

Rantala, Olavi

Working Paper

Kasvihuonekaasupäätöjen ennakointi ja EU: N päästörajoituspolitiikan vaikutusten arviointi

ETLA Discussion Papers, No. 1095

Provided in Cooperation with:

The Research Institute of the Finnish Economy (ETLA), Helsinki

Suggested Citation: Rantala, Olavi (2007) : Kasvihuonekaasupäätöjen ennakointi ja EU: N
päästörajoituspolitiikan vaikutusten arviointi, ETLA Discussion Papers, No. 1095, The Research
Institute of the Finnish Economy (ETLA), Helsinki

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/63999>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

ETLA

ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS

THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY
Lönnrotinkatu 4 B 00120 Helsinki Finland Tel. 358-9-609 900
Telefax 358-9-601 753 World Wide Web: <http://www.etla.fi/>

Keskusteluaiheita – Discussion papers

No. 1095

Olavi Rantala

**KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN
ENNAKOINTI JA
EU:N PÄÄSTÖRAJOITUSPOLITIIKAN
VAIKUTUSTEN ARVIOINTI**

Tutkimuksen on rahoittanut kauppa- ja teollisuusministeriö

RANTALA, Olavi, KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN ENNAKOINTI JA EU:N PÄÄSTÖRAJOITUSPOLITIIKAN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI. Helsinki, ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 2007, 22 s. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN 0781-6847; no. 1095)

TIIVISTELMÄ: Tutkimuksessa kehitetään kasvihuonekaasupäästöjen ennustamiseen ja päästörajoituspolitiikan vaikutusten arviointiin soveltuvaa mallia Suomelle ja suurille EU-maille. Energian kulutukseen ja päästöihin vaikuttavat mallissa talouden suhdanteet ja säätilan muutokset. Tuotannon kasvu erityisesti energiaintensiivisessä teollisuudessa määrittää teollisuuden päästöjen ohella sähköenergian kulutusta ja tätä kautta keskeistä osaa energiatuotannon hiilidioksidipäästöistä. Ilman lämpötila vaikuttaa lämmitysenergian ja jäähdytysenergian kulutuksen kautta päästöihin ja sateisuus sähköenergian vesivoimatuotantoon. Päästöjä rajoittava hintamekanismi toimii päästöoikeuden hinnan ja sähkömarkkinoiden välityksellä siten, että sähkön hinnan nousu vähentää teollisuuden ja kotitalouksien sähkön kulutusta ja vaikuttaa myös teollisuuden viennin kilpailukyvyn heikkenemisen ja EU-alueen ulkopuolelle suuntautuvan viennin vähenemisen kautta sähkön kulutukseen. Lisäksi makrotalouden tasolla toimivat takaisinkytkentävaikutukset kunkin maan talouden kasvusta kotimaisen kysyntään ja EU-alueen talouskasvusta yksittäisten maiden vientiin EU-alueelle. Nämä makrotaloudelliset vaikutukset johtavat sähkön hinnan nousun suorien kysyntävaikutusten ohella energian kysynnän ja päästöjen vähenemiseen. Päästörajoitukset johtavat Suomen kaltaisissa pienissä avotalouksissa suurempiin kansantaloudellisiin vaikutuksiin kuin suurissa EU-maissa.

ASIASANAT: Kasvihuonekaasupäästöt, päästörajoitusten taloudelliset vaikutukset

JEL-koodit: C5, Q4

RANTALA, Olavi, GREEN HOUSE GAS EMISSIONS AND THE ECONOMIC IMPACTS OF EU CLIMATE CHANGE POLICIES. Helsinki, ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 2007, 22 p. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN 0781-6847; no. 1095)

ABSTRACT: This paper describes the main features of a model developed for forecasting greenhouse gas emissions in major EU countries and Finland as well as for simulating the economic impacts of EU climate change policies. Energy demand and emissions are determined in the model by economic growth and weather conditions. Output growth especially in the energy intensive industry determines the consumption of electricity and thus a major part of the CO₂ emissions in energy production. Air temperature influences household electricity demand for heating and cooling and rainfall the electricity supply of hydro power plants. The price of electricity plays a central role in the feedback of emission regulation policy to economic developments and energy consumption as well as in the adjustment of CO₂ emissions to allowed caps. Increasing electricity costs and the loss of competitiveness in exports as well as other macroeconomic feedback effects will slow down the growth of output and employment in EU countries. The macroeconomic consequences will be more severe in small open economies like Finland than in the major EU countries.

KEY WORDS: Greenhouse gas emissions, economic impacts of emission reduction

JEL-codes: C5, Q4

Sisältö	sivu
1 Johdanto	1
2 Mallin pääpiirteet	2
3 Kasvihuonekaasupäästöt	6
4 Energian kulutus	9
5 Sähköenergian tarjonta	12
6 Sähkön hinta ja teollisuuden kilpailukyky	15
7 Makrosopeutuminen	16
8 Säätilan muutokset	18
Aineistolähteet	21
Viitteet	22

1 Johdanto

Tutkimuksessa kehitetään EU-maiden kasvihuonekaasupäästöjen ennakointijärjestelmää. Malli on tarkoitettu päästökehityksen ennustamiseen, päästöoikeuden ja sähkön hintakehityksen ennakointiin sekä päästörajoitusten kokonaistaloudellisten vaikutusten arviointiin. Mallilla arvioidaan EU-maiden päästöjen viimeaikaista kehitystä fossiilisten polttoaineiden kulutustietojen pohjalta sekä varsinaisessa ennustekäytössä päästöjen tulevaa kehitystä keskipitkän ajan talousennusteiden aikajänteellä. Tässä raportissa kuvataan ennustemallin rakennetta. Kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä ja EU:n päästörajoituspolitiikan vaikutuksia vuoteen 2012 tarkastellaan erillisessä raportissa (Rantala ja Suni, 2007).

EU-maiden energiaraaka-aineiden kulutuksesta saadaan kuukausittaisia tilastotietoja verrattain lyhyellä viipeellä muun muassa EU:n tilastovirastosta Eurostatista. Tämän informaation perusteella voidaan arvioida hiilidioksidipäästöjen viimeaikaista kehitystä fossiilisten polttoaineiden ominaispäästöjen pohjalta. Alkuvuonna 2007 käytettävissä olevin tiedoin voidaan arvioida jo melko luotettavasti vuoden 2006 päästökehitystä.

Päästöjen ennustaminen rakentuu eri pohjalle. Kaksi perustekijää päästökehityksessä ovat talouden suhdanteet ja säätilan muutokset. Suhdannekehitys erityisesti energiain-
tensiivisessä teollisuudessa määrittää teollisuuden päästöjen ohella sähköenergian kulutusta ja tätä kautta myös keskeistä osaa energiatuotannon hiilidioksidipäästöistä. Ilman lämpötila vaikuttaa Euroopan pohjoisilla alueilla lämmitysenergian ja eteläisillä alueilla jäähdytysenergian kysynnän kautta päästöihin. Toisaalta vesivoimalla tuotettavan sähköenergian tarjonta riippuu sateisuuden kehityksestä.

Mallijärjestelmässä tarvittava EU-maiden teollisuuden ja muiden toimialojen tuotannon ja energian kulutuksen ennustejärjestelmä rakennetaan panos-tuotostmallin periaattein siten, että toimialojen tuotannon volyyymi kytkeytyy kansainvälisen talouden ennusteissa arvioitavaan EU-maiden kansantalouksien kysyntäkehitykseen. Säätekijöiden kehityksen arvioinnissa on tavoitteena saada tilastollisesti mallinnettua lämpötilan ja sateisuuden dynamiikka ennustemalliin sisällytettävissä EU-maissa.

Koska ennustejärjestelmän kehittämiseen liittyy monia tutkittavia yksityiskohtia ja vaihtoehtoisia ratkaisutapoja, ennustemallia ei ole mahdollista rakentaa alkuvaiheessa kovin suurelle maajoukolle. Jo talouden suhdanteiden päästövaikutusten mallintamisessa tarvittavien kansantalouden tilinpidon toimiala-aikasarjatietojen ja panos-tuotostietojen rajallinen saatavuus EU-maista puoltaa ennustemallin ensimmäisen kehitysversion rakentamista Suomen ohella vain suurille EU-maille. Malliin sisällytetään alkuvaiheessa Suomen ohella Saksa, Englanti, Italia, Ranska ja Espanja. Viime-
mainitut suuret EU-maat tuottavat valtaosan koko EU-alueen kasvihuonekaasupäästöistä, joten niiden päästöennusteiden pohjalta voidaan arvioida koko EU-alueen tulevaa päästökehitystä.

Taulukko 1 EU-maiden kasvihuonekaasupäästöt vuosina 1990 ja 2004

	Päästöt, milj. tonnia		Kioto-velvoite 2008-2012 vuodesta 1990, %
	1990	2004	
Saksa	1244	1009	-21
Englanti	748	652	-12.5
Italia	511	575	-6.5
Ranska	568	559	0
Espanja	284	422	15
Puola	460	389	-6
Hollanti	212	217	-6
Belgia	146	148	-7.5
Tsekki	192	144	-8
Kreikka	109	139	25
Itävalta	79	90	-13
Unkari	103	83	-6
Portugali	59	82	27
Suomi	71	81	0
Ruotsi	72	70	4
Tanska	69	68	-21
Irlanti	54	68	13
Slovakia	72	52	-8
Viro	43	21	-8
Liettua	51	20	-8
Slovenia	19	18	-8
Luxemburg	13	13	-28
Latvia	25	11	-8
Kypros	6	9	
Malta	2	3	
EU-15	4238	4192	-8
EU-25	5212	4942	-8

2 Mallin pääpiirteet

Kaksi keskeistä fossiilisten polttoaineiden kulutukseen ja hiilidioksidipäästöihin vaikuttavaa tekijää ovat talouden suhdannevaihtelut ja säätilan muutokset. Talouden suhdanteiden välittymisessä energian kysyntään ja kasvihuonekaasupäästöihin on keskeisellä sijalla toimialojen tuotannon ja kotitalouksien kulutuksen kehitys. Säätila vaikuttaa yhtäältä ilman lämpötilan kautta lämmitys- ja jäähdytysenergian kulutukseen ja toisaalta sateisuuden kautta sähköenergian vesivoimatuotantoon.

Ennustejärjestelmän kuvaamien EU-maiden kansantaloudet jaetaan panos- tuotomalleissa neljään sektoriin, eli teollisuuteen, kuljetuksiin, kotitaloussektoriin sekä muuhun kansantalouteen. Toimiala- ja sektorijakoa määrittää tarve erottaa energiaintensiivisyydeltään erilaiset sektorit toisistaan ja käytännössä paljolti myös se, kuinka yksityiskohtaisella toimialajaotuksella EU:n tilastoviraston ja Kansainvälisen

energiajärjestön tilastoista on saatavissa tiedot energian kulutuksesta. Periaatteessa olisi paikallaan jakaa teollisuus alatoimialoihin, mutta Eurostatin ja IEA:n tilastot eivät ole laadultaan parhaita mahdollisia sen takia, että näissä tilastoissa esimerkiksi paperiteollisuus yhdistetään graafiseen teollisuuteen, vaikka toimialat ovat sähkön kulutuksessaan aivan eri sarjoissa.

Toimialojen tuotantovolyymit määräytyvät kunkin maan panos-tuotosmallissa teollisuuden viennin sekä kotitalouksien kulutuksen ja muun kotimaisen kysynnän pohjalta. Viennin kehitystä määrittää maailmantalous, joka jaetaan kahdeksaan alueeseen, eli EU-maihin, Yhdysvaltoihin, Venäjään, Japaniin, Kiinaan, NIC-maihin, OPEC-maihin ja muuhun maailmaan. Kotimainen kysyntä eritellään yksityiseen kulutukseen, julkiseen kulutukseen ja investointeihin.

Toimialojen tuotantovolyymien kehitys määrittää mallissa sähköenergian kulutusta ja liikenteen kehitys öljytuotteiden kulutusta. Öljyn kulutukseen vaikuttaa yksityisajoneuvoliikenteen ja asumisen kautta myös yksityisen kulutuksen kasvu. Mallilla lasketavassa perusskenaariossa hiilidioksidipäästöjen kehitystä määrittää hiilen, öljyn ja kaasun käyttö sähköenergian ja lämmitysenergian tuotannossa, teollisuuden prosesseissa ja liikenteessä. Perusennuste tarkoittaa sellaista päästökehitystä, johon päädyttäisiin ilman uusien päästörajoitustoimenpiteiden vaikutusta. Poliittikkaskenaariossa otetaan huomioon uusien EU:n laajuisten päästörajoitustoimenpiteiden vaikutukset.

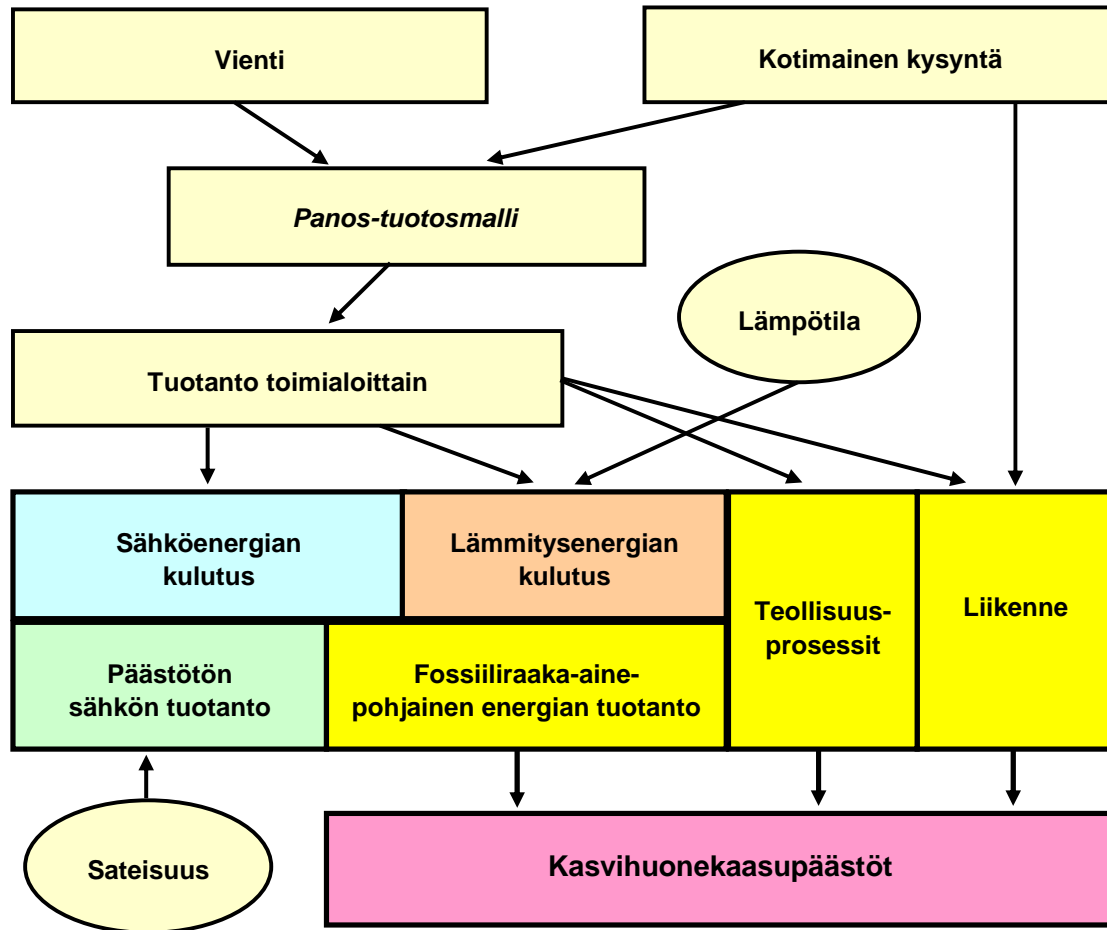
Oheisen kaavion 2.1 esittämällä tavalla EU-maiden kansantalouksien energiataseet koostuvat sähkö- ja lämmitysenergian kysynnän ja tuotannon, teollisuusprosessien ja liikenteen muodostamasta kokonaisuudesta. Energiatuotannon toimialan kehitystä määrittää sähköenergian ja lämmitysenergian kulutus. Energiatuotannon toimialan tarjonta koostuu päästöttömästä sähkön tuotannosta sekä fossiilisin polttoainein tuotetusta sähkö- ja lämpöenergiasta. Päästöttömään sähkön tarjontaan luetaan tässä yhteydessä ydinvoima, vesivoima, tuulivoima, uusiutuvien energiaraaka-ainein tuotettu energia sekä sähkön nettotuonti, eli se sähköenergian tarjonta, jota eli tuoteta fossiilisin polttoainein. Energian tuotannon ja teollisuusprosessien ohella kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä määrittää mallijärjestelmässä liikenteen ja kotitalouksien käyttämien fossiilisten polttoaineiden kulutuksen kasvu.

Mallissa päästöoikeusmarkkinat tasapainottuvat siten, että päästöoikeuden hintaa ja sähkön hintaa nostetaan niin paljon, että EU-alueen aggregaattitasolla päästökauppasektorin päästöt vähenevät päästöoikeuksien määrää vastaaviksi. Päästöoikeusmarkkinat ja muut Kioto-mekanismit antavat yksittäisille maille joustovaraa ja EU-alueenkin päästöjen täytyy asettua Kioto-velvoitteen ja päästökauppasektorin päästörajoihin vain päästökauppajakson 2008-2012 keskiarvoina.

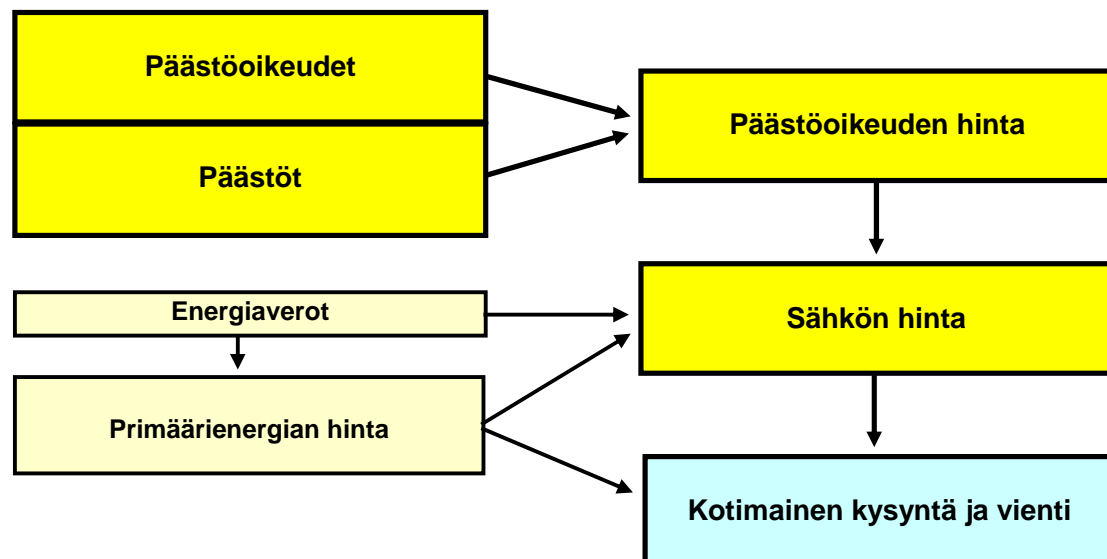
Kuvio 2.3 havainnollistaa primäärienergian hintojen ja päästöoikeuden hinnan vaikutusta sähkön hinnanmuodostukseen. Lähtökohtana on viiden suurimman EU-maan sähköenergian tarjontarakenne vuonna 2004, jolloin Saksan, Ranskan, Englannin, Italian ja Espanjan yhteenlaskettu sähkön tuotanto oli noin 2000 terawattituntia. Sähköenergian kokonaistarjonta jakaantui kuvion esittämällä tavalla vesi- ja tuulivoimaan, ydinvoimaan sekä hiilellä ja kaasulla tuotettuun sähköön. Muiden sähkön tuotantomuotojen osuudet ovat niin pieniä, että ne on jätetty pois kuvioista. Sähköenergian tuotantokustannukset ja päästöoikeuden hinta ovat asetelmassa kuvitteellisia samoin kuin kysyntäkäyrän asema. Kysyntäkäyrän kulmakerroin sen sijaan perustuu empiirisiin

havaintoihin, eli jäljempänä jaksossa 4 käsiteltäviin sähkön kulutuksen hintajoustoa koskeviin ekonometrisiin tuloksiin.

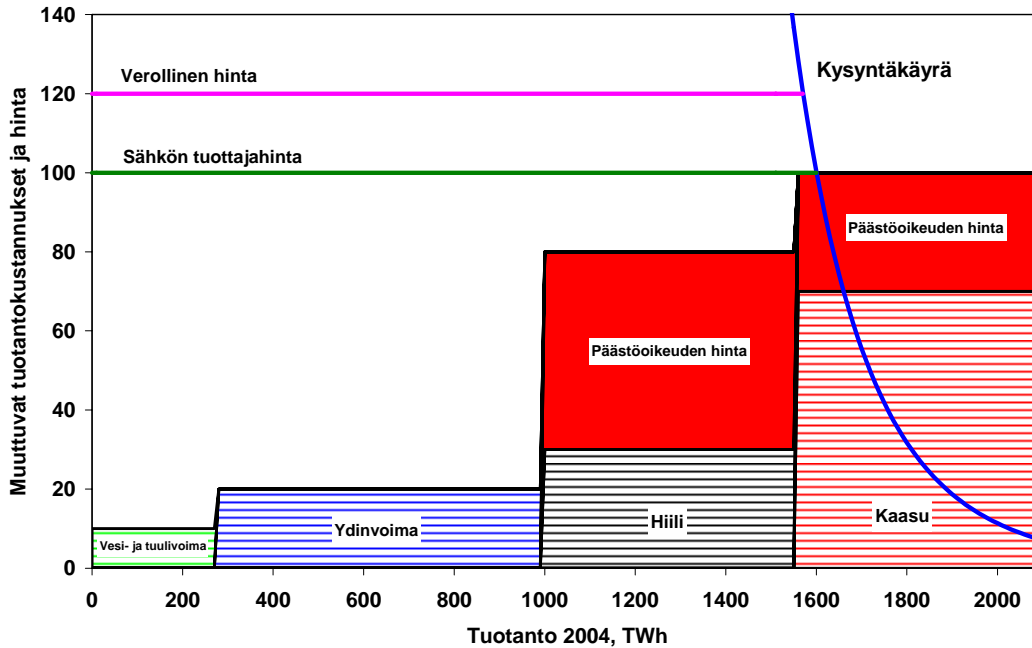
Kuvio 2.1 Päästökahtys perusskenaariossa



Kuvio 2.2 Päästöoikeusmarkkinoiden vaikutus talouteen



Kuvio 2.3 EU5-maiden sähkömarkkinoiden tarjonta ja kysyntä



Sähkön hinnan ratkaisee sen tarjontatekijän muuttuvien kustannusten taso, jolla marginaalisähkö joudutaan tuottamaan. Viimeisenä otetaan käyttöön kallein tuotantomuoto ja käytännössä säätövoima joudutaan tuottamaan fossiilisin polttoainein. Koska päästökauppajärjestelmässä fossiilisten energiaraaka-aineiden käyttöä räsitetään päästöoikeuden hinnalla, sähköenergian hinta määräytyy fossiilisten polttoaineiden hinnan, päästöoikeuden hinnan ja energiaverojen perusteella (vrt. Honkatukia, Mälkönen ja Perrels, 2006).

Periaatteessa sähköveron keventämisellä voidaan alentaa sähkön hintaa ja sähköveron osalta onkin odotettavissa mahdollisesti kovaa verokilpailua EU-maiden välille. EU:n aggregaattitasolla verokilpailu ei johda sähkön kuluttajahintojen alenemiseen, koska sähkön hinnan täytyy joka tapauksessa nousta niin korkeaksi, että sähkön kulutus vähenee riittävästi päästövähennystavoitteisiin pääsemiseksi. Perusongelmana päästörajoihin sopeutumisessa on sähkön kulutuksen verrattain vähäinen hintajousto, jonka takia kulutuksen vähentämiseen ja sähkön käytön tehostumiseen tarvitaan suurta hinnan nousua.

Päästöjä rajoittava hintamekanismi toimii päästöoikeuden hinnan ja sähkömarkkinoiden välityksellä. Sähkön hinnan nousu vähentää mallissa teollisuuden ja kotitalouksien sähkön kulutusta ja vaikuttaa myös teollisuuden viennin kilpailukyvyyn heikkenevän ja EU-alueen ulkopuolelle suuntautuvan viennin vähenemisen kautta sähkön kulutukseen. Lisäksi makrotalouden tasolla toimivat takaisinkytkentävaikutukset kunkin maan talouden kasvusta kotimaisen kysyntään ja EU-alueen talouskasvusta yksittäisten maiden vientiin EU-alueelle. Nämä makrotaloudelliset vaikutukset johtavat sähkön hinnan nousun suorien kysyntävaikutusten ohella energian kysynnän ja päästöjen vähenemiseen.

Kuvioilla 2.1-2.3 hahmoteltua ennustejärjestelmää vastaavia malleja ei liene toistaiseksi rakennettu ja käytetty EU-maiden kasvihuonekaasupäästöjen ennakkointiin ja

EU:n ilmastopolitiikan kansantaloudellisten vaikutusten arviointiin. Kasvihuonekaasupäästöjen kehityksen ja ilmaston muutosten arviointiin on kehitetty useita malleja, joita on käytetty esimerkiksi Kansainvälisen ilmastopaneelin laskelmissa (Emission Scenarios, 2000). Näissä arvioissa on kuitenkin yleensä tarkasteltu pitkän aikavälin kehitystä, jolloin energialähteiden suhteellisten hintojen muutokset ohjaavat energian kysyntää ja sähköenergian tarjonnan rakennetta sekä päästökehitystä aivan toisella tavalla kuin mihin on mahdollista päästä muutaman vuoden kuluessa. Tällaista pitkän aikavälin sopeutumista voidaan kuvata yleisen tasapainon mallein (esim. Forsström ja Honkatukia, 2001). Lyhyellä aikavälillä fossiilisten polttoaineiden käyttöä ei voida päästöttömän energian tarjonnan joustamattomuuden takia paljoakaan korvata, jolloin päästörajoihin voidaan sopeutua lähinnä siirtymällä mahdollisiin vähempipäästöisiin polttoaineisiin tai energian kulutusta vähentämällä. Energian kulutuksen vähenemä aikaansaadaan päästöoikeuden ja sähkön hinnan noususta seuraavalla energiatehokkuuden paranemisella sekä talouden kasvun hidastumisen kautta.

3 Kasvihuonekaasupäästöt

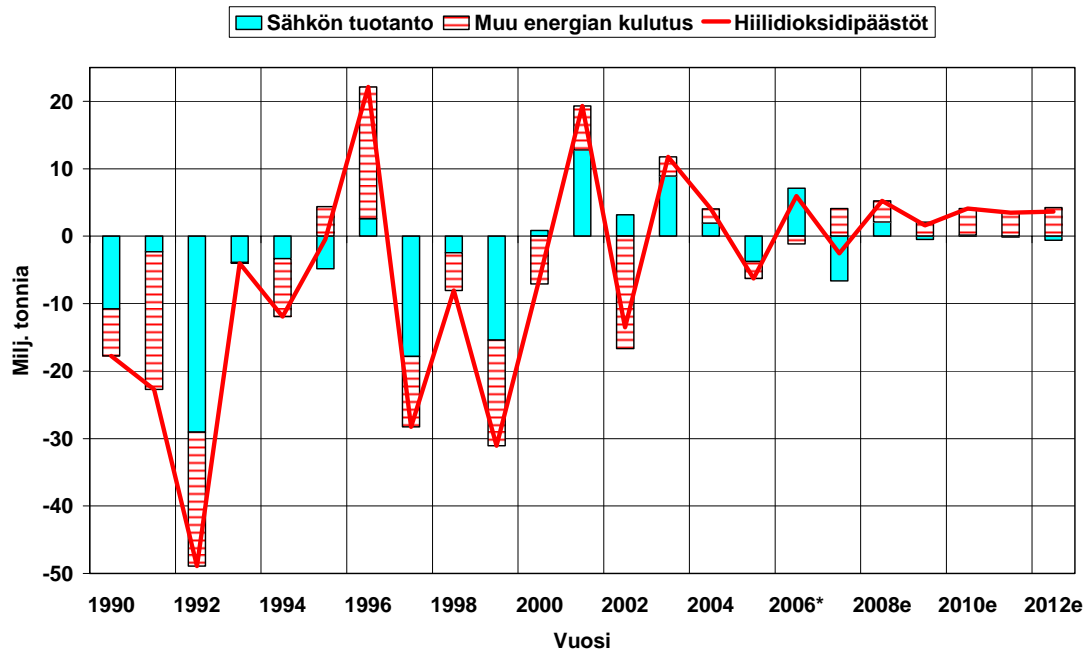
Ennustejärjestelmän tavoitteena on tuottaa kehitysarviot suurten EU-maiden ja Suomen kasvihuonekaasupäästöille siten, että suurten maiden päästöjen pohjalta ennakoidaan koko EU-alueen päästökehitystä. Käytännössä mallin keskeisimpinä ennustettavina muuttujina ovat suurten EU-maiden ja Suomen hiilidioksidipäästöt. Lisäksi ennusteissa otetaan huomioon muiden kasvihuonekaasupäästöjen trendikehitys.

Hiilidioksidipäästöjen kehitystä määrittää mallissa hiilen, öljyn ja kaasun käyttö sähkön ja lämmön tuotannossa, teollisuuden prosesseissa ja liikenteessä¹. Hiilidioksidipäästöjen ennustemalli voitaisiin rakentaa siten, että kunkin kolmen fossiilisen energiaraaka-aineen kulutus kullakin käyttöalueella mallinnettaisiin kulutusta määrittävien tekijöiden perusteella. Osoittautuu kuitenkin, että käypään ratkaisuun päästään yksinkertaisemmalla lähestymistavalla. Riittää, että fossiilisten polttoaineiden käytön hiilidioksidipäästöt jaetaan sähkön tuotannossa syntyviin päästöihin ja muihin fossiilisten energiaraaka-aineiden käytöstä syntyviin päästöihin. Tätä kahtiajakoa havainnollistavat Saksan ja Suomen osalta kuviot 3.1 ja 3.2. Suomen tapauksessa vuoden 2005 kohdalla näkyy säätekijöiden ja paperiteollisuuden tuotantoseisokin vaikutus päästöjen vähenemään ja vastavaikutus vuonna 2006. Vuoden 2011 kohdalla nähdään uuden ydinvoimalan käyttöönotolla aikaansaattava sähkön tuotannon päästöjen väheneminen.

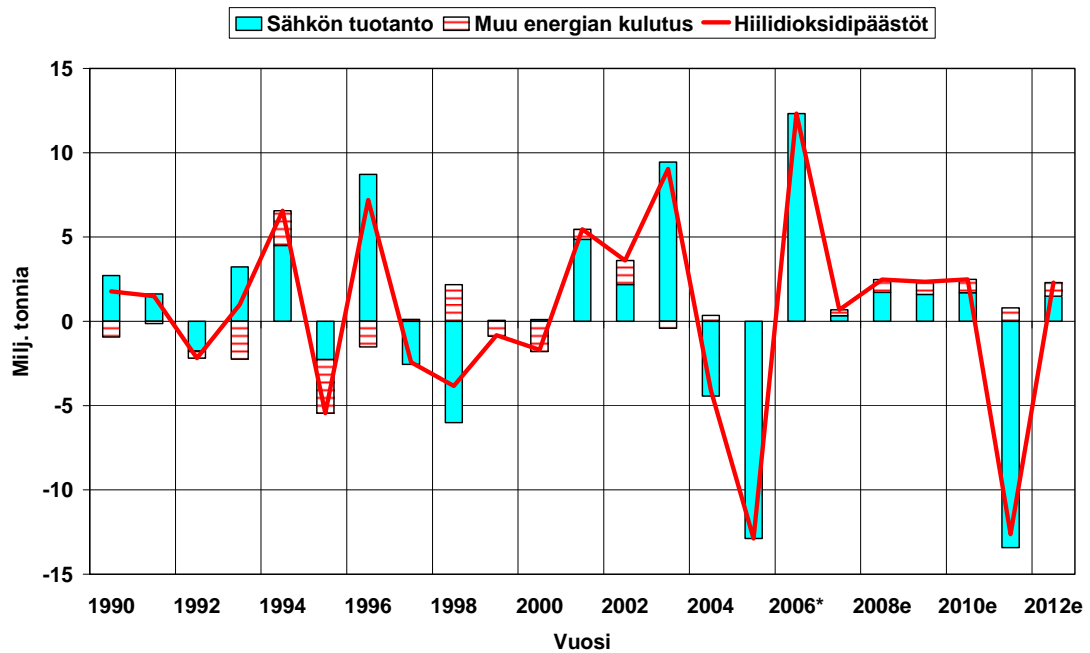
Sähkön tuotannon hiilidioksidipäästöjä määrittää se osa sähköenergian tarjonnasta, joka joudutaan tuottamaan fossiilisin polttoainein. Tämä osuus sähkön tarjonnasta määräytyy sähköenergian kokonaiskysynnän ja päästöttömän tarjonnan erotuksena. Kuten edellä todettiin, päästöttömään sähkön tarjontaan luetaan tässä yhteydessä ydinvoima, vesivoima, tuulivoima, uusiutuvien energiaraaka-ainein tuotettu sähkö sekä sähkön nettotuonti, eli kaikki se sähköenergian tarjonta, jota eli tuotetaan fossiilisin polttoainein.

¹ Sana hiili viittaa tässä yhteydessä kiinteisiin fossiilisiin polttoaineisiin mukaan lukien turve ja sanalla öljy tarkoitetaan öljytuotteita.

Kuvio 3.1 Saksan hiilidioksidipäästöjen kasvu ja perusskenaario vuoteen 2012



Kuvio 3.2 Suomen hiilidioksidipäästöjen kasvu ja perusskenaario vuoteen 2012



Yhtälö (3.1a) kuvaa yksinkertaistettua sähkön tarjonnan ja kysynnän tasetta maalle i vuonna t siten, että fossiilisin polttoainein tuotettu sähkö EF_{it} määräytyy sähköenergian kokonaiskysynnän ED_{it} ja päästöttömän sähkön tarjonnan EN_{it} erotuksena. Fossiilisin polttoainein tuotettu sähkö jakaantuu kaavan (3.1b) mukaisesti hiilellä, öljyllä ja kaasulla tuotettuun sähkөөn, EC_{it} , EO_{it} ja EG_{it} .

$$(3.1a) \quad EF_{it} = ED_{it} - EN_{it},$$

$$(3.1b) \quad = EC_{it} + EO_{it} + EG_{it}.$$

”Tuotantofunktiot” (3.2a-c) määrittävät hiilen, öljyn ja kaasun polton ”hyötysuhteiden” ρ_{Ci} , ρ_{Oi} ja ρ_{Gi} kautta sen paljonko sähköenergiaa saadaan hiilestä C_{Eit} , öljystä O_{Eit} ja kaasusta G_{Eit} , kun sähkön tuotanto ja energiaraaka-aineiden kulutus lasketaan yhteismitallisesti (TWh).

$$(3.2a) \quad EC_{it} = \rho_{Ci}C_{Eit},$$

$$(3.2b) \quad EO_{it} = \rho_{Oi}O_{Eit},$$

$$(3.2c) \quad EG_{it} = \rho_{Gi}G_{Eit}.$$

Mallit (3.2a-c) on estimoitu suurille EU-maille ja Suomelle vuosien 1985-2004 aineistosta ja tulokset on esitetty taulukossa 3.1. Mallien estimointiin käytetyt sähkön tuotantoluvut EC_{it} , EO_{it} ja EG_{it} on koottu Eurostatin tietokannasta ja energiatuotannon toimialan fossiilipolttoaineiden kulutusta C_{Eit} , O_{Eit} ja G_{Eit} koskevat tiedot IEA:n tietokannasta mallin tilastoaineistoa kuvaavassa liitteessä esitetyllä tavalla. Ennustejärjestelmän yksinkertaistamiseksi energialaitosten tuottaman lämmön kulutusta ei erikseen mallinneta, vaan sähkön ja lämmön yhteistuotannossa lämmön tuotannon oletetaan kehittyvän sähkön tuotantoa vastaavasti. Toisin sanoen mallin kuvaama sähkön tuotannon polttoainekäyttö sisältää yhteistuotannon kohdalla myös lämmön tuotannon polttoainekäytön.

Taulukko 3.1 Tuotetun sähkön ja energian tuotantoon käytettyjen polttoaineiden välinen suhde

	ρ_{Ci}	ρ_{Oi}	ρ_{Gi}
Saksa	0.32	0.27	0.34
Ranska	0.30	0.43	0.45
Englanti	0.35	0.36	0.47
Italia	0.32	0.39	0.46
Espanja	0.35	0.40	0.61
Suomi	0.30	0.18	0.41

Fossiilisiin polttoaineisiin perustuvan sähkön tuotannon energiaraaka-aineena käytetään lähinnä hiiltä. Öljyä käytetään sähkön tuotannossa niin vähän, että sitä on käytännöllisintä käsitellä mallissa eksogeenisena tekijänä. Kaasun kulutus on lisääntynyt ja lisääntynee edelleen päästörajoitusten kiristyessä, mutta kaasun käyttöä rajoittaa sen saatavuus. Tästä syystä kaasun käyttö oletetaan ennustejärjestelmässä energiapolitiikan ja kapasiteettirajoitteen määräämäksi tekijäksi ja siten eksogeeniseksi muuttu-

jaksi. Näin ollen yhtälöt (3.1) ja (3.2) määrittävät sähkön tuotannossa tarvittavaa hiilen kulutusta yhtäältä fossiilisin polttoainein tuotettavan sähkön tarpeen ja toisaalta öljyn ja kaasun käytön perusteella siten, että

$$(3.3) \quad C_{Eit} = (1/\rho_{Ci})(ED_{it} - EN_{it}) - (\rho_{Oi}/\rho_{Ci})O_{Eit} - (\rho_{Gi}/\rho_{Ci})G_{Eit}.$$

Mallissa hiilidioksidin kokonaispäästöt määräytyvät hiilen, öljyn ja kaasun kokonaiskulutuksen perusteella. Näiden energiaraaka-aineiden käyttöön sähkön tuotannossa viitattiin edellä alaindeksillä E. Lisäksi fossiilisia polttoaineita kulutetaan muualla taloudessa, muun muassa liikenteessä ja lämmityksessä. Tähän käyttöön viitataan jäljempänä alaindeksillä O.

Fossiilisten polttoaineiden käytön aiheuttamat hiilidioksidipäästöt määräytyvät mallissa hiilen kokonaiskulutuksen $C_{Eit}+C_{Oit}$, öljyn kokonaiskulutuksen $O_{Eit}+O_{Oit}$ ja kaasun kokonaiskulutuksen $G_{Eit}+G_{Oit}$ perusteella näiden polttoaineiden ominaispäästökertoimin μ_C , μ_O ja μ_G . Ominaispäästökertoimina käytetään kivihiilen ja maakaasun osalta kertoimia 95 ja 55 g CO₂ / MJ (Tilastokeskus, 2006). Öljytuotteiden osalta sovelletaan kerrointa 75 g CO₂ / MJ, joka on eri öljytuotteiden päästökertoimien haarukassa ja suunnilleen Suomen energia- ja ilmastostrategian laskelmissa sovellettua tasoa (Taus-taraportti, 2006). Hiilidioksidipäästöjä M_{it} määrittävä malli on

$$(3.4) \quad M_{it} = \mu_C(C_{Eit} + C_{Oit}) + \mu_O(O_{Eit} + O_{Oit}) + \mu_G(G_{Eit} + G_{Oit}).$$

Mallien perusteella voidaan todeta muun muassa, että sähkön tuotannossa käytetyn hiilen korvaaminen kaasulla vähentää hiilidioksidipäästöjä. Sijoittamalla yhtälö (3.3) malliin (3.4) havaitaan, että $dM_{it}/dG_{Eit} = \mu_G - \mu_C(\rho_{Gi}/\rho_{Ci}) < 0$, koska $\mu_G < \mu_C$ ja $\rho_{Gi} > \rho_{Ci}$.

4 Energian kulutus

Mallijärjestelmässä hiilidioksidipäästöjä määrittävät ensi sijassa sähkön tuotanto ja öljyn kulutus. Sähköenergian kokonaiskulutus ED_{it} jaetaan teollisuuden, kotitalouksien ja muun talouden sähkön kulutukseen. Sähkön kulutus mallinnetaan siten, että kysynnässä eritellään pitkän ajan kehitys ja lyhyen ajan dynamiikka ekonometrista virheenkorjausmallia vastaavilla täsmennyksillä. Pitkällä ajalla sähkön kulutusta määrittää sektorikohtainen tuotannon kasvu ja sähkön hinnan kehitys. Lämmitys- ja jäähdytysenergian kysyntään vaikuttaa myös lämpötilan kehitys. Energian kulutuksen lyhyen ajan muutokset aiheutuvat talouden suhdannesokeista ja lämpötilan muutoksista.

Teollisuuden sähkön kulutus määräytyy teollisuuden tuotannon volyyminkehityksen ja sähkön hinnan perusteella siten, että

$$(4.1) \quad \Delta \ln EDI_{it} = \alpha_{1i} \Delta \ln YI_{it} + \alpha_{2i} (\ln EDI_{i,t-1} - (\alpha_{3i} \ln YI_{i,t-1} + \alpha_4 \ln (PEI_{i,t-1}/PYI_{i,t-1}) + \alpha_{5i})).$$

Muuttuja EDI_{it} tarkoittaa maan i teollisuuden sähkön kulutusta vuonna t (TWh), YI_{it} teollisuuden tuotosvolyymiä, PEI_{it} teollisuuden sähkön hintaa ja PYI_{it} teollisuuden tuottajahintaa. Symboli Δ viittaa vuosimuutokseen, eli teollisuuden sähkön kulutuksen muutos edellisvuodesta maassa i vuonna t on $\Delta \ln EDI_{it} = \ln EDI_{it} - \ln EDI_{i,t-1}$.

Yhtälön (4.1) oikean puolen jälkimmäinen termi kuvaa teollisuuden sähkön kulutuksen pitkän ajan riippuvuuksia. Logaritmisesta täsmennyksestä soveltamisella sähkön kulutuksen mallintamiseen otetaan huomioon teollisuuden energiatehokkuuden kehitys, joka heijastuu tuotantomuuttujan joustoparametreille α_{1i} ja α_{3i} estimoiduissa arvoissa. Pitkän ajan riippuvuus ottaa huomioon myös sähkön hinnan vaikutuksen teollisuuden sähkön kulutukseen. Sähkön kulutuksen jousto sähkön hinnan suhteen α_4 oletetaan samaksi kaikissa maissa estimoimalla malli (4.1) kuuden maan teollisuuden sähkön kulutusta selittävänä yhtälöjärjestelmänä. Menettelyllä varmistetaan se, etteivät päästörajoituksia ja sähkön hinnan nousua koskevat kokonaistaloudelliset vaikutusarviot riipu hintajoustoparametrien eroista maiden välillä. Rajoittamattomasti estimoitaessa maakohdittain hintajoustoparametrien välille tulee epäuskottavan suuria eroja. Mallin (4.1) estimointitulokset on koottu taulukkoon 4.1.

Sähkön hinta vaikuttaa mallijärjestelmässä teollisuuden sähkön kulutukseen sekä teollisuuden ja muun talouden kasvuun myös viennin kustannuskilpailukykyyn kautta jäljempänä jaksoissa 6 ja 7 käsiteltävällä tavalla. Sähkön hinnalla on mallissa keskeinen rooli, koska se välittää päästörajoituspolitiikan vaikutukset sähkön kulutukseen ja määrittää keskeisesti sitä, missä määrin päästövähennyksiä aikaansaadaan energiatehokkuuden paranemisen kautta.

Taulukko 4.1 Teollisuuden sähkön kulutuksen malli

	α_{1i}	α_{2i}	α_{3i}	α_4	α_{5i}
Saksa	0.69	-0.34	0.29	-0.11	3.2
Ranska	0.55	-0.02	0.70	-0.11	0.1
Englanti	0.38	-0.53	0.72	-0.11	0.3
Italia	0.73	-0.05	0.89	-0.11	-1.0
Espanja	0.92	-0.11	0.85	-0.11	-0.7
Suomi	0.67	-0.10	0.82	-0.11	0.0

Kotitalouksien sähkön kulutus EDH_{it} mallinnetaan asuntojen omistustoimialan tuotostuotantovolyymiin YH_{it} , kotitalouksien sähkön hinnan PEH_{it} , kuluttajahintojen PC_{it} ja vuosilämpötilan TMP_{it} ($^{\circ}C$) perusteella täsmennyksellä

$$(4.2) \quad \Delta \ln EDH_{it} = \beta_{1i} \Delta \ln YH_{it} + \beta_{2i} \Delta TMP_{it} + \beta_{3i} (\ln EDH_{i,t-1} - (\beta_{4i} \ln YH_{i,t-1} + \beta_{5i} TMP_{i,t-1} + \beta_{6i} \ln (PEH_{i,t-1}/PC_{i,t-1}) + \beta_{7i})).$$

Asuntojen omistustoimialan tuotanto YH_{it} vastaa kotitalouksien asumispalveluiden kysyntää ja toimii mallissa kotitalouksien sähkön kulutusta määrittävänä skaalamuuttujana. Lämpötilamuuttuja TMP_{it} ottaa huomioon lämmitys- tai jäähdytystarpeen vaikutuksen kotitalouksien sähkön kulutukseen. Useimmissa tarkasteltavissa maissa lämpötilamuuttujan kertoimet β_{2i} ja β_{5i} ovat negatiivisia, eli sähköä käytetään lähinnä lämmitykseen. Italiassa ja Espanjassa kertoimet ovat positiivisia, eli näissä maissa sähköä käytetään paljolti jäähdytykseen.

Sähkön reaalihintaa PEH_{it}/PC_{it} otetaan huomioon kotitalouksien sähkön kulutuksen pitkän ajan riippuvuudessa. Taulukoita 4.1 ja 4.2 vertaamalla voidaan todeta, että koti-

talouksien sähkön kulutuksen keskimääräinen hintajousto on suunnilleen kaksinkertainen teollisuuden sähkön kulutuksen hintajoukseen verrattuna.

Taulukko 4.2 Kotitalouksien sähkön kulutuksen malli

	β_{1i}	β_{2i}	β_{3i}	β_{4i}	β_{5i}	β_6	β_{7i}
Saksa	0.43	-0.02	-0.06	0.45	-0.01	-0.24	2.5
Ranska	1.54	-0.05	-0.20	1.66	-0.07	-0.24	-2.8
Englanti	0.69	-0.04	-0.16	0.99	-0.03	-0.24	0.5
Italia	0.69	0.00	-0.30	0.88	0.01	-0.24	-0.3
Espanja	1.24	0.02	-0.49	1.66	0.04	-0.24	-3.5
Suomi	1.29	-0.03	-0.15	1.34	-0.03	-0.24	-1.0

Mallijärjestelmässä kansantaloudet jaetaan teollisuuteen, kotitalouksiin, liikenteeseen ja muista toimialoista koostuvaan residuaalisektoriin. Teollisuuden ja kotitaloussektorin ulkopuolisen kansantalouden osan sähkön kulutuksen kysyntämallissa skaalamuuttujana on liikenteen ja residuaalisektorin yhteenlaskettu tuotannon volyyymi.

Muussa energian kulutuksessa kuin sähkön tuotannossa on hallitsevana öljytuotteiden käyttö liikenteessä ja lämmityksessä. EU-maissa kulutetaan varsin paljon myös kaasuja. Sen sijaan hiilen kulutus on vähentynyt jo 1990-luvun alkupuolella siinä määrin, että se on sähkön tuotannossa käytettävää hiiltä lukuun ottamatta enää vain marginaalinen hiilidioksidipäästöjen aiheuttaja EU-maissa.

Öljyn kulutus O_{Oit} mallinnetaan liikenteen tuotosvolyymin YT_{it} , yksityisen kulutuksen volyymin CP_{it} , öljyn hinnan PO_{it} , kuluttajahintojen PC_{it} ja vuosilämpötilan TMP_{it} ($^{\circ}C$) perusteella täsmennyksellä

$$(4.3) \quad \Delta \ln O_{Oit} = \gamma_{1i} \Delta \ln(YT_{it} + CP_{it}) + \gamma_{2i} \Delta TMP_{it} + \gamma_3 \Delta \ln(PO_{it}/PC_{it}).$$

Kuljetustoimialan tuotanto YT_{it} kuvaa mallissa ammattiliikenteen ja yksityinen kulutus CP_{it} yksityisautoliikenteen skaalavaikutusta öljytuotteiden kulutukseen. Näiden muuttujien suhdannevaihtelut korreloivat keskenään, joten niille on vaikea estimoida erillisiä kertoimia. Tästä syystä nämä kysyntätekijät on aggregoitu yhteen mallissa (4.3). Mallille estimoidut parametriarvot on esitetty taulukossa 4.3.

Taulukko 4.3 Öljyn kulutuksen malli

	γ_{1i}	γ_{2i}	γ_3
Saksa	0.57	-0.02	-0.04
Ranska	0.05	-0.02	-0.04
Englanti	0.44	-0.02	-0.04
Italia	0.36	-0.02	-0.04
Espanja	0.91	0.00	-0.04
Suomi	0.32	0.00	-0.04

5 Sähköenergian tarjonta

Sähkön tuotannossa on merkittäviä rakenteellisia hiilidioksidipäästöihin vaikuttavia eroja maiden välillä. Saksan, Englannin, Italian ja Espanjan sähkön tuotanto on yhä valtaosin päästöjä aiheuttavaa fossiiliraaka-ainepohjaista tuotantoa. Sitä vastoin Ranskassa suurin osa sähköstä tuotetaan ydinvoimalla. Itse asiassa Ranska on huomattava sähkön viejä ja osa muiden Keski- ja Etelä-Euroopan maiden sähkön kulutuksesta katetaan sähkön tuonnilla Ranskasta.

Taulukosta 5.1 havaitaan, että päästöttömän sähkön tuotannon keskeisin tuotantomuoto tarkasteltavissa maissa Italiaa lukuun ottamatta on ydinvoima. Ydinvoima on enustejärjestelmässä energiapolitiikan määräämä tekijä ja sen takia eksogeeninen muuttuja. Tuulivoimalla ja biopolttoainepohjaisella tuotannolla on nykyisin vielä suhteellisen pieni osuus sähköenergian tarjonnassa. Näiden tuotantomuotojen kehitystä on hankala mallintaa ja sen takia niiden ennusteet kiinnitetään mallilaskelmissa eksogeenisesti. Päästöttömän sähkön tarjonnan eristä ennustemallissa ovat endogeenisiä vesivoiman tuotanto ja sähkön nettotuonti.

Taulukko 5.1 Sähkön tarjonta ja kulutus vuonna 2004, TWh

	Saksa	Ranska	Englanti	Italia	Espanja	Suomi
Tuotanto ja tuonti	568	486	384	334	262	87
Päästötön tarjonta	219	436	98	107	111	52
Ydinvoima	158	428	74	0	61	22
Vesivoima	27	65	7	49	34	15
Tuulivoima	25	1	2	2	16	0
Muu	11	5	8	10	3	10
Nettotuonti	-3	-62	7	46	-3	5
Fossiilisin polttoainein tuotettu sähkö	349	50	286	228	152	35
Hiili	274	24	127	43	75	22
Öljy	9	6	5	56	23	1
Kaasu	65	20	154	128	54	13
Sähkön kulutus	568	486	384	334	262	87
Teollisuus	232	132	116	143	100	45
Kotitaloudet	140	147	95	67	58	20
Muut toimialat	196	207	173	125	104	21

Vesivoiman tuotanto ESH_{it} (TWh) mallinnetaan kunkin maan vuotuisen sadesumman PRC_{it} (cm) pohjalta. Lisäksi vesivoimakapasiteetin muutos otetaan huomioon pitkän ajan kehityksessä trendimuuttujalla. Trendimuuttujan TR_t arvoina ovat mallin estimointiin käytettyjen havaintojen vuodet 1975-2000. Malli on

$$(5.1) \quad \Delta ESH_{it} = \delta_{1i} \Delta PRC_{it} + \delta_{2i} (ESH_{i,t-1} - (\delta_{3i} PRC_{i,t-1} + \delta_{4i} TR_{t-1} + \delta_{5i})).$$

Taulukko 5.2 Vesivoimatuotannon malli

	δ_{1i}	δ_{2i}	δ_{3i}	δ_{4i}	δ_{5i}
Saksa	0.05	-0.88	0.12	0.29	-568
Ranska	0.59	-1.22	0.73	0.34	-679
Englanti	0.03	-0.62	0.04	0.06	-114
Italia	0.00	-0.66	0.14	0.11	-181
Espanja	0.37	-1.07	0.65	0.01	-39
Suomi	0.15	-0.98	0.19	0.07	-134

Taulukosta 5.1 ja kuviosta 5.1 voidaan todeta, että Ranskassa fossiiliraaka-ainepohjainen sähkön tuotanto muodostaa melko vähäisen osan sähköenergian kokonaistarjonnasta. Mallissa oletetaan, että niin kauan kun Ranskasta riittää sähköä vientiin, vienti määräytyy endogeenisesti Ranskan sähkötaseen tasapainottavana eränä ja fossiiliraaka-ainepohjainen sähkön tuotanto on eksogeeninen muuttuja. Fossiilisin polttoainein tuotettu sähkö tulee endogeenisesti määräytyväksi Ranskan sähkötaseen tasapainottavaksi eräksi siinä vaiheessa kun nettovienti menee nolliin.

Muiden Keski- ja Etelä-Euroopan maiden sähkön nettotuonti EM_{it} mallinnetaan Ranskan sähkön nettoviennin EXF_t pohjalta. Saksan, Englannin, Italian ja Espanjan sähkön nettotuonnin malli on

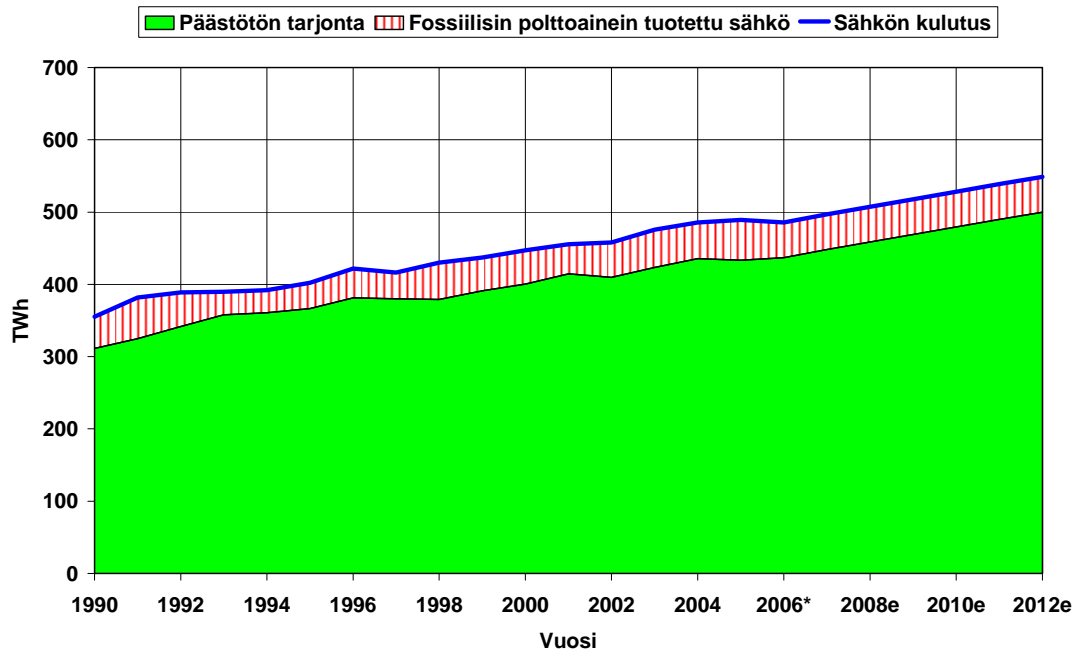
$$(5.2) \quad \Delta EM_{it} = \phi_{1i} \Delta EXF_t + \phi_{2i} (EM_{i,t-1} - \phi_{3i} EXF_{t-1}).$$

Taulukko 5.3 Sähkön tuonnin malli

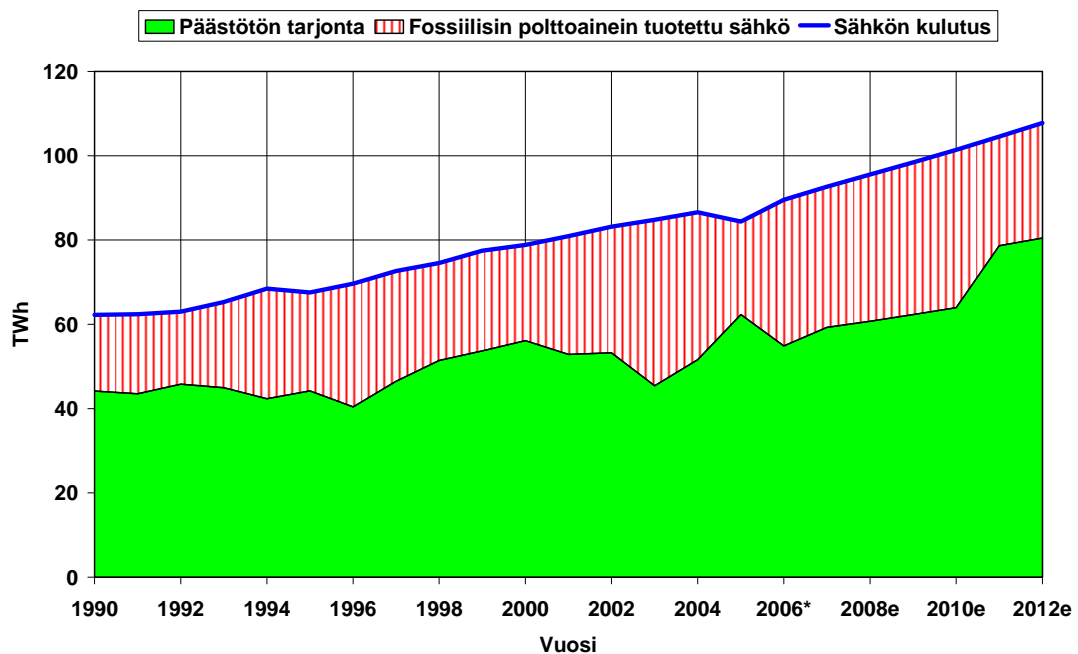
	ϕ_{1i}	ϕ_{2i}	ϕ_{3i}
Saksa	0.41	-0.57	0.02
Englanti	0.19	-0.16	0.21
Italia	0.39	-0.11	0.66
Espanja	0.11	-0.48	0.03

Suomen sähkön tuonti on sidoksissa naapurimaista kulloinkin saatavissa olevan sähköenergian määrään. Suomen sähkön nettotuonti mallinnetaan ennustejärjestelmässä Suomen sähkön kokonaiskulutuksen sekä Ruotsin ja Norjan sateisuuden pohjalta.

**Kuvio 5.1 Ranskan sähkön tarjonta ja kulutus;
perusskenaario vuoteen 2012**



**Kuvio 5.2 Suomen sähkön tarjonta ja kulutus;
perusskenaario vuoteen 2012**



6 Sähkön hinta ja teollisuuden kilpailukyky

EU-maiden päästökauppasektorin päästörajoitukset heijastuvat päästökaupassa määrättyvän päästöoikeuden hinnan kautta sähkön hintaan. Sähkön hinnan nousu kohdistuu suunnilleen yhtäläisesti EU-maiden teollisuuteen siten, ettei EU-alueen sisämarkkinoilla synny merkittäviä kilpailukykyongelmia. Kilpailukykyvaikutuksia seuraa lähinnä suhteessa EU:n ulkopuolisiin maihin. Päästöoikeuden hinnan noususta voi heijastua vientiin kilpailukykyvaikutuksia yhtäältä sähköenergian hinnan kautta ja toisaalta päästökauppasektoriin kuuluvien yritysten energian tuotannosta ja teollisuusprosesseista peräisin olevista päästöistä aiheutuvien kustannusten kautta. Näistä kahdesta tekijästä sähköenergian hinnan nousu on kokonaistalouden kannalta merkittävämpi, koska sen kustannusvaikutukset leviävät laajalti teollisuuteen, muille toimialoille ja kotitaloussektoriin.

Sähkön hinnan nousun kilpailukyky- ja vientivaikutukset riippuvat EU-alueen ulkopuolelle suuntautuvan viennin osuudesta kunkin EU-maan kokonaisviennistä sekä sähköenergian osuudesta teollisuuden kokonaiskustannuksista lähtötilanteessa. Sähköenergian osuus teollisuuden kustannuksista riippuu sähkön hinnasta ja teollisuuden energiavaltaisuudesta. Vertailtavina olevista maista teollisuuden sähkön hinta on halvin Ranskassa ja Suomessa ja kallein Italiassa, jossa hinta on nykyisin suunnilleen kaksinkertainen Ranskaan ja Suomeen verrattuna. Teollisuuden sähkön hinta on porrastettu käyttömäärän mukaan. Kuvio 6.1 esittää Eurostatin tilastoimia 2000 megawattitunnin vuosikulutuksen veronjälkeisiä hintoja.

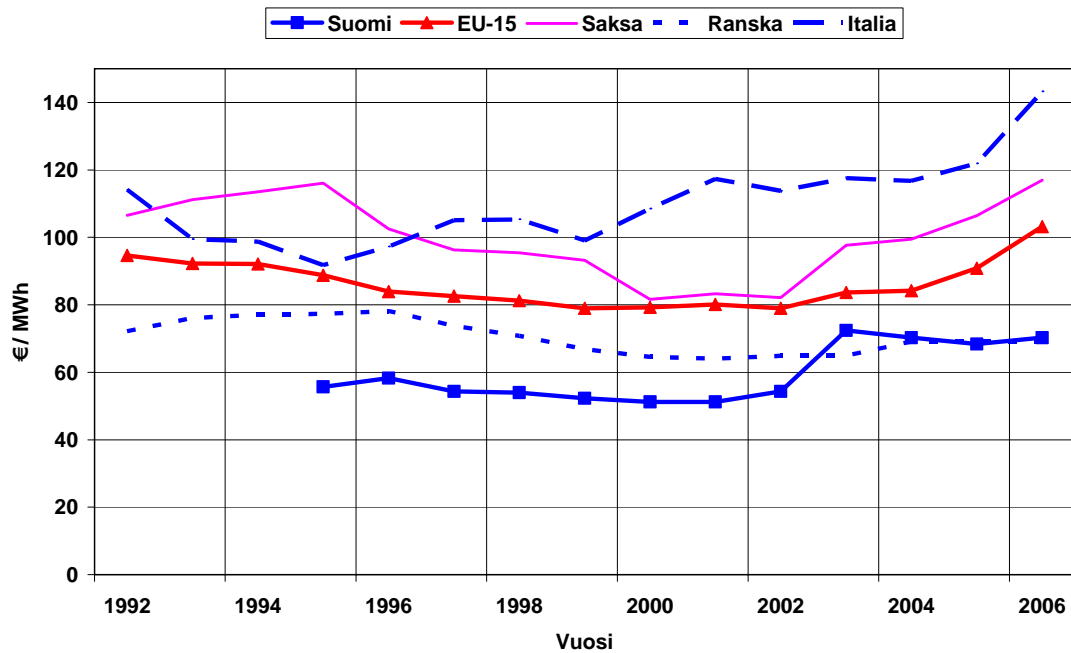
Teollisuustoimialoja kaksinumerotason toimialaluokituksella vertailtaessa ylivoimaisesti sähköenergiavaltaisin toimiala on paperiteollisuus. Muita sähköenergiaa paljon käyttäviä toimialoja ovat kemianteollisuus ja metallinjalostusteollisuus. Taulukkoon 6.1 on koottu tiedot näiden kolmen energiaintensiivisen toimialan yhteenlasketusta osuudesta koko teollisuustuotannosta tarkastelussa mukana olevissa maissa.

Paperiteollisuuden suuri osuus teollisuustuotannosta selittää sen, että Suomessa sähköenergian kustannusten keskimääräinen osuus teollisuuden kokonaiskustannuksista on taulukon 6.1 mukaan Italian jälkeen vertailumaiden toiseksi korkein, vaikka meillä teollisuuden sähkön hinta on vertailumaiden hintahaarukan alarajalla. Kokonaiskustannukset on tässä laskettu työvoimakustannusten ja välituotekäytön kustannusten summana. Suomen paperiteollisuudessa sähköenergian osuus kokonaiskustannuksista on sähkön kulutuksen ja sähkön markkinahinnan perusteella arvioiden nykyään noin 15 prosenttia, eli työvoimakustannusten suuruusluokkaa. Ostetun sähkön kustannusosuus on kuitenkin pienempi.

EU-alueen ulkopuolelle suuntautuvan viennin osuus on vertailumaiden suurin Suomessa lähinnä Venäjän-viennin suuren osuuden takia. Englannissa ja Italiassa EU-alueen ulkopuolisen viennin osuutta kasvattaa pääosin vienti Yhdysvaltoihin.

Sähkön hinnan nousun kokonaistaloudellisia vaikutuksia määrittää viennin osuus kansantalouden kokonaiskysynnästä. Suomen kaltaiset pienet maat ovat yleensä avoimempia talouksia kuin suuret maat. Suomessa viennin osuus kokonaiskysynnästä on yli 30 prosenttia ja suurissa EU-maissa Saksaa lukuun ottamatta vain noin 20 prosenttia. Viennin suuri kansantaloudellinen merkitys tekee Suomen haavoittuvaksi viennin kilpailukykyyn heikkenemiselle.

Kuvio 6.1 Teollisuuden sähkön hinta



Taulukko 6.1 Sähkön hinnan kilpailukykyvaikutuksen osatekijöitä

	Sähköenergian kustannus- osuus teollisuudessa 2002	Energia- intensiivisen teollisuuden tuotanto- osuus 2002	EU-alueen ulkopuolisen viennin osuus 2005	Viennin osuus kokonais- kysynnästä 2005
Saksa	0.034	0.16	0.37	0.30
Ranska	0.023	0.18	0.35	0.21
Englanti	0.031	0.17	0.41	0.20
Italia	0.048	0.16	0.40	0.21
Espanja	0.030	0.17	0.27	0.19
Suomi	0.036	0.26	0.44	0.31

7 Makrosopeutuminen

EU-alueen ulkopuolisen viennin kehityksessä on ratkaisevaa sähkön hinnan noususta aiheutuva teollisuuden kustannusten kasvu ja kilpailukyvyyn heikkeneminen. EU-alueen sisäiseen kauppaan heijastuu alueen maiden talouden kasvun hidastuminen ja tästä johtuva tuontikysynnän heikkeneminen.

Mallissa maan i vienti jaetaan vientiin EU-alueelle XE_{it} ja vientiin muualle maailmaan XR_{it} . Mallilla laskettavan perusennusteen pohjana ovat edellä jaksossa 2 kuvattuun tapaan kansainvälisen talouden ennusteet EU-maille ja muulle maailmantaloudelle.

Politiikkaskenaarioissa malli muuttaa perusennusteen mukaista vientiä EU-maihin EU-alueen edellisvuoden BKT:n politiikkalaskelman YE_{t-1}^* ja perusennusteen YE_{t-1} suhteessa siten, että

$$(7.1) \quad XE_{it}^* = (YE_{t-1}^*/YE_{t-1})XE_{it}.$$

EU:n ulkopuolelle suuntautuvaan vientiin vaikuttaa teollisuuden sähkön hinnan noususta aiheutuva kilpailukyvyyn heikkeneminen. Kilpailukykyvaikutusta välittävässä joustoparametrissa ε_i otetaan huomioon taulukossa 6.1 esitetty sähköenergian kustannusosuus lähtötilanteessa². Poliitiikkalaskelmassa maan i vienti EU-alueen ulkopuolelle on

$$(7.2) \quad XR_{it}^* = XR_{it}(PEI_{it}^*/PEI_{it})^{\varepsilon_i}.$$

Toimialojen tuotannon kasvua määrittää kotimaisen kysynnän ja viennin kehitys. Panos-tuotosmallin mukaiset toimialojen tuotosvolyymit ovat

$$(7.3) \quad V_t = (I - A)^{-1}D_t.$$

Vektori V_t tarkoittaa kiinteäkertoimisen panos-tuotosmallin mukaisia toimialojen tuotosvolyymejä ja vektori D_t kysyntäeriä, eli yksityistä kulutusta, julkista kulutusta, investointeja ja vientiä. A on panoskerroinmatriisi.

Toimialojen panos-tuotosrakenteet muuttuvat ajan mittaan. Keskeisimpiä panos-tuotosrakenteen muutoksia on tuotekehityksestä ja tuotannon laadun paranemisesta johtuva jalostusalojen tuotannon volyymin kasvu suhteessa niille raaka-aineita tuottavien alkutuotantoalojen tuotannon volyymin kehitykseen. Panos-tuotosrakenteen muutokset otetaan huomioon toimialojen tuotantoennusteissa mallein

$$(7.4) \quad \Delta \ln Y_{ijt} = \kappa_{1ij} \Delta \ln V_{ijt} + \kappa_{2ij} (\ln(Y_{ij,t-1}/V_{ij,t-1}) - \kappa_{3ij} TR_{t-1} - \kappa_{4ij}).$$

Muuttuja Y_{ijt} tarkoittaa maan i toimialan j tuotosvolyyymiä vuonna t ja V_{ijt} panos-tuotosmallilla laskettua toimialan tuotosvolyyymiä. Trendi $\kappa_{3ij} TR_t + \kappa_{4ij}$ ottaa huomioon toimialan toteutuneen tuotosvolyymin ja kiinteäkertoimisella panos-tuotosmallilla lasketun tuotosvolyymin pitkän ajan kasvueron.

Ennustejärjestelmän rakentamiseen ei ole ollut käytettävissä valmista tähän yhteyteen helposti sovellettavaa kokonaistaloudellista mallia EU-maille. Sen takia makrosopeutumisen mallintamisessa joudutaan tyytymään osin hyvin yksinkertaisiin ratkaisuihin. Poliitiikkaskenaarioissa malli muuttaa perusennusteen mukaista kotimaista kysyntää edellisvuoden BKT:n politiikkalaskelman $Y_{i,t-1}^*$ ja perusennusteen $Y_{i,t-1}$ suhteessa siten, että politiikkalaskelmassa maan i yksityinen kulutus on

$$(7.5) \quad CP_{it}^* = (Y_{i,t-1}^*/Y_{i,t-1})CP_{it}.$$

² Viennin X_t muutos on viennin hintajoustopu $\varepsilon' < 0$, sähkön hinnan P_t muutoksen, sähkön kulutuksen E_t ja kokonaiskustannusten C_t perusteella $\Delta X_t/X_{t-1} = \varepsilon'((\Delta P_t)E_{t-1})/C_{t-1} = \varepsilon'((P_{t-1}E_{t-1})/C_{t-1})(\Delta P_t/P_{t-1}) = \varepsilon(\Delta P_t/P_{t-1})$, eli jousto $\varepsilon = \varepsilon'((P_{t-1}E_{t-1})/C_{t-1})$.

BKT:n muutos vaikuttaa samalla tavoin investointien kehitykseen. Julkisen sektorin kulutuksessa ei välttämättä tarvitse reagoida heti BKT:n kasvun hidastumiseen ja pääsääntöisesti julkinen kulutus pidetään mallilaskelmissa perusennusteen mukaisena.

Työllisyyskehitystä arvioidaan samalla toimialajaolla kuin tuotantoa siten, että kansantalouden eritellään teollisuuteen, kuljetuksiin, asuntojen omistukseen ja muuhun kansantalouteen. Tuotannon kehitys heijastuu työllisyyteen siten, että toimialojen työvoiman kysynnän mallit ovat muotoa

$$(7.6) \quad \Delta \ln L_{ijt} = \lambda_{1ij} \Delta \ln Y_{ijt} + \lambda_{2ij} (\ln(Y_{ij,t-1}/L_{ij,t-1}) - \lambda_{3ij} TR_{t-1} - \lambda_{4ij}).$$

Muuttuja L_{ijt} tarkoittaa maan i toimialan j työllisyyttä vuonna t . Trendi $\lambda_{3ij} TR_t + \lambda_{4ij}$ mittaa toimialan työn tuottavuuden pitkän ajan kasvuvauhtia. Tyypillisiä toimialojen eroja työvoiman kysynnässä on, että työvaltaisten toimialojen työvoiman kysynnän lyhyen ajan jousto tuotannon volyymin muutoksiin λ_{1ij} on suuri ja työn tuottavuuden pitkän ajan kasvuvauhti λ_{3ij} suhteellisen vähäinen pääomavaltaiseen prosessiteollisuuden verrattuna.

8 Säätilan muutokset

Säätila vaikuttaa yhtäältä ilman lämpötilan kautta lämmitys- ja jäädytysenergian kulutukseen ja toisaalta sateisuuden kautta sähköenergian vesivoimatuotantoon. Mallijärjestelmässä sähkön tuonti Suomeen riippuu lisäksi Ruotsin ja Norjan sateista.

Säätilan vaihteluita ei voida ennustaa vuosiksi eteenpäin. Se mitä säätilan muutosten arvioinnin osalta voidaan energian kysynnän ja kasvihuonekaasupäästöjen ennustejärjestelmää rakennettaessa tehdä, on mallintaa tilastollisesti sään paluuta ennusteen tekohetken tilasta kohti pitkän ajan keskiarvoa. Osoittautuu, että tällaiseen lämpötilan ja sateisuuden tilastolliseen mallintamiseen sopii varsin hyvin trenditekiäjällä täydenne- tyn virheenkorjausmallin tyyppinen aikasarjamalli, jonka mukaan maan i vuosilämpötila TMP_{it} ($^{\circ}C$) ja vuosisadesumma PRC_{it} (cm) muuttuvat vuonna t siten, että

$$(8.1) \quad \Delta TMP_{it} = \tau_{1i} (TMP_{i,t-1} - (tmp_i + \tau_{2i} TR_{t-1} + \tau_{3i})),$$

$$(8.2) \quad \Delta PRC_{it} = \pi_{1i} (PRC_{i,t-1} - (prc_i + \pi_{2i} TR_{t-1} + \pi_{3i})).$$

Vakio tmp_i tarkoittaa lämpötilan TMP_{it} ja vakio prc_i sateisuuden PRC_{it} keskiarvoa maassa i mallin estimointiperiodilla 1970-2000. Kertoimet τ_{1i} ja π_{1i} kuvaavat vauhtia, jolla lämpötila ja sateisuus edellisvuoden mahdollisen poikkeaman jälkeen palaavat kohti malleilla $tmp_i + \tau_{2i} TR_t + \tau_{3i}$ ja $prc_i + \pi_{2i} TR_t + \pi_{3i}$ estimoitavia pitkän ajan trendejä. Kertoimet τ_{2i} ja π_{2i} mittaavat trendimuuttujan TR_t vaikutusta säämuuttujiin ja vakiot τ_{3i} ja π_{3i} ovat skaalausparametreja. Trendimuuttujan TR_t arvoina ovat mallin estimointiin käytettävien säähavaintojen vuodet 1970-2000.

Mallit (8.1) ja (8.2) on estimoitu suurten EU-maiden ja Suomen lämpötila- ja sateisuusmuuttujille sekä lisäksi Ruotsin ja Norjan sademäärille. Lämpötilamuuttujana käytetään vuoden keskilämpötilojen aikasarjoja ($^{\circ}C$) ja sateisuuden kuvaajana vuosisadesummien aikasarjoja (cm). Säätietojen lähteitä kuvataan mallin tilastoaineistoa käsittelevässä liitteessä.

Estimointitulokset osoittavat, että trenditekiä on paikallaan ottaa huomioon etenkin lämpötilamalleissa sen takia, että kaikkien tarkasteltavien maiden vuosilämpötiloissa voidaan havaita tilastollisesti merkitsevä nousutrendi estimointiperiodilla 1970-2000. Trendinousu on ollut maasta riippuen 0.03-0.06 astetta vuodessa, joten muutaman vuoden energian kysynnän ennustamisen kannalta sillä ei ole käytännön merkitystä. Myös useimpien maiden sateisuudessa on trendinomaista lisääntymistä, mutta se on tilastollisesti merkitsevää vain Englannin ja Ruotsin kohdalla. Englannissa sateisuuden trendilisäys on ollut 0.6 ja Ruotsissa 0.3 cm vuodessa.

Energian kysynnän ja tarjonnan ennustamisen kannalta merkittäviä tuloksia ovat sopeutumiskertoimien τ_{1i} ja π_{1i} estimaatit. Näiden kerroinestimaattien suuruuden perusteella arvioiden sateisuus palaa keskimäärin selvästi nopeammin trendiuralle kuin lämpötila. Merkitsevä on, että Italian tapauksessa lämpötilan sopeutumiskerroin τ_{1i} sekä Suomen ja Norjan tapauksissa sateisuuden sopeutumiskerroin π_{1i} on itseisarvoltaan ykköstä suurempi, mikä tarkoittaa, että Italian lämpötilalla sekä Suomen ja Norjan sateisuudella on taipumus oskilloida pitkän ajan trendiuran ympärillä.

Taulukko 8.1 Lämpötilan malli

	τ_{1i}	tmp_i	τ_{2i}	τ_{3i}
Saksa	-0.69	8.7	0.034	-67
Ranska	-0.76	10.9	0.040	-80
Englanti	-0.70	8.6	0.025	-50
Italia	-1.24	13.6	0.037	-73
Espanja	-0.93	13.5	0.055	-109
Suomi	-0.81	2.0	0.026	-51

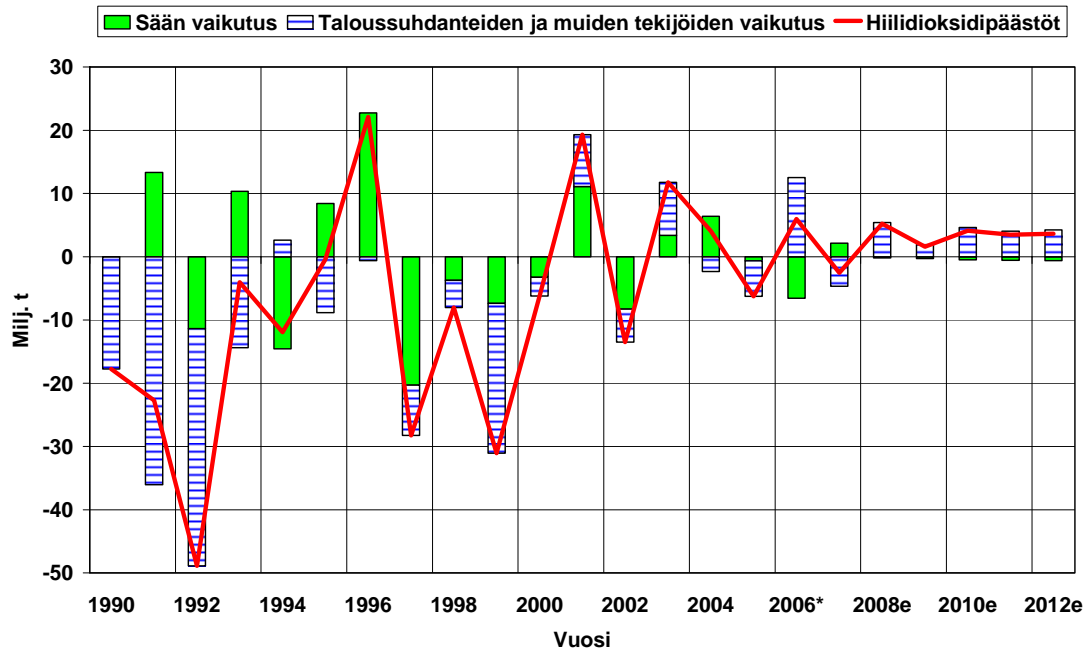
Taulukko 8.2 Sadesumman malli

	π_{1i}	prc_i	π_{2i}	π_{3i}
Saksa	-1.04	69	0.20	-404
Ranska	-0.99	87	0.06	-128
Englanti	-0.91	108	0.56	-1119
Italia	-1.04	83	-0.17	331
Espanja	-0.98	61	-0.19	380
Suomi	-1.29	54	0.14	-272
Ruotsi	-1.00	64	0.30	-594
Norja	-1.25	114	0.22	-440

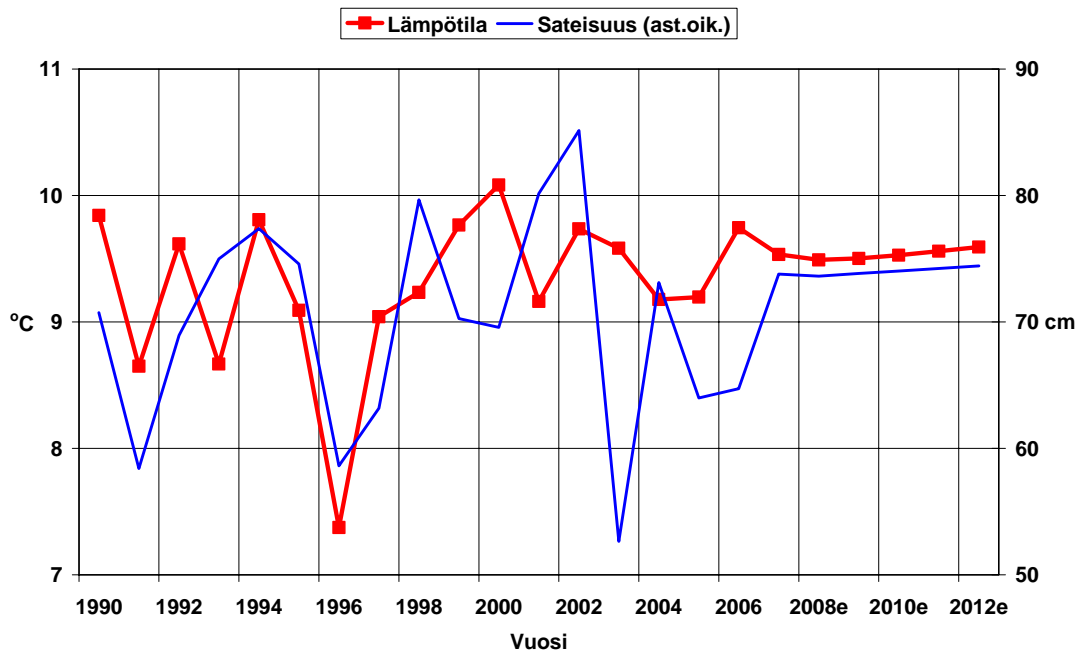
Sään vaihtelut näkyvät hiilidioksidipäästöjen muutoksissa. Ilman lämpötila vaikuttaa lämmitys- ja jäähditysenergian kulutukseen ja sateisuus sähköenergian vesivoimatuotantoon. Lämpötilalla on eri maissa erisuuruinen ja osin erisuuntainenkin vaikutus sähköenergian kulutukseen. Pohjois- ja Keski-Euroopassa ilman lämpötila vähentää kotitalouksien sähkön kulutusta, mutta Etelä-Euroopassa vaikutus on päinvastainen. Kuvioista 8.1 havaitaan, että Saksassa sään muutokset heijastuvat selvästi hiilidioksidipäästöjen kasvuun. Sää vaikuttaa päästöihin itse asiassa vahvemmin Saksassa kuin esimerkiksi Suomessa. Tämä johtuu siitä, että Suomessa energiaintensiivisen teolli-

suuden suhdannevaihtelut ovat heijastuneet suhteellisesti voimakkaammin sähkön kulutukseen kuin Saksassa.

Kuvio 8.1 Saksan hiilidioksidipäästöjen kasvu ja perusskenaario vuoteen 2012



Kuvio 8.2 Saksan sää



Aineistolähteet

Kasvihuonekaasupäästöt

Vuosien 1990-2003 kasvihuonekaasupäästötietojen lähteenä on inventaarioraportti vuodelta 2005 (Kasvihuonekaasuinventaarioraportti, 2005). Tietoja on päivitetty vuoteen 2004 tuoreemmasta inventaariosta (Kasvihuonekaasuinventaarioraportti, 2007).

Hiilidioksidipäästöjä koskevat tiedot on saatu Kansainvälisen energiajärjestön tietokannasta. IEA laskee hiilidioksidipäästöarvioita ns. referenssimenetelmällä ja toimialamenetelmällä (IEA, 2004). Tässä yhteydessä on käytetty toimialamenetelmällä laskettuja päästötietoja vuodesta 1970 alkaen.

Energian kulutus, tuotanto ja hinnat

Sähköenergian kysyntää ja tarjontaa koskevat tiedot ovat peräisin Eurostatin ja IEA:n tietokannoista. Eurostatin aikasarjatietokanta alkaa vuodesta 1985. Tätä aineistoa on käytetty mallin perusaineistona. IEA:n tietokannan tiedot alkavat vuodesta 1960. 1960-luvun tiedot ovat kuitenkin osin puutteellisia ja kattava aikasarja-aineisto alkaa lähinnä vuodesta 1970. Mallissa oleva sähköenergian kulutuksen ja tuotannon aikasarja-aineisto on muodostettu siten, että Eurostatin tietoja on ketjutettu taaksepäin vuosille 1970-1984 IEA:n tietokannan tiedoin.

Kunkin maan sähköntuotanto on laskettu niin, että sähkön tarjonta on Eurostatin tilastojen mukainen sähkön nettotuotannon ja nettotuonnin summa. Päästöttömässä tuotannossa on eritelty ydinvoima, vesivoima, tuulivoima, geoterminen tuotanto ja biopolttoainepohjainen tuotanto. Fossiilisiin polttoaineisiin perustuva sähkön tuotanto määräytyy koko nettotuotannon ja päästöttömien tuotantoerien erotuksena.

Sähkön tarjontaa vastaa sähkön kokonaiskulutus. Sähkön kulutuksessa on teollisuuden ja kotitalouksien osalta käytetty Eurostatin tietoja vuodesta 1985 lähtien ja nämä on ketjutettu taaksepäin vuosille 1970-1984 IEA:n tietokannan tiedoin. Muun talouden sähkön kulutus on laskettu vähentämällä sähkön kokonaiskulutuksesta teollisuuden ja kotitalouksien kulutus. Teollisuuden ja kotitalouksien sähkön hintojen aikasarja-aineisto on peräisin IEA:n tietokannasta. Sähköveroasteiden laskennassa ja hintakehityksen kuvauksessa on käytetty myös Eurostatin aineistoa.

Fossiilisten polttoaineiden kulutuksen kuukausitietoja saadaan Eurostatin tietokannasta. Vuositiedot on koottu IEA:n tietokannasta siten, että kunkin maan osalta on kerätty tiedot yhtäältä hiilen, öljyn ja kaasun kulutuksesta energiatuotannon toimialan sähkön- ja lämmöntuotannossa ja toisaalta näiden energiaraaka-aineiden muusta kulutuksesta. Raakaöljyn hintatietojen lähteenä on ETLAn tietokannassa oleva AIECE-järjestön raaka-ainetyöryhmän aineisto.

Kansantalouden tilipidon aineisto

Toimialojen tuotannon ja työllisyyden aikasarja-aineiston lähteenä on käytetty OECD:n Structural Analysis Industrial Database (STAN) -tietokantaa. Kansantalouden tilinpidon BKT-, kulutus-, investointi- ja vientitietojen lähteenä on OECD:n Economic Outlook -aineisto ja kansantalouden tilinpidon aineisto. Panos- tuotostilastot on saatu Eurostatista ja Suomen osalta Tilastokeskuksesta.

Säätiiedot³

Sääti tietojen päälähteenä on käytetty Climatic Research Unit (CRU) –tutkimuslaitoksen tietokannassa olevaa hilamuotoista aineistoa. CRU:n tietokannassa oleva Tyndall Centre for Climate Change Research’in laatima kuukausiaineisto on vuosilta 1901-2000. Aineistossa on kaikkiaan 289 maan tai alueen tiedot. Muuttujia ovat muun muassa keskilämpötila ja sademäärä. Aineisto on vapaasti käytettävissä ei-kaupallisiin tarkoituksiin ja sen lähde on: Mitchell, T.D., Carter, T.R., Jones, P.D., Hulme, M. ja New, M., 2003: A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record and 16 scenarios. *Journal of Climate*.

Aineiston verkko-osoite on:

http://www.cru.uea.ac.uk/~timm/cty/obs/TYN_CY_1_1_cty-table.html.

Vuosien 2001-2006 sääti edoille ei ole löytynyt yhtenäistä lähdeaineistoa, vaan ne on jouduttu kokoamaan erilaisista kansallisista lähteistä.

Viitteet

Emission Scenarios (2000): ”Special Report on Emission Scenarios - A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, Cambridge University Press.

Forsström, J. ja Honkatukia, J. (2001): ”EV-malli: taloudellis-tekninen tasapainomalli Suomelle”, ETLA, C 78.

Honkatukia, J., Mälkönen, V. ja Perrels, A. (2006): ”Impacts of the European emission trade system on Finnish wholesale electricity prices”, VATT-keskusteluaihteita 405.

IEA (2004): ”CO₂ Emissions from Fuel Combustion 1971-2002”, OECD/IEA, 2004 Edition.

Kasvihuonekaasuinventaarior (2005): ”Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2003 and inventory report 2005 – Submission to the UNFCCC Secretariat”, European Environment Agency, EEA Technical report, No 4/2005.

Kasvihuonekaasuinventaarior (2007): ”Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2004 and inventory report 2006 – Submission to the UNFCCC Secretariat”, European Environment Agency, Technical report, Version 31 January 2007.

Rantala, O. ja Suni, P. (2007): ”Kasvihuonekaasupäästöt ja EU:n päästörajoituspolitiikan taloudelliset vaikutukset vuoteen 2012”, ETLA, Keskusteluaihteita no. 1094.

Taustaraportti (2006): ”Lähiajan energia- ja ilmastopolitiikan linjauksia – kansallinen strategia Kioton pöytäkirjan toimeenpanemiseksi – Taustaraportti”.

Tilastokeskus (2006): ”Energiatilasto – Vuosikirja 2006”, Energia 2006.

³ Sääti edot on koontanut ja muokannut Rolf Maury.

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

Puh./Tel. (09) 609 900
Int. 358-9-609 900
<http://www.etla.fi>

Telefax (09) 601753
Int. 358-9-601 753

KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847

Julkaisut ovat saatavissa elektronisessa muodossa internet-osoitteessa:
<http://www.etla.fi/finnish/research/publications/searchengine>

- No 1064 CHRISTOPHER PALMBERG – MIKA PAJARINEN – TUOMO NIKULAINEN, Transferring Science-Based Technologies to Industry – Does Nanotechnology make a Difference? 04.01.2007. 64 p.
- No 1065 NIKU MÄÄTTÄNEN – MIKA MALIRANTA, T&K-toiminnan verokannustimet ja yritysdynamiikka. 04.01.2007. 23 s.
- No 1066 TARMO VALKONEN, Tutkimus- ja tuotekehitysinvestointien verotuki. 11.01.2007. 24 s.
- No 1067 TERTTU LUUKKONEN – MARI MAUNULA, Non-financial Value-added of Venture Capital: A Comparative Study of Different Venture Capital Investors. 18.01.2007. 26 p.
- No 1068 MARKKU MAULA, Verokannustimet yksityishenkilöiden riskipääomasijoitusten aktivoinnissa. 22.01.2007. 40 s.
- No 1069 OLAVI RANTALA, Palvelualojen kilpailu ja hinnanmuodostus kansainvälisessä vertailussa. 22.01.2007. 40 s.
- No 1070 JYRKI ALI-YRKKÖ, Ulkoistukset Suomen teollisuusyrityksissä – onko toimialalla merkitystä? 12.02.2007. 15 s.
- No 1071 JYRKI ALI-YRKKÖ, Tuotannon ja T&K-toiminnan ulkoistaminen – motiivit ja onnistuminen. 12.02.2007. 16 s.
- No 1072 CHRISTOPHER PALMBERG, Nanoteknologiastako seuraava yleiskäyttöinen teknologia? – Havaintoja Suomen näkökulmasta. 08.02.2007. 25 s.
- No 1073 JUKKA LASSILA – TARMO VALKONEN, Longevity Adjustment of Pension Benefits. 12.02.2007. 20 p.
- No 1074 KARI E.O. ALHO – NUUTTI NIKULA, Productivity, Employment and Taxes – A Svar Analysis of the Trade-offs and Impacts. 22.02.2007. 19 p.
- No 1075 RAINE HERMANS – MARTTI KULVIK, Simulaatio lääkekehitysalan kannattavuudesta ja riskeistä. 26.02.2007. 25 s.
- No 1076 TERHI HAKALA – OLLI HALTIA – RAINE HERMANS – MARTTI KULVIK – HANNA NIKINMAA – ALBERT PORCAR-CASTELL – TIINA PURSULA, Biotechnology as a Competitive Edge for the Finnish Forest Cluster. 26.02.2007. 76 p.
- No 1077 RITA ASPLUND, Finland: Decentralisation Tendencies within a Collective Wage Bargaining System. 02.03.2007. 31 p.

- No 1078 PAVEL FILIPPOV – VLAD YURKOVSKY, Essay on Internationalisation Potential of North-west Russian and Finnish Energy Clusters. 20.03.2007. 36 p.
- No 1079 MARKKU KOTILAINEN, Determinants of Finnish-Russian Economic Relations. 22.03.2007. 39 p.
- No 1080 JYRKI ALI-YRKKÖ – MIKA PAJARINEN – PETRI ROUVINEN – PEKKA YLÄ-ANTTILA, Family Businesses and Globalization in Finland. 03.04.2007. 35 p.
- No 1081 JYRKI ALI-YRKKÖ, Ulkomaalaisomistuksen vaikutus yritysten kasvuun. 29.03.2007. 24 s.
- No 1082 MIKKO KETOKIVI – JYRKI ALI-YRKKÖ, Determinants of Manufacturing-R&D Co-location. 30.03.2007. 28 p.
- No 1083 VILLE KAITILA, Suomen ulkomaankaupan erikoistuminen – keiden kanssa kilpailemme? 05.04.2007. 25 s.
- No 1084 MIKKO MÄKINEN, CEO Compensation, Firm Size and Firm Performance: Evidence from Finnish Panel Data. 30.03.2007. 38 p.
- No 1085 MIKKO MÄKINEN, Do Stock Option Schemes Affect Firm Technical Inefficiency? Evidence from Finland. 30.03.2007. 26 p.
- No 1086 CHRISTOPHER PALMBERG, Modes, Challenges and Outcomes of Nanotechnology Transfer – A Comparative Analysis of University and Company Researchers. 05.04.2007. 33 p.
- No 1087 VILLE KAITILA, Free Trade between the EU and Russia: Sectoral Effects and Impact on Northwest Russia. 05.04.2007. 23 p.
- No 1088 PAAVO SUNI, Oil Prices and The Russian Economy: Some Simulation Studies with NiGEM. 16.04.2007. 15 p.
- No 1089 JUKKA LASSILA – NIKU MÄÄTTÄNEN – TARMO VALKONEN, Vapaaehtoinen eläkesäästäminen tulevaisuudessa. 16.04.2007. 38 s.
- No 1090 VILLE KAITILA, Teollisuusmaiden suhteellinen etu ja sen panosintensiivisyys. 25.04.2007. 31 s.
- No 1091 HELI KOSKI, Private-collective Software Business Models: Coordination and Commercialization via Licensing. 26.04.2007. 24 p.
- No 1092 PEKKA ILMAKUNNAS – MIKA MALIRANTA, Aging, Labor Turnover and Firm Performance. 02.05.2007. 40 p.
- No 1093 SAMI NAPARI, Gender Differences in Early-Career Wage Growth. 03.05.2007. 40 p.
- No 1094 OLAVI RANTALA – PAAVO SUNI, Kasvihuonekaasupäästöt ja EU:n päästörajoituspolitiikan taloudelliset vaikutukset vuoteen 2012. 07.05.2007. 24 s.
- No 1095 OLAVI RANTALA, Kasvihuonekaasupäästöjen ennakointi ja EU:n päästörajoituspolitiikan vaikutusten arviointi. 07.05.2007. 22 s.

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen julkaisemat "Keskusteluaiheet" ovat raportteja alustavista tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista. Tässä sarjassa julkaistuja monisteita on mahdollista ostaa Taloustieto Oy:stä kopiointi- ja toimituskuluja vastaavaan hintaan.

Papers in this series are reports on preliminary research results and on studies in progress. They are sold by Taloustieto Oy for a nominal fee covering copying and postage costs.