

Keskusteluaiheita - Discussion papers

No. 316

Pirkko Kasanen

ENERGIAN SÄÄSTÖN MÄÄRITTELY

This series consists of papers with limited circulation intended to stimulate discussion. The papers must not be referred to or quoted without the authors' permission.

KASANEN, Pirkko, ENERGIAN SÄÄSTÖN MÄÄRITTELY. Helsinki : ETLA, Elinkeinöelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 1990. 52 s. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN 0781-6847; no. 316).

TIIVISTELMÄ: Selvityksen tarkoituksena on analysoida energian säästön käsitettä ja ehdottaa periaatteita käsitteen määrittelylle ja termien täsmentämiselle. Selvityksen ensimmäisessä osassa ongelmaa jäsennetään ensin jakamalla energian käytön muutos kolmeen osatekijään: energiaa käyttävän toiminnan tason eli kuluttajan saaman hyödyn muutokseen, energian käytön tehokkuuden muutokseen ja talouden rakenteen muutokseen. Energian käytössä tapahtuvat muutokset ovat peräisin lukuisista välittömistä ja välillisistä päätöksistä. Selvityksen toisessa osassa analysoidaan energian käytön määritelmiä ja käytettyjä termejä. Energian säästö voidaan nähdä mm. seuraavilla tavoilla: Trendi- ja säästövaihtoehdon välinen erotus, toiminnan tasoon vaikuttaminen, energian ominaiskulutuksen aleneminen, rakennemuutoksen yhteydessä muuttuva energian käyttö, säästö energiayhtiön kannalta ja säästö yleisen tasapainoteorian viitekehyksessä. Lopuksi esitetään suosituksia termien käytöstä. Tavoitteen asettelu on oleellista määrittelyssä. Termien tapauskohtaiselta määrittelyllä ei voida kokonaan välttyä, vaikka päädyttäisiinkin johonkin selvityksessä esitetyistä vaihtoehtoisista määrittelyperusteista.

ASIASANAT: energian säästö, määrittely, tavoite, energian kulutuksen muutos

KASANEN, Pirkko, DEFINING ENERGY CONSERVATION. Helsinki : ETLA, Elinkeinöelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 1990. 52 p. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN 0781-6847; no. 316).

ABSTRACT: The purpose of this study is to analyze the concept of energy conservation and to suggest guidelines for the definition of the concept and the terms to be used. In the first part of the study we outline the problem by dividing changes in the level of energy conservation into three components: changes in the level of energy using activities i.e. the utility received by the consumer, the efficiency of energy consumption and changes in the structure of the economy. Changes in energy consumption originate in numerous direct and indirect decisions. In the second part of the study we analyze definitions of energy conservation and the related terminology. The definitions cover the following ways of thinking about energy conservation: the differences between trend development and conservation, influencing the level of energy using activity, improving the energy efficiency of energy using activities, energy impacts of the structural change of the economy, conservation from the point of view of an energy utility, and conservation according to general equilibrium theory. We conclude by making suggestions as to the use of the terms. It is essential to define clearly the goal motivating energy conservation. It is not possible to avoid defining some terms for each specific case even if one of the suggested alternative definitions for the term conservation is chosen.

KEY WORDS: energy conservation, definition, goal, change in energy conservation

ALKUSANAT

ETLATIETO Oy:ssä on Kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM) toimeksiannosta selvitetty energian säästön käsitteen määrittelyä. Selvityksen tavoitteena oli analysoida energian säästön käsitettä eri näkökulmista ja ehdottaa periaatteita säästön määrittelylle ja termien täsmentämiselle.

Tutkimus on osa 10-12 selvityksen kokonaisuudesta, ns. Säästöprojektistä, jota Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) koordinoi Säästöprojektille asetetun johtoryhmän valvonnassa. Projekti on käynnistetty KTM:n aloitteesta ja rahoituksella.

Tutkimusta on ohjannut projektiryhmä, johon ovat kuuluneet dipl. ins. Arto Lepistö VTT:sta Säästöprojektin edustajana, FM Jaakko Ojala KTM:stä, toim. joht. Kari Sihtola ETLATIETO Oy:stä (v. 1990 alkaen toim. joht. Juha Ahtola), toim. joht. Pentti Vartia Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksesta (ETLA) ja KTL Pekka Ylä-Anttila ETLAsta. Selvityksen on laatinut PhD Pirkko Kasanen. Tekijä haluaa kiittää hyödyllisistä keskusteluista ja muutosehdotuksista projektiryhmän jäsenten lisäksi myös VTT Heikki Koskenkylää. Tuloksista vastaa selvityksen laatija.

Helsinki, maaliskuu 1990

SISÄLLYS

OSA I. JOHDANTO JA KYSYMYKSENASETTELU

1.	Johdanto	1
	1.1. Energian säästön merkitys ja selvityksen tavoite	1
	1.2. Energian käytön muutoksen osatekijät	2
	1.3. Selvityksen rakenne	2
2.	Missä energian käyttöä koskevat päätökset tehdään	5
	2.1. Kuluttajat	5
	2.2. Tavaroiden ja palvelujen tuottajat	7
	2.3. Energiasektori	8
	2.4. Rajoituksia ja vuorovaikutuksia	9
3.	Miksi energiaa pitäisi säästää	11
	3.1. Ympäristönsuojelutavoite	11
	3.2. Säästö ja rationaalinen energian käyttö	13
4.	Energian käytön ja säästön ohjauksesta	17

OSA II. MÄÄRITELMIÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.	Miten energian säästöä on määritelty	22
	5.1. Trendi- ja säästövaihtoehtojen välinen erotus	22
	5.2. Toiminnan tasoon liittyvät säästön määritelmät	23
	5.3. Tehokkuuteen liittyvät säästön määritelmät	24
	5.4. Rakennemuutos ja säästö	27
	5.5. Energiayhtiöiden säästö-määritelmiä	28
	5.6. Yleisen tasapainoteorian määritelmä	29
	5.7. Vertailua: toiminnan taso ja tehokkuus	29
	5.8. Termien käyttö säästön määritelmissä	32
	5.9. Energian käytön muutosten vertailuperusteet ja mittarit	33
6.	Millä tavoin energian käyttö muuttuu, kuka tekee päätökset ja miten muutosta ohjataan	38
7.	Yhteenveto ja johtopäätöksiä	44
	7.1. Yhteenveto	44
	7.2. Ehdotus käsitteiden käytöstä	46

KIRJALLISUUS	49
--------------	----

Pirkko Kasanen

ENERGIAN SÄÄSTÖN MÄÄRITTELY

OSA I. JOHDANTO JA KYSYMYKSENASETTELU

1. JOHDANTO

1.1. Energian säästön merkitys ja selvityksen tavoite

Energian säästöpyrkimykset tulivat yleiseen tietoisuuteen 1970-luvun öljykriisien yhteydessä. Huolena oli erityisesti energian riittävyys ja välittömänä syynä energian korkea hinta. Nykyisin energian säästöstä puhutaan ensisijaisesti yhtenä keinona vähentää ympäristön kuormitusta. Esim. ympäristön ja kehityksen maailmankomissio pitää tarpeellisena energian kulutuksen rajoittamista nykyiselleen kuitenkin taloudellista kasvua rajoittamatta. Tämä merkitsisi energian käytön huomattavaa tehostumista ja kulutuksen pienenemistä henkeä kohti (World Commission 1987). Keskeisen ongelman energian käytöstä keskusteltaessa muodostaa se, että käyttöön liittyvät ympäristövaikutukset aiheuttavat ns. ulkoisia kustannuksia, jotka eivät koidu aiheuttajansa maksettaviksi. Markkinavoimat eivät automaattisesti toimi näiden kustannusten minimoimiseksi, koska nämä kustannukset eivät esiinny markkinoilla toimivien tahojen, tuottajien tai kuluttajien, toiminnastaan saamissa laskuissa. Erityisesti viime vuosina onkin etsitty keinoja ympäristöhaittojen rajoittamiseksi.

"Energian käyttö" sisältää monenlaisia toimintoja ja vaiheita, ja siihen liittyy erilaisia talousyksiköjä omine tavoitteineen ja rajoitteineen. Siten on luonnollista, että keskustelu energian säästöstä kattaa hyvin erilaisia asioita. Keskustelun osapuolet eivät kuitenkaan aina ole olleet tietoisia erilaisten lähtökohtien vaikutuksesta energian säästön käsitteen määrittelyyn. Tämän selvityksen tarkoituksena on analysoida energian säästön määritelmiä eri näkökulmista, esim. kuluttajan ja yrityksen sekä kansan-

talouden näkökulmista. Selvityksessä myös ehdotetaan periaatteita säästön määrittelylle ja termien täsmentämiselle.

Käytetyn energian kokonaismäärä ei kerro tarpeeksi talouden eikä ympäristön kannalta tärkeistä seikoista. Esimerkiksi sähkön kulutuksessa kuormien ohjauksella voidaan pystyä vähentämään haitallisia päästöjä, vaikka kulutuksen kokonaismäärä pysyisi ennallaan, mikäli peruskuormaan käytetään vähiten saastuttavia voimalaitoksia. Näin ollen energian säästö, mikäli sillä tarkoitetaan samaa kuin energian käytön kokonaismäärän pienentäminen, on paitsi epäselvä, myös tarpeeton käsite. Niin ympäristön kuin taloudenkin kannalta on oleellista tietää, miten käytettävä energia on tuotettu, millä tavalla sitä käytetään ja mitä hyötyä sen käytöstä on, missä ympäristössä ja olosuhteissa, ja tietysti myös kuinka paljon sitä käytetään. Kuluttajan kannalta taas on tärkeää, toteutuuko energian käytön kokonaismäärän vähentäminen energian käyttöä tehostamalla vai kulutuksesta luopumalla.

1.2. Energian käytön muutoksen osatekijät

Energian käytön muutoksen ulottuvuudet voidaan yleistäen luokitella esim. seuraavaan kolmeen ryhmään: energiaa käyttävän toiminnan taso ts. kuluttajan saaman hyödyn taso muuttuu, toiminnan tehokkuus muuttuu ja tuotannon tai kulutuksen rakenne muuttuu. Kuva 1 havainnollistaa näiden ulottuvuuksien yhdistelmiä. Energian käyttäjän kannalta ei ole yhdentekevää, missä ulottuvuuksissa muutos tapahtuu. Poliitiikan keinojen näkökulmasta tavat ovat myös erilaisia.

1.3. Selvityksen rakenne

Selvitys käsittää kaksi osaa, joista ensimmäinen sisältää ongelmaa jäsentävää tarkastelua ja toinen käsittelee energian säästön määrittelyä. Selvityksen ensimmäisessä osassa käytetään termiä säästö melko laajasti ja erikseen määrittelemättä, luottaen siihen, että tarkoitus ilmenee asiayhteydestä. Toisessa osassa

TOIMINNAN TASO	TOIMINNAN RAKENNE	TEHOKKUUS	
		ENNALLAAN	MUUTTUU
ENNALLAAN	ENNALLAAN	ENERGIAN KÄYTTÖ ENNALLAAN	ENERGIAN KÄYTTÖ MUUTTUU
	MUUTTUU	ENERGIAN KÄYTTÖ MUUTTUU RAKENNE- MUUTOKSEN VERRAN	RAKENNE- MUUTOS + TEHOKKUUS- MUUTOS
MUUTTUU	ENNALLAAN	ENERGIAN KÄYTTÖ MUUTTUU	ENERGIAN KÄYTTÖ MUUTTUU
	MUUTTUU	TASOMUUTOS + RAKENNE- MUUTOS	TASOMUUTOS + RAKENNE- MUUTOS + TEHOKKUUS- MUUTOS

KUVA 1. ENERGIAN KÄYTÖN MUUTOKSEN OSATEKIJÄT

säästön ja muiden termien käyttöä analysoidaan tarkemmin ja päädytään lopulta ehdotuksiin niiden käytöstä.

Osassa I tarkastellaan ensin, missä energian käyttöä koskevat päätökset tehdään. Luku 2 esittelee kuluttajien, tavaroiden ja palvelujen tuottajien ja energiasektorin toimijoiden päätöstilanteita.

Luvussa 3 kysytään, miksi energiaa pitäisi säästää, ja käsitellään ympäristönsuojelutavoitteen edistämiseen liittyviä epävarmuuksia ja muita ongelmia. Energian käytön tavoitteiden ja rajoitteiden roolin korostamiseksi ja käsitteiden selkiyttämiseksi energiapolitiikka kuvataan viitteellisesti optimointiongelmana.

Luvussa 4 esitellään energian käytön ohjauskeinoja.

Osan II aluksi luvussa 5 esitellään kirjallisuudessa esitettyjä energian säästön määritelmiä ja niihin liittyviä termivalintoja ja mittaongelmia.

Luvussa 6 kootaan yhteen luvuissa 2-5 käsiteltyjä asioita jäsentäen niitä energian käytön muutostyyppien suhteen.

Luvussa 7 tehdään yhteenveto ja lopuksi esitetään ja perustellaan joitakin ehdotuksia säästö-sanana ja muiden termien käytöstä.

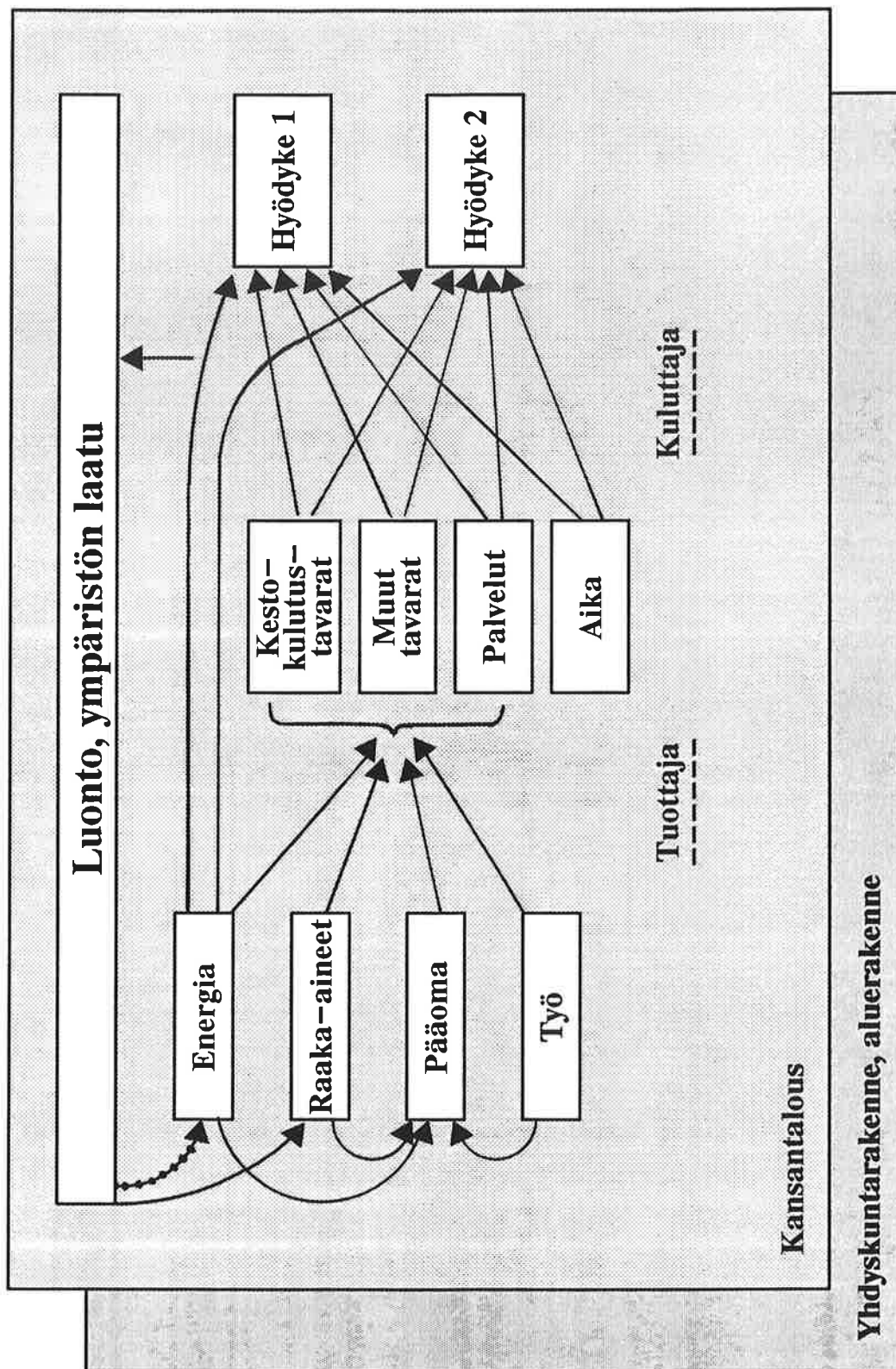
2. MISSÄ ENERGIAN KÄYTTÖÄ KOSKEVAT PÄÄTÖKSET TEHDÄÄN

Tässä luvussa tarkastellaan niitä tilanteita, joissa markkinoilla olevien tavaroiden kuluttajat ja tuottajat tekevät välittömiä ja välillisiä energian käyttöpäätöksiä. Näitä päätöksiä tekevät luonnollisesti myös energiasektorin toimijat. Päätöksiä rajoittavat osaltaan luonto ja alue- ja yhdyskuntarakenne. Päätöksien tekijöillä on lukuisia vuorovaikutussuhteita kansantalouden kanssa. Kuva 2 havainnollistaa tarkastelua.

2.1. Kuluttajat

Lopullisia hyödykkeitä, joihin kuluttajien kysyntä kohdistuu, ovat esimerkiksi virkistysmatka, ateriat, juhla-asu, musiikkielämys ja asunnon lämmitys. Tuottaakseen näitä hyödykkeitä kuluttajat yhdistävät markkinoilta ostettavia tavaroita ja palveluja sekä omaa aikaansa. Tavaroiden ja niiden kulutustilanteiden laatu-erot ovat keskeisiä lopullisen hyödykkeen muodostumiseen tarvittavia tekijöitä.¹ Markkinoilta ostettavat tavarat on tässä tarkoituksenmukaista jakaa toisaalta eri energiamuotoihin, toisaalta muihin tavaroihin ja palveluihin. Jälkimmäisessä ryhmässä on hyödyllistä tehdä jako energiaa käyttäviin kestokulutustavaroihin ja muihin tavaroihin. Energia on jo kuluttajan päätöksissä läsnä monella tavalla: kuluttaja tekee varsinaisia energiankulutuspäätöksiä mahdollisesti valitsemalla talonsa lämmitystavan ja päättämällä lämmityslaitteiden, auton, liedon, valaistuksen ym. energiaa käyttävien välineiden käyttöasteesta. Tätä voidaan nimittää välittömäksi energiankulutukseksi (Nurmela 1986). Kaikkiin tavaroihin ja palveluihin sisältyy se energiapanos, joka on tarvittu niitä tuotettaessa. Tämä on välillistä energiankulutusta (Nurmela 1986). Lisäksi energiaa käyttävien kestokulutushyödykkeiden ominaiskulutus, säätöominaisuudet ym. vaikuttavat energian käytön jakaumaan ja tasoon.

¹ Tämä mallin perustana on ns. "household production theory", ks. esim. Deaton & Muellbauer 1980.



KUVA 2. ENERGIAN KÄYTÖN JA SÄÄSTÖN PÄÄTÖKSIEN PUITTEET

Kuluttajan käyttämien tavaroiden valikoiman ja määrän muodostumiseen vaikuttavat ensinnäkin kuluttajan preferenssit. Toinen tärkeä vaikuttava tekijä on kuluttajan aika- ja rahabudjetti, jonka puitteissa tavaroita ja palveluja voidaan hankkia ja aikaa käyttää. Tavaroiden hinnat vaikuttavat käytettävissä olevien varojen jakamiseen tavaroiden kesken. Verot ja julkisen vallan tuki muuttavat tavaroiden hintoja, ja tuloverot vaikuttavat kuluttajien käytettävissä olevien tulojen määrään. Eri tavaroiden kysynnän määrää voidaan jossain määrin ohjailla tätä kautta esim. energiansäästötavoitteen mukaisesti. Kuluttajan tiedot, taidot ja asenteet vaikuttavat myös sekä preferenssien muodostumiseen että tavaroiden käyttöön preferenssien toteuttamiseksi. Oikean tiedon lisääminen voi johtaa energian säästöön. Toisaalta "tuhlaus" voi perustua oikeaan tietoon, esim. energian halpa hinta suhteessa erilaiseen vaivannäköön. Energian tuhlaus tai turha kulutus on yleisemminkin vaikeasti määriteltävissä. Esimerkiksi kertakäyttöastioiden tuottamiseen kuluva energia on energian tuhlausta, jos ajatellaan, että kuluttajan haluama hyödyke on "ruokailuvälineet", koska silloin kertakäyttöisyys ei ole oleellista. Jos taas haluttu hyödyke on "suuri määrä ruokailuvälineitä, joita ei tarvitse tiskata eikä säilyttää juhlien jälkeen", kertakäyttöastioiden kilpailijana ovat esim. vuokratut astiat, ja hintavertailu voi osoittaa, että yksityistaloudellisesti kertakäyttöastiat eivät johda "turhaan" energian käyttöön.

2.2. Tavaroiden ja palvelujen tuottajat

Tavaroiden ja palvelujen tuotannossa ja jakelussa yhdistetään energia-, raaka-aine-, pääoma- ja työpanoksia. Osa tuotteista viedään ulkomaille, osa vastaa kotimaiseen kysyntään. Lisäksi osa kuluttajien valitsemista tavaroista on tuotu ulkomailta. Käytettävien panosten keskinäiset suhteet ja määrät riippuvat panosten hinnoista, käytössä olevasta teknologiasta ja tuottajien tiedoista ja taidoista. Esim. säätötekniikan kehittyminen on mahdollistanut energian käytön vähenemisen tuotettua yksikköä kohti. Uusien, suorituskykyisempien materiaalien kehitys on vähentänyt vanhojen, usein enemmän energiaa vaativien materiaalien käyttöä. Joidenkin materiaalien uudelleenkäyttö ja energian talteenotto on myös

vähentänyt energian tarvetta (ks. esim. Ihamuotila 1988). Toisaalta esim. puunjalostusteollisuuden siirtyminen enemmän sähköä käyttäviin menetelmiin lisää energian tarvetta.

Muita panosten käyttöön vaikuttavia seikkoja voivat olla esim. päästörajoitukset tai työvoiman käyttöä koskevat säännökset. Tiedon taso vaikuttaa panosten käyttöön myös yrityksissä.

Pääomahyödykkeet tuotetaan myös panostekijöitä yhdistämällä, ja edellä tehdyt huomiot pätevät siihenkin. Pääomahyödykkeiden tuotannossa vaikutetaan energian käyttöön myös näiden hyödykkeiden energian käytön tehokkuutta kehittämällä. Konepajateollisuuden se osa, joka valmistaa energian tuottajien ja energaintensiivisen suurteollisuuden käyttämiä koneita tai jopa voimaloita, on tärkeässä asemassa.

Energiaa käyttävien, kuluttajille tai palvelusektorille suunnattujen laitteiden valmistajat ovat keskeisiä toimijoita energian käytön tehostamisessa. Kansainvälisesti ajatellen autoteollisuus on yksi keskeisimmistä (Yergin 1983).

2.3. Energiasektori

Energiapanos koostuu useista polttoaineista, joiden käyttösuhteet riippuvat tuotannon tasosta, tuotannon rakenteesta, teknologiasta ja hintasuhteista. Lisäksi energian käyttöä lopulliseen tarkoitukseensa edeltää raakaenergian hankinta, kuljetus, mahdollisesti jalostus, mahdollisesti muuntaminen sähköksi ja jakelu. Näissä vaiheissa käytettävien menetelmien valinta riippuu teknologian tasosta, hintasuhteista ja mahdollisesti institutionaalisista puitteista. Menetelmillä puolestaan on omat hyötysuhteensa ja ympäristön kuormitustapansa, joten niillä on oleellinen sijansa energian säästöstä käytävässä keskustelussa.

Energian tuotantoon ja jakeluun osallistuvat lukuisat toimijat, jotka osaltaan vaikuttavat energian käyttöön ja säästöön. Kunnat, jakeluorganisaatiot ja palveluyritykset hoitavat energian tuotantoa ja jakelua ja siihen liittyviä tehtäviä paikallisella tasolla.

Tältä tasolta löytyy toimijoita, joiden toimenkuvaan on eräissä tapauksissa liitetty energian säästöön liittyviä tehtäviä ja tavoitteita. Esim. Stockholm Energi, joka aloittelee tällaista palvelutoimintaa, hoitaa alueellaan sähkön ja kaukolämmön tuotannon ja jakelun. Suorat kontaktit asiakkaisiin mahdollistavat loppukäytön ohjauksen. Esim. suuren tavaratalon valaistus-, lämmitys- ja ilmanvaihto-ongelmat ja laitteiden käyttöön tarvittavan sähkön saanti voidaan suunnitella ja ratkaista yhtenä kokonaisuutena, jolloin on mahdollista päästä huomattaviin säästöihin. Toiminta on nyt kokeiluasteella, mutta tulevaisuudessa on tarkoitus ryhtyä rahoittamaan asiakkaiden säästöinvestointeja yleisesti least-cost -periaatteen mukaan. Yhdysvalloissa useat paikalliset tai alueelliset energiayhtiöt toimivat nykyisin energiapalveluyhtiöinä, jotka auttavat asiakkaitaan tekemään energian käyttöä tehostavia investointeja. Säästäminen on edullisinta silloin, kun sen avulla vältetään uuden kapasiteetin rakentamista. Huippukysyntää supistavat säästötoimet ovat yleensä yhtiöiden kannalta huomattavasti kannattavampia kuin peruskuormaan vaikuttavat toimet. (Kahn et al. 1987.)

Energiayhtiöiden muuntuminen kysyntään vaikuttaviksi energiapalveluyhtiöiksi ei ole ongelmaton. On esimerkiksi vaikea muuttaa koko yrityskulttuuri tuotanto-orientoituneesta kysynnän supistumahdollisuuksia etsiväksi. Energialaitokset toimivat Suomen suurissa kaupungeissa usein kunnallistaloudessa veroäyrin tasajina, jolloin niiltä edellytetään tiettyä myyntiä, johon pääseminen on yksinkertaisinta perinteisin keinoin. Lisäksi toiminnan suunnittelua varten täytyy ratkaista, missä määrin säästö- ja tehostustoimien toteutumiseen voidaan luottaa.

2.4. Rajoituksia ja vuorovaikutuksia

Energia- ja raaka-ainepanoksia otetaan luonnosta. Luonnonolot vaikuttavat panoksien saatavuuteen ja erilaisten teknisten ratkaisujen käyttömahdollisuuksiin ja sitä kautta myös panosten hintojen muodostumiseen. Energian välitön ja välillinen käyttö aiheuttaa ympäristön laatuun vaikuttavia päästöjä.

Alue- ja yhdyskuntarakenne vaikuttaa monin tavoin teollisuuden, tavaroiden kuljetuksen, rakennusten lämmityksen ja ihmisten liikumisen kuluttamaan energiaan. Yhteistoimintamahdollisuudet energian tuotannossa ja käytössä, tarvittavat kuljetusmatkat, lämmitystarpeeseen vaikuttava mikroilmasto, kaukolämmön tai lämpöpumppujen hyväksikäyttömahdollisuus, ihmisten kulkemistarpeet sekä käyntitiheyden että etäisyyksien osalta, ja liikkumiseen käytettävät välineet riippuvat osittain alue- ja yhdyskuntarakenteen luomista puitteista ja vaikuttavat merkittävästi energian käyttöön. (Seutus suunnittelun keskusliitto 1982.)

Energian ominaiskulutuksen alenemisella, ellei siihen liity hintojen nousua, on talouden yleensä kasvua kiihdyttävä vaikutus. Kun tuotanto- ja asumiskustannukset alenevat, yritysten tuotanto kasvaa ja tuotteiden kilpailukyky paranee, ja kotitalouksien reaalitytulot kasvavat, mikä johtaa kulutuksen lisääntymiseen. Energian säästö vaatii kuitenkin lisäinvestointeja, joiden rahoittaminen vie osan talouden resursseista ja saattaa pienentää siten kasvua verrattuna siihen, että investoinnit käytettäisiin johonkin muuhun kohteeseen. Energian säästön nettovaikutus riippuu näiden ja monien muiden tekijöiden keskinäisistä vaikutuksista (KTM 1989, 159-160).

Toisaalta talouden tila ja kehitys vaikuttavat energian käyttötapoihin. Talouden taantuminen vähentää energian käyttöä lyhyellä tähtäyksellä, mutta hidastaa myös usein energian käytön tehostamiseen tähtääviä investointeja eli pidemmän tähtäyksen energian säästöä (Yergin 1983, 209-210). Ympäristöön talouden taantuminen voi vaikuttaa toisaalta tehottoman energiankäytön kautta, joka sinänsä rasittaa tarpeettomasti ympäristöä, toisaalta muutenkin ympäristöä rasittavan, vanhan teknologian käytön kautta. Esimerkiksi investointimahdollisuuksien puuttuessa käytetään teknologiaa, joka tarvitsee raaka-aineita enemmän kuin uusin saatavilla oleva tekniikka, tai teknologiaa, josta tulee enemmän päästöjä. Myös päästöjen puhdistusinvestoinnit voivat viivästyä.

3. MIKSI ENERGIAA PITÄISI SÄÄSTÄÄ

3.1. Ympäristönsuojelutavoite

Energian käyttö tai säästö eivät ole itseisarvoja. Energiaa käytetään tuottamaan niitä hyödykkeitä, joita ihmiset tarvitsevat tai haluavat. Energian säästöpyrkimysten motiiviksi esitetään nyt monessa yhteydessä mm. Brundtlandin komitean raporttiin perustuen ensisijaisesti ympäristön suojelua, erityisesti kasvihuoneilmiön rajoittamista. Energian käyttöä pyritään vähentämään, jotta haitalliset päästöt, erityisesti hiilidioksidipäästöt, vähenisivät. Samalla ydinvoimaa pidetään ongelmallisena, joten sähköntuotannon kapasiteetin kasvun rajoittaminen on myös suotavaa. Energian säästöpyrkimys voi johtua myös energian saannin epävarmuudesta ja siihen liittyvästä hinnan noususta. 1970-luvun öljykriisit olivat tällaisia saatavuus- ja erityisesti hintakriisejä.

Ympäristöhaittojen vähentämiseen energian säästön avulla liittyy kuitenkin suuria ongelmia. Ensiksikin energian käytön ja ympäristön tilan välisistä suhteista ei ole täyttä varmuutta. Yksi esimerkki epävarmuutta sisältävistä syy-seuraussuhteista on hiilidioksidipäästöjen vaikutus ilmastoon. Hiilidioksidipäästöjen suuruudesta ollaan selvillä, samoin ilmakehään kerääntyvän hiilidioksidin kasvihuonevaikutuksesta. Kuitenkin maapallon ilmasto ja siihen vaikuttavat tekijät muodostavat hyvin monimutkaisen systeemin, jonka kaikkien osien toiminnasta ei ole yhtä suurta varmuutta. Ilmastovaikutuksen suuruus, ajoitus ja varsinkin sen alueellinen ilmeneminen on vain arvailtavissa. Toisaalta parhaan nykytietämyksen valossa vaikutukset olisivat pahimmillaan niin huomattavat, että pikaiset toimenpiteet hiilidioksidipäästöjen rajoittamiseksi olisivat tarpeen, elleivät peräti jo myöhässä (taas epävarmuutta). Yhdysvaltalaisessa selvityksessä suositellaan, että kasvihuoneilmiöön liittyvien epävarmuuksien takia kasvihuonekaasujen vähentämistoimista tulisi lyhyellä tähtäyksellä toteuttaa ne, jotka ovat sopusoinnussa muiden tavoitteiden kanssa, ts. ne, joiden toteuttamista ei missään tapauksessa tarvitsisi katua. Tällaisista toimista mainitaan mm. energian käytön tehokkuuden lisääminen (U.S. Background Paper 1989). Kanadalainen raportti on samoilla linjoilla, korostaen myös sitä, että tietoa

kasvihuoneilmiöstä pitäisi koko ajan pyrkiä lisäämään (Federal/-Provincial/Territorial Task Force on Energy and the Environment 1989). Hollantilaiset tutkijat vertaavat hiilidioksidipäästöjen rajoittamismahdollisuuksia kahdessa skenaariossa (ydinvoiman tarjontaan perustuva ja kysyntäsuuntautunut kaasustrategia) ja suosittelevat sellaista keinojen käyttöä, jotka sopivat kumpaankin strategiaan, jotta epävarmuuden vaikutukset saataisiin minimoiduiksi. Yksi näistä keinoista on energian säästö (Kram & Okken 1989a).

Toinen monimutkaistava tekijä on päätösten ja vaikutusten alueellinen ja hallinnollinen epäsuhta. Hiilidioksidin ilmastovaikutus on aidosti globaalinen ongelma. Fossiilisten polttoaineiden erät muut päästöt ja ydinvoimaonnettomuuteen liittyvät päästöt kulkeutuvat laajoille alueille valtioiden rajoista piittaamatta. Fossiilisten polttoaineiden käyttöä koskevat päätökset tehdään jossain määrin keskitetysti suurvoimailojen osalta, mutta enimmäkseen loppukäyttäjien tasolla lämmityksen ja liikenteen polttoainekäytön osalta. Vaikka tarkasteltaisiin päästöjä valtioittain, nähdään, että useimpien valtioiden päästöt ovat kokonaisuuteen verrattuna häviävän pieniä. Vain muutamien maiden osuus on yksinäänkin näkyvä; Yhdysvaltain osuus on runsaat 20%, Neuvostoliiton vajaat 20%, Kiinan noin 10% ja Japanin noin 5% (Federal/-Provincial/Territorial Task Force on Energy and the Environment 1989). Ydinvoimapäätökset ovat energiapäätöksistä keskitetyimpiä, mutta nekin tehdään pienemmissä yksiköissä kuin missä mahdolliset haitat koetaan.

Tämän epäsuhtaan takia voi olla, että energian käytön aiheuttamien haittojen vähentäminen ei edistyäkään tehokkaimmin siten, että supistetaan omaa energian käyttöä tai puhdistetaan oman energian käytön päästöjä, joskin voidaan ajatella, että esim. Suomi voi näyttää hyvää esimerkkiä tehostamalla energian käyttöä (Komiteanmietintö 1989:9,69). Pienen valtion, saati yksittäisen loppukäyttäjän osuus hiilidioksidipäästöistä on häviävän pieni. Kansainvälisten sopimusten hyväksi työskenteleminen voi olla tehokkaampaa kuin energian säästö, mikä sekään ei tietenkään voi olla kuin hyödyksi. Lisäksi energian säästöstä voidaan hyötyä enemmän sitä varten kehitetyn tekniikan kautta, joka voi levitä laajaan käyttöön, kuin suoranaisesti. Esim. kanadalaisessa rapor-

tissa todetaan, että vaikka Kanada ei yksin voikaan vaikuttaa oleellisesti hiilidioksidipäästöjen määrään, se voi toimia aktiivisesti kansainvälisen ratkaisun aikaansaamiseksi ja myös kehittää tarkoitukseen sopivaa teknologiaa. Raportin mukaan Kanadan ei pitäisikään yksin ryhtyä toimenpiteisiin, jotka voivat vaikuttaa merkittävästi talouden rakenteeseen ja heikentää sen kansainvälistä kilpailukykyä. (Federal/Provincial/Territorial Task Force on Energy and the Environment 1989.) Myös kehitysmaihin ja suunnittelutalouksiin sopivaa teknologiaa olisi tärkeätä kehittää (Kram & Okken 1989a). Rikkipäästöjen osalta voi olla tehokkaampaa avustaa tärkeimpiä saastuttajamaita puhdistamaan päästönsä kuin uhrata kaikki resurssit omien päästöjen edelleen puhdistamiseen. Tosin tässäkin omat kokemukset päästöjen rajoittamisesta - muuallakin hyödynnettynä - voivat edistää ympäristönsuojelua huomattavasti enemmän kuin välittömien vaikutusten veran.

3.2. Säästö ja rationaalinen energian käyttö

Energian käytön tavoitteiden ja rajoitteiden roolin korostamiseksi ja käsitteiden selkiyttämiseksi energiapolitiikkaa voitaisiin ajatella yhteiskunnan optimointiongelmana. Tämä esitys on tarkoitettu pelkästään havainnollistamaan ajattelutapaa ja käsitteitä. Optimointiongelman operationalisointiyritys tuottaisi varmasti ylivoimaisia periaattellisia ja käytännöllisiä vaikeuksia. Energiataloudelle asetettavat yhteiskunnalliset vaatimukset voidaan esittää optimointiongelman rajoitteiden muodossa. Näiden rajoitteiden valikoima ja taso riippuu poliittisista päätöksistä. Rajoitetyyppejä olisivat esimerkiksi seuraavat:

- Energiahuollon tulee mahdollistaa vähintään tietyn tasoiset, määrälliset ja laadulliset, kulutusmahdollisuudet. Tässä tulevat kysymykseen sekä kulutuksen suoraan vaativat energiapanokset että esim. vientiteollisuuden luomat kulutusmahdollisuudet, joiden tuottamiseen tarvitaan energiaa. Myös terveellisyyden vaatimukset voidaan ottaa huomioon, esim. terveellisen sisäilman vaatima ilmanvaihto.

- Energian tuotannon ja kulutuksen ympäristövaikutukset saavat olla enintään tietyn suuruiset. Tässä voidaan asettaa rajoja esim. hiilidioksidipäästöille, rikki- tai typpipäästöille tai sulkea pois suuria maisemamuutoksia tai suuronnettomuuden mahdollisuuksia.

Optimointiongelman tavoitefunktiossa kuvattaisiin energiapalvelujen tuotantotavat, ml. energian käytön tehostaminen, kustannuksineen. Ongelman ratkaisuna olisi kustannuksiltaan minimoitu energiahuolto, joka täyttää annetut rajoitteet. Tällä tavalla suunnitellusta energiahuollosta voitaisiin käyttää termiä rationaalinen energian käyttö. Tämän ratkaisutavan puitteissa resursien tuhlausena pidettäisiin jokaista ratkaisua, joka poikkeaa minimikustannusratkaisusta.

Ongelmaa asetettaessa voidaan päätyä keskenään ristiriitaisiin tavoitteisiin. Esimerkiksi erityisen tiukat päästörajoitukset voivat johtaa siihen, että energian käyttöä olisi tarpeen rajoittaa enemmän kuin kulutusta koskevan rajoitteen mukaan pidetään suotavana. Tiukat ympäristörajoitteet täyttävä energiahuolto saattaa myös tulla niin kalliiksi, että vaikka kulutustavoitteet pystyttäisiin energiahuollon puolesta täyttämään, talouden sisäiset kerrannaisvaikutukset johtavat kulutuksen alenemiseen taloudellisista syistä. Tällaisten ristiriitojen ratkaisu jää energiapolitiikan ulkopuolelle ja edellyttää asioiden tärkeysjärjestyksestä päättämistä.

Tekniset läpimurrot voivat vapauttaa yhteiskunnan rajoitteiden ristiriidasta. Esim. teknisesti ja taloudellisesti toimiva, veteen perustuva vetytalous olisi ratkaisu moniin ongelmiin.

Optimointiongelman ratkaisu tuottaisi varjohinnat kaikille rajoitteissa esiintyville asioille. Varjohinta ilmaisee, minkä verran yhteiskunnalle tulisi maksamaan tietyn suuruisen päästörajoituksen toteuttaminen energiahuollon osalta, tai esim. tietyntasoisien sisäilman ylläpito. Vaikka varjohintoja ei voida laskea kokonaisoptimointiongelmaasta, niiden tapaisia suureita punnitaan päätöksiä tehtäessä.

Energian käytön, tuotannon tai jakelun tehostaminen energiapalvelujen tasoon puuttumatta sisältyy minimoitavaan tavoitefunktioon, ts. tehostamismahdollisuuksien tulisi olla samassa joukossa energian tuotantomahdollisuuksien kanssa. Myös hyvin kalliita mahdollisuuksia, jotka ovat teknisesti toimivia, tulisi ottaa mukaan. Rajoitteiden tiukkuus ratkaisee, mikä yhdistelmä erihintaisia tuotanto- ja tehostamiskeinoja valittaisiin. Rajoitteiden sisältö ratkaisee, minkälainen energian tuotannon ja kulutuksen jakauma on edullisin, esim. polttoaineiden ja tekniikoiden osalta. (Nämä ratkaisut kuuluvat toiminnan tehokkuusulottuvuuteen kuvassa 1.)

Energiaa käyttävien palvelujen tason lasku, esim. liikkumisen rajoittaminen tai sisälämpötilan laskeminen alle 20 asteen, saattaisi tulla kysymykseen, jos ensisijaisina pidettyjä päästörajoitteita ei pystytä toteuttamaan pelkästään tehostamistoimia lisäämällä, tai jos tehostamiseen perustuva ratkaisu arvioidaan niin kalliiksi, että joihinkin kulutuskohteisiin puuttumista pidetään suotavampana. (Vrt. toiminnan tason muutos kuvassa 1.)

Energian käytön tehostaminen aiheuttaa jo lyhyelläkin aikavälillä, mutta erityisesti pitkällä aikavälillä, monia kerrannaisvaikutuksia. Mikäli energian käytön tehostuminen johtaa energiapanoksen kustannusten laskuun, vapautuvat varat voidaan käyttää muihin kohteisiin kulutuksessa tai tuotannossa. Mikäli taas energian käytön tehostuminen saadaan aikaan energian suhteellisia hintoja nostamalla, on silläkin vaikutuksia muuhun kulutukseen ja tuotannon panosrakenteeseen, jopa tuotevalikoimaan. Näillä rakennevaikutuksilla on edelleen vaikutuksia energian käyttöön (vrt. kuva 1).

Edellä käsitelty optimointitehtävä olisi vaikea operationalisoida, varsinkin kun tavoitteen ja rajoitteiden sisällä ja välillä on monenlaisia riippuvuussuhteita, joista aiheutuu vaikutuksia ja kerrannaisvaikutuksia. Lisäksi monet epävarmuudet monimutkaiset ongelmaa. Lienee kuitenkin mahdollista muodostaa jonkinlainen käsitys siitä, mitä esim. tietyt ympäristönsuojelupyrkimykset merkitsevät energiatalouden rajoitteina.

Rajoitteiden puitteissa etsitty minimikustannusratkaisu ei toteudu

itsestään, koska alan markkinoilla on paljon epätäydellisyyksiä. Energiapolitiikan tehtäväksi jää edistää rationaalisen energiankäytön toteutumista sekä käytettävissään olevien ohjauskeinojen avulla että osoittamalla muille politiikan lohkoille, minkälaisia toimia niiltä edellytetään.

4. ENERGIAN KÄYTÖN JA SÄÄSTÖN OHJAUKSESTA

Energian käytön ohjauskeinot jaetaan yleensä kolmeen ryhmään: tietoon ja asenteisiin vaikuttava tiedotus, hintojen kautta vaikuttaminen ja hallinnolliset keinot.

Mitkään ohjauskeinot eivät toimi parhaalla mahdollisella tavalla, elleivät energian käyttäjät tiedä riittävästi sekä ohjauksen sisällöstä että energiateknisistä vaihtoehtoista ja niiden toiminnasta ja vaikutuksista. Tiedotuskampanjoilla voidaan vaikuttaa energian käyttäjien tietämykseen eri laitteiden, tuotteiden tai kulutustapojen energian käytöstä. Kuluttajien energialaskujen yhteydessä voidaan antaa tietoja vastaavien kuluttajien ominaiskulutuksesta keskimäärin. Levón (1988) käsittelee tiedotuksen merkitystä energiansäästöissä rakennusosalalla. Stockholm Energi yhdisti valaistusta koskevaan tiedotuskampanjaan sähköä säästävien lamppujen alennuskuponit (Utrednings- och statistikkontoret 1989).

Tiedottamalla voidaan pyrkiä vaikuttamaan myös kuluttajien asenteisiin, tapoihin ja makuihin.

Energian käytön vähentämis- ja tehostamistoimia voidaan edistää ja nopeuttaa muuttamalla energialähteiden, muiden tuotantopanoksien tai valmiiden tavaroiden hintasuhteita verojen tai subventioiden avulla. Päästöverojen odotetaan toimivan samaan suuntaan. Analyysit tällaisen ohjauksen vaikutuksista, erityisesti päästöverojen osalta, ovat toistaiseksi puutteellisia. Tutkimus- ja kehitystyön rahoitusapu on sekin panoksien hintasuhteita muuttavaa.

Nämä ohjauskeinot perustuvat markkinoiden toimintaan. Monissa tapauksissa markkinoiden toiminnan tieltä pitäisi kuitenkin raivata esteitä. Mm. energian tuotantoinvestointien ja säästöinvestointien vertailuun liittyy tällaisia esteitä, esimerkki 1.

Esimerkki 1.

Energian tuotantoinvestoinnit ovat enimmäkseen energian tuottajien tekemiä. Yleensä energian tuotantolaitokset puolestaan ovat yhteiskunnan omistuksessa tai kontrollissa. Energian tuotantoinvestoinnit mielletään infrastruktuurin rakentamiseksi, ja niihin liittyy usein suhteellisen alhainen tuottovaatimus ja pitkä takaisinmaksuaika, joka heijastaa laitosten pitkää taloudellista käyttöikää. Säästöinvestoinnit edellyttävät yritysten ja kotitalouksien päätöksiä. Yritysten energiansäästöinvestointien käyttöikä on yleensä sidottu tuotantoprosessin ja tuotantolaitoksen elinkelpoisuuteen. Nämä päättäjät soveltavat usein korkeampaa tuottovaatimusta ja lyhyempää takaisinmaksuaikaa kuin yhteiskunta, ja vertaavat säästöinvestointien kustannuksia energian hintoihin, jotka perustuvat alhaisempaan tuottovaatimukseen. Näin vertailu on epäedullinen säästöinvestoinneille. Vertailu on helpointa silloin, kun säästäminen kohdistuu saman yksikön puitteissa tuotettuun energiaan, esim. monet teollisuuden omat voimalaitokset (KTM 1989). Tällaisissa vertailuissa pitäisi lisäksi käyttää tulevaisuuden energian hintoja, joita koskeva tieto ei tietenkään ole varmaa. Kuitenkin nykyhetken hinnat ovat todennäköisesti väärä perusta laskelmille, koska investointien käyttöikä on varsin pitkä.

Toinen esimerkki epätäydellisistä markkinoista liittyy julkisen sektorin hankintoihin, esimerkki 2.

Esimerkki 2.

Jos julkisella sektorilla energiaa käyttävät laitteet valitaan yleisten hankintaohjeiden mukaan hankintahintojen vertailun perusteella, voidaan päätyä energiaa tuhlaaviin ratkaisuihin. Jos vertailu perustuisi laitteen koko käyttöiän aikaisiin kokonaiskustannuksiin, päästäisiin useammin energian käytön osalta tehokkaisiin valintoihin. (National energy efficiency platform 1989.)

Hintojen nousun vaikutusta kysyntään mitataan hintajoustoilla². Kysynnän supistumisen lisäksi tapahtuu substituutiota, eli esimerkiksi energialähdettä, jonka hinta nousee, korvataan toisella energialähteellä tai muilla panoksilla. Energialähteen korvaamista toisella ei tavallisesti pidetä energian säästönä. Kuitenkin mikäli uusi energialähde on asetetun tavoitteen kannalta parempi, esim. vähemmän saastuttava, voidaan sekin lukea säästöksi. Energian korvaaminen pääomapanoksella tai työllä on sitä, mitä energian käytön tehostamisella usein tarkoitetaan: tehdään tehostusinvestointeja tai käytetään energiaa kuluttavia laitteita huolellisemmin. Törmän (1987) ja Konttisen (1989) mukaan panosten kysyntä teollisuudessa on lyhyellä aikavälillä reaalihintansa suhteen melko joustamatonta, ts. esim. energiapanoksen hinnan nousu yhden prosentin verran johtaa kysynnän laskuun vähemmän kuin prosentin.

Yleensä panokset korvaavat toisiaan, eli yhden panoksen hinnan nousu johtaa toisen panoksen kysynnän kasvuun, mutta energiapanos ja työvoima ovat useilla toimialoilla toisiaan täydentäviä (Konttinen 1989), joten energian hinnan nousu johtaa paitsi energian myös työvoiman kysynnän laskuun.

Uusitalo ja Djerf (1983) ovat tutkineet bensiinin hinnan vaikutusta bensiinin kysyntään. Hintajousto on ykköstä pienempi, toisin sanoen bensiinin 1 % hinnankorotus johtaa kysynnän laskemiseen vähemmän kuin prosentilla. Kysynnän tulojousto taas on ykköstä suurempi, joten 1 % tulojen kasvu nostaa bensiinin kysyntää yli prosentilla. Näin ollen bensiinin hinnankorotusten pitäisi olla suhteellisesti selvästi suurempia kuin tulojen kasvu, jotta kulu- tus ei kasvaisi.

Myös kotitalouksien sähkön hintajousto on lyhyellä tähtäyksellä ykköstä pienempi, samoin sähkön kysynnän tulojousto. Pitkällä tähtäyksellä, kun laitteita voidaan vaihtaa, joustot ovat suurempia. Eniten tulojen ja hintojen muutos vaikuttaa maalla asuvien, pienituloisten, suhteellisen vähän sähköä käyttävien kotitalouksien sähkön kulutukseen (Asplund 1983).

² Laaja hintajoustoja koskevien tutkimusten vertailu: ks. KTM 1989.

Eräiden muiden kokemusten mukaan sähkön hinnat eivät vaikuta juuri lainkaan kotitalouksien sähkönkulutukseen ainakaan nykyisten suuruusluokkien puitteissa. Tanskassa sähkön hinnan kaksinkertaistaminen ei vaikuttanut kysyntään; Ruotsissa ja Tanskassa kotitaloussähkön kysyntä on samaa luokkaa henkeä kohti huolimatta siitä, että Tanskassa sähkö on kaksi kertaa niin kallista kuin Ruotsissa (Westin 1989). Toisaalta moniossaisten tariffien ja kommunikaation parantamisen avulla yhdessä voidaan vaikuttaa kysynnän ajoitukseen (Stockholm Energi, Ekono 1987). Mm. pohjoismaisten kokemusten perusteella Levón (1988) ehdottaa kotitaloussähkön, lämmityssähkön ja kaukolämmön mittauksen, hinnoittelun ja laskutuksen kehittämistä.

Pysyviksi tulkittavat hintojen muutokset voivat ohjata säästöinvestointeihin, mutta äkkinäiset vaihtelut aiheuttavat epätietoisuutta ja haluttomuutta tehdä pitkälle tulevaisuuteen vaikuttavia päätöksiä.

Hallinnolliset energian käytön ohjauskeinot tarkoittavat sitä, että energian käyttöön vaikuttavia toimia voidaan kieltää tai määrätä pakollisiksi, esimerkkeinä rakennusstandardit, laitestandardit ja nopeusrajoitukset. Myös saastepäästöjä voidaan rajoittaa määräyksin. Näissä tapauksissa oletetaan, että säädellyissä toiminnoissa aikaisempaa pienempi energian ominaiskulutus seuraa luonnostaan. Olisi myös mahdollista rajoittaa energian saantia, tai asettaa asiakasryhmäkohtaisia, aikaisempaa kulutusta alempia kulutustavoitteita, kuten Los Angelesissa 1973-74, kun öljykriisin takia sähkön tuotantoa jouduttiin supistamaan huomattavasti. Tällöin kuluttaja saa itse ratkaista, millä tavoin ja mitä toimintojaan ajoittamalla, supistamalla tai tehostamalla tavoite (tai rajoitus) saavutetaan (Yergin 1983, 182-184).

Kriisitilanteessa sähkön ja polttoaineiden saantia voidaan rajoittaa tiettyyn osaan kunkin kuluttajan aikaisemmasta käytöstä tai kuluttajaryhmän keskimääräisestä käytöstä. Keinona voidaan käyttää ostorajoitusta tai ylikulutussakkoa. Tällöin niukentuneen resurssin jakelu pyritään hoitamaan niin, että välttämättömät toiminnot turvataan. Saamatta jäävä energiamäärä joudutaan siis säästämään tavalla tai toisella.

Energiayhtiöiden toimenkuvan muutos USAssa ja Ruotsissa on myös energian säästön edistämiseen tähtäävä toimi. Yhdysvalloissa Department of Energy on kehittänyt Least-Cost suunnittelumenetelmän, joka pakottaa vertaamaan päätöstilanteissa sekä energiansäästön että uuden tuotantokapasiteetin hyötyjä ja kustannuksia (Kotila 1989). Tällöin ainakin energiayhtiön osalta voidaan noudattaa samaa kannattavuuskriteeriä tuotannon ja säästön investointilaskelmissa. Energiayhtiöiden toimenkuvaa on jo käsitelty kohdassa 2.3. Levón ehdottaa Suomessa kokeiltavaksi puolueettomien energiakonsulenttien auktorisointia energiapalveluyhtiöiden sijasta (Levón 1988).

OSA II. MÄÄRITELMIÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5. MITEN ENERGIAN SÄÄSTÖÄ ON MÄÄRITELTY

5.1. Trendi- ja säästövaihtoehdon välinen erotus

Suomalaisessa energiansäästökirjallisuudessa ei säästön määritelmää tavallisesti ole problematisoitu. Yleensä säästö on arvioidun tulevan kulutuksen ja säästövaihtoehdon välinen erotus (Ekono et al. 1986, KTM 1986, Petäjä & Hausen 1988). Näissä raporteissa käsitellään pääasiassa sähkön käytön tehostumista, joka johtuu teknisistä parannuksista. On mielenkiintoista todeta arvioiden suuri vaihteluväli: Ekonon ym. raportissa sähkön säästöpotentiaalia arvioidaan olevan pari terawattituntia vuoteen 1995 mennessä. KTM:n raportissa mainitaan 3-4 terawattitunnin säästöpotentiaali vuoteen 2000 mennessä, ja talouden kehitystä koskevilta oletuksiltaan sen kanssa verrannollinen Petäjän ja Hausenin raportti päättyy 16 TWh säästöarvioon. Ero johtuu mm. energiansäästöinvestoinneilta vaadittavasta korosta ja takaisinmaksuajan pituudesta.

Tällaisissa skenaarioissa oletetaan yleensä, että talous kasvaa tiettyä vauhtia, ja energian (tai sähkön) tarve mitoitetaan sen mukaan, ottaen huomioon tehostusmahdollisuuksia enemmän tai vähemmän mittavan investointiohjelman puitteissa. Talouden kasvu ei kuitenkaan todellisuudessa ole suure, joka määräytyisi täysin käsiteltävän energiasektorin ulkopuolelta. Kukin energiahuollon vaihtoehto saa aikaan omat vaikutuksensa talouteen työvoiman käytön, investointien, erihintaisten polttoaineiden käytön ja ulkomaankaupan osalta (nämä yleensä mainitaan ao. raporteissa), ja kaikilla näillä vaikutuksilla on kerrannaisvaikutuksia toisiinsa ja myös energian kysyntään. Tietyn skenaarion toteutuessa tul-taisiin luultavasti toteamaan erilainen talouden tilanne ja siten jopa erilainen energian kysyntä kuin se, jota varten skenaarion energiahuolto mitoitettiin.

Norjalaisessa raportissa (Borg et al. 1988) käsitellään useita vaihtoehtoisia energian säästön määritelmiä. Yhden määritelmän mukaan energian säästötoimen tulos on kuluttamatta jäänyt energiamäärä verrattuna tilanteeseen, jossa säästötoimia ei olisi

tehty. Tässä joudutaan vertailutason määrittelyyn liittyviin vaikeuksiin (ks. kappale 5.9).

5.2. Toiminnan tasoon liittyvät säästön määritelmät

Energiakomitean mietinnössä (Komiteanmietintö 1989:11, 86) todetaan energian säästön määrittely ja arviointi ongelmalliseksi. Kuitenkin energian säästöksi määritellään se osa haluttua energian käyttöä, joka jostain syystä ei kuitenkaan käytännössä toteudu. Tällöin säästö määritellään energian kysynnästä lähtien.

Edellä kappaleessa 2 esitellyn energian käyttöpäätöksiä koskevan viitekehyksen mukaan "haluttu energian käyttö" riippuu energiapanoksia sisältävien hyödykkeiden kysynnästä. Toteutumatta jäävä haluttu energian käyttö merkitsee siis sitä, että jonkin energiapanoksia sisältävän hyödykkeen haluttu kysyntä ei kaikin osin toteudu. Tämä voisi tapahtua useilla eri tavoilla:

- Kuluttajat laskevat asuntonsa lämpötilan alhaisemmaksi kuin haluaisivat, valaisevat vähemmän tai käyttävät kotitalous- ja viihdekoneitaan vähemmän kuin haluaisivat.
- Kuluttajat liikkuvat vähemmän kuin haluaisivat, tai käyttävät henkilöautoa vähemmän kuin haluaisivat, tai käyttävät pienempää henkilöautoa kuin haluaisivat.
- Kuluttajat ostavat muita tavaroita ja palveluja vähemmän kuin haluaisivat.
- Kuluttajat korvaavat paljon energiaa sisältäviä tavaroita sellaisilla, jotka sisältävät vähemmän energiaa, suuremmassa määrin kuin haluaisivat.

Ilmeisesti ei ole tarkoitus lukea säästöksi sellaista energian käytön vähenemistä, joka johtuu kuluttajien tulojen pienenemisestä. Toki tulojen pieneneminen johtaa siihen, että kuluttajat käyttävät mm. energiaa vähemmän, mutta mille tulotasolle voitaisiin laskeutua?

Energiaa voidaan käyttää vähemmän kuin haluttaisiin myös siksi, että

- tavaroita tuotetaan vähemmän kuin niille olisi kysyntää,

- lähinnä säännöstelyn vallitessa tai
- tuottajat käyttävät energiaa panoksena vähemmän kuin olisi kustannussyistä kannattavaa.

Edellinen tilanne on mahdollinen vain, mikäli tavarain hinnan ei anneta muuttua kysyntää vastaavasti. Jälkimmäinen tilanne voisi olla mahdollinen, jos energian hinta pidetään ennallaan, mutta rajoitetaan sen saantia, tai jos odotetaan merkittävää hinnan nousua, ja sopeutetaan tuotantoteknologiaa siihen. Energiakomitean määritelmä ei sovi yhtä luontevasti kuvaamaan tuotannollista toimintaa kuin kuluttajan päätöksiä.

Energiakomitean määritelmän mukaan energian säästöä tarkastellaan vain energiahuollon loppupäässä, käyttäjien osalta. Jos energian käyttö vähenee ketjun muiden osien tehostumisen takia, ei puhuta energian säästöstä, koska se ei vaikuta halutun energian säästön toteutumiseen.

Määritelmä johtaa hankaluuksiin vertailuperusteiden osalta. Haluttua energian kulutuksen tasoa on hankala asettaa edes periaatteessa.

Vaikeuksista huolimatta tämäntyyppistä määritelmää lienee syytä kehittää, koska se sisältää jostakin luopumisen elementin, joka vastaa sanan säästö arkikielistä merkitystä. Energian säästön määritelmä tulee liian suppeaksi, jos tätä merkitystä ei ollenkaan oteta mukaan.

5.3. Tehokkuuteen liittyvät säästön määritelmät

Energiakomitean mietinnössä (Komiteanmietintö 1989:11, 86) todetaan, että käytännössä energian säästö on usein määritelty energian ominaiskulutuksen alenemisena eli pelkästään teknologisenä ilmiönä. Tämä määritelmä ei sisällä lainkaan kuluttajan hyödyn laskua, joka johtuisi kysynnän supistamisesta. Halutut hyödykkeet saadaan aikaan aikaisempaa pienemmin energiapanoksin. Esim. Seppälä toteaa raportissaan, että "energian säästöllä ei tässä tarkoiteta elintason alentamista, vaan energian tehokasta käyttöä" (Seppälä 1989, 58). Energiapoliittisessa ohjelmassa vuodelta 1983

(Energiapoliittinen ohjelma 1983) energiansäästöillä tarkoitetaan energian taloudellista ja tehokasta käyttöä. Siihen pyritään sekä parantamalla teknisiä energiansäästömenetelmiä että edistämällä niiden käyttöönottoa. Energiapolitiikan neuvoston energiansäästöjaoston energiansäästöohjelmassa (Energiapolitiikan neuvosto, energiansäästöjaosto 1985) lähdetään siitä, että kaikki säästötoimenpiteet, joiden kustannukset nykyisen teknologian avulla ja olemassa olevien hintasuhteiden vallitessa ovat pienemmät kuin uuden energiamäärän tuotantokustannukset, tulisi toteuttaa. Säästötoimet eivät kuitenkaan saa johtaa elämisen laatutason alenemiseen.

Ympäristön ja kehityksen maailmankomission mukaan tarvitaan nimenomaan energian käytön tehostamista. Taloudellisen kasvun, joka koostuu energiaa kuluttavista toimista, tulee jos mahdollista voimistua etenkin kehitysmaissa, mutta energian kokonaistarve ei saisi oleellisesti kasvaa. (World Commission 1987.) Neljän tutkijan kansainvälisenä yhteistyönä laadittu raportti Energy for a sustainable world (Goldemberg et al. 1988) perustuu samoihin ajatuksiin.

Norjan energiapolitiikassa energiansäästöillä tarkoitetaan toimia, jotka edistävät maan energiavarojen käyttöä kansantaloudellisesti edullisemmalla ja tehokkaammalla tavalla. Kyseeseen tulevat toimet jotka

- Vähentävät energiantuotannon, -jakelun ja -käytön energiahäviöitä eivätkä maksa enempää kuin lisäenergian hankkiminen.
- Aiheuttavat kustannuksien laskua siirryttäessä energiantantajasta toiseen.
- Johtavat kustannuksien pysymiseen ennallaan tai niiden laskuun siirryttäessä korkealaatuisesta energiasta alhaisemman laatuiseen energiaan. (Borg et al. 1988)

Norjalainen määritelmä kattaa lähinnä teknisiä tehostusmahdollisuuksia. Kuluttajan ei edellytetä luopuvan mistään. Kansantaloudelliset ja liiketaloudelliset kannattavuusnäkökohdat on sisällytetty määritelmään. Mikäli ympäristönsuojelua pidetään tavoitteena, määritelmän toinen osa johtaa ongelmiin. Sen mukaan öljyn hintojen ollessa alhaalla vesivoimalla tuotetusta sähköstä

kannattaisi siirtyä öljyn käyttöön, mistä aiheutuisi haitallisia päästöjä. Ympäristövaikutusten arvon sisällyttäminen energiahintoihin ratkaisisi tämän ongelman. (Madsen 1989.)

Sveitsiläisessä raportissa energian käytön tehostaminen - kuluttajan saamaa hyötyä vähentämättä - todetaan yhdeksi keinoksi vähentää hiilidioksidipäästöjä (Schmid 1989), samoin saksalaisessa raportissa (Kolb et al. 1989). Kanadalainen selvitys mainitsee energian käytön tehostamisen ja muuntohäviöiden pienentämisen eräinä keinoina, joiden tavoitteena on kasvihuonekaasujen päästöjen vähentäminen (Federal/Provincial/Territorial Task Force on Energy and the Environment 1989).

Lovins esittelee loppukäytön analysointiin ja kustannusten minimointiin perustuvan investointistrategian (end-use/least cost investment strategies). Menetelmä tarkoittaa, että haluttujen energiapalvelujen (valaistus, lämmitys, liikkuminen) tuottamiseen etsitään halvin mahdollinen menetelmä. Kustannuksiin voidaan sisällyttää joko suppeat yksityistaloudelliset kustannukset tai yhteiskunnalliset kustannukset, ml. esimerkiksi ympäristökustannukset. Menetelmä johtaa usein energian käytön tehostamiseen sen sijasta, että investoitaisiin energian tuotantoon. (Lovins 1989.)

Norgårdin (1987) yhteenvedon mukaan sähkön käytön tehostamiseen tähtäävällä säästöpotentiaalilla voidaan tarkoittaa jotakin seuraavista:

- Teoreettinen säästöpotentiaali, jonka suuruus riippuu tietyn energiapalvelun tuottamisen vaatimasta teoreettisesta minimienergiamäärästä.
- Tekninen säästöpotentiaali. Nykyisellä teknologialla pitkällä tähtäyksellä toteutettavissa oleva potentiaali.
- Taloudellinen säästöpotentiaali. Yksityis- tai yhteiskuntataloudellisin kriteerein kannattavasti toteutettavissa oleva säästöpotentiaali.
- Käyttäytymisestä riippuva säästöpotentiaali. Laitteiden tehokkaamman käytön yms. mahdollistama potentiaali.
- Markkinoilta saataviin ratkaisuihin perustuva säästöpotentiaali.

Eskolan raportissa sähkön säästöstä Tanskan energiapolitiikassa

(Eskola 1988) esitellään miltei samat säästöpotentiaalit kuin edellä: käyttäytymisestä riippuva säästöpotentiaali, teknillinen säästöpotentiaali nykYTEKNIKALLA, edellisten summa ja Norgårdin esittämien lisäksi teknillinen säästöpotentiaali tulevaisuuden tekniikalla.

Tehokkuuteen liittyvä määritelmä voi kattaa kaikki energiahuollon toimijat. Myös koko energiahuollon ketju tulee kysymykseen, koska häviöiden pienenemiset voitaneen lukea määritelmän alaan. Vertailuperusteen etsiminen lienee suhteellisen ongelmallista: verrataan erilaisia tapoja tuottaa sama hyödyke tai suorite. "Sama" on tietysti joissain tapauksissa vaikea käsite.

5.4. Rakennemuutos ja säästö

Seppälän (1989, 103) mukaan suomalaisen tuotantorakenteen muuttuminen merkitsee energian säästöä. Palveluelinkeinojen osuuden kasvaessa energian käytön osuus laskee suhteessa bruttokansantuotteen. Muutos nopeutuu esim., kun suomalainen teollisuus investoi ulkomaille kotimaan asemasta. Tässä tapauksessa, jos kulutuksen rakenne ei muutu, energian käyttö ei tehostu tai vähene globaalisesti, vaan siirtyy maasta toiseen.

Kulutuksen rakennemuutokseen voi liittyä kulutuksesta saatavan hyödyn kasvu energian käytön kasvua nopeammin, esimerkki 3. Myöhemmin kohdassa 5.7. esitettävä esimerkki 4 kuvaa, miten aikaisempaa enemmän energiaa käyttävät kulutustavat vakiintuvat vallitsevaksi kulutustavaksi.

Esimerkki 3.

Kuluttaja ostaa aikaisempaa kalliimman auton ja kokee saavansa enemmän "hyötyä" uudesta autosta kuin aikaisemmasta. Sen tuottaminen on ehkä kuitenkin kuluttanut jopa vähemmän energiaa ja materiaaleja kuin vanhemman auton tuottaminen. Hyödyn lisäys saadaan lisävarusteista ja säädöistä, jotka eivät ole materiaali- ja energiaintensiivisiä.

Rakennemuutosta tapahtuu koko ajan monien seikkojen yhteisvaikutuksesta - "motiiveista" ei voitane puhua. Energian hintojen muutokset, energiateknologian kehittyminen ja energiankäyttöön liittyvät säännökset ja rajoitukset sekä asenteet vaikuttavat osaltaan välillisesti rakennemuutoksen suuntaan ja nopeuteen. Energian käytön määrää ja jakaumaa talouksissa, joiden rakenne on erilainen, voidaan tarkastella. Päätelmien teko rakennemuutoksen osuudesta energian käytön muutoksissa on vaikeaa, koska rakennemuutoksen myötä myös energian käytön tekninen tehokkuus voi muuttua, samoin kulutuksesta saatavan hyödyn taso.

5.5. Energiayhtiöiden säästömääritelmiä

Useissa amerikkalaisissa energiayhtiöissä energian säästöä pidetään yhtenä keinona yhtiön toiminnan kustannusten alentamiseen. Esim. Bonneville-yhtiön suunnitteluohjelmassa säästö on yksi "sähköresurssi" tavanomaisten sähköntuotantotapojen ohella. Sen valintaan voidaan päätyä samalla tavalla kuin tavanomaisten sähköntuotantotapojen valintaan (Ford et al. 1987), ts. investointi- ja käyttökustannusten edullisuusvertailun perusteella.

Wisconsin Electricillä on kolmenlaisia loppukäyttöohjelmia (end use programs), jotka kaikki liittyvät tavalla tai toisella säästöön tai energian käytön tehostamiseen:

- Säästö (conservation) tarkoittaa sitä, että asiakas parantaa sähkön käytön tehokkuutta tai vähentää tarpeetonta käyttöä, mistä seuraa energian kysynnän lasku. Tarpeettomalla käytöllä tarkoitettaneen mitä tahansa energian käyttöä, josta voidaan suuremmista uhrauksista luopua, esim. sellaisten tilojen valaistus, joissa ei oleskella.
- Load Management tarkoittaa sitä, että kuluttajat pyrkivät ajoittamaan sähkön käyttöä ajankohtiin, jolloin sähköä tuotetaan halvimmillä menetelmillä ja välttämään käyttöä niinä aikoina, jolloin huippukysynnän takia kalleimmatkin tuotantomenetelmät ovat käytössä.
- Sähkön tehokas käyttö tarkoittaa sähkön käytön edistämistä niissä kohteissa, joissa sen arvo asiakkaalle on

korkeampi kuin sen tuotantokustannus ja hinta. (Malès 1988.)

Ohjelmien tarkoituksena on välttää uuden tuotantokapasiteetin rakentamista, mikäli kysyntä ja tarjonta saadaan tasapainoon kysyntää laskemalla siten, että kustannukset jäävät alemmiksi kuin uuden kapasiteetin rakentamisen kustannukset.

5.6. Yleisen tasapainoteorian määritelmä

Taloustieteessä melko yleisen ajattelutavan mukaan yhteiskunnan energiankäyttö voi olla suurempi tai pienempi kuin optimaalinen, todellisten yhteiskunnallisten rajahyötyjen ja rajakustannusten tasapainon mukaan määräytyvä käyttö. Mm. haittaveroja koskeva keskustelu perusteluineen viittaa siihen, että nykyisen käsityksen mukaan energian hinnat ovat alhaisemmat kuin todelliset yhteiskunnalliset rajakustannukset, joihin sisältyy esim. ympäristön pilaantumisesta johtuvia haittoja. Tämän näkemyksen mukaan nykyinen energiankäyttö on suurempi kuin optimaalinen. Korjaus saataisiin aikaan sisällyttämällä ulkoistetut yhteiskunnalliset kustannukset energian hintoihin. (Berg et al. 1988.) Säästö-termiä ei tarvita tässä yhteydessä.

5.7. Vertailua: toiminnan taso ja tehokkuus

Määritelmä, jonka mukaan säästöä on se osa haluttua energiankulutusta, joka jää toteutumatta, liittyy lähinnä lopulliseen kysyntään. Kysymys on siitä, mitä hyödykkeitä ja kuinka paljon kuluttajat haluavat ja hankkivat. Kirjallisuudessa yleisin määritelmä taas liittyy tarvittavien tavaroiden tuottamisen ja käyttämisen vaatimaan energiaan. Näiden välimaastossa on se alue, jolla kuluttaja yhdistää tavaroita, palveluja ja aikaansa tuottaakseen haluamiaan hyödykkeitä (vrt. kuva 2). Nämä yhdistelmät ovat muuttuneet ajan mittaan teknologian, työelämän ym. asioiden muuttuessa ja ovat tiettyinä aikana eri ihmisillä erilaisia, riippuen tuloista, koulutuksesta, ajankäytön rakenteesta ja tietysti mieltymyksistä.

Esimerkki 4 valaisee näiden päätöstasojen eroja.

Esimerkki 4.

Kotitalouden vaatteiden puhdistukseen käyttämä energiamäärä riippuu kolmentyyppisistä asioista. Ensiksi, vaatteita voidaan pestä useammin tai harvemmin, mikä vaikuttaa siihen, missä määrin kuluttaja saa nauttiakseen hyödykettä "puhtaat vaatteet". Siis luopumalla puh-
taudesta voidaan säästää energiaa siinä mielessä kuin ensimmäinen määritelmä tarkoittaa. Tämä määritelmä ei ota huomioon sitä, paljonko energiaa pesukerta käyttää. Toiseksi, pesemiseen käytettävä pesukone voi kehittyä siten, että tietyn pyykkimäärän peseminen käyttää aikaisempaa vähemmän energiaa, ts. tekninen ominaiskulutus laskee, jolloin ei puututa kuluttajan saamaan hyötyyn. Tämä määritelmä ei ota huomioon sitä, kuinka usein vaatteita pestään. Määritelmien välimaastossa ratkaistaan esimerkiksi se, kuivatetaanko pesty pyykin rumpukuivajassa vai pyykkinarulla. Kummastakin on tuloksena puhtaat vaatteet, mutta sekä energiankäyttö että kuluttajan hyöty ovat erilaiset. Rumpukuivatusvaihtoehdossa kuluttaja yhdistää pääomaan eli kuivaajan, energiaa kuivaajan käyttämiseksi ja hieman omaa aikaansa täyttämiseen ja tyhjennykseen. Pyykkinaruvaihtoehdossa kuluttaja yhdistää omaa aikaansa pyykin ripustukseen ja kuivuvan pyykin vaatiman tilan. Energiankäyttö on pienempi pyykkinaruvaihtoehdossa. Vaikutus kuluttajan hyötyyn riippuu siitä, mikä panoksista on kuluttajan kannalta niukin: kuivaajan hankkimiseen tarvittava raha, oma aika vai kuivatuksen tarvitsema tila (jota tietysti myös saa rahalla pitemmällä tähtäyksellä).

Kuluttaja voi valita edellä käsiteltyjen vaihtoehtojen välillä. Teknologian kehittyessä kuitenkin muuttuu myös niiden vaihtoehtojen joukko, joista kuluttaja voi valita käyttämiensä panoksien yhdistelmän tuottaakseen haluamiaan hyödykkeitä. Vain harvoilla kuluttajilla on nykyään mahdollisuutta kantaa itse pesuvettä järvestä ja pestä vaatteita käsin ympäri vuoden, vaikka kuinka haluaisi säästää energiaa. Kulutuksen rakennemuutos tapahtuu

osittain niin, että yksittäinen kuluttaja ei voi siihen vaikuttaa. Valittavana olevilla kokonaisratkaisuilla (vesijohtoveden, pesukoneen ja kuivauslaitteiden erilaiset yhdistelmät) on tietyt tyypilliset energiankulutuksensa. Voitaisiin puhua "sosiaalisesta ominaiskulutuksesta". Tämä käsite ei ole niin tarkasti mitattavissa kuin tekninen ominaiskulutus, mutta kertoo enemmän energian todellisen kokonaiskulutuksen vaihtelun puitteista kulutuksen rakennemuutoksen tietyssä vaiheessa.

Sama ilmiö, "sosiaalisen ominaiskulutuksen" nousutendenssi, esiintyy myös teollisuudessa. Yksittäisten tuotteiden ja prosessien tasolla voidaan usein havaita sekä sähkön että muun energian ominaiskulutuksen laskua. Tästä huolimatta yrityksen ja toimialan tasolla sähkön kulutus suhteessa tuotannon volyymiin on kasvanut, joskin muun energian kulutus suhteessa tuotantoon on alentunut. Työolojen parantamispyrkimykset (esim. ilman laadusta huolehtiminen, valaistus) ja tuotteiden laatutason nosto lisäävät sähkön kulutusta. (KTM 1989, 132). "Sosiaalinen ominaiskulutus" muodostuu näistä kaikista elementeistä, ei vain yksittäisen prosessin energiankulutuksesta.

Alue- ja yhdyskuntarakenne määrää osaltaan energian "sosiaalista ominaiskulutusta". Sen vaihtelujen puitteissa päädytään erilaisiin energian kulutuksen tasoihin ja rakenteisiin, vaikka kuluttajat eivät vähentäisi energiaa kuluttavien hyödykkeiden käyttöä (esim. ostosmatka, työmatka, ystävien tapaaminen, ulkoiluretki, asunnon lämmitys), eikä energiaa käyttävien laitteiden ominaiskulutukseen muuttuisi.

Schipper (1989) arvioi energiansäästöpolitiikan vaikutuksia eri OECD-maissa. Hän jakaa politiikan kahteen osaan: Toisaalta kuluttajiin kohdistuvaan, heidän makujaan ja tottumuksiaan muuttavaan, toisaalta asioita muuttavaan. Kuluttajiin kohdistuva politiikka pyrkii siihen, että kuluttajat ajaisivat autolla vähemmän, tyytyisivät kotonaan alempaan lämpötilaan jne., siis vaikuttamaan toiminnan tasoon. Tällainen politiikka on käyttökelpoista lyhyellä tähtäyksellä, koska näihin säästötoimiin voidaan ryhtyä heti, ilman suuria investointeja. Myös pienet tiivistykset ja esim. laitteiden parempi kunnossapito kuuluvat toteutettavuudeltaan lyhyen tähtäyksen politiikan alaan. Lyhyen tähtäyksen keinoista

on myös helppo luopua, kun säästämiseen kyllästytään. Tällainen politiikka ei olekaan johtanut merkittävään energiansäästöön.

Asioita muuttava politiikka pyrkii siihen, että energiaa käyttäviä välineitä kehitetään tehokkaammaksi, siis vaikuttamaan tehokkuuteen. Tämä on pitkän tähtäyksen politiikkaa, koska se edellyttää investointeja laitteiden parantamiseen tai uusien laitteiden kehittämiseen ja hankkimiseen. Näiden parannusten vaikutuksia ei voida helposti perua, eikä siihen ole tarvettakaan. Energian säästön taloudellisen hyödyn halutaan toteutuvan, koska siihen tähtäävä investointi on tehty. Tällainen politiikka on johtanut energian käytön vähenemiseen.

Schipperin (1989, 547) mukaan lyhyen ja pitkän tähtäyksen tavoitteet voivat olla ristiriidassa keskenään. Korkeammat energian hinnat johtavat lyhyellä tähtäyksellä energian käytön vähenemiseen niissä kohteissa, joista kuluttaja päättää (auton käyttö, lämmitys ym.). Usein kuitenkin tämä tapahtuu pitkän tähtäyksen tehokkuuden kustannuksella, koska kuluttajien lyhyen tähtäyksen toiminta häiritsee markkinoiden toimintaa tehokkuuden parantamisen osalta. Kuluttajien on nimittäin helpompi supistaa väliaikaisesti energian kysyntää kuin tehdä pitkäaikaisia säästöinvestointeja, koska käytetty suunnitteluaikaväli on lyhyt. Hintojen taas laskiessa palataan aikaisempaan, korkeampaan energian kulutukseen, jos tehokkuutta ei ole parannettu. Näin ollen tehokkuuden tavoittelua voi olla syytä edistää esim. asettamalla standardeja laitteille ja rakennuksille.

Schipperin kokemukset kuluttajien reagoinnista hintojen nousuun lyhyellä aikavälillä ovat ristiriidassa kohdassa 3.2 ohjauskeinojen yhteydessä esiteltyjen, Tanskan ja Ruotsin sähkön hintojen vaikutuksia koskevien, kokemusten kanssa.

5.8. Termien käyttö säästön määritelmässä

Suomen vuoden 1979 energiapoliittisessa ohjelmassa käytettiin termiä "säästö", ja vuoden 1983 ohjelmassa puhuttiin energian tehokkaasta ja taloudellisesta käytöstä. Ohjelmissa tarkoitettiin

samaa asiaa eli toimintojen tehostamista niiden tasosta tinkimättä.

World Energy Conferencen sanakirja määrittelee kattokäsitteen "energy conservation" laajasti: se on politiikkaa, jolla pyritään rajallisten energiavarojen mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön. Esimerkkejä tällaisesta politiikasta ovat energian säästö (savings), energian järkevä (rational) käyttö, energiamuodon korvaaminen toisella jne. Energian säästö (saving) edelleen tarkoittaa toimia, joilla rajoitetaan energian tuhlaamista, esim. jäte- lämmön talteenotto tai liikennemuotojen muutos. Rationaalinen energiankäyttö puolestaan edistää parhaalla mahdollisella tavalla taloudellisia päämääriä, ottaen huomioon sosiaalisia, poliittisia, finanssi-, ympäristö- ym. rajoitteita. (WEC 1986).

Tanskalaisessa energiapolitiikassa käytetään termiä *elbesparelse*, siis säästäminen, energian käytön tehostamista koskevassa merkityksessä (esim. Gjølstrup & Østergaard 1988). Norjan termi *energiøkonomisering* viittaa säästöön ja taloudellisuuteen. Stockholm Energin energiansäästötoimien suunnittelijat käyttävät termiä *effektivisering*, samoin Thomas B. Johansson. Säästämiseen vivah tavat termit (*conservation*, *sparande*) tuovat heidän mukaansa mielikuvan toimintojen tason laskusta, ja siitä mielikuvasta he haluavat päästä irti.

Angloamerikkalaisessa kirjallisuudessa termiä "energy efficiency" käytetään usein synonyymisesti termin "conservation" kanssa (esim. Vergin 1983, 173). Termiä "saving" ei käytetä.

5.9. Energian käytön muutosten vertailuperusteet ja mittarit

Jos energian loppukulutusmäärät yhteismitallistetaan ja lasketaan yhteen arvioksi energian kulutuksesta, ei oteta huomioon, että tietyn energiamäärän tuottaminen loppukulutukseen vaatii erilaisia määriä primäärienergiaa riippuen mm. polttoaineesta ja energian tuotantotekniikasta. Tämä voi olla kiusallista, koska näin menetetään paljon tietoa, joka olisi tarpeen energian tuotannon ja kulutuksen vaihtoehtojen ympäristövaikutusten arvioimiseksi.

Toisaalta tarvittavien primäärienergiapanosten yhteismitallistaminen ja yhteenlaskeminen on sekin ongelmallista. Esimerkiksi ydinvoima, vesivoima, tuulivoima ja aurinkolämmitys tai -sähkö ovat energiantuotantotapoja, joissa ei käytetä tavanomaisia polttoaineita, joten energiapanoksen mittaaminen ekvivalenttisissa polttoainetonneissa ei kerro mitään esim. ympäristövaikutuksista tai resurssitarpeesta. Se, että esim. tuulivoimaa ei voida varastoida, tekee yhteismitallistamisen vielä vaikeammaksi. Eihän maksa mitään käyttää runsaasti, suorastaan tuhlaten, tuulivoimaa, silloin kun sitä on saatavilla. Vertailu "vastaaviin" polttoainemääriin saattaa olla mielekästä siinä tapauksessa, että halutaan arvioida, kuinka paljon polttoainetta voidaan jättää polttamatta, mikäli käytetään näitä energiamuotoja.

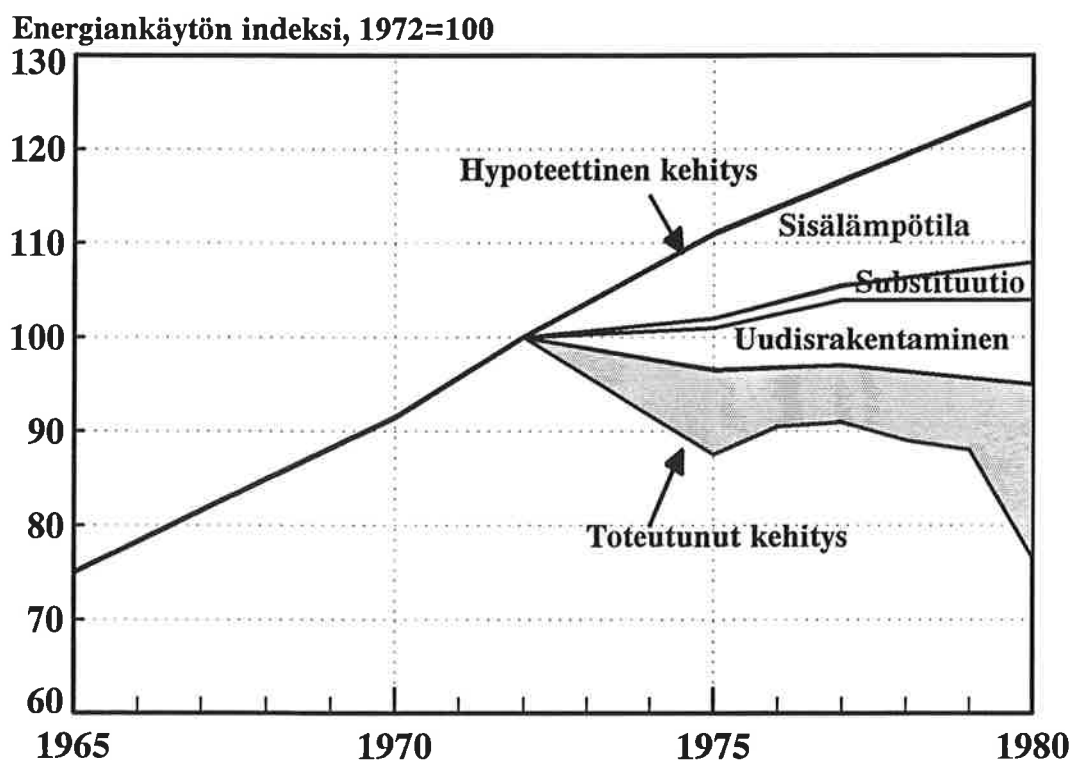
Kansantalouden käyttämä energiamäärä henkeä kohti tai verrattuna kansantuloon on usein käytetty energaintensiivisyyden mittari. Tällainen keskimääräinen energaintensiteetti on kuitenkin taloustieteellisessä mielessä harhainen tunnusluku. Se ei ota huomioon eri polttoaineiden erilaisia hintoja ja erilaista hintakehitystä, joka johtuu muun muassa polttoaineiden teknisestä käytettävyydestä ja niitä käytettäessä saatavista hyötysuhteista. (Karko 1989.) Sähköintensiteetti sentään yleensä esitetään erikseen.

Kansantalouden keskimääräisen energaintensiteetin käyttämiseen tunnuslukuna liittyy muitakin ongelmia: Energian käytön tehostumisesta ja talouden rakennemuutoksesta johtuvat vaikutukset ovat yhdistettynä samaan lukuun, vaikka useimmiten olisi tärkeää tietää niiden vaikutus erikseen. Lisäksi siirtyminen kalliimpaan energiamuotoon kasvattaa suhdeluvun nimittäjää, mikä antaa vaikutelman energaintensiteetin laskusta, vaikka määrällisiä muutoksia ei tapahtuisikaan. Halvempaan energiamuotoon siirtyminen taas näyttää laskennallisesti energaintensiteetin kasvulta. (Greenhalgh 1989.)

Kansainväliset energaintensiteettivertailut voivat myös olla harhaanjohtavia, koska tavaroiden tuontiin ja vientiin sisältyvät energiamäärät jäävät suhdeluvun ulkopuolelle. Esimerkiksi Suomen talouden kulutuksen energaintensiivisyys on huomattavasti alhaisempi kuin kokonaisenergiaintensiteetin perusteella voitaisiin päätellä. Suomihan vie muiden maiden loppukulutukseen runsaasti

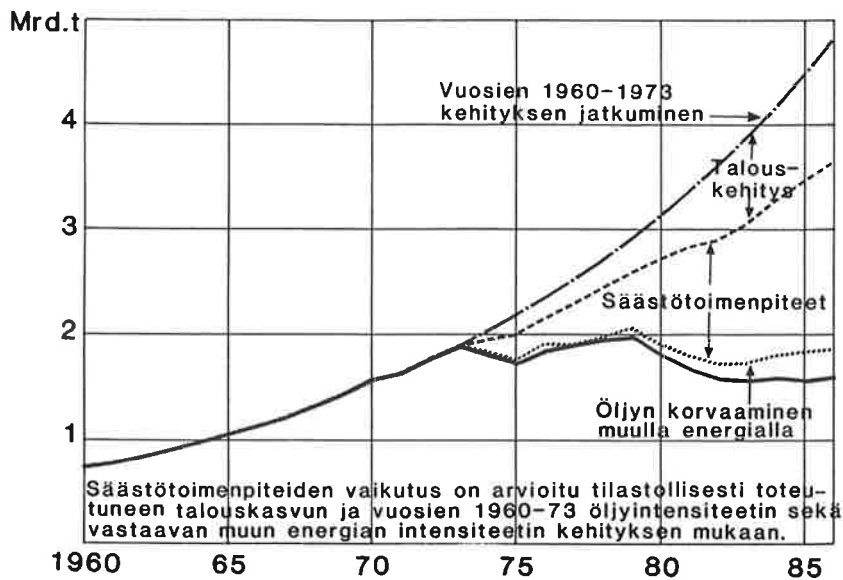
energiaa, joka on sitoutunut mm. metsäteollisuuden tuotteisiin (ks. myös Strout 1985).

Energiaa voidaan käyttää vähemmän kuin jos tietty kehitys olisi jatkunut. Vertailussa käytettävä kehitys voidaan ennustaa ajan suhteen trendinä. Trendikehityksestä tulisi kuitenkin puhdistaa esim. säätilojen vaikutus ja rakennemuutoksien (toimialat, aluerakenne, väestön rakenne) vaikutus, jotta varsinaisten säästötoimien vaikutus saataisiin selville (Nordisk Ministerråd 1984). Myös polttoaineiden korvaaminen toisilla ja uudisrakentamisen vaikutus esim. lämmityksen energiankulutukseen voidaan erottaa varsinaisista säästövaikutuksista, ks. kuva 3. Ne ovat vaikuttaneet energian kulutukseen, mutta eivät ole kuuluneet säästötoimiin. (Nordisk Ministerråd 1984). Kuvassa 4 on arvio öljyn säästötoimien vaikutuksesta, kun talouskehitys ja öljyn korvaaminen muulla energialla otetaan huomioon.



Lähde: Nordisk Ministerråd 1984

KUVA 3. ENERGIAN SÄÄSTÖTOIMIEN VAIKUTUS TANSKALAISISSA KOTITALOUKSISSA 1972-1980.



Lähde: Ihamuotila 1988

KUVA 4. SÄÄSTÖTOIMIEN VAIKUTUS ÖLJYN KULUTUKSEEN

Esimerkiksi kanadalaisessa selvityksessä kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämisestä päästöjen vähennys suhteutetaan nykytilanteeseen. Tavoite on esim. 20 % vähennys nykytilanteeseen verrattuna, ja se pyritään toteuttamaan vuoteen 2005 mennessä. Tällöin joudutaan kuitenkin arvioimaan päästöjen lisäys vuoteen 2005 mennessä siinä tapauksessa, että päästöjä ei pyritä rajoittamaan. Se vähennys, jonka saavuttamiseksi tarvittaisiin mm. energiankäytön tehostamista, olisi siis hypoteettisen trendin mukaisen lisäyksen estäminen plus tavoitteeksi asetettu 20 % vähennys (Federal/Provincial/Territorial Task Force on Energy and the Environment 1989).

Energiankäytön tehokkuuteen perustuva säästön määrittely edellyttää juuri tehokkuuden vertailuun sopivia mittareita. Tavaliset energian käytön tehokkuuden mittarit sopivat hyvin käytettäväksi verrattaessa tietyn tyyppisiä laitteita toisiinsa. Esimerkiksi öljykattilan hyötysuhdetta voidaan verrata toisen öljykattilan

tilan hyötysuhteeseen. Yhden keskuslämmitystavan ominaiskulutusta voidaan verrata toisen tavan ominaiskulutukseen. Nämä mittarit eivät anna mitään informaatiota siitä, kuinka paljon tehostamisen varaa kyseisessä toiminnossa on. Jos energiaa vaativa tehtävä määritellään laajasti, esim. lämpimän ilman tuottaminen, jotta asuinhuoneet saadaan pidetyksi sovitussa lämpötilassa tietyn aikaa, ottaen huomioon talon lämpöhäviöt, voidaan määritellä tehtävään tarvittava teoreettinen energiankulutusminimi (termodynamiikan toisen lain perusteella), johon voidaan verrata tehtävään käytettävää todellista energiamäärää. Suuri ero teoreettisen ja todellisen kulutuksen välillä osoittaisi, että uusia tapoja suorittaa tehtävä olisi syytä etsiä. Parannukset löytyvät sovitamalla energian laatua tehtävän vaatimuksiin, jotta energiasta saatavissa olevaa työtä ei tuhlattaisi tarkoituksiin, joissa vähempikin riittäisi. Talonlämmitysesimerkissä lämpöpumpputeknologia, jolla jätelämpö voidaan käyttää hyväksi, olisi ratkaisu (Goldemberg et al. 1988, 103-105).

Energian säästöhankeiden taloudellisuutta voidaan vertailla esim. laskemalla säästetyn energian kustannus, säästöinvestoinnin sisäinen korkokanta tai tietyn energiapalvelun elinkaaren diskontattu nykyarvo (Goldemberg et al. 1988, 107; ks. myös KTM 1989a). Säästetyn energian kustannusta laskettaessa ei tarvitse ennustaa polttoaineiden hintoja mutta oletetaan tietty diskonttokorko. Sisäinen korkokanta ei edellytä diskonttokoron määräämistä, mutta polttoaineiden hintaennuste tarvitaan. Energiapalvelun diskontattua nykyarvoa laskettaessa tarvitaan sekä diskonttokorko että energian hinnat, mutta sitä voidaan käyttää laajemmin kuin muita mittareita. Sen avulla voidaan vertailla vaihtoehtoisia tapoja tuottaa tietty energiapalvelu.

6. MILLÄ TAVOIN ENERGIAN KÄYTTÖ MUUTTUU, KUKA TEKEE PÄÄTÖKSET JA MITEN MUUTOSTA OHJATAAN

Tässä luvussa kootaan yhteen selvityksessä luvuissa 2-5 käsiteltyjä asioita. Jäsennysapuna käytetään kuvassa 1 esitettyä luokitusta energian käytön muutoksen osatekijöistä. Kuvassa 5 on numeroitu energian käytön muutostyypit, ja seuraavassa viitataan näihin numeroihin.

Tyyppi 1, jossa kaikki energian käytön osatekijät ovat ennallaan, on sinänsä epärealistinen. Tällainen tilanne esiintyy joskus tutkimuksissa vertailutilanteena, johon tapahtunutta kehitystä tai politiikkavaihtoehtojen aikaansaamaa kehitystä verrataan.

Energian käytön tehokkuuteen liittyvät määritelmät viittaavat tyyppin 2 mukaiseen tilanteeseen. Energiaa säästetään sen käyttöä tehostamalla, puuttumatta kulutuksesta saatavan hyödyn tasoon tai tuotannon ja kulutuksen rakenteeseen. Kaikki talouden toimijat kaikissa energiaketjun vaiheissa voivat periaatteessa tehostaa energian käyttöä. Energian käytön tehostaminen edellyttää yleensä muiden panosten lisäämistä, ja yksityistaloudellisesti ajatellen tehostustoimien pitäisi olla kannattavia. Motiivi voi olla talousteen, ympäristöön ym. liittyvä. Tehostaminen onnistuu parhaiten pitkällä tähtäyksellä laitekannan uudistumisen myötä, ja muutokset voivat olla pysyviä. Tosin eräät käyttäytymismuutoksetkin voidaan lukea tehokkuuden lisäämiseen, jolloin lyhytkin aikaväli riittää. Ohjauskeinoina voidaan käyttää tilanteesta riippuen taloudellisia ja hallinnollisia keinoja sekä tiedon lisäämistä.

Mikäli tehostamisen kustannukset ylittävät sen taloudellisen hyödyn, talouden kulutusmahdollisuudet supistuvat. Riippuu ohjauskeinoista, minkä hyödykkeiden kysyntään vaikutus ensisijaisesti kohdistuu. Vastaavasti jos tehostamisen kustannukset jäävät pienemmiksi kuin hyödyt, kulutus voi kasvaa. On siis mahdollista, että energian käytön tehostaminen johtaa myös hyödyn tason ja tuotannon tai kulutuksen rakenteen muutoksiin. Kuvassa katkonuoli kuvaa tätä vaikutusta.

HYÖDYN TASO	TOIMINNAN RAKENNE	ENERGIAN KÄYTÖN TEHOKKUUS	
		ENNALLAAN	MUUTTUU
ENNALLAAN	ENNALLAAN	1. VERTAILUTAPAUUS	2. TEHOKKUUTEEN LIITTYVÄT MÄÄRITELMÄT KAIKKI TOIMIJAT KOKO ENERGIAKETJU PITKÄ TÄHTÄYS: LAITEKANTA PYSYVIÄ MUUTOKSIA MOTIIVI: TALOUS, YMPÄRISTÖ TM. OHJAUS: TALOUDELLINEN, HALLINNOLL., TIEDOTUS
	MUUTTUU	3. RAKENNEMÄÄRITELMÄ TOIMIJAT ENERGIASEKTORIN ULKOPUOLELLA ENERGIAKETJU: LOPPUENERGIAN KYSYNTÄ PITKÄ AIKAVÄLI MOTIIVI: MUUTOKSET MARKKINOILLA, TEK- NOLOGIASSA, HINNOISSA (MYÖS ENERGIAN) ENERGIAPOL. OHJAUSKEINOJEN VAIKUTUS VÄLILLISTÄ	4. (2) & (3)
MUUTTUU	ENNALLAAN	5. TASOMÄÄRITELMÄ KULUTUKSEN NOUSEVA TRENDI TOIMINNAN TASON LASKU: KRIISITILANNE LYHYT AIKAVÄLI MUUTOKSET PALAUTUVAT HELPOSTI TOIMIJAT: KULUTTAJAT TAVAROIDEN TUOTTAJAT (SÄÄNNÖSTELY, LAINA) OHJAUS: TALOUDELLINEN, HALLINNOLL., TIEDOTUS	6. KULUTUKSEN NOUSEVA TRENDI (5) KORVATAAN TEHOKKUUDELLA (2) TOIMINNAN TASON LASKU JA TEHOST. (2)&(5) MOTIIVI: TIUKAT YMP. NORMIT PITKÄAIK. POLITTOAINEEN SAANTIVAIKEUS OHJAUS: VAHVAT KEINOT KAIKKI TOIMIJAT, KOKO ENERGIAKETJU
	MUUTTUU	7. KULUTUKSEN NOUSEVA TRENDI (5) RAKENNEMUUTOSTAIPUMUS (3) KULUTUKSEN LASKU (LAMA) (5) JOHTAA RAKENNEMUUTOKSEEN	8. KULUTUKSEN NOUSEVA TRENDI (5) RAKENNEMUUTOSTAIPUMUS (3) TEHOKKUUS (2) TIUKAT YMP. NORMIT TM. (KUTEN 6): TOIMINNAN LASKU, TEHOSTAMINEN RAKENNEMUUTOS

KUVA 5. YHTEENVETO ENERGIAN KÄYTÖN MUUTOKSEN TAVOISTA

Joissain tapauksissa energian käyttö voi muuttua myös tehottomammaksi, mikäli se on edullista muista syistä.

Energian käytön taso muuttuu talouden rakenteen muuttuessa, vaikka toiminnan taso, siis kuluttajan saama hyöty, säilyisi ennallaan, eikä energian käytön tehokkuus muuttuisi (tyyppi 3). Muutoksen suunta riippuu monista tekijöistä. Rakennemuutokseen johtavia päätöksiä tekevät pääasiassa muut kuin suoranaisesti energian tuottamiseen tai jakeluun liittyvät toimijat. Muutoksen motiivina on esim. markkinoiden muutos, teknologian kehitys tai makujen muutos. Myös energian hinnat ja siihen liittyvät määräykset voivat johtaa rakennemuutokseen. Rakennemuutos tapahtuu yleensä pitkällä aikavälillä.

Energiapolitiikan ohjauskeinojen vaikutus rakennemuutokseen on välillisempää kuin niiden vaikutus energian käytön tehostumiseen.

Tyypissä 4 yhdistyvät rakennemuutos ja tehokkuus. Tehokkuuden lisäys sinänsä voi johtaa rakennemuutokseen, mutta samalla myös energiasektorin ulkopuoliset seikat aiheuttavat rakennemuutosta. Muutoksen suunta voi olla kumpi tahansa.

Tapauksissa 5-8 kuluttajan saaman hyödyn taso muuttuu. Historiallisesti niin tuotannolla ja kulutuksella kuin energian käytölläkin on ollut nouseva trendi. Yhtäkkinen kriisitilanne, jossa energian käyttöä on vähennettävä nopeasti, vastaa tyyppiä 5. Toiminnan rakenne ja tehokkuus eivät ehdi muuttua, joten energian käytön vähennys on saatava aikaan energiaa käyttäviä toimintoja supistamalla. Tällaiset muutokset palautuvat yleensä jossain määrin kriisin lauettua. Säännöstely tai lama voi johtaa myös tavaroiden tuotannon supistumiseen. Pitkäaikaisena tällainen tilanne johtaa myös tuotannon rakenteen muuttumiseen.

Ohjauskeinoina tulevat tilanteesta riippuen kysymykseen taloudelliset ja hallinnolliset keinot ja tiedotus.

Tapauksessa 6 energian käytön tehostamisella voidaan korvata kulutuksen nousevaa trendiä. Kohdan 2 yhteydessä todettiin jo, että tehostuminen voi mahdollistaa korkeammam kulutustason.

Esimerkki 5.

Autojen energiankäyttö on tehostunut siinä mielessä, että niiden ominaiskulutus on pienentynyt. Samalla kuitenkin autojen määrä on kasvanut ja niillä mahdollisesti ajetaan enemmän, joten autoilun aiheuttama energiankäyttö yhteensä voi kasvaa tehostumisesta huolimatta.

Esimerkki 6.

Rakennusten lämmitys on myös tehostunut sikäli, että ominaiskulutus pinta-alayksikköä kohden on pienentynyt. Kun lämmitettävä asuinpinta-ala kuitenkin kasvaa, ei asuntojen lämmitykseen käytettävä energiankulutus välttämättä pienene.

Toisaalta sekä energian käytön tehostaminen että kulutuksen supistaminen voivat olla tarpeen, mikäli pitää sopeutua energian tuotantomahdollisuuksien supistumiseen joko tiukkojen ympäristönormien tai esim. pitkäaikaisten polttoaineiden saantivaikeuksien takia. Ohjauskeinoilta edellytetään erityistä voimakkuutta.

Tapauksessa 7 toiminnan rakenne muuttuu joko toiminnan tason muutoksen seurauksena tai siitä riippumatta. Kasvavalla taloudella on taipumusta myös rakennemuutokseen siten, että talous perustuu aikaisempaa vähemmän materiaalien muokkaukseen. Kulutuksen lasku, esim. laman takia, johtaa myös yleensä aikanaan talouden rakenteen uusiutumiseen. Muutoksien energiavaikutukset eivät ole itsestään selviä, vaan muodostuvat monien tekijöiden yhteisvaikutuksen tuloksena.

Kohdassa 8 kaikki osatekijät muuttuvat. Kulutuksen nousevan trendin, rakennemuutostaipumuksen ja energian käytön tehostumisen yhteisvaikutus voi olla energian käyttöä lisäävä tai vähentävä. Jos kriisitilanne tai pitkän aikavälin rajoitukset energiamuotojen käytölle edellyttävät, tehokkuuden lisäksi pyritään energiaa käyttävän toiminnan tasoa laskemaan energian käytön supistamiseksi. Rakenteeseen voidaan myös yrittää vaikuttaa. Toisaalta muilla toimilla vaikutetaan usein väistämättä välillisesti talouden rakenteeseen.

Esimerkki 7.

Esimerkissä 5 käsiteltyyn autoiluun voidaan lisätä vielä rakennekomponentti. Yhdyskuntarakenne muuttuu siten, että työmatkat pitenevät. Työmatkoja ajetaan myös henkilöautolla. Tämä rakennemuutos lisää autoiluun käytettävän energian määrää, samoin kuin aikaisemmin mainittu autokannan kasvu. Päinvastaiseen suuntaan vaikuttaa ominaiskulutuksen pieneneminen.

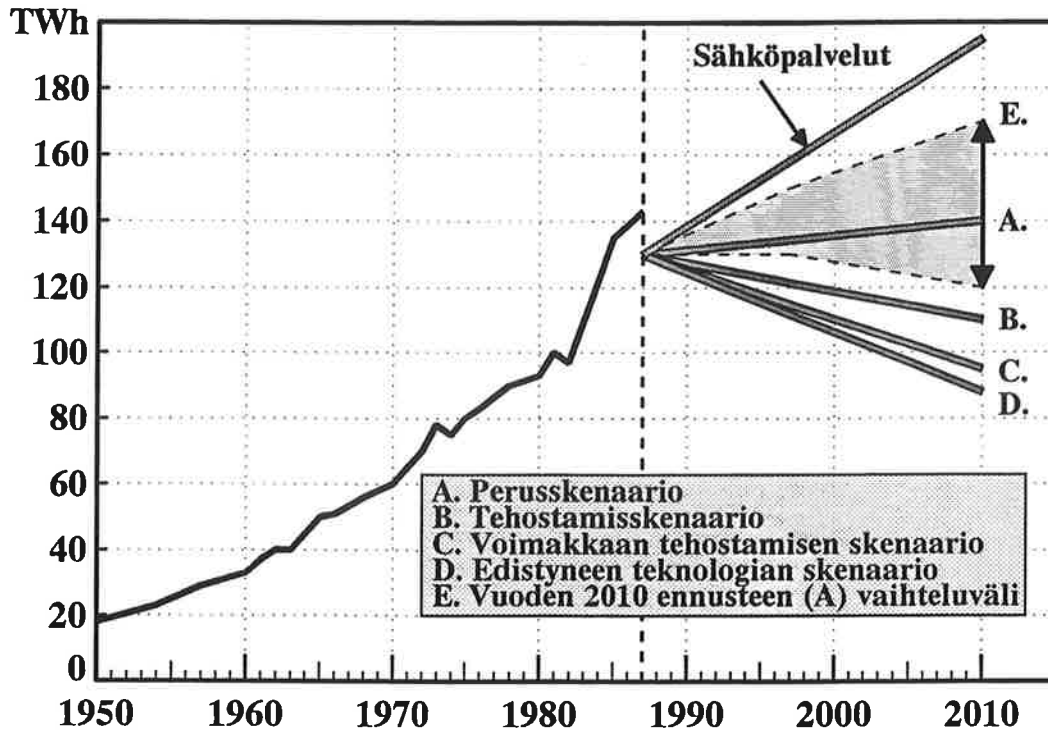
Kaikista edellä esitetyistä tapauksista ei löydy helposti kvantitatiivisia esimerkkejä energiaselvityksistä, koska monet tapaukset ovat epärealistisia abstraktioita - vain yhden asian muuttuminen kerrallaan on harvinaista todellisuudessa. Kaksi esimerkkiä valottaa kuitenkin muutostyyppien luonnetta.

Esimerkki 8.

Ruotsalaisessa tutkimuksessa, jossa käsitellään sähköhuollon järjestämismahdollisuuksia Ruotsissa omaksuttujen tiukkojen rajoitusten vallitessa (hiilidioksidipäästöjen lasku, ydinvoimasta luopuminen, ei lisää vesivoimaa) laaditaan mm. vaihtoehtoisia sähköön kysyntäskenaarioita. Tutkimuksessa toimintojen tason muutoksen ja rakennemuutoksen vuoteen 2010 asti oletetaan tapahtuvan ilman, että ainakaan energiasektori niitä rajoittaa. Esimerkiksi tietyn laitteen omistavien omakotitalouksien osuudesta oletetaan seuraavaa (sulkeissa vuoden 1987 luku):

jääkaappi-pakastinkaappi 40% (9%)
 pelkkä sähköuuni 30% (84%)
 mikroaalto+sähköuuni 70% (14%)
 pyykinkuivaajan käyttö 85% (18%)
 kaksi jääkaappi-pakastinkaappia 45% (6%).

Kuvassa 6 esitetyistä kysyntäskenaarioista ylimmässä sähköön käytön tehokkuus on jäädytetty vuoden 1987 tasolle. Tämä skenaario edustaa kuvan 5 tyyppiä 7. Se esittää vain tutkimusvälineenä muiden skenaarioiden laskemiseksi. Muut skenaariot perustuvat erilaisiin oletuksiin sähköön käytön tehostamismahdollisuuksista. Ne kaikki edustavat tyyppiä 8. (Bodlund et al. 1989.)



Lähde: Bodlund et al. 1989

KUVA 6. SÄHKÖN KYSYNTÄSKENAARIOITA RUOTSISSA BODLUNDIN YM. MUKAAN

Esimerkki 9.

Aiemmin kuvassa 3 on esitetty tanskalaisten kotitalouksien energiankäyttöön vaikuttavia tekijöitä. Kuvan 5 tyypittelyn mukaisesti tulkittuna kuvassa 3 esiintyvä hypoteettinen kehitys vastannee tyyppiä 7, lämpötilan muutos on tyyppiä 5 eli kulutuksen tason muutosta, polttoaineiden substituutio ja uudisrakentaminen ovat pääasiassa rakennemuutosta eli tyyppiä 3, joskin niihin mahdollisesti liittyy tehostumisen mahdollisuus, jolloin kyseessä on tyyppi 4. Varsinainen säästö, joka kuvataan varjostettuna, on tyyppiä 2. Toteutunut kehitys tietenkin sisältää kaikkia aineksia eli on tyyppiä 8.

7. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1. Yhteenveto

Viime aikoina energian säästöstä on puhuttu erityisesti keinona vähentää ympäristön kuormitusta. Energian säästöstä keskusteltaessa ei aina kuitenkaan ole määriteltä, mitä säästöllä tarkoitetaan. Tämän selvityksen tarkoituksena on analysoida energian säästön käsitettä eri näkökulmista ja ehdottaa periaatteita käsitteen määrittelylle ja termien täsmentämiselle.

Energian säästössä on kysymys siitä, että energiaa käytetään vähemmän kuin jossakin vertailutilanteessa. Energian käytön muutokset koostuvat kolmesta osatekijästä: energiaa käyttävän toiminnan tason eli kuluttajan saaman hyödyn tason muutoksesta, energiaa käyttävän toiminnan tehokkuuden muutoksesta ja tuotannon tai kulutuksen rakenteen muutoksesta.

Energian käytössä tapahtuvat muutokset ovat peräisin lukuisista päätöksistä. Markkinoilla olevien tavaroiden kuluttajat ja tuottajat tekevät välittömiä ja välillisiä energian käyttöpäätöksiä. Kuluttajien päätöksiin vaikuttavat kuluttajan preferenssit, käytettävissä oleva aika- ja rahabudjetti, tavaroiden ja palvelujen hinnat sekä tiedot, taidot ja asenteet. Tuottajien tuotantopanoksia ja -menetelmiä koskeviin päätöksiin vaikuttavat panosten hinnat, käytettävissä oleva teknologia sekä tuottajien tiedot ja taidot. Energiasektorin toimijoiden tekemät päätökset luonnollisesti vaikuttavat energian käyttöön. Päätöksiä rajoittavat osaltaan luonto ja alue- ja yhdyskuntarakenne. Päätöksien tekijöillä on lukuisia vuorovaikutussuhteita kansantalouden kanssa.

Energian käyttö tai säästö eivät ole itseisarvoja. Esimerkiksi ympäristönsuojelutavoite, vaikkapa päästöjen rajoittaminen, ja energian käytöstä saatava hyöty voidaan ajatella rajoitteiksi, jotka yhteiskunta asettaa energiataloudelle. On rationaalista tuottaa energiaa näiden rajoitteiden puitteissa tehokkaimmalla mahdollisella tavalla. Tällöin energian käytön tehostaminen tulee kysymykseen tuotantoa korvaavana tapana, josta ei tule välittömiä päästöjä. Mikäli ympäristötavoite on hyvin tiukka, myös energian

käytöllä saatavan hyödyn laskeminen, siis hyötyä koskevan rajoitteen uudelleenmuotoilu, saattaa olla tarpeellista.

Jotta erilaiset rajoitteet toteuttava energian käyttö toteutuisi, yhteiskunta pyrkii ohjaamaan sitä tietoon ja asenteisiin vaikuttavalla tiedotuksella, hintasuhteita muuttamalla (esim. verot) ja hallinnollisin keinoin. Nämä kaikki vaikuttavat niihin seikoihin, joiden perusteella energian käyttäjät tekevät päätöksensä.

Energian säästöä käsittelevässä kirjallisuudessa ei säästön määritelmää ole useinkaan problematisoitu. Yleensä säästö on arvioidun tulevan kulutuksen ja säästövaihtoehdon välinen erotus. Tulevan kulutuksen arvioiminen ilman suunniteltuja säästötoimia tuottaa omat ongelmansa.

Eksplisiittiset säästön määritelmät kattavat monenlaisia mahdollisuuksia:

- halutusta energian kulutuksesta luopuminen
- ominaiskulutuksen aleneminen
- rakennemuutos.

Selvityksessä käsitellään myös säästöä ja tehokkuutta tarkoittavien termien käyttöä ulkomaisissa julkaisuissa.

Energian käytön muutosten mittaamiseen liittyy monia ongelmia. Esimerkiksi kansantalouden energiasiteetti (energian kulutus henkeä kohti tai verrattuna kansantuloon) yhdistää rakennemuutoksen ja ominaiskulutuksen muutoksen samaan lukuun, mikä ei aina ole riittävä tarkkuus. Trendikehityksen ja säästövaihtoehdon vertailu - kohdistuipa se menneeseen kehitykseen tai tulevien mahdollisuuksien arviointiin - on ongelmallista, koska trendikehitys on aina hypoteettinen ja se voidaan laskea monella tavalla.

Lopuksi selvityksessä käsiteltyjä asioita kootaan yhteiseen jäsenyykseen, joka perustuu energian käytön muutoksen osatekijöihin (hyödyn tason muutos, energian käytön tehokkuuden muutos, talouden rakennemuutos) ja niiden yhdistelmiin. Kiintoisimpia ovat ne tapaukset, joissa esiintyy kaikkien osatekijöiden muutosta. Kulutuksella on nouseva trendi, joka vaikuttaa energian kulutukseen esim. autokannan kasvun kautta. Toisaalta autojen ominais-

kulutus on laskenut, mikä osaltaan vaikuttaa vähentävästi energian tarpeeseen. Yhdyskuntarakenne muuttuu, esim. autolla ajettavien työmatkojen määrä ja pituus voi kasvaa. Lopullinen vaikutus energian käyttöön riippuu osien yhteisvaikutuksesta.

7.2. Ehdotus käsitteiden käytöstä

Energian säästö ei ole itseisarvo, vaan sillä pyritään johonkin tavoitteeseen. Tavoitteen tulisi olla selkeästi määriteltä, jotta säästöpyrkimykset olisivat tehokkaita. Ympäristönsuojelu on nykyisin esillä energian säästön tavoitteena. Siihen pyrittäessä energian säästö on todennäköisesti syytä kohdentaa eri tavoin kuin esim. 70-luvun alussa kallista öljyä säästettäessä.

Ympäristönsuojelu on sekin melko yleinen tavoite. Tarkempi, esim. päästökohtainen tavoitteen asettelu tekee energian käytön ohjauksen mielekkäämmäksi.

Energian käytön vähentäminen suhteessa vertailutilanteeseen, esim. trendikehitykseen ilman säästötoimia, voi olla keino, jolla päästään lähemmäs asetettua ympäristötavoitetta. Tavoitteen kannalta on yhdentekevää, missä suhteessa saavutettu energian käytön vähentäminen koostuu kuluttajien hyötyä laskevasta toiminnan supistumisesta, energian käytön tehostumisesta ja toiminnan rakenteen muutoksesta. Tältä kannalta katsoen näitä kaikkia voidaan nimittää energian säästöksi. Kuitenkin säästöpolitiikan suunnittelu edellyttää huomattavan tarkkaa erittelyä. On tarpeellista harkita, mihin energian käytön muutoksen komponenttiin pyritään vaikuttamaan, ja mihin komponentteihin toimilla oletetaan olevan sivuvaikutuksia. Taloudessa kaikki voi vaikuttaa kaikkeen. Esim. jos energian käytön tehokkuutta pyritään edistämään suhteellisen suurien hinnanmuutoksien avulla, toimien kerrannaisvaikutukset voivat johtaa tehokkuuden lisääntymisen lisäksi myös toiminnan tason muuttumiseen ja rakennemuutokseen.

Energiapolitiikka, myös energian säästöpolitiikka, pyrkii vaikuttamaan niihin toimijoihin, erityisesti kuluttajiin ja tavaroiden ja palvelujen tuottajiin, jotka tekevät välittömiä ja välillisiä

päätöksiä energian käytöstä. Pääinvastoin kuin säästön tavoitteen kannalta, näiden toimijoiden kannalta ei ole ollenkaan samantekevää, millä tavoin energian käyttöön pyritään vaikuttamaan. Energiaa käyttävien koneiden ominaiskulutuksen lasku on kuluttajalle miellyttävämpi ratkaisu kuin energiaa käyttävien toimintojen rajoittaminen. Säästön sijasta olisikin puhuttava siitä energian kulutuksen vähentämisen tavasta, jota tarkoitetaan.

Kuluttajien kannalta energian käytön vähentämistoimet voidaan järjestää eräänlaiseen paremmuusjärjestykseen. Energian säästöä koskeva keskustelu selkiytyisi, jos sitä voitaisiin täsmentää ottamalla käyttöön seuraava laadullinen erottelu:

1. Tekniset parannukset ominaiskulutuksen laskemiseksi.
2. Epäoleellisen kulutuksen vähentäminen tarkoittaisi vaikeasti määriteltävästä "turhasta" kulutuksesta luopumista, ja johtaisi ehkä vähäiseen kuluttajan hyödyn laskuun. Esimerkkejä tähän ryhmään kuuluvista toimista ovat luopuminen niiden tilojen valaisusta, joissa ei oleskella, lämpötilan laskeminen niissä tiloissa, joissa ei oleskella, joistakin kertakäyttötuotteista luopuminen.
3. Oleellisen kulutuksen vähentäminen tarkoittaisi selvään hyödyn laskuun johtavaa kulutuksen rajoittamista, esim. kieltäytymistä lomamatkasta.
4. Perustarpeiden tyydytys pyritään turvaamaan kriisiaikoinakin, esim. tietty lämpötila asunnoissa, ruoan saanti.

Kuluttajia voidaan rohkaista, esim. hintoja muuttamalla, tekemään ryhmiin 1-3 kuuluvia päätöksiä, jotka johtavat energian käytön vähenemiseen. Yhteiskunta voi myös ottaa päätösvaltaa pois kuluttajilta rajoittamalla joitakin energiaa kuluttavia toimintoja, esim. yksityisautoilu.

Kun keskustellaan energian käytön vähentämisestä jonkin tavoitteen saavuttamiseksi, ei termiä säästö tarvita välttämättä ollenkaan, koska keskustelu edellyttää joka tapauksessa tarkempia määrittelyjä. Itse asiassa yleisen termin käytöstä luopuminen pakottaisi keskustelun tarkentumaan kulloinkin puheena oleviin erityistapauksiin.

Sana säästö on kuitenkin varsin vakiintunut, joten sen käytöstä

voi olla vaikea luopua. Siltä varalta tässä ehdotetaan lopuksi kahta vaihtoehtoista tapaa käyttää säästötermiä ja muita energian käyttöön liittyviä termejä.

Ensimmäisen tavan mukaan sanaa säästö käytettäisiin tarkemmin määrittelemättömänä yläkäsitteenä, joka voi tarkoittaa erilaisia tapoja vähentää tai tehostaa energian käyttöä. Tällöin olisi erityisen tärkeää täsmentää kussakin erityistapauksessa, mitä säästöllä tarkoitetaan, esim. energian tehokasta käyttöä. Myös edellä esitelty kuluttajan paremmuusjärjestys olisi tärkeä täsmennysapu. Tämän tavan perusteluna on se, että säästötermi on vakiintunut käyttöön yläkäsitteenä, eikä erityistapauksien täsmentäminen edellyttäisi vakiintuneen terminologian muuttamista, vaan muutamien uusien termien lisäämistä.

Toisen tavan mukaan sanaa säästö käytettäisiin kuvaamaan kuluttajien makujen ja tottumusten muutoksesta johtuvaa energiankäytön vähenemistä. Tähän ryhmään voitaisiin lukea kulutuksen epäoleellinen ja oleellinen vähentäminen, mutta myös joitakin tehokkuuden lisäämiseen kuuluvia toimia, mikäli ne edellyttävät kuluttajalta toimenpiteitä, esim. ikkunoiden tiivistäminen. Muista muutoksista käytettäisiin termejä tehokkuuden lisääminen, rakennemuutos tms. aina tilanteen mukaan. Tämän tavan perusteluna on se, että tuttua, myönteisenä pidettyä termiä, jonka merkitystä ei tarvitse pohdiskella, tarvitaan lähinnä kuluttajiin suunnatussa keskustelussa ja tiedottamisessa. Muissa tilanteissa, esim. teollisuuden energiankäyttöä tarkasteltaessa, voi olla edullisempaa käyttää teknisempiä termejä ja yksityiskohtaisempia määritelmiä.

Päädyttänpä termien käytössä mihin ratkaisuun tahansa, joitakin seikkoja on hyvä muistaa keskustelussa. Ensiksi, energian käyttöön liittyvät toimenpiteet tähtäävät johonkin yleisempään tavoitteeseen, esimerkiksi ympäristön laadun parantamiseen, eivätkä ole itseisarvoisia. Toiseksi, tapauskohtaisesti on syytä määritellä toimien tarkempi tavoite, jonka toteutumista voidaan tarkkailla, käytettävät keinot, kohteena olevat ryhmät ja toiminnan aikaväli. Kolmanneksi, toimien ja niiden vaikutusten erittelyn ja mitaamisen lisäksi on muistettava, että kaikilla toimilla on sivuvaikutuksia ja kerrannaisvaikutuksia, joiden energiavaikutukset voivat olla huomattaviakin.

KIRJALLISUUS

- Asplund, Rita (1983). Household electricity demand in Finland. An empirical investigation for the years 1975-81. Licentiate thesis.
- Bodlund, Birgit, Evan Mills, Tomas Karlsson & Thomas B. Johansson (1989). The challenge of choices: Technology options for the Swedish electricity sector. Teoksessa Johansson, Thomas B. et al. (toim.): Electricity: Efficient End-Use and New Generation Technologies, and their Planning Implications. Lund: Lund University Press, 883-947.
- Borg, Asbjorn et al. (1988). Enokpolitikk for en baerekraftig utvikling. En kritisk vurdering av norsk enokpolitikk i lys av Brundtland-kommisjonens innstilling. Gruppen for Ressursstudier.
- Deaton, Angus & John Muellbauer (1980). Economics and Consumer Behavior. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ekono Oy (1987). Sähkötariffien mahdollisuudet kulutuksen ohjauksessa. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Energiaosasto. Sarja B:66.
- Ekono Oy & Air-Ix Oy (1986). Sähkön säästömahdollisuudet. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Energiaosasto. Sarja B:58.
- Energiapoliittinen ohjelma (1983). Helsinki.
- Energiapolitiikan neuvosto. Energiansäästöjaosto (1985). Energiansäästöohjelma. Helsinki.
- Energy and Environment (1989). Single-country report. Federal Republic of Germany.
- Eskola, Erkki (1988). Sähkön säästö Tanskan energiapolitiikassa. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Energiaosasto.
- Federal/Provincial/Territorial Task Force on Energy and the Environment (1989). Report on Reducing Greenhouse Gas Emissions. Canada.
- Ford, Andrew, Michael Bull & Roger F. Naill (1987). Bonneville's conservation policy analysis models. Energy Policy April 1987, 109-124.
- Gjelstrup, Gunnar & Vibeke Ostergaard (1988). Muligheder for elbesparelser: Økonomiske, pædagogiske og normative virkemidler. AKFs forlag.
- Goldemberg, Jose, Thomas B. Johansson, Amulya K.N. Reddy & Robert H. Williams (1988). Energy for a Sustainable World. New Delhi ym.: Wiley Eastern Limited.
- Greenhalgh, Geoffrey (1989). The comforting illusion of energy conservation. Atom 393, July 1989, 6-7.

Ihamuotila, Jaakko (1988). Energiatalous, uusi tekniikka ja ulkomaankauppa. Teoksessa Markkatalous maailmalla. Tohtori Jaakko Lassilan 60-vuotisjuhlakirja. Porvoo - Helsinki - Juva: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Kahn, E., C. Pignone, J. Eto, J. McMahon & M. Levine (1987). The effect of conservation programmes on electric utility earnings. Results of two case studies. Energy Policy June 1987, 249-261.

Karko, Jussi (1989). Työn tuottavuusindeksit ja summa-aggregaatit. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos C 53.

Kolb, G. et al. (1989). CO₂-reduction potential through rational energy utilization and use of renewable energy sources in the Federal Republic of Germany. Kernforschungsanlage Jülich GmbH. Jül-Spez-502.

Komiteanmietintö 1989:9. Ympäristön ja kehityksen Suomen toimikunnan mietintö.

Komiteanmietintö 1989:11. Energiakomitean mietintö.

Konttinen, Sirkku (1989). Uutta tietoa teollisuuden energian kysynnästä. Öljyposti 3/89, 18-19.

Kotila, Heikki (1989). Matkakertomus vierailusta National Institute of Standards and Technology, USA:n energiansäästöpolitiikasta ja Caddet-sopimuksen johtoryhmän kokouksesta. Kauppa- ja teollisuusministeriö.

Kram, T. & P.A. Okken (1989a). Two "low CO₂" energy scenarios for the Netherlands. Prepared for IEA/OECD Expert seminar on energy technologies for reducing emissions of greenhouse gases. Paris, 12-14 April, 1989.

Kram, T. & P.A. Okken (1989b). National report for the Netherlands (first draft). The IEA energy technology systems analysis project/annex III. Prepared for IEA/ETSAP Workshop, Paris, 22-28 June 1989.

KTM (1986). Sähköhuolto 1990-luvulla. Kehittämisehdotus. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Energiaosasto. Sarja B:56.

KTM (1989). Energia, kansantalous ja yhteiskunta. Energiakomitean yhteiskunnallisten ja taloudellisten vaikutusten jaoston selvitys. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Energiaosasto. Sarja C:21.

Lavonius, Ilkka (1989). Ehdottomiin rajoihin ei törmätä ihan pian. Kansantaloudellinen aikakauskirja 1989:4.

Levón, Bengt-Vilhelm (1988). Kokemuksia energiansäästön ohjauskeinoista. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Energiaosasto. Sarja D:161.

Lovins, Amory B. (1989). End-use/least-cost investment strategies. 14th Congress of the World Energy Conference, Montréal 17-22 September 1989 "Energy for Tomorrow". 2.3.1.

Madsen, Knut-Erik (1989). Lokale energiøkonomiseringsfond. Storlien 23.-26. april 1989.

Malès, René H. (1988). Integrated utility planning. Teoksessa International Energy Agency: Workshop on Conservation Programmes for Electric Utilities. Paris, 21st-23rd September 1988. Proceedings. Paris, OECD, 31-49.

National Energy Efficiency Platform (1989). July 1989.

Nordisk Ministerråd (1984). Målemetode for energiøkonomisering.

Norgård, Jorgen Stig (1987). Forslag til definition af begreber om elbesparelse. Fysisk laboratorium III, Danmarks Tekniske Højskole. Julkaisematon käsikirjoitus.

Nurmela, Juha (1986). Kotitalouksien energian kokonaiskulutus. Malli kotitalouksien välittömän ja välillisen energiankulutuksen laskemiseksi vuodelta 1981. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Energiaosasto. Sarja D:106.

Petäjä, Jouko & Henrik Hausen (1988). Sähkön säästön ja hajautetun sähköntuotannon mahdollisuudet 1986-2020. Teknillinen korkeakoulu, Konetekniikan osasto, Energiatekniikan laitos 24.

Schipper, Lee (1987). Energy conservation policies in the OECD. Did they make a difference? Energy Policy December 1987.

Schmid, H.L. (1989). Swiss Energy Scenarios: Technologies and Strategies and their Impact on CO2 Emissions. IEA/OECD Expert Seminar on Energy Technologies for Reducing Emissions of Greenhouse Gases, Paris 12th-14th April 1989.

Seppälä, Yrjö (1989). Kasvutalouden energiatulevaisuuden vaihtoehtoja. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 1066.

Seutusunnittelun Keskusliitto (1982). Energianäkökohdat seutusunnittelussa. Helsinki.

Strout, Alan M. (1985). The hidden world trade in energy. Massachusetts Institute of Technology. Energy Laboratory. Working Paper MIT-EL 86-020WP.

Törmä, Hannu (1987). Energiaverotuksen allokaatiovaikutukset tuotannossa. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Energiaosasto. Sarja B:64.

U.S. Background Paper (1989) for the IPCC/RSWG Energy and Industry Subgroup. Policy and Technology Options for the Mitigation of Greenhouse Gas Emissions.

Utrednings- och statistikkontoret (1989). Lönsam upplysning. Etapp II av hushållskampanjen jämförd med etapp I. Stockholm.

Uusitalo, Liisa & Kari Djerf (1983). Determinants of gasoline consumption. Journal of Economic Psychology 4, 149-165.

WEC (1986). Dictionary.

Westin, Inger (1989). Priset inte tillräckligt. Rapport Uppdrag 2000 4/5-89, 9.

World Commission on Environment and Development (1987). Our Common Future. Oxford & New York: Oxford University Press.

Yergin, Daniel (1983). Conservation: the key energy source. Teok-sessa Stobaugh, Robert & Daniel Yergin (toim): Energy Future. New York: Vintage Books, s.173-237.

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

Puh./Tel. (90) 601 322
Int. 358-0-601 322

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

KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847

- No 287 PEKKA ILMAKUNNAS, Tests of the Efficiency of Some Finnish Macro- economic Forecasts: An Analysis of Forecast Revisions. 30.03.1989. 19 p.
- No 288 PAAVO OKKO, Tuotantomuodon muutos ja sen merkitys yritys- ja aluerakenteelle. 08.05.1989. 14 s.
- No 289 ESKO TORSTI, The Forecasting System in ETLA. 10.05.1989. 36 p.
- No 290 ESKO TORSTI, MAT-ohjelmointitulkin käyttö ja rakenne. 11.05.1989. 67 s.
- No 291 GUJA BACCHILEGA - ROBERTO GOLINELLI, Medium Term Prospects for the European Economies. 17.05.1989. 27 p.
- No 292 KARI ALHO, Deregulation of Financial Markets: A General Equilibrium Analysis of Finland. 31.05.1989. 43 p.
- No 293 PAAVO OKKO - EERO KASANEN, A Model of Banking Competition. 15.06.1989. 20 p.
- No 294 HILKKA TAIMIO, Naisten kotityö ja taloudellinen kasvu Suomessa vuosina 1860-1985. 28.06.1989. 38 s.
- No 295 PETTERI HIRVONEN, Kysyntä-tarjonta -kehikon mukainen siirtofunktiomalli bruttokansantuotteelle. 23.08.1989. 38 s.
- No 296 PAAVO OKKO, Suomen aluekehityksen ja aluepolitiikan nykyvaihe. 01.09.1989. 20 s.
- No 297 ANTTI RIPATTI - PENTTI VARTIA - PEKKA YLÄ-ANTTILA, Suomen talouden ja yritys rakenteen muutokset 1938-1988. 11.09.1989. 95 s.
- No 298 ROBERT HAGFORS, On Economic Welfare Equality as a Policy Goal and Social Transfers as Instruments. 11.09.1989. 20 p.
- No 299 SYNNÖVE VUORI - PEKKA YLÄ-ANTTILA, Joustava tuotantostrategia puu- ja huonekaluteollisuudessa. 27.09.1989. 60 s.
- No 300 SEVERI KEINÄLÄ, Finnish High-Tech Industries and European Integration; Sectoral Study 1: The Telecommunications Equipment Industry. 12.10.1989. 85 p.

- No 301 VESA KANNIAINEN, The Arch Model and the Capm: A Note. 30.10.1989. 10 p.
- No 302 VESA KANNIAINEN, Research Issues in Corporate Taxation. 30.10.1989. 10 p.
- No 303 TOM BERGLUND, Perceived and Measured Risk; An Empirical Analysis. 30.10.1989. 29 p.
- No 304 SEVERI KEINÄLÄ, Finnish High-Tech Industries and European Integration; Sectoral Study 2: The Data Processing Equipment Industry. 01.11.1989. 44 p.
- No 305 MASSIMO TAZZARI, Numeeriset yleisen tasapainon ulkomaankaupan mallit, teoria ja sovellutuksia. 02.11.1989. 64 s.
- No 306 JUKKA LASSILA, Preliminary Data in Economic Databases. 10.11.1989.
- No 307 SEVERI KEINÄLÄ, Finnish High-Tech Industries and European Integration; Sectoral Study 3: The Pharmaceutical Industry. 15.11.1989.
- No 308 T.R.G. BINGHAM, Recent Changes in Financial Markets: The Implications for Systemic Liquidity. 12.12.1989. 39 p.
- No 309 PEKKA ILMAKUNNAS, A Note on Forecast Evaluation and Correction. 27.12.1989. 13 p.
- No 310 PEKKA ILMAKUNNAS, Linking Firm Data to Macroeconomic Data: Some Theoretical and Econometric Considerations. 27.12.1989. 38 p.
- No 311 THOMAS WIESER, What Price Integration? Price Differentials in Europe: The Case of Finland. 27.12.1989. 30 p.
- No 312 TIMO MYLLYNTAUS, Education in the Making of Modern Finland. 22.02.1990. 36 p.
- No 313 JUSSI RAUMOLIN, The Transfer and Creation of Technology in the World Economy with Special Reference to the Mining and Forest Sectors. 23.02.1990. 34 p.
- No 314 TOM BERGLUND - LAURA VAJANNE, Korkoepävarmuus valuuttaoptioiden hinnoittelussa. 06.03.1990. 21 s.
- No 315 TOM BERGLUND - EVA LILJEBLOM, The Impact of Trading Volume on Stock Return Distributions: An Empirical Analysis. 15.03.1990. 27 p.
- No 316 PIRKKO KASANEN, Energian säästön määrittely. 06.04.1990. 52 s.

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

E:\sekal\DPjulk.chp/06.04.1990