien vuotuisten nettohyötyjen vaihdella:

(2.20)  $SUN_M = 0$ , sekä

- (k)  $SUN_R < 0 \Rightarrow SUN < 0$   
 (l)  $SUN_R = 0 \Rightarrow SUN = 0$   
 (m)  $SUN_R > 0 \Rightarrow SUN > 0$

Vaihtoehto (k) on huononnus, sillä toisen päätöksentekijän nettohyöty on nolla, toisen negatiivinen. Vaihtoehto (l) on indifferentti molempien päätöksentekijöiden nettohyödyn ollessa nollan suuruinen. Vaihtoehto (m) on Pareto-parannus suoraan, ilman kompensaatiota, sillä toisen päätöksentekijän nettohyöty on nolla, toisen positiivinen.

Voidaan siis todeta, että aina kun vaihtoehto on Pareto-parannus tai se voidaan kompensaation avulla muuttaa Pareto-parannukseksi, myös kansantalouden nettohyöty on nollaa suurempi, ja kääntäen, aina kun kansantalouden nettohyöty on

nollaa suurempi, vaihtoehto on Pareto-parannus tai se voidaan muuttaa Pareto-parannukseksi kompensaation avulla. Kotimaisen polttoaineen  $v$  valinnan kansantaloudellisen kannattavuuden kriteeri kahden päätöksentekijän tapauksessa voidaan nyt kirjoittaa muotoon:

$$(2.21) \quad \text{SUN} > 0, \text{ jolloin potentiaalisen kompensaation jäl-} \\ \text{keen } \text{SUN}_M \geq 0 \text{ ja } \text{SUN}_R \geq 0 \text{ ja vähintään} \\ \text{toinen komponentti} > 0$$

Edellä esitettyyn kehikkoon liittyy eräs ongelma: onko preferenssien samansuuntaisuusoletus mahdollinen, voivatko  $\text{SUN}_M$  ja  $\text{SUN}_R$  kuvata kaikkien alaryhmien ja yksittäisten talousyksiköiden nettohyötyjä? Kustannus-hyötyanalyysissä kysymystä ei yleensä yritetäkään ratkaista, vaan se kierretään soveltamalla jälleen potentiaalisen Pareto-parannuksen periaatetta. Hyötyjä saavat voivat siis ainakin periaatteessa maksaa haittoja kärsiville täyden kompensaation ryhmän sisällä silloin, kun ryhmän yhteenlaskettu nettohyöty on positiivinen. Muistettakoon, että tarkasteltujen kahden talousyksiköiden ryhmän välillä kompensaatio on mahdollista toteuttaa myös käytännössä säätelämällä avustuksen määrää tai vaatimalla kunnalta (kunnan jäseniltä) muuta kompensaatiota esimerkiksi veron tai veronluontoisen maksun muodossa.

Kriteeriä 2.21 voidaan vielä tarkentaa. Kaavan 2.16 kansantalouden vuotuisten nettohyötyjen komponentit voidaan yhdistellä pareiksi siten, että toisena tarkasteltavana on yksittäinen hyötykomponentti ja toisena muiden komponenttien summa. Kunkin komponenttiparin suhteen toistetaan edellä (2.18 - 2.20) oleva tarkastelu. Näin päädytään kotimaisen polttoaineen  $v$  valinnan kansantaloudellisen kannattavuuden kriteeriin:

$$(2.22) \quad \text{SUN} > 0, \text{ jolloin potentiaalisen kompensaation jäl-} \\ \text{keen } \text{CUN} \geq 0, \text{ MUN} \geq 0, \text{ DUN} \geq 0, \text{ GUN} \geq 0 \\ \text{ja RUN} \geq 0 \text{ ja vähintään yksi komponentti} > 0$$

Kotimaisen polttoaineen  $v$  valinta on siis kansantaloudellisesti kannattavaa, jos valinnan tuottamat kansantalouden vuotuiset nettohyödyt ovat positiiviset, jolloin potentiaalisen

kompensaation jälkeen kaikkien edellä tarkasteltujen talousyksiköiden ryhmien vuotuiset nettohyödyt ovat ei-negatiiviset, lisäksi vähintään yhden ryhmän vuotuiset nettohyödyt ovat positiiviset. Jos  $SUN = 0$  (vrt. kriteeri 2.17), olisivat kaikkien talousyksiköiden ryhmien vuotuiset nettohyödyt potentiaalisen kompensaation jälkeen nollan suuruiset ja tilanne olisi paretolaisessa mielessä indifferentti.

Palataan vielä avustuksiin. Edellä todettiin, että avustuspäätöstä tehtäessä valtion on otettava huomioon myös investoinnin kansantaloudellinen kannattavuus. Avustettavan hankkeen on siis täytettävä kriteeri 2.22 ja lisäksi investoinnin kannattavuuden kunnan näkökulmasta on oltava niin heikko, ettei hanketta toteutettaisi ilman avustusta (mahdolliset rahoitusongelmat oletetaan ratkaistavan muutoin, esimerkiksi valtionlainan avulla). Avustuksella voidaan kunnalle ja sen jäsenille koituvat vuotuiset negatiiviset nettohyödyt korottaa nollan suuruisiksi, tällöin kunnan ulkopuolelle kohdistuvien vuotuisten nettohyötyjen tulee avustuksen jälkeenkin pysyä positiivisina.

Edellä on tarkasteltu kotimaisen polttoaineen v valinnan kannattavuutta yhden aluelämpökeskuksen  $K_H$  tapauksessa valinnan tuottamien vuotuisten nettohyötyjen valossa eri näkökulmista. Kaikkien kansantaloudessa tehtävien valintojen tuottamat vuotuiset nettohyödyt saadaan selville yksinkertaisesti summamalla yksittäisten valintojen tuottamat vuotuiset nettohyödyt.

### 3 TUTKIMUSMENETELMÄT JA -AINEISTO

#### 3.1 Tutkimusmenetelmät

Investointilaskelmia voidaan tehdä sekä suunnittelu- että tarkkailuvaiheessa. Molemmissa tapauksissa menetelmän valinta riippuu ratkaisevasti päätöksentekotilanteesta eli siitä, mikä on ratkaistavana olevan ongelman luonne (kannattavuuden selvittämisestä, vaihtoehdon valintatehtävä tai investointiohjelman laadinta), mitkä ovat päätöksentekijän tavoitteet ja mitä informaatiota on käytettävissä. Tässä työssä oli kyseessä vaihtoehdon valintatehtävä tarkkailuvaiheessa, oli ratkaistava kannattiko aluelämpökeskuksessa käytettäväksi valita kotimainen polttoaine vai raskas polttoöljy. Liikkeelle lähdettiin kunnallisen liikelaitoksen näkökulmasta eli tavoitteena oletettiin olevan tuottaa lämpöä mahdollisimman taloudellisesti, pyrkiä kattamaan kustannukset kuluttajilta perittävillä maksuilla eikä tavoitella voittoa. Kun tavoite on edellä esitetty, voidaan olettaa, että on kuitenkin olemassa jokin tietty aika, jonka kuluessa investointiin sitoutunut lisäpääoma eli investointikustannusten erotus toivotaan saatavan takaisin käytettäväksi muihin tarkoituksiin. Tällöin oli luontevaa valita analyysimenetelmäksi korollisen takaisinmaksuajan menetelmä. Koron voidaan katsoa kuvaavan vieraan pääoman osalta rahoituksen kustannuksia ja oman pääoman osalta pääoman vaihtoehtoiskustannuksia. Vaihtoehtoinen menetelmä tässä tapauksessa olisi ollut kassavirta-analyysi, mutta sitä varten tarvittavia tietoja ei katsottu voitavan saada.

Investointikustannuksia sekä avustuksia ja muuta rahoitusta koskevat tiedot saatiin kunnilta ja ne voitiin tarkistaa kauppa- ja teollisuusministeriön avustuspäätöksistä sekä hankkeen valmistumisen jälkeen ministeriölle toimitetuista lopputilityksistä. Tiedot vuoden 1982 käyttökustannuksista saatiin kunnilta. Vastaja arvioivat myös, kuinka paljon lämpöä tuotetaan vuonna 1983 ja verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa. Näiden arvioiden ja toteutuneiden käyttökustannusten perusteella arvioitiin käyttökustannukset käytön lopulliselle tasolle. Arvioinnissa oletettiin, etteivät polttoaineiden

reaaliset yksikköhinnat muutu, työvoima-, huolto-, korjaus- ja vakuutuskustannukset eivät muutu, sähkön, käyttö- ja voiteluaineiden sekä tuhkan poiskuljetuksen kustannukset muodostavat edelleen saman prosenttiosuuden polttoainekustannuksista ja muut kustannukset pysyvät ennallaan. Lisäksi oletettiin, että kotimaisista polttoaineista lisätään pääpolttoaineen käyttöä (jos halvempaa kotimaista polttoainetta on käytetty vähemmän, on ilmeisesti olemassa tekninen tai saatavuusrajoite) ja että tarvittava lisäpolttoaine on lämpöarvoltaan keskimääräistä ja lisäyksen hyötysuhde on keskimääräinen. Mikäli tuontipolttoaineen osuus vuonna 1982 oli yli 10 %, sen oletettiin laskevan 10 %:iin. Takaisinmaksuaikoja laskettaessa oletettiin, ettei vuoden 1982 jälkeen toteuteta lisäinvestointeja verkon laajentamista lukuun ottamatta. Vuoden 1982 käytön tason tulkittiin edustavan verkon rakentamisajan keskimääräistä käyttöä ja toisaalta sen käytön tason, joka saavutetaan verkon tullessa täyteen laajuuteensa, oletettiin pysyvän kunnes lämpökeskus korvataan uudella.

Vertailukustannukset muokattiin kauppa- ja teollisuusministeriön julkaisemista, Ekonon laatimista kustannuslaskelmista (Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1982), olettaen, että olisi rakennettu lämpökeskus, jossa olisi toteutettua vaihtoehtoa vastaava määrä vastaavantehoisia, mutta raskasta polttoöljyä käyttäviä, vuonna 1982 markkinoilla olleita tyyppillisiä kattiloita (toteutetun vaihtoehdon mukaiset vanhat öljykattilat kuitenkin otettiin huomioon ja niiden hintoina käytettiin toteutuneita hintoja). Investointikustannukset muunnettiin vertailukelpoisiksi eli lämpökeskuksen rakentamisvuoden hintatasoon rakennuskustannusindeksin (1980 = 100), tukkuhintaindeksin (1949 = 100) sekä sen tavararyhmän koneet ja laitteet avulla. Vertailu raskasta polttoöljyä käyttävään lämpökeskukseen on perusteltu, koska avustushakemuksista käy ilmi, että kunnissa on tapahtunut valinta juuri kotimaisen polttoaineen ja raskaan polttoöljyn välillä. Ekonon laskelmissa on korkoa laskettu ainoastaan polttoainevarastoon sitoutuneelle käyttöpääomalle tai osalle siitä. Toteutuneita kustannuksia laskettaessa otettiin varovaisuusperiaatteen mukaisesti

huomioon yhden kuukauden koko käyttöpääoman vuotuinen korko, myös vertailukustannuksia korjattiin vastaavasti.

Takaisinmaksuajat laskettiin kriteerissä 2.4 esitetyllä tavalla (kappale 2.2.1). Kannattaviksi valinnoiksi tulkittiin alle 2 MW:n laitoksista ne, joissa takaisinmaksuaika oli korkeintaan 10 vuotta ja suuremmista laitoksista ne, joissa takaisinmaksuaika oli korkeintaan 15 vuotta. Laskentakorkona käytettiin 10 %. Koko kunnan ja kansantalouden näkökulmia varten laskettiin vielä aluelämmön kuluttajien vuotuiset nettohyödyt kaavasta 2.5.

Kannattavuusvertailuja eri kotimaisten polttoaineiden välillä ei tehty, selvitettiin siis ainoastaan se, oliko tehty valinta kannattava raskaaseen polttoöljyyn verrattuna, mutta ei sitä, oliko se myös kannattavin mahdollinen.

Tästä näkökulmaa lähdettiin asteittain laajentamaan kansantalouden näkökulman suuntaan ja menetelmää kustannus-hyötyanalyysin suuntaan. Aluksi analyysiin otettiin mukaan kunnallistalouden vuotuiset nettohyödyt (kaava 2.7) ja takaisinmaksuajat laskettiin kriteerissä 2.6 esitetyllä tavalla. Seuraavaksi otettiin mukaan kunnan jäsenten muut vuotuiset nettohyödyt (kaava 2.9) ja takaisinmaksuajat koko kunnan näkökulmasta laskettiin kriteerissä 2.8 esitetyllä tavalla. Tämän rinnalla valintojen kannattavuutta koko kunnan näkökulmasta tarkasteltiin myös eri hyödynsaajaryhmien vuotuisten nettohyötyjen valossa eli soveltaen kriteerissä 2.22 esitettyä potentiaalisen Pareto-parannuksen periaatetta jo kunnan tasolla. Näkökulmaa laajennettaessa jouduttiin tekemään monia, ennen kaikkea laskentaperusteita koskevia oletuksia, esityksen seuraamisen helpottamiseksi ne esitetään kussakin tapauksessa tulosten yhteydessä.

Seuraavassa vaiheessa tarkasteltiin investointiavustusten myöntämisen kannattavuutta valtiontalouden näkökulmasta ja palautumisajat laskettiin kriteerin 2.11 perusteella. Palautumisaikavaatimuksena pidettiin 15 vuotta. Valintojen kansantaloudellisen kannattavuuden arviointia varten valinnoista valtiontaloudelle koituvat vuotuiset nettohyödyt laskettiin kaavasta

2.13. Laskentakorkona näissä tarkasteluissa käytettiin 4 %.

Viimeisenä kansantaloudellisen kannattavuuden komponenttina määritettiin muiden kuntien ja niiden jäsenten vuotuiset nettohyödyt (kaava 2.14). Nyt voitiin määrittää koko kansantalouden vuotuiset nettohyödyt (kaava 2.16) ja arvioida valintojen kansantaloudellinen kannattavuus käyttäen kriteeriä 2.22.

Sekä koko kunnan että kansantalouden tasoilla kartoitettiin lisäksi mahdollisuuksia ja keinoja huolehtia siitä, että potentiaalisen Pareto-parannuksen ehdon täyttävät valinnat ovat myös käytännössä Pareto-parannuksia.

### 3.2 Tutkimusaineisto

#### 3.2.1 Aineiston hankinta

Tutkimuksen lähtöaineistoksi saatiin kauppa- ja teollisuusministeriöltä kotimaisia polttoaineita käyttävien aluelämpökeskusten rakentamiseen investointiavustusta saaneiden kuntien avustushakemukset liitteineen sekä ministeriölle lämpökeskusten valmistumisen jälkeen toimitetut lopputilitykset. Vähintään 0,5 MW:n nimellistehoisia, viimeistään vuodenvaihteessa 1981/1982 käyttöön otettuja, aluelämmityskäytössä olevia kuntien lämpökeskuksia löytyi 53 kappaletta.

Varsinaisen tutkimusaineiston hankinnassa luovuttiin henkilökohtaisista haastatteluista, koska lomakkeilla oli sellaisia kysymyksiä, joihin vastaaminen edellytti laskentaa sekä arkisto- ja kirjanpitolietojen käyttöä. Toisena mahdollisuutena oli henkilökohtaisesti tarkistettu kirjekysely, jossa kyselylomake lähetetään ennakolta postitse ja täytetty lomake käydään myöhemmin noutamassa, jolloin vastaukset voidaan tarkistaa. Tästä vaihtoehdosta kuitenkin luovuttiin, koska voitiin olettaa, että asiantuntijoiden (kunnaninsinöörien, kuntien lvi-tekniikoiden) vastaukset ovat riittävän tarkkoja ja luotettavia; henkilökohtaisesti tarkistettu lomakkeen testauskysely vahvisti tätä oletusta. Näiden menetelmien hylkääminen toisaalta mahdollisti tietyn kustannussäästön. Päädyttiin siis aineiston hankintaan kirjekyselyillä.

Ensimmäinen kysely suunnattiin avustusta saaneille kunnille. Varsinaisen kyselykierroksen ja karhuamisten jälkeen oli koossa 49 vastannutta (joista kannattavuusanalyysiin valittiin 32 aluelämpökeskusta, ks. 3.2.2). Vastausprosenttia (92,5) voidaan pitää korkeana, etenkin, kun otetaan huomioon lomakkeen (liite 2) pituus ja vaikeus, 10 sivua ja 28 kysymystä, jotka vaativat vastaajilta melkoisesti työtä. Toisaalta on muistettava vastaajien asiantuntemus sekä se, että tietojen antaminen investointiavustuksen myöntäneen ministeriön osaltaan alulle panemaan tutkimukseen koettiin ehkä jonkinasteiseksi velvollisuudeksi. Kadon ei voida katsoa aiheuttaneen systemaattista harhaa tuloksiin; vastanneiden mediaani-investointi oli 1,0 Mmk, vastaamatta jättäneiden puolestaan tilitysten mukaan 1,2 Mmk.

Toisessa kyselyssä tarkennettiin kotimaisten polttoaineiden hankinnan työllisyysvaikutuksia, samalla voitiin tarkistaa ensimmäisen kyselyn vastauksissa mahdollisesti esiintyneitä muita epätarkkuuksia. Kysely lähetettiin kunnille ja niille polttoaineita toimittaneille eräille yrityksille ja metsänhoitoyhdistyksille. Lomakkeita (liitteet 3 ja 4) lähetettiin 37 kappaletta ja niitä palautettiin 35 kappaletta eli 94,6 %.

### 3.2.2 Aineistoon kuuluvat hankkeet

Kaikkia aineiston hankkeita ei voitu ottaa mukaan kannattavuusanalyysiin, vaan ulkopuolelle karsittiin 17 hanketta. Karsiutumisen pääsyyinä olivat aikaisemmat investoinnit (aikaisemmin hankitut kattilat ja rakennukset), joiden kustannuksia ja rahoitusta ei kaikissa tapauksissa voitu selvittää.

Kannattavuusanalyysin aineistoon kuuluvista aluelämpökeskuksista 11 sijaitsee Pohjois-Suomessa (Oulun, Kajaanin ja Rovaniemen työvoimapiirit) ja 21 Etelä- ja Keski-Suomessa (muut työvoimapiirit). Investoinnin toteuttajana oli kunta 24 tapauksessa ja osakeyhtiö, jossa kunta on osakkaana, 8 tapauksessa. Kunnat omistavat näiden yhtiöiden osakkeista keskimäärin 73 % (51 - 100 %).

Kaikki kannattavuusanalyysin aineiston investoinnit voidaan tulkita tapauksiksi, joissa rakennettiin uusi lämpökeskus, olivathan käytettävissä tiedot myös aikaisemmista investoinneista. Viimeksi toteutettujen, kauppa- ja teollisuusministeriön tukemien investointien jälkeen lämpökeskus otettiin käyttöön kahdessa tapauksessa lämmityskaudella 1979/1980, 19 tapauksessa lämmityskaudella 1980/1981 ja 11 tapauksessa lämmityskaudella 1981/1982 (viimeistään vuodenvaiheessa).

Lämpökeskusten kokonaisteho on yhteensä 181,5 MW (nimellisteho), josta kotimaisia polttoaineita pääpolttoaineenaan käytävien kattiloiden teho on 153,6 MW (84,6 %) ja öljykattiloiden teho 27,9 MW (15,4 %). Viimeksi toteutettujen investointien yhteydessä rakennettiin lisätehoa yhteensä 160,9 MW, josta kotimaisia polttoaineita pääpolttoaineenaan käytävien kattiloiden osuus on 138,6 MW ja öljykattiloiden osuus 22,3 MW. Aikaisemmin hankittua kpa-tehoa oli siten 15,0 MW (yhdessä lämpökeskuksessa) ja aikaisemmin hankittua öljytehoa 5,6 MW (neljässä lämpökeskuksessa). Lämpökeskuksissa on yhteensä 54 kattilaa eli 1,7 kattilaa/laitos. Kokonaistehon vaihteluväli on 0,7 - 40,0 MW ja mediaani 1,9 MW, joten jakauma on vino (normaalijakaumaan verrattuna):

kokonaisteho, MW	kpl
≤ 1,0	10
1,1 - 3,0	12
3,1 - 10,0	6
≥ 10,1	<u>4</u>
	32

Kokonaisinvestoinnit olivat yhteensä 111,4 Mmk (ei deflatoitu, ilman verkostoinvestointeja), josta kauppa- ja teollisuusministeriön avustukset kattoivat 16,1 % ja muut investointiavustukset 4,3 %. Viimeksi toteutetut investoinnit olivat 97,7 Mmk, tästä kauppa- ja teollisuusministeriön avustusten osuus oli 17,8 % ja muiden investointiavustusten osuus 4,1 %. Aikaisemmin toteutetuista 13,7 Mmk:n investoinneista kauppa- ja teollisuusministeriön avustukset kattoivat 3,6 % ja muut investointiavustukset 5,8 %. Kokonaisinvestointien vaihteluväli oli

0,5 - 21,6 Mmk ja mediaani 1,0 Mmk, joten jakauma oli vino:

kokonaisinvestoinnit, Mmk	kpl
$\leq 0,9$	16
1,0 - 3,9	8
4,0 - 9,9	4
$\geq 10,0$	<u>4</u>
	32

Yhtä kotimaista polttoainetta käytettiin 19 lämpökeskuksessa ja kahta tai useampaa 13 lämpökeskuksessa vuonna 1982. Alkuvaikeuksien takia oli tuontipolttoaineiden osuus vielä joissakin tapauksissa huomattava. Kun lämpökeskukset luokitellaan eniten käytetyn kotimaisen polttoaineen mukaan, saadaan seuraava jakauma:

pääpolttoaine	kpl
- metsähake	20
- palaturve	6
- teollisuuden jätepuu	4
- jyrsinturve	<u>2</u>
	32

Kannattavuusanalyysin aineistoon kuuluvien lämpökeskusten polttoaineiden käyttö alueittain vuonna 1982 esitetään taulukossa 3.1 ja niiden odotettu polttoaineiden käyttö verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa taulukossa 3.2. Luvuissa ovat siis mukana myös aikaisemmin hankituissa kattiloissa käytetyt ja käytettäviksi odotetut polttoaineet. Kotimaisten polttoaineiden käyttö vuonna 1982 oli yhteensä 44 700 toe. Mikäli kaikki lämpö olisi tuotettu raskaalla polttoöljyllä, sitä olisi tarvittu 42 200 tonnia nyt käytettyjä tuontipolttoaineita vastaavan raskasöljymäärän lisäksi; tämän verran siis raskasta polttoöljyä korvattiin kotimaisilla polttoaineilla. Kpa-tehon megawattia kohti laskettuna korvattu määrä vuonna 1982 oli 275 toe. Hyötysuhde-eroista johtuu, että saman lämpömäärän tuottamiseen tarvittiin kotimaisia polttoaineita 5,8 % enemmän kuin raskasta polttoöljyä olisi tarvittu.

Verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa odotetaan lämpökeskusten kotimaisten polttoaineiden käytön olevan 60 400 toe, jolla odotetaan korvattavan raskasta polttoöljyä 57 300 toe. Kpa-tehon megawattia kohti laskettuna korvattavan määrän odotetaan olevan 485 toe. Huomattakoon, että yksi 35 MW:n lämpökeskus jää varalaitokseksi, joten verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa varsinaisessa käytössä on kpa-tehoa 118,6 MW. Käytön tehostuminen pienentää hyötysuhde-eroja, ja tarvittavien polttoainemäärien eron odotetaan supistuvan 5,4 %:iin.

Kun edellä esitettyjä tietoja verrattiin vastaaviin koko aineiston tietoihin, voitiin todeta, ettei 17 hankkeen jättäminen kannattavuusanalyysin aineiston ulkopuolelle todennäköisesti aiheuta systemaattista harhaa tuloksiin, kannattavuusanalyysin aineiston ja koko aineiston eri jakaumat vastaavat varsin hyvin toisiaan. Karsiminen tosin kohdistui ennen kaikkea kokonaisteholtaan keskikokoisiin laitoksiin, joissa on aikaisemmin hankittuja kattiloita suhteellisesti enemmän kuin kannattavuusanalyysiin mukaan otetuissa lämpökeskuksissa. Tämänkin seikan vaikutusta tuloksiin voidaan pitää vähäisenä - esimerkiksi kokonaistehon mediaani on koko aineistossa 2,0 MW ja kannattavuusanalyysin aineistossa 1,9 MW. Viimeksi toteutetun investoinnin yhteydessä rakennetun lisätehon mediaani puolestaan on koko aineistossa 1,6 MW ja kannattavuusanalyysin aineistossa 1,8 MW.

Taulukko 3.1 Aineiston aluelämpökeskusten polttoaineiden käyttö v. 1982 alueittain 1)

Polttoaine	Koko maa		Etelä- ja Keski-Suomi		Pohjois-Suomi	
	määrä	% alueen poltto-aineiden käytöstä	määrä	% alueen poltto-aineiden käytöstä	määrä	% alueen poltto-aineiden käytöstä
netsähake	149 200 m <sup>3</sup> (irto)	17,9	119 200 m <sup>3</sup> (irto)	16,5	30 000 m <sup>3</sup> (irto)	26,8
teollisuuden jätepuu	159 700 "	15,7	142 700 "	16,1	17 000 "	13,1
palaturve	44 500 "	9,6	18 400 "	4,6	26 100 "	42,1
jyrsinturve	219 000 "	31,0	219 000 "	35,8	-	-
yhdyskuntajäte 2)	3 000 t	1,2	3 000 t	1,4	-	-
kotimaiset yhteensä		75,4		74,4		82,0
POK	1 450 m <sup>3</sup>	2,2	900 m <sup>3</sup>	1,6	550 m <sup>3</sup>	6,2
POR	10 100 t	17,1	9 160 t	17,9	940 t	11,8
kivihiili	5 000 "	5,3	5 000 "	6,1	-	-
tuontipolttoaineet yht.		24,6		25,6		18,0
Polttoaineiden käyttö	59 220 toe	100,0	51 280 toe	100,0	7 940 toe	100,0

1) sisältää myös aikaisempien investointien yhteydessä hankittujen kattiloiden polttoaineet

2) tuontipolttoaineisuus mukaan luettuna

Taulukko 3.2 Aineiston aluelämpökeskusten odotettu polttoaineiden käyttö alueittain verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa 1)

Polttoaine	Koko maa			Etelä- ja Keski-Suomi 2)			Pohjois-Suomi		
	määrä	% alueen poltto-aineiden käytöstä	määrä	% alueen poltto-aineiden käytöstä	määrä	% alueen poltto-aineiden käytöstä	määrä	% alueen poltto-aineiden käytöstä	
metsähake	291 700 m <sup>3</sup> (irto)	31,6	229 500 m <sup>3</sup> (irto)	30,8	62 200 m <sup>3</sup> (irto)	34,9			
teollisuuden jätepuu	184 800 "	16,3	163 200 "	17,8	21 600 "	10,3			
palaturve	70 100 "	13,7	21 200 "	5,1	48 900 "	49,4			
jyrsinturve	247 000 "	29,4	247 000 "	36,5	-	-			
yhdyskuntajäte 3)	3 000 t	1,1	3 000 t	1,4	-	-			
kotimaiset yhteensä		92,1		91,6		94,6			
POK	810 m <sup>3</sup>	1,1	550 m <sup>3</sup>	0,9	260 m <sup>3</sup>	1,8			
POR	3 120 t	4,8	2 670 t	5,1	450 t	3,6			
kivihiili	2 000 "	1,9	2 000 "	2,4	-	-			
tuontipolttoaineet yht.		7,8		8,4		5,4			
Polttoaineiden käyttö	65 490 toe	99,9	52 830 toe	100,0	12 660 toe	100,0			

1) sisältää myös aikaisempien investointien yhteydessä hankittujen kattiloiden polttoaineet

2) yksi lämpökeskus jää varalaitokseksi, polttoaineiden käyttö on laskettu olettaen, ettei kyseistä laitosta käytetä

3) tuontipolttoaineisuus mukaan luettuna

## 4 LÄMMÖNTUOTANTOKUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN

### 4.1 Aluelämpökeskusten mitoitus

Lämpökeskuksen teho on mitoitettava oikein, käyttämättömään kapasiteettiin ei kannata investoida. Erityisen herkästi yli- mitoitus korottaa kotimaisilla polttoaineilla tuotetun lämmön kustannuksia, joissa pääoma- ja muiden kiinteiden ja puolikiinteiden kustannusten osuus on suurempi kuin öljyllä tuotetun lämmön kustannuksissa. Lisäksi osakuormilla ajettaessa kotimaisia polttoaineita käyttävien kattiloiden hyötysuhde alenee selvästi ja aleneminen on jyrkempää kuin öljykattiloissa. Yleisesti ottaen kotimaisia polttoaineita käyttävä lämpökeskus tulisi mitoittaa peruskuormalaitokseksi, jolla tuotetaan 80 - 90 % vuosittain tarvittavasta lämpömäärästä. Huippu- ja minimienergia, yhteensä 10 - 20%, kannattaa tuottaa pääomakustannuksiltaan kpa-kattiloita halvemmilla öljykattiloilla (ks. esimerkiksi Polttopuun ja palaturpeen ... 1984). Kotimaisia polttoaineita käyttävien peruskuormakattiloiden tehon tulisi olla noin 50 % kulutuksen huipputehosta.

Kpa-kattiloita tulisi siis käyttää mahdollisimman tehokkaasti ja tasaisesti kautta lämmityskauden. Lämpökeskuksen (tai kattilan) käytön tehokkuutta voidaan mitata esimerkiksi huipputehoa vastaavalla käyttöajalla eli huipun käyttöajalla, h/a, joka lasketaan jakamalla vuosittain tuotettava lämpömäärä, MWh/a, laitoksen (kattilan) nimellisteholla, MW. Peruskuormalaitoksen huipun käyttöajan tulisi olla vähintään 4 500 h/a.

Kotimaisia polttoaineita käyttävät aluelämpökeskukset toimivat usein aluksi vajaalla teholla, sillä verkon rakentaminen ja kuluttajien siihen liittyminen vie aikansa, ellei lämpökuormaa ole kerätty jo ennen kpa-laitoksen käynnistämistä käyttämällä siirrettäviä öljylaitoksia. Seuraavassa lämmöntuotannon yksikkökustannusten komponentteittaisessa tarkastelussa on mukana 30 aluelämpökeskusta, kahdessa tapauksessa osaa käyttökustannuksista ei oltu vastauksissa eritelty, vaan ne oli ilmoitettu yhteenlaskettuina. Lämpökeskusten käyttöönotosta kesäkuun 1982 loppuun oli kulunut keskimäärin puolitoista

vuotta. Sen vuoden kesäkuun loppuun, jolloin lämpökeskukseen liittyvän verkon odotetaan saavuttavan täyden laajuutensa, odotetaan kuluvan keskimäärin neljä vuotta käyttöönotosta. Suunnitellusta verkosta oli vuonna 1982 valmiina keskimäärin 72 % (11 - 100 %), korkeintaan 1 MW:n laitosten verkkojen valmistumisaste oli 82 % ja suurempien laitosten verkkojen valmistumisaste 67 %.

Taulukko 4.1 Kotimaisia polttoaineita pääpolttoaineenaan käyttävien kattiloiden keskimääräiset huipun käyttöajat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon <sup>1)</sup> mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Huipun käyttöaika, h/a, keskimäärin	
	vuonna 1982	verkkojen saavutettua lopull. laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	2 220	3 310
hake, $>$ 1 MW (n = 10)	2 320	3 970
muu, $\leq$ 2 MW (n = 5)	2 940	3 940
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>2)</sup>	3 150	4 840
Kaikki laitokset (n = 30)	2 560	3 910

<sup>1)</sup>sisältää myös öljykattilat

<sup>2)</sup>verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Aineiston aluelämpökeskusten kotimaisia polttoaineita käyttävien kattiloiden keskimääräiset huipun käyttöajat esitetään taulukossa 4.1. Vuonna 1982 kattiloita käytettiin vajaalla teholla, keskimääräinen huipun käyttöaika oli 2 560 h/a (140 - 5 250 h/a), 60 %:ssa tapauksista huipun käyttöaika oli alle 3 000 h/a ja vain 7 %:ssa tapauksista ylitettiin 4 500 h/a.

Verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa kpa-kattiloiden keskimääräisen huipun käyttöajan odotetaan olevan 3 910 h/a (1 630 - 6 670 h/a), nousu vuodesta 1982 on 53 %. Raja 4 500 h/a ylitetään 31 %:ssa tapauksista ja rajan 3 000 h/a alle jäädään 28 %:ssa tapauksista.

Korkeintaan 1 MW:n hakelaitosten kpa-kattiloiden keskimääräisen huipun käyttöajan odotetaan olevan alhaisimman tarkastelluista ryhmistä ja rajan 4 500 h/a odotetaan ylittyvän 11 %:ssa tapauksista, toisaalta kaksi kolmannelta tapauksista sijoittuu välille 3 000 - 4 500 h/a. Suurimman muutoksen kpa-kattiloiden keskimääräisessä huipun käyttöajassa odotetaan tapahtuvan yli 1 MW:n hakelaitosten ryhmässä, nousu vuodesta 1982 on 71 %. Tässä ryhmässä rajan 4 500 h/a odotetaan ylittyvän 40 %:ssa tapauksista, mutta rajan 3 000 h/a alle odotetaan jäätävän myös 40 %:ssa tapauksista. Aivan samoin odotetaan käyvän korkeintaan 2 MW:n muiden laitosten ryhmässä. Tässä ryhmässä kpa-kattiloiden keskimääräisen huipun käyttöajan muutoksen odotetaan olevan pienimmillään, nousu vuodesta 1982 on 34 %. Selityksenä ovat ryhmään kuuluvat jätepuuta käyttävät laitokset, joiden tuottamasta lämmöstä huomattava osuus menee polttoainetta toimittaville, alusta alkaen verkkoon liittyneille teollisuusyrityksille. Suurempien muiden laitosten ryhmässä kpa-kattiloiden keskimääräisen huipun käyttöajan odotetaan olevan korkein, 4 840 h/a, ja kaikissa tapauksissa ylitetään 4 000 h/a.

Ylimitoitusta näyttää siis tapahtuneen yleisesti lukuun ottamatta yli 2 MW:n muita polttoaineita kuin haketta käyttäviä laitoksia. Investoinnin koon kasvaessa suunnitteluun näytetään suhtauduttavan huolellisemmin. Ylimitoitus voi johtua eri tekijöistä, esimerkiksi:

- Rakennuskannan kasvu ja aluelämpöön liittymishalukkuus on arvioitu väärin.
- Rakennusten lämmön ominaiskäyttö on arvioitu liian korkeaksi, energiansäästötoimenpiteitä ja rakennustekniikan kehitystä ei ole otettu riittävästi huomioon.
- Laitos on ylimitoitettu tietoisesti, varmuuden vuoksi, ottamatta huomioon ylimitoituksen tuottamia kannattavuus- ym. ongelmia. Joissakin tapauksissa investointiavustus on saattanut houkutella ylimitoitukseen; kun laitos on saatu "normaalihintaa" halvemmalla, se on rakennettu vastaavasti suuremmaksi.

## 4.2 Yksikköinvestointikustannukset

Seuraavassa tarkastellaan aluelämpökeskusten yksikköinvestointikustannuksia eli sitä, kuinka kalliiksi lämpökeskusten rakentaminen tuli kokonaistehon tehoyksikköä kohti laskettuna. Yksikköinvestointikustannukset ilmoitetaan markkoina kilowattia kohti.

Aineiston hankkeiden yksikköinvestointikustannukset vaihtelivat voimakkaasti, vaihteluväli oli 210 - 1 214 mk/kW, keskimäärin ne olivat 660 mk/kW. Kokoluokittain tarkasteltuna korkeimmat keskimääräiset yksikköinvestointikustannukset olivat korkeintaan 1 MW:n laitosten ryhmässä, 737 mk/kW, ja alimmat 1,1 - 3,0 MW:n laitosten ryhmässä, 603 mk/kW, josta ne kohosivat lievästi seuraavissa kokoluokissa (taulukko 4.2). Huomattakoon, että investointikustannukset on laskettu käypien, rakennus- tai hakintavuoden (v. 1979 - 1981) hintojen mukaisina, ne eivät sisällä verkkojen rakentamisen kustannuksia eikä investointiavustusten osuutta ole vähennetty. Esitettävät keskiarvot ovat painottamattomia aritmeettisiä keskiarvoja.

Taulukko 4.2 Keskimääräiset yksikköinvestointikustannukset 1) kokonaistehon mukaan

Kokonaisteho, MW	Toteutuneet, mk/kW	Ekonon mukaan, mk/kW	
		kpa-laitos	POR-laitos
< 1,0 (n = 10)	737	738	366
1,1 - 3,0 (n = 10)	603	854	316
3,1 - 10,0 (n = 6)	637	789	265
≥ 10.1 (n = 4)	647	1 068	211
Kaikki laitokset (n = 30)	660	831	308

1) investointiavustusten osuutta ei ole vähennetty

Investointikustannukset koostuivat keskimäärin seuraavasti:

- suunnittelu	3 %
- rakennukset	21 "
- koneet ja laitteet	72 "
- muut kustannukset	4 "

Vertailun vuoksi laskettiin yksikköinvestointikustannukset siinä tapauksessa, että olisi rakennettu lämpökeskus, jossa olisi toteutettua vaihtoehtoa vastaava määrä vastaavantehoisia ja vastaavia polttoaineita käytäviä, mutta vuonna 1982 markkinoilla olleita tyypillisiä kattiloita (toteutetun vaihtoehdon mukaiset vanhat öljykattilat otettiin kuitenkin huomioon ja niiden hintoina käytettiin toteutuneita hintoja). Investointikustannukset muokattiin Ekonon laskelmista (Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1982) samalla muuntaen ne vertailtavana olevan laitoksen rakentamisajankohdan hintatasoon. Näin lasketut hypoteettiset yksikköinvestointikustannukset vaihtelivat välillä 500 - 1 616 mk/kW ja keskimäärin ne olivat 831 mk/kW. Toteutuneet keskimääräiset yksikkökustannukset olivat siten 20,6 % vertailukustannuksia alemmat. Pienimmillään keskimääräisten yksikköinvestointikustannusten ero oli korkeintaan 1 MW:n kokoluokassa, 0,1 %, 1,1 - 3,0 MW:n kokoluokassa se oli 29,4 %, 3,1 - 10,0 MW:n kokoluokassa 19,3 % ja yli 10,0 MW:n kokoluokassa ero oli suurimmillaan eli 39,4 %.

Kunnat siis saavuttivat investointikustannusten säästöjä rakentamalla valitsemansa tyyppisen aluelämpökeskuksen valitsemanaan ajankohtana. Vuonna 1982 rakennettu tyypillinen kpa-laitos olisi tullut Ekonon kustannustietojen mukaan reaalisesti kalliimmaksi kuin toteutettu vaihtoehto lukuun ottamatta pieniä laitoksia. Säästöt voivat johtua eri tekijöistä, esimerkiksi:

- Ekonon laskelmissa on käytetty hinnastohintojen keskiarvoja, joten mahdolliset alennukset puuttuvat niistä. Varsinkin ensimmäisinä toimitetuista laitteistoista saatiin myöntää erityisalennuksia.
- Kunnat saattoivat valita keskimääräistä halvemmat laitteistot.

- Vuosikymmenen alussa kotimaisia polttoaineita käyttävien aluelämpökeskusten rakentaminen oli vilkkaimmillaan, jolloin kysyntä saattoi nostaa laitteistojen reaalisia hinnastohintoja erityisalennusten myöntämisen samalla vähentyessä.
- Kotimaisia polttoaineita käyttävien aluelämpökeskusten automatiikka on kehittynyt, pitemmälle viety automatiikka saattoi nostaa laitteistojen reaalisia hinnastohintoja.

Vertailun vuoksi laskettiin vielä yksikköinvestointikustannukset siinä tapauksessa, että olisi rakennettu lämpökeskus, jossa olisi toteutettua vaihtoehtoa vastaava määrä vastaavantehoisia, mutta raskasta polttoöljyä käyttäviä, vuonna 1982 markkinoilla olleita tyyppillisiä kattiloita (toteutetun vaihtoehdon mukaiset vanhat öljykattilat otettiin kuitenkin huomioon ja niiden hintoina käytettiin toteutuneita hintoja). Investointikustannukset muokattiin jälleen Ekonon laskelmista (Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1982) samalla muuntaen ne vertailtavana olevan kpa-laitoksen rakentamisajankohdan hintatasoon. Näin lasketut raskasta polttoöljyä käyttävien laitosten yksikköinvestointikustannukset vaihtelivat välillä 179 - 417 mk/kW ja keskimäärin ne olivat 308 mk/kW. Korkeimmat keskimääräiset yksikköinvestointikustannukset olivat korkeintaan 1 MW:n kokoluokassa, 366 mk/kW, josta ne laskivat kokoluokittain. Toteutettu vaihtoehto tuli siten keskimäärin 2,1 kertaa kalliimmaksi kuin raskasta polttoöljyä käyttävä lämpökeskus. Korkeintaan 1 MW:n kokoluokassa kpa-laitosten yksikköinvestointikustannukset olivat POR-laitoksiin verrattuna keskimäärin 2,1-kertaiset, 1,1 - 3,0 MW:n kokoluokassa ne olivat 1,9-kertaiset, 3,1 - 10,0 MW:n kokoluokassa 2,4-kertaiset ja yli 10,0 MW:n kokoluokassa 3,1-kertaiset. Hypoteettisten kpa-vertailulaitosten yksikköinvestointikustannukset puolestaan olivat POR-laitoksiin verrattuna keskimäärin 2,7-kertaiset, kokoluokittain tarkasteltuna kertoimet olivat 2,0, 2,7, 3,0 ja 5,1, joten edellä tarkasteltuja kpa-laitosten rakentamisessa saavutettuja säästöjä voidaan laitosten kannattavuuden kannalta pitää merkittävinä.

### 4.3 Lämmöntuotannon yksikkökustannukset komponenteittain

#### 4.3.1 Yksikkökustannukset vuonna 1982

Lämmöntuotannon yksikkökustannukset koostuvat yksikköpääomakustannuksista ja yksikkökäyttökustannuksista. Yksikköpääomakustannukset, mk/MWh, lasketaan jakamalla investointikustannukset annuiteettitekijän avulla vuotuisiksi pääomakustannuksiksi, mk/a, ja jakamalla edelleen vuotuiset pääomakustannukset vuosittain tuotetun lämmön määrällä, MWh/a. Yksikkökäyttökustannukset, mk/MWh, puolestaan lasketaan jakamalla vuotuiset käyttökustannukset, mk/a, vuosittain tuotetun lämmön määrällä, MWh/a. Käyttökustannukset koostuvat seuraavista eristä:

- työvoimakustannukset
- polttoainekustannukset
- huolto, korjaukset ja vakuutukset
- muut käyttökustannukset: sähkö, käyttö- ja voiteluaineet, tuhkan poiskuljetus sekä hallinto
- käyttöpääoman korko

Aineiston aluelämpökeskusten lämmöntuotannon yksikkökustannukset vuonna 1982 vaihtelivat välillä 69,40 - 327,80 mk/MWh, keskimäärin ne olivat 179,70 mk/MWh (taulukko 4.3), investointiavustusten ja polttopuun korjuuavustusten osuudet vähennettyinä. Muistettakoon, ettei kustannuksiin ole sisällytetty verkoista aiheutuvia pääomakustannuksia eikä verkkojen huolto- ja korjauskustannuksia. Paitsi yksittäisten laitosten lämmöntuotannon yksikkökustannuksissa, myös pääpolttoaineen ja kokoluokan avulla luokiteltujen ryhmien keskimääräisissä lämmöntuotannon yksikkökustannuksissa oli suuria eroja. Yli 2 MW:n muuta pääpolttoainetta kuin haketta käyttävien laitosten lämmöntuotannon keskimääräiset yksikkökustannukset olivat 118,70 mk/MWh, korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksissa tuotettu megawattitunti lämpöä tuli tätä keskimäärin 84,2 % kalliimmaksi, vastaava ero suuremmissa hakelaitoksissa oli 66,4 % ja korkeintaan 2 MW:n muissa laitoksissa 23,8 %.

Taulukko 4.3 Toteutuneet lämmöntuotannon keskimääräiset yksikkökustannukset <sup>1)</sup> komponenteittain v. 1982, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Yksikkökustannuskomponentti	Pääpolttoaine ja kokonaisteho				
	hake, <1 MW (n = 9)	hake, >1 MW (n = 10)	muu, <2 MW (n = 5)	muu, >2 MW (n = 6)	kaikki (n = 30)
	mk/MWh				
pääomakustannukset	63,10	50,50	21,70	24,90	44,40
työvoimakustannukset	17,10	18,50	10,60	11,10	15,30
polttoaine "	119,60	113,10	93,70	69,10	103,-
huolto, korjaukset ja vakuutukset	8,20	5,30	6,70	4,10	6,20
muut kustannukset <sup>2)</sup>	9,40	8,90	13,30	8,70	9,70
käyttöpääoman korko	1,30	1,20	1,-	0,80	1,10
käyttökustannukset yht.	155,60	147,-	125,30	93,80	135,30
Lämmöntuotannon yksikkökustannukset	218,70	197,50	147,-	118,70	179,70

<sup>1)</sup> investointiavustusten ja polttopuun korjuuavustusten osuus vähennettynä

<sup>2)</sup> sähkö, käyttö- ja voiteluaineet, tuhkan poiskuljetus sekä hallinto

Suurimmat erät lämmöntuotantokustannuksissa ovat polttoainekustannukset ja pääomakustannukset. Yksikköpääomakustannukset olivat keskimäärin 44,40 mk/MWh ja niiden osuus lämmöntuotannon yksikkökustannuksista oli keskimäärin 24,7 %. Pääomakustannukset ovat yksittäisen laitoksen kannalta kiinteitä kustannuksia, joten mitä tehokkaampaa on laitoksen käyttö eli mitä useammalla megawattitunnilla pääomakustannukset voidaan jakaa, sitä alemmiksi muodostuvat yksikköpääomakustannukset. Korkeimmat keskimääräiset yksikköpääomakustannukset olivat korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksissa, 63,10 mk/MWh. Tässä ryhmässä keskimääräinen kpa-kattiloiden huipun käyttöaika oli alin ja toisaalta keskimääräiset yksikköinvestointikustannukset avustusten vähentämisen jälkeen olivat korkeimmat tarkastelluista ryhmistä. Alimmat keskimääräiset yksikköpääomakustannukset puolestaan olivat korkeintaan 2 MW:n muissa laitoksissa, 21,70 mk/MWh. Tässä ryhmässä keskimääräinen kpa-kattiloiden huipun käyttöaika oli toiseksi korkein ja

keskimääräiset yksikköinvestointikustannukset avustusten vähentämisen jälkeen olivat alimmat tarkastelluista ryhmistä.

Käyttämistään kotimaisista polttoaineista laitokset maksoivat seuraavia keskimääräisiä käyttöpaikkahintoja vuonna 1982:

- metsähake	61,- mk/m <sup>3</sup> (irto)	= n. 76 mk/MWh
- palaturve	70,- "	" 50 "
- jyrsinturve	43,- "	" 46 "
- sahanhake	52,50 "	" 61 "
- puru	22,- "	" 34 "
- kuori	16,- "	" 30 "

Huomattakoon, että keskimääräiset hinnat tässä tapauksessa tarkoittavat käyttömäärillä painotettuja keskiarvoja ja ne laskettiin koko aineistosta (N = 49), jotta myös vähemmän käytettyjen polttoaineiden hinnoista saatiin useampia havaintoja. Metsähakkeen hinta ilman polttopuun korjuuavustusta olisi ollut keskimäärin 81 mk/m<sup>3</sup> (irto), mikäli hake olisi hankittu samalla tavoin kuin toteutuneessa vaihtoehdossa. Todennäköistä kuitenkin on, että ilman työllisyysperusteista polttopuun korjuuavustusta hakepuun hankinnassa olisi käytetty ammattitaitoisempaa työvoimaa, jolloin työn tuottavuus olisi ollut korkeampi kuin toteutuneessa tilanteessa ja hakkeen käyttöpaikkahinta olisi ollut alempi kuin 81 mk/m<sup>3</sup> (irto).

Tuotettua lämpöyksikköä kohti laskettuihin polttoainekustannuksiin vaikuttavat paitsi polttoaineiden kuutiometrihinnat ja laatu myös kattiloiden teho ja niiden käytön tehokkuus; tehon ja huipun käyttöajan noustessa nousee vuosihyötysuhde. Keskimäärin yksikköpolttokustannukset olivat 103 mk/MWh eli 57,3 % keskimääräisistä lämmöntuotannon yksikkökustannuksista. Korkeimmat keskimääräiset yksikköpolttokustannukset olivat korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksissa, 119,60 mk/MWh, tässä ryhmässähän sekä laitosten keskimääräinen kokonaisteho että kpa-kattiloiden keskimääräinen huipun käyttöaika olivat alimmat tarkastelluista ryhmistä. Alimmat keskimääräiset yksikköpolttokustannukset puolestaan olivat yli 2 MW:n muissa laitoksissa, 69,10 mk/MWh, ryhmään kuului kaksi jätepuu-

kaksi palaturve- ja kaksi jyrsinturvelaitosta. Ryhmän keskimääräinen kokonaisteho sekä keskimääräinen kpa-kattiloiden huipun käyttöaika olivat tarkasteltujen ryhmien korkeimmat.

Laitosten käytön tehokkuus vaikuttaa myös muihin lämmöntuotannon yksikkökustannuskomponentteihin esimerkiksi sellaisen kiinteiden (tai puolikiinteiden) kustannusten kuin työvoimakustannusten kautta. Muut lämmöntuotannon yksikkökustannukset (työvoimakustannukset, huolto, korjaukset ja vakuutukset, muut käyttökustannukset sekä käyttöpääoman korko) olivat yhteensä keskimäärin 32,30 mk/MWh eli 18,0 % lämmöntuotannon keskimääräisistä yksikkökustannuksista. Keskimäärin korkeimmat muut yksikkökustannukset olivat jälleen korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksissa, 36 mk/MWh, ja keskimäärin alimmat ne olivat yli 2 MW:n muissa laitoksissa, 24,70 mk/MWh.

Taulukko 4.4 Investointiavustusten ja polttopuun korjuuavustusten keskimääräisiä lämmöntuotannon yksikkökustannuksia alentava vaikutus v. 1982, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Avustusten alentava vaikutus, %		
	investointiavustukset	polttopuun korjuuavustukset	avustukset yhteensä
hake, < 1 MW (n = 9)	7,8	8,0	15,8
hake, > 1 MW (n = 10)	6,9	7,4	14,3
muu, < 2 MW (n = 5)	4,7	-	4,7
muu, > 2 MW (n = 6)	4,7	2,6	7,3
Kaikki laitokset (n = 30)	6,7	6,1	12,8

Investointiavustukset ja polttopuun korjuuavustukset alensivat lämmöntuotannon yksikkökustannuksia keskimäärin 12,8 % (taulukko 4.4) eli ilman avustuksia tuotettu megawattitunti

lämpöä olisi maksanut keskimäärin 206 mk. Korkeimmillaan avustusten vaikutus oli hakelaitosten ryhmissä, monet hakelaitoksethan saivat molempia avustuksia (myös kaksi haketta oheispolttoaineena käyttävää muuta laitosta sai polttopuun korjuuavustusta). Avustukset tasoittivat siten lämmöntuotannon keskimääräisten yksikkökustannusten eroja, ilman avustuksia esimerkiksi korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksissa tuotettu megawattitunti lämpöä olisi tullut keskimäärin 102,7 % yli 2 MW:n muissa laitoksissa tuotettua kalliimmaksi, toteutuneessa tilanteessahan tämä ero oli 84,2 %.

Ilman avustuksia laskettuja lämmöntuotannon yksikkökustannuksia verrattiin Ekonon kustannustietojen (Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1982) perusteella laskettuihin kotimaisia polttoaineita käyttävien vertailulaitosten (ks. 4.2) lämmöntuotannon yksikkökustannuksiin. Tutkimusaineiston laitosten yksikköpääomakustannukset olivat keskimäärin 17,9 % vertailulaitosten vastaavia kustannuksia alemmat, aineiston laitosten yksikkökäyttökustannukset puolestaan olivat 1,6 % vertailulaitosten vastaavia kustannuksia korkeammat. Aineiston laitoksissa tuotettu megawattitunti lämpöä tuli siten 4,8 % vertailulaitoksissa hypoteettisesti tuotettua halvemmassi, ero on varsin pieni. Ryhmittäin tarkasteltuna toteutuneiden ja hypoteettisten keskimääräisten yksikkökäyttökustannusten ero vaihteli välillä -3,8 % - +3,5 %. Toteutuneiden ja hypoteettisten keskimääräisten yksikköpääomakustannusten erot muuta pääpolttoainetta kuin haketta käyttävien laitosten ryhmissä olivat sen verran suuret, että aineiston laitosten keskimääräiset lämmöntuotannon yksikkökustannukset olivat 17,7 % ja 18,7 % vertailulaitosten vastaavia kustannuksia alemmat. Yli 1 MW:n hakelaitosten ryhmässä tämä ero oli 3,0 % ja pienempien hakelaitosten ryhmässä aineiston laitosten keskimääräiset lämmöntuotannon yksikkökustannukset olivat 4,7 % vertailulaitosten vastaavia kustannuksia korkeammat. Erot pienevät laitosten käytön tehostuessa, kun pääomakustannusten osuus lämmöntuotannon yksikkökustannuksista alenee.

Toteutuneita lämmöntuotannon yksikkökustannuksia verrattiin Ekonon kustannustietojen perusteella laskettuihin pelkääntään raskasta

polttoöljyä käyttävien vertailulaitosten (ks. 4.2) lämmön-  
tuotannon yksikkökustannuksiin. Kuten edellä todettiin, Eko-  
non laskelmat kuvaavat varsin hyvin kotimaisilla polttoai-  
neilla tuotetun lämmön yksikkökäyttökustannuksia, joten voi-  
daan olettaa, että ne kuvaavat yhtä hyvin myös raskaalla polt-  
toöljyllä tuotetun lämmön yksikkökäyttökustannuksia. Kpa-lai-  
tosten pääomakustannuksissa sen sijaan oli eroja Ekonon las-  
kelmien ja toteutuneen tilanteen välillä. Raskasöljylaitos-  
ten osalta ei ole näkyvissä tekijöitä, jotka olisivat nostaneet  
laitteistojen reaalihintoja vuosikymmenen vaihteessa kpa-  
laitosten tavoin, toisaalta raskasöljylaitosten hintojen hajonta  
on pienempi kuin kpa-laitosten hintojen hajonta, ja lisäksi  
raskasöljylaitoksissa yksikköpääomakustannusten osuus  
lämmöntuotannon yksikkökustannuksista on pienempi kuin kpa-  
laitoksissa. Voidaan siis olettaa, että Ekonon kustannustiedot  
kuvaavat varsin realistisesti raskaalla polttoöljyllä tuotetun  
lämmön keskimääräisiä yksikkökustannuksia vuonna 1982.

Taulukko 4.5 Raskaalla polttoöljyllä toimivien vertailulaitosten  
lämmöntuotannon keskimääräiset yksikkökustannukset v. 1982,  
toteutetun vaihtoehdon pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Yksikkökustannus- komponentti	Toteutetun vaihtoehdon pääpolttoaine ja kokonaisteho				
	hake, <1 MW (n = 9)	hake, >1 MW (n = 10)	muu, <2 MW (n = 5)	muu, >2 MW (n = 6)	kaikki (n = 30)
	mk/MWh				
pääomakustannukset	49,90	34,30	18,40	15,80	32,70
työvoimakustannukset	7,50	13,10	11,60	16,70	11,90
polttaine "	115,60	113,10	114,50	109,10	113,30
huolto, korjaukset ja vakuutukset	6,80	4,90	2,90	2,20	4,60
muut kustannukset	3,20	3,40	3,40	3,50	3,30
käyttöpääoman korko	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
käyttökustannukset yht.	134,20	135,60	133,50	132,60	134,20
Lämmöntuotannon yksikkökustannukset	184,10	169,90	151,90	148,40	166,90

Raskaalla polttoöljyllä vertailulaitoksissa tuotettu lämpö olisi vuonna 1982 maksanut keskimäärin 166,90 mk/MWh (taulukko 4.5) eli kotimaisilla polttoaineilla tuotettu lämpö tuli tätä keskimäärin 7,7 % kalliimmaksi. Korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksissa tuotettu lämpö oli keskimäärin 18,8 % raskaalla polttoöljyllä tuotettua kalliimpaa, vastaava ero suuremmissa hakelaitoksissa oli 16,2 %. Korkeintaan 2 MW:n muissa laitoksissa tuotettu lämpö sen sijaan tuli 3,2 % raskaalla polttoöljyllä tuotettua halvemmaksi ja vastaava ero suuremmissa muissa laitoksissa oli 20,0 %.

#### 4.3.2 Yksikkökustannukset verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa

Vuoden 1982 kesäkuun loppuun oli kulunut keskimäärin puoli-toista vuotta aineiston aluelämpökeskusten varsinaisesta käyttöönotosta ja verkkojen lopullisen laajuuden saavuttamiseen arvioitiin kuluvan keskimäärin kaksi ja puoli vuotta lisää. Verkoista oli vuonna 1982 rakennettu keskimäärin 72 %. Monia aluelämpökeskuksia käytettiin siten vajaalla teholla; laitosten käytön tehostuessa niiden lämmöntuotannon yksikkökustannukset alenevat.

Taulukko 4.6 Odotetut lämmöntuotannon keskimääräiset yksikkökustannukset <sup>1)</sup> komponenteittain verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Yksikkökustannuskomponentti	Pääpolttoaine ja kokonaisteho				
	hake, <1 MW (n = 9)	hake, >1 MW (n = 10)	muu, <2 MW (n = 5)	muu, >2 MW (n = 5)	kaikki (n = 29)
	mk/MWh				
pääomakustannukset	39,30	28,90	16,-	16,70	27,80
työvoimakustannukset	9,30	11,-	7,80	7,60	9,40
polttaine "	107,30	104,60	78,80	62,90	93,80
huolto, korjaukset ja vakuutukset	5,30	3,60	5,-	2,50	4,20
muut kustannukset	8,50	8,10	7,80	7,20	8,-
käyttöpääoman korko	1,10	1,10	0,80	0,70	1,-
käyttökustannukset yht.	131,50	128,40	100,20	80,90	116,40
Lämmöntuotannon yksikkökustannukset	170,80	157,30	116,20	97,60	144,20

<sup>1)</sup> investointiavustusten ja polttopuun korjuuavustusten odotettu osuus vähennettynä

Lämmöntuotannon yksikkökustannusten odotetaan verkkojen sää-  
vutettua lopullisen laajuutensa vaihtelevan välillä 68,70 -  
234,40 mk/MWh. Keskimäärin niiden odotetaan olevan 144,20  
mk/MWh (taulukko 4.6) eli 19,8 % vuoden 1982 keskimääräisiä  
lämmöntuotannon yksikkökustannuksia alemmat. Alenemiseen vai-  
kuttaa paitsi laitosten käytön tehostuminen myös se, että  
tuontipolttoaineilla tuotetun lämmön osuuden oletettiin las-  
kevan kaikissa laitoksissa korkeintaan 10 %:iin. Korkeimmat  
odotetut keskimääräiset lämmöntuotannon yksikkökustannukset  
ovat edelleen korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksissa, vaikka täs-  
sä ryhmässä yksikkökustannusten alenemisen odotetaankin ole-  
van suurimman tarkastelluista ryhmistä, keskimäärin 21,9 %.  
Alimmat odotetut keskimääräiset lämmöntuotannon yksikkökus-  
tannukset ovat edelleen yli 2 MW:n muissa laitoksissa, vaika  
alenemisen odotetaankin olevan pienimmillään tässä ryhmäs-  
sä, keskimäärin 17,8 %. Ryhmien välisten erojen odotetaan  
siis supistuvan, esimerkiksi korkeintaan 1 MW:n hakelaitok-  
sissa tuotetun megawattitunnin lämpöä odotetaan olevan 75,0  
% yli 2 MW:n muissa laitoksissa tuotettua kalliimman, tämä  
erohan oli 84,2 % vuonna 1982.

Keskimääräisten yksikköpääomakustannusten odotetaan alenevan  
37,4 % ja niiden osuuden lämmöntuotannon yksikkökustannusis-  
ta odotetaan laskevan keskimäärin 19,3 %:iin. Yksikköpääoma-  
kustannusten muutosprosentti on keskimäärin 70,4 % kpa-kattiloi-  
den huipun käyttöajan muutosprosentista, laitosten ja en-  
nen kaikkea kotimaisia polttoaineita käyttävien kattiloiden  
oikea mitoitus on siis tärkeää. Suhteellisesti eniten odote-  
taan alenevan yli 1 MW:n hakelaitosten yksikköpääomakustan-  
nusten, odotetaanhan ryhmän kpa-kattiloiden keskimääräisen  
huipun käyttöajan nousevan eniten tarkastelluista ryhmistä.  
Suhteellisesti vähiten keskimääräisten yksikköpääomakustan-  
nusten odotetaan alenevan korkeintaan 2 MW:n muiden laitosten  
ryhmässä, tässä ryhmässä keskimääräisen kpa-kattiloiden hui-  
pun käyttöajan kohoamisen odotetaan puolestaan olevan pienim-  
män. Näiden kahden ryhmän kpa-kattiloiden keskimääräisten

huipun käyttöaikojen odotetaan muodostuvan likimain samoiksi, yksikköpääomakustannusten erot selittyvät yksikköinvestointikustannusten eroilla.

Laitosten käytön tehostuessa ja polttoaineiden osuuksien muuttuessa odotetaan keskimääräisten yksikköpolttoainekustannusten alenevan 8,9 % ja niiden osuuden lämmöntuotannon yksikkökustannuksista nousevan keskimäärin 65,0 %:iin. Suhteellisesti eniten keskimääräisten yksikköpolttoainekustannusten odotetaan muuttuvan korkeintaan 2 MW:n muissa laitoksissa ja suhteellisesti vähiten yli 1 MW:n hakelaitoksissa.

Muiden lämmöntuotannon yksikkökustannusten komponenttien odotetaan alenevan yhteensä keskimäärin 30,0 % ja niiden yhteenlasketun osuuden lämmöntuotannon yksikkökustannuksista odotetaan laskevan 15,7 %:iin. Suhteellisesti eniten muiden yksikkökustannuskomponenttien odotetaan alenevan korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksissa ja suhteellisesti vähiten yli 2 MW:n muissa laitoksissa.

Voidaan siis todeta, että yksikköpääomakustannusten 37,4 %:n alenemisen odotetaan alentavan lämmöntuotannon yksikkökustannuksia 9,2 %, yksikköpolttoainekustannusten 8,9 %:n alenemisen 5,1 % ja muiden yhteenlaskettujen yksikkökustannuskomponenttien 30,0 %:n alenemisen 5,4 %.

Investointiavustusten ja polttopuun korjuuavustusten odotetaan alentavan lämmöntuotannon yksikkökustannuksia keskimäärin 14,3 % eli ilman avustuksia keskimääräiset yksikkökustannukset olisivat 168,30 mk/MWh. Huomattakoon, että laitosten käytön tehostuessa investointiavustusten keskimääräisiä lämmöntuotannon yksikkökustannuksia alentava vaikutus laskee 4,9 %:iin, mutta kotimaisten polttoaineiden osuuden lisääntyessä polttopuun korjuuavustusten vastaavan vaikutuksen odotetaan nousevan 9,4 %:iin. Avustusten odotetaan edelleen taasoittavan ryhmien välisiä eroja, esimerkiksi ilman avustuksia korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksissa tuotettu megawattitunti lämpöä tulisi keskimäärin 93,5 % yli 2 MW:n muissa laitoksissa tuotettua kalliimmaksi, avustukset huomioon otettuna tämän eron odotetaan olevan 75,0 %.

Taulukko 4.7 Raskaalla polttoöljyllä toimivien vertailulaitosten lämmöntuotannon odotetut keskimääräiset yksikkökustannukset verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa, toteutetun vaihtoehdon pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Yksikkökustannus- komponentti	Toteutetun vaihtoehdon pääpolttoaine ja kokonaisteho				
	hake, <1 MW (n = 9)	hake, >1 MW (n = 10)	muu, <2 MW (n = 5)	muu, >2 MW (n = 5)	kaikki (n = 29)
	mk/MWh				
pääomakustannukset	30,70	18,50	13,40	11,-	20,10
työvoimakustannukset	4,80	8,40	8,80	11,80	7,90
polttoaine "	115,60	113,10	114,50	109,90	113,60
huolto, korjaukset ja vakuutukset	4,40	2,80	2,20	1,50	3,-
muut kustannukset	3,20	3,40	3,40	3,50	3,30
käyttöpääoman korko	1,-	1,10	1,10	1,10	1,10
käyttökustannukset yht.	129,-	128,80	130,-	127,80	128,90
Lämmöntuotannon yksikkökustannukset	159,70	147,30	143,40	138,80	149,-

Vertailulaitoksissa raskaalla polttoöljyllä hypoteettisesti tuotetun lämmön odotetaan verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa maksavan keskimäärin 149 mk/MWh (taulukko 4,7) eli 10,7 % vähemmän kuin vuonna 1982. Aleneminen on vähäisempää kuin kotimaisilla polttoaineilla tuotetun lämmön keskimääräisissä yksikkökustannuksissa ennen kaikkea siksi, että kiinteiden ja puolikiinteiden kustannusten osuudet lämmöntuotantokustannuksista ovat erilaiset. Kotimaisilla polttoaineilla tuotetun lämmön odotetaan nyt tulevan keskimäärin 3,2 % raskaalla polttoöljyllä vertailulaitoksissa tuotettua halvemmaksi. Korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksissa tuotetun lämmön odotetaan silti olevan keskimäärin 7,0 % raskaalla polttoöljyllä tuotettua kalliimpaa, vastaavan eron suuremmissa hakelaitoksissa odotetaan olevan 6,8 %. Korkeintaan 2 MW:n muissa laitoksissa tuotetun lämmön puolestaan odotetaan olevan keskimäärin 19,0 % raskaalla polttoöljyllä tuotettua halvempaa ja vastaavan eron suuremmissa muissa laitoksissa odotetaan olevan 29,7 %.

Jos raskaan polttoöljyn reaalihintaa nousee 10 % vuoden 1982 tasosta, nousevat raskaalla polttoöljyllä tuotetun lämmön keskimääräiset yksikkökustannukset 7,7 %. Tällöin, elleivät kotimaisten polttoaineiden hinnat muutu, tulee kotimaisilla polttoaineilla tuotettu lämpö keskimäärin 10,2 % raskaalla polttoöljyllä tuotettua halvemmaksi. Tässä tapauksessa myös hakelaitoksissa tuotettu lämpö on keskimäärin raskasöljylaitoksissa tuotettua halvempaa. Vastaavasti raskaan polttoöljyn reaalihinnan laskiessa 10 % laskevat raskaalla polttoöljyllä tuotetun lämmön yksikkökustannukset 7,6 %, ja kotimaisten polttoaineiden hintojen pysyessä muuttumattomina tulee kotimaisilla polttoaineilla tuotettu lämpö keskimäärin 4,7 % raskaalla polttoöljyllä tuotettua kalliimmaksi. Muuta kotimaista pääpolttoainetta kuin haketta käyttävissä laitoksissa tuotettu lämpö olisi kuitenkin raskasöljylaitoksissa tuotettua halvempaa.

## 5 POLTTOAINEVALINTOJEN KANNATTAVUUS

### 5.1 Kunnallisen liikelaitoksen näkökulma

Ensimmäisessä osaraportissa tarkasteltiin tehtyjen polttoainevalintojen kannattavuutta alustavasti kunnallisen liikelaitoksen näkökulmasta. Takaisinmaksuajat laskettiin erikseen kahdella erilaisella käytön tasolla, sillä jolla laitokset toimivat vuonna 1982 ja toisaalta sillä, jolla niiden odotetaan toimivan verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa.

Nyt sen sijaan pyritään yksiselitteisempään ratkaisuun valintojen kannattavuudesta. Kunkin valinnan osalta lasketaan yksi takaisinmaksuaika (kappale 2.2.1, kriteeri 2.4) olettaen, että vuoden 1982 käytön taso edustaa verkon rakentamisaian keskimääräistä käyttöä ja toisaalta se käytön taso, joka saavutetaan verkon tullessa täyteen laajuuteensa, pysyy kunnes lämpökeskus korvataan uudella. Oletus on todellisuutta yksinkertaistava ja siksi saatava takaisinmaksuaika on likiarvo, joka kuitenkin on riittävän tarkka osoittamaan sen, onko valinta ollut kannattava vai ei. Tarkastelussa ovat nyt mukana myös komponenttianalyysistä pois jätetyt kaksi laitosta. (Luvussa 5 esitettävien tulosten tulkinnan helpottamiseksi lukijan on syytä seurata samanaikaisesti luvussa 2 esitetyn teoreettisen taustan etenemistä näkökulmasta toiseen.)

Investointikustannusten erotuksen kattamiseksi tarvitaan käyttökustannusten säästöjä ( $\neq$  lämmöntuotantokustannusten säästöt), eli tuotettaessa lämpö kotimaisilla polttoaineilla käyttökustannusten on oltava alemmat kuin tuotettaessa sama lämpömäärä vertailulaitoksessa raskaalla polttoöljyllä. Seuraavassa asetelmassa esitetään yksikkökäyttökustannusten keskimääräiset säästöt vuonna 1982 laitostyypeittäin (tässä yhteydessä, kuten jatkossakin, esitettävät keskiarvot ovat painottamattomia aritmeettisia keskiarvoja):

- hake, $\leq$ 1 MW	- 21,40 mk/MWh
- hake, $>$ 1 MW	- 8,90 "
- muu, $\leq$ 2 MW	+ 7,80 "
- muu, $>$ 2 MW	+ 38,80 "
- kaikki laitokset	- 0,30 "

Laitosten käytön tehostuessa ja polttoaineiden osuuksien muuttuessa yksikkökäyttökustannusten säästöt lisääntyvät. Verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa niiden odotetaan olevan laitostyypeittäin keskimäärin seuraavat:

- hake, $\leq$ 1 MW	- 2,40 mk/MWh
- hake, $>$ 1 MW	+ 2,70 "
- muu, $\leq$ 2 MW	+ 28,70 "
- muu, $>$ 2 MW	+ 46,90 "
- kaikki laitokset	+ 13,40 "

Kannattavaksi valinta tulkittiin, jos takaisinmaksuaika alle 2 MW:n laitoksessa oli korkeintaan 10 vuotta ja suuremmissa laitoksissa korkeintaan 15 vuotta, laskentakorkona käytettiin 10 %.

Taulukko 5.1 Polttoainevalintojen kannattavuus kunnallisen liikelaitoksen näkökulmasta, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Valinnoista	
	kannattavia, %	kannattamattomia, %
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	33	67
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	45	55
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	67	33
muu, $>$ 2 MW (n = 6)	100	-
Kaikki laitokset (n = 32)	56	44

Aineiston valinnoista tulkittiin kunnallisen liikelaitoksen näkökulmasta kannattaviksi 18 ja kannattamattomiksi 14 (taulukko 5.1). Korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksista kolmannes osoittautui kannattaviksi valinnoiksi. Yhteisenä piirteenä näissä tapauksissa oli, että hakkeesta valtaosa saatiin lähellä sijaitsevista kunnan omista metsistä ja hake oli selvästi keskimääräistä halvempaa. Suuremmista hakelaitoksista vajaa puolet tulkittiin kannattaviksi. Näissäkin tapauksissa

hake oli keskimääräistä halvempaa, lisäksi kpa-kattiloiden huipun käyttöaika oli keskimääräistä korkeampi ja/tai yksikköinvestointikustannukset olivat keskimääräisiä alemmat. Suurempien hakelaitosten ryhmässä oli myös yksi laitos, jossa käyttökustannuksissa saavutettiin säästöjä, mutta ei riittävästi, jotta takaisinmaksuaikavaatimus olisi täyttynyt. Tällaisia tapauksia olivat myös korkeintaan 2 MW:n muiden laitojen ryhmässä kannattamattomiksi tulkitut kaksi valintaa. Kaikissa näissä tapauksissa yksikkökäyttökustannusten säästöt olivat varsin pienet ja yksikköinvestointikustannukset selvästi keskimääräisiä korkeammat. Suuremmat muut laitokset osoittautuivat kaikki kannattaviksi valinnoiksi.

Kun käyttökustannusten säästöistä vähennetään investointikustannusten erotuksen kattamiseen tarvittava osuus, saadaan selville lämmöntuotantokustannusten säästöt (kappale 2.2.1, kaava 2.5). Tarkastelun kohteena on kunnallinen liikelaitos, jolloin voidaan olettaa, että lämmöntuotantokustannusten säästöt siirtyvät kokonaisuudessaan kuluttajien hyväksi eli säästöt ovat yhtä kuin valinnasta koituvat aluelämmön kuluttajien nettohyödyt. Lämmöntuotannon yksikkökustannuksissa saavutettiin laitostyypeittäin seuraavat keskimääräiset säästöt vuonna 1982:

- hake, $\leq$ 1 MW	- 34,60 mk/MWh
- hake, $>$ 1 MW	- 23,60 "
- muu, $\leq$ 2 MW	+ 3,80 "
- muu, $>$ 2 MW	+ 29,70 "
	<hr/>
- kaikki laitokset	- 11,50 "

Verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa lämmöntuotannon yksikkökustannusten säästöjen odotetaan olevan laitostyypeittäin keskimäärin seuraavat:

- hake, $\leq$ 1 MW	- 11,10 mk/MWh
- hake, $>$ 1 MW	- 6,70 "
- muu, $\leq$ 2 MW	+ 25,50 "
- muu, $>$ 2 MW	+ 41,20 "
	<hr/>
- kaikki laitokset	+ 6,- "

Laitosten kuoletusajan jälkeen lämmöntuotantokustannusten säästöt ovat yhtä kuin käyttökustannusten säästöt. Kuoletusajan jälkeistä tilannetta ei kuitenkaan nyt käsitellä, vaan tehdään laskentaa yksinkertaistava oletus, että laitoksen toiminta loppuu kuoletusajan päättyessä, jolloin se korvataan uudella lämpökeskuksella.

Yksittäisen laitoksen aluelämmön kuluttajille valinnasta koituvat vuotuiset nettohyödyt voidaan nyt laskea kertomalla lämmöntuotannon yksikkökustannusten säästöt kulutetun lämmön määrällä. Huomattakoon, että edellä esitetyissä yksikkökustannuslaskelmissa tuotettu lämpöyksikkö tarkoittaa nimenomaan kuluttajalle toimitettua lämpöyksikköä. Kaikista valinnoista koituvat vuotuiset kuluttajien nettohyödyt puolestaan lasketaan summaamalla yksittäisten valintojen tuottamat nettohyödyt. Koska nettohyötyjä syntyy ennen kaikkea suurempien ja tehokkaasti käytettyjen eli paljon lämpöä tuottavien laitosten kuluttajille, oli nettohyötyjen kokonaissumma myös vuonna 1982 positiivinen (sama pätee myös yli 1 MW:n hake-laitosten tuottamien nettohyötyjen summaan nähden). Jos lämpö olisi tuotettu raskaalla polttoöljyllä, kuluttajat olisivat joutuneet maksamaan siitä yhteensä 9,2 Mmk toteutunutta enemmän vuonna 1982, jonka siis oletettiin kuvaavan verkkojen rakentamisajan keskimääräistä tilannetta. Vastaavan summan odotetaan olevan 12,7 Mmk/a verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa. Huomattakoon, että tässä vaiheessa yksi 35 MW:n yksikkö on jäänyt varalaitokseksi, ja yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan, ettei sitä käytetä. Laitostyypeittäin aluelämmön kuluttajien vuotuisten nettohyötyjen summat esitetään taulukossa 5.2.

Taulukko 5.2 Polttoainevalinnoista aluelämmön kuluttajille koituvien vuotuisten nettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettohyötyjen summa, 1 000 mk/a	
	verkkojen rakentamisaikana	verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	- 706	- 539
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	+ 940	+ 1 311
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	+ 215	+ 808
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	+ 8 796	+ 11 152
Yhteensä (n = 32)	+ 9 245	+ 12 732

1) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Voidaan siis todeta, että 56 % valinnoista tulkittiin kunnallisen liikelaitoksen näkökulmasta kannattaviksi, ja aluelämmön kuluttajien vuotuisten nettohyötyjen kokonaissumman havaittiin olevan positiivinen sekä verkkojen rakentamisaikana että niiden valmistuttua. Molemmista näkökulmista ongelmana olivat pienet, korkeintaan 1 MW:n hakelaitokset.

## 5.2 Kunnallistalouden näkökulma

Aluelämmityksessä käytettävän polttoaineen valinta vaikuttaa myös kunnan muuhun talouteen ja nämä vaikutukset otetaan huomioon valintaa tehtäessä (ks. 2.2.2).

Aluelämpöinvestoinnin rakennusaikainen työllistävä vaikutus jakautuu kahteen osaan: rakennus- ja asennustöiden (investointikohteessa) sekä toisaalta laitteistojen valmistuksen (muualla) vaatima työpanos. Valinnan kannalta on ratkaiseva nettotyöpanos eli työpanos, joka lasketaan vähentämällä polttoaineella v toimivan lämpökeskuksen rakentamisen vaatimasta työpanoksesta polttoaineella w toimivan lämpökeskuksen rakentamisen vaatima työpanos. Valinnan tekevä kunta ottaa nettotyöpanoksesta huomioon omaan kuntaan kohdistuvan osuuden.

Hankkeella on työllistävä vaikutuksensa tietenkkin myös suunnitteluvaiheessa, suunnittelun vaatima työpanos voidaan kuitenkin molemmissa vaihtoehdoissa olettaa likimain yhtä suureksi eli nettotyöpanos nollan suuruiseksi.

Tiedot rakennus- ja asennustöiden toteutuneesta bruttotyöpanoksesta saatiin investoinnit toteuttaneilta kunnilta. Nettotyöpanoksen selville saamiseksi bruttotyöpanoksesta vähennettiin laitoksittain raskaalla polttoöljyllä toimivan vertailulaitoksen rakennus- ja asennustöiden vaatima työpanos, joka arvioitiin siten, että toteutuneen vaihtoehdon vaatima työpanos kerrottiin suhdeluvulla vertailulaitoksen investointikustannukset jaettuna toteutuneen vaihtoehdon investointikustannukset (avustuksia vähentämättä), oletettiin siis, että suhteelliset hinnat kuvaavat myös työpanosten suhteita. Nettotyöpanoksesta omaan kuntaan kohdistuvaksi arvioitiin keskimäärin puolet.

Laitteistojen valmistuksen bruttotyöpanosta ei tällä kertaa voitu kysyä suoraan laitteistojen valmistajilta neljän keskeisen yrityksen tehtyä vararikon ennen kyselyajankohtaa. Näin jouduttiin tyytymään investoinnit toteuttaneiden kuntien arvioihin, joita esitutkimuksen perusteella voitiin pitää melko luotettavina, joskin valmistajien työpanostietoja alhaisempina. Nettotyöpanos laskettiin samoin kuin rakennus- ja asennustöiden nettotyöpanos. Kaikissa tapauksissa laitteiston valmistajana oli muulla paikkakunnalla toimiva yritys, joten nettotyöpanos kohdistui kokonaisuudessaan oman kunnan ulkopuolelle.

Tässä tapauksessa myös välilliset työllisyysvaikutukset voitaisiin periaatteessa ottaa huomioon, onhan kyseessä valinta kahden määrätyn vaihtoehdon välillä, jolloin välilliset vaikutukset voitaisiin selvittää nettomääräisinä. Seuraavassa esityksessä kuitenkin käsitellään ainoastaan välittömiä työllisyysvaikutuksia, välillisiä vaikutuksia ei katsottu voitavan sisällyttää laskelmiin ennen kaikkia kohdentamisongelmien (kunta - muut kunnat) takia.

Taulukko 5.3 Rakennus- ja asennustöiden vaatima nettotyöpanos, kokonaistehon mukaan

Kokonaisteho, MW	Nettotyöpanos 1)	
	keskimäärin, henkilötyökuukautta/MW	yhteensä henkilötyökuukautta
≤ 1,0 (n = 10)	6	55
1,1 - 3,0 (n = 12)	5	118
3,1 - 10,0 (n = 6)	5	184
≥ 10,1 (n = 4)	7	713
<b>Yhteensä (n = 32)</b>	<b>6</b>	<b>1 070</b>

1) toteutunut työpanos miinus raskaalla polttoöljyllä toimivan vertailulaitoksen rakennus- ja asennustöiden työpanos

Taulukko 5.4 Laitteistojen valmistuksen vaatima nettotyöpanos, kokonaistehon mukaan

Kokonaisteho, MW	Nettotyöpanos 1)	
	keskimäärin, henkilötyökuukautta/MW	yhteensä henkilötyökuukautta
≤ 1,0 (n = 10)	6	53
1,1 - 3,0 (n = 12)	3	74
3,1 - 10,0 (n = 6)	6	240
≥ 10,1 (n = 4)	6	554
<b>Yhteensä (n = 32)</b>	<b>5</b>	<b>921</b>

1) toteutunut työpanos miinus raskaalla polttoöljyllä toimivan vertailulaitoksen laitteistojen valmistuksen työpanos

Toteutettu vaihtoehto työllisti rakennusaikana enemmän kuin vertailuvaihtoehto. Rakennus- ja asennustöiden toteutunut työllistävä vaikutus oli yhteensä 1 786 henkilötyökuukautta. Kun tästä vähennettiin raskaalla polttoöljyllä toimivien vertailulaitosten rakennus- ja asennustöiden työpanos, saatiin nettotyöpanokseksi 1 070 henkilötyökuukautta (taulukko 5.3). Keskimäärin nettotyöpanos oli 6 henkilötyökuukautta/MW (laitoksittain megawattia kohti laskettujen nettotyöpanosten aritmeettinen keskiarvo), josta omaan kuntaan arvioitiin kohdistuneen 3 henkilötyökuukautta/MW.

Laitteistojen valmistuksen toteutunut työllistävä vaikutus puolestaan oli 1 567 henkilötyökuukautta, josta nettotyöpanokseksi arvioitiin 921 henkilötyökuukautta (taulukko 5.4). Keskimäärin nettotyöpanos oli 5 henkilötyökuukautta/MW, joka kokonaisuudessaan kohdistui oman kunnan ulkopuolelle.

Työllisyyden kohentuessa lisääntyvät kunnan verotulot. Kunnan verotulojen nettolisäys laskettiin investoinnin toteuttamisvuoden toimialoittaisten keskiansioiden ja 'kunnallistaloudesta johtuvan veroasteen' (Turkkila 1984) perusteella. Laitoksen kokonaistehon kilowattia kohti laskettuna oman kunnan verotulojen rakennusaikaiset nettolisäykset olivat laitoskokuuokittain keskimäärin seuraavat:

- $\leq$ 1,0 MW	1,80 mk/kW
- 1,1 - 3,0 MW	1,40 "
- 3,1 - 10,0 MW	1,40 "
- $\geq$ 10,1 MW	2,20 "
- kaikki laitokset	<u>1,60</u> "

Yksikköinvestointikustannuksia oman kunnan verotulojen rakennusaikaiset nettolisäykset alensivat vähän, alentava vaikutus oli keskimäärin 0,3 % (investointiavustukset vähennettyinä). Vaikka nettotyöpanos olisi kokonaisuudessaan kohdistunut omaan kuntaan, olisi alentava vaikutus jäänyt keskimäärin 1,2 %:iin. Laskelmista puuttuvat yritysten voitot, niiden vaikutus voidaan kuitenkin arvioida vähäiseksi.

Omaan kuntaan kohdistuvat verotulojen rakennusaikaiset nettolisäykset olivat laitostyypeittäin yhteensä seuraavat:

	1 000 mk
- hake, $\leq$ 1 MW	15
- hake, $>$ 1 MW	142
- muu, $\leq$ 2 MW	9
- muu, $>$ 2 MW	<u>183</u>
- yhteensä	349

Aluelämpökeskuksiin syntyi uusia pysyviä työpaikkoja. Tiedot pysyvien työpaikkojen toteutuneista lisäyksistä saatiin investoinnit toteuttaneilta kunnilta. Nettolisäyksen selville saamiseksi bruttolisäyksestä vähennettiin laitoksittain raskaalla polttoöljyllä toimivan vertailulaitoksen työpaikkojen lisäys, joka arvioitiin Ekonon työpanostietojen perusteella. Nettolisäyksen arvioitiin kohdistuvan kokonaisuudessaan omaan kuntaan. Vielä oletettiin, ettei laitosten käytön tehostuminen verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa vaadi lisää käyttöhenkilökuntaa.

Taulukko 5.5 Aluelämpökeskusten uudet pysyvät työpaikat v. 1982, netto, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettolisäys 1)	
	keskimäärin, henkilötyövuotta/MW	yhteensä henkilötyövuotta
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	0,6	5,3
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	0,3	13,4
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	1,0	8,5
muu, $>$ 2 MW (n = 6)	0,2	16,8
<b>Yhteensä (n = 32)</b>	<b>0,5</b>	<b>44,0</b>

1) toteutetun vaihtoehdon työpaikat miinus raskaalla polttoöljyllä toimivan vertailulaitoksen työpaikat

Uusia pysyviä työpaikkoja (koko- tai osavuotisia) syntyi yhteensä 76,8 henkilötyövuotta vastaava määrä, tästä nettolisäykseksi laskettiin yhteensä 44,0 henkilötyövuotta (taulukko 5.5). Nettolisäys henkilötyövuosina kokonaistehon megawattia kohti oli pienissä laitoksissa keskimäärin suurempi kuin suuremmissa laitoksissa. Tämä johtuu paitsi bruttolisäysten eroista myös siitä, ettei korkeintaan 2,0 MW:n raskaöljylaitoksiin synny uusia pysyviä työpaikkoja, vaan nämä laitokset voidaan hoitaa olemassa olevalla työvoimalla sivutoimisesti.

Tiedot polttoaineiden hankinnan työllistävästä vaikutuksesta saatiin investoinnit toteuttaneilta kunnilta sekä eräiltä polttoaineita toimittaneilta yrityksiltä ja metsänhoitoyhdistyksiltä. Metsähake saatiin pääasiassa taimistojen perkauksista, verhopuustojen poistoista, vajaanpuuttoisten alueiden raivauksista ja avohakkuualueiden jättepuusta (Hakkila ja Kalaja 1983). Tämä tarkoittaa sitä, että kyseisillä alueilla olisi joka tapauksessa pitänyt tehdä raivaus- ja perkaustöitä. Niiden vaatimaksi työpanokseksi laskettiin 2 henkilötyöpäivää hehtaaria kohti. Tämä työpanos vähennettiin metsähakkeen hankinnan työllistävästä bruttovaikutuksesta. Raskaan polttoöljyn jalostuksen ja kuljetuksen työllistävä vaikutus arvioitiin sen verran vähäiseksi, ettei sitä vähennetty toteutuneesta työllistävästä vaikutuksesta muutoin kuin bruttolukuja alaspäin pyöristäen, erityisesti omaan kuntaan kohdistuva vaikutus voidaan tässä tapauksessa merkitä nol-laksi. Teollisuuden jätteen käytön ei arvioitu aiheuttaneen nettolisäyksiä polttoaineen hankinnan työpaikkoihin eli työpanos olisi ollut likimain sama myös siinä tapauksessa, että jätteenpuu olisi kuljetettu kaatopaikalle. Polttoaineiden hankinnan työllistävä nettovaikutus oli keskimäärin seuraava:

- metsähake	7,1	henkilötyövuotta/ 10 000 m <sup>3</sup> (irto)
- palaturve	2,8	"
- jyrsinturve	1,5	"
- teollisuuden jätteenpuu	0,0	"

Kunkin polttoaineen hankinnan työllistävästä nettovaikutuksesta arvioitiin kohdistuvan omaan kuntaan yhtä suuri osuus kuin polttoaineesta saatiin oman kunnan alueelta.

Taulukko 5.6 Polttoaineiden hankinnan työllistävä vaikutus v. 1982, netto, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettovaikutus <sup>1)</sup>		
	keskimäärin, henkilötyövuotta/GWh <sup>2)</sup>	yhteensä, henkilötyövuotta	josta omassa kunnassa henkilötyövuotta
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	1,4	23,4	23,3
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	0,7	69,8	52,9
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	0,2	3,0	2,1
muu, $>$ 2 MW (n = 6)	0,2	55,2	12,5
<b>Yhteensä (n = 32)</b>	<b>0,7</b>	<b>151,4</b>	<b>90,8</b>

1) toteutetun vaihtoehdon työllistävä vaikutus miinus metsähakkeen osalta välttämättömien metsänhoitotoimenpiteiden työllistävä vaikutus

2) lämpökeskuksessa tuotettua lämpöyksikköä kohti

Polttoaineiden hankinnan työllistävä vaikutus vuonna 1982 oli yhteensä 171,1 henkilötyövuotta, josta nettovaikutukseksi saatiin 151,4 henkilötyövuotta (taulukko 5.6). Omaan kuntaan nettovaikutuksesta kohdistui 60 %. Hakkeen hankinnan työllistävästä nettovaikutuksesta, 106,0 henkilötyövuotta, metsänomistajien osuus oli 22,8 %. Korkeintaan 1 MW:n hakelaitosten polttoaineiden hankinnan työllistävä nettovaikutus tuotettua lämpöyksikköä (GWh) kohti laskettuna oli tarkastelluista ryhmistä suurin. Näissä laitoksissa käytettiin lähes yksinomaan haketta, lisäksi vuosihyötysuhde keskimäärin alenee laitoksen koon pienentyessä, ja vähän haketta vuosittain toimittavien ketjujen tuottavuus on keskimäärin alhainen.

Pienten hakelaitosten yhteenlasketusta työllistävästä nettovaikutuksesta 99,6 % kohdistui omaan kuntaan. Suuremmissa hakelaitoksissa käytettiin hakkeen ohella jo runsaammin muitakin kotimaisia polttoaineita ja haketta myös tuotiin jonkin verran muista kunnista. Yhteenlasketusta työllistävästä nettovaikutuksesta omaan kuntaan kohdistui tässä ryhmässä 75,8 %. Korkeintaan 2 MW:n muissa laitoksissa käytettiin pääasiassa teollisuuden jätepuuta ja palaturvetta, jota myös tuotiin muista

kunnista. Ryhmän yhteenlasketusta työllistävistä nettovaikutuksesta omaan kuntaan kohdistui 70,0 %. Suuremmat muut laitokset toivat kaiken käyttämänsä pala- ja jyrsinturpeen muista kunnista, oheispolttoaineena käytetystä hakkeesta osa saatiin omasta kunnasta. Ryhmän yhteenlasketusta työllistävistä nettovaikutuksesta omaan kuntaan kohdistui 22,6 %.

Taulukko 5.7 Polttoaineiden hankinnan työllistävä vaikutus verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa, netto, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettovaikutus 1)		
	keskimäärin, henkilötyövuotta/GWh 2)	yhteensä, henkilötyövuotta	josta omassa kunnassa henkilötyövuotta
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	1,7	38,9	38,7
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	1,0	153,3	111,3
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	0,2	5,3	2,6
muu, $>$ 2 MW (n = 5)	0,2	65,8	12,5
Yhteensä (n = 31)	0,9	263,3	165,1

1) toteutetun vaihtoehdon työllistävä vaikutus miinus metsähakkeen osalta välttämättömien metsänhoitotoimenpiteiden työllistävä vaikutus

2) lämpökeskuksessa tuotettua lämpöyksikköä kohti

Vuonna 1982 raskaan polttoöljyn osuus tuotetusta lämmöstä oli monessa tapauksessa vielä huomattava. Polttoaineiden osuuksien muuttuessa (= kotimaisten polttoaineiden osuuden kasvaessa) polttoaineiden hankinnan työllistävän nettovaikutuksen tuotettua lämpöyksikköä kohti laskettuna odotetaan keskimäärin nousevan, toisaalta verkkojen saavuttaessa lopullisen laajuutensa laitosten käyttö tehostuu ja polttoaineiden hankinnan yhteenlaskettu työllistävä nettovaikutus myös siitä syystä nousee (taulukko 5.7). Polttoaineiden osuuksien muuttumisen odotetaan aiheuttavan myös sen, että muuta pääpolttoainetta kuin haketta käyttävissä laitoksissa omaan kuntaan kohdistuva osuus polttoaineiden hankinnan työllistävistä nettovaikutuksesta suhteellisesti alenee. Huomattakoon, että kunkin kotimaisen polttoaineen hankinnan työllistävän nettovaikutuksen hankittua kuutiometriä kohti samoin kuin hankinnan

yksikkökustannusten oletettiin olevan samat kuin vuonna 1982.

Taulukko 5.8 Oman kunnan vuotuisten verotulojen keskimääräiset nettolisäykset tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettolisäys, mk/MWh	
	verkkojen rakentamisaikana	verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	12,80	11,80
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	5,90	6,60
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	4,-	3,-
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	1,30	0,90
Kaikki laitokset (n = 32)	6,60	6,50

1) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Työllisyyden kohentuessa lisääntyvät kunnan vuotuiset verotulot. Verotulojen nettolisäystä arvioitaessa vähennettiin hakkeen hankinnan työllistävästä nettovaikutuksesta metsänomistajien osuus, oletettiin siis, että heidän hankkimansa hakepuu mahtuu vuotuiseseen verovapaaseen määrään ( $\leq$  150 m<sup>3</sup>). Oman kunnan vuotuisten verotulojen keskimääräiseksi nettolisäykseksi laskettiin 6,60 mk/MWh vuonna 1982 eli verkkojen rakentamisaikana keskimäärin (taulukko 5.8). Suurin tuotettua lämpöyksikköä kohti laskettu keskimääräinen nettolisäys oli korkeintaan 1 MW:n hakelaitosten ryhmässä ja pienin yli 2 MW:n muiden laitosten ryhmässä. Laitosten käytön tehostuksessa lämpökeskusten työpaikkojen lämpöyksikköä kohti tuottamat nettolisäykset alenevat, oletettiinhan, ettei käyttökilokuntaa lisätä. Toisaalta polttoaineiden osuuksien muuttuessa polttoaineiden hankinnan työpaikkojen lämpöyksikköä kohti tuottamat nettolisäykset nousevat hakelaitoksissa, joten yhteenlaskettu keskimääräinen nettolisäys pysyy likimain ennallaan. Laskelmista puuttuvat edelleen yritysten voitot, niiden tuottamat oman kunnan vuotuisten verotulojen nettolisäykset voidaan kuitenkin arvioida vähäisiksi ja jättää varovaisuusperiaatteen mukaiseksi varauseräksi.

Metsähake saatiin alueilta, joilla olisi joka tapauksessa pitänyt tehdä raivaus- ja perkaustöitä. Näistä töistä olisi kunnan omien metsien osalta syntynyt kunnalle kustannuksia, jotka siis olisivat toteutuneet siinä tapauksessa, ettei haketta käytettäisi polttoaineena. Investoinnit toteuttaneilta kunnilta saatiin tiedot siitä, kuinka suuri osuus hakkeesta saatiin kunnan omista metsistä. Metsänhoitokustannusten säästöjä arvioitaessa oletettiin, että hakepuuta kertyy keskimäärin  $65 \text{ m}^3$  (irto) hehtaarilta (=  $26 \text{ m}^3/\text{ha}$ , Hakkila ja Kalaja 1983), perkaus- ja raivaustöiden kustannusten puolestaan arvioitiin olevan keskimäärin 500 mk/ha. Vuonna 1982 hakepuuta korjattiin siten yhteensä noin 2 300 hehtaarilta, kuntien omistamien metsien osuus tästä oli yhteensä noin 480 hehtaaria (21 %). Huomattakoon, että vaikka haketta hankittiinkin muista kunnista, sitä ei oletettu hankittavan muiden kuntien omistamista metsistä. Verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa hakepuun tuottamiseen tarvittavan pinta-alan odotetaan olevan likimain 4 500 hehtaaria, josta kuntien omistamien metsien osuuden odotetaan olevan noin 820 hehtaaria.

Kunnan omien metsien metsänhoitokustannusten keskimääräiset säästöt vuonna 1982 olivat 2,50 mk/MWh (taulukko 5.9). Suurimmat tuotettua lämpöyksikköä kohti lasketut keskimääräiset kustannussäästöt olivat korkeintaan 1 MW:n hakelaitosten ryhmässä. Suurempiin hakelaitoksiin polttoainetta jouduttiin pieniä hakelaitoksia enemmän hankkimaan kunnan omien metsien ulkopuolelta, ja kustannussäästöt jäivät siten suhteellisesti alhaisemmiksi, lisäksi on muistettava laitosten keskimääräisten vuosihyötysuhteiden erot. Muuta pääpolttoainetta kuin haketta käyttävien laitosten tuottamat keskimääräiset kustannussäästöt lämpöyksikköä kohti jäivät vähäisiksi, niitä kuitenkin esiintyi oheispolttoaineena käytetyn metsähakkeen ansiosta. Polttoaineiden osuuksien muuttumisesta johtuu, että hakelaitosten tuottamien lämpöyksikköä kohti laskettujen kustannussäästöjen odotetaan keskimäärin nousevan verkkojen saavuttaessa lopullisen laajuutensa, muiden laitosten osalta ei merkittäviä muutoksia odoteta tapahtuvan. Keskimäärin kustannussäästöjen odotetaan olevan 3,- mk/MWh.

Taulukko 5.9 Oman kunnan vuotuisten metsänhoitokustannusten keskimääräiset säästöt tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Kustannussäästö, mk/MWh	
	verkkojen raken- tamisaikana	verkkojen saavu- tettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	6,90	7,10
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	1,30	2,60
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	0,10	0,10
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	0,30	0,20
Kaikki laitokset (n = 32)	2,50	3,-

1) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Työllisyyden kohentumisesta koituvia kunnan sosiaalitoimen menojen nettosäästöjä ei ollut tässä yhteydessä mahdollista arvioida rahamääräisinä, voidaan kuitenkin olettaa perustellusti, että ne ovat joko nollan suuruiset tai sitä suuremmat.

Kunnan omistamilta maa-alueilta hankittiin polttoaineista ainoastaan metsähaketta. Maankäytön vaihtoehtoiskustannuksia ei kunnalle syntynyt, hake saatiin maan metsätalouskäytön 'sivutuotteena' (metsätalouskäyttö siis tulkittiin kyseisten alueiden parhaaksi käyttömuodoksi). Myöskään raaka-aineen käytön vaihtoehtoiskustannuksia ei metsähakkeen osalta voida katsoa syntyneen. Hakkila ja Kalaja (1983) totesivat kuitupuun osuudeksi pystykaupoin ostetusta hakepuusta keskimäärin 15 % ja pitivät määrää niin pienenä, ettei sen korjaaminen erillisenä tavaralajina metsäteollisuuden jalostuskäyttöön olisi ollut taloudellisesti mielekäästä. Sama voidaan yleistää koskemaan myös kunnan omista metsistä hankittua hakepuuta.

Polttoaineen v valinnasta koitui siis kunnallistaloudelle rahamääräisiä nettohyötyjä verotulojen lisäysten ja kunnan omien metsien metsänhoitokustannusten säästöjen kautta. Kunnallistaloudelliset vuotuiset nettohyödyt (kaavasta 2.7) voidaan nyt lisätä lämmöntuotannon käyttökustannusten säästöihin,

lämpökeskuksen rakentamisaikaiset kunnan verotulojen nettolisäykset vähentää investointikustannusten erotuksesta ja polttoainevalintojen kannattavuus arvioida laskemalla takaisinmaksuajat käyttäen kriteeriä 2.6. Yksikkökäyttökustannuksia kunnallistaloudellisten nettohyötyjen lisääminen alensi vuonna 1982 laitostyypeittäin keskimäärin seuraavasti:

- hake, $\leq$ 1 MW	12,7 %
- hake, $>$ 1 MW	4,9 "
- muu, $\leq$ 2 MW	3,3 "
- muu, $>$ 2 MW	1,7 "
- kaikki laitokset	6,7 "

Vastaavan alentavan vaikutuksen odotetaan verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa olevan:

- hake, $\leq$ 1 MW	14,4 %
- hake, $>$ 1 MW	7,2 "
- muu, $\leq$ 2 MW	3,1 "
- muu, $>$ 2 MW	1,4 "
- kaikki laitokset	8,2 "

Kunnallistaloudellisten nettohyötyjen huomioon ottaminen siis tasoittaa laitostyyppiä välisiä keskimääräisten yksikkökäyttökustannusten eroja.

Taulukko 5.10 Polttoainevalintojen kannattavuus kunnallistalouden näkökulmasta, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Valinnoista	
	kannattavia, %	kannattamattomia, %
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	44	56
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	45	55
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	83	17
muu, $>$ 2 MW (n = 6)	100	-
Kaikki laitokset (n = 32)	63	38

Polttoainevalinnoista tulkittiin kunnallistalouden näkökulmasta kannattaviksi 20 ja kannattamattomiksi 12 (taulukko 5.10). Kunnallistaloudellisten nettohyötyjen lisääminen käyttökustannusten säästöihin siis muutti kaksi laitosta kannattaviksi, toinen näistä on pieni hakelaitos ja toinen pieni muu laitos. Kannattavien valintojen osuudet molemmissa hakelaitosten ryhmissä ovat nyt yhtä suuret, tosin yli 1 MW:n kannattamattomista hakelaitoksista kaksi on sellaisia, joissa saavutetaan käyttökustannusten säästöjä (kunnallistalouden näkökulmasta), muttei riittävästi investointikustannusten erotuksen kattamiseksi vaaditussa ajassa. Myös kannattamattomaksi valinnaksi tulkittu pieni muu laitos on tällainen.

Kaikista valinnoista koituvat vuotuiset kunnallistaloudelliset nettohyödyt voidaan nyt laskea summaamalla yksittäisten valintojen tuottamat nettohyödyt (kaava 2.7). Kaikkien yksittäisten valintojen tuottamat nettohyödyt ovat positiivisia, joten myös laitostyypeittäin lasketut summat ovat positiiviset (taulukko 5.11).

Taulukko 5.11 Polttoainevalinnoista kunnallistaloudelle koituvien vuotuisten nettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettohyötyjen summa, 1 000 mk/a	
	verkkojen rakentamisaikana	verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	+ 297	+ 473
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	+ 477	+ 928
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	+ 91	+ 95
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	+ 332	+ 281
<b>Yhteensä (n = 32)</b>	<b>+ 1 197</b>	<b>+ 1 777</b>

<sup>1)</sup>verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Voidaan siis todeta, että kriteerin 2.6 perusteella 63 % valinnoista tulkittiin kannattaviksi ja kaikkien valintojen todettiin toisaalta tuottavan kunnallistaloudellisia nettohyötyjä. Tosin korkeintaan 1 MW:n hakelaitosten kunnallistaloudelle

tuottamien vuotuisten nettohyötyjen summa ei riittänyt kattamaan näiden laitosten aluelämmön kuluttajien vuotuisten nettohyötyjen negatiivista summaa (ks. taulukko 5.2).

### 5.3 Koko kunnan näkökulma

Kunnan toiminnan tulee tähdätä kunnan jäsenten yleiseen etuun, joten näkökulmaa on vielä laajennettava ottamalla huomioon aluelämmön kuluttajien ja kunnallistalouden nettohyötyjen lisäksi myös muut kunnan jäsenten nettohyödyt.

Aluelämpökeskusten rakennus- ja asennustöiden työllistävästä nettovaikutuksesta arvioitiin puolet omaan kuntaan kohdistuvaksi, laitteistojen valmistuksen vaatima työpanos sen sijaan kohdistui kokonaan oman kunnan ulkopuolelle (ks. taulukot 5.3 ja 5.4). Rakennusaikainen oman kunnan jäsenten työtulojen nettolisäys laskettiin seuraavasti:

- + omaan kuntaan kohdistuneen nettotyöpanoksen ja talonrakennustyöntekijöiden investoinnin toteuttamisvuoden keskiansion perusteella laskettu työtulojen lisäys
- investoinnin toteuttamisvuoden bruttoveroasteen perusteella lasketut verot
- investoinnin toteuttamisvuoden keskimääräinen työttömyys-turva
- = rakennusaikainen kunnan jäsenten työtulojen nettolisäys

Laitoksen kokonaistehon kilowattia kohti laskettuna rakennusaikaiset kunnan jäsenten työtulojen nettolisäykset olivat laitoskokoluokittain keskimäärin seuraavat:

- < 1,0 MW	5,30 mk/kW
- 1,1 - 3,0 MW	4,10 "
- 3,1 - 10,0 MW	4,10 "
- > 10,1 MW	6,70 "
- kaikki laitokset	4,80 "

Yksikköinvestointikustannuksia rakennusaikaiset kunnan jäsen-  
ten työtulojen nettolisäykset alensivat vähän, alentava vai-  
kutuksen oli keskimäärin 0,9 % (investointiavustukset vähennet-  
tyinä).

Laitostyypeittäin nettolisäykset olivat yhteensä seuraavat:

	1 000 mk
- hake, $\leq$ 1 MW	45
- hake, $>$ 1 MW	404
- muu, $\leq$ 2 MW	27
- muu, $>$ 2 MW	572
- yhteensä	1 048

Taulukko 5.12 Oman kunnan jäsenten vuotuisten työtulojen  
keskimääräiset nettolisäykset tuotettua läm-  
pöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonais-  
tehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettolisäys, mk/MWh	
	verkkojen raken- tamisaikana	verkkojen saavu- tettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	46,10	45,20
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	25,40	31,10
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	11,10	8,50
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	4,70	3,20
Kaikki laitokset (n = 32)	24,70	26,30

1) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Pysyvien työpaikkojen nettolisäysten (ks. taulukot 5.5 ja  
5.6) kunnan jäsenille tuottamat vuotuisten työtulojen  
nettolisäykset arvioitiin kuten edelläkin toimialoi-  
taisten keskiansioiden, bruttoveroasteen ja keskimääräisen  
työttömyysturvan perusteella. Keskimäärin kunnan jäsenten  
vuotuisten työtulojen nettolisäykset tuotettua lämpöyksikköä  
kohti vuonna 1982 olivat 24,70 mk/MWh ja polttoaineiden osuuk-  
sien muututtua keskimääräisten nettolisäysten odotetaan olevan

26,30 mk/MWh verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa (taulukko 5.12). Laitostyypeittäin tarkasteltuna keskimääräisissä nettolisäyksissä on selviä eroja, erojen syyt on esitetty edellä tarkasteltaessa polttoaineiden hankinnan työlistävää nettovaikutusta.

Kunnan jäsenten vuotuisten metsänhoitokustannusten säästöt laskettiin samoin perustein kuin kuntien vastaavat säästöt. Keskimäärin säästöt tuotettua lämpöyksikköä kohti vuonna 1982 olivat 3,70 mk/MWh ja polttoaineiden osuuksien muututtua keskimääräisten säästöjen odotetaan olevan 4,60 mk/MWh verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa (taulukko 5.13). Yli 1 MW:n hakelaitokset tuottavat nyt suurimmat keskimääräiset säästöt, pienempien hakelaitosten tarvitsemasta hakkeesta suhteellisesti suurempi osuus saadaan kunnan omista metsistä (ks. taulukko 5.9). Muuta pääpolttoainetta kuin haketta käyttävien laitosten tuottamat vuotuisten metsänhoitokustannusten säästöt ovat vähäiset, niitä kuitenkin esiintyy oheispolttoaineena käytettävän hakkeen ansiosta.

Taulukko 5.13 Oman kunnan jäsenten vuotuisten metsänhoitokustannusten keskimääräiset säästöt tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Kustannussäästö, mk/MWh	
	verkkojen rakentamisaikana	verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	5,20	5,70
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	5,80	7,80
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	0,40	0,30
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	0,80	0,60
Kaikki laitokset (n = 32)	3,70	4,60

1) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Taulukko 5.14 Oman kunnan jäsenten vuotuisten kantorahatulojen<sup>1)</sup> keskimääräiset lisäykset tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Lisäys, mk/MWh	
	verkkojen rakentamisaikana	verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	6,80	7,40
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	7,60	10,10
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	1,-	0,80
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>2)</sup>	1,-	0,80
Kaikki laitokset (n = 32)	4,90	6,-

1) sisältää myös turvesoiden vuokrauksesta saatavat maanomistajien nettotulot

2) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Kunnan jäsenten vuotuisten kantorahatulojen lisäystä laskettaessa arvioitiin kantohintaa maksettavan keskimäärin 10 mk/m<sup>3</sup>(irto), kunnan omista metsistä hankittavalle hakkeelle sen sijaan ei laskettu kantohintaa. Myös osa palaturpeesta saatiin omasta kunnasta. Kunnan jäsenten arvioitiin saavosoiden vuokrauksesta lisätuloja 4 % aumahinnasta, veroja tästä lisätulosta arvioitiin maksettavan 50 %, hakkeesta saatava kantohintahan on verovapaata (siinä mielessä, että metsästä maksettava vero on samansuuruinen myytiinpä haketta tai ei). Keskimäärin kunnan jäsenten vuotuisten kantoraha- ja vastaavien tulojen nettolisäysten tuotettua lämpöyksikköä kohti arvioitiin olleen 4,90 mk/MWh vuonna 1982, polttoaineiden osuuksien muututtua keskimääräisten nettolisäysten odotetaan olevan 6 mk/MWh:n verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa. Yli 1 MW:n hakelaitokset tuottavat jälleen suurimmat nettolisäykset, näiden laitosten hakkeen hankintahan kohdistui ennen kaikkea kunnan jäsenten metsiin. Muuta pääpolttoainetta kuin haketta käyttävien laitosten tuottamat nettolisäykset ovat vähäiset, niitä kuitenkin esiintyy oheispolttoaineena käytettävän hakkeen ja omasta kunnasta hankittavan palaturpeen ansiosta.

Oman kunnan yritysten voittojen lisäyksiä ei voitu arvioida, ne jäävät tässäkin yhteydessä varauseräksi.

Kun metsänomistaja käyttää omistamiaan, pääasiassa muuta käyttöä varten hankkimiaan koneita hakepuun hankintaan, niiden kiinteät yksikkökustannukset alenevat käytön tehostuessa. Tästä koituvia kustannussäästöjä ei ollut mahdollista arvioida rahamääräisinä, säästöjen voidaan kuitenkin olettaa olevan ei-negatiivisia. Sama oletus voidaan tehdä työllisyyden kohentumisesta kunnan jäsenille koituvista ei-rahamääräisistä nettohyödyistä.

Poltettaessa raskasta polttoöljyä on ongelmana rikkidioksidin leviäminen ympäristöön. Kotimaisten polttoaineiden käytön ongelmana puolestaan on erityisesti pöly ja riittämättömissä palamislämpötiloissa myös monirenkaiset aromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet, joiden on katsottu aiheuttavan terveysriskejä pitemmällä aikavälillä (öljyä, kivihiiltä ja turvetta ... 1983). Ympäristövaikutuksia ei ollut mahdollista käsitellä yksityiskohtaisemmin, varovaisuusperiaatteen mukaisesti voidaan kuitenkin olettaa valinnasta koituvat nettohyödyt ei-negatiivisiksi.

Hakkeen käytön osalta ei raaka-aineen ja maankäytön vaihtoehtoiskustannuksia kunnan jäsenille voida katsoa syntyneen edellä kunnallistaloudellisen näkökulman yhteydessä esitetyn perusteiden. Teollisuuden jätepuun osalta voidaan olettaa, ettei sillä tässä tapauksessa (pääasiassa kuorta ja purua) ole vaihtoehtoista, tuloa tuottavaa käyttöä. Turpeelle on periaatteessa olemassa vaihtoehtoisia käyttötapoja, käytännössä turpeen kemiallinen jalostus on toistaiseksi olematonta (Kotimaisten polttoaineiden kemiallisen ... 1983), raaka-aineen käytön vaihtoehtoiskustannuksia ei siis tältä osin ole toistaiseksi syntynyt. Maankäytön vaihtoehtoiskustannuksia turpeen käyttö sen sijaan aiheutti. Turpeen tuotantoon nyt käytettävä suo olisi voitu ottaa esimerkiksi metsätaloudeksi, nyt tämä voi tapahtua vasta turpeen noston päätyttyä eli tuotot metsätaloudeksi saadaan myöhemmin, tosin ne sitten saattavat olla suuremmat eikä viivästys välttämättä ole yhtä

pitkä kuin se aika, jolloin suota käytettiin turpeen tuotantoon. Toinen esimerkkivaihtoehto olisi ollut jättää suo luonnontilaiseksi ja käyttää sitä virkistykseen ja marjojen tuotantoon. Vaihtoehtokustannuksia ei kuitenkaan ollut mahdollista arvioida, parhaan vaihtoehtoisen käytön tai vaihtoehtoisten käyttöjen parhaan yhdistelmän tuottamia nettohyötyjä ei voitu määrittää.

Polttoaineen v valinnasta koitui siis kunnan jäsenille rahamääräisiä nettohyötyjä, joista edellä määritettiin vuotuisten työtulojen nettolisäykset, vuotuisten metsänhoitokustannusten säästöt sekä vuotuisten kantoraha- ja muiden vastaavien tulojen nettolisäykset. Nämä 'kunnan jäsenten muut vuotuiset nettohyödyt' (kaava 2.9) voidaan nyt lisätä lämmöntuotannon vuotuisten käyttökustannusten säästöjen ja kunnallistaloudellisten vuotuisten nettohyötyjen summaan, vähentää lämpökeskukseen rakentamisaikaiset kunnan jäsenten työtulojen nettolisäykset investointikustannusten erotuksesta ja arvioida polttoainevalintojen kannattavuus laskemalla takaisinmaksuajat käyttäen kriteeriä 2.8.

Yksikkökäyttökustannuksia kunnan jäsenten muiden vuotuisten nettohyötyjen lisääminen alensi vuonna 1982 laitostyypeittäin keskimäärin seuraavasti:

- hake, $\leq$ 1 MW	37,3 %
- hake, $>$ 1 MW	26,4 "
- muu, $\leq$ 2 MW	9,8 "
- muu, $>$ 2 MW	6,9 "
- kaikki laitokset	<u>24,6 "</u>

Verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa vastaavan alentavan vaikutuksen odotetaan olevan:

- hake, $\leq$ 1 MW	44,3 %
- hake, $>$ 1 MW	38,2 "
- muu, $\leq$ 2 MW	9,6 "
- muu, $>$ 2 MW	5,7 "
- kaikki laitokset	<u>31,7 "</u>

Polttoainevalinnoista tulkittiin koko kunnan näkökulmasta kannattaviksi 30 ja kannattamattomiksi 2 (taulukko 5.15). Kunnan jäsenten muiden vuotuisten nettohyötyjen lisääminen lämmöntuotannon vuotuisten käyttökustannusten säästöjen ja kunnallistaloudellisten vuotuisten nettohyötyjen summaan siis muutti kymmenen laitosta lisää kannattaviksi, viisi näistä on korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksia ja samoin viisi suurempia hakelaitoksia.

Toinen kannattamattomiksi tulkituista valinnoista on yli 1 MW:n hakelaitos, jossa tosin saavutetaan käyttökustannusten säästöjä (koko kunnan näkökulmasta), muttei riittävästi investointikustannusten erotuksen kattamiseksi vaaditussa ajassa. Laitoksen käyttämä hake on selvästi keskimääräistä kalliimpaa, sen tuottamat kunnallistaloudelliset ja kunnan jäsenten muut vuotuiset nettohyödyt tuotettua lämpöyksikköä kohti ovat puolestaan suuruusluokaltaan keskimääräiset. Toinen kannattamaton valinta on pieni muu laitos, jossa toiminnan alkuvaiheessa käytettiin palaturpeen ohella keskimääräistä selvästi kalliimpaa haketta ja suhteellisen runsaasti myös raskasta polttoöljyä. Käyttökustannusten säästöt (koko kunnan näkökulmasta), jotka odotetaan saavutettavan verkkojen ollessa lopullisessa laajuudessaan, eivät riitä kattamaan investointikustannusten erotusta ja toiminnan alkuvaiheen tappioita vaaditussa ajassa.

Taulukko 5.15 Polttoainevalintojen kannattavuus koko kunnan näkökulmasta, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Valinnoista	
	kannattavia, %	kannattamattomia, %
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	100	-
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	91	9
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	83	17
muu, $>$ 2 MW (n = 6)	100	-
Kaikki laitokset (n = 32)	94	6

Kaikista valinnoista koituvat, investoinnit toteuttaneiden kuntien jäsenten muut vuotuiset nettohyödyt voidaan nyt laskea summaamalla yksittäisten valintojen tuottamat nettohyödyt (kaava 2.9). Kaikkien yksittäisten valintojen tuottamat nettohyödyt ovat positiivisia, joten myös laitostyypeittäin lasketut summat ovat positiiviset (taulukko 5.16).

Taulukko 5.16 Polttoainevalinnoista kunnan jäsenille koituvien muiden vuotuisten nettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettohyötyjen summa, 1 000 mk/a	
	verkkojen rakentamisaikana	verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	+ 1 047	+ 1 653
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	+ 3 280	+ 6 486
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	+ 279	+ 293
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	+ 776	+ 638
Yhteensä (n = 32)	+ 5 382	+ 9 070

<sup>1)</sup>verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Polttoaineen v valinnasta kunnille ja niiden jäsenille koituvat vuotuiset kokonaisnettohyödyt (ks. kaava 2.10) voidaan nyt määrittää summaamalla vuotuiset aluelämmön kuluttajien, kunnallistalouksien ja kuntien jäsenten muiden nettohyötyjen summat.

Taulukko 5.17 Polttoainevalinnoista kunnalle ja sen jäsenille koituvien vuotuisten kokonaisnettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettohyötyjen summa, 1 000 mk/a	
	verkkojen rakentamisaikana	verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	+ 638	+ 1 587
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	+ 4 697	+ 8 725
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	+ 585	+ 1 196
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	+ 9 904	+ 12 071
Yhteensä (n = 32)	+ 15 824	+ 23 579

1) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Voidaan siis todeta, että 94 % valinnoista tulkittiin kannattaviksi koko kunnan näkökulmasta katsoen. Jos kunnat olisivat kotimaisen polttoaineen sijasta valinneet raskaan polttoöljyn, ne ja niiden jäsenet olisivat menettäneet verkkojen rakentamisaikana 15,8 Mmk:n vuotuiset nettohyödyt ja verkkojen valmistuttua 23,6 Mmk:n vuotuiset nettohyödyt (taulukko 5.17). Muistettakoon, että nämä summat tarkoittavat toteutetun vaihtoehdon tuottamien nettohyötyjen ja vertailuvaihtoehdon tuottamien nettohyötyjen erotusta.

Aluelämpökeskuksessa käytettävän polttoaineen valinta on siis 'hyödynjako-ongelma'. Jos polttoaineeksi valitaan raskas polttoöljy, pääosa positiivisista nettohyödyistä koituu muiden kansantalouksien hyväksi, omassa kansantaloudessa aluelämmön kuluttajien nettohyödyt ovat joissakin tapauksissa positiiviset, joissakin taas negatiiviset. Valittaessa kotimainen polttoaine pääosa positiivisista nettohyödyistä jää omaan kansantalouteen. Pienet hakelaitokset keskimäärin tuottavat aluelämmön kuluttajille negatiivisia nettohyötyjä, kun taas omaan kuntaan kohdistuvat kunnallistaloudelliset ja kunnan jäsenten muut nettohyödyt ovat positiiviset ja itseisarvoltaan suuremmat kuin aluelämmön kuluttajien negatiiviset nettohyödyt. Myös monet suuremmat hekelaitokset tuottavat aluelämmön kuluttajille

negatiivisia nettohyötyjä ja omaan kuntaan kohdistuvat kunnallistaloudelliset ja kunnan jäsenten muut positiiviset nettohyödyt ovat jälleen itseisarvoltaan suuremmat kuin mahdolliset aluelämmön kuluttajien negatiiviset nettohyödyt. Turve- ja jätepuulaitokset tuottavat aluelämmön kuluttajille positiivisia nettohyötyjä, oman kunnan talouteen ja kunnan jäsenille muutoin koituvat positiiviset nettohyödyt puolestaan ovat hakelaitosten tuottamiin nettohyötyihin verrattuna vähäiset. Oman kunnan ulkopuolelle kohdistuvia nettohyötyjä käsitellään kappaleissa 5.4 ja 5.5.

Kotimaisen polttoaineen valinta todettiin siis kannattavaksi potentiaalisen Pareto-parannuksen periaatteen mukaisesta koko kunnan näkökulmasta, tällöinhän riittää, että kunnalle ja sen jäsenille eri tavoin koituvat nettohyödyt ovat yhteenlaskettuina positiiviset, jolloin hyötyjä saavat voivat ainakin periaatteessa maksaa tappioita kärsiville täyden kompensaation. Kunnallistaloudelliset ja kunnan jäsenten muut nettohyödyt todettiin kaikissa tapauksissa positiivisiksi, joten niissä tapauksissa, joissa aluelämmön kuluttajien nettohyödyt ovat ei-negatiiviset, valinta on paitsi potentiaalisesti myös käytännössä Pareto-parannus (tarkasteltavanahan tässä vaiheessa oli kolme kollektiivista päätöksentekijää eli aluelämmön kuluttajat, kunnan muut jäsenet ja kunta taloudenpitäjänä).

Käytännössä ongelmana kuitenkin ovat aluelämmön kuluttajien negatiiviset nettohyödyt varsinkin monissa hakelaitoksissa. Niissä tapauksissa, joissa kunnallistaloudelliset positiiviset nettohyödyt ovat itseisarvoltaan yhtä suuret tai suuremmat kuin aluelämmön kuluttajien negatiivisten nettohyötyjen itseisarvo, voidaan aluelämmön kuluttajien nettohyödyt korottaa nollan suuruisiksi jo kunnan sisällä perimällä lämmöstä tuotantokustannusten edellyttämää alempi hinta, erotus voidaan maksaa kunnallistaloudellisista nettohyödyistä. Tällöin päädytään tilanteeseen, jossa aluelämmön kuluttajien nettohyödyt ovat nollan suuruiset, kunnallistaloudelliset nettohyödyt nollan suuruiset tai sitä suuremmat ja kunnan jäsenten muut nettohyödyt nollaa suuremmat eli valinta muuttuu myös käytännössä Pareto-parannukseksi. Elleivät kunnallistaloudelliset positiiviset nettohyödyt riitä täyden kompensaation

maksamiseen, on ainoa kunnan sisäinen mahdollisuus pyrkiä alentamaan lämmöntuotantokustannuksia etenkin suurinta komponenttia eli polttoainekustannuksia alentamalla (laitosta suunniteltaessa myös oikealla mitoituksella, polttoainekustannusten alentamismahdollisuuksista ja -keinoista ks. Hakila 1984). Tämä ratkaisu on luonnollisesti mahdollinen myös edellisessä tapauksessa. Mikäli lämmöntuotantokustannuksia onnistutaan alentamaan sen verran, että aluelämmön kuluttajien negatiiviset nettohyödyt muuttuvat vähintään nollan suuruisiksi, muuttuu valinta myös käytännössä Pareto-parannukseksi, sillä kunnallistaloudelliset ja kunnan jäsenten muut nettohyödyt pysyvät edelleen positiivisina.

#### 5.4 Valtiontalouden näkökulma

Aluelämmityksessä käytettävän polttoaineen valinta vaikuttaa myös valtiontalouteen. Energiapoliittisten tavoitteiden saavuttamiseksi valtiovalta muun muassa myöntää investointiavustuksia kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisääviin investointeihin, toisaalta kotinaisen polttoaineen valinta tuottaa hyötyjä valtiontaloudelle esimerkiksi verotulojen lisäysten ja työttömyysturvan säästöjen kautta.

Lämpökeskusten rakennus- ja asennustöiden sekä laitteistojen valmistuksen työllistävän nettovaikutuksen (ks. taulukot 5.3 ja 5.4) tuottama valtion verotulojen nettolisäys laskettiin investoinnin toteuttamisvuoden toimialoittaisten keskiansioiden ja 'valtiontaloudesta johtuvan veroasteen' perusteella (bruttoveroaste miinus kunnallistaloudesta johtuva veroaste, julkinen sektori kuntia lukuun ottamatta siis sisällytettiin 'valtioon'). Valtiolle koitua työttömyysturvan nettosäästö puolestaan arvioitiin investoinnin toteuttamisvuoden keskimääräisen työttömyysturvan perusteella. Yksinkertaisuuden vuoksi myös työttömyyskassojen kustannukset kokonaisuudessaan sisällytettiin 'valtion' kustannuksiin, työttömyysturvan kustannuksia ei siis eritelty maksajaryhmittäin. Lisäksi oletettiin, että se likimain viidennes työttömistä työnhakijoista, joka jää työttömyysturvan ulkopuolelle, aiheuttaa kuitenkin työttömyydellään valtiolle keskimääräisen työttömyysturvan suuriset kustannukset.

Laitoksen kokonaistehon kilowattia kohti laskettuna rakennusaikaiset valtion verotulojen nettolisäykset ja työttömyysturvan nettosäästöt olivat laitoskokuokittain keskimäärin seuraavat:

- $\leq$ 1,0 MW	19,70 mk/kW
- 1,1 - 3,0 MW	13,60 "
- 3,1 - 10,0 MW	19,30 "
- $\geq$ 10,1 MW	22,70 "
- kaikki laitokset	<u>17,70</u> "

Prosentteina investointiavustuksista rakennusaikaiset valtion verotulojen nettolisäykset ja työttömyysturvan nettosäästöt olivat laitoskokuokittain keskimäärin seuraavat:

- $\leq$ 1,0 MW	13,1 %
- 1,1 - 3,0 MW	8,5 "
- 3,1 - 10,0 MW	14,6 "
- $\geq$ 10,1 MW	19,2 "
- kaikki laitokset	<u>12,5</u> "

Yhteensä rakennusaikaiset valtion verotulojen nettolisäykset ja työttömyysturvan nettosäästöt olivat laitoistyypeittäin seuraavat:

	1 000 mk
- hake, $\leq$ 1 MW	165
- hake, $>$ 1 MW	1 441
- muu, $\leq$ 2 MW	117
- muu, $>$ 2 MW	1 983
- yhteensä	<u>3 706</u>

Valtion vuotuisten verotulojen nettolisäyksiä ja vuotuisten menojen nettosäästöjä arvioitaessa laskettiin ensiksi pysyvien työpaikkojen nettolisäysten (taulukot 5.5 ja 5.6) tuottama vuotuisten verotulojen nettolisäys toimialoittaisten keskiansioiden ja valtiontaloudesta johtuvan veroasteen avulla.

Hakkeen hankinnan työllistävästä nettovaikutuksesta kuitenkin vähennettiin metsänomistajien osuus, oletettiin siis, että heidän hankkimansa hakepuu mahtuu vuotuiseseen verovapaaseen määrään. Soiden vuokrauksesta saatavasta vuotuisesta lisätulosta oletettiin maksettavan valtiolle kohdistuvaa veroa 34,8 % (= 50 % miinus kunnallistaloudesta johtuva veroaste). Työttömyysturvan vuotuiset nettosäästöt laskettiin samoin kuin rakennusaikainen nettosäästökin, hakkeen hankinnan työllistävästä nettovaikutuksesta kuitenkin vähennettiin metsänomistajien osuus olettaen, etteivät metsänomistajat ole työmarkkinoiden käytettävissä työttöminä työnhakijoina.

Jos polttoaineeksi olisi valittu raskas polttoöljy, olisi valtio saanut raskaan polttoöljyn hintaan sisältyviä valmisteveroa ja öljysuojamaksua yhteensä 72 mk/t, nyt nämä tulot jäävät saamatta eli ne vähennettiin edellä mainittujen tulo- ja säästöerien summasta. Samoin jäävät saamatta raskaan polttoöljyn hintaan sisältyvästä varmuusvarastointimaksusta kertyvät tulot, toisaalta energiaomavaraisuuden kohentuminen vähentää varmuusvarastoinnin valtiolle aiheuttamia kustannuksia. Kun oletettiin, että varmuusvarastointimaksu vastaa varastoinnin aiheuttamia kustannuksia, nettomuutos valtionalouden kannalta voitiin tulkita nollan suuruiseksi. Lisäksi oletettiin, että polttopuun korjuuavustusten myöntäminen on ollut siirtymävaiheen tukimuoto, jota ei käytetä jatkuvasti, näitä avustuksia ei siis otettu laskelmissa huomioon. Kuten edelläkin, laskelmista puuttuvat myös polttoaineita toimittavien yritysten voitoista maksettavat verot.

Keskimääräiseksi valtion vuotuisten verotulojen nettolisäyksen ja vuotuisten menojen nettosäästön summaksi laskettiin 14 mk/MWh vuonna 1982 eli verkkojen rakentamisaikana keskimäärin (taulukko 5.18). Työtulojen ja soiden vuokrauksesta saatavien tulojen nettolisäysten tuottamaksi valtion verotulojen nettolisäykseksi laskettiin keskimäärin 9,90 mk/MWh, työttömyysturvan nettosäästökseksi keskimäärin 10,50 mk/MWh ja raskaan polttoöljyn hintaan sisältyvien verojen ja veronluontoisten maksujen menetykseksi keskimäärin 6,40 mk/MWh. Suurimman keskimääräisen nettomuutoksen tuottivat korkeintaan

Taulukko 5.18 Keskimääräiset valtion vuotuisten verotulojen nettolisäykset ja vuotuisten menojen nettosäästöt tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettomuutos, mk/MWh	
	verkkojen raken- tamisaikana	verkkojen saavu- tettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	+ 29,70	+ 26,10
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	+ 12,40	+ 12,70
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	+ 6,50	+ 4,10
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	+ 1,10	- 0,60
Kaikki laitokset (n = 32)	+ 14,-	+ 12,90

1) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

1 MW:n hakelaitokset ja pienimmän yli 2 MW:n muut laitokset. Laitosten käytön tehostuessa korvattava tuontipolttoainemäärä kasvaa paitsi absoluuttisesti myös suhteellisesti, ja raskaan polttoöljyn hintaan sisältyvien verojen ja veronluontoisten maksujen menetys yleensä kasvaa samalla kun muiden verotulojen lisäys ja kustannussäästöt lievästi alenevat, tuotettua lämpöyksikköä kohti laskettuna. Verkkojen ollessa lopullisessa laajuudessaan päädytäänkin tilanteeseen, jossa tehokkaasti toimivien, yli 2 MW:n muuta pääpolttoainetta kuin haketta käyttävien laitosten tuottamien valtion vuotuisten verotulojen nettolisäysten ja vuotuisten menojen nettosäästöjen summat ovat keskimäärin negatiiviset, -0,60 mk/MWh.

Avustukset voidaan nähdä myös valtion investointeina: alue- lämpökeskusten rakentamiseen on myönnetty avustuksia ehdolla, että valitaan kotimainen polttoaine, näistä valinnoista odotetaan koituvan myöhemmin hyötyjä valtionaloudelle. Avustusten myöntämisen valtionaloudellista kannattavuutta arvioitaessa laskettiin 'palautumisajat' kriteerin 2.11 perusteella, eli kussakin tapauksessa arvioitiin kuinka nopeasti valtion vuotuisten verotulojen nettolisäyksellä ja vuotuisten menojen nettosäästöllä kyetään kattamaan avustus korkoineen

(rakennusaikainen valtion verotulojen nettolisäys ja työttömyysturvan nettosäästö avustuksesta vähennettyinä). Kannattaviksi tulkittiin tapaukset, joissa palautumisaika oli korkeintaan 15 vuotta, kun laskentakorkona käytettiin valtionhallinnossa vastaavissa tapauksissa käytettävää 4 %. Tapauksissa, joissa investointi olisi vastaajan ilmoituksen mukaan toteutettu suunnitellun aikataulun mukaisesti ilman avustustakin, avustuksen myöntäminen tulkittiin kuitenkin aina valtiontaloudellisesti kannattamattomaksi, avustus ei lisännyt valtiontaloudellisia hyötyjä.

Taulukko 5.19 Investointiavustusten myöntämisen kannattavuus valtiontalouden näkökulmasta, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Avustuksen myöntäminen	
	kannatti	ei kannat- tanut
	% tapauksista	
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	67	33
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	55	45
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	50	50
muu, $>$ 2 MW (n = 6)	-	100
Kaikki laitokset (n = 32)	47	53

Toteutuneen suuruisen tuen myöntäminen todettiin valtiontaloudellisesti kannattavaksi 47 %:ssa tapauksista (taulukko 5.19, vrt. taulukko 5.1). 28 % tapauksista oli sellaisia, joissa investointi olisi vastaajan ilmoituksen mukaan toteutettu suunnitellun aikataulun mukaisesti ilman avustustakin ja 25 %:ssa tapauksista palautumisaika oli yli 15 vuotta. Suhteellisesti eniten kannattavia tapauksia oli korkeintaan 1 MW:n hakelaitosten ryhmässä, yli 2 MW:n muille laitoksille sen sijaan toteutuneiden suuruisia avustuksia ei olisi kannattanut myöntää lainkaan pelkästään valtiontalouden näkökulmasta katsoen.

Polttoainevalinnan kannattavuus kunnan ja valtiontalouden näkökulmista ovat valinnan kansantaloudellisen kannattavuuden komponentteja, ja kansantaloudellinen kannattavuus on avustuspäätöstä tehtäessä otettava huomioon, kuten kappaleessa 2.2.5 todettiin. Valintojen kansantaloudellisen kannattavuuden arviointia varten laskettiin vielä valtiontaloudelle koituvat vuotuiset kokonaisnettohyödyt kaavan 2.13 perusteella. Valtion vuotuisten verotulojen nettolisäyksen ja vuotuisten menojen nettosäästön summasta siis vähennettiin laitoksittain investointiavustuksen annuiteetti (rakennusaikainen valtion verotulojen nettolisäys ja työttömyysturvan nettosäästö avustuksesta vähennettyinä). Laitoksittain lasketut nettohyödyt summattiin sen jälkeen laitostyypeittäin. Huomattakoon, että nyt ovat mukana myös hyödyt niistä laitoksista, jotka olisi rakennettu suunnitellun aikataulun mukaisesti ilman avustustakin.

Taulukko 5.20 Polttoainevalinnoista valtiontaloudelle koituvien vuotuisten nettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettohyötyjen summa, 1 000 mk/a	
	verkkojen raken- tamisaikana	verkkojen saavu- tettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	+ 350	+ 574
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	+ 170	+ 965
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	+ 13	- 9
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	- 985	- 958
Yhteensä (n = 32)	- 452	+ 572

1) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Polttoainevalinnoista koitui valtiontaloudelle verkkojen rakentamisajan keskimääräistä tilannetta edustavana vuonna 1982 negatiivisia nettohyötyjä yhteensä noin 0,5 Mmk (taulukko 5.20), vuotuisten verotulojen nettolisäysten ja vuotuisten menojen nettosäästöjen summa, 1,2 Mmk, ei riittänyt kattamaan investointiavustusten annuiteettien summaa, 1,7 Mmk. Vuotuisten

nettohyötyjen summan negatiivisuus johtui yksinomaan yli 2 MW:n muuta pääpolttoainetta kuin haketta käyttävien laitosten tuottamista negatiivisista nettohyödyistä, pienempien muiden laitosten tuottamat nettohyödyt olivat likimain nollan suuruiset, hakelaitosten tuottamat nettohyödyt puolestaan olivat positiiviset. Verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa odotetaan hakelaitosten tuottamien vuotuisten nettohyötyjen selvästi kasvavan, korkeintaan 2 MW:n muiden laitosten tuottamien nettohyötyjen pysyvän likimain nollan suuruisina ja yli 2 MW:n muiden laitosten tuottamien negatiivisten nettohyötyjen lievästi alenevan. Kaikkien laitosten tuottamien valtiontalouden vuotuisten nettohyötyjen summan odotetaan tällöin olevan positiivinen, noin 0,6 Mmk/a.

#### 5.5 Kansantalouden näkökulma

Polttoainevalintojen kansantaloudellisen kannattavuuden komponenteista on edellä määritetty kunnan ja sen jäsenten sekä valtiontalouden vuotuiset nettohyödyt. Viimeisenä komponenttina määritetään muiden kuntien ja niiden jäsenten vuotuiset nettohyödyt.

Lämpökeskusten rakennus- ja asennustöiden vaatimasta nettotyöpanoksesta (taulukko 5.3) arvioitiin kohdistuvan muihin kuntiin keskimäärin puolet, laitteistojen valmistuksen vaatima nettotyöpanos (taulukko 5.4) puolestaan kohdistui kokonaisuudessaan muihin kuntiin. Muiden kuntien rakennusaikaiset verotulojen nettolisäykset laskettiin samoin perustein kuin omaan kuntaan kohdistuvat nettolisäykset (kappale 5.2). Laitoksen kokonaistehon kilowattia kohti laskettuna muille kunnille koituvat nettolisäykset olivat laitoskokoluokittain keskimäärin seuraavat:

- $\leq$ 1,0 MW	4,80 mk/kW
- 1,1 - 3,0 MW	3,30 "
- 3,1 - 10,0 MW	5,20 "
- $\geq$ 10,1 MW	5,50 "
- kaikki laitokset	4,40 "

Laitostyypeittäin nettolisäykset olivat yhteensä seuraavat:

	1 000 mk
- hake, $\leq$ 1 MW	41
- hake, $>$ 1 MW	335
- muu, $\leq$ 2 MW	30
- muu, $>$ 2 MW	492
- yhteensä	<hr/> 898

Muiden kuntien jäsenten rakennusaikaiset työtulojen nettolisäykset laskettiin samoin perustein kuin omaan kuntaan kohdistuvat nettolisäykset (kappale 5.3). Laitoksen kokonaistehon kilowattia kohti laskettuna muiden kuntien jäsenille koituvat nettolisäykset olivat laitoskokoluokittain keskimäärin seuraavat:

- $\leq$ 1,0 MW	14,30 mk/kW
- 1,1 - 3,0 MW	9,30 "
- 3,1 - 10,0 MW	14,30 "
- $\geq$ 10,1 MW	14,90 "
- kaikki laitokset	<hr/> 12,50 "

Laitostyypeittäin nettolisäykset olivat yhteensä seuraavat:

	1 000 mk
- hake, $\leq$ 1 MW	120
- hake, $>$ 1 MW	986
- muu, $\leq$ 2 MW	88
- muu, $>$ 2 MW	1 299
- yhteensä	<hr/> 2 493

Muiden kuntien vuotuisten verotulojen nettolisäykset arvioitiin samoin perustein kuin omaan kuntaan kohdistuvat nettolisäykset (kappale 5.2). Keskimääräiseksi nettolisäykseksi laskettiin 0,50 mk/MWh vuonna 1982 (taulukko 5.21). Suurin tuotettua lämpöyksikköä kohti laskettu keskimääräinen nettolisäys oli nyt yli 2 MW:n muuta pääpolttoainetta kuin haketta käyttävien laitosten ryhmässä, sen sijaan korkeintaan 1 MW:n

Taulukko 5.21 Muiden kuntien vuotuisten verotulojen keskimääräiset nettolisäykset tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettolisäys, mk/MWh	
	verkkojen rakentamisaikana	verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	0,-	0,-
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	0,50	0,60
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	0,50	1,-
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	1,20	1,50
Kaikki laitokset (n = 32)	0,50	0,70

1) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

hakelaitokset eivät lisänneet muiden kuntien vuotuisia verotuloja käytännöllisesti katsoen lainkaan. Laitosten käytön tehostuessa ja polttoaineiden osuuksien muuttuessa lämpöyksikköä kohti lasketut nettolisäykset nousevat muissa kuin pienissä hakelaitoksissa (vrt. taulukko 5.8). Verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa odotetaan valintojen tuottamista kunnallisverotulojen nettolisäyksistä kohdistuvan muihin kuntiin yli 2 MW:n muiden laitosten ryhmässä keskimäärin 62,5 %, pienempien muiden laitosten ryhmässä keskimäärin 25,0 %, yli 1 MW:n hakelaitosten ryhmässä keskimäärin 8,3 % ja pienempien hakelaitosten ryhmässä keskimäärin 0,0 %.

Vaikka haketta hankitaankin muiden kuntien alueelta, sitä ei oletettu hankittavan muiden kuntien omistamista metsistä, metsänhoitokustannusten säästöjä ei siis muille kunnille synny. Työllisyyden kohentumisesta muille kunnille koituvia sosiaali-toimen menojen säästöjä ei ollut mahdollista arvioida rahamääräisinä, voidaan kuitenkin olettaa perustellusti, että ne ovat yhtä suuret tai suuremmat kuin nolla.

Kaikista valinnoista muille kunnille koituvat vuotuiset nettohyödyt voidaan nyt laskea summaamalla yksittäisten valintojen

tuottamat muiden kuntien vuotuisten verotulojen nettolisäykset. Kaikkien yksittäisten valintojen tuottamat nettohyödyt ovat ei-negatiiviset ja laitostyypeittäin lasketut summat ovat positiiviset (taulukko 5.22).

Taulukko 5.22 Polttoainevalinnoista muille kunnille koituvien vuotuisten nettohyötyjen summat, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettohyötyjen summa, 1 000 mk/a	
	verkkojen raken- tamisaikana	verkkojen saavu- tettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	+ 1	+ 2
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	+ 110	+ 269
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	+ 9	+ 26
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	+ 418	+ 553
Yhteensä (n = 32)	+ 538	+ 850

1) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Muiden kuntien jäsenten vuotuiset nettohyödyt esitetään seuraavassa komponentteihinsa erittelemättöminä. Laskelmat on kuitenkin tehty komponentteittain käyttäen samoja perusteita kuin laskettaessa oman kunnan jäsenten vuotuisia nettohyötyjä (kappale 5.3). Taulukossa 5.23 esitettäviin lukuihin sisältyvät muiden kuntien jäsenten vuotuisten työtulojen nettolisäykset, vuotuisten metsänhoitokustannusten nettosäästöt, vuotuisten kantorahatulojen nettolisäykset ja turvesoiden vuokrauksesta saatavien vuotuisten tulojen nettolisäykset. Muiden hyöty- ja kustannuserien osalta voidaan esittää samat huomautukset kuin kappaleessa 5.3.

Taulukko 5.23 Muiden kuntien jäsenten keskimääräiset vuotuiset nettohyödyt tuotettua lämpöyksikköä kohti, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettohyödyt, mk/MWh	
	verkkojen raken- tamisaikana	verkkojen saavu- tettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	0,40	0,50
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	3,70	5,10
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	1,60	2,90
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	3,80	4,50
Kaikki laitokset (n = 32)	2,40	3,20

1) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Muiden kuntien jäsenten keskimääräisiksi vuotuisiksi nettohyödyiksi laskettiin 2,40 mk/MWh vuonna 1982. Suurimmat keskimääräiset nettohyödyt tuottivat yli 1 MW:n hakelaitokset ja yli 2 MW:n muut laitokset, pienimmät keskimääräiset nettohyödyt puolestaan koituivat korkeintaan 1 MW:n hakelaitoksista. Laitosten käytön tehostuessa ja polttoaineiden osuuk- sien muuttuessa lämpöyksikköä kohti lasketut nettohyödyt nousivat ja markkamääräisesti eniten nettohyötyjä odotetaan muiden kuntien jäsenille koituvan yli 1 MW:n hakelaitoksista. Suhteellisesti tarkasteltuna kuva kuitenkin muuttuu, verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa odotetaan valintojen kuntien jäsenille (pl. aluelämmön kuluttajat) tuottamista nettohyödyistä kohdistuvan muihin kuntiin yli 2 MW:n muiden laitosten ryhmässä keskimäärin 49,5 %, pienempien muiden laitosten ryhmässä keskimäärin 23,2 %, yli 1 MW:n hakelaitosten ryhmässä keskimäärin 9,4 % ja pienempien hakelaitosten ryhmässä keskimäärin 0,9 %.

Kaikista valinnoista muiden kuntien jäsenille koituvat vuotuiset nettohyödyt voidaan nyt laskea summaamalla yksittäisten valintojen tuottamat nettohyödyt, jotka kaikki ovat ei-negatiivisia. Laitostyypeittäin lasketut summat ovat siten positiiviset (taulukko 5.24).

Taulukko 5.24 Polttoainevalinnoista muiden kuntien jäsenil-  
le koituvien vuotuisten nettohyötyjen summat,  
pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Nettohyötyjen summa, 1 000 mk/a	
	verkkojen raken- tamisaikana	verkkojen saavu- tettua lopullisen laajuutensa
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)	+ 11	+ 20
hake, $>$ 1 MW (n = 11)	+ 923	+ 2 342
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)	+ 25	+ 71
muu, $>$ 2 MW (n = 6) <sup>1)</sup>	+ 1 194	+ 1 520
Kaikki laitokset (n = 32)	+ 2 153	+ 3 953

1) verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa n = 5

Muistettakoon, ettei kauppataseen kohentumisesta kansantalou-  
teen jäävän lisäpanoksen tuottamia nettohyötyjä eritelty omak-  
si komponentikseen (ks. 2.2.5). Samalla oletettiin, että kor-  
vattu tuontipolttoainemäärä joko vähentää valuuttahintaista  
tuontia tai, jos se vähentää bilateraalisopimukseen perustu-  
vaa tuontia, maksuksi potentiaalisesti tarvittavat hyödykkeet  
voidaan viedä vastaavin hinnoin muille markkinoille, tällöin  
bilateraalisopimukseen perustuvan viennin väheneminen ei ai-  
heuta menetyksiä kansantaloudelle.

Nyt on määritetty kaikki polttoainevalinnan kansantaloudelli-  
sen kannattavuuden komponentit ja kunkin yksittäisen valinnan  
kansantaloudelle tuottamat nettohyödyt voidaan laskea kaavas-  
ta 2.16 (ks. myös kaavat 2.5, 2.7, 2.9, 2.13 ja 2.14, raken-  
nusaikaiset nettohyödyt otetaan huomioon edellä esitetyllä  
tavalla). Kriteerin 2.22 mukaan valinta tulkittiin kansanta-  
loudellisesti kannattavaksi, jos sen tuottamat, kaavasta 2.16  
lasketut kansantalouden vuotuiset nettohyödyt ovat nolaa  
suuremmat.

Taulukko 5.25 Polttoainevalinnoista kansantaloudelle koituvat keskimääräiset vuotuiset nettohyödyt tuotettua lämpöyksikköä kohti, hyödynsaajaryhmän, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttotoinne ja kokonaisteho	Hyötyjen saajat:	aluelämmön kuluttajat	oma kunta ja sen muut jäsenet	valtion-talous	muut kunnat ja niiden jäsenet	Yhteensä	Nettohyödyt, mk/MWh	
<b>A. Verkkojen rakentamisaikana</b>								
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)		- 34,60	+ 77,80	+ 19,60	+ 0,40	+ 63,20		
hake, $>$ 1 MW (n = 11)		- 23,60	+ 46,-	+ 3,80	+ 4,20	+ 30,40		
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)		+ 3,80	+ 16,60	+ 2,-	+ 2,10	+ 24,50		
muu, $>$ 2 MW (n = 6)		+ 29,70	+ 8,10	- 2,50	+ 5,-	+ 40,30		
Kaikki laitokset (n = 32)		- 11,50	+ 42,40	+ 6,70	+ 2,90	+ 40,50		
<b>B. Verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa</b>								
hake, $\leq$ 1 MW (n = 9)		- 11,10	+ 77,20	+ 20,60	+ 0,50	+ 87,20		
hake, $>$ 1 MW (n = 11)		- 6,70	+ 58,20	+ 8,20	+ 5,70	+ 65,40		
muu, $\leq$ 2 MW (n = 6)		+ 25,50	+ 12,70	+ 0,80	+ 3,90	+ 42,90		
muu, $>$ 2 MW (n = 5)		+ 41,20	+ 5,70	- 3,60	+ 6,-	+ 49,30		
Kaikki laitokset (n = 31)		+ 6,-	+ 46,40	+ 8,50	+ 3,90	+ 64,80		

Kansantalouden keskimääräiset vuotuiset nettohyödyt tuotettua lämpöyksikköä kohti laskettuna esitetään taulukossa 5.25. Komponentit on siinä ryhmitelty hieman edellä esitetystä poikkeavalla tavalla, hyötyjen saajat on luokiteltu neljään ryhmään eli aluelämmön kuluttajat, oma kunta ja sen muut jäsenet, valtiontalous sekä neljäntenä ryhmänä muut kunnat ja niiden jäsenet. Keskimääräisiksi vuotuisiksi nettohyödyiksi laskettiin 40,50 mk/MWh vuonna 1982 eli verkkojen rakentamisaikana keskimäärin. Laitosten käytön tehostuessa ja polttoaineiden osuuksien muuttuessa (= kotimaisten polttoaineiden osuuksien kasvaessa) nousevat tuotettua lämpöyksikköä kohti lasketut nettohyödyt. Keskimäärin niiden odotetaan olevan 64,80 mk/MWh verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa.

Aineistoon kuuluvista laitoksista yksi yli 1 MW:n hakelaitos on sellainen, jonka tuottamien kansantalouden nettohyötyjen odotetaan olevan negatiiviset vielä verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa. Tässä tapauksessa aluelämmön kuluttajien tappiot ovat sen verran suuret, etteivät muut kansantalouden nettohyödyt riitä kattamaan niitä (muistettakoon kuitenkin, että laskelmista puuttuivat polttoaineita toimittavien yritysten voitot). Kansantaloudellisesti kannattaviksi voidaan siis tulkita 96,9 % valinnoista.

Palataan vielä investointiavustuksiin. Kappaleessa 2.2.5 todettiin, että avustettavan hankkeen on täytettävä kriteeri 2.22 ja lisäksi investoinnin kannattavuuden kunnan näkökulmasta on oltava sen verran heikko, ettei hanketta toteutettaisi ilman avustusta. Aineiston hankkeista 23 olisi joko lykkääntynyt tai jäänyt kokonaan toteuttamatta, ellei avustusta olisi myönnetty, näistä yksi oli kansantaloudellisesti kannattamattomaksi tulkittu valinta. Avustuksen myöntämiselle asetetun ehdon täytti siten 69 % hankkeista (lievä tulkinta, tiukan tulkinnan mukaan huomioon olisi otettu vain ne hankkeet, jotka olisivat jääneet kokonaan toteuttamatta ilman avustusta).

Kansantalouden vuotuisten nettohyötyjen summat esitetään taulukossa 5.26. Jos kunnat olisivat kotimaisen polttoaineen

Taulukko 5.26 Polttoainevalinnoista kansantaloudelle koituvien vuotuisten nettohyötyjen summat, hyödynsaajaryhmän, pääpolttoaineen ja kokonaistehon mukaan

Pääpolttoaine ja kokonaisteho	Hyötyjen saajat:	aluelämmön kuluttajat	oma kunta ja sen muut jäsenet	valtion-talous	muut kunnat ja niiden jäsenet	yhteensä	Nettohyötyjen summa, 1 000 mk/a	
<b>A. Verkkojen rakentamisaikana</b>								
hake, ≤ 1 MW (n = 9)	-	706	+ 1 344	+ 350	+ 12	+ 1 000		
hake, > 1 MW (n = 11)	+	940	+ 3 757	+ 170	+ 1 033	+ 5 900		
muu, ≤ 2 MW (n = 6)	+	215	+ 370	+ 13	+ 34	+ 632		
muu, > 2 MW (n = 6)	+	8 796	+ 1 108	- 985	+ 1 612	+ 10 531		
Yhteensä (n = 32)	+	9 245	+ 6 579	- 452	+ 2 691	+ 18 063		
<b>B. Verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa</b>								
hake, ≤ 1 MW (n = 9)	-	539	+ 2 126	+ 574	+ 22	+ 2 183		
hake, > 1 MW (n = 11)	+	1 311	+ 7 414	+ 965	+ 2 611	+ 12 301		
muu, ≤ 2 MW (n = 6)	+	808	+ 388	- 9	+ 97	+ 1 284		
muu, > 2 MW (n = 5)	+	11 152	+ 919	- 958	+ 2 073	+ 13 186		
Yhteensä (n = 31)	+	12 732	+ 10 847	+ 572	+ 4 803	+ 28 954		

sijasta valinneet raskaan polttoöljyn, kansantalous olisi menettänyt verkkojen rakentamisaikana 18,1 Mmk:n vuotuiset nettohyödyt ja verkkojen valmistuttua 29,0 Mmk:n vuotuiset nettohyödyt, jotka olisivat siirtyneet muiden kansantalouksien hyväksi. Muistettakoon, että nämä summat tarkoittavat toteutetun vaihtoehdon tuottamien nettohyötyjen ja vertailuvaihtoehdon tuottamien nettohyötyjen erotusta. Työssä siis tarkasteltiin näin laskettujen nettohyötyjen jakautumista oman kansantalouden ja muiden kansantalouksien välillä sekä omaan kansantalouteen jäävän osuuden jakautumista eri hyödynsaajaryhmien välillä. Jos myös muut kansantaloudet olisi otettu mukaan ja kaikki hyöty- ja kustannuserät olisi voitu tarkoin määrittää, loppusumma olisi ollut nollan suuruinen.

Valinnat yhtä lukuun ottamatta tulkittiin siis kannattaviksi potentiaalisen Pareto-parannuksen periaatteen mukaisesta kansantalouden näkökulmasta. Tällöinhän riittää, että valinnasta koituvat kansantalouden nettohyödyt ovat yhteenlaskettuina positiiviset, jolloin hyötyjä saavat voivat ainakin periaatteessa maksaa tappioita kärsiville täyden kompensatian. Edellä kappaleessa 5.3 tarkasteltiin mahdollisuuksia muuttaa valinnat myös käytännössä Pareto-parannuksiksi kunnan sisäisin toimenpitein, kun tarkasteltavana oli kolme kollektiivista päätöksentekijää eli aluelämmön kuluttajat, kunnan muut jäsenet ja kunta taloudenpitäjänä. Uutena ongelmana ovat nyt valtionaloudelle koituvat negatiiviset nettohyödyt, joita syntyy ennen kaikkea monista suuremmista muuta pääpolttoainetta kuin haketta käyttävistä lämpökeskuksista. Ongelma on relevantti, jos lähdetään siitä edellä esitetystä poikkeavasta näkemyksestä, ettei avustustoiminta saa tuottaa valtionaloudelle tappioita.

Jo toimivien, investointiavustuksensa jo käyttäneiden laitosten suhteen ei ole käytännössä olemassa keinoa, jolla valtionalouden negatiiviset nettohyödyt voitaisiin korjata vähintään nollan suuruiseksi. Sen sijaan uusia laitoksia suunniteltaessa tämä on mahdollista myöntämällä vähemmän avustuksia niille hankkeille, joiden nykykäytännön mukaisilla avustuksilla odotetaan tuottavan aluelämmön kuluttajille

positiivisia nettohyötyjä, mutta valtiontaloudelle negatiivisia nettohyötyjä (tarvittaessa rahoitustukea voidaan myöntää lainamuotoisena). Tämä mahdollistaa toisaalta avustusten lisäämisen niille hankkeille, joiden odotetaan tuottavan aluelämmön kuluttajille negatiivisia nettohyötyjä, mutta valtiontaloudelle positiivisia nettohyötyjä. Tällöin mahdollisimman moni polttoainevalinta saadaan paitsi periaatteessa myös käytännössä Pareto-parannukseksi. Huomattakoon, että myös aineistoon kuuluneet investoinnit toteuttaneet kunnat näkivät painopisteen muuttamisen mahdolliseksi sekä tukikohteiden että tukimuotojen välillä tuen vaikuttavuuden siitä kärsimättä (Toropainen 1984).

## 6 TULOSTEN TARKASTELU

### 6.1 Tulosten luotettavuus

Kyselyihin saatujen vastausten luotettavuuden arvioimiseksi oli käytettävissä seuraavat menetelmät:

- Vertaaminen viranomaisille toimitettuihin hakemus- ja tilitysasiakirjoihin sekä avustuspäätöksiin.
- Kontrollikysymykset, esimerkiksi kysymyssarja: lämpökeskuksessa olevien kattiloiden tehot, eri kattiloilla tuotetun lämmön määrät, lämmöntoimitukset, polttoaineiden käyttö ja hankkeen ansiosta säästettävät tuontipolttaineet.
- Toisiinsa läheisesti liittyvien asioiden kysyminen useammasta, hieman erilaisesta näkökulmasta, esimerkiksi kysymyssarja: investointipäätösten perusteet, avustushakemusten hylkäämisen riskiin varautuminen, investointilaskelmien menetelmät ja laskelmien tulokset, odotukset kotimaisten polttoaineiden jatkuvasta saannista kilpailukykyiseen hintaan, hankkeiden todennäköinen toteutuminen ilman avustuksia ja tukimuotoja koskevat preferenssit.
- Kontrollikysely. Osalle vastaajista henkilötyövuoden ja työpaikan välinen ero ei ollut täysin selvä, joten päätettiin tekemään tarkennuskysely hankkeiden pysyvistä työllistävästä vaikutuksesta. Samalla saatiin puutteelliset vastaukset täydennettyä ja vastauksiin mahdollisesti sisältyneet oletetut epätasällisyydet tarkennettua. Tässä yhteydessä voitiin luotettavuutta arvioida myös siten, että samaa asiaa kysyttiin toistamiseen ja eri ajankohdina annettuja vastauksia verrattiin toisiinsa.

Näiden menetelmien avulla voitiin päätellä, että kontrollikyselyllä täydennetyt ja tarkennetut vastaukset olivat riittävän luotettavia.

Aineistoon kuului 49 hanketta, joita kaikkia ei kuitenkaan voitu ottaa mukaan kannattavuusanalyysiin, 17 hanketta jouduttiin karsimaan. Karsiutumisen pääsyyinä olivat aikaisemmat investoinnit (aikaisemmin hankitut kattilat ja rakennukset), niiden kustannuksia ja rahoitusta ei kaikissa tapauksissa voitu selvittää. Voitiin kuitenkin päätellä, ettei karsiminen todennäköisesti aiheuttanut systemaattista harhaa tuloksiin, kannattavuusanalyysin aineiston ja koko aineiston eri jakaumat vastasivat varsin hyvin toisiaan. Tosin karsiminen kohdistui ennen kaikkea kokonaisteholtaan keskikokoisiin laitoksiin, joissa on aikaisemmin hankittuja kattiloita suhteellisesti enemmän kuin kannattavuusanalyysiin mukaan otetuissa lämpökeskuksissa. Tämänkin seikan vaikutusta tuloksiin voidaan pitää vähäisenä, esimerkiksi kokonaistehon mediaani koko aineistossa on 2,0 MW ja kannattavuusanalyysin aineistossa 1,9 MW, viimeksi toteutetun investoinnin yhteydessä rakennetun lisätehon mediaani puolestaan on koko aineistossa 1,6 MW ja kannattavuusanalyysin aineistossa 1,8 MW.

Laskettaessa polttoainevalintojen kannattavuutta kunnallisen liikelaitoksen, kunnallistalouden, koko kunnan ja valtiontalouden näkökulmista käytettiin korollisen takaisinmaksuajan menetelmää. Menetelmän rajoitus on siinä, ettei luonnollista kannattavuuden raja-arvoa ole olemassa, rajat ovat sopimuksenvaraisia. Lisäksi niissä tapauksissa, joissa ei synny käyttökustannusten säästöjä, takaisinmaksuajaksi saadaan ääretön, eikä tällöin esimerkiksi takaisinmaksuaikojen keskiarvoa voida laskea. Menetelmän valinta riippuu päätöksentekotilanteesta, ja kun otetaan huomioon ongelman luonne ja julkisen sektorin toiminnan tavoitteet, oli takaisinmaksuajan menetelmän (ja lievien takaisinmaksuaikavaatimusten) valinta kuitenkin loogisin ratkaisu. Toisaalta noudatettiin investointilaskelmiin olennaisesti kuuluvaa varovaisuusperiaatetta, esimerkiksi laskettaessa kannattavuuksia kunnan eri näkökulmista laskentakorko asetettiin korkeaksi. Rinnakkaisena, kansantalouden tasolla ainoana menetelmänä käytettiin kustannus-hyötyanalyysia.

Kaikkia hyöty- ja kustannuseriä ei ollut mahdollista arvioida. Laskelmista puuttuvat esimerkiksi turvesoiden osalta maankäytön vaihtoehtoiskustannukset, toisaalta esimerkiksi polttoaineita toimittavien yritysten voitot jäivät varovaisuusperiaatteen mukaiseksi varauseräksi.

Valintojen välillisiä vaikutuksia ei otettu huomioon. Periaatteessa se olisi ollut mahdollista, koska kyseessä oli valinta kahden määrätyn vaihtoehdon välillä. Vaikutusten oikea kohdentaminen (oma kunta - muut kunnat) olisi kuitenkin vaatinut oman tutkimuksensa, eikä sitä tässä yhteydessä katsottu mahdolliseksi. Kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtymisen välillisiä vaikutuksia koko kansantalouden tasolla tarkasteltiin esitutkimuksessa (Toropainen 1982).

Esityksen yksinkertaistamiseksi ja subjektiivisen valinnan välttämiseksi kunkin hyödynsaajaryhmän vuotuisille nettohyödyille annettiin yhtä suuri paino (=1). Sovellettaessa tutkimuksessa kehitettyä laskentamallia painotus voidaan tehdä toisinkin. Jos esimerkiksi aluelämmön kuluttajien vuotuisille nettohyödyille halutaan antaa muita suurempi paino ja muiden ryhmien vuotuisia nettohyötyjä puolestaan pidetään keskenään samanpainoisina, voidaan kunkin ryhmän nettohyötyihin liittää paino  $\pi_i$  siten, että  $\pi_{CUN} = 1$  ja  $\pi_{MUN} = \pi_{DUN} = \pi_{GUN} = \pi_{RUN} < 1$ . Esimerkin menettely on myös varovaisuusperiaatteen mukainen, koska muille kuin aluelämmön kuluttajille koituvia nettohyötyjä ei oteta täysimääräisinä huomioon. 'Oikeiden' painojen määrittämiseksi ei kuitenkaan ole objektiivista menetelmää.

Osa tuloksista perustuu vastaajien arvioihin. Esimerkiksi lämmöntuotantokustannukset verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa jouduttiin laskemaan vastaajien arvioimien odotettujen lämmöntoimitusten perusteella. On kuitenkin muistettava, että vastaajat edustivat parasta mahdollista asiantuntemusta, monessa tapauksessa vastaaja oli ollut mukana jo hankkeen suunnittelussa ja pystyi laatimaan arvionsa alkupeiräisten suunnitelmien ja toiminnan alkuvaiheen kokemusten perusteella (lisäksi joissakin tapauksissa verkot olivat lopullisessa laajuudessaan jo vuonna 1982).

Suurempi varaus on liitettävä siihen, että toteutuviksi odotetut kustannukset jouduttiin laskemaan vuoden 1982 toteutuneiden kustannusten perusteella. Menettely sisältää mm. oletuksen, etteivät polttoaineiden hankintatekniikka ja hankintaorganisaatiot verkkojen rakentamisaikana kehity, eikä virheistä opita. Käytettävissä ei kuitenkaan ollut menetelmää, jolla muutokset ja niiden vaikutukset olisi voitu luotettavasti arvioida. Toisaalta menettely on varovaisuusperiaatteen mukainen, toteutuva tilanne on todennäköisesti nyt ennustettua parempi esimerkiksi virheistä oppimisen ansiosta.

## 6.2 Tulosten merkitys ja yleistettävyyys

Käytännön päätöksentekotilanteissa aluelämpökeskuksessa käytettävän polttoaineen valinta tehdään kunnassa kunnallisen liikelaitoksen näkökulmasta eli tavoitteena on tuottaa lämpöä mahdollisimman taloudellisesti tavoittelematta kuitenkaan voittoa, kunnallinen liikelaitos on siis kustannusten minimoija; kunnallisen liikelaitoksen ja aluelämmön kuluttajien näkökulmat tarkoittavat likipitään samaa. Muitakaan kunnan ja sen jäsenten talouteen kohdistuvia vaikutuksia ei jätetä kokonaan huomioon ottamatta, määrittämis- ja laskentateknisten vaikeuksien takia niitä ei useimmissa tapauksissa kuitenkaan esitetä rahamääräisinä, vaan tärkeimmiksi katsotuista laaditaan kvantitatiivisia arvioita päätöksenteon tueksi. Nämä vaikutukset voidaan ottaa tarkemmin huomioon uusia lämpökeskuksia suunniteltaessa käyttäen hyväksi tässä tutkimuksessa laadittua laskentamallia. Tällaiset hyödyt ja kustannukset luonnollisesti vaihtelevat paljon tapauksesta toiseen ja ellei niitä pystytä tarkoin selvittämään uutta laitosta suunniteltaessa, voidaan käyttää hyväksi nyt laitostyypeittäin laskettuja keskiarvoja.

Kotimaisen polttoaineen valinta todettiin useimmissa tapauksissa kannattavaksi koko kunnan näkökulmasta. Aluelämmön kuluttajille sen sijaan syntyi joissakin tapauksissa negatiivisia nettohyötyjä, lämmöntuotantokustannukset toteutetussa vaihtoehdossa olivat korkeammat kuin raskaalla polttoöljyllä

toimivassa vertailulaitoksessa (ks. taulukot 5.25 ja 5.26). Tutkimuksessa kartoitettiin keinoja, joilla aluelämmön kuluttajien tappiot voidaan muuttaa vähintään nollahyödyiksi valinnan pysyessä edelleen kannattavana koko kunnan näkökulmasta (nollahyötytilanteessa aluelämmön kuluttajat ovat valinnan suhteen indifferenttejä, he ovat samassa asemassa riippumatta siitä käytetäänkö kotimaista polttoainetta tai raskasta polttoöljyä). Jo toimivissa laitoksissa aluelämmön kuluttajien tappiot voidaan joissakin tapauksissa kompensoida kunnallistalouden nettohyödyistä. Elleivät ne riitä täyteen kompensaatioon, on ainoa kunnan sisäinen mahdollisuus pyrkiä alentamaan lämmöntuotantokustannuksia etenkin suurinta komponenttia eli polttoainekustannuksia alentamalla (alentamismahdollisuuksista ja -keinoista ks. Hakkila 1984).

Uusia laitoksia suunniteltaessa kotimaisen polttoaineen valinnan kannattavuuden ensimmäinen edellytys on se, että lämpökeskus mitoitetaan oikein; vaikka skaalaedut pätevät tässäkin yhteydessä, ylimitoitus ei silti kannata. Lisäksi molemmat edellä mainitut keinot ovat tässäkin yhteydessä mahdollisia huolehdittaessa siitä, etteivät aluelämmön kuluttajat kärsi tappioita.

Tuloksia voidaan hyödyntää myös suunniteltaessa energiapolitiittisia toimenpiteitä ja tehtäessä avustus- ja lainoituspäätöksiä, hyväksi voidaan käyttää sekä kehitettyä laskentamallia että kannattavuus-, hyöty- ja kustannustietoja.

Valinnat yhtä lukuun ottamatta todettiin kansantaloudellisesti kannattaviksi. Valtiontaloudelle toteutuneiden suurien investointiavustusten myöntäminen tuotti tappioita neljäsosassa tapauksista siten, että vuotuisten verotulojen nettolisäykset ja vuotuisten menojen nettosäästöt eivät riittäneet kattamaan avustuksia vaaditussa ajassa. Lisäksi runsaassa neljäsosassa tapauksista tappioita syntyi siksi, että avustusten myöntäminen todettiin tarpeettomaksi, investoinnit olisi toteutettu suunnitellun aikataulun mukaisesti ilman avustustakin. Jo toimivien, avustuksensa jo käyttäneiden laitosten suhteen ei ole olemassa keinoja, jolla valtiontaloudelle koituvat negatiiviset

nettohyödyt voitaisiin korottaa vähintään nollahyödyiksi. Sen sijaan uusia laitoksia koskevia avustuspäätöksiä tehtäessä avustusta voidaan myöntää vähemmän niille hankkeille, joiden odotetaan nykykäytännön mukaisilla avustuksilla tuottavan valtiontaloudelle negatiivisia, mutta aluelämmön kuluttajille positiivisia nettohyötyjä. Avustuksia voidaan puolestaan lisätä niille hankkeille, joiden odotetaan tuottavan aluelämmön kuluttajille negatiivisia, mutta valtiontaloudelle positiivisia nettohyötyjä. Painopisteen muuttaminen sekä tukikohteiden että tukimuotojen välillä todettiin mahdolliseksi tuen vaikuttavuuden siitä kärsimättä.

Aluelämmityksessä käytettävän polttoaineen valinta on hyödynjako-ongelma. Jos valitaan kotimainen polttoaine, jäävät hyödyt oman kansantalouden hyväksi eli valinta on kannattava potentiaalisen Pareto-parannuksen periaatteen mukaisesti. Osoitetuilla keinoilla voidaan lisäksi huolehtia siitä, että valinta on myös käytännössä Pareto-parannus eli kaikkien ryhmien nettohyödyt ovat ei-negatiiviset ja vähintään yhden ryhmän nettohyödyt ovat positiiviset.

Tuloksia hyödynnettäessä tulee muistaa seuraavat yleistämistä koskevat varaukset:

- Tulokset koskevat kuntien aluelämpöinvestointeja. Kehitettyä laskentamallia voidaan tosin soveltaa suunniteltaessa ja tarkkailtaessa muitakin energiainvestointeja.
- Tutkimuksessa tarkasteltiin kotimaisten polttoaineiden valinnan kannattavuutta verrattuna raskaaseen polttoöljyyn. Eri kotimaisia polttoaineita ei verrattu toisiinsa, eikä aluelämmitystä verrattu kiinteistökohtaiseen järjestelmään.
- Aineisto oli lukumääräisesti pieni, ja laitostyyppittäisessä tarkastelussa yli 1 MW:n hakelaitosten ja yli 2 MW:n muiden laitosten kokonaistehojen vaihteluvälit olivat suuret, useamman luokan muodostaminen ei ollut mahdollista. Perusjoukkoon kuitenkin kuuluivat kaikki vähintään

0,5 MW:n nimellistehoiset, aluelämmityskäytössä olevat kuntien lämpökeskukset, joiden rakentamiseen oli saatu kauppa- ja teollisuusministeriöltä investointiavustusta ja jotka oli otettu käyttöön viimeistään vuodenvaihteessa 1981/1982. Näitä oli 53 kappaletta. 49:stä vastanneesta laitoksesta valittiin kannattavuusanalyysiin 32, ja kuten todettiin, karsiminen ei todennäköisesti aiheuttanut systemaattista harhaa tuloksiin.

- Kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisäävistä investoinneista toteutetaan ensiksi suurimmat ja kannattavimmat, ajassa uusien investointien keskikoko laskee ja keskimääräinen kannattavuus heikkenee (ceteris paribus). Päinvastaiseen suuntaan saattaa vaikuttaa polttoaineiden korjuu- ja käyttötekniikan sekä hankintaorganisaatioiden kehitys.
- Investointien kannattavuus muuttuu suhteellisten hintojen muuttuessa. Ei ole syytä olettaa, että polttoaineiden ja muiden kustannuskomponenttien hintasuhteet pysyisivät vakioina.
- Tutkimus perustui laitosten ensimmäisiin, monesti ongelmallisiin käyttövuosiin. On aiheellista tarkastella samojen laitosten tilannetta uudelleen esimerkiksi viiden vuoden kuluttua käyttöönotosta.
- Kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtymiselle on olemassa määrällisten, teknillisten ja taloudellisten tekijöiden määräämä, ajassa ja paikassa liukuva yläraja.

Tehty tutkimus oli ensimmäinen aluelämpökeskusten polttoainevalintojen kustannus-hyötyanalyttinen tutkimus, jossa valintojen kannattavuutta tarkasteltiin kunnallisen liikelaitoksen, kunnallistalouden, koko kunnan, valtiontalouden ja koko kansantalouden näkökulmista. Esitutkimuksessa, jonka aineiston pääosan muodostivat teollisuusyrietysten investoinnit, näkökulmia oli vähemmän eli investoijan, julkisen talouden ja koko

kansantalouden näkökulmat. Yhdessä edellä esitettyjen yleis-  
tämistä koskevien varausten kanssa tämä tarkoittaa sitä, et-  
tä tarvitaan toistuvia seurantatutkimuksia kotimaisten polt-  
toaineiden tuotannon ja käytön kannattavuudesta eri näkökul-  
mista ja eri energiankäyttösektoreilla.

Monia tärkeitä kysymyksiä jäi vielä vastausta vaille eli tu-  
levien tutkimusten aiheiksi. Ensimmäisessä osaraportissa vii-  
tattiin siihen, että joillakin alueilla saatetaan jo lähes-  
tyä hakepuun hankintakustannuksia jyrkästi nostavaa saata-  
vuusrajaa. On siis kehitettävä menetelmät, joiden avulla voi-  
daan luotettavasti ja helposti arvioida tiettyjen hintasuh-  
teiden ja tietyn tekniikan tason vallitessa taloudellisesti  
saatavissa olevat kotimaisten polttoaineiden määrät alueit-  
tain ja polttoaineittain. Energiapoliittisilla valinnoilla  
on vaikutuksensa myös aluetalouteen, energiapoliittiset toi-  
menpiteet ovat samalla aluepoliittisia ja työvoimapoliitti-  
sia toimenpiteitä. Tarkasteltaessa polttoainevalintojen kan-  
nattavuutta tulee näkökulmia lisätä ottamalla mukaan alue-  
talous (kunnallista aluetaloutta laajempänä käsitteenä). Tu-  
lee myös selvittää, kuinka kotimaisen polttoaineen valinnan  
kannattavuus muuttuu, jos aluelämpökuormaa kerätään käyttä-  
mällä aluksi siirrettäviä raskasöljylaitoksia ja hankitaan  
kotimaisia polttoaineita käyttävät kattilat vasta verkkojen  
lähestyessä lopullista laajuuttaan, jolloin raskasöljykatti-  
lat jäävät varalle sekä huippu- ja minimienergian tuotantoon.  
Keskeisin vastausta vaille jääneistä kysymyksistä on se, on-  
ko turpeen arvo tulevaisuudessa teollisuuden raaka-aineena  
tai polttoaineena muiden uusiutumattomien luonnonvarojen vä-  
hentyessä niin korkea, ettei sitä vielä kannattaisi polttaa,  
ovatko nyt tapahtuvan käytön vaihtoehtoiskustannukset liian  
korkeat.

## LÄHTEET

- DASGUPTA, A. & PEARCE, D. 1974. Cost-Benefit Analysis. Macmillan.
- Edullisuusvertailun menetelmäopas. 1980. Posti- ja lennätinhallitus.
- Energiainvestointien rahoitustuen kehittäminen. 1982. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja C:13.
- Energiainvestointituen vaikutus yrityksen päätöksentekoon. 1983. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja B:25.
- Energiapoliittinen ohjelma. Hyväksytty valtioneuvostossa 24.2.1983.
- Energiatilastot 1982. SVT XLII:1.
- HAKKILA, P. 1984. Metsähakkeen hankinta lämpölaitosten polttoaineeksi. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto ja SITRA. Kotimaisten polttoaineiden alueellinen hyväksikäyttö - projektin tutkimusraportti nro 33.
- HAKKILA, P. & KALAJA, H. 1983. Hakeketjujen toimivuus ja kustannukset, esitutkimus. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto ja SITRA. Kotimaisten polttoaineiden alueellinen hyväksikäyttö - projektin tutkimusraportti nro 14.
- HANNUS, A. 1981. Kunnallisoikeuden pääpiirteet. Suomalaisen lakimiesyhdistyksen julkaisuja. B-sarja, nro 181. WSOY.
- Kotimaisten polttoaineiden kemiallisen jalostuksen kehitysnäkymät. 1983. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja D:31.
- Kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky 1982. Raportti I: Taajamat ja kiinteistöt. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja B:22.
- PITKÄNEN, E. 1974. Kustannus-hyötyanalyysi. Helsingin kauppa- korkeakoulun julkaisusarja C:II:8. Gaudeamus.
- Polttopuun ja palaturpeen alueittainen tuotanto, jakelu ja käyttö. 1984. SITRA. Sarja B, nro 76.
- SUGDEN, R. & WILLIAMS, A. 1978. The principles of practical cost-benefit analysis. Oxford University Press.
- Suomen kunnallishallinto - järjestelmä ja perusteet. 1981. 6. painos. Suomen kaupunkiliitto. Julkaisusarja D:1.

- TIIHONEN, S. 1981 a. Julkisen sektorin käsitteestä. Valtiovarainministeriön järjestelyosasto.
- TIIHONEN, S. 1981 b. Julkisen sektorin vallankäytöstä. Valtiovarainministeriön järjestelyosasto.
- TOROPAINEN, M. 1982. Kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtymisen kannattavuus ja julkinen rahoitustuki. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 54.
- TOROPAINEN, M. 1984. Valtion avustukset kuntien aluelämpöinvestoinneissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 131.
- TURKKILA, J. 1984. Kunnallistalouden kehityksestä. Kansallisosake-Pankin Taloudellinen Katsaus 1984:2.
- Öllyä, kivihiiltä ja turvetta käyttävien lämpölaitosten epäpuhtauspäästöt - yhteenvetoraportti. 1983. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja D:47.
- ÖSTERMAN, E. 1980. Kunnalliset maksut. Teoksessa LARMA, O & JOHANSON, L. O. & PEKKANEN, P. & JATKOLA, T. & JOKELA, M. (toim.). Kunnallismiehen kirja. 3. p. Kirjayhtymä.



## VALTION AVUSTUKSET KUNTIEN ALUELÄMPÖINVESTOINNEISSA

(ensimmäisen osaraportin tiivistelmä)

Tutkimuksen perusjoukon muodostivat vähintään 0,5 MW:n nimellistehoiset, aluelämmityskäytössä olevat kuntien lämpökeskukset, joiden rakentamiseen oli saatu kauppa- ja teollisuusministeriöltä investointiavustusta ja jotka oli otettu käyttöön viimeistään vuodenvaihteessa 1981/1982. Näitä oli 53 kappaletta. Kerättyä hankkeista tietoja kirjekselyllä vastaukset saatiin 49 kunnasta eli vastausprosentti oli 92,5 %. Kirjekselyllä kootun aineiston lisäksi käytettävissä olivat ministeriöön toimitetut hakemus- ja tilitysasiakirjat sekä ministeriön avustuspäätökset. Tutkimusmenetelminä käytettiin ristiintaulukointia ja korollisen takaisinmaksuajan menetelmää.

Seuraavat keskeiset tulokset esitetään pääasiassa koko aineistoa koskevinä. On kuitenkin huomattava, että taustamuuttujien avulla luokiteltujen ryhmien välillä oli investointipäätösten perusteissa sekä avustusten vaikuttavuudessa ja vaikutuksissa selviä, energiapoliittisten toimenpiteiden suunnittelun ja julkista tukea koskevan päätöksenteon kannalta tärkeitä eroja.

Tärkeimmiksi myönteisen investointipäätöksen syntyymiseen vaikuttaneiksi tekijöiksi osoittautuivat kotimaisten polttoaineiden saannin varmuus, valtion avustuksen hankkeen rahoituksen järjestämistä helpottava vaikutus, yleinen kotimaisia polttoaineita suosiva suuntaus, valtion avustuksen hankkeen kannattavuutta parantava vaikutus sekä hankkeen pysyvä työllistävä vaikutus. Näistä varmuustekijä ja työllistämistekijä voidaan lukea ns. muihin kuntaan kohdistuviin nettohyötyihin. Vastajaat uskoivat kotimaisia polttoaineita olevan saatavissa laitteiston koko pitoajan myös kilpailukykyiseen hintaan "melko varmasti", suurempien hakelaitosten ryhmässä luottamus oli muita ryhmiä heikompi. Puhdasta liiketaloudellista kannattavuutta kunnallisen liikelaitoksen näkökulmasta kuvaava tekijä 'kustannussäästöt investointilaskelmien perusteella (ilman valtion avustusta)' sai määreekseen "vaikutti jossain määrin" ja oli tärkeysjärjestyksessä yhdenentoista. Kunnallisen liikelaitoksen näkökulmalla tarkoitetaan tässä sitä, että lämpöä pyritään tuottamaan mahdollisimman taloudellisesti tavoittelematta kuitenkaan voittoa, muita kuntaar kohdistuvia nettohyötyjä ei oteta huomioon.

Ilman avustuksia 25 % hankkeista olisi ollut liiketaloudellisesti kannattavia vuoden 1982 käytön tasolla, verkkojen saavutettua lopullisen laajuutensa odotetaan 41 %:n olevan kannattavia. Valtion avustukset (investointiavustukset + polttopuun korjuuavustukset) huomioon otettuina 44 % hankkeista tulkittiin kannattaviksi vuoden 1982 käytön tasolla ja 63 % lopullisella käytön tasolla.

Investointipäätösten perusteita kartoitettaessa valtion avustusten hankkeen rahoituksen järjestämistä helpottava vaikutus todettiin siis hieman tärkeämmäksi tekijäksi kuin avustusten hankkeen kannattavuutta parantava vaikutus, molemmat saivat kuitenkin määreekseen "tärkeä". Valtion avustusten hankkeeseen sisältyvää riskiä pienentävän vaikutuksen vastaajat sijoittivat välille "tärkeä - vaikutti jossain määrin".

Jos investointeja koskevat avustushakemukset olisi hylätty, niin 29 % hankkeista olisi todennäköisesti kuitenkin toteutettu suunnitelmien mukaisesti. Muiden hankkeiden toteutumiseen valtion avustukset siis vaikuttivat joko tekemällä niiden toteutumisen mahdolliseksi tai nopeuttamalla niiden toteutumista.

Vastaajilta kysyttiin myös, minkä investointivaihtoehtoista he todennäköisesti olisivat valinneet, jos valtion tukea olisi myönnetty vain yhden tukimuodon kautta. Lainamuotoinen eli ennen kaikkea rahoitusjärjestelyjen helpottamiseen tähtäävä tuki osoittautui hieman avustusmuotoista tukea suosituimmaksi, suhdeluku lainaa preferoineet/avustusta preferoineet oli 1,1.

Kuntien ulkopuolinen julkinen valta rahoitti 52,6 % investointikustannuksista joko lainoilla (30,8 %) tai avustuksilla (21,8 %). Valinnan kannalta ratkaisevista erotusinvestoinneista (kotimaisia polttoaineita käyttävän aluelämpökeskuksen investointikustannukset miinus vertailulaitoksen investointikustannukset) avustukset kattoivat 36,0 % sekä avustukset ja julkiset lainat yhteensä 88,5 %.

Avustusten merkitys kotimaisten polttoaineiden käyttöä lisäävien kuntien investointien toteutumisessa on siis ollut huomattava. Valtion rahoitusosuuden lisäämistä ei kuitenkaan voida pitää perusteltuna. Sen sijaan painopisteen muuttaminen sekä tukimuotojen että tukikohteiden välillä on mahdollista, tukeen tarvittavia varoja voidaan näin jopa säästää ja tuen vaikuttavuutta parantaa.

Verrattaessa tuloksia muihin tutkimuksiin havaitaan, että kuntien ja teollisuusyritysten investointikäyttäytyminen ja preferenssit poikkeavat selvästi toisistaan.

Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää sekä energiapoliittisten toimenpiteiden suunnittelussa että tehtäessä avustus- ja lainoituspäätöksiä.

Toistuvia seurantatutkimuksia kuitenkin tarvitaan. Niitä tarvitaan myös muista energiapolitiikan keinoista.



Kauppa- ja teollisuusministeriön avustukseen hakija: \_\_\_\_\_

Investointikohte: \_\_\_\_\_

Avustuspäätös: \_\_\_\_\_

1. Investoija on:

- kunta  
 kuntainliitto  
 osakeyhtiö, jonka osakepääomasta kunnan/kuntien osuus on \_\_\_\_\_ %

2. Kyseessä oli:

- kokonaan uuden lämpökeskuksen rakentaminen  
 tuotilpolttoainetta käyttävän lämpökeskuksen muuttaminen kotimaiselle polttoaineelle sopivaksi  
 kotimaista polttoainetta käyttävän lämpökeskuksen laajentaminen

3. Hankkeen aikataulu (merkitään kuukausi ja vuosi):

- suunnittelu aloitettiin / /  
- hankintapäätös tehtiin / /  
- rakennus- tai asennustyöt aloitettiin / /  
- käyttöönotto / /

Lisätietoja: \_\_\_\_\_

4. Investointi voidaan määrittellä:

- välttämättömäksi, laitteiston uusimispakosta johtuvaksi investoinniksi  
 välttämättömäksi, uuden virasto- tai muun talon rakentamisesta johtuvaksi investoinniksi  
 valinnaiseksi (eli ei-välttämättömäksi) investoinniksi

Lisätietoja: \_\_\_\_\_

5. Kuinka paljon seuraavat tekijät vaikuttivat myönteisen investointipäätöksen syntymiseen? (1 = erittäin tärkeä, 2 = tärkeä, 3 = vaikutti jossain määrin, 4 = ei vaikuttanut lainkaan, 5 = vaikutti myönteisen päätöksen syntyymistä).

	1	2	3	4	5
- kustannussäästöt investointilaskelmien perusteella (ilman valtion avustusta)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- valtion avustuksen hankkeen kannattavuutta parantava vaikutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- valtion avustuksen hankkeen rahoituksen järjestämistä helpottava vaikutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- valtion avustuksen hankkeeseen sisältyvää riskiä pienentävä vaikutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- kotokotilainan hankkeen kannattavuutta parantava vaikutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- kotokotki- tai valtionlainan hankkeen rahoituksen järjestämistä helpottava vaikutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- muun lainarahoituksen saatavuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- oman rahoituksen riittävyys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Mahdollisuutena, ettei hankkeeseen myönnettäisi KTM:n avustusta tai avustus myönnettäisiin ainoastaan olennaisesti pienempänä, varauduttiin emakolta:

- varaamalla suurempi laina  
 varaamalla suurempi omarahoitusosuus  
 hakemalla valtion avustusta useammasta lähteestä  
 ei millään tavoin

7. Entä kuinka paljon seuraavat tekijät vaikuttivat myönteisen investoinnin päätöksen syntymiseen? (1 = erittäin tärkeä, 2 = tärkeä, 3 = vaikutti jossain määrin, 4 = ei vaikuttanut lainkaan, 5 = vaikutti myönteiseen päätökseen syntyä.)

	1	2	3	4	5
- kotimaisten polttoaineiden saannin varmuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- laitteiston kotimaisuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- kotimaisten polttoaineiden käytön ympäristövaikutukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- hankkeen rakennusaikainen työllistävä vaikutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- hankkeen pysyvä työllistävä vaikutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- laitteiston odotettu tekninen toimivuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- kotimaisten polttoaineiden käyttökävyys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- jätteiden hävitystarve	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- yleinen, kotimaisia polttoaineita suosiva suuntaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Investointilaskelmissa käytetyt menetelmät ja laskelmien tulokset olivat:

Kun laskelmissa käytettiin valtion avustusta: \_\_\_\_\_ a

0 % \_\_\_\_\_ %

takaisinmaksuajan menetelmä (korollinen)

yksinkertaistettu takaisinmaksujen menetelmä (koroton) \_\_\_\_\_ a

sisäisen korkokannan menetelmä \_\_\_\_\_ %

investoinnin tuotto prosenttien menetelmä \_\_\_\_\_ %

\_\_\_\_\_

ei investointilaskelmia \_\_\_\_\_

Investointilaskelmissa käytettiin laitteiston pitoaikana \_\_\_\_\_ a, rakennusten pitoaikana \_\_\_\_\_ a ja korkokantana \_\_\_\_\_ %.

9. Kuinka varmaksi arvioitte käyttämienne kotimaisten polttoaineiden jatkuvan (laitteiston pitoaika) saannin kilpailukykyiseen hintaan?

täysin varmaa Perustelut: \_\_\_\_\_

melko varmaa \_\_\_\_\_

melko epävarmaa \_\_\_\_\_

täysin epävarmaa \_\_\_\_\_

en osaa sanoa \_\_\_\_\_

10. Olisiko hanke mielestänne toteutettu myös siinä tapauksessa, että avustus-hakemuksemme olisi hylätty?

- todennäköisesti kyllä, suunnitellun aikataulun mukaisesti
- todennäköisesti kyllä, mutta toteutusta olisi jouduttu lykkäämään rahoitusjärjestelyjen takia
- todennäköisesti ei, koska hanke olisi jäänyt kannattamattomaksi
- todennäköisesti ei, koska riskiä olisi pidetty liian suurena
- todennäköisesti ei, koska hankkeen rahoitusta ei olisi voitu järjestää

11. Jos valtion tukea olisi kullekin hakijalle myönnetty vain yhden tukimuodon kautta, ja myöntäminen olisi kaikissa tapauksissa ollut samanlainen, minkä seuraavista vaihtoehdoista olisitte todennäköisesti valinneet?

- avustuksen, jonka suuruus olisi ollut 10 % investointikustannuksista
- ulkopuolisen asiantuntijan laatiman kunnan energiahuollon kokonaissuunnitelman valtion rahoittamana ja lisäksi avustuksen, jonka suuruus olisi ollut 7 % investointikustannuksista
- korkotukilainan, jonka suuruus olisi ollut 60 % investointikustannuksista ja korko 1. - 5. vuosina 5 %, 6. - 8. vuosina 8 % ja 9. - 10. vuosina 10 %
- valtionlainan, jonka suuruus olisi ollut 60 % investointikustannuksista, korko 10 % ja laina-aika 10 vuotta, joista 3 ensimmäistä lyhennyksistä vapaut
- näillä ehdoilla hanke olisi jäänyt kannattamattomana toteuttamatta

Lisähuomautuksia: \_\_\_\_\_

12. Hankkeen toteutuneet investointikustannukset, 1 000 mk:

- a. suunnittelu \_\_\_\_\_
- b. uusi lämpökeskusrakennus \_\_\_\_\_  
entisen lämpökeskusrakennuksen \_\_\_\_\_  
muutos- ja korjaukset \_\_\_\_\_
- c. laitteet (asennuksineen, ei verkostoa) \_\_\_\_\_
- d. muut: \_\_\_\_\_
- e. yhteensä \_\_\_\_\_

Sinä vuonna, jona pääosa hankkeesta toteutettiin, kunnan investointimenot olivat yhteensä \_\_\_\_\_ miljoonaa markkaa.

13. Laitteiden toimittajat (yritysten nimet ja osoitteet):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

14. Hankkeen toteutunut rahoitus, 1 000 mk:

- a. oma rahoitus \_\_\_\_\_
- b. valtion avustukset \_\_\_\_\_
- kouppa- ja teollisuusministeriö \_\_\_\_\_
- asuntohallitus \_\_\_\_\_
- työvoimaministeriö \_\_\_\_\_
- c. korkotukilainat \_\_\_\_\_
- d. muu lainarahoitus \_\_\_\_\_
- asuntohallitus \_\_\_\_\_
- KERA \_\_\_\_\_
- KTR-luotot \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- e. muu rahoitus \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

f. yhteensä \_\_\_\_\_

15. Lämpökeskuksensa on:

- kotimaisia polttoainetta pääpolttoaineena käyttävä \_\_\_\_\_ MW:n kattila (nro 1), jolla v. 1982<sup>1)</sup> tuotetaan lämpöä \_\_\_\_\_ MWh
- kotimaisia polttoainetta pääpolttoaineena käyttävä \_\_\_\_\_ MW:n kattila (nro 2), jolla v. 1982 tuotetaan lämpöä \_\_\_\_\_ MWh
- tuontipolttoainetta pääpolttoaineena käyttävä \_\_\_\_\_ MW:n kattila (nro 3), jolla v. 1982 tuotetaan lämpöä \_\_\_\_\_ MWh

Tutkimuksen kohteena olevan investoinnin yhteydessä hankittiin kattilat nro \_\_\_\_\_ ja \_\_\_\_\_ Kattilat nro \_\_\_\_\_ ja \_\_\_\_\_ hankittiin vuosina \_\_\_\_\_ ja \_\_\_\_\_

Lisätietoja: \_\_\_\_\_

16. Aluelämpöön liitetty rakennustilavuus prosentteina alueen koko rakennus-tilavuudesta:

	1982	1983
Verkon ollessa arvioidussa lopull. laajuudessaan v. _____		

- a. asuintalot \_\_\_\_\_
- b. teollisuuslaitokset \_\_\_\_\_
- c. muut kuluttajat \_\_\_\_\_
- d. yhteensä \_\_\_\_\_

17. (a) Aluelämpökeskuksen nykyinen liittymisteho on \_\_\_\_\_ MW ja lämmön-toimitukset v. 1982 ovat \_\_\_\_\_ MWh (josta ulkopuolelta ostettua lämpöä on \_\_\_\_\_ MWh). Lämmöntoimitusten arvioidaan olevan v. 1983 \_\_\_\_\_ MWh ja verkon saavutettua lopullisen laajuutensa \_\_\_\_\_ MWh.

(b) Kiinteistölämpökeskuksessa arvioidaan tuotettavan lämpöä v. 1983 \_\_\_\_\_ MWh.

Lisätietoja: \_\_\_\_\_

1) Vuotta 1982 koskevat tiedot kysymyksissä 15 - 20 arvioidaan vastaustajan-kohtaan mennessä kertyneiden määrien ja kustannusten perusteella.

## 18. Lämpökeskuksen käyttökustannukset v. 1982:

- a. polttoainekustannukset  
 - kotimaiset polttoaineet (TYM:n avustukset vähennettynä) \_\_\_\_\_ mk  
 - tuontipolttoaineet \_\_\_\_\_ "
- b. työvoimakustannukset (sosiaalilukuineen) \_\_\_\_\_ "
- c. huolto, korjaukset ja vakuutukset \_\_\_\_\_ "
- d. sähkö, käyttö- ja voiteluaineet sekä tukan poiskuljetus \_\_\_\_\_ "
- e. muut kustannukset: \_\_\_\_\_ "
- f. yhteensä \_\_\_\_\_ "

Työvoimaministeriön energiapuun kasaukseen myöntämät avustukset alentavat vuoden 1982 käyttökustannuksia \_\_\_\_\_ markalla.

Lisätietoja: \_\_\_\_\_

## 19. Lämpökeskuksen polttoaineiden käyttö v. 1982:

määrä	hankintakustannus käyttöpisteessä	vuosi- hyötysuhde
<input type="checkbox"/> palaturve _____ 1-m <sup>3</sup>	_____ mk/1-m <sup>3</sup>	_____
<input type="checkbox"/> kokopuu- ja rankahake _____ 1-m <sup>3</sup>	_____ mk/1-m <sup>3</sup>	_____
<input type="checkbox"/> sahanhake _____ 1-m <sup>3</sup>	_____ mk/1-m <sup>3</sup>	_____
<input type="checkbox"/> halot _____ P-m <sup>3</sup>	_____ mk/P-m <sup>3</sup>	_____
<input type="checkbox"/> kuori _____ 1-m <sup>3</sup>	_____ mk/1-m <sup>3</sup>	_____
<input type="checkbox"/> puru _____ 1-m <sup>3</sup>	_____ mk/1-m <sup>3</sup>	_____
<input type="checkbox"/> kevyt polttoöljy _____ m <sup>3</sup>	_____ nk/	_____
<input type="checkbox"/> raskas polttoöljy _____ t	_____ nk/	_____

Lisätietoja: \_\_\_\_\_

## 20. Hankkeen ansiosta säästettävät tuontipolttoaineet (vuoden 1982 tasolla):

- kevyt polttoöljy \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>
- raskas polttoöljy \_\_\_\_\_ t
- \_\_\_\_\_

## 21. Kotimaisista polttoaineista saadaan:

- palaturpeesta \_\_\_\_\_ %
- kokopuu- ja rankahakkeesta \_\_\_\_\_ "
- \_\_\_\_\_ "
- \_\_\_\_\_ "
- kaikkiaan oman  
kunnan alueelta
- kunnan omista-  
milta alueilta \_\_\_\_\_ %

Oman kunnan alueelta saatavien polttoaineiden keskimääräinen kuljetusmatka on n. \_\_\_\_\_ km ja muiden kuntien alueelta saatavien n. \_\_\_\_\_ km.

## 22. Kotimaisten polttoaineiden hankintaketjut:

työvaiheen toteuttaja<sup>1)</sup>

- kokopuu- ja rankahake \_\_\_\_\_
- puun kaato ja lähikuljetus \_\_\_\_\_
- haketus \_\_\_\_\_
- kuljetus käyttöpaikalle \_\_\_\_\_
- palaturve \_\_\_\_\_
- nosto ja kasaus \_\_\_\_\_
- kuljetus käyttöpaikalle \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- kuljetus käyttöpaikalle \_\_\_\_\_

Lisätietoja: \_\_\_\_\_

1) Esimerkiksi maanomistajat, yksityinen urakoitsija, VAPU, kunta. Jos jonkin työvaiheen toteuttajina on kaksi tai useampia edellä mainituista, merkitään myös %-osuudet. Elleivät ne ole tiedossa, merkitään lisätietoihin toimitusoppimuksen solmineen yrityksen tai yhteisön nimi ja osoite sekä maininta sopimukselta.

23. Hankkeen rakennusaikainen työvoiman käyttö:  
 a. rakennus- ja asennustöissä \_\_\_\_\_ henkilötyövuokautta  
 b. laitteiden valmistuksessa (arvio) \_\_\_\_\_ " "

24. Hankkeen johdosta syntyneet pysyvät työpaikat, netto (+ tai -):

a. investointikohteessa _____	kokovuotiset, henkilö- _____	osavuotiset, henkilö- _____
b. polttoaineen tuotannossa _____	henkilötyövuotta _____	työvuosiksi muunnettuna _____
c. polttoaineen kuljetuksessa _____		

Lisätietoja: \_\_\_\_\_

25. Varsinaisen investointilaskelman ulkopuolelle jääneet, hankkeen johdosta investoijalle koituvat kustannukset ja säästöt (esimerkiksi säästetyt kaatopaikkakustannukset):

kustannukset \_\_\_\_\_ mk/a, joiden syynä on \_\_\_\_\_

säästöt \_\_\_\_\_ mk/a, jotka syntyvät \_\_\_\_\_

26. Keskimääräinen lämmön myyntihinta v. 1982 on \_\_\_\_\_ mk/MWh, josta perusmaksun osuus on \_\_\_\_\_ %.

27. Tutkimuksen kohteena olevaan lämpökeskukseen liittyvää verkkoa on tähän mennessä rakennettu \_\_\_\_\_ m ja se on tullut maksamaan \_\_\_\_\_ mk (valtion avustuksen vähennettyinä). Täydessä laajuudessaan verkon pituuden odotetaan olevan \_\_\_\_\_ m ja sen arvioidaan maksavan \_\_\_\_\_ mk (valtion avustuksen vähennettyinä).

Perus- ja liittäismaksujen kertymän odotetaan kattavan lämpökeskus- ja verkkoinvestoinnit (valtion avustukset vähennettyinä) vuoteen \_\_\_\_\_ mennessä.

28. Mielipiteitä nykyisen energiatuen toimivuudesta ja tarkoituksenmukaisuudesta sekä ehdotuksia tuen kehittämiseksi:

- Eri tukimottojen (avustus, laina, korkotuki) toimivuutta koskevia kommentteja ja ehdotuksia niiden kehittämiseksi (myös ehdotuksia uusiksi tukimuodoiksi):

- Tuen myöntämisperusteita koskevia kommentteja ja ehdotuksia:

- Tuen myöntämismenettelyä koskevia kommentteja ja ehdotuksia:

Vaataaja: \_\_\_\_\_ Virka-asema: \_\_\_\_\_  
 Osoite: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Puhelin: \_\_\_\_\_

- Lisähuomautuksia ja -toivomuksia kääntöpuolella
- Kaukoliämpötariffi liitteenä

Metsäntutkimuslaitos  
Mikko Toropainen  
PL 37  
00381 Helsinki 38  
puh. 556 276/268



ENERGIAINVESTOINTITUTKIMUS  
(III)

Lomake pyydetään palauttamaan  
mennessä

3. Polttoaineiden hankinnan työllistävää vaikutus v. 1982:

(Huom! Tiedot ilmoitetaan henkilötyövuosina, ei työpaikkoina. Osavuotinen työllistävää vaikutus muunnetaan henkilötyövuosiksi siten, että 231 henkilötyöpäivä = henkilötyökuukautta = 1 henkilötyövuosi.)

- Hakepuun kaato, käyttöpaikalle kuljetus sekä hakeutus työllistää \_\_\_\_\_ henkilötyövuoden verran. Metsänomistajien osuustästä oli \_\_\_\_\_ henkilötyövuotta.
- Palaturpeen nosto ja käyttöpaikalle kuljetus työllistää \_\_\_\_\_ henkilötyövuoden verran.
- Sahanhakkeen, purun, kuoren ja lastun käyttöpaikalle kuljetus työllistää \_\_\_\_\_ henkilötyövuoden verran.
- Halkojen teko ja käyttöpaikalle kuljetus työllistää \_\_\_\_\_ henkilötyövuoden verran. Metsänomistajien osuustästä oli \_\_\_\_\_ henkilötyövuotta.

4. Hakepuusta ostettiin pystykaupalla \_\_\_\_\_ % ja hankinta- tai puolihankintakaupalla \_\_\_\_\_ %.

MUITA TÄRKEÄVÄISIÄ TIETOJA:

Kauppa- ja teollisuusministeriön avustuksen hakija: \_\_\_\_\_  
Investointikohta: \_\_\_\_\_  
Avustuspäätös: \_\_\_\_\_

1. Lämpökeskuksessa on:

- kotimaista polttoainetta pääpolttoaineena käytävä \_\_\_\_\_ MW:n kattila (nro 1), jolla v. 1982 tuotettiin \_\_\_\_\_ MWh lämpöä \_\_\_\_\_ MWh
- kotimaista polttoainetta pääpolttoaineena käytävä \_\_\_\_\_ MW:n kattila (nro 2), jolla v. 1982 tuotettiin lämpöä \_\_\_\_\_ MWh tuontipolttoainetta pääpolttoaineena käytävä \_\_\_\_\_ MW:n kattila (nro 3), jolla v. 1982 tuotettiin lämpöä \_\_\_\_\_ MWh

2. Lämpökeskuksen polttoaineiden käyttö v. 1982:

- palaturve \_\_\_\_\_ i-m<sup>3</sup>
- kokopuu-, ranka- ja metsätähdehake \_\_\_\_\_ i-m<sup>3</sup>
- sahanhake \_\_\_\_\_ i-m<sup>3</sup>
- kuori \_\_\_\_\_ i-m<sup>3</sup>
- puru \_\_\_\_\_ i-m<sup>3</sup>
- halot \_\_\_\_\_ p-m<sup>3</sup>
- kevyt polttoöljy \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>
- raskas polttoöljy \_\_\_\_\_ t

Metsäntutkimuslaitos  
Mikko Toropainen  
PL 37  
00381 Helsinki 38  
puh. 556 276/268



ENERGIAINVESTOINTITUTKIMUS  
(IV)

Lomake pyydetään palauttamaan  
mennessä

\_\_\_\_\_ metsänhoitoyhdistys

1. \_\_\_\_\_ kunnan ilmoituksen mukaan kunnan omistamas-  
sa \_\_\_\_\_ alueämpökeskuksessa käytettiin  
v. 1982 kokopuu-, ranka-, tai metsätähdehaketta \_\_\_\_\_ i-m.  
Hakkeen toimituksesta vastasi metsänhoitoyhdistys. Tarvitta-  
van hakepuun kaato, käyttöpaikalle kuljetus ja haketus työli-  
listi yhteensä \_\_\_\_\_ henkilötyövuoden verran, josta metsän-  
omistajien osuus oli \_\_\_\_\_ henkilövuotta. (Tiedot ilmoite-  
taan henkilötyövuosina, ei työpaikkoina. Osavuotinen työli-  
listävä vaikutus muunnetaan henkilötyövuosiksi siten, että  
231 henkilötyöpäivää = 11 henkilötyökuukautta = 1 henkilö-  
työvuosi.)

2. Hakepuusta ostettiin pystykaupalla \_\_\_\_\_ % ja hankinta-  
tai puolihankintakaupalla \_\_\_\_\_ %.

3. Lisätietoja:

Vastaaja: \_\_\_\_\_

Osoite: \_\_\_\_\_

Puhelin: \_\_\_\_\_

1  
1  
1  
1  
1

Kansantaloudellisen metsäekonomin tutkimussuunnalla aikaisemmin ilmestyneet Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjan julkaisut:

- Nro 14 Pertti Elovirta ja Ritva Ihalainen. Ennakkotietoja metsätyöalallehakeutumistutkimuksesta. 6 s. 1981.
- Nro 22 Heidi Vanhanen. Metsäntutkimuslaitoksen henkilöstön toiminta konsultti- ja asiantuntija tehtävissä sekä tilaustutkimuksissa. 31 s. 1981.
- Nro 54 Mikko Toropainen. Kotimaisten polttoaineiden käyttöön siirtymisen kannattavuus ja julkinen rahoitustuki. 112 s. 1982.
- Nro 57 Lauri Heikinheimo ja Eero Kakkuri. Metsä maatalan taloudessa. 44 s. 1982.
- Nro 63 Jari Kuuluvainen. Sawtimber markets and business cycles in the Finnish sawmilling industry. 37 s. 1982.
- Nro 82 V-P. Järveläinen. Hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö yksityismetsälöillä — Itä-Savon, Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon piirimetsälautakuntien aluetta koskevia ennakkotietoja. 59 s. 1983.
- Nro 112 Jari Kuuluvainen, Heikki A. Loikkanen ja Jorma Salo. Yksityismetsänomistajien puuntarjontakäyttäytymisestä. 100 s. 1983.
- Nro 123 V-P. Järveläinen ja Heimo Karppinen. Hakkuumahdollisuuksien hyväksikäyttö yksityismetsälöillä (II). Satakunnan ja Pirkka-Hämeen piirimetsälautakuntien aluetta koskevia ennakkotietoja. 57 s. 1983.
- Nro 141 J. Ashley Selby ja Mikko Tervo. Symposium on forest products and roundwood markets. 202 s. 1984.
- Nro 146 J. Ashley Selby. A Humanistic approach to the study of small sawmills in North Karelia, Finland. 123 s. 1984.
- Nro 147 Vesa Kanniainen ja Jari Kuuluvainen. On price adjustment in the sawlog and sawnwood export markets of the Finnish industry. 32 s. 1984.

Joensuun tutkimusasemalla aikaisemmin ilmestyneet  
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjan julkaisut:

- Nro 37 Kauko Salo (toim.). Metsämarja- ja sienisatotutkimuksen menetelmäongelmia. 37 s. 1982.
- Nro 43 Jari Parviainen. Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutus. Luentosarja menetelmien biologisista perusteista ja vaikutuksista taimiin. 114 s. 1982.
- Nro 56 Matti Karjula, Simo Kaila, Jari Parviainen, Juhani Päivänen ja Pentti K. Räsänen. Metsänviljelyn vaihtoehtojen valintaperusteet kivennäismailla. Kirjallisuustarkastelu. 116 s. 1982.
- Nro 78 Jakko Virtanen. Helikopteri metsäpalontorjunnassa. 20 s. 1982.
- Nro 90 Kauko Salo ja Pentti Sepponen (toim.). Luonnonmarja- ja sienitutkimuksen seminaari, osa I. 163 s. 1983.
- Nro 91 Kauko Salo ja Pentti Sepponen (toim.). Luonnonmarja- ja sienitutkimuksen seminaari, osa II. 98 s. 1983.
- Nro 124 Metsäntutkimuspäivä Joensuussa 15. 11. 1983. Tavoitteena kehityskelpoinen taimikko — onko metsänuudistaminen kaavamaisista. 90 s. 1983.
- Nro 131 Mikko Toropainen. Valtion avustukset kuntien aluelämpöinvestoinneissa. 79 s. 1984.
- Nro 134 Jari Parviainen, Matti Ruotsalainen ja Seppo Sokkanen. Metsänviljelyn toimenpideketjuja vertaileva laskentaohjelma "VILJO". 66 s. 1984.
- Nro 138 Jouko Siira ja Jorma Tahvanainen (toim.). Lietelannoitus energiapuun kasvatuksessa. 42 s. 1984.
- Nro 150 Juha-Pekka Hotanen. Metsien tuoton alueellisista eroista sekä metsäveroperustemuutoksien vaikutuksista kunnittaisiin tuottoeroihin Pohjois-Karjalassa. 58 s. 1984.

Joensuun tutkimusaseman  
osoite:

Metsäntutkimuslaitos  
Joensuun tutkimusasema  
Yliopistokatu 7  
PL 68  
80101 JOENSUU  
Puh. (973) 28331

Kansantaloudellisen metsä-  
ekonomian tutkimussuunnan  
osoite:

Metsäekonomian  
tutkimusosasto  
Kornetintie 8  
PL 37  
00381 HELSINKI  
Puh. (90) 556276