



Energiatehokkuuden kehittyminen Suomessa

Arviot menneisyydestä ja tulevaisuudesta

Göran Koreneff | Leena Grandell | Antti Lehtilä | Tiina
Koljonen & Nils-Olof Nylund



VTT TECHNOLOGY 180

Energiatehokkuuden kehittyminen Suomessa

Arviot menneisyydestä ja tulevaisuudesta

Göran Koreneff, Leena Grandell, Antti Lehtilä, Tiina Koljonen & Nils-Olof Nylund



ISBN 978-951-38-8262-4 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

VTT Technology 180

ISSN-L 2242-1211

ISSN 2242-122X (Online)

Copyright © VTT 2014

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT

PL 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

02044 VTT

Puh. 020 722 111, faksi 020 722 7001

VTT

PB 1000 (Teknikvägen 4 A, Esbo)

FI-02044 VTT

Tfn +358 20 722 111, telefax +358 20 722 7001

VTT Technical Research Centre of Finland

P.O. Box 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

FI-02044 VTT, Finland

Tel. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7001

Energiatehokkuuden kehittyminen Suomessa

Arviot menneisyydestä ja tulevaisuudesta

The development of energy efficiency in Finland. Assessments of the past and the future.
Göran Koreneff, Leena Grandell, Antti Lehtilä, Tiina Koljonen & Nils-Olof Nylund. Es-
poo 2014. VTT Technology 180. 70 s. + liitt. 16 s.

Tiivistelmä

Energiatehokkuuden kehittyminen suotuisasti on oleellinen tekijä matkalla kohti vähähiilistä ja resurssitehokasta Suomea, Eurooppaa ja maailmaa. Julkaisussa esitetään energiatehokkuuden toteutunut kehitys 20–25 viime vuoden aikana eri energiankäyttösektoreilla ja tarkastellaan tulevaisuuden energiatehostumispotentiaaleja.

Kotitalouksien kokonaisenergian kulutus on ollut tasaisessa kasvussa vuoteen 2008 asti, jonka jälkeen kulutus on kääntynyt laskuun. Laskuun tosin vaikuttaa ennen kaikkea tilastointitavan muutos vuosina 2007–2008, eikä siitä voi vetää liian pitkälle ulottuvia johtopäätöksiä tulevaisuutta ajatellen. Suurin selittäjä itse energiakäytön kasvulle on asuntojen lukumäärän lisääntyminen, mutta nykyään toki asutaan paljon väljemmin ja väestökin kasvaa. Energiaintensiteetti on myös kasvanut, mutta siihen voi löytyä tilastointiin liittyviä selittäjiä. Kotitaloussähkön käytön ja intensiteetin kasvu näyttää pysähtyneen 2000-luvun puolivälissä, mutta tilastointitapamuutoksen takia on vaikeata arvioida nykytilaa ja -suuntausta.

Rakennusten lämmitysenergian kulutus voi vähentyä 21–25 % vuoteen 2050 mennessä, missä suurin säästö tulee vanhojen talojen poistumasta. TIMES-VTT-mallin avulla arvioitiin rakennusten ominaiskulutusten vähenevän rakennustyyppin mukaan noin 28–47 % vuodesta 2010 vuoteen 2050 mennessä.

Henkilöliikenteen energiakäytössä nähdään selvä kasvutrendi ennen kaikkea suoritteiden eli matkustajakilometrien osuudessa, vaikka energian käyttö on tehostunut prosentin vuodessa. Tavaraliikenteessä energiakäyttö on ollut taantumaan asti kasvussa. Tavaraliikenteen energiatehokkuus on heikentynyt viime vuosina oltuaan sitä ennen toistakymmentä vuotta vakaa. Liikenteelle esitetään eri arvioissa noin 0,4–1,5 %:n vuosittaista tehostumista liikennemuodon mukaan. TIMES-VTT-malli arvioi, että suoritekohtaiset ominaiskulutukset alenevat noin 25–60 % (paitsi tavarajunilla alle 5 %) vuoteen 2050 mennessä.

Teollisuudessa näkyy selvä arvonlisään suhteutettu energiakäytön tehostumistrendi vuoteen 2007 asti, mutta sitten suunta muuttui. Kysymys kuuluu, onko kyse taantumasta vai pysyvämmästä rakennemuutoksesta. Pohjoismaisen energiaintensiivisen teollisuuden energiasäästöpotentiaalit ovat 10–30 % teollisuudenalan mukaan, kun verrataan parhaimpaan mahdolliseen saatavilla olevaan teknologiaan. Teollisuudessa merkittävimmät kulutusmuutokset tullevat tulevaisuudessa kuitenkin uusista läpimurtotekniikoista ja teknologiamuutoksista.

Palveluissa energiankäyttö on kasvanut tasaisesti eikä ole mitään merkkiä siitä, etteikö kasvu jatkuisi myös tulevaisuudessa. Energiatehokkuus on pysynyt melko vakaana ajalla 1996–2008, jonka jälkeen se on taantuman (tai tilastointitapamuutoksen) myötä hieman heikentynyt. Palvelusektorin sähkönkulutus on kasvanut 2,6 %:n vuosivauhtia ja ainoastaan vuosina 2010–2011 tapahtunut käänne voi olla merkki siitä, että muutos voisi olla tulossa.

Kansallisen energiatehokkuuden toimintasuunnitelmaan sisältyy energiakäytön tehostamistoimia eri sektoreilla jo yli 50 TWh:n edestä vuoteen 2020 mennessä. Suomi on matkalla EU:n 2020 energiatehokkuustavoitteeseensa. Motivan energiakatselmustoiminnan yhteydessä on arvioitu energiansäästöpotentiaalia katselmustoimintaan osallistuvissa yrityksissä. Sähkösäästöpotentiaali on suurteollisuutta lukuun ottamatta 6–10 % ja lämmön/polttoainesäästöpotentiaali 11–27 %, ja suurin osa potentiaalista on jo hyödynnetty katselmoiduissa yrityksissä. Tämä on hyvä pitää mielessä arvioitaessa EU:n nykyistä 20 %:n energiatehokkuustavoitetta vuoteen 2020 mennessä ja mahdollisia uusia tavoitteita vuoteen 2030 mennessä.

Miksei kaikkia kustannustehokkaita energiasäästömahdollisuuksia ja -potentiaaleja hyödynnetä? Syitä on tutkittu paljon ja ne voidaan kiteyttää taloudelliseen toimintaympäristöön, toimijan prioriteetteihin, päätöksenteossa käytettyihin arviointikriteereihin, yrityksen johtamiskulttuuriin, tietotaidon puutteeseen, vastuiden jakautumiseen ja siihen, etteivät energiatehokkaat ratkaisut aina vastaa alkuperäisiä. Toki on myös otettava huomioon, että mitä yleisemmällä tasolla potentiaaliarviolaskelmat laaditaan, sen huonommin ne vastaavat tosielämän tilanteita.

Avainsanat energiatehokkuus, energiasäästöpotentiaali, Laspeyres-indeksi, dekomponointi

The development of energy efficiency in Finland. Assessments of the past and the future

Energiätehokkuuden kehittyminen Suomessa. Arviot menneisyydestä ja tulevaisuudesta.
Göran Koreneff, Leena Grandell, Antti Lehtilä, Tiina Koljonen & Nils-Olof Nylund.
Espoo 2014. VTT Technology 180. 70 p. + app. 16 p.

Abstract

A favourable development of energy efficiency is an essential factor on the road towards a low carbon and resource efficient Finland, Europe and world. The past 20 to 25 years energy efficiency development in different sectors in Finland is presented in this publication, as well as the energy efficiency potential of the future.

Energy consumption in households has been steadily growing up to 2008, after which it started to decrease. The main reason for the change is the change in how the statistics are made 2007/2008, and one shouldn't therefore draw too far reaching conclusions for the future of the turning point. The main factor behind the growth of the energy use is increase in the number of households, but living is also more spacious than before and also the population is increasing. Energy intensity of households has also increased, although there may also be statistically based explanations behind that. The growth in electricity use as well as intensity appears to have stopped in the mid 2000's, but because of the change in the statistical method it is difficult to assess the state and trend at the moment.

Heating energy for buildings will decrease 21% to 25% by 2050 and the main drop in the energy usage comes from the decrease in old housing units. According to the results from the TIMES-VTT model, specific heating consumption will decrease with 28% to 47% by 2050 depending on the type of the building.

Energy use of passenger traffic has a clear growth trend corresponding to the increase in output, passenger-km, even as energy efficiency has improved at a rate of one percent per year. The energy efficiency of goods traffic has been stable for a long time until it weakened in recent years. Energy will be used 0.4% to 1.5% more efficiently each year in traffic, depending on the form of traffic. The TIMES-VTT model results indicate that output specific consumptions will decrease by 25% to 60% (except goods train traffic, less than 5%) by 2050.

There was a strong trend of improved energy efficiencies, in relation to value added, in the industry up to 2007, where after the trend changed, however, it is an open question if the change is due to the economic recess or if it is a more permanent structural change. The Nordic energy intensive industries show energy saving potentials of 10% to 30%, depending on the branch of industry, when compared to best available technology. However, the most substantial changes in the energy use in the future may come from new breakthrough technologies and technology changes.

Energy use of the service sector has increased steadily and there are no signs that it will not continue to do so in the future. Energy intensity of services has, on the other hand, been quite stable from 1996 to 2008, after which it has slightly increased as a result of the recession (or changes in the statistics). Electricity use has increased by 2.6% per year in the service sector and only the turn in 2010/2011 could be a sign that a change might be coming.

The national energy efficiency action plan includes measures in different sectors resulting in energy savings of over 50 TWh by 2020, which means that Finland is on its way to achieve the EU energy efficiency targets. Motiva has assessed the energy savings potentials of companies partaking in energy audits. Excluding large, energy intensive industries, the saving potential of electricity is around 6% to 10% and of fuels and heat 11% to 27%, and most of the potential has also been utilised by the partaking enterprises. It is good to keep this in mind when assessing EU's current 20% energy efficiency target to 2020 and possible new targets to 2030.

Why are not all cost effective energy saving opportunities and potentials utilised? The question has been researched extensively and the answers are, compressed, the economic environment, the priorities of the actor, evaluation criteria in the decision making, management system and style of the enterprise, lack of know-how, split responsibilities and that the energy efficient solutions do not always come up to the original functionalities. It should also be noted, that on the higher and more generic level the potential estimates are made, the worse they match the real life situations.

Keywords energy efficiency, energy saving potential, Laspeyres index, decomposition

Alkusanat

Julkaisussa esitetään energiatehokkuuden toteutunut kehitys 20–25 viime vuoden aikana eri energiankäyttösektoreilla ja tarkastellaan tulevaisuuden energiatehottomispotentiaaleja muiden tutkimusten ja VTT:n omien arvioiden perusteella. Tutkimus tehtiin työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiannosta. Hankkeen projektipäällikkönä toimi Göran Koreneff VTT:ltä ja tutkimusta ohjasivat Pekka Tervo ja Mikko Paloneva työ- ja elinkeinoministeriöstä. VTT:ltä tutkimukseen osallistuivat myös Leena Grandell, Tiina Koljonen, Antti Lehtilä ja Nils-Olof Nylund. Lisäksi Miimu Airaksinen ja Jussi Manninen VTT:ltä toimivat hankkeessa asiantuntija-apuna. Tekijät haluavat kiittää myös Lea Gyntheriä Motivasta erittäin arvokkaista luonnoksen kommentaiteista ja ehdotuksista sekä uusimpien lähtötietojen toimittamisesta.

Kesäkuu 2014

Tekijät

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
Abstract	5
Alkusanat.....	7
1. Johdanto	10
1.1 Aikaisempi tutkimus.....	10
1.1.1 Aikaisempi tutkimus VTT:llä	10
1.1.2 Aikaisempi tutkimus muualla	11
1.1.3 Energiansäästösopimukset ja katselmustoiminta.....	11
1.2 Julkaisun sisältö	11
2. Arviot toteutuneesta kehityksestä	12
2.1 Kotitaloussektorin energiakäyttö 1995–2011.....	13
2.1.1 Kokonaisenergian käytön kehitys	13
2.1.2 Lämmitykseen ja lämpimään käyttöveteen käytetty energia.....	15
2.1.3 Asuntojen lämmitys.....	16
2.1.4 Kotitaloussähkön käytön kehittyminen	17
2.2 Liikenne	18
2.2.1 Henkilöliikenne vuosina 1990–2011.....	19
2.2.2 Tavaraliikenne vuosina 1990–2011	22
2.3 Teollisuuden energiakäytön kehitys vuosina 2000–2011	23
2.3.1 Teollisuuden ja valmistavan teollisuuden dekomponointi- tulokset.....	24
2.3.2 Paperin ja painamisen toimiala (TOL2008: 17&18).....	27
2.3.3 Terästuotannon ominaiskulutustarkastelu	28
2.4 Kauppa ja palvelut.....	29
2.5 Rakentaminen	32
2.6 Maatalous	33
2.7 Menneisyydestä tulevaisuuteen.....	33
3. Energiatohokkuuden tulevaisuuden polut.....	36
3.1 Teollisuus.....	36
3.2 Asumisen energiatohokkuuden kehitysskenaariot	38

3.2.1	Rakennukset	38
3.2.2	Asuinrakennusten energiansäästöpotentiaali	40
3.2.3	Lämmitysenergian käyttö ja tehostumispotentiaali	41
3.2.4	Kotitaloussähkön käyttö ja tehostuminen	41
3.3	Liikenteen energiatehostumisen potentiaali	43
3.3.1	Tieliikenteen energiatehokkuuteen vaikuttaa kokonaisuus	44
3.4	Muiden sektoreiden energiatehostumisen potentiaalit	45
3.4.1	Palvelusektori	45
3.4.2	Maatalous.....	46
3.4.3	Energiantuotantosektori	47
3.5	VTT-TIMES: Energiatehostumispotentiaali vuoteen 2050.....	48
3.6	Yhteenveto energiatehokkuuspotentiaalista.....	50
4.	Energiatehokkuuspotentiaalin ja -toimenpiteiden toteutumisen analysointi.....	53
4.1	Energiatehokkuuspotentiaaliarviointien luotettavuus	53
4.1.1	Energiaintensiivisen teollisuuden sähkömoottoreihin liittyvä säästöpotentiaali.....	53
4.1.2	Kotitalouksien mallintamiseen liittyvät epävarmuudet	54
4.1.3	Kustannustehokkuuslaskennan sudenkuoppa.....	56
4.2	Energiaparadoksi: miksei taloudellisesti kannattavia energiansäästöinvestointeja toteuteta?.....	56
5.	Yhteenveto, pohdinnat ja päätelmät	61
5.1	Toteutunut kehitys ja tulevaisuuden näkymät.....	61
5.2	Energiatehostumisen potentiaalit 2016 ja 2020	62
5.3	Rakennusten potentiaalit.....	63
5.4	Teollisuuden potentiaalit	63
5.5	Liikenteen potentiaalit	64
5.6	Miksei kaikkia kustannustehokkaita energiansäästöpotentiaaleja hyödynnetä	64
	Lähdeluettelo.....	65
	Liitteet	
	Liite A: Dekomponointimenetelmä eli Laspeyres-indeksien laskenta	
	Liite B: Kotitalouksien dekomponointi asukasmäärän pohjalta	
	Liite C: Teollisuuden vaihtoehtoiset tietolähteet ja dekomponoitavat	
	Liite D: Palvelusektorin vaihtoehtoiset dekomponoitavat	

1. Johdanto

Energiatehokkuuden kehittyminen suotuisasti on oleellinen tekijä matkalla kohti vähähiilistä ja resurssitehokasta Suomea, Eurooppaa ja maailmaa. Yleisesti arvelaan, että energian säästö on kustannustehokkain työkalu polullamme. Tässä julkaisussa tutkimme, miten energiatehokkuus on kehittynyt Suomessa 20–25 viime vuoden aikana, arvioimme selittäjiä tälle kehitykselle ja koetamme tässä valossa hahmottaa, miten energiatehokkuus tulee kehittymään tulevaisuudessa.

Menneiden vuosien tilastollinen analyysi tehdään dekomponenttimenetelmällä, jossa sektorikohtaisen energiakulutuksen kokonaisuus jaetaan kolmeen osaan: aktiivisuus-, rakenne- ja energiatehokkuusmuutokseen. Näillä kolmella tekijällä hahmotamme kokonaisuutoksen taustalta löytyviä syviä energiavirtauksia.

Energiatehokkuustoimenpiteiden onnistumista ja potentiaalin hyödyntämistä tutkitaan sekä kirjallisuuden avulla että hyödyntämällä asiantuntemusta eri sektoreista.

Energiasäästön potentiaalia arvioidaan pääsääntöisesti kirjallisuustutkimuksen avulla. Eri lähteiden potentiaaliarvioita tarkastellaan kriittisesti sekä muun tutkimuksen että menneisyyden valossa. Energiasäästöpotentiaalia tutkitaan myös VTT Times -mallilaskelmien valossa. VTT Times -mallin tietokanta sisältää kattavan kirjaston eri energiatehokkuustoimenpiteistä ja niiden kustannuksista ja se kattaa koko energijärjestelmän, eli energian tuotannon, siirron, jakelun ja käytön kaikkien energianloppukäyttösektorien osalta.

1.1 Aikaisempi tutkimus

1.1.1 Aikaisempi tutkimus VTT:llä

Energiatehokkuutta on selvitetty laajasti VTT:llä. Esimerkiksi vastaavia energiakulutuksen dekomponenttianalyyskejä on tehty VTT:n toimesta muun muassa vuosina 2002, 2007 ja 2010 (Kirjavainen & Tamminen 2002, Koreneff & Elväs 2007, Motiva 2010). Energiatehokkuuden olemusta on tutkittu muun muassa EPO-projektissa (Forsström et al. 2011), ja sektorikohtaisia energiankäyttöjä lukuisissa tutkimuksissa.

1.1.2 Aikaisempi tutkimus muualla

Dekomponointi suoritetaan Laspeyres-indeksimenetelmällä, jota käytettiin Schipperin ja Perälän (1995) selvityksessä ja joka on IEA:n suosima tapa. Muihin dekomponointimenetelmiin ei puututa.

Laspeyres-indeksien hyvyttä on tutkittu muun muassa Angin ja Liun (2007) toimesta. Indeksit saavat kiitosta ymmärrettävyydestään, mutta kritiikkiä siitä, että tuloksiin jää residuaali. IEA:n julkaisuissa yleensä oletetaan residuaalin aiheuttavan virheen olevan hyvin pieni.

Energiatehokkuutta ja sen potentiaalia tutkitaan Suomessa ja maailmalla mittavasti. Suomessa varsin painavan arvon on saanut Sirkka Vilkamon vetämän Energiatehokkuustoimikunnan mietintö energiansäästön ja energiatehokkuuden toimenpiteiksi (TEM 2009) samoin kuin kansallinen energiatehokkuuden toimenpidesuunnitelma (NEEAP-3, 2014).

1.1.3 Energiansäästösopimukset ja katselmustoiminta

Suomessa Motiva vastaa energiansäästösopimuksista ja katselmustoiminnasta. Sopimuksista ei raportoida yksityiskohtaisesti, mutta hyviä yhteenvetoja on saatavilla, ja niitä hyödynnetään tässä julkaisussa.

1.2 Julkaisun sisältö

Luvussa 2 tutkitaan dekomponointimenetelmää hyödyntäen, miten energiatehokkuus on kehittynyt viime vuosikymmeninä. Tämän analyysin historiaikkuna on täysin riippuvainen vertailukelpoisen tilastotiedon olemassaolosta ja käytettävyydestä. Tilastotieto ei ole eksaktia tiedettä, vaan se perustuu usein erilaisten mallien ja olettamusten hyödyntämiseen. Välillä niitä parannellaan tai määritellään uudelleen, tai aletaan ylipäättänsä kerätä tiettyä uutta tilastotietoa, jolloin käytettävissä oleva yhtenäinen aikasarja vaihtelee tutkittavan kohteen mukaan.

Luvussa 3 esitetään tulevaisuudelle arvioituja tehostumispotentiaaleja Suomessa eri lähteitä hyödyntäen. Lähitulevaisuutta koskien Motivan katselmustoiminnasta ja energiansäästösopimuksista saatava tieto on kieltämättä tärkein lähde yhdessä kansallisen toimintasuunnitelman kanssa. Luvussa analysoidaan myös VTT Times -mallin arvioimat lämmityksen ja liikenteen energiatehokkuuspotentiaalit ja -toteumat eri sektoreille tai teollisuudenhaaroille vuoteen 2050 asti.

Luvussa 4 perehdytään eri tutkimusten ja selvitysten avulla syvemmälle niihin syihin, jotka johtavat siihen, että joitakin energiatehokkuustoimenpiteitä ei suoriteta tai että jotkut potentiaalit jäävät hyödyntämättä. Luvussa tuodaan myös esille valituilta osin energiatehokkuuspotentiaalini arviointiin liittyviä ongelmia.

Lopussa kokoamme yhteenvedon ja kirjaamme loppupäätelmämme.

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

Suomen energian loppukäytön toteutunutta kehitystä analysoidaan sektoreittain dekomponointimenetelmällä. Dekomponointimenetelmällä jaetaan energiankulutuksen muutos kolmeen osaan: aktiivisuusmuutokseen, rakennemuutokseen ja energiaintensiteetin muutokseen. Aktiivisuusmuutos kertoo toiminnan tai tuotannon laajentumisesta tai kaventumisesta. Kotitaloussektorilla aktiivisuus voi esimerkiksi tarkoittaa väestön kokoa tai asuntojen lukumäärää. Rakennemuutos kuvaa sektorin sisällä tapahtuvaa muutosta, esimerkiksi teollisuuden rakennemuutosta, jossa esimerkiksi massa- ja paperiteollisuuden tai elektroniikkavalmistuksen painoarvo Suomessa muuttuu. Energiaintensiteetti kertoo, paljonko energiaa tarvitaan johonkin suoritteeseen. Kun energiaintensiteetti pienenee, parantuu energiatehokkuus. Energiaintensiteetin muutos on siis käänteinen energiatehokkuuden muutokselle, ja julkaisun kuvissa alaspäin osoittava energiaintensiteetin kehitys on tavoiteltu suunta. Dekomponointimenetelmä on kuvattu tarkemmin liitteessä A. Selvityksessä käytetty Laspeyres-indeksimenetelmä on myös IEA:n suosima.

Selvityksessä tarkastellaan loppukäytön sektoreita. Schipperin ja Perälän selvityksessä muun teollisuuden sektorin muodosti maataloussektori yhdessä rakentamisen ja kaivostoiminnan toimialojen kanssa. IEA ja Eurostat sisällyttävät rakentamisen teollisuuteen energiataseen jaottelun mukaisesti. Tässä selvityksessä maatalous ja rakentaminen on jätetty omiksi sektoreikseen, eikä niille tehdä erillisiä dekomponointeja vaan tarkastellaan ainoastaan energiakäytön ja -intensiteetin muutoksia. Energiateollisuutta ei tarkastella lainkaan tässä luvussa. Tässä tutkitavat sektorit ovat:

1. kotitalous, sekä kokonaisuutena että osatekijöittäin
2. liikenne, henkilö- ja tavaraliikenne erikseen
3. teollisuus, sekä kokonaisuutena sisältäen kaivostoiminnan että ainoastaan valmistavan teollisuuden osalta
4. palvelut
5. rakentaminen
6. maatalous.

Päätietolähteenä on ODYSSEE-tietokanta (Enerdata 2014), jota on valituin osin täydennetty sekä Tilastokeskuksen (2014), Eurostatin (2014) että IEA:n (2014) tilastoilla.

2.1 Kotitaloussektorin energiakäyttö 1995–2011

Kotitaloussektoria dekomponoidaan neljästä eri tarkastelukulmasta:

1. lämmitys, lämmin käyttövesi ja kotitaloussähkö
2. lämmitys ja lämmin käyttövesi
3. lämmitys
4. kotitaloussähkö (ilman lämmitykseen käytettyä sähköä).

Sähkölämmitys on osana lämmitystä, muttei kotitaloussähköä. Tarkastelut tehdään vuosille 1995–2011. Taulukossa 1 on tarkemmat kuvaukset käytetyistä indikaattoreista. Aktiviteettina on asuntojen lukumäärä Suomessa. Tarkastellaan, paljonko energiaa kuluu yhden asunnon asumis- ja kotitaloustarpeiden tyydyttämiseen. Kulutuksen osatekijöillä (lämmitys, lämmin käyttövesi, kotitaloussähkö) on eri rakenne- ja intensiteettitekijät. Esimerkiksi kokonaiskäytön tarkastelu tapahtuu siten, että **lämmityksen energiankulutuksen dekomponointi** (aktiviteetti, rakenne, intensiteetti) saa muodon $asunnot * m^2/asunto * lämmitysenergia/m^2$, **lämpimän käyttöveden energiankulutus** $asunnot * henkilö/asunto * lämpimän käyttöveden energiankulutus/henkilö$ ja **kotitaloussähkön energiankulutus** $asunnot * henkilö/asunto * kotitaloussähkön energiankulutus/henkilö$.

Residuaali on hyvin pieni eli ei käytännössä vaikuta tulokseen mitenkään.

2.1.1 Kokonaisenergian käytön kehitys

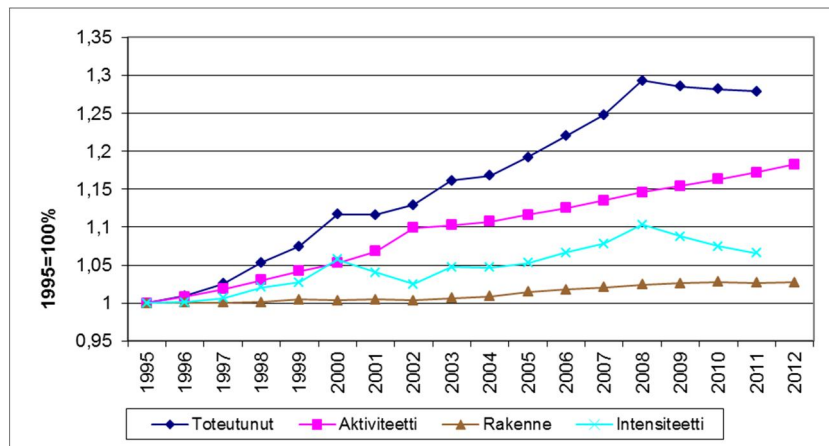
Kotitalouksien energian käyttö on kasvanut vakaata tahtia, 1,5 % vuodessa, mutta intensiteetti vain 0,4 % vuodessa, kun aktiviteettina käytetään Suomen asuntojen määrää (ks. kuva 1). Aktiviteetti eli asuntojen määrä kasvaa merkittävää vauhtia, mutta rakenne (esimerkiksi lämmitykselle $m^2/asunto$) selvästi maltillisemmin. Kotitalouksien energiankäytön tilastointia muutettiin vuodesta 2008 alkaen, mikä näkyy taitekohtana Tilastokeskuksen tilastoissa. Energiatehokkuus on parantunut vuodesta 2008 alkaen, tosin on vaikeata sanoa johtuuko se taloudellisesta taantumasta vai oikeasta tehostumisesta, muun muassa lämpöpumppujen ja energiansäästölamppujen käytön lisäyksen myötä. Energiasäästölamppujen vaikutus kotitalouksien kokonaisenergiakäyttöön on tosin Suomen kaltaisessa lämmitystä tarvitsevassa maassa vähäinen, mutta kotitaloussähkössä merkittävä.

Vuosina 2000, 2008 ja 2011 oli erityisen lämmintä, mikä näkyy ylikompensaattona varsinkin vuosien 2000 ja 2008 normaalilämpötilaan korjatuissa energiankäytöissä, ks. (Kuva 2). Vuonna 2010 oli puolestaan vuosikymmenien kylmin talvi. Vuoden 2010 korjattu arvo tuntuu olevan korkeampi kuin lämmitystarveluku ja todettu lämmitystarve antaisivat odottaa käytetyltä ylikompensaatiomenetelmältä, toisaalta lämpimän käyttöveden tarve ei lämmitysenergiamalleissa enää vuoden 2007 jälkeen riipu ulkolämpötilasta. Lämmityksen, lämpimän käyttöveden ja lämmitystarveluvun problematiikkaa on käsitelty tarkemmin raportissa (Koreneff & Elväs 2007).

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

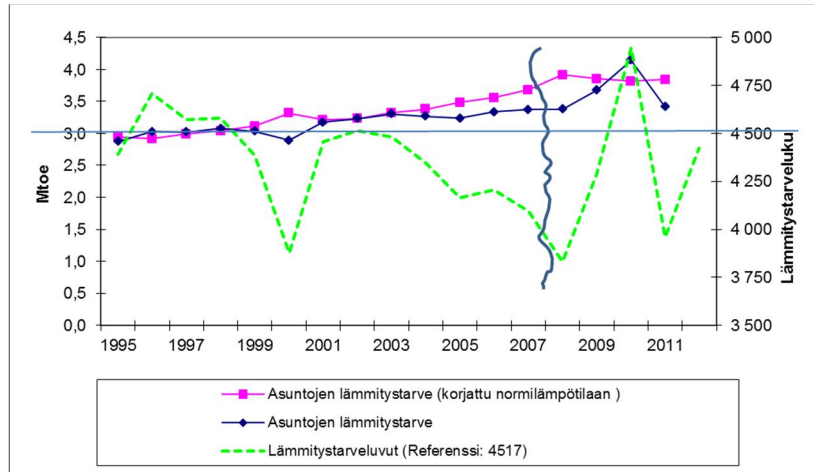
Taulukko 1. Kotitaloussektorin energiakulutuksen eri dekomponoinneissa käytetyt indikaattorit.

Tarkastelukokonaisuus/indikaattori	Määrittys/kuvaus/lisäselite
KOKONAISKÄYTTÖ	Lämmitys (normaalilämpötilaan korjattu), lämmin käyttövesi ja kotitaloussähkö
Aktiviteetti	Asunnot (lukumäärä)
Rakenne	m ² /asunto, henkilö/asunto, m ² /asunto
Intensiteetti	Lämmitys/m ² , lämmin vesi/henkilö, kotitaloussähkö/m ²
LÄMMITYS JA LÄMMIN KÄYTTÖVESI	Lämmitys on lämpötilakorjattu.
Aktiviteetti	Asunnot (lukumäärä)
Rakenne	m ² /asunto, henkilö/asunto
Intensiteetti	Lämmitys/m ² , lämmin vesi/henkilö
LÄMMITYS	Lämmitys on lämpötilakorjattu.
Aktiviteetti	Asunnot (lukumäärä)
Rakenne	m ² /asunto
Intensiteetti	Lämmitys/m ²
KOTITALOUSSÄHKÖ	
Aktiviteetti	Asunnot (lukumäärä)
Rakenne	m ² /asunto
Intensiteetti	Kotitaloussähkö/m ²



Kuva 1. Kotitalouksien energian kokonaiskäytön dekomponoinnin indeksisarjat (1995 = 100 %), kun aktiviteettina käytetään asuntojen lukumäärää. Energiaintensiteettinä on lämmitysenergia/m², lämpimään veteen käytetty energia/henkilö ja kotitaloussähkö/m². Kotitalouksien energiatarpeen laskennassa määritysmuutos 2007/2008. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

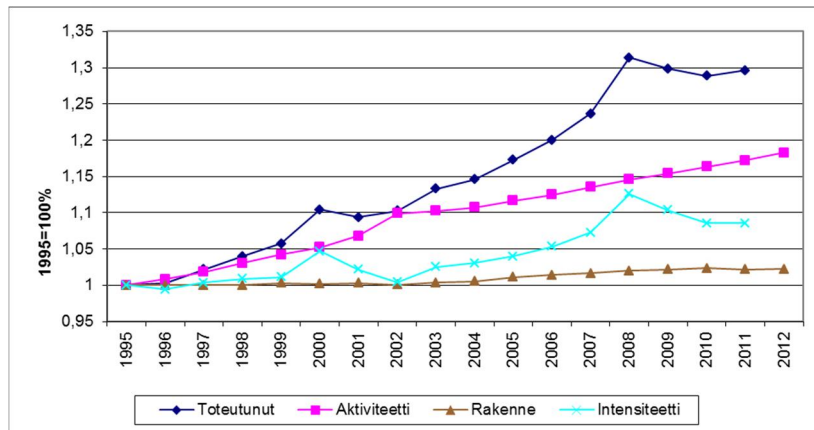
2. Arviot toteutuneesta kehityksestä



Kuva 2. Asuntojen lämmitystarve (todellinen ja normilämpötilaan korjattu) sekä lämmitystarveluku 1995–2011. Lämmitystarveluvun pitkän ajan referenssiarvo on 4517. Välillä 2007/2008 lämmityksen tilastoinnissa muutos. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

2.1.2 Lämmitykseen ja lämpimään käyttöveteen käytetty energia

Pohjoinen ilmasto on omiaan nostamaan lämmityksen tarvetta. Kun tarkastellaan lämpimän käyttöveden ja normaalilämpötilaan korjatun lämmityksen tarvetta, nähdään, että se vastaa kokonaisenergian tarpeen kehitystä melko hyvin, ks. kuva 3.



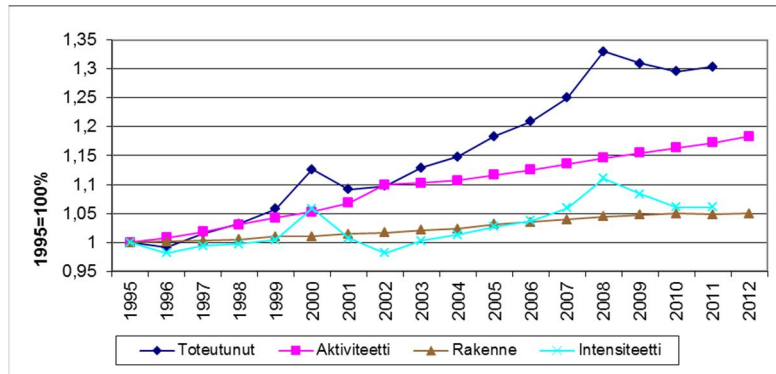
Kuva 3. Kotitalouksien lämmityksen (normaalilämpötilaan korjattu) ja lämpimän käyttöveden indeksisarjat (1995 = 100 %). Energiaintensiteettinä on lämmitysenergia/m² ja lämpimään veteen käytetty energia/henkilö. Huom! Tilastointitapamuutos 2007/2008. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

Kotitalouksien lämmitysenergian käyttö sisältäen lämpimän käyttöveden kasvaa vakaata tahtia, 1,6 % vuodessa, mutta intensiteetti vain 0,5 % vuodessa välillä 1995–2011, tosin on huomattava, että vuodesta 2008 energiankäyttö on tehostunut 4 %.

2.1.3 Asuntojen lämmitys

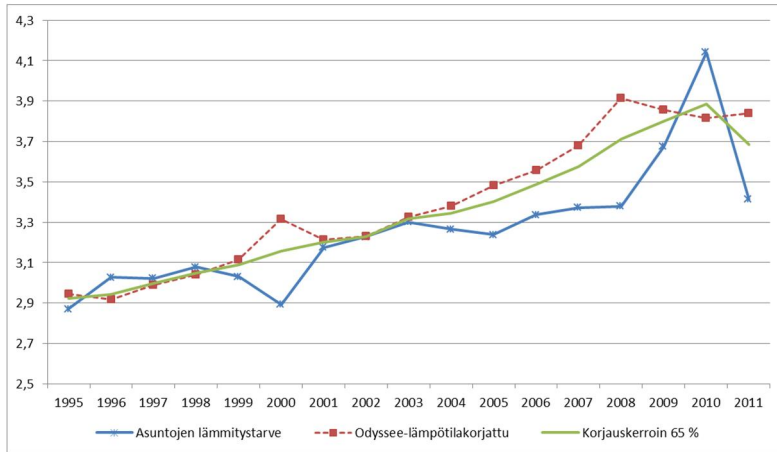
Tarkasteltaessa pelkästään lämmitystä, ks. kuva 4, nähdään entistä selvemmin, miten lämpötilakorjauksen ylikompensaatio siirtyi myös intensiteettiin. Kiinnostavaa kyllä, vuonna 2011 pitäisi olla samanlainen ylikompensaatio ja se tarkoittaisi sitä, että ylikompensaation arvo olisi selkeästi alhaisempi. Lämmityksen intensiteetti kasvaa 0,4 %:n vuosivauhtia.



Kuva 4. Kotitalouksien normaalilämpötilaan korjattu lämmityksen osatekijöiden indeksisarjat (1995 = 100 %). Energiaintensiteettinä on lämmitysenergia/m². Huom! Tilastointitapamuutos 2007/2008. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

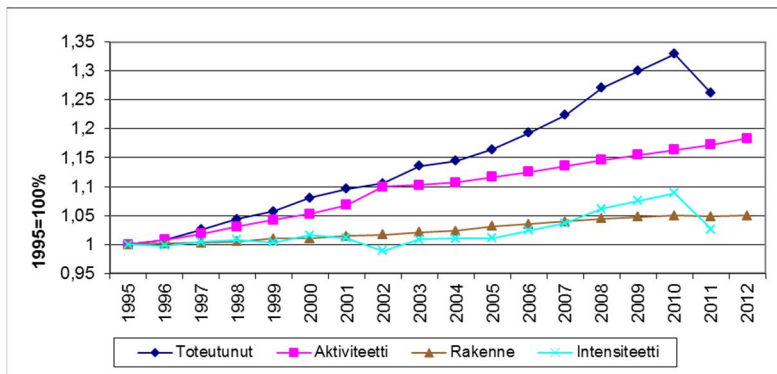
Kun lämmityksen lämpötilakorjausta muokataan, saadaan hiukan erilainen kuva eli kuva 5. Kun astepäiväluvun korjauskerrointa otetaan vain 65-prosenttisesti huomioon, saadaan paljon tasaisempi kehitys. Vuonna 2008 lämmityksessä näkyy selvä tasomuutos, mikä näyttäisi olevan yhteensopiva tilastointimääritysmuutoksen kanssa. Erittäin mielenkiintoinen piirre uudessa kuvaajassa on vuoden 2011 selkeä kulutuksen taitto. Taustalta voi löytyä tilastollinen tai luonnollinen selitys. Esimerkiksi lämpöpumppujen lisäys on merkittävä. Vuonna 2008 lämpöpumppujen osuus lämmitysenergiasta oli 3,4 % ja vuonna 2011 jo 6,0 % (Tilastokeskus 2014). Lämpöpumppujen rooli korostuu lämpiminä talvina, kuten vuonna 2011, joka voi myös johtaa kuvassa esitettyyn ”kuoppaan”. Liitteessä B on analysoitu vuosien 2008–2012 asumisen lämmitystarvetta (sisältäen lämpimän käyttöveden) Tilastokeskuksen tietojen pohjalta, ja niiden tulosten valossa vuonna 2011 on vain pieni notkahdus. Lämpimän käyttöveden mallinnusta on muutettu 2008 alkaen, ja käyttöveden tarve ei enää vaihtelee synkronissa lämmitystarveluvun kanssa, mikä voi myös olla osaselittäjä tässä havaittuun vuoden 2011 selkeään pudotukseen.

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä



Kuva 5. Kotitalouksien lämmityksen vaihtoehtoinen korjaus normaalilämpötilaan. Huom! Tilastointitapamuutos 2007/2008. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014); 65 %:n korjauskertoinkäyrä VTT:n laatima.

Jos käytetään vaihtoehtoisella tavalla normaalilämpötilaan korjattua lämmitystarvetta dekomponoinnissa, saadaan kuvan 6 mukainen kehitys. Intensiiteetti kasvaa vuosina 1995–2007 yhteensä vajaat 4 % ja laskee vuonna 2011 yli 5 %.



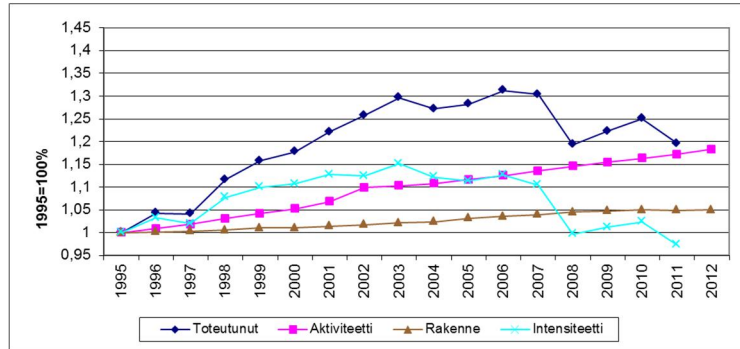
Kuva 6. Kotitalouksien 65 %:n voimakkuudella normaalilämpötilaan korjatun lämmityksen osatekijöiden indeksisarjat (1995 = 100 %). Huom! Tilastointitapamuutos 2007/2008. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

2.1.4 Kotitaloussähkön käytön kehittyminen

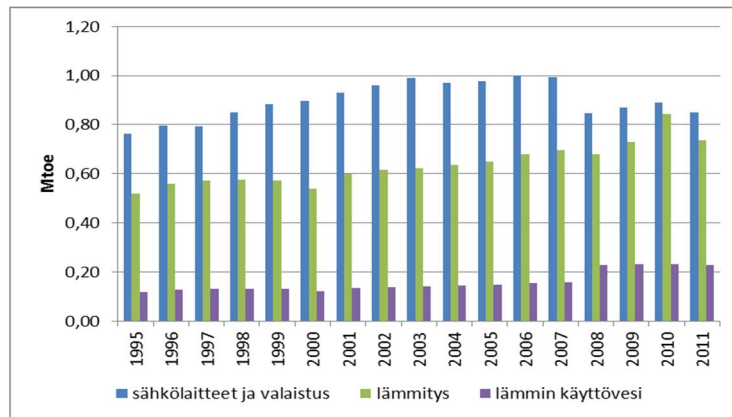
Sähkön käytöstä nähdään ehkä parhaiten tilastointimuutoksen 2007/2008 vaikutus (ks. kuva 7). Osa muutoksista, esimerkiksi lämpöpumppujen sähkö ja kiukaat, on saatu vyyrytettyä Odyssee-tietokannassa myös aiemmille vuosille, mutta ei kaik-

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

kie. Kotitaloussähkön kasvuvauhti on kohtalaisen korkea, 1,1 % vuodessa yli koko ajanjakson 1995–2011, mutta näyttää laantuneen vuoden 2003 jälkeen. Energia-
tehostumista on nähtävissä, 0,1 % vuodessa, mutta tilastointimuutoksella lienee
suurin osuus siihen, vaikkakin suunta on ollut hyvä jo vuodesta 2003 lähtien. Säh-
kön käyttö eri tarkoituksiin kotitalouksissa esitetään kuvassa 8.



Kuva 7. Kotitaloussähkön käytön muutoksen osatekijöiden indeksisarjat (1995 = 100 %).
Energiaintensiiviteettinä on lämmitysenergia/m². Huom! Tilastointitapamuutos
2007/2008. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).



Kuva 8. Sähkön käyttö kotitalouksissa laitteisiin ja valaistukseen, lämmitykseen ja
lämpimään käyttöveteen vuosina 1995–2011. Huom! Tilastointitapamuutos
2007/2008. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

2.2 Liikenne

Liikenteen kehityksen osalta tarkastellaan henkilö- ja tavaraliikennettä erikseen.
Dekomponentit esitellään taulukossa 2. Residuaali on hyvin pieni, noin 0,5 %, eli
se ei käytännössä vaikuta tulokseen.

2.2.1 Henkilöliikenne vuosina 1990–2011

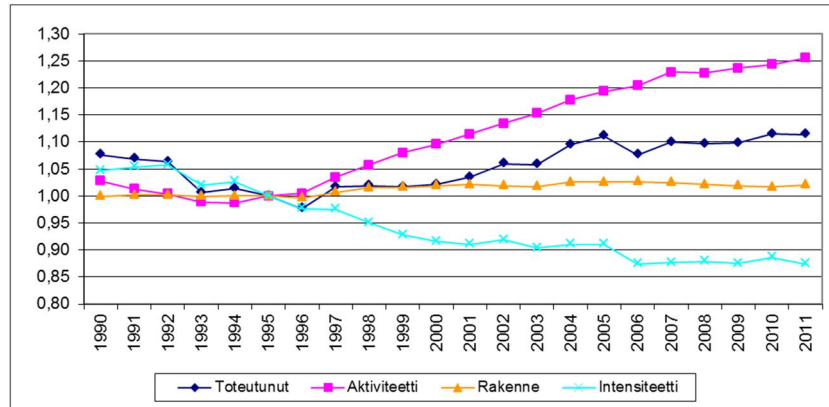
Matkustusmäärät ovat selvästi kasvaneet 1990-luvun laman jälkeen, keskimäärin 1,4 %:n vuosivauhtia vuosina 1995–2011, ks. kuva 9. Rakennemuutos on kehittynyt lievästi huonompaan suuntaan eli henkilöautoilun osuus on tasaisesti kasvanut. Lentoliikenteellä oli välillä imua, mutta kolme viime vuotta sen suhteellinen osuus on laskenut, mahdollisesti talouden taantumien takia. Kotimaisen matkustajaliikenteen energian käytön kasvu pysähtyi vuonna 2004. Energiaintensiteetti on säännönmukaisesti pienentynyt noin 0,8 % vuodessa vuoden 1995 jälkeen. Energiaintensiteetti-indikaattorien kehitykset liikennemuodoittain esitetään kuvassa 10. Henkilöautojen energiantensiteetti on tasaisesti pienentynyt 0,9 % per vuosi vuoden 1995 jälkeen. Linja-autoliikenteen intensiteetti on ollut suhteellisen tasainen, se on pienentynyt vain 0,3 vuodessa, kun taas junaliikenteessä on yletty 1,2 %:n vuosittaiseen tehostumiseen vuosina 1995–2011. Odyssee jakaa kotimaan lentoliikenteen polttoaineen kulutuksen (mukana rahti) kokonaisuudessaan matkustajakilometreillä, mikä hiukan hämärtää trendejä, minkä takia kotimaan lentojen matkustajaliikenteen energiamäärille on käytetty Lea Gyntherin (2014) koostamaa arviota. Gyntherin arvio pohjautuu mm. Ilmailulaitoksen ja Finavian tietoihin. Lentoliikenteessä tehostuminen on ollut merkittävää eli 1,3 % vuodessa, tosin tarkastelu ulottuu vain vuoteen 2010 asti.

Uusien henkilöautojen energiakäytön tehostuminen on ollut vauhdikasta vuoden 2007 jälkeen. Kuvassa 11 esitetään uusien autojen keskimääräiset polttoainekulutukset 1993–2012. Autokannan hitaan vaihtuvuuden takia kestää aikansa, ennen kuin muutokset nähdään täysmittaisina maantieliikenteen henkilökuljetusten energian kokonaiskulutuksessa.

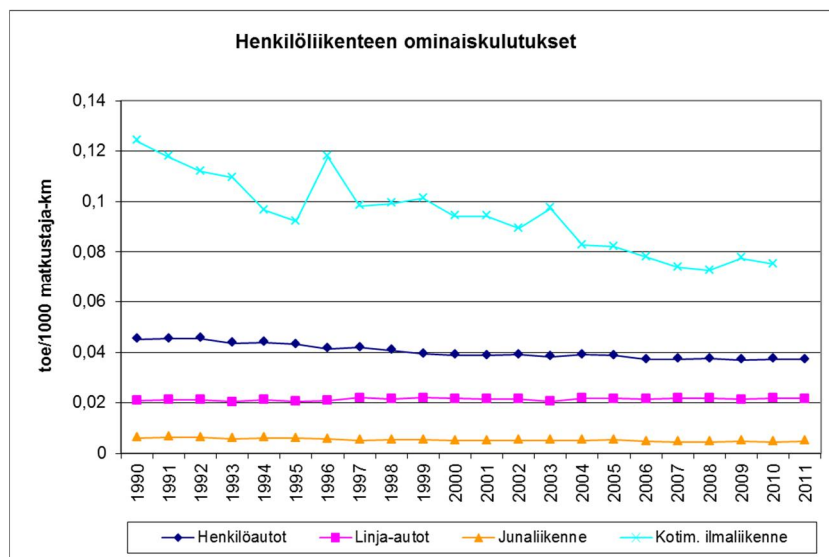
Taulukko 2. Liikennesektorin dekomponoinneissa käytetyt indikaattorit.

Tarkastelukokonaisuus/indikaattori	Määrittely/kuvaus/lisäselite
HENKILÖLIKENNE	Henkilöautojen, linja-autojen, junien ja kotimaan lentojen energiankulutukset
Aktiviteetti	Matkustaja-km
Rakenne	Matkustaja-km kulkumuodoittain/yhteensä
Intensiteetti	Energia/matkustaja-km kulkumuodoittain
TAVARALIKENNE	Maantieliikenteen, junien ja laivojen energiankulutukset
Aktiviteetti	Tonni-km
Rakenne	Tonni-km kulkumuodoittain/yhteensä
Intensiteetti	Energiankulutus/tonni-km kulkumuodoittain

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

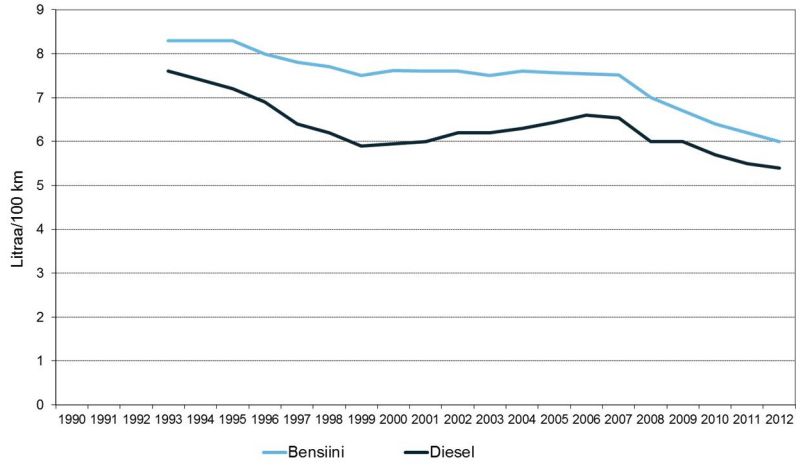


Kuva 9. Kotimaisen matkustajaliikenteen energiakäytön osatekijät (1995 = 100 %). Energiantensiiviteettiä on energiankulutus per matkustaja-km kulkumuodoittain. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).



Kuva 10. Henkilöliikenteen ominaiskulutukset (toe/1000 matkustaja-km) liikenne-
muodoittain vuosina 1990–2011. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014)
paitsi lentoliikenteen energiamäärien osalta (Gynther 2014).

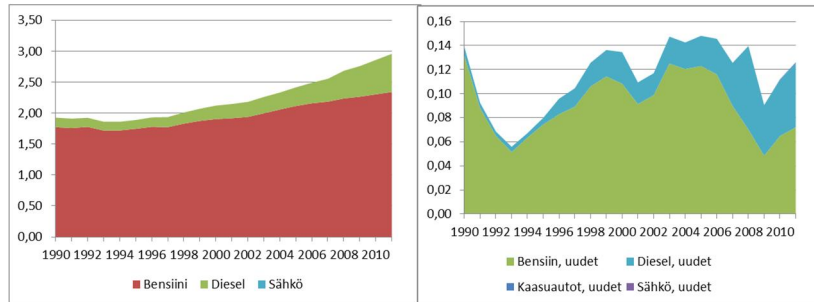
2. Arviot toteutuneesta kehityksestä



Lähde: Vuoteen 1999 asti AKE ja Tampereen yliopisto. Vuodesta 2000 AKE/Trafi

Kuva 11. Uusien henkilöautojen keskimääräinen polttoaineen keskikulutus, l/100 km, käyttötaivoittain. (Gynther 2014).

Henkilöautokanta kasvaa tasaista vauhtia (ks. kuva 12), mutta jos tarkastellaan uusien autojen lukumääriä, nähdään jo selvempää vaihtelua ja varsinkin talous- taantumien laaksot 1990-luvun alussa ja vuonna 2009 sekä notkahdus vuosina 2001–2002. Vuonna 2008 autoverotuksen uudistus¹ näkyi piikkinä sekä yleisesti että erikseen dieselautojen myynnissä, joiden osalta myyntihinnat laskivat edullisemman verokohtelun myötä.



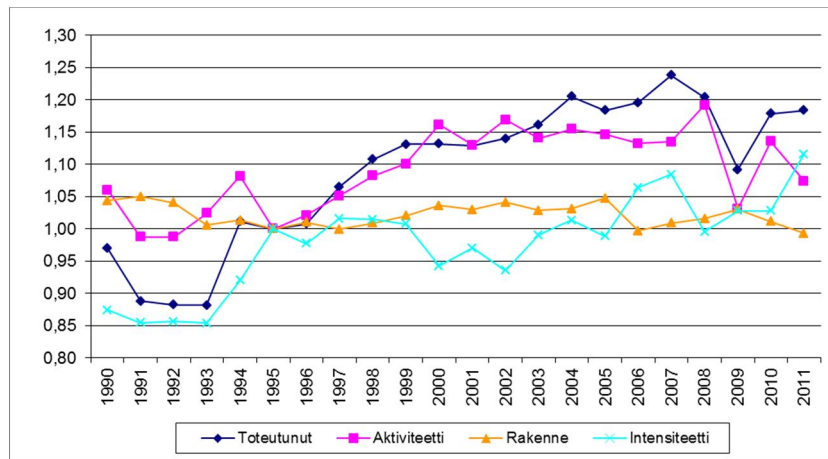
Kuva 12. Autokannan kehittyminen vuosina 1990–2011, vasemmalla, ja uusien autojen rekisteröinti, oikealla, miljoonissa autoissa. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

¹ Autovero määrätään auton yleisen kuluttajahinnan perusteella. Veroprosentin suuruus perustuu autoissa pääsäännön mukaan auton valmistajan ilmoittamiin hiilidioksidipäästöihin (g/km), jotka vastaavat auton yhdistetyn kaupunki- ja maantieajon polttoaineen ominaiskulutusta (l/100 km).

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

2.2.2 Tavaraliikenne vuosina 1990–2011

Tavaraliikenne kasvoi Suomessa 1990-luvun laman jälkeen varsin voimakkaasti vuoteen 2000 asti (ks. kuva 13), jonka jälkeen tuotantomäärät eli ns. tonnakilometrit ovat pysyneet samalla tasolla ja hiukan jopa laskeneet. Aktiiviteetti kasvoi vuosina 1995–2011 0,4 %/vuosi. Rakenteellisesti vesiliikenteen osuus melkein kaksinkertaistui tällä vuosituhanella samalla kun maantieliikenteen osuus aleni 5 %.



Kuva 13. Tavaraliikenteen dekomponointitulokset tarkasteluvälille 1990–2011 (1995 = 100 %). Energiaintensiteettinä on energiankulutus per tonni-km kulkumuodittain. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014), merikuljetusten osalta energiat² Eurostat (2014) ja liikennesuoritteet Liikennevirasto (2014).

Tavarakuljetusten intensiteetti kasvoi 0,7 %/vuosi vuosina 1995–2011. Heikennykset vuosina 2006–2007 ja vuonna 2011 johtuvat lähinnä siitä, että maantieliikenteen energiankulutus pysyi samalla tasolla tai kasvoi, mutta tonnakilometrit vähenivät, vuonna 2011 jopa vuoden 1997 tasolle. Liimatainen (2013) arvioi eri toimialojen taloudellisella kehityksellä olevan merkittävä vaikutus rahtiliikenteen energiatehokkuuteen. Kuljetettavan tavarun laadun (bulkki tms.) lisäksi energian käyttöön vaikuttaa muun muassa varastotoimintojen keskittäminen, ”kumipyörävarastot” ja JOT-toimintamallit.

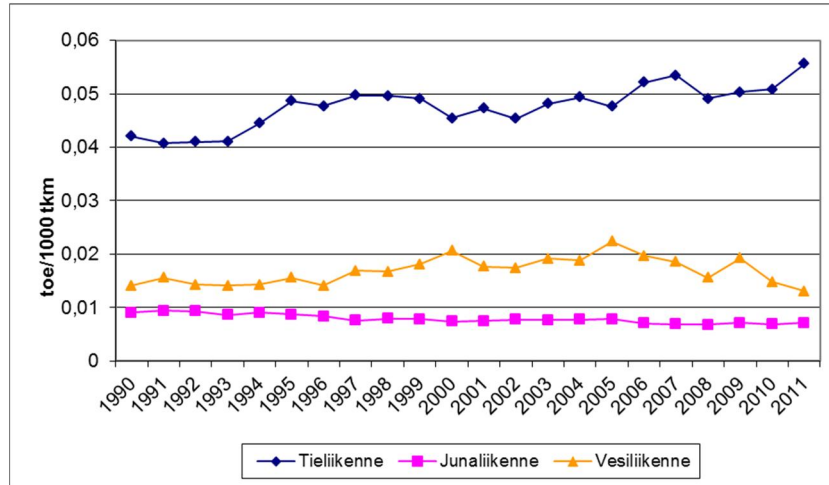
Tarkasteltaessa eri kuljetusmuotojen ominaiskulutuksia (toe/1000 tonni-km, ks. kuva 14), havaitaan, että tieliikenteen ominaiskulutus on 1990-luvun lamavuosien jälkeen pysynyt melko vakiona vuosia 2006–2007 ja 2011 lukuun ottamatta. Vesiliikenteen ominaiskulutuksen kasvuun vaikuttaa tonni-km-määrien vaihtelut. Vuon-

² Eurostatin domestic navigationiin kuluva energiasta on oletettu 30 % menevän tavarakuljetuksiin, mikä vastaa vanhempia Odyssee-oletuksia.

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

na 2010–2012 oli merkittävä lisäys (10–15 %) tonni- ja energiamäärissä Itämeren maakaasuputken rakentamisen takia.

Junaliikenteen energiankäyttö on tehostunut jatkuvasti. Junaliikenne onkin energiatehokkain kuljetusmuoto, sillä se kuluttaa ainoastaan noin puolet vesiliikenteen vaatimasta energiasta tonnikilometriä kohden.



Kuva 14. Tavaraliikenteen eri kuljetusmuotojen ominaiskulutukset toe/1000 tkm vuosina 1990–2011. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014), merikuljetusten osalta Liikennevirasto (2014).

2.3 Teollisuuden energiakäytön kehitys vuosina 2000–2011

Teollisuussektoria tarkastellaan sekä valmistavan teollisuuden (sektori C) osalta erikseen että kokonaisuutena (sektori B eli kaivostoiminta ja sektori C). Tietolähteenä käytetään Odyssee-tietokantaa (Enerdata 2014), tosin vastaavat dekomponoinnit on tehty myös IEA:n ja Eurostatin energiankäyttötiedoilla, ks. liite C. Koska dekomponoinnissa energiankulutuksen absoluuttinen taso ei ole määräävä vaan suhteellinen muutos, on Odyssee-tietokanta etulyöntiasemassa, koska siinä on historiatiedotkin saatu päivitettyä uuden toimialaluokituksen mukaisiksi. IEA:n ja Eurostatin tiedoissa on selkeä taitekohta vuonna 2006/2007. Eri tietokantojen eroja sekä primäärienergiälähestymistapaa on käsitelty liitteessä B.

Teollisuuden dekomponoinnissa toimialojen arvonlisät on haettu Odyssee-tietokannasta. Terästoimialasta ei löytynyt erikseen arvonlisiä, joten laskennassa teräs on yhdistetty muihin metalleihin, ja se muodostaa yhdessä metallien jalostuksen. Arvonlisät ovat vuoden 2005 viitehinnoissa (€ 2005). Valmistavan teollisuuden toimialat ovat:

- Kemia (Sub-sector chemicals incl. rubber and plastics)
- Metallien jalostus (Sub-sector primary metals)

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

- Muut ei-metalliset mineraalit (Sub-sector non metallic minerals)
- Kuljetusvälineet (Sub-sector transport equipment)
- Koneet ja laitteet (Sub-sector machinery)
- Elintarviketeollisuus (Sub-sector food)
- Paperi ja painaminen (Sub-sector paper and printing)
- Puutuotteet (Sub-sector wood industry)
- Vaatteiden ja nahan valmistus (Sub-sector textile and leather)
- Muu teollisuus (Sub-sector other industries).

2.3.1 Teollisuuden ja valmistavan teollisuuden dekomponointitulokset

Teollisuuteen kuuluu tässä selvityksessä valmistavan teollisuuden lisäksi siis kaivostoiminta. Teollisuuden ja valmistavan teollisuuden dekomponoinnin indikaattorit esitellään taulukossa (Taulukko 3). Dekomponoinnin residuaali on kummassakin tapauksessa noin 4 % vuonna 2011, mikä voi jo vaikuttaa tulosten tulkintaan.

Teollisuuden dekomponointitulokset esitetään kuvassa (Kuva 15). Energian kulutus on jaksolla 2000–2011 pienentynyt 14 %, mutta intensiteetti kasvanut 3 %. IEA:n energiakäyttötiedoilla vastaavat prosentit ovat -9 % ja +6 % ja Eurostatin tiedoilla -10 % ja +9 %. Valmistavan teollisuuden dekomponointikäyrät esitetään kuvassa (Kuva 16).

Taulukko 3. Teollisuussektorin sekä valmistavan teollisuuden energiankulutuksen dekomponoinneissa käytetyt indikaattorit.

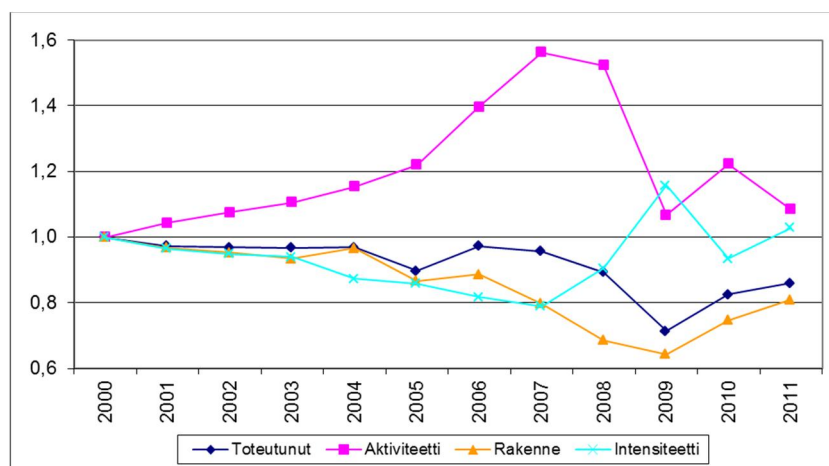
Tarkastelukokonaisuus/indikaattori	Määrittely/kuvaus/lisäselite
TEOLLISUUS	Valmistavan teollisuuden toimialojen (C) ja Kaivannaistoiminnan (B) energiankulutukset
Aktiviteetti	Teollisuuden arvonlisä
Rakenne	Toimialan arvonlisä/Teollisuuden arvonlisä
Intensiteetti	Energia/Arvonlisä toimialoittain
VALMISTAVA TEOLLISUUS	Valmistavan teollisuuden toimialojen (C) energiankulutukset
Aktiviteetti	Valmistavan teollisuuden arvonlisä
Rakenne	Toimialan arvonlisä/ Valmistavan teollisuuden arvonlisä
Intensiteetti	Energia/Arvonlisä toimialoittain

Aktiviteetin voimakas kasvu vuosina 2006 ja 2007 ei johdu pelkästään tuotantomäärien lisäyksistä, vaan varsinkin koneteollisuudessa (toimialaluokitusjärjestelmän TOL 2008: mukaiset toimialat 25–28,33) nähdään arvonlisän voimakasta nousua, melkein kaksinkertautumista vuosina 2004–2008, mikä samalla johtaa intensiteetin voimakkaaseen laskuun sekä toimialalla että teollisuudessa kokonaisuudessaan. Taloudellinen taantuma iski vuonna 2008 metsäteollisuuteen ja etenkin metallien jalostukseen, jossa jalostusarvosta hävisi yli 60 % yhdessä vuodessa

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

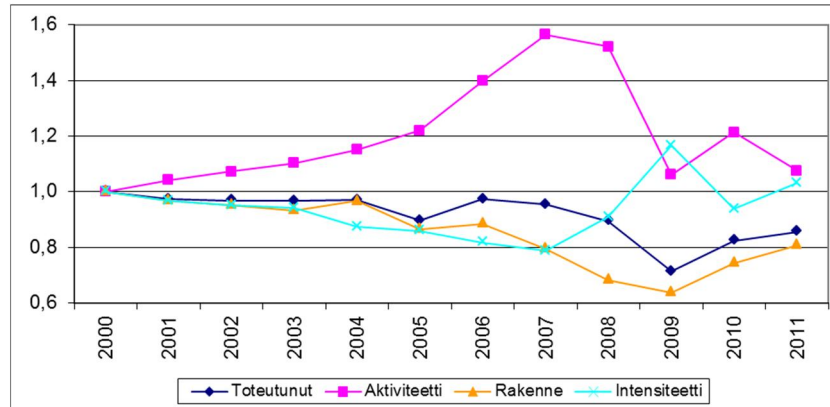
ja melkein 50 % sitä seuraavanakin vuonna. Metallien jalostus onkin syynä teollisuuden intensiteettikäyrän kääntymiseen nousuun jo aikavälillä 2007–2008. Vuonna 2009 metsäteollisuus ja koneiteollisuus vetivät intensiteetin nousua metallien jalostuksen tukemana. Koneiteollisuuden jalostusarvosta katosi 35 % ja metsäteollisuuden jalostusarvosta lähes 40 %.

Rakennedekomponentti kertoo koneiteollisuuden kasvavasta painoarvosta vuodesta 2004 (42 %) vuoteen 2008 (58 %) asti, samalla kun energiaa paljon käyttävän paperi- ja painamissektorin painoarvo tasaisesti heikkenee 17 %:sta 13 %:iin. Vuoden 2008 jälkeen suunnat ovat olleet käänteiset, jota on vielä vahvistanut Nokian kotimaisen valmistavan teollisuuden alasajo. Paperiteollisuuden työaiteiluista johtunut energiankäytön notkahdus vuonna 2005 näkyy rakenteessa. Dekomponointi näkee tapahtuman energiavaltaisen metsäteollisuuden suhteellisen osuuden pienenemisenä, mikä rakenteellisesti parantaa energiankäyttöä.



Kuva 15. Teollisuussektorin dekomponointitulokset tarkasteluvälillä 2000–2011. Teollisuuden energiankäyttö vuonna 2000 = 100 % (1). Energiaintensiteettinä on energian käyttö per arvonlisä toimialoittain, arvonlisä vuoden 2005 euroissa laskettuna. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

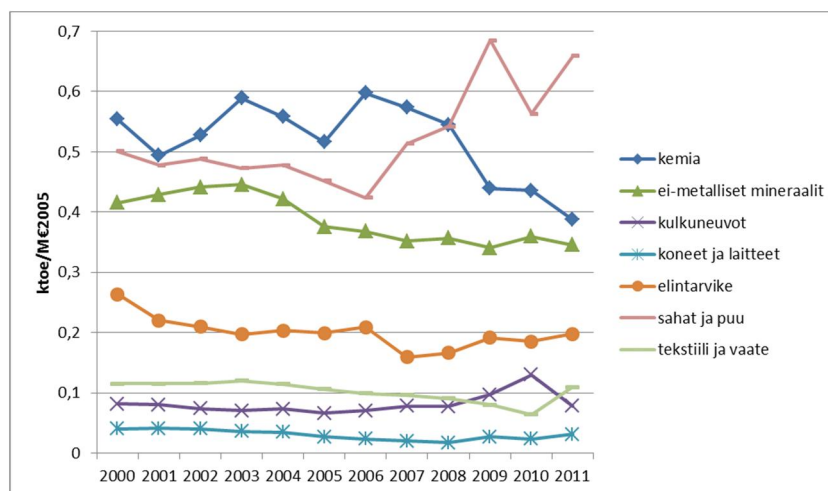


Kuva 16. Valmistavan teollisuuden dekomponointi tarkasteluväilille 2000–2011. Valmistavan teollisuuden energiankäyttö vuonna 2000 =100 % (1). Energiaintensiiteettinä on energian käyttö per arvonlisä toimialoitain, arvonlisä vuoden 2005 euroissa laskettuna. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

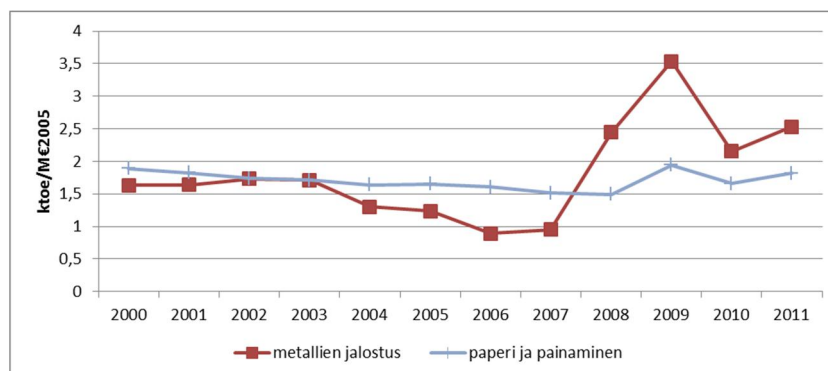
Tuloksista nähdään sekä taloudellisen hintakiihdytysjakson (vuosina 2004–2007) että hyvin syvän taloudellisen taantuman (vuonna 2009) vaikutus sekä aktiviteettiin että intensiteettiin. Näistä tuloksista näkee myös sen, ettei arvopohjainen intensiteettitarkastelu aina anna oikeata kuvaa teollisuuden energiatehokkuuden oikeasta kehitymisestä. Teollisuuden energiatehokkuus ei oikeasti ole heikentynyt 50 % vuodesta 2007 vuoteen 2009, vaikka tilastotietojen valossa näin voitaisiin esittääkin.

Valmistavan teollisuuden intensiteetti on ollut vuosina 2000–2011 hienoisessa kasvussa: 0,3 %/vuosi. Intensiteetti tosin pieneni 21 % vuosina 2000–2007 eli vuosittain 3,4 %. Toimialakohtaiset intensiteettimuutokset esitetään kuvissa 17 ja 18. Kuvista nähdään selvästi metallien jalostuksen suuri muutos vuosina 2007–2009 ja oikeastaan vielä vuonna 2010 samoin kuin koneiden ja laitteiden u-muotoinen käyrä. Vaikka koneiden ja laitteiden ominaisintensiteetti on alhaisin, se on kuitenkin tärkein koko teollisuuden kannalta.

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä



Kuva 17. Valmistavan teollisuuden alhaisemman energiantensiteetin toimialojen ominaisintensiteetit vuosina 2000–2011. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

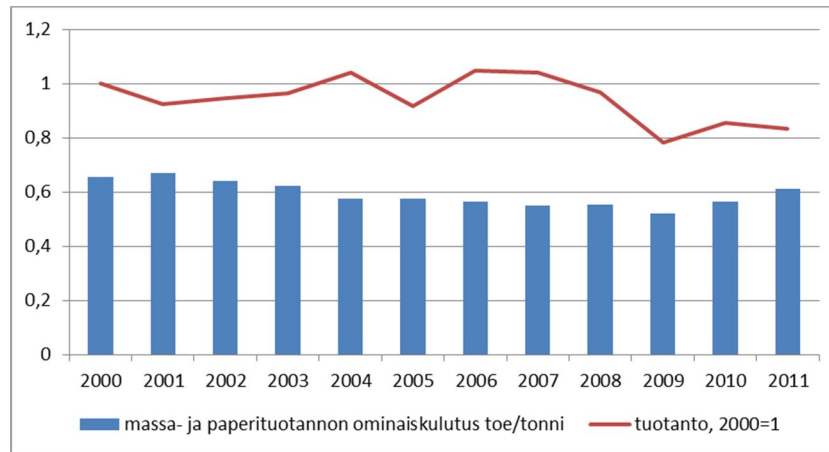


Kuva 18. Valmistavan teollisuuden energiantensitiivisten toimialojen ominaisintensiteetit vuosina 2000–2011. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

2.3.2 Paperin ja painamisen toimiala (TOL2008: 17&18)

Massan ja paperin sekä paperi- ja kartonkituotteiden ominaisenergiankulutus pieneni viime vuosikymmenellä suhteellisen vakaasti vuoteen 2009 asti, jonka jälkeen se kääntyi kasvuun, ks. kuva 19. Tässä on toki otettava huomioon, että energiankulutuksissa on tietolähteen luokituksesta mukana painamisen (TOL2008: 18) energiankulutus, mutta se voidaan hyvin unohtaa, koska sen merkitys on hyvin pieni.

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä



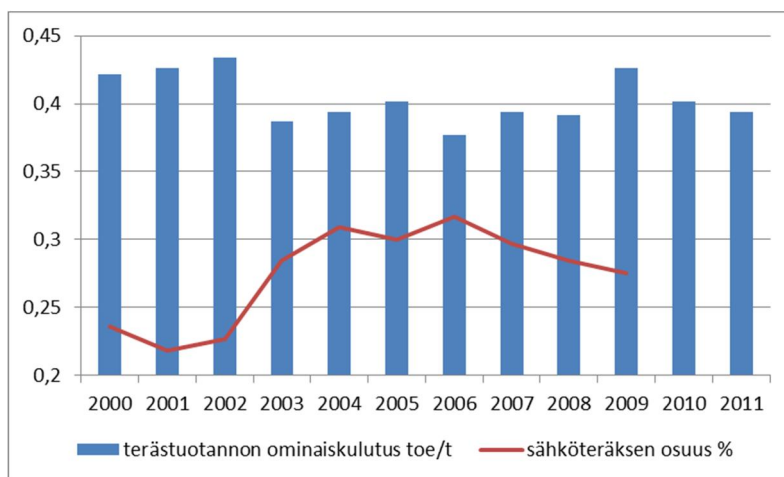
Kuva 19. Toimialaluokituksen TOL 2008 mukaisen toimialan 17, paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus, ominaiskulutus toe/tonni ja tuotannon indeksoitu muutos (2000 = 1). Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

Talouden taantumun huippu vuonna 2009 näkyy yllättävänä hetkellisenä energian tehostumisena. Vuonna 2008 oli ajettu alas sekä Summan ja Kajaanin paperitehtaat, jotka kumpikin tuottivat mekaaniseen massaan pohjautuvia laatuja, tosin sulfaattisellun osuus massan kokonaistuotannosta pysyy samana, noin 57,6 %:ssa.

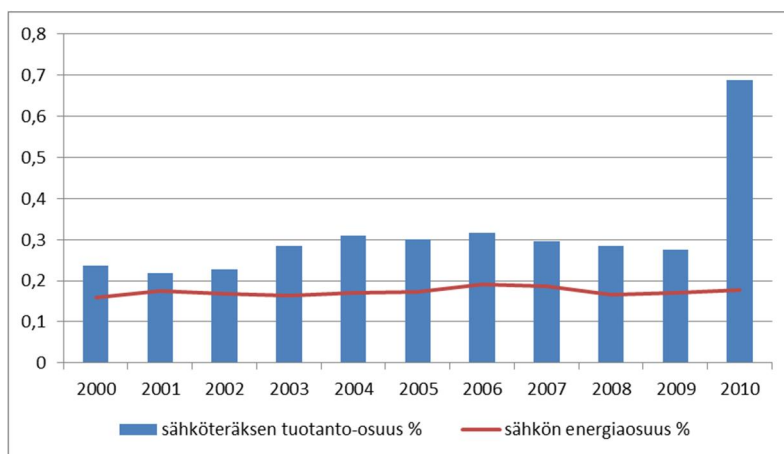
2.3.3 Terästuotannon ominaiskulutustarkastelu

Terästuotannon ominaisenergiankulutuksen, toe/tonni, kehitys vuosina 2000–2011 esitetään kuvassa 20. Ominaiskulutuksessa nähdään pientä värinää, mutta ei juuri kymmentä prosenttia suurempia muutoksia vuodesta toiseen. Kuvassa nähdään, että kun sähköllä tuotetun teräksen osuus kasvaa, myös ominaiskulutus pienenee. Kuvassa sitä ei näytetä, mutta vuonna 2010 tapahtui melkoinen hyppäys, ja melkein 70 % teräksestä tuotettiin sähköllä. Jos kuitenkin tarkastellaan sähkön osuutta terästeollisuuden kokonaisenergiantarpeesta (kuva 21) huomataan, että se ei ole reagoanut vuoden 2010 tuotantomuutokseen lainkaan.

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä



Kuva 20. Terästuotannon ominaiskulutuksen kehitys vuosina 2000–2011 ja vastaavasti sähköllä valmistetun teräksen osuus (%) kokonaistuotannosta. Huom. kuvan y-akselin skaala ei ala nolasta. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).



Kuva 21. Terästuotannon sähköllä valmistetun teräksen osuus (%) kokonaistuotannonneista ja vastaavasti sähköenergian osuus (%) kokonaisenergiasta vuosina 2000–2011. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014)

2.4 Kauppa ja palvelut

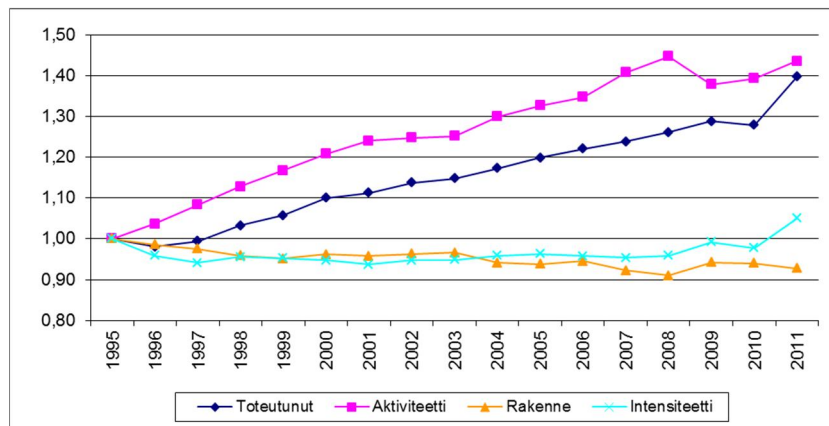
Palveluista on vaikeata saada toimialakohtaisia energiatietoja, joten palveluita tarkastellaan sektorina. Dekomponointi-indikaattorit esitellään taulukossa 4. Tuloksissa ei ole residuaalia.

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

Taulukko 4. Palvelusektorin dekomponoinneissa käytetyt indikaattorit.

Tarkastelukokonaisuus/indikaattori	Määrittely/kuvaus/lisäselite
PALVELUT (henkilöstö)	
Aktiviteetti	Arvonlisä
Rakenne	Henkilöstö/arvonlisä
Intensiteetti	Energia/henkilöstö
PALVELUT (pinta-ala)	
Aktiviteetti	Arvonlisä
Rakenne	m ² /arvonlisä
Intensiteetti	Energia/m ²

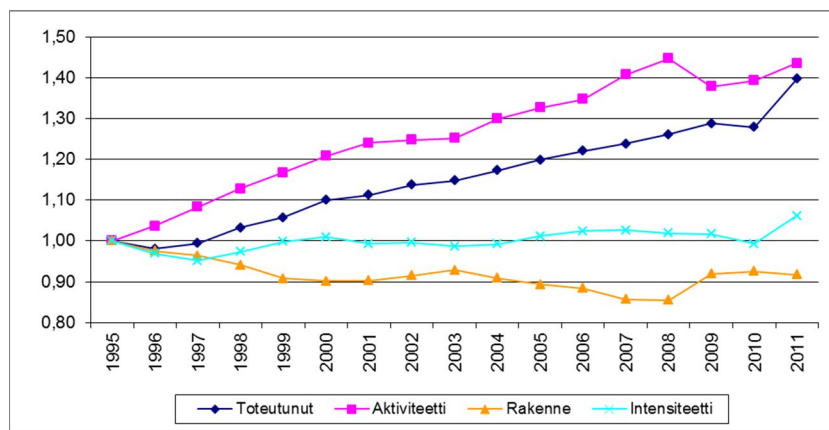
Palvelusektorin aktiviteetti on kasvanut voimakkaasti vuodesta 1995, ks. kuva 22, mutta se on kuitenkin vuoden 2008 jälkeen aikaisempaa alemmalla tasolla. Energiankäyttö pohjautuu vahvasti lämmitykseen, minkä johdosta lämpötilakorjaamattomassa kulutuksessa oli kulutuskuoppa vuosina 2000 ja 2008 ja 2010 oli vastaavasti kulutushuippu, ks. liitteen kuva (Kuva D.1, liite D). Normilämpötilaan korjattu toteutunut kulutus on ollut tasaisessa kasvussa, keskimäärin 1,8 % per vuosi, lukuun ottamatta paria viimeistä vuotta. Rakenteesta nähdään, että henkilöstön tuottavuus on jatkuvassa kasvussa. Intensiteetti on melko hyvin ollut laskusuunnassa, mutta taloudellinen taantuma vuosina 2009–2011 (tai kiinteistösähkön tilastointimuutos 2007–2008) nosti intensiteetin takaisin vuoden 1995 tasolle ja vuoden 2011 intensiteetin selvästi sen yli.



Kuva 22. Palvelusektorin dekomponointi tarkasteluvälille 1995–2011. (1995 = 100 %). Intensiteettinä toe/työntekijä. Toteutunut kulutus on korjattu normilämpötilaan. Kiinteistösähkön tilastointimuutos 2007–2008 voi vaikuttaa tuloksiin. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

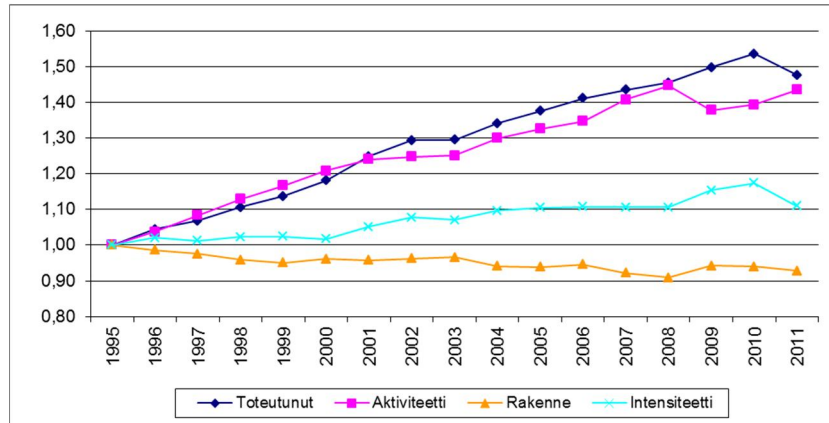
Kuvassa 23 esitetään dekomponointitulokset tarkasteluvälille 1995–2011 pinta-alan mukaan. Nähdään, että intensiteetti on ollut tasaisempi kuin edellisessä työntekijämäärään pohjautuneessa tarkastelussa, mutta samanlainen hyppyri vuonna 2011 kuin edellisessä kuvassa esiintyy tässäkin kuvassa. Rakenne eli $m^2/€$ on tarkastelun alkuvuosina pienentynyt eli sama arvonlisä saadaan aikaan pienemmässä toimistotilassa. Taantumassa muutos on toiseen suuntaan eli samassa tilassa on saatu aikaan pienempi arvonlisä. Hetkelliseen arvonlisämuutokseen ei ole reagoitu luopumalla toimistotiloista, mutta heikon talouskasvun jatkuessa sitäkin nähtäisiin nykyistä enemmän.



Kuva 23. Palvelusektorin dekomponointi tarkasteluvälille 1995–2011. (1995 = 100 %). Intensiteettinä toe/m^2 . Toteutunut kulutus on korjattu normilämpötilaan. Kiinteistö-sähkön tilastointimuutos 2007–2008 voi vaikuttaa tuloksiin. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

Sähkön käyttö kasvaa palvelusektorilla voimakkaasti: 2,6 % vuodessa. Kun tarkastellaan sähkön käyttöä ilman sähkölämmityksen osuutta, kuva 24, nähdään, että mittarit osoittavat pääasiassa koilliseen. Kulutus on kasvanut 2,5 % vuodessa, pääasiassa samaa tahtia arvonlisän kanssa lamavuosia lukuun ottamatta. Intensiteetti on kasvanut myös voimakkaasti, 0,7 % vuodessa, mutta enemmän askelittain kuin tasaisesti. Vuoden 2009 ja 2010 energiaintensiteetikumpu selittyy sillä, että taantumalle tyypillisesti jalostusarvo väheni voimakkaammin kuin henkilöstön määrä.

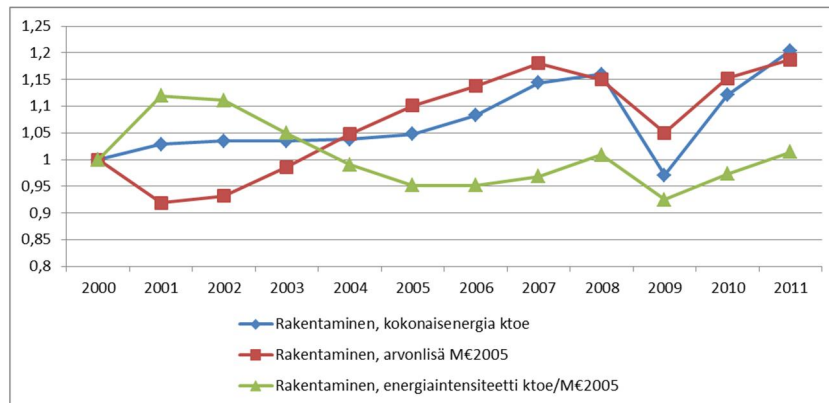
2. Arviot toteutuneesta kehityksestä



Kuva 24. Palvelusektorin sähkön käytön dekomponointi tarkasteluvälillä 1995–2011. (1995 = 100 %). Intensiiviteettiä toe/työntekijä. Sähkön käytössä ei ole mukana lämmitykseen käytetty sähkö. Kiinteistösähkön tilastointimuutos 2007–2008 voi vaikuttaa tuloksiin. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

2.5 Rakentaminen

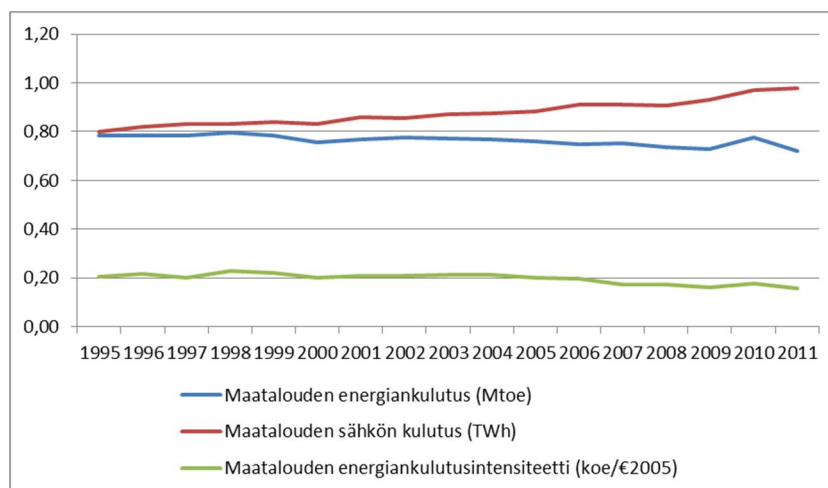
Rakentamissektorilla energiantensiteetti vaihtelee varsin voimakkaasti (kuva 25) pääasiassa arvonlisän heiluttamana. Energiankäyttö osoittaa selviä kasvamisen merkkejä jätettäessä taantuma 2009–2010 huomioimatta. Energian käyttö lisääntyy 20 % välillä 2000–2011.



Kuva 25. Rakentamissektorin energiankäyttö, arvonlisä ja intensiteetti vuoteen 2000 indeksoituna. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

2.6 Maatalous

Maatalouden energian kulutus on vähentynyt vuodesta 1995, yhteensä lähes 10 %, mutta sähkön kulutus selvästi noussut, yli 20 % (ks. kuva 26). Energiankulutuksessa nähdään vuoden 2010 kylmyys selvänä piikkinä.



Kuva 26. Maatalouden energiankulutus (Mtoe) ja erikseen sähkön käyttö (TWh) sekä energian kulutuksen intensiteetti (koe/€2005) vuosina 1995–2011. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

Maatalouden energiaintensiteetti on alentunut vuodesta 2006 alkaen johtuen arvonlisän selvästä kasvusta.

2.7 Menneisyydestä tulevaisuuteen

Kotitaloudet

Kotitalouksien kokonaisenergian kulutus on ollut tasaisessa kasvussa vuoteen 2008 asti, jonka jälkeen kulutus on kääntynyt laskuun. Tähän vaikuttaa ennen kaikkea tilastointitavan muutos, eikä siitä voi vetää liian pitkälle ulottuvia johtopäätöksiä tulevaisuutta ajatellen. Kun tarkastellaan esimerkiksi lämmitystä erikseen ja toisenlaisella normilämmitystarvemuunnoksella (Kuva 6) nähdään, että taite onkin ollut vasta vuoden 2010 jälkeen, tosin vuosi 2012 on taas kasvun vuosi, ainakin Tilastokeskuksen (2014) tilastotietoihin pohjautuen.

Rakennemuutos lisää voimakkaasti energian käyttöä, noin prosentin vuodessa, ks. liite B. Nyt asutaan paljon väljemmin. Myös asuntojen keskimääräinen asukasmäärä on selvästi laskenut vuoden 1990 tasosta 2,5 tasolle 2,1 vuonna 2012, mihin on vaikuttanut yhden hengen talouksien voimakas lisääntyminen. Asuntojen

2. Arviot toteutuneesta kehityksestä

lukumäärä kasvaa prosentin vuodessa, kun Suomen asukasluku kasvaa vastaavasti vain kolmasosan siitä. Asuntojen koko (m²/asunto) itsessään kasvaa noin 0,3 % vuodessa.

Rakennusten lämmitys ei ole tehostunut lukuun ottamatta tarkastelujakson viimeisiä vuosia. Lämmityksen intensiteetti on kasvanut 0,4 prosentin vuosivauhtia, mutta kasvuun vaikuttanee muun muassa käytetty lämmitystarvelukukorjaus ja tilastointitapa ja tilastointitavasta riippuen mahdollisesti vapaa-asuntojen lisääntynyt talvilämmitys. Kotitaloussähkön käytön ja intensiteetin kasvu näyttää pysähtyneen 2000-luvun puolivälissä, mutta tilastointitapamuutoksesta 2007–2008 johtuen on vaikeata arvioida, mennäänkö tästä ylös- vai alaspäin tulevaisuudessa.

Liikenne

Henkilöliikenteen energiakäytössä nähdään selvä kasvutrendi ennen kaikkea suoritteiden, eli matkustajakilometriä, imussa. Rakenne on pysynyt erittäin vakaana koko 2000-luvun. Energian käyttö tehostuu prosentin vuodessa tasaiseen tahtiin.

Tavaraliikenteessä tilanne on eri. Taantuman myötä energiatarve kääntyi laskuun, mutta ei voida olettaa hetkellisen laskun kuvaavan tulevaisuuden yleistä trendiä. Energiankäytön tehostumisen osalta trendi näyttää olevan huonompaan suuntaan eli heikkenemiseen, tosin tarkempia arvioita on vaikeata antaa intensiteetin suuren vuosittaisen vaihtelun takia. Katsottaessa yksittäisiä kuljetusmuotoja nähdään esimerkiksi, että

- tieliikenteen ominaiskulutus vuonna 2008 oli melko lähellä vuoden 1995 tasoa, mutta sen jälkeen kulutus on taantuman myötä hieman kasvanut (esimerkiksi vähemmän raskaan teollisuuden kuljetuksia: paperiteollisuuden tuotanto on noin 20 % alhaisemmalla tasolla kuin vuonna 2007)
- vesiliikenteen ominaiskulutus on ollut hienoisessa kasvussa, mutta kaasukupukuljetukset ovat alentaneet sitä viime vuosina
- junaliikenteen ominaiskulutus paranee vuosi vuodelta.

Teollisuus

Teollisuudessa näkyy selvä arvonlisään suhteutettu energiankäytön tehostumistrendi vuoteen 2007 asti, jonka jälkeen tilanne on taantuman myötä heikentynyt. Samanlainen kehityskaari näkyy myös useimmilla toimialoilla, merkittävänä poikkeuksena kemian teollisuus. Arvonlisä ei kuitenkaan ole paras väline energiatehokkuuden seurantaan, vaan tuotantomäärät. Massa- ja paperituotannon ominaiskulutus koe/tonni aleni selvästi vuoteen 2008–2009 asti, jonka jälkeen nähdään pari ominaiskulutuksen kasvuvuotta samalla kun tuotantotasot on selvästi alhaisempi. Terästuotannosta on vaikeata arvioida kehitystä. Ominaiskulutus toe/t on perinteisesti aina kasvanut kolmen vuoden ajan ja sitten ottanut askelmuutoksen alas. Vuosina 2009–2011 toiminta on täysin päinvastainen. Ominaiskulutus vuonna 2011 on hieman korkeampi kuin vuonna 2003 mutta lähemmäs kymmenen

prosenttia pienempi kuin vuonna 2000. Sähköllä valmistetun teräksen osuuden vaihtelu ei selitä näitä muutoksia.

Palvelut ja muut sektori

Palveluissa energiankäyttö on kasvanut tasaisesti eikä ole mitään merkkiä siitä, etteikö kasvu jatkuisi myös tulevaisuudessa. Energiaintensiteetti (toe/työntekijä) on ollut melko vakaa vuosien 1996 ja 2008 välillä. Taantumien (tai kiinteistösähkön tilastointitapamuutoksen) myötä se on hieman kasvanut. Palvelusektorilla arvonlisä selittää melko hyvin energiankulutusta. Sähkön kulutus on kasvanut 2,6 %:n vuosivauhtia ja ainoastaan vuosina 2010–2011 tapahtunut käänne voi olla merkki siitä, että muutos voisi olla tulossa.

Rakentamisen energiankäyttö on kasvusuunnassa, vaikka intensiteetti ei ole. Maatalouden sähkön kulutus kasvaa tasaisesti, mutta toisaalta kokonaisenergian kulutus on laskussa.

3. Energiatehokkuuden tulevaisuuden polut

3.1 Teollisuus

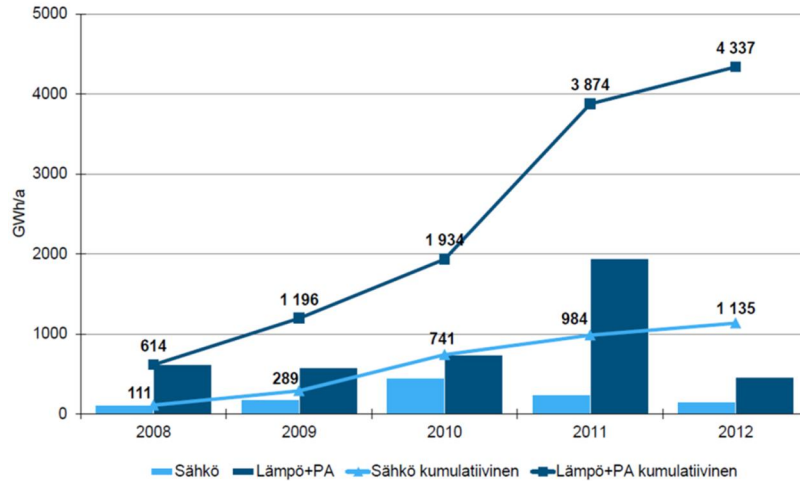
Teollisuus kattaa noin puolet Suomen loppuenergian kulutuksesta (157 TWh vuonna 2007). Teollisuuden energiankäytön tehostumisponnistelut kanavoituvat erityisesti katselmustoimintaan ja energiansäästösopimuksiin. Palveluala käyttää noin 30–32 TWh energiaa, tästä yksityisen palvelualan osuus on arvioitu kahdeksi kolmasosaksi. Teollisuuden ja palvelualan yhteenlasketuksi säästöpotentiaaliksi on arvioitu 2,7 TWh sähköä ja 10,7 TWh lämpöä ja polttoaineita vuoteen 2020 mennessä. Säästöpotentiaali vastaisi noin 7 % alojen kokonaisenergiankulutuksesta vuonna 2007 (TEM 2009).

EU:n energiatehokkuusdirektiiviin pohjaava Suomen kansallisen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma NEEAP-3 on päivitetty keväällä 2014. Sen mukaan teollisuuden energiansäästöpotentiaali vuoteen 2020 mennessä on 13,3 TWh. Potentiaali pitää sisällään sekä sähkön että lämmön kulutuksen (NEEAP-3, 2014).

Energiatehokkuussopimuksissa teollisuus on jaettu energiavaltaiseen teollisuuteen sekä pieneen ja keskisuureen (pk)-teollisuuteen. Nyt voimassa oleva sopimuskausi kattaa vuodet 2008–2016. Energiavaltaiselle teollisuudelle sopimuksissa ei ole asetettu yhteistä energiansäästötavoitetta, vaan kukin yritys asettaa oman säästötavoitteen sopimukseen liittyttäessä. Viiden ensimmäisen sopimusvuoden aikana energiavaltainen teollisuus on yltänyt 4,7 %:n tehostumiseen kokonaisenergian kulutuksessa (Motiva, 2013a), ks. kuva 27.

Pihala et al. (2008) arvioivat, että energiantensiivisessä teollisuudessa jälki-asennettavilla taajuusmuuttujilla ja korkeahyötysuhdesähkömoottoreilla saavutettavissa oleva sähkön teknistaloudellinen säästöpotentiaali on noin 0,8 TWh (2,2 %) vuonna 2007. Sähkömoottorit muodostavat 82 % teollisuuden sähkön kulutuksesta ja energiantensiivinen teollisuus puolestaan kattaa noin 80 % koko teollisuuden sähkön kulutuksesta, joten sähkömoottorien kulutus on todella merkittävässä asemassa teollisuuden sähkön energiatehostumista ajatellen. Pihala et al. tosin toteavat, että tätä suurempaa sähkön säästöä on heidän arvionsa mukaan saatavilla optimoimalla pumppujen mitoitusta pumppu- ja juoksupyörämuutoksilla, muun muassa massa- ja paperiteollisuudessa noin 1 TWh. Energiaintensiivisen teollisuuden energiatehokkuustoimet vuosina 2008–2012 ovat Pihalan et al. (2008) arvioihin nähden sähkön osalta varsin kattavat.

3. Energiatohokkuuden tulevaisuuden polut



Kuva 27. Energiaintensiivisen teollisuuden energiatohokkuustoimet vuosina 2008–2012. Lähde: Motiva 2013a.

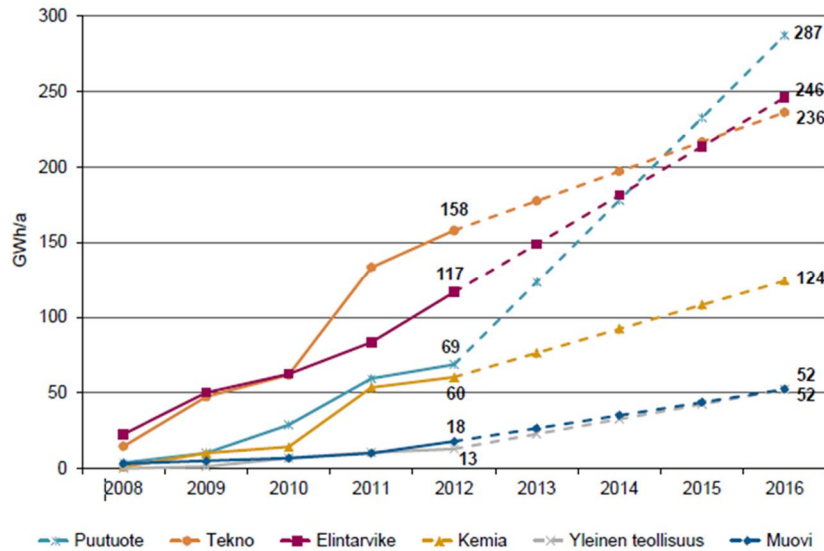
Pk-teollisuudelle on energiansäästösopimuksessa asetettu tavoitteeksi tehostaa kokonaisenergian kulutusta 9 % verrattuna vuoden 2005 tasoon. Erilliset sopimukset on tehty elintarviketeollisuudelle, kemianteollisuudelle, muoviteollisuudelle, teknologiateollisuudelle ja puutuoteteollisuudelle. Viiden ensimmäisen sopimusvuoden aikana tavoitteesta on sopimusyrityksissä toteutettu 44 %. Tavoitteen toteutuminen vaihtelee teollisuuden aloittain välillä 24–67 % (Motiva 2013b), ks. kuva 28. Puutuotetoimialalla, tosin suurimman energiansäästötavoitteen omaavana, on ainoana ongelmia päästä tavoiteuralleen.

IEA NETP (2013) arvioi energiantehostumispotentiaaleja eri toimialoille pohjoismaisella tasolla. Tehostumispotentiaalit arvioidaan suhteessa parhaimpaan saatavilla olevaan teknologiaan (Best Available Technology eli BAT). Sementinvalmistuksessa säästöpotentiaali on 27 %, raudan ja teräksen valmistuksessa 15 %, kemianteollisuudessa 23 % ja massa- ja paperiteollisuudessa 11 %. Massa- ja paperiteollisuuden potentiaaliin vaikuttaa kierrätyspaperin käytön lisäys, mihin tietenkin vaikuttaa sen saatavuus. IEA:n BAT-tieto perustuu pääosin IEA:n omiin analyyseihin, joita yritykset ja toimialat ovat osaltaan kommentoineet. Onkin selvää, että yllä olevat tehostumispotentiaalit ovat suuntaa antavat. Lisäksi eri Pohjoismaissa tehostumispotentiaalit saattavat vaihdella merkittävästikin.

Esimerkiksi eurooppalaisten paperinvalmistajien liitto (Confederation of European Paper Industries, CEPI) on tutkinut menetelmiä massa- ja paperiteollisuuden päästöjen vähentämiseen ja energiantehostumiseen vuoteen 2050 mennessä. Merkittävimmät kulutusmuutokset tulevat uusista läpimurtotekniikoista ja teknologiamuutoksista, kuten puumassan hajotus selluun, ligniittiin ja hemiselluun matalalämpötilassa kasveista saatavien liuottimien avulla tai (melkein) vedetön paperi-

3. Energiatehokkuuden tulevaisuuden polut

valmistus. Jotta uusi läpimurtoteknologia olisi yleisessä käytössä vuonna 2050, se pitää olla käytettävissä jo 2030. (CEPI 2013)



Kuva 28. Keskisuuren teollisuuden energiasäästötoimet ja tavoitteet vuodelle 2016. Lähde: Motiva 2013b.

3.2 Asumisen energiategokkuuden kehitysskenaariot

3.2.1 Rakennukset

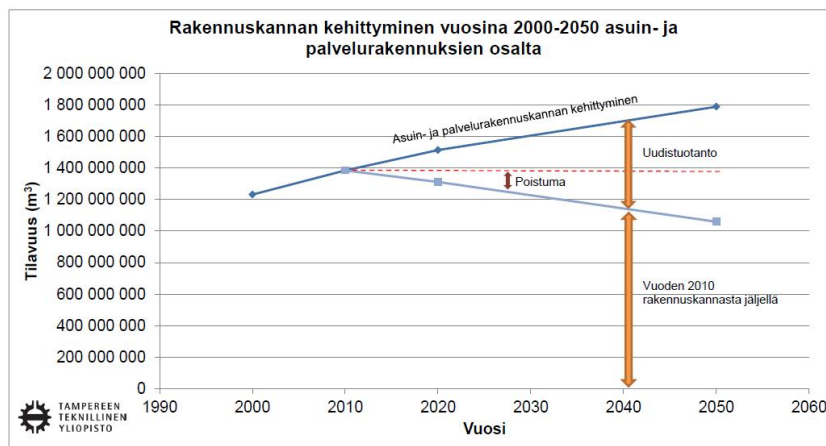
Rakennukset, näin yleisesti määrittäen, kattavat noin 40 % Suomen loppuenergian kulutuksesta, mikäli rakennusten lämmityksen ja kiinteistöjen sähkön kulutuksen lisäksi huomioidaan myös rakentamisesta ja rakennustarvikkeiden valmistuksesta aiheutuva energian kulutus. Rakennusten energiankulutukseen on mahdollista vaikuttaa rakennusten energiategokkuusdirektiivin kautta (rakennusmääräykset, rakennusten energiatodistus, ilmastointijärjestelmät). Rakennusmääräyksiä on tiukennettu 30 % vuodesta 2010 lähtien. Lisäksi vuoden 2012 määräyksissä on tavoiteltu edelleen 20 %:n parannusta. Rakennusten energiansäästöpotentiaaliksi arvioidaan vuoteen 2020 mennessä 5,6 TWh lämpöä ja polttoaineita sekä 1,1 TWh sähköä (TEM 2009).

NEEAP-3-energiategokkuuden toimintasuunnitelmassa on arvioitu rakennusten energiansäästöpotentiaaliksi vuoteen 2020 mennessä 21 TWh. Potentiaalissa on huomioitu laajasti eri säästötoimenpiteitä: uudisrakentamisen ja korjausrakentamisen energiategokkuusmääräykset, energia-avustukset, lämpöpumput mukaan

3. Energiatohokkuuden tulevaisuuden polut

lukien Höylä III³ -tuloksia hyödyntävät loppukäyttäjät, huoneistokohtaiset vesimittarit, ikkunoiden energiamerkintä ja vuokra-asuinyhteisöjen energiatohokkuussopimus (NEEAP-3, 2014).

Ympäristöministeriö on laatinut korjausrakentamisen strategian, joka luo vision ja strategian korjausrakentamiselle vuosille 2007–2017. Energiatohokkuus nousee esiin strategiassa, mutta se ei kuitenkaan esitä numeerisia arvioita energian tehostumisen potentiaalille (YM 2007). Poistuma ja uudisrakentaminen ovat merkittäviä tekijöitä tulevaisuuden rakennusten energiankäyttöä ja -tehokkuutta sekä energiatohokkuuskorjauksia arvioitaessa. Poistuma liike- ja palvelurakennuskannasta on merkittävästi suurempi (0,8–1,3 %) kuin arvioitu poistuma asuinrakennuskannasta (0,3 %) tällä hetkellä. Vuonna 2050 vuoden 2010 asuin- ja palvelurakennuskannasta on jäljellä noin 75 % (ks. kuva 29). (Heljo ja Vihola 2012)



Kuva 29. Asuin- ja palvelurakennuskannan kehittyminen vuosina 2000–2050 jaettuna vuoden 2010 kantaan ja vuoden 2010 jälkeen rakennettuun kantaan (uudistuotanto vuosina 2010–2050). (Heljo ja Vihola 2012)

Airaksinen ja Vainio (2012) arvioivat asuin-, liike- ja palvelurakennuskannan energiakulutuksen vähenevän BAU-skenaariossa 4 % vuodesta 2012 vuoteen 2020, 10 % vuoteen 2030 ja 21 % vuoteen 2050. Todennäköisimmässä skenaariossa vastaavat energiakulutusvähennykset ovat 6 %, 13 % ja 25 %. Uudisrakentamisessa noudatetaan vuoden 2012 määräyksiä ja vuonna 2020 siirrytään lähes nollaenergiarakennuksiin. Korjausrakentaminen muodostaa yli puolet ja poistuma hieman alle puolet kulutuksen vähennyksestä vuoteen 2020 asti, mutta vuoteen 2050 mennessä poistumasta tulee suurin säästön syy. (Airaksinen ja Vainio 2012)

³ Höylä III on hybridilämmitystutkimus (2012–2014) ilma-vesi-lämpöpumpun hyödyntämisestä varsinaisen lämmönlähteen eli öljylämmityksen rinnalla.

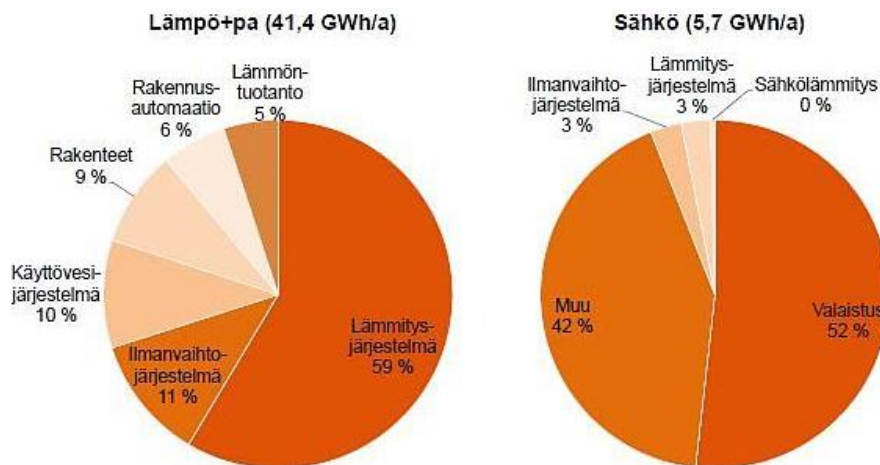
3. Energiatohokkuuden tulevaisuuden polut

NEEAP-3:ssa korjausrakentamisen säästöpotentiaaliksi on arvioitu 1,8 TWh ja uudisrakentamisen energiatehokkuusmääräysten potentiaaliksi on arvioitu 7,1 TWh vuoteen 2020 mennessä (NEEAP-3, 2014).

3.2.2 Asuinrakennusten energiansäästöpotentiaali

Kotitalouksien muu kuin lämmitykseen käyttämä sähkön kulutus oli vuonna 2007 11,1 TWh, mikä vastaa noin 12 %:a Suomen sähkön kulutuksesta. Energiansäästötoimikunta on arvioinut energian säästöpotentiaaliksi 0,4 TWh sähkön osalta ja 0,6 TWh lämmön ja polttoaineiden osalta. Keinovalikoimaan kuuluvat tiedotuksen ja kampanjoinnin ohella säädöksiä liittyen mm. kodinkoneiden energianmerkintään (TEM 2009).

Energiatohokkuussopimuksissa asuinrakennukset tulevat esiin vuoden 2010 alusta käynnistyneessä vuokra-asuinyhteisöjen sopimuksessa. Sopimusjakso kattaa vuodet 2010–2016. Kolmen sopimusvuoden jälkeen sen piirissä on 26 vuokra-asuinyhteisöä. Asuinyhteisöjen energiankulutus on vähentynyt 3,6 % kolmen ensimmäisen sopimusvuoden aikana, ks. (Kuva 30). Siten jo 70 % arvioidusta säästöpotentiaalista on saavutettu kolmen ensimmäisen vuoden aikana. Merkittävimmät säästöt saatiin aikaiseksi lämmitysjärjestelmän säädöillä sekä hehkulamppujen vaihtamisella energiatehokkaisiin valaistusratkaisuihin (Motiva 2013c).



Kuva 30. Vuokra-asuintaloissa toteutunut energiansäästö (Motiva 2013c).

Nordic Energy Perspectives eli NEP -projektissa katsotaan rakennuskannan energiansäästöpotentiaali mittavaksi. Rakennuskantaan on huomioitu paitsi asuinrakennukset myös palvelualan rakennukset. Loppuenergiankulutuksen säästötoimenpiteistä (valaistus, ilmanvaihdon säätö ja ajastus, rakennusten ulkovaipan eristäminen) kerääntyisi pohjoismaisella tasolla 11 % säästöpotentiaali vuoteen 2020 mennessä. Tämän lisäksi osittainen siirtyminen suorasta sähkölämmityksestä

lämpöpumppuihin sekä muiden energiatehokkaiden lämmitysmuotojen lisääntyminen (kuten kaukolämpö) toisivat 6 %:n lisäyksen tehostumispotentiaaliin (Rydén 2010).

IEA NETP (2013) arvioi, että energiatehokkuusinvestointien alhainen tuotto on suurin este energiasäästöille. IEA:n skenaariolaskelmien mukaan nykyisellä ilmastopoliitikalla energian kulutus kasvaisi 7 % vuodesta 2010 vuoteen 2050. Jos aiotaan kahden asteen ilmastomuutoksen hillintäpolulle tai tätä vielä kunnianhimoisempaan ”ilmastoneutraaliin” tulevaisuuteen Pohjoismaissa, alenisi energiankäyttö 8 % tai enemmän.

3.2.3 Lämmitysenergian käyttö ja tehostumispotentiaali

Lämmitysenergian tehostumispotentiaalia on arvioitu erikseen VTT:n toimesta vuonna 2008 käynnistyneessä EPO-projektissa (Forsström et al. 2011). Arvioissa on huomioitu paitsi asuinrakennukset myös yksityisen puolen palvelusektorin rakennuskanta. Projektissa vertailukohtaksi (BAU) on valittu vuoden 2003 rakennusmääräyksiensä taso ja tätä on verrattu tiukennettuihin sääntöihin ja matalaenergiarakentamiseen. Olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuusremonttien määräksi on arvioitu 3,5 % kannasta vuotuisesti. Mikäli kaikki uudisrakentaminen vuodesta 2030 eteenpäin olisi matalaenergiarakentamista ja sitä ennen matalaenergiarakentamisen osuus kasvaisi asteittain, olisi mahdollista säästää vuonna 2020 10 TWh tai 15 % lämmitysenergiassa. Vuonna 2050 säästöä kertyisi 34 % verrattuna BAU-skenaarioon. Jos matalaenergiarakentamista vauhditetaan voimakkaammin ja valtaosa uudisrakennuskannasta olisi jo vuodesta 2015 eteenpäin matalaenergiastandardin mukaista, saavutettaisiin vielä merkittävämmät säästöt: vuonna 2020 25 % ja vuonna 2050 yli 50 % verrattuna BAU-skenaarioon.

Lämpöpumppujen yleistymistä on arvioitu VTT:n toimesta vuonna 2009 käynnistyneessä Suomen huippuosaamiskeskittymän, Cleenin, Smart Grids and Energy Markets (SGEM) -tutkimusohjelmassa. Lämpöpumput moninkertaistuivat 2000-luvun loppupuolella. VTT arvioikin, että vuoteen 2020 mennessä lämpöpumppujen lukumäärä kasvaa noin miljoonaan, josta 60 % ilma-ilmalämpöpumppuja ja 25 % maalämpöpumppuja. Vuonna 2030 arvioidaan pumppujen lukumääräksi 1,6 miljoonaa, joista enää 44 % on ilma-ilmalämpöpumppuja kun vastaavasti maalämpöpumppujen osuus on noussut 32 %:iin. Mielenkiintoista kyllä, lämpöpumppujen vaikutuksesta arvellaan lämmityssähkön pienenevän 0,8 TWh:lla BAU-skenaarioon verrattuna vuonna 2030, ja on suurin piirtein nykyisellä tasolla. (Laitinen et al. 2011)

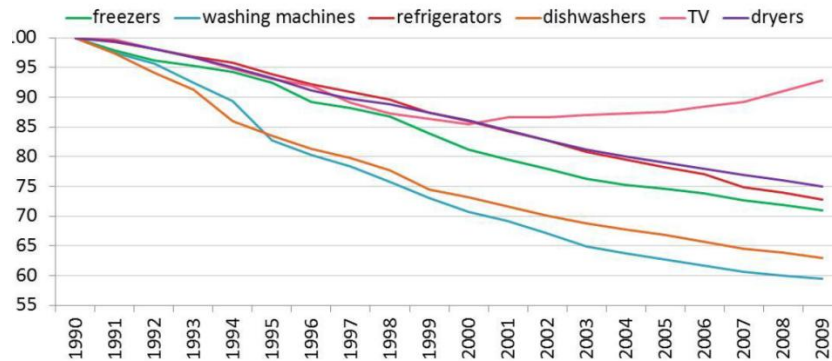
NEEAP-3:ssa arvioidaan, että jo vuonna 2020 saavutetaan 7,7 TWh lämmitysenergian säästö lämpöpumppuilla (NEEAP-3, 2014).

3.2.4 Kotitaloussähkön käyttö ja tehostuminen

Kotitaloussähkön käyttö kasvaa, vaikka laitteet tehostuvat. Kuvassa 31 on erinäisten kotitalouslaitteiden indeksoidut ominaiskulutukset vuosina 1990–2009 EU-tasolla. Energiankäyttö on tehostunut 25–40 % tällä aikavälillä, paitsi televisioissa,

3. Energiatehokkuuden tulevaisuuden polut

joiden osalta näkyy selvä kulutuksen lisäys vuoden 2000 jälkeen laitteiden kasvaneen koon takia. EU-tasolla laitteiden penetraatioaste eli yleisyys kotitalouksissa kasvaa, televisioilla esimerkiksi jo lähes 160 %. (Enerdata 2012). Monet laitteet, esimerkiksi astianpesukoneet, yleistyvät jopa nopeammin kuin energiankäyttö tehostuu.



Kuva 31. Eri kotitalouslaitteiden (pakastimet, pesukoneet, jääkaapit, astianpesukoneet, TV:t ja kuivaajat) ominaiskulutusten tehostuminen (1990 = 100 %) EU:ssa vuosina 1990–2009. Lähde: Enerdata 2012.

Laitteiden tehostumisen jatkumiselle ei ole esteitä, mutta tehostumisen nopeus voi hidastua, mistä näkyy jo merkkejä kuvankin perusteella, ja toisaalta televisioiden ominaiskulutuksen kasvu tulee loppumaan, sillä televisioiden koollekin tulee jossain vaiheessa tilankäyttöllinen raja vastaan.

Suomen kotitalouksien sähkönkäyttötutkimuksen (Adato Energia 2013) mukaan Suomen televisioiden energiankulutus on vähentynyt 32 % vuosien 2006 ja 2011 laitekannan pääosin uusiutuessa. Suomessa televisioiden penetraatioaste on 127 %.

Asuntojen kylmälaitteiden sähkönkulutus on 1,4 TWh vuonna 2011, se on hiukan vähentynyt vuodesta 2006, ja sisävalaistuksen sähkönkulutus on 1,2 TWh, joka on melko tarkkaan puolet vuoden 2006 tasosta. Selkeästi enemmän käytetään tietokoneita lisälaitteineen, autonlämmitystä ja ulkovalaistusta, jotka yhdessä kuluttavat yhden terawattitunnin enemmän kuin vuonna 2006. (Adato Energia 2013)

Sähköä käyttävien laitteiden määrä ja kirjo kasvaa, vaikka osa tilastoituukin nykyään lämmitykseen. Ilmalämpöpumppuja käytetään entistä enemmän tulevaisuudessa myös kesällä jäähdyttämiseen, koneellinen ilmastointi lisääntyy, tabletit yleistyvät, kodeista tulee älykkäämpiä jne. Jossain määrin muutokset voivat syrjäyttää enemmän sähköä käyttäviä laitteita (tabletti vs. pöytätietokone) tai parantaa järjestelmän energiatehokasta käyttöä (älykäs koti).

NEEAP-3:ssa on arvioitu ecodesign-direktiivin sekä laiteryhmäkohtaisten energiatohokkuusvaatimusten säästöpotentiaalia. Arvio, joka kattaa kaikki merkittävät sähköä kuluttavat laitteet, on 4,3 TWh/vuosi.

3.3 Liikenteen energiatohokkuuden potentiaali

Liikenteen energiankulutus oli vuonna 2007 noin 52 TWh. Tähän voidaan laskea lisäksi työkoneiden energiankäyttö, joka oli noin 3 TWh. Siten liikenteen osuus koko energiankulutuksesta on arviolta 17 %. Energiatohokkuustoimikunnan mietinnössä on tunnistettu liikenteen osalta yhteensä 13 toimenpidekokonaisuutta, joiden arvioitu säästöpotentiaali vuoteen 2020 mennessä on polttoaineiden osalta 12,6 TWh ja sähkön osalta 0,13 TWh (TEM 2009). Toimenpiteet kattavat paitsi lainsäädäntöä myös teknistä kehittämispotentiaalia, taloudellisia ohjauskeinoja ja informaatiotoimenpiteitä.

NEEAP-3:ssa on arvioitu tieliikenteen säästöpotentiaaliksi 5,7 TWh. Arvio kattaa henkilöautojen energiatohokkuuden paranemisen, taloudellisen ajotavan, joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn edistämisen, talvinopeusrajoitukset, rengaspaineiden muutokset sekä raskaan liikenteen massa- ja mittamuutokset.

Tavaraliikenteen ja logistiikan energiatohokkuussopimus tavoittelee 9 %:n säästöä energiankulutuksessa. Sopimus kattaa paitsi tieliikenteen myös raideliikenteen ja tavoitteena on liittää 60 % tavaraliikenteen yrityksistä sopimuksen piiriin. Keinovalikoimiin kuuluvat mm. ennakoiva ajotapa, ajoneuvojen säännöllinen huolto, rengaspaineiden tarkistukset ja logistiikan optimointi (Motiva 2008).

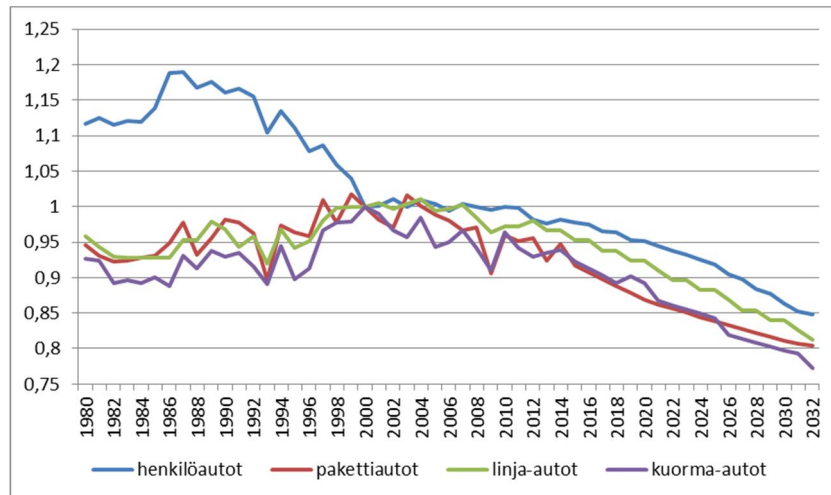
IEA NETP (2013) arvioi, että uusien polttomoottoriautojen keskimääräinen ominaiskulutus laskee 3 litraan/100 km vuoteen 2050 mennessä. Business-as-usual (BAU) -tapauksessa, 4DS, polttomoottoriautojen markkinaosuus, mukaan lukien hybridit, säilyy edelleen vahvana ja on lähes 70 % vuonna 2050. Ladattavien hybridien markkinaosuus kasvaa hitaasti, vuonna 2020 se on 3 % ja vuonna 2030 7 %. Ilmailun henkilökilometrille suhteutettu energiakulutus laskee 0,4–1 % vuodessa vuoteen 2050 ja raideliikenteessä vastaavasti 1–1,5 %, skenaarion mukaan.

Sähköautojen yleistymiselle Suomessa on olemassa rohkeampiakin skenaarioita. Muun muassa VTT:n Ruska et al. (2010) arvioivat SGEM-tutkimusohjelmassa, että ladattavien hybridien osuus uusista autoista vuonna 2020 on 10 % hitaassa ja 30 % nopeassa sähköistymisessä. Täyssähköautoille vastaavat prosenttiosuudet olisivat 3 % ja 8 %. Vuonna 2030 ladattavien hybridien osuus uusista autoista nousisi jo 50 %:iin ja kokonaiskantakin 400 000 autoon hitaassa skenaariossa, jossa täyssähköautoja olisi teillämme vastaavasti 150 000 kappaletta. (Ruska et al. 2010)

Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmä LIISA on LIPASTO-laskentajärjestelmän tieliikennettä koskeva alamalli (VTT LIPASTO 2014). LIISA-laskentajärjestelmästä saadaan arvioitua eri ajoneuvojen ominaisenergiankulutusten kehitys ja myös arviot tulevaisuudelle, ks. kuva 32. Nähdään, että henkilöautojen kilometrisuhteutetut kulutukset kääntyivät laskuun 1980-luvun

3. Energiatehokkuuden tulevaisuuden polut

loppupuolella, mutta linja-, kuorma- ja pakettiautojen vasta 2000-luvulla. LIISA-malli arvioi ominaiskulutuksen vähenevän selvästi tästä eteenpäin.



Kuva 32. Eri ajoneuvojen vuoteen 2000 (= 1) indeksoidut energiankulutukset per ajokilometri. Datalähde: VTT LIPASTO 2014.

3.3.1 Tieliikenteen energiatehokkuuteen vaikuttaa kokonaisuus

Komission liikenteen Valkoisessa kirjassa vuodelta 2011⁴ on kymmenkohtainen toimenpideluettelo 60 % päästövähennyksen saavuttamiseksi kasvihuonekaasupäästöissä vuoteen 2050 mennessä.

Toimenpiteet on ryhmitelty kolmeen pääluokkaan, jotka ovat:

1. Ajoneuvojen energiatehokkuuden parantaminen kaikissa liikennemuodoissa sekä kestävien polttoaineiden ja voimalaitejärjestelmien kehittäminen ja käyttöönotto
2. Multimodaalisten logistiikkaketjujen suorituskyvyn optimointi
3. Liikenteen ja infrastruktuurin tehokkaampi käyttö hyödyntämällä parannettuja liikenteenhallinta- ja tietojärjestelmiä.

Sama logiikka pätee ajatteluun liikenteen energiatehokkuudesta, kuten TransEco-strategiahankekin (Nylund 2012) osoittaa: parannetaan ajoneuvoja, valitaan tehokkaimmat kuljetusmuodot ja hyödynnetään tehokkaita tietojärjestelmiä toiminnan optimoimiseksi kaikilla liikennejärjestelmän tasoilla.

⁴ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:FI:PDF>

3. Energiatohokkuuden tulevaisuuden polut

Henkilö- ja pakettiautojen energiatohokkuutta on epäsuorasti ohjattu sitovien CO₂-päästörajoitusten avulla. Niinpä uusien henkilöautojen keskimääräinen CO₂-päästö ja polttoaineen kulutus ovatkin selvässä laskussa. Odotettavissa on, että kehitys jatkuu, sillä sähköistyminen, joka pitää sisällään sekä autonomiset hybridit että verkosta ladattavat autot, tulee yleistymään. Ympäristöperusteinen autojen verotus on todettu tehokkaaksi keinoksi ohjata kuluttajia valitsemaan energiatohokkaita ja vähäpäästöisiä autoja.

Raskaille ajoneuvoille, busseille ja kuorma-autoille ei toistaiseksi ole sitovia CO₂- tai energiatohokkuustavoitteita, mutta keskustelu näistä on käynnissä. Koska hyötyajoneuvojen osalta on perinteisesti painotettu energiatohokkuutta, säästöpotentiaali on pienempi kuin henkilöautojen osalta. Kaupunkibussit voidaan sähköistää, mutta sähköistys ei käytännössä ole mahdollista esimerkiksi raskaissa pitkän matkan liikenteessä käytettävissä ajoneuvoyhdistelmissä.

Kulku- ja kuljetustapamuutosten osalta pääkaupunkiseudulta on saatu positiivisia signaaleja, kun joukkoliikenteen suhteellinen osuus henkilöautoliikenteeseen verrattuna on nyt ensimmäistä kertaa noin 40 vuoteen lähtenyt kasvuun. Kuluttajien ympäristötietoisuus ja parantuneet joukkoliikenteen palvelut, mukaan lukien informaatiopalvelut, ovat varmaankin myötävaikuttaneet tähän kehitykseen.

Tietotekniikan laajamittainen hyödyntäminen tulee edelleen parantamaan energiatohokkuutta niin henkilöliikenteen kuin logistiikan osalta. Tietotekniikka ja älykkäät liikennepalvelut mahdollistavat tehokkaat ja joustavat matka- ja logistiikkaketjut sekä paremman suunnittelun ja ohjauksen. Logistiikan puolella pyrkimyksenä on esim. tyhjänä ajon välttäminen ja henkilöliikenteen puolella eri kuljetusvälineiden helppo yhdistäminen.

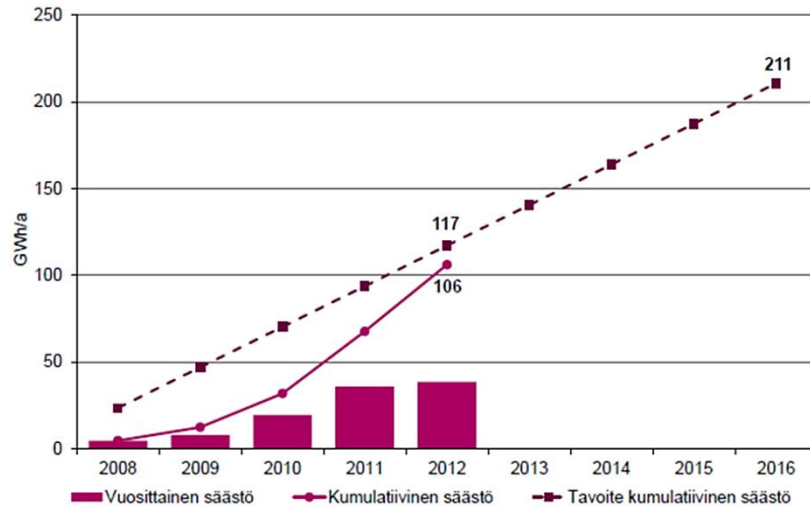
Tavoiteltaessa merkittäviä energiansäästöjä ja päästövähennyksiä ei voida rajoittaa pelkästään ajoneuvojen energiatohokkuuden parantamiseen vaan liikennejärjestelmää ja sen eri osia tulee tarkastella ja optimoida kokonaisuutena. Myöskään ihmisten käyttäytymiseen pitää pyrkiä vaikuttamaan. Tämä pätee niin yksittäisiin ihmisiin kuin esimerkiksi yrityksissä logistiikkapalveluista päättäviin henkilöihin.

3.4 Muiden sektoreiden energiatohostumisen potentiaalit

3.4.1 Palvelusektori

Palvelualan energiatohokkuussopimuksen toimenpideohjelmassa energiansäästötavoitteeksi on asetettu 9 % kokonaisenergiankulutuksesta verrattuna vuoden 2005 kulutukseen. Viiden ensimmäisen sopimusvuoden aikana tästä tavoitteesta on sopimuksen tehneissä yrityksissä toteutunut puolet, ks. kuva 33. Säästötavoitteet vaihtelevat eri palvelualojen välillä 6 %:sta aina 20 %:iin. Erilliset sopimukset on tehty kunnille, toimitilakiinteistöille, matkailu- ja ravintolapalveluille sekä kaupan alalle (Motiva 2013d, e, f, g).

3. Energiatehokkuuden tulevaisuuden polut



Kuva 33. Palvelusektorin energiasäästötoteumat ja tavoitteet vuodelle 2016. Lähde: Motiva 2013b.

NEEAP-3:ssa on arvioitu yksityisen palvelusektorin energiansäästöpotentiaaliksi 0,5 TWh ja julkisella sektorilla 0,8 TWh. Palvelusektorille on tässä yhteydessä laskettu kuuluvaksi mukaan myös palvelusektorin rakennuskannan korjaus- ja uudistamistoimet.

3.4.2 Maatalous

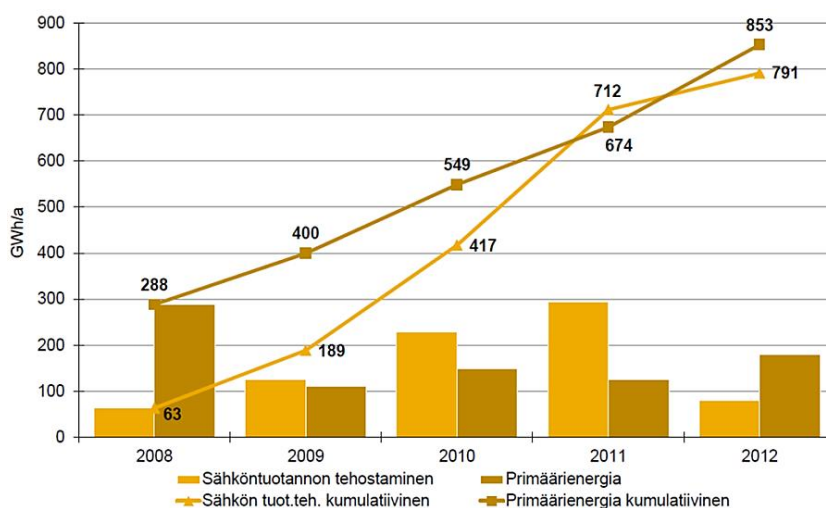
Maatilat kuluttivat 4 % Suomen kokonaisenergiankulutuksesta, noin 12 TWh vuonna 2007. Energiatieteistoimikunnan arvioima energiansäästöpotentiaali maataloilla on vuoteen 2020 mennessä 0,03 TWh sähköä ja 0,5 TWh lämpöä ja polttoaineita (TEM 2009).

NEEAP-3 antaa selkeästi suuremman arvion maatalojen energiankäytön tehostumiselle, 2,9 TWh vuoteen 2020 mennessä. Arviossa on huomioitu paitsi tuotantorakennukset ja lämpökeskusinvestoinnit myös tilusjärjestelyjen kautta tulevat säästöt.

Maa- ja metsätalousministeriön toimesta on käynnistetty vapaaehtoinen maatalojen energiaohjelma, joka kattaa vuodet 2010–2016. Ohjelman tavoitteena on energian käytön tehostuminen sekä uusiutuvien energialähteiden hyödyntäminen tiloilla. Ohjelma tavoittelee 9 %:n energiankäytön tehostumista siihen osallistuvilla tiloilla (Motiva 2013h).

3.4.3 Energiantuotantosektori

Energiatohokkuussopimukset kattavat myös energiantuotannon ja energiapalvelut. Vuoden 2012 loppuun mennessä sopimukseen oli liittynyt 37 yritystä, joka vastasi 204 toimipaikkaa. Ohjelma kattaa tällä hetkellä 91 % sähköntuotannosta ja 72 % lämmöntuotannosta. Tavoitteena on tehostaa primäärienergian käyttöä ja siten energiantuotannon hyötysuhdetta. Energiantuotannon primäärienergian säästöavoitteen vuoteen 2016 mennessä on asetettu 1 TWh ja tämän lisäksi sähköntuotannon tehostamisen tavoitteeksi 1 TWh sähköksi muutettuna. Tavoitteesta oli saavutettu vuoden 2012 loppuun mennessä neljä viidesosaa, ks. kuva 34 (Motiva, 2013i).



Kuva 34. Energiantuotannon energiasäästötoteumat. Lähde: Motiva 2013i.

Energiapalveluissa säästöpotentiaaliksi on arvioitu sopimuksissa 0,15 TWh sähkön säästöä ja 0,15 TWh primäärienergiaa. Säästöt voivat olla mm. sähkön jakelu- ja siirtohäviöiden pienenemistä tai kaukolämmön jakelun tehostumista. Viiden ensimmäisen sopimusvuoden aikana sähkön osalta tavoitteesta on toteutunut 86 % ja lämmön ja polttoaineiden osalta 59 % (Motiva 2013i).

NEEAP-3 esittää energia-alan tehostumispotentiaaliksi 3,5 TWh vuoteen 2020 mennessä. Tavoite on suurempi kuin energiatohokkuussopimusten 2,3 TWh, joka koskee vuotta 2016.

EPO-projektissa (Forsström et al. 2011) on arvioitu suomalainen energiantuotantosektori hyvin energiatohokkaaksi, mikä jättää vain hyvin vähän tilaa tehostumiselle. Arvion mukaan primaarienergian käytön tehostumisen potentiaali olisi 3,3 % vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoden 2005 tasoon.

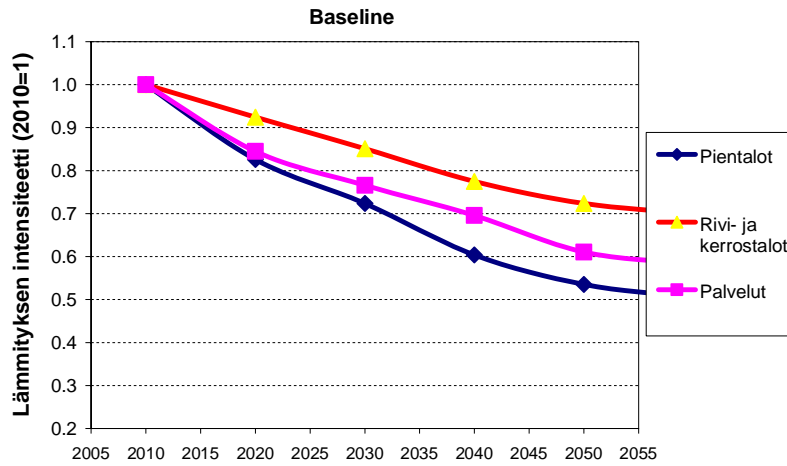
3.5 VTT-TIMES: Energiatehostumispotentiaali vuoteen 2050

Teknologian tutkimuskeskus VTT:ssä on käytössä laaja energiajärjestelmämalli TIMES-VTT, ks. esimerkiksi Koljonen et al. 2014a, jonka avulla voidaan tarkastella energian tuotannon ja kulutuksen pitkän aikavälin kehitystä Suomessa ja muissa maissa. TIMES-VTT pohjautuu ETSAP-TIAM-malliin (Loulou & Labriet 2008). Mallia on hyödynnetty muun muassa vähähiiliseen Suomeen tähtäävien kehityspolkujen hahmottelemiseen skenaarioittain VTT:n menossa olevassa Low Carbon Finland 2050 platform -hankkeessa (Lehtilä et al. 2014, Koljonen et al. 2014b, LCFinPlat 2050 2014). Mallin tulosten pohjalta voidaan arvioida sekä energian tuotannon että sen loppukäytön tehostumispotentiaalia vuoteen 2050 mennessä.

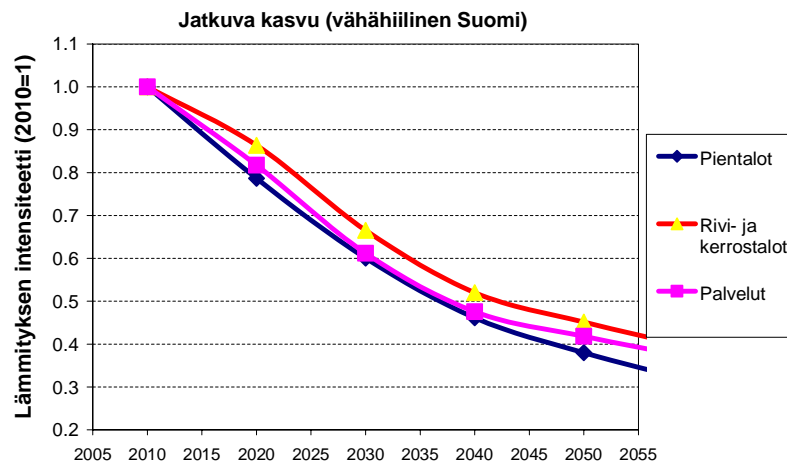
Mallin tuloksista lasketut energiatehokkuuden muutokset (lämmitysenergiaa per neliö) ovat varsinkin asuin- ja palvelurakennusten lämmityksen ja liikenteen osalta hyvin vertailukelpoisia tilastoista laskettujen tehokkuusindikaattoreiden kanssa. Asuinrakennukset on järjestelmämallissa jaettu pientaloihin sekä rivi- ja kerrostaloihin. Lämmitetyn rakennusvolyymien kehitysarviot sekä vanhan rakennuskannan poistumat ovat keskeisiä mallin lähtötietoja. Lisäksi lähtötietoina annetaan arviot sekä vanhan kannan että uudisrakennusten ominaiskulutusten vähimmäisparannuksista ajan funktiona sekä kustannukset energiatehokkuutta tätä enemmän parantaville matalaenergiarakentamisen ja korjausrakentamisen vaihtoehdoille, joita malli voi ottaa käyttöön, mikäli ne tulevat kustannustehokkaiksi.

Mallissa koko rakennuskannan lämmön kulutus muodostuu siten lähtötietojen ja mallin valitsemien lisätoimien pohjalta kaikkien kannan eri ikäluokkien kulutuksen summana. Varsinaisen lämmitysenergian ja lämpimän käyttöveden tarpeen lisäksi loppuenergian käytön tehokkuutta voidaan parantaa lämmitysjärjestelmien tekniikkavalinnoilla uudisrakentamisen ja vanhojen järjestelmien uusimisen yhteydessä. Kuvissa 35 ja 36 on esitetty Low Carbon Finland 2050 platform -hankkeen tulosten mukaiset lämmityksen loppuenergian käytön energiatehokkuusindeksit kahdessa skenaariossa, Baseline ja Jatkuva kasvu. Näistä Baseline edustaa nykypolitiikan mukaista perusuraa ilman uusia politiikkatoimia ja Jatkuva kasvu tiukentuvan politiikan mukaista polkua vähähiiliseen Suomeen olettaen samalla nopeaa energiateknologian kehitystä. Tulosten mukaan lämmityksen energia-intensiteetti pienenee perusurassa 28–47 % vuoteen 2050 mennessä, nopeimmin pientaloissa ja hitaimmin kerrostaloissa. Vähähiiliseen Suomeen pyrittäessä energiatehokkuus voi kuitenkin tulosten mukaan parantua selvästi nopeammin siten, että intensiteetti pienenee 55–62 % vuoteen 2050 mennessä. Myös kerrostalojen energiatehokkuutta voitaisiin siis tehokkaalla korjausrakentamisella parantaa tuntuvasti.

3. Energiatohokkuuden tulevaisuuden polut



Kuva 35. Lämmityksen energiantensiteetin kehitys Baseline-skenaariossa.

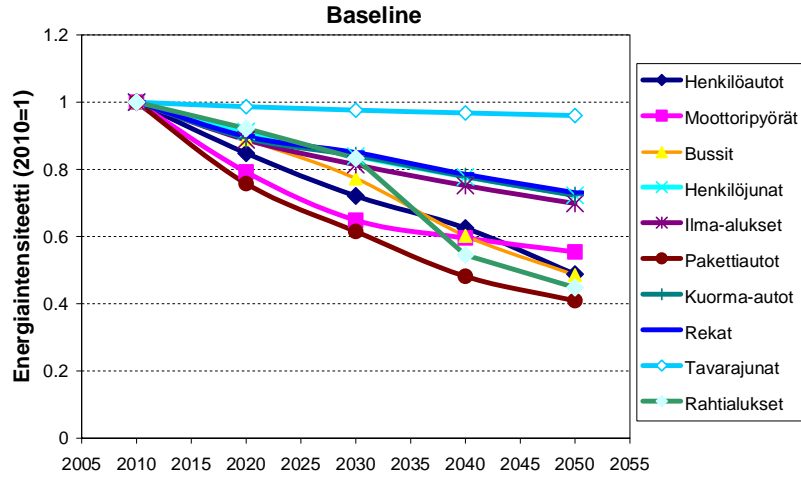


Kuva 36. Lämmityksen energiantensiteetin kehitys vähähiiliskenaariossa.

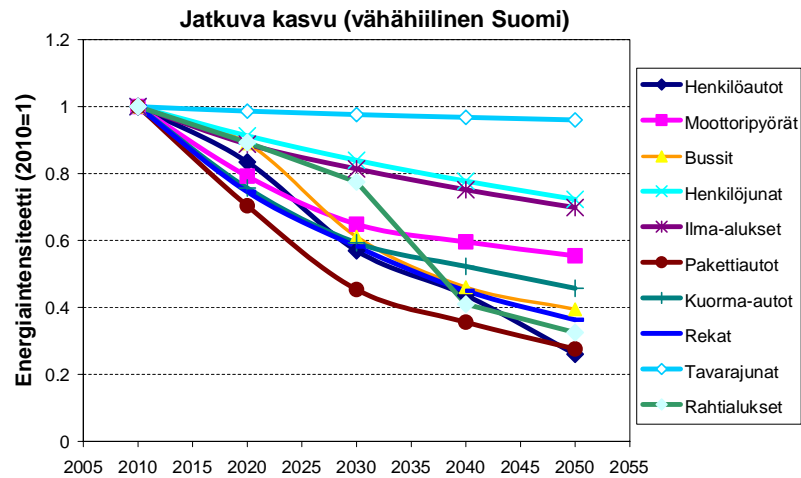
Liikenteen energian loppukäytön tehokkuudelle saadaan mallin tuloksista lasetuksi vastaavien tehokkuusindeksien kehitys liikennemuodoittain. Kunkin liikennemuodon keskimääräinen energiatehokkuus muodostuu mallin tekemistä uusien ajoneuvojen tekniikkavalinnoista, oletetuista uusien ajoneuvojen ominaiskultusten kehityksestä tekniikoittain sekä ajoneuvojen keskimääräisen hyötykuorman arvioidusta kehityksestä. Kuviissa 37 ja 38 on esitetty liikenteen energiantensiteetin (energiaa per liikennesuorite) kehitys edellä mainituissa kahdessa Low Carbon Finland -skenaariossa. Jatkuva kasvu -skenaariossa oletettu hybridi- ja sähköautojen nopea tekninen kehitys pienentää intensiteettiä erityisen tuntuvasti

3. Energiatohokkuuden tulevaisuuden polut

henkilöautoliikenteessä, mikä johtaa merkittävään loppuenergian kulutuksen vähenemiseen.



Kuva 37. Liikenteen energiaintensiteetin kehitys Baseline-skenaariossa.



Kuva 38. Liikenteen energiaintensiteetin kehitys vähähiiliskenaariossa.

3.6 Yhteenveto energiaterahokkuuspotentialista

Motivan energiakatselmustoiminnan yhteydessä on arvioitu energiansäästöpotentialia katselmustoimintaan osallistuvissa yrityksissä, ks. taulukko 5. Luvut pohjautuvat vuosina 2007–2012 tehtyihin katselmuksiin. Luvut heijastavat siis tehtyjen kat-

3. Energiatohokkuuden tulevaisuuden polut

selmusten pohjalta havaittuja säästöpotentiaaleja, lisäksi yritysten omaan ilmoitukseen pohjaten on tehty arvio siitä, kuinka suuri osa säästöpotentiaalista tulee toteutumaan (Motiva, 2014).

Taulukko 5. Motivan arviot energiansäästöpotentiaalista energiakatselmuksiin osallistuneissa yrityksissä sekä yritysten oman ilmoituksen mukaiset toteuma-arviot. Datalähde: Motiva 2014.

Sektori	Säästöpotentiaali		Toteutuma-arvio	
	Sähkö, %	Lämpö, %	Sähkö, %	Lämpö, %
Palvelut, yksityinen	6,5 %	15,9 %	68 %	58 %
Palvelut, kunnallinen	8,8 %	16,2 %	64 %	63 %
Teollisuus				
< 10 GWh/a	9,8 %	26,6 %		
10–70 GWh/a	6,4 %	19,4 %		
70–500 GWh/a	1,1 %	20,2 %		
PK-teollisuus			56 %	47 %
Energiavaltainen teollisuus			28 %	45 %
Rakennukset (palvelut ja teollisuus)	7 %	11 %		

Energiakatselmustoiminta linkittyy osaksi energiatohokkuussopimuksia. Nykyinen energiatohokkuussopimuksien kausi alkoi vuonna 2008 ja jatkuu vuoteen 2016 saakka. Sopimuksissa ovat mukana teollisuus, palveluala, energiantuotanto ja energiapalvelut. Viidestä ensimmäisestä sopimusvuodesta on tehty yhteenvetoreportti (Motiva 2013j). Raportissa käydään läpi alakohtaisten sopimusten säästötavoitteita, niiden toteutumisastetta viiden ensimmäisen sopimusvuoden osalta, ks. taulukko 6, sekä toteutettujen energiansäästöinvestointien takaisinmaksuaikoja.

Taulukko 6. Energiatohokkuussopimusten säästötavoitteet ja niiden toteutumisasteet vuoden 2012 lopussa. Datalähde: Motiva 2013j.

	Säästötavoite	Toteutumisaste
Energiavaltainen teollisuus	Ei yhtenäistä tavoitetta	4,7 % kokonaisenergian kulutuksesta
Keskisuuri teollisuus	9 %	44 % tavoitteesta
Palvelut	9 %	50 % tavoitteesta
Energiantuotanto	1,0 TWh (sähkön tuotanto) 1,0 TWh primäärienergian käyttö	79 % sähkön tavoitteesta 85 % lämmön tavoitteesta
Energiapalvelut	0,15 TWh/a sähkö 0,15 TWh/a polttoaineet	86 % sähkö 59 % lämpö

3. Energiatehokkuuden tulevaisuuden polut

Energian tehostumispotentiaaliarviot vuosiin 2016 ja 2020 mennessä esitetään taulukossa 7. Energiatehokkuustoimikunnan mietintö (TEM 2009) on kartoitus-tyyppinen arvio ja perustuu 125 toimenpiteeseen. Kansallinen toimenpidesuunnitelma (NEEAP-3, 2014) pitää jo sisällään pitkälle viedyn aiesuunnitelman, jolla saavutetaan EU:n 20 %:n energiätehostumistavoite vuonna 2020. Suunnitelmassa on energiakäytön tehostumista noin 52 TWh:n edestä, sisältäen hiukan yli 4 TWh horisontaalitoimia, joita ei näy taulukossa.

Taulukko 7. Loppuenergiankulutuksen tehostumispotentiaalit eri sektoreilla vuosi-na 2016 ja 2020. Datalähteet: NEEAP-3, 2014, TEM 2009.

TWh/a	2016	2020	
	NEEAP-3	NEEAP-3	TEM 2009
Rakennukset	15,1	21,0	8,0
Julkinen sektori	0,7	0,8	13,4
Palveluala-yksityinen	0,44	0,5	
Teollisuus	11,8	13,2	
Liikenne	3,5	5,7	12,7
Maatalous	2,3	2,9	0,5
Energia-ala	2,3	3,5	2,3

Rakennusten lämmitysenergian tehostumispotentiaalia on EPO-projektissa (Forsström et al. 2009) arvioitu suureksi sen mukaan, millä nopeudella matalaenergiarakentaminen yleistyy. Vuoteen 2050 mennessä saavutettavissa oleva säästö olisi jopa 50 % verrattuna BAU-skenaarioon eli vuoden 2003 rakennusmääräyksi-en mukaiseen uusrakentamiseen.

IEA NETP (2013) arvioi 11–27 %:n energiätehokkuusparannuksia pohjoismai-selle energiaintensiiviselle teollisuudelle BAT:hen verrattuna. Liikenteessä ilmailun henkilökilometriä suhteutettu energiakulutus laskee 0,4–1 % vuodessa vuoteen 2050 ja raideliikenteessä vastaavasti 1–1,5 %, riippuen skenaariosta. Autojen energiankulutus pienenee vaihtelevasti. Esimerkiksi uusien polttomoottoriautojen, joilla edelleen on 70 %:n markkinaosuus, keskimääräinen ominaiskulutus laskee 3 litraan/100 km vuoteen 2050 mennessä.

TIMES-VTT-mallilla on arvioitu rakennuskannan lämmityksen energiaintensi-teetin (energian per m²) pienenevän 28–47 % vuodesta 2010 vuoteen 2050 mennessä ilman uusia politiikkatoimia, ja pyrittäessä kohti vähähiilistä Suomea energiakäytön intensiteetti voi pienentyä 55–62 %. Liikenteelle saadaan esimerkiksi henkilöautoilulle noin 50 %:n tehostuminen (per henkilö-km) perusuraskenaariosa ja noin 75 %:n tehostuminen vähähiiliskenaariossa. Raideliikenteen tehostumi-nen on selvästi IEA NETP:n (2013) arviota pienempi, ja se pysyy esimerkiksi rahti-liikenteessä kutakuinkin muuttumattomana.

4. Energiatehokkuuspotentiaalin ja -toimenpiteiden toteutumisen analysointi

Usein julkisessa keskustelussa kuulee sanottavan, että sektorilla x ja toimialalla y on valtava energiatehokkuuspotentiaali, ja esimerkiksi taajuusmuuttajat ovat yksi usein mainituista ihmelääkkeistä. Kansainvälisten tutkimusten mukaan teollisuus pystyy säästämään jopa niin ja niin monta prosenttia sähköstään. Tässä luvussa tarkastellaan nimenomaan teollisuuden sähkömoottorikäyttöihin liittyvää säästöpotentiaalia Suomessa Pihalan et al. (2008) tutkimuksen valossa.

Tässä luvussa tarkastellaan myös energiaparadoksia, eli miksei taloudellisesti kannattavia energiansäästöinvestointeja toteuteta?

4.1 Energiatehokkuuspotentiaaliarviointien luotettavuus

Energian kulutuksen ja siihen liittyvän energiansäästön arviointi on sitä luotettavampi, mitä yksityiskohtaisempiin laskelmiin päästään. Varsinkin maakohtaisiin tai maanosakohtaisiin arviointeihin voi liittyä kasvava joukko yleistyksiä, jotka voivat heikentää arviointien luotettavuuksia.

4.1.1 Energiaintensiivisen teollisuuden sähkömoottoreihin liittyvä säästöpotentiaali

Arvioidessaan taajuusmuuttujiin ja korkeahyötysuhdesähkömoottoreihin liittyvää sähkön säästöpotentiaalia Pihala et al. (2008) tarkastelevat EU:ssa ja USA:ssa teollisuuden sähkömoottorikäytöstä tehtyjä tutkimuksia ja arvioivat niiden soveltuvuutta Suomeen.

Pihala et al. arvioivat, että EU:n SAVE-ohjelman tuloksista suoraviivaisesti johdettu arvio Suomen säästöpotentiaaliksi nousee noin 3,7 TWh:iin eli yli nelinkertaiseksi tarkempaan arvioon verrattuna. EU:n SAVE-ohjelman sähkömoottorikäyttötutkimuksen (SAVE II 2000 a, b) säästölaskelmat perustuvat vuonna 1996 tehtyihin kenttäselvityksiin lähinnä Keski- ja Etelä-Euroopassa sijaitsevilla tehtailla. Tulokset on sen jälkeen laajennettu koskemaan kaikkia EU-maita. Pihala et al. arvioivat, että kenttäkartoituksesta on todennäköisesti kokonaan jäänyt ulkopuolel-

4. Energiatehokkuuspotentiaalin ja -toimenpiteiden toteutumisen analysointi

le Pohjoismaissa niin yleinen mekaanisen massan valmistus, mikä selvästi vääristää potentiaalia. SAVE-tutkimuksen mukaan pumput, puhaltimet ja paineilmakompressorit eli taajuusmuuttajille parhaiten soveltuvat sähkömoottorikäytöt kuluttavat 92,2 % EU:n massa- ja paperiteollisuuden sähköstä, kun Suomessa vastaava arvo on 36 %. Suomessa on taajuusmuuttajia laajemmin käytössä kuin SAVEssa oletetaan Euroopassa yleisesti olevan käytössä, lisäksi taajuusmuuttajien soveltuvuus ei Suomessa vastaa tutkimuksen oletusta. (Pihala et al. 2008)

USA:n teollisuuden sähkömoottorikäyttötutkimus (US DOE 1998) perustuu kenttäkartoitukseen 254 tehdaslaitoksessa vuonna 1997. Pihala et al. (2008) toteavat, että taajuusmuuttajia koskeva teollisuuden sähkömoottorien säästöpotentiaaliarvio (3,5 % moottorien kokonaiskulutuksesta) on paljon pienempi kuin EU:n SAVEn vastaava arvio (6,2 %). Taulukossa 8 esitetään eri lähteiden pohjalta lasketun energiasäästöpotentiaalain vertailu Suomelle. EU:n SAVEn ja USA:n DOEn oletuksia on osittain pystytty korjaamaan Suomen olosuhteita vastaaviksi. VTT/Indmeas on Pihalan et al. kattaviin suomalaisiin selvityksiin pohjautuva hyvin perusteltu arvio energiasäästöpotentiaalista. Loppuarviosarakkeessa esitetään lopullinen päätelmä potentiaalista. Puhaltimien ja paineilmakompressorien osalta käytetään eurooppalaisen ja amerikkalaisen tutkimuksen keskiarvoa. (Pihala et al. 2008)

Taulukko 8. Taajuusmuuttajilla ja korkeahyötysuhdesähkömoottoreilla saavutettavissa oleva taloudellisesti kannattava sähkönsäästöpotentiaali Suomen massa- ja paperiteollisuudessa vuonna 2007. (Pihala et al. 2008)

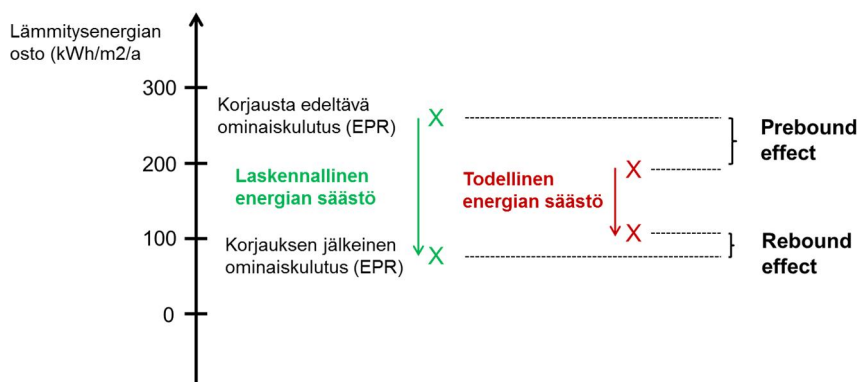
Taajuusmuuttajakäytöt	Taloudellinen sähkön säästöpotentiaali GWh/a vuonna 2007			
	EU SAVE	USA DOE	VTT/Indmeas	Loppuarvio
Pumput	591	331	230–350	290
Puhaltimet	173	0	-	86
Paineilmakompressorit	9	7	-	8
Yhteensä	773	338	-	384
Korkeahyötysuhteiset sähkömoottorit	-	-	185	185
Kaikki yhteensä				569

4.1.2 Kotitalouksien mallintamiseen liittyvät epävarmuudet

Kotitalouksien energiankäytön mallintamiseen liittyy monta mahdollista hankaluutta. Seuraavassa esitellään esimerkkejä perustuen Rouhaisen (2013) esitelmään. Useissa tutkimuksissa käsitellään prebound-ilmiötä, jolla tarkoitetaan sitä, että todellinen kulutus on pienempi kuin laskennallinen kulutus, ks. kuva 39. Tämän huomaa esimerkiksi siitä, että energiategottomimpien talojen kulutukset ovat laskettua pienempiä. Rouhaisen mukaan eräs tarjottu selitys on, että tehottomia

4. Energiatehokkuuspotentiaalin ja -toimenpiteiden toteutumisen analysointi

taloja lämmitetään vähemmän, jotta lämmityskustannukset pysyvät kohtuullisina. Rebound-effekti tarkoittaa sitä, että osa energiatehokkuusparannuksesta käytetään asumismukavuuteen, esimerkiksi sisälämpötilan nostoon. Todellinen energian säästö jää siis selvästi laskettua pienemmäksi.



Kuva 39. Arvioituun energiankulutukseen (EPR, Energy Performance Rating) pohjautuva laskennallinen energian säästö verrattuna todelliseen energian säästöön. (Rouhiainen (2013) perustuen Sunikka-Blankin & Galvinin (2012) artikkeliin).

Lämpöpumppujen vuosihyötysuhteeseen vaikuttaa moni seikka, mutta varsinkin maalämpöpumppujen osien alimitoitus heikentää hyötysuhdetta Energy Saving Trustin⁵ kenttämittausten mukaan Isossa-Britanniassa, koska puuttuva lämmitys tuotetaan suoraan sähköllä. Näin suunniteltu energiatehostuminen voi jäädä merkittävästi pienemmäksi. (Rouhiainen 2013)

Maalämpöpumppujen tarkoituksellinen alimitoitus, esimerkiksi 50–60 prosenttia huipputehon tarpeesta, voi usein olla kustannustehokkain ratkaisu, koska suurimmat tehot edustavat vain pientä osaa energiantarpeesta. Eri maissa on erilaiset yleiset mitoituskäytännöt.

Rakennusmääräysten tavoitteet eivät välttämättä toteudu. Tanskalaisten vuoden 1998 rakennusmääräysten energiansäästökseen oli arvioitu 25 %, mutta noin 35 000 tanskalaiseen pientaloon pohjautuvan Kjaerbyen et al.⁶ tutkimuksen mukaan toteuma oli vain 7 %. Irlannissa Rogan & Gallachóir⁷ tutkivat maakaasun käyttöä vuosien 1997 ja 2002 rakennusmääräysten mukaan rakennetuissa talois-

⁵ Energy Saving Trust, 2013. Detailed analysis from the second phase of the Energy Saving Trust's heat pump field trial. Department of Energy and Climate Change, UK & Energy Savings Trust.

⁶ Kjaerbye, Larsen, A. & Togeby, M. 2011. Do changes in regulatory requirements for energy efficiency in single-family houses result in the expected energy savings? ECEEE 2011 Summer study. S. 1621–1630.

⁷ Rogan, F., Ó Gallachóir, B.P. 2012 Building Regulations – how effective are they at delivering energy efficiency? Energy Policy (Submitted May 2012).

4. Energiatehokkuuspotentiaalin ja -toimenpiteiden toteutumisen analysointi

sa. Vuoden 2002 tiukennuksen odotettiin tuovan 20 %:n tehostumisen, mutta tulos jäi 10 %:iin.

4.1.3 Kustannustehokkuuslaskennan sudenkuoppa

Heti kun siirrytään pois konkreettisen tapauksen tarkasta laskennasta, yleistyksen vesittävät tulosten käyttökelpoisuutta. Tyypillisiä virheitä voi olla esimerkiksi keskihinnan käyttö laskelmissa tai arvonlisäveron tai energiaveron unohtaminen loppuasiakkailta. Keskihinnan käytöllä tarkoitetaan hyvin yleistä tilastoista saatavaa arvioitua loppuasiakkaan vuodessa maksamaa keskihintaa esimerkiksi sähkölle tai kaukolämmölle. Loppuasiakkaan eri EU-maissa maksamaa sähkön keskihintaa, c/kWh, saadaan kätevästi EU:n tilastoista.

Keskihinta sisältää kaikki maksukomponentit, myös kiinteät. Energiatehokkuusinvestointi ei vaikuta kiinteisiin kustannuksiin, vaan ainoastaan muuttuviin, jolloin säästön hyöty on pienempi kuin keskihinnalla arvioitu. Kaukolämmössä, samoin tariffeissa, on energiakomponentin rinnalla yleensä tilausvirtaan suhteutettu melko suuri maksukomponentti. Energiatehokkuustoimenpiteet eivät kaikki pienennä maksimivirtausta samalla tavalla kuin energiaa, eikä virtauskomponentti välttämättä ole myöskään samalla tavalla lineaarinen. Aurinkolämmitys on oiva esimerkki energiatehokkuustoimenpiteestä, jonka hyöty nähdään vain tariffin energiakomponentin kautta.

Energiatodistuksista tuttu E-luku, joka kertoo rakennuksen energiankulutuksen ekologisuudesta, käyttää eri energioille kertoimia uusiutuvuuden ja CO₂-päästöjen mukaan, esim. sähkölle 1,7 ja uusiutuvalla energialle 0,5. E-luku on oiva ohjausväline, jolla valtiovalta ohjaa rakentamista kokonaisvaltaisesti katsomaansa järkevään suuntaan, ja se soveltuu siten hyvin rakennusmääräyksiin ja esimerkiksi energiatehokkuusinvestointien tukipäätöslaskelmiin. E-luku ei kuitenkaan sovellu energiatehokkuusvaihtoehtojen kustannustarkasteluihin. Onkin hyvä kysymys, ymmärtävätkö loppukäyttäjät E-luvun kertovan energiankulutuksen arvioidusta ekologisesta jalanjäljestä eikä energiankulutuksen tehokkuudesta. Energiatehokkuusmielessä hyöty- ja loppuenergiaa yhdistelevä laskennallinen lähestymistapa voisi tarjota loppukäyttäjälle paljon hyödyllisemmän (ja ehkä ymmärrettävämmän) konkreettisen työkalun talon energiankäytön arviointiin ja laskentaan.

4.2 Energiaparadoksi: miksei taloudellisesti kannattavia energiansäästöinvestointeja toteuteta?

Energiatehokkuuteen tähtäävien investointien toteutumista on analysoitu sekä Suomessa että ulkomailla. Valitettavan usein on havaittu, että taloudellisesti kannattavat investoinnit eivät kuitenkaan vastoin odotuksia aina toteudu. Tämän energiaparadoksiksi kutsutun tilanteen taustalla olevia syitä on haluttu ymmärtää tarkemmin (DeCanio 1998). Motivan katselmustoiminnan puitteissa toteutuneita investointeja on analysoinut Anne Halttunen opinnäytetyössään (Halttunen 2012). Työ on toteutettu kyselytutkimuksena ja siinä kartoitetaan paitsi yrityksen arvoja

4. Energiatehokkuuspotentiaalın ja -toimenpiteiden toteutumisen analysointi

myös päätöksentekoprosessia energiansäästöinvestointien osalta. Toinen opinnäytetyö kartoittaa ESCO-yritysten toiminnan esteitä Suomessa (Sinkkonen 2013). Tuomaalan selvitys tarkastelee kysymystä prosessiteollisuudesta valitun case-esimerkin pohjalta ja kysyy, mikä merkitys yrityksen johtamismenetelmillä on energiansäästöinvestointien toteutumiselle (Tuomaala & Virtanen 2011). Myös Häruksen (2009) opinnäytetyö tarkastelee prosessiteollisuutta. Suomea koskevat selvitykset antavat pitkälti samansuuntaisia vastauksia kuin ulkomailla toteutetut vastaavat analyysit. IEA:n (2012) Policy pathways -sarjassa julkaistussa Energy Management Programmes for Industry -raportissa tuodaan esille paljolti samoja aspekteja kuin muissa lähteissä.

Taloudellinen toimintaympäristö

Yleisellä taloudellisella ilmapiirillä ja näkymillä on suuri vaikutus energiansäästöinvestointien toteutumiseen. Yleinen epävarmuus taloustilanteesta yhdistettynä yritysten omiin taloudellisiin vaikeuksiin laskevat halukkuutta tehdä energiansäästöinvestointeja. Erityisen selvästi tämä tulee esiin ESCO-toiminnan yhteydessä (Sinkkonen 2013). Energiansäästöinvestointien irreversiibeli luonne sekä vaikeudet ennustaa energian hinnan kehitystä tulevaisuudessa vähentävät yritysten halukkuutta toteuttaa investointeja (Ansar & Sparks 2009). Taloustilanne heijastelee myös mahdollisuuksiin löytää investoinnille riittävä pääoma joko yrityksen sisällä tai ulkopuolisen rahoittajan toimesta (de Groot et al. 2001). Epäjatkuvuus energiapolitiikassa, esim. verojen tai subventioiden muodossa, aiheuttaa niin ikään epävarmuutta, joka vähentää halukkuutta tehdä investointeja (Sinkkonen 2013). Toisaalta pienilläkin subventioilla tai tuilla voidaan saada aikaan merkittäviä energiatehokkuusparannuksia (Rydén 2010).

Yritysten tulevaisuus ei aina ole selviö. Tuotteiden menekki ei ole taattu tai tuotevalikoima pysyvä, joten hyvinkin kannattava energiansäästöinvestointi voi muuttua tappioksi jos itse tuotantolinja lopetetaan tai tehdas suljetaan. Tämä epävarmuus on yksi syy, miksi energiasäästöjen kannattavuusarvioissa käytetään korkeintaan kahden tai kolmen vuoden takaisinmaksuaikoja.

Kotitalouksilla rahan saanti investointiin voi monessa tapauksessa olla vaikeaa, ja joillakin rahaa on ehkä saatavilla, mutta varsin kovaan hintaan, jolloin energiansäästöinvestointi ei enää olekaan kannattava (Rydén 2010). Kotitalouksien omalle työlle ei potentiaaliarvioinneissa aina ymmärretä laskea kustannuksia, vaikka toki osa kotitalouksista tekeekin työn henkisesti ilmaiseksi (Rydén 2010).

Yrityksen prioriteetit

Energiatehokkuus ei ole yritysten arvoissa usein korkealla. Ainoastaan 22 % yrityksistä arvioi energiansäästön merkittäväksi kriteeriksi päätöksenteossa (Halttunen 2012). Toisin sanoen energiansäästöä ei toteuteta sen itsensä vuoksi, vaan ainoastaan siinä tapauksessa, että se tukee jonkin toisen merkittävemmän arvon toteutumista. Muita merkittävämpiä kriteereitä ovat taloudelliset säästöt, tuotantoprosessin luotettavuus ja tuotannon laatukysymykset sekä prosessin turvallisuus

4. Energiatohokkuuspotentiaalin ja -toimenpiteiden toteutumisen analysointi

(Halttunen 2012, Sinkkonen 2013). Esimerkiksi kemianteollisuuteen hankittavat sähkömoottorit ovat suurelta osin erikoismoottoreita, joiden ensisijainen suunnittelukriteeri on toiminta räjähdysvaarallisissa tiloissa, eivätkä räjähdyspaineen kestävät moottorit kuulu nykyisen hyötysuhdeluokituksen piiriin (Pihala et al. 2008). Kun käytettävissä olevaa investointipääomaa joudutaan rationalisoimaan, energiansäästö saa usein tehdä tilaa muille tärkeämmäksi koetuille investoinneille. Energiainsäästöinvestointi saatetaan tehdä muiden investointien ohella, esimerkiksi tuotantolaitteistoa modernisoitaessa, mutta harvoin sillä nähdään itseisarvoa (de Groot et al. 2001).

Materiaalitehokkuus voi olla merkittävä vaikuttaja. Pohjoismaissa yleinen mekaaninen massan valmistus kuluttaa paljon energiaa, pääasiassa sähköä. Sen yleisyyttä ei voi puolustaa energiatohokkuudella vaan materiaalitehokkuudella. Samaa määrää massaa tarvitaan paljon vähemmän puuta, ja mekaanisella massalla on lisäksi omat käyttökohteensa ominaisuuksiensa vuoksi. Näitä kestävä kehityksen kriteereitä on vaikeata verrata keskenään, mutta yritykset eivät tee energia- tai materiaalisäästöjä kestävä kehityksen takia vaan säästääkseen rahaa. Tosin on todettava, imagosyistä ja yhä valvutuneimpien kuluttajien vaatimusten myötä yritykset tekevät kestäviä investointipäätöksiä, mutta käytännössä raha ratkaisee.

Kotitalouksissa ja asunto-osakeyhtiöissä erityisesti ikääntynyt väestö on usein haluton suurehkoihin investointeihin: ”Talo kestää loppuiän ilman korjauksia.”. Julkisella sektorilla puolestaan kosteus- ja homevaurioiden korjaukset ovat etusijalla. (Airaksinen & Vainio 2012).

Päätöksenteossa käytetyt arviointikriteerit

Arvioitaessa energiansäästöinvestoinnin kannattavuutta on käytössä erilaisia arviointikriteerejä. Näitä ovat mm. takaisinmaksuaika (pay back period, PB), sisäinen korko (internal rate of return, IRR) ja nettonykyarvo (net present value, NPV). Yleisimmin käytetään takaisinmaksuaikaa menetelmän yksinkertaisuuden ja suoraviivaisuuden takia. Halttusen tutkimuksessa peräti 93 % haastateltavista yrityksistä nojasi päätöksensä tähän arviointimenetelmään (Halttunen 2012). Menetelmän haittana on kuitenkin se, ettei se huomioi rahan ajallista arvoa. Siten se saattaa toimia esteenä sinänsä kannattavien energiansäästöinvestointien toteutumiselle. Halttunen löysi tutkimuksessaan tilastollisesti merkittävän korrelaation sofistikoitujen arviointimenetelmien sekä toteutuneiden investointien välillä: mitä tarkemmilla menetelmillä investoinnin kannattavuus arvioidaan sen suurempi on todennäköisyys investoinnin toteutumiselle. Samansuuntaisiin tuloksiin päätyvät myös Härus (2009) ja Jackson (2010).

Yrityksen johtamiskulttuurin merkitys

Energiansäästöinvestoinnin suunnitteluvaihe on useimmissa yrityksissä teknisen henkilöstön käsissä. Vain kolmasosassa yrityksistä talousasiantuntija osallistuu hankkeeseen jo suunnitteluvaiheessa. Tämä on sikäli ristiriitaista, koska kuten

4. Energiatohokkuuspotentiaalın ja -toimenpiteiden toteutumisen analysointi

edellä todettiin, taloudelliset aspektit ovat kaikkein merkittävin kriteeri investointipäätöksessä. Halttusen mukaan niissä yrityksissä, joissa talousasiantuntija osallistuu hankkeeseen alusta lähtien, on suurempi todennäköisyys, että investointi toteutetaan. Talousalan ihminen on kyvykäs arvioimaan kannattavuutta monimutkaisemmillä menetelmillä kuin takaisinmaksuaika, ja tämä saattaa energiansäästöinvestoinnin usein edullisempaan valoon. Lisäksi talousasiantuntijan läsnäolo tuo mukanaan uskottavuutta ja luotettavuutta talouslaskelmille, mikä on niin ikään omiaan helpottamaan päätöksentekoa (Halttunen, 2012).

Tuomaalan selvitys korostaa yrityksen henkilöstön sitouttamisen ja vaikutusmahdollisuuksien merkitystä energiansäästön toteutumisessa. Selvitys perustuu empiirisiin havaintoihin energiantensiivisessä prosessiteollisuudessa. Energiansäästöinvestointien lisäksi prosessin energiatohokkuuteen vaikuttavat monet muutkin tekijät, kuten prosessin käyttöaste, käytettävä raaka-aine sekä ympäristön lämpötila. Lisäksi henkilöstön ratkaisuilla ja toiminnalla on merkitystä energiansäästön realisoimisessa. Siksi yrityksen johtamiskulttuuri on nostettu Tuomaalan analyysin keskiöön. Yritysjohdon tehtävä on asettaa selkeät tavoitteet energiatohokkuudelle sekä miettiä, miten tavoitteiden toteutumista on mahdollista seurata. Työntekijät tulee sitouttaa mukaan suunnitteluprosessiin, jossa hahmotetaan kuinka energiatohokkuustavoite on saavutettavissa. Tämän lisäksi työntekijöille tulee opastaa, mitkä ovat heidän vaikutusmahdollisuutensa kyseisen tavoitetasoon saavuttamiseksi. Henkilöstöä voidaan motivoida kytkeällä energiatohokkuus yrityksen sisäiseen palkitsemisjärjestelmään (Tuomaala & Virtanen 2011).

Laitteistotoimittajat hankkivat usein energialuokaltaan hiukan heikompia osia, koska haluavat pitää kokoamiensa laitteistojen myyntihinnat mahdollisimman alhaisina. Esimerkiksi suurin osa teollisuuden moottorihankinnoista (arviolta 70–80 %) tehdään epäsuorasti laitteistotoimittajien kautta ja riskinä on, etteivät yrityksen erillishankintojen kriteerit aina ulotu valmiina kokonaisuuksina hankittaviin osajärjestelmiin ja tuotantolinjojen osiin. (Pihala et al. 2008)

Energiatohokas ratkaisu ei vastaa alkuperäistä

Energiatohokas tuote tai laite ei aina täytä samoja vaatimuksia kuin alkuperäinen tuote. Ulkoisilta mitoiltaan samankokoisen pakastimen vetoisuus voi olla selvästi pienempi tai energiatohokkaan lampun koko suurempi tai muoto erilainen kuin alkuperäinen. Kodeissa ei ole rajattomasti tilaa, ja valaisimiin sopii – fyysisesti tai esteettisesti – vain tietynmuotoiset lamput. Talvisin varsin pimeässä Suomessa valon voimakkuus on tärkeää. Jos valaisukyvyltään 100 W:n hehkulamppuja vastaavia energiansäästölamppuja ei löydy, tai ainakaan sellaisia jotka mahtuvat lamppuun, jää energiatohokkuusinvestointi tekemättä. Kotitaloudet haluavat ensisijaisesti tietyn tasoisen palvelun.

Tietoa ei ole tai tietotaito ei riitä

Ihmisillä tai yrityksillä ei ole tietoa energiatohokkuusvaihtoehdoista tai välttämättä edes niiden olemassaolosta (Rydén 2010). Ja vaikka olisikin, oma tietotaito ei aina

4. Energiatehokkuuspotentiaalin ja -toimenpiteiden toteutumisen analysointi

riitä energiatehokkuuspäätösten arviointiin. Esimerkiksi asuntojen ilmanvaihdon säätö ja vähentäminen voi tuntua erilaiselta ja moni voikin huolestua kosteusvaurioista tai hajuhaitoista ja liian vähähappisesta sisäilmasta. Talon omistajalla ei aina ole riittävää osaamista, minkä takia ei haluta riskeerata mitään. Uhka voi toteutuessaan olla talousvaikutuksiltaan eri kertaluokkaa kuin jokin pieni energia-
tehokkuusparannus, ja siksi riskiä ei oteta.

Ilmalämpöpumpun kannattavuuden arviointi vaatii jonkinlaista laskentaosaamista. Ihmiset lähtevät liikkeelle vasta, kun riittävä markkinakynnys on saavutettu ja jokaisella on ainakin joku tuttu, joka voi kertoa kokemuksistaan.

Yrityksissä on sama ongelma. Aina ei löydy henkilöä, joka osaa arvioida energiatehokkuusprojekteja. Esimerkiksi pumppujen optimaaliseen mitoittamiseen tarvitaan sekä mittauksia, koska käyttäjät usein yliarvioivat säätötarpeen, että laskentataittoa. Pihala et al. (2008) raportoikin tapauksesta, jossa uuden paperikoneen isoille pumpuille oli asennettu vakiintuneisiin käytäntöihin verrattuna selvästi enemmän pyörimisnopeussäätöjä. Esimerkinomaisesti kolmelle pumpulle tehty analyysi osoitti kahden pyörimisnopeussäädön tuottavan jokseenkin nollasäästön.

Tiedon hankinta myös maksaa, eikä sitä välttämättä osata ottaa huomioon energiasäästöpotentiaaleja laskettaessa.

Energialaskun maksaa eri taho kuin investoinnin

Varsin yleinen ongelma vuokra-asunnoissa on, että omistaja vastaa investoinneista mutta vuokralainen energialaskuista. Omistajalla ei ole motiivia investoida energiatehokkuuteen, ellei investointikustannuksia saada huomioitua vuokrassa, ja vastaavasti vuokralainen ei ole valmis investointiin, ellei hänellä ole varmuutta, että hän saa investointinsa kuoletettua sinä aikana, kun asunnossa asuu.

Vastaava tilanne voisi myös tulla vastaan yrityksissä tai teollisuudessa, jos energiakustannukset jyvitetään tulosyksiköille muun kuin mittauksen perusteella. Henkilö- ja organisaatiotasolla voi hyvin olla, että energialaskun maksaja on eri kuin energiatehokkuuteen investoija, joka puolestaan on eri kuin laitteiston ylläpidosta vastaava (IEA 2012).

5. Yhteenveto, pohdinnat ja päätelmät

5.1 Toteutunut kehitys ja tulevaisuuden näkymät

Kotitalouksien kokonaisenergian kulutus on ollut tasaisessa kasvussa vuoteen 2008 asti, jonka jälkeen kulutus on kääntynyt laskuun. Tähän vaikuttaa ennen kaikkea tilastointitavan muutos, eikä siitä voi vetää liian pitkälle ulottuvia johtopäätöksiä tulevaisuutta ajatellen. Kun tarkastellaan esimerkiksi lämmitystä tarkemmin, nähdään, ettei taitetta ole vielä tapahtunut. Lämmityksen intensiteetti (koe/m^2) on kasvanut 0,4 prosentin vuosivauhtia mutta kasvuun vaikuttanee muun muassa käytetty lämpötilakorjaus ja vapaa-asuntojen lisääntynyt talvilämmitys. Suurin selittäjä itse energiakäytön kasvulle on asuntojen lukumäärän lisääntyminen, mutta myös asuntojen koko vaikuttaa. Asutaan paljon väljemmin sekä asuntoneliöiden että asuntojen asukasluvun mukaan, ja toki väkimääräkin kasvaa. Tähänastiset energiatehokkuustoimet eivät ole pysäyttäneet lämmityksen energiankäytön kasvua.

Kotitaloussähkön käytön ja intensiteetin kasvu näyttää pysähtyneen 2000-luvun puolivälissä, mutta tilastointitapamuutoksen 2007–2008 takia on vaikeata arvioida nykytilaa ja -suuntausta.

Henkilöliikenteen energiakäytössä nähdään selvä kasvutrendi ennen kaikkea suoritteen eli matkustajakilometrien imussa. Rakenne on pysynyt erittäin vakaana koko 2000-luvun, ja energian käyttö puolestaan tehostuu prosentin vuodessa tasaiseen tahtiin.

Tavaraliikenteessä energiankäyttö on ollut taantumaan asti kasvussa. Energia-
tehokkuus on heikentynyt viime vuosina oltuaan sitä ennen toistakymmentä vuotta samalla tasolla, mutta samalla on todettava, että energiaintensiteetin volatiliteetti on varsin suuri. Katsottaessa yksittäisiä liikennemuotoja tarkemmin nähdään, että junarahtikuljetukset ovat tehostuneet mutta tieliikenne muuttunut tehottomaksi ainakin kymmenen viime vuoden aikana. Siihen voi toki vaikuttaa teollisuuden rakennemuutos: esimerkiksi paperiteollisuuden tuotanto on noin 20 % alhaisemalla tasolla kuin vuonna 2007.

Teollisuudessa näkyy selvä arvonlisään suhteutettu energiankäytön tehostumistrendi vuoteen 2007 asti, jonka jälkeen taantumien tulo käänsi kehityssuunnan. Tuloksista nähdään myös, että arvonlisä on melko huono väline energiatehokkuuden seurantaan. Tuotantomäärät ovat parempia siihen. Massa- ja paperituotannon

5. Yhteenveto, pohdinnat ja päätelmät

ominaiskulutus (koe/tonni) aleni selvästi vuosiin 2008–2009 asti, jonka jälkeen suunta muuttui. Kysymys kuuluukin, onko kyse taantumasta vai metsäteollisuuden pysyvämmästä rakennemuutoksesta. Terästuotannosta on vaikeata arvioida kehitystä. Ominaiskulutus (toe/tonni) vuonna 2011 on hieman korkeampi kuin vuonna 2003 mutta lähemmäs kymmenen prosenttia pienempi kuin vuonna 2000.

Palveluissa energiankäyttö on kasvanut tasaisesti eikä ole mitään merkkiä siitä, etteikö kasvu jatkuisi myös tulevaisuudessa. Energiaintensiteetti (toe/työntekijä) on ollut melko vakaa ajalla 1996–2008. Taantumana (tai kiinteistösähkön tilastointitapamuutoksen) myötä se on hieman kasvanut. Palvelusektorilla arvonlisä selittää melko hyvin energiankulutusta. Palvelusektorin sähkönkulutus on kasvanut 2,6 %:n vuosivauhtia ja ainoastaan 2010–2011 tapahtunut käänne voi olla merkki siitä, että muutos voisi olla tulossa.

5.2 Energiatehostumisen potentiaalit 2016 ja 2020

Energian tehostumisen potentiaalia ovat arvioineet eri tahot, joista tähän julkaisuun on koottu keskeisiä sektorikohtaisia näkemyksiä. Lähteinä on käytetty energiatehokkuustoimikunnan mietintöä, energiatehokkuuden kansallista toimintasuunnitelmaa, ympäristöministeriön laatimaa korjausrakentamisen strategiaa, Motivan raportteja katselmustoiminnan ja energiatehokkuussopimusten osalta, EPO-projektia, IEA:ta ja VTT:nkin esittämiä arvioita.

Energiatehokkuustoimikunnan mietintö (TEM 2009) esittää arvion Suomen loppuenergiankulutuksen tehostumispotentiaalista vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteen saavuttamiseksi mietintö ehdottaa yhteensä 125 toimenpidettä, jotka sisältävät säädösohjausta, taloudellisia ohjauskeinoja, informaatio-ohjausta, panostusta koulutukseen ja osaamiseen, teknistä kehitystä ja erilaisia menetelmiä, kuten energiakatselmuksia tai energiatehokkuussopimuksia. Mietinnön esittämä säästöpotentiaali vuoteen 2020 mennessä on noin 30 TWh polttoaineissa ja lämmössä sekä reilut 6 TWh sähkössä.

Tuoreeseen kansallisen energiatehokkuuden toimintasuunnitelmaan (NEEAP-3, 2014) sisältyy energiakäytön tehostustoimia jo yli 50 TWh:n edestä vuoteen 2020 mennessä. Suomi on matkalla EU-tavoitteeseensa eli energiatehokkuuden 20 %:n parantumiseen. Energiatehokkuussopimukset ovat merkittävässä roolissa. Nykyinen energiantehokkuussopimuksien kausi alkoi vuonna 2008 ja jatkuu vuoteen 2016 saakka. Sopimuksissa ovat mukana teollisuus, palveluala, energiantuotanto ja energiapalvelut. Motiva (2013j) arvioi, että ollaan oikealla polulla vuoden 2016 energiansäästötavoitteiden saavuttamiseksi.

Motivan energiakatselmustoiminta linkittyy osaksi energiatehokkuussopimuksia. Energiakatselmustoiminnan yhteydessä on arvioitu energiansäästöpotentiaalia katselmustoimintaan osallistuvissa yrityksissä. Sähkönsäästöpotentiaali on suurteollisuutta lukuun ottamatta 6–10 % ja lämmönsäästöpotentiaali 11–27 %. Lukuja on hyvä pitää mielessä arvioitaessa EU:n nykyistä 20 %:n energiakäytön tehostumistavoitetta vuoteen 2020 mennessä ja mahdollisia uusia tavoitteita vuoteen 2030 mennessä. Katselmustoiminnassa havaittua potentiaalia myös hyödynne-

tään herkästi toteuma-arvion ollessa pääasiassa 50 %:n tietämillä tai parempi. Kun otetaan huomioon tässäkin julkaisussa esitetyjä johdonmukaisia syitä energiatehokkuusinvestoinnin tekemättä jättämiselle, tulos on varsin hyvä. Vielä hyödynnettävissä oleva teknistaloudellinen energiasäästöpotentiaali on jo merkittävän pieni katselmoiduissa yrityksissä. Sen kasvattaminen vaatii, että paras saatavilla oleva teknologia kehittyy, energian hinta nousee tai investointeja tuetaan.

5.3 Rakennusten potentiaalit

EPO-projektin arvion mukaan rakennusten lämmitysenergian tehostumispotentiaali on arvioitu suureksi sen mukaan, millä nopeudella matalaenergiarakentaminen yleistyy. Vuoteen 2050 mennessä saavutettavissa oleva säästö olisi jopa 50 % verrattuna BAU-skenaarioon eli vuoden 2003 rakennusmääräyksien mukaiseen uusrakentamiseen.

Airaksinen ja Vainio (2012) arvioivat asuin-, liike- ja palvelurakennusten energiansäästöpotentiaalia selvästi pienemmäksi kuin EPO-projekti. Heidän arviossaan uudisrakentamisessa on oletettu noudatettavan vuoden 2012 rakennusmääräyksiä ja vuodesta 2020 siirryttävän lähes nollaenergiarakennuksiin. BAU-skenaariossa energiakulutus vähenisi 21 % vuodesta 2012 vuoteen 2050 mennessä ja todennäköisimmässä skenaariossa 25 %. Suurin säästö tulee poistumasta.

TIMES-VTT-mallilla arvioitiin rakennusten ominaiskulutusten vähenevän rakennustyyppistä riippuen noin 28–47 % vuodesta 2010 vuoteen 2050 mennessä nykypolitiikkatoimilla ja pyrittäessä vähähiiliseen Suomeen 2050, jolloin energian säästötoimenpiteiden kannattavuus paranee entisestään, ominaiskulutukset pienenevät 55–62 %.

5.4 Teollisuuden potentiaalit

Motiva arvioi suurteollisuuden sähkön säästöpotentiaaliksi vain 1,1 %. Pihala et al. (2008) selvittivät taajuusmuuttajien ja korkeahyötysuhdemoottorien potentiaalia Suomen energiavaltaisessa teollisuudessa ja tulivat siihen tulokseen, että sähkömoottorien vielä hyödyntämätöntä tehostamispotentiaalia olisi noin 0,8 TWh vuonna 2008.

IEA NETP (2013) arvioi 11–27 %:n energiatehokkuusparannuspotentiaaleja pohjoismaiselle energiaintensiiviselle teollisuudelle BAT:hen verrattuna, tosin arviot saattavat vaihdella maittain merkittävästikin: sementinvalmistus 27 %, raudan ja teräksen valmistus 15 %, kemianteollisuus 23 % ja massa- ja paperiteollisuus 11 %.

Teollisuudessa merkittävimmät kulutusmuutokset tullevat uusista läpimurtotekniikoista ja teknologiamuutoksista: esimerkiksi massa- ja paperiteollisuudessa (melkein) vedetön paperinvalmistus tai puumassan hajottaminen matalalämpötilassa voisivat olla merkittäviä tulevaisuuden energiasäästöpotentiaaleja (CEPI 2013).

5.5 Liikenteen potentiaalit

IEA NETP (2013) arvioi, että liikenteessä ilmailun henkilökilometriin suhteutettu energiakulutus laskee 0,4–1 % vuodessa vuoteen 2050 mennessä ja raideliikenteessä vastaavasti 1–1,5 %, skenaarion mukaan. Autojen energiankulutus pienee vaihtelevasti. Esimerkiksi uusien polttomootoriautojen, joilla on edelleen 70 %:n markkinaosuus, keskimääräinen ominaiskulutus laskee 3 litraan/100 km vuoteen 2050 mennessä.

LIISA-järjestelmän (VTT LIPASTO 2013) arvion mukaan tieliikenteen keskimääräinen ajokilometrikohtainen energiankulutus vähenee toistakymmentä prosenttia vuoteen 2030 mennessä.

TIMES-VTT-mallilla arvioidaan suoritekohtaisten (hlö-km, tkm) ominaiskulutusten kehittyminen liikennemuodoittain vuoteen 2050 mennessä. Esimerkiksi henkilöautoilulle saadaan noin 50 %:n tehostuminen (per henkilö-km) perusuraskenariossa ja noin 75 %:n tehostuminen vähähiiliskenariossa. Raideliikenteen tehostuminen on selvästi IEA NETP:n (2013) arviota pienempi, ja se pysyy esimerkiksi rahtiliikenteessä kutakuinkin muuttumattomana.

5.6 Miksei kaikkia kustannustehokkaita energiasäästöpotentiaaleja hyödynnetä

Syitä on tutkittu paljon ja ne voidaan kiteyttää taloudelliseen toimintaympäristöön, toimijan prioriteetteihin, päätöksenteossa käytettyihin arviointikriteereihin, yrityksen johtamiskulttuuriin, tietotaidon puutteeseen, vastuiden jakautumiseen ja siihen, etteivät energiatehokkaat ratkaisut aina vastaa alkuperäisiä. Toki on myös otettava huomioon, että varsinkin mitä yleisemmällä tasolla potentiaaliarviot laaditaan, sitä huonommin ne soveltuvat tosielämän tilanteisiin ja kaikkiin maihin.

Lähdeluettelo

- Adato energia. 2013. Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011. Tutkimusraportti 26.2.2013. Adato energia Oy:n ja sähköyhtiöiden yhteistyö.
- Airaksinen, M., Vainio, T. 2012. Rakennuskannan korjaamisen ja kunnossapidon energiantehokkuustoimenpiteiden vaikuttavuuden arviointi energiansäästön, CO₂ ekv päästöjen, kustannuksien ja kannattavuuden näkökulmista. VTT asiakasraportti VTT-CR-00426-12.
- Ang, B.W., Liu, N. 2007. Energy decomposition analysis: IEA model versus other methods. *Energy Policy* 35(3), s.1426–1432.
- Ansar J., Sparks, R. 2009. The experience curve, option value, and the energy paradox. *Energy Policy* 37, s. 1012–1020.
- CEPI 2013. Unfold the future. The Two Team Project. Confederation of European Paper Industries, CEPI. http://www.unfoldthefuture.eu/uploads/finaltwoteamprojectreport_website_updated.pdf.
- DeCanio, S. J. 1998. The efficiency paradox: Bureaucratic and organizational barriers to profitable energy-saving investments. *Energy Policy* 26(5–4), s. 441–54.
- de Groot, H., Verhoef, E., Nijkamp, P. 2001. Energy saving by firms: Decision-making, barriers and policies. *Energy Economics* 23(6) (11), s. 717–40.
- Enerdata, 2014. ODYSSEE-tietokanta energiatehokkuusdataalle ja -indikaattoreille. (viimeksi katsottu 4.4.2014).
- Eurostat, 2014. Euroopan komission/EU:n tilastotietokanta.Eurostat. (viimeksi katsottu 4.4.2014). <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home>
- Forsström, J., Lahti, P., Pursiheimo, E., Rämä, M., Shemeikka, J., Sipilä, K., Tuominen, P., Wahlgren, I. 2011. Measuring energy efficiency. Indicators and potentials in buildings, communities and energy systems. VTT Research Notes 2581. 107 s. + liitt. 5 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2581.pdf>.
- Gynther, L. 2014. Henkilökohtainen yhteydenotto; Liikennedatan Excel-kooste-
taulukko sähköpostin liitteenä 7.5.2014.

- Halttunen, A. 2012. The role of investment appraisal methods and versatility of expertise in energy efficiency investment decisions. Master's thesis, Department of Accounting, Aalto University School of Economics.
- Heljo, J., Vihola, J. 2012. Energiansäästömahdollisuudet rakennuskannan korjaustoiminnassa. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos, Rakennustuotanto ja -talous. Raportti 8.
- Härus, N. 2009. Analysing energy efficiency investments in the process industry. Case Sachtleben Pigments Oy. Master's Thesis, Helsinki School of Economics.
- IEA. 2012. Policy Pathways Energy Management Programmes for Industry. gaining through saving. IEA ja Institute for Industrial Productivity. OECD/IEA, Paris.
- IEA. 2014. Extended world energy balances. IEA World Energy Statistics and Balances (database).10.1787/data-00513-en (viimeksi katsottu 1.4.2014).
- IEA NETP, 2013. Nordic Energy Technology Perspectives. International Energy Agency. IEA/OECD, Paris.
- Jackson, J. 2010. Promoting energy efficiency investments with risk management decision tools. Energy Policy 38, s. 3865–3873.
- Kirjavainen, M., Tamminen, E. 2002. Sectoral Analysis of Energy Consumption and Energy related CO₂ Emissions in Finland 1990–1999. Ministry of Trade and Industry, Reports and Papers 2/2002.
- Koljonen, T., Honkatukia, J., Pursiheimo, E., Lehtilä, A., Sipilä, K., Nylund, N-O., Lindroos, T.J. 2014a. EU:n 2030 -ilmasto- ja energiapaketin vaikutukset Suomen energiajärjestelmään ja kansantalouteen. Taustaraportti. Espoo, VTT. VTT Technology 170. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T170.pdf>
- Koljonen, T. et al. 2014b. Low Carbon Finland 2050 -platform: vähähiilipolkujen kiintopisteet ja virstanpylväät. Yhteenveto hankkeen tuloksista ja johtopäätöksistä. VTT, Espoo. VTT Technology 167 (raportti vielä kesken-eräinen).
- Koreneff, G., Elväs, S. 2007. ODYSSEE-tietokanta ja ODEX-indeksit Suomen energiatehokkuuden kuvaajana. VTT:n tutkimusraportti VTT-R-01115-07.
- Laitinen, A., Ruska, M., Koreneff, G. 2011. Impacts of large penetration of heat pumps on the electricity use. SGEM WP3.6. Research report VTT-R-

- 03174-11. VTT, Espoo. <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2011/VTT-R-03174-11.pdf>.
- LCFinPlat 2050, 2014. Low Carbon Finland 2050 -platform -hankkeen verkkosivut (viimeksi katsottu 26.6.2014). <http://www.lowcarbonplatform.fi/>
- Lehtilä, A. et al. 2014. Low Carbon Finland 2050 -platform: energiajärjestelmien kehityspolut kohti vähähiilistä yhteiskuntaa. VTT, Espoo. VTT Technology 165 (raportti vielä keskeneräinen).
- Liikennevirasto, 2014. Kotimaan vesiliikennetilastot (viimeksi katsottu 1.4.2014). http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/aineistopalvelut/tilastot/vesiliikennetilastot/kotimaan_vesiliikenne.
- Liimatainen, H. 2013. Future of Energy Efficiency and Carbon Dioxide Emissions of Finnish Road Freight Transport. Väitöskirja, Tampereen teknillinen yliopisto. Julkaisu 1124. <http://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/21451/liimatainen.pdf?sequence=3>.
- Motiva, 2008. Tehoa kuljetuksiin – Tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimus 2008–2016. http://www.motiva.fi/files/7996/Tehoa_kuljetuksiin_Tavarankuljetusten_ja_logistiikan_energiatehokkuussopimus_2008-2016.pdf.
- Motiva, 2010. Energiatehokkuusindikaattorit. 11/2010. http://www.tem.fi/files/29178/Energiatehokkuusindikaattorit_Loppuraportti_2010.pdf.
- Motiva, 2013a. Energiatehokkuussopimukset 2012. Energiavaltaisen teollisuuden toimenpideohjelman vuosiraportti. http://www.motiva.fi/files/7725/Energiatehokkuussopimukset_Energiavaltaisen_teollisuuden_toimenpideohjelman_vuosiraportti_2012.pdf.
- Motiva, 2013b. Energiatehokkuussopimukset 2012. Yhteenveto elinkeinoelämän energiatehokkuussopimuksen alakohtaisista tuloksista. http://www.motiva.fi/julkaisut/energiatehokkuussopimukset_2008-2016/elinkeinoelaman_yhteenvetoraportti/energiatehokkuussopimukset_elinkeinoelaman_eri_alojen_yhteenvetoraportti_2012.6018.shtml.
- Motiva, 2013c. Energiatehokkuussopimukset – Vuokra-asuntoyhteisöjen toimenpideohjelman vuosiraportti 2012. http://www.motiva.fi/julkaisut/energiatehokkuussopimukset_2008-2016/vuokra-asuntoyhteisot/energiatehokkuussopimukset_vuokra-asuntoyhteisöjen_toimenpideohjelman_vuosiraportti_2012.4388.shtml.

- Motiva, 2013d. Energiatehokkuussopimukset 2012. Kuntien energiatehokkuussopimuksen ja energiaohjelman vuosiraportti. http://www.motiva.fi/files/8250/Kuntien_energiatehokkuussopimuksen_ja_energiaohjelman_vuosiraportti_2012.pdf.
- Motiva, 2013e. Energiatehokkuussopimukset 2012. Toimitilakiinteistöjen toimenpideohjelman vuosiraportti. http://www.motiva.fi/julkaisut/energiatehokkuussopimukset_2008-2016/toimitilakiinteistot/energiatehokkuussopimukset_toimitilakiinteistojen_toimenpideohjelman_vuosiraportti_2012.5219.shtml.
- Motiva, 2013f. Energiatehokkuussopimukset 2012. Matkailu- ja Ravintolapalvelut MaRa ry:n toimenpideohjelman vuosiraportti. http://www.motiva.fi/julkaisut/energiatehokkuussopimukset_2008-2016/matkailu- ja_ravintolapalvelut_mara/energiatehokkuussopimukset_matkailu- ja_ravintolapalvelut_mara_ryn_toimenpideohjelman_vuosiraportti_2012.2880.shtml
- Motiva, 2013g. Energiatehokkuussopimukset 2012. Kaupan alan toimenpideohjelman vuosiraportti. http://www.motiva.fi/julkaisut/energiatehokkuussopimukset_2008-2016/kaupan_ala/energiatehokkuussopimukset_kaupan_ala_toimenpideohjelman_vuosiraportti_2012.2879.shtml.
- Motiva, 2013h. Maatilojen energiaohjelman vuosiraportti 2012. http://www.motiva.fi/julkaisut/energiatehokkuussopimukset_2008-2016/maatalous/maatilojen_energiaohjelman_vuosiraportti_2012.3927.shtml.
- Motiva, 2013i. Energiantuotannon ja energiapalvelujen toimenpideohjelman vuosiraportti 2012. http://www.motiva.fi/files/7852/Energiatehokkuussopimukset_Energiantuotannon_ja_energiapalvelujen_toimenpideohjelman_vuosiraportti_2012.pdf.
- Motiva, 2013j. Energiatehokkuussopimukset 2012. Yhteenveto elinkeinoelämän energiatehokkuussopimuksen alakohtaisista tuloksista. http://www.motiva.fi/files/8225/Energiatehokkuussopimukset_Elinkeinoelaman_eri_alojen_yhteenvetoraportti_2012.pdf.
- Motiva, 2014. Henkilökohtainen yhteydenotto, Saara Elväs 23.1.2014.
- NEEAP-3, 2014. Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma NEEAP-3. http://www.motiva.fi/taustatieto/ohjauskeinot/direktiivit/energia_tehokkuusdirektiivi.

- Nylund, N.-O. 2012. TransEco strategiahanke Suomi 2020. Tieliikenteen uusiutuva energia ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen vuoteen 2020 mentäessä. Tutkimusraportti: VTT-R-04433-12. VTT. 95 s. + liitt. 3 s. <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2012/VTT-R-04433-12.pdf>.
- Pihala, H., Kuoppamäki, R., Hänninen, S. 2008. Sähkösäästöpotentiaali energiatehokkailla sähkömoottorikäyttöillä Suomen energiavaltaisessa teollisuudessa. VTT Tutkimusraportti VTT-R-08216-08. http://pda.ek.fi/www/fi/tutkimukset_julkaisut/2008/VTT_sahkomoottorikaytot.pdf.
- Rouhiainen, V. 2013. Laskettu ja toteutunut energiankäyttö - kokemuksia meiltä ja muualta. Esitys "Empiiriset aineistot ja tilastollinen analyysi asumisen energiatehokkuuden arvioinnissa" -työpajassa Tilastokeskuksessa 18.12.2013.
- Ruska, M., Kiviluoma, J., Koreneff, G. 2010. Sähköautojen laajan käyttöönoton skenaarioita ja vaikutuksia sähköjärjestelmään. VTT Working Papers 155. VTT, Espoo. 46 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2010/W155.pdf>.
- Russel, C. 2005. Strategic industrial energy efficiency: reduce expenses, build revenues and control risk. Energy Engineering 102(3), s. 7–27.
- Rydén, B. 2010 (toim.). Towards a Sustainable Nordic Energy System. 20 Perspectives on Nordic Energy, 10 Opportunities and Challenges. ISBN 978-91-978585-8-8.
- SAVE II, 2000a. Improving the Penetration of Energy Efficient Motors and Drives. SAVE II programme, contract N°.: 4.1031/Z/96-044. EU commission Directorate-General for Transport and Energy.
- SAVE II, 2000b. VSDs for Electric Motor Systems. SAVE II programme. EU commission Directorate-General for Transport and Energy.
- Schipper, L., Perälä, L. Energy Use in Finland: An International Perspective. December 1995. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley laboratory LBID-2135.
- Sinkkonen, A. 2013. Barriers of ESCO Service Business in Finland, Master's Thesis, Lappeenranta University of Technology, School of Business.
- Sivill, L., Manninen, J., Hippinen, I., Ahtila, P. 2012. Success factors of energy management in energy-intensive industries: Development priority of energy performance measurement. International Journal of Energy Research. John Wiley & Sons, Ltd. Vol. 37 (2012) No. 8, s. 936–951 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/er.2898/pdf>.

- Sunikka-Blank, M., Galvin, R. 2012. Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption. *Building Research & Information* 40(3), s. 260–273.
- TEM, 2009. Energiatohokkuustoimikunnan mietintö: Ehdotus energiansäästön ja energiatohokkuuden toimenpiteiksi. Työ- ja elinkeinoministeriö. http://www.tem.fi/files/23350/TEM_ETT_Mietinto_8_6_2009.pdf.
- Tilastokeskus, 2014. Energia- yms. tilastot. <http://www.stat.fi/til/index.html>.
- Tuomaala, M., Virtanen, T. 2011. Energiatohokkuuden mittaamisen haasteet johtamisen näkökulmasta prosessiteollisuudessa, Discussion. Liiketaloudellinen Aikakauskirja LTA 2/11. http://lta.hse.fi/2011/2/lta_2011_02_d5.pdf.
- US DOE, 1998. United States Industrial Electric Motor Systems Market Opportunities. U.S. Department on Energy. 88 s. + liitt. 296 s.
- VTT LIPASTO, 2014. LIPASTO on VTT:ssä toteutettu Suomen liikenteen pako- kaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä. (viimeksi katsottu 2.6.2014). <http://www.lipasto.vtt.fi/index.htm>.
- Ympäristöministeriö, 2007. Korjausrakentamisen strategia 2007–2017. Linjauksia olemassa olevan rakennuskannan ylläpitoon ja korjaamiseen. Ympäristöministeriön raportteja 28/2007. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B5DA239AD-56B2-4FB8-8662-0E4CABAB6F59%7D/30349>.

Liite A: Dekomponointimenetelmä eli Laspeyres-indeksien laskenta⁸

Dekomponoinnin ideana on jakaa kulutusmuutos osiin:

- aktiviteetti (activity)
- rakenne (structure)
- intensiteetti (intensity).

Osamuutokset saadaan laskettua pitämällä muut osatekijät referenssivuoden ($t = t_0$) tasossa, eli vakiona. Sektorin energiankäyttö vuonna t voidaan kirjoittaa muodossa

$$E_t = A_t \sum_j S_{jt} I_{jt}$$

missä

E_t	on sektorin energiakulutus vuonna t
A_t	on tutkittavan sektorin aktiviteetti vuonna t , esim. populaatio
S_{jt}	on sektorin alarakenteen j ominaisaktiviteetti suhteessa sektorin yksikköaktiviteettiin, esim. m^2 /asukas
I_{jt}	on alarakenteen j energiaintensiteetti suhteessa ominaisaktiviteettiin, esim. lämmitysenergia/ m^2 .

Esimerkiksi tarkasteltaessa kotitalouksien lämmitystä valitsemalla aktiviteetiksi populaatio, rakenteeksi asumisneliöt/asukas ja intensiteetiksi lämmitysenergia/asumisneliöt, voidaan kotitalouksien lämmitysenergia kirjoittaa edellisen kaavan mukaisesti muotoon:

$$E_t = \text{populaatio} * (m^2/\text{asukas} * \text{lämmitysenergia}/m^2).$$

Sektorin aktiviteetin vaikutus (the activity effect) vuonna t saadaan, kun oletetaan rakenteen ja intensiteetin pysyvän vakiona, eli referenssivuoden ($t = t_0$) tasossa.

$$E_{A,t} = A_t \sum_j S_{j,t_0} I_{j,t_0}.$$

Vastaavasti saadaan sektorin rakenteen vaikutus (the structure effect) vuonna t , kun oletetaan aktiviteetin ja intensiteetin pysyvän referenssivuoden ($t = t_0$) tasossa

$$E_{S,t} = A_{t_0} \sum_j S_{j,t} I_{j,t_0}$$

ja sektorin energiaintensiteetin (the intensity effect) vaikutus vuonna t pitämällä rakenne ja aktiviteetti vakiona

⁸ Liitteen teksti on melko suoraan lainattu omista teksteistä (Koreneff & Elväs 2007, Motiva 2010).

$$E_{i,t} = A_{t_0} \sum_j S_{j,t_0} I_{j,t}$$

Indeksisarjat saadaan jakamalla kukin vaikutus referenssivuoden t_0 energiankäytöllä, E_{t_0} . Tässä selvityksessä referenssivuosi pidetään sektoreittain aina samana. Vaihtoehtoinen menetelmä olisi referenssivuoden ketjutus, eli referenssivuotena pidettäisiin aina edellistä vuotta, $t - 1$.

Indeksisarjojen tulo ei vastaa kokonaiskulutuksen indeksisarjaa, vaan jäljelle jää residuaalin vaikutus $E_{R,t}$ eli indeksoituna residuaalitermi $E_{R,t}/E_{t_0}$:

eli

$$\frac{E_{A,t}}{E_{t_0}} \times \frac{E_{S,t}}{E_{t_0}} \times \frac{E_{I,t}}{E_{t_0}} \times \frac{E_{R,t}}{E_{t_0}} = \frac{E_t}{E_{t_0}}$$

Mitä paremmin dekomponointi onnistuu, sitä lähempänä residuaalitermi on arvoa 1. Residuaalitermi kertoo, kuinka suuri osa toteutuneesta muutoksesta jää dekomponointitekijöiltä eli aktiivisuudelta, rakenteelta ja intensiteetiltä selittämättä.

$$\frac{E_{R,t}}{E_{t_0}} = \frac{\frac{E_t}{E_{t_0}}}{\frac{E_{A,t}}{E_{t_0}} \times \frac{E_{S,t}}{E_{t_0}} \times \frac{E_{I,t}}{E_{t_0}}}$$

Keskimääräinen vuosimuutos lasketaan tässä selvityksessä kaavasta

$$(1 + \text{Vuosimuutos})^n = \text{indeksi}(t; t = t_0 + n)$$

johtamalla, eli

$$\text{Vuosimuutos} = (\sqrt[n]{\text{indeksi}(t; t = t_0 + n)}) - 1$$

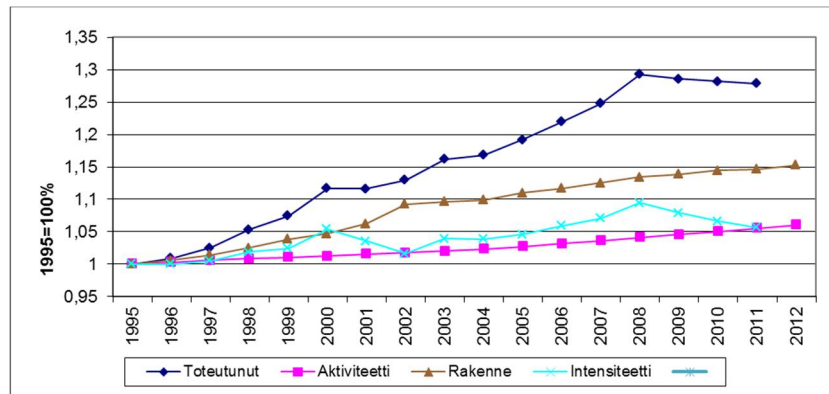
Laspeyres-indeksit saavat kiitosta ymmärrettävyydestään, mutta kritiikkiä siitä että tuloksiin jää residuaali. IEA:n julkaisuissa yleensä oletetaan residuaalin vaikutuksen olevan hyvin pieni, eli residuaalitermi on lähellä yhtä. Varsinkin suurten loppukäyttömuutosten kohdalla residuaali voi todellisuudessa kasvaa mahdollisesti jo huomionarvoiseksi. (Ang ja Liu 2007)

Liite B: Kotitalouksien dekomponointi asukasmäärän pohjalta

Kotitalouksia voidaan myös tarkastella asukasmäärän mukaan. Taulukossa B.1 esitetään asukasmäärän mukaisen dekomponoinnin osatekijät.

Kokonaisenergian käyttö

Kotitalouksien kokonaisenergian käyttö kasvaa vakaata tahtia, 1,5 % vuodessa, mutta intensiteetti vain 0,3 % vuodessa, kun aktiviteettina käytetään Suomen asukasmäärää, ks. kuva B.1. Aktiviteetti kasvaa erittäin rauhallisesti, mutta rakenne (esimerkiksi lämmitykselle m²/asukas) sitäkin nopeammin.



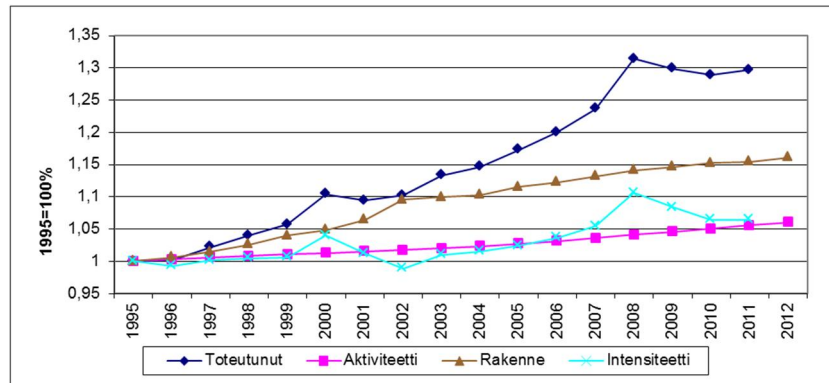
Kuva B.1. Kotitalouksien energian kokonaiskäytön dekomponoinnin indeksisarjat (1995 = 100 %), kun aktiviteettina käytetään asukaslukua. Energiaintensiteettinä on lämmitysenergia/m², lämpimään veteen käytetty energia/asunto ja kotitalous-sähkö/asunto. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

Lämmitykseen ja lämpimään käyttöveteen käytetty energia

Kun tarkastellaan normaalilämpötilaan korjatun lämmityksen ja lämpimän käyttöveden tarvetta, nähdään, että se vastaa kokonaisenergian tarpeen kehitystä melko hyvin, ks. kuva B.2. Kotitalouksien lämmitysenergian käyttö (sisältäen lämpimän käyttöveden) kasvaa vakaata tahtia, 1,6 % vuodessa, mutta intensiteetti vain 0,4 % vuodessa välillä 1995–2011. On tosin huomattava, että vuodesta 2008 energiankäyttö on tehostunut 4 %.

Taulukko B.1. Kotitaloussektorin energiakulutuksen eri dekomponoinneissa käytetyt indikaattorit.

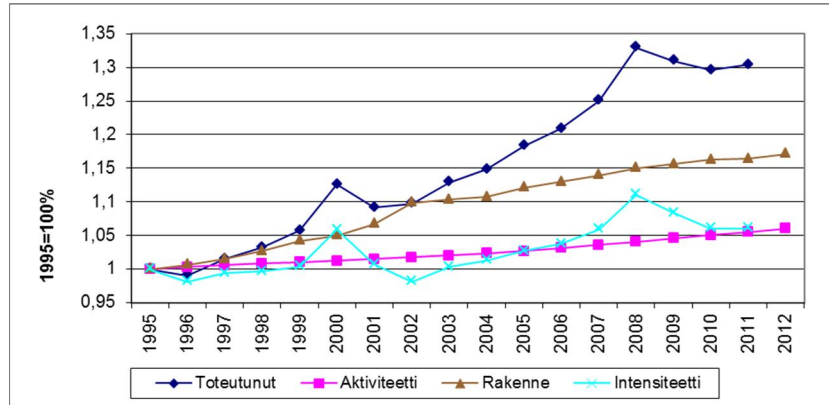
Tarkastelukokonaisuus/indikaattori	Määrittys/kuvaus/lisäselite
KOKONAISKÄYTTÖ	Lämmitys (normaalilämpötilaan korjattu), lämmin käyttövesi ja kotitaloussähkö
Aktiviteetti	Asukasluku
Rakenne	m ² /henkilö, asunto/henkilö, asunto/henkilö
Intensiteetti	Lämmitys/m ² , lämmin vesi/asunto, kotitaloussähkö/asunto
LÄMMITYS JA LÄMMIN KÄYTTÖVESI	Lämmitys on lämpötilakorjattu.
Aktiviteetti	Asukasluku
Rakenne	m ² /henkilö, asunto/henkilö
Intensiteetti	Lämmitys/m ² , lämmin vesi/asunto
LÄMMITYS	Lämmitys on lämpötilakorjattu.
Aktiviteetti	Asukasluku
Rakenne	m ² /henkilö
Intensiteetti	Lämmitys/m ²
KOTITALOUSSÄHKÖ	
Aktiviteetti	Asukasluku
Rakenne	Asunto/henkilö
Intensiteetti	Kotitaloussähkö/asunto



Kuva B.2. Kotitalouksien lämmityksen (normaalilämpötilaan korjattu) ja lämpimän käyttöveden indeksisarjat (1995 = 100 %). Energiaintensiteettinä on lämmitysenergia/m² ja lämpimään veteen käytetty energia/asunto. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

Lämmitys

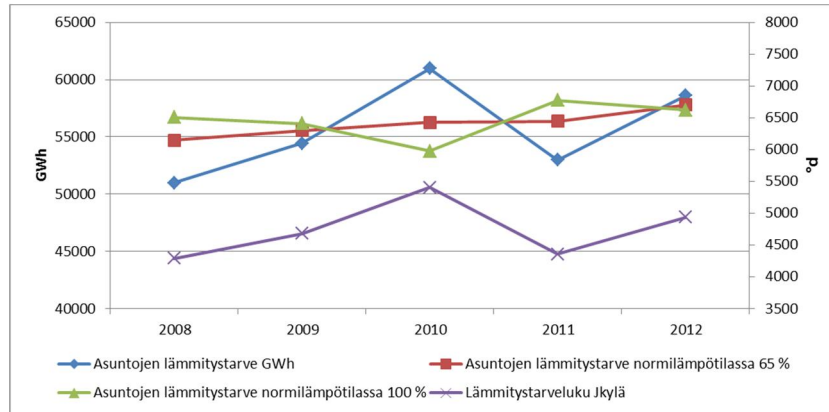
Tarkasteltaessa pelkästään lämmitystä, ks. kuva B.3, nähdään entistä selvemmin, miten lämpötilakorjauksen ylikompensaatio siirtyy myös intensiteettiin. Lämmityksen intensiteetti kasvaa 0,4 %:n vuosivauhtia.



Kuva B.3. Kotitalouksien normaalilämpötilaan korjattu lämmityksen osatekijöiden indeksisarjat (1995 = 100 %). Energiaintensiteettinä on lämmitysenergia/m². Data-lähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

Kuvassa B.4 esitetään Tilastokeskuksen (2014) dataan perustuen asuinrakennusten lämmitysenergian, mukaan lukien lämmin käyttövesi, kulutus gigawattitunneissa vuosina 2008–2012. Tilastokeskus käyttää laskentamallissaan Jyväskylän lämmitystarvelukua, myös kuvassa, kuvaamaan koko Suomen keskimääräistä lämmitystarvetta. Normilämpötilaan eli normilämmitystarvelukuun 4832 sataprosenttisesti ja 65-prosenttisesti korjatusta normilämmitystarvekäyrästä nähdään, että 65-prosenttinen korjauskerroin sopii paremmin. Vuonna 2011 näkyy 65-prosenttisesti korjatussa käyrässä pieni notkahdus, joka voi johtua siitä, että lämpöpumppujen energiatehokkuus on parempi lämpiminä talvina. Toisaalta lämmitystarve itsessään on pitkälti mallinnettu, osin myös lämmitystarvelukuja hyödyntäen, joten aina ei voi sanoa, selitetäänkö todellista ilmiötä vai mallinnusmenetelmän ilmentymää.

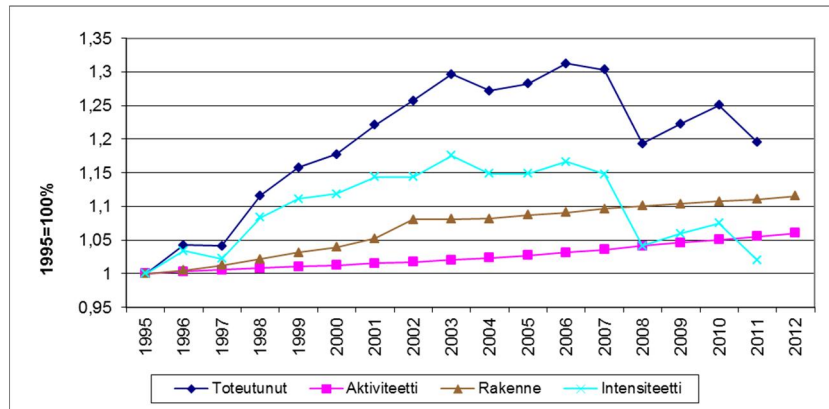
Liite B: Kotitalouksien dekomponointi asukasmäärän pohjalta



Kuva B.4. Suomen asuntojen lämmitystarve (GWh) ja Jyväskylän lämmitystarveluku (Datalähde: Tilastokeskus 2014) sekä kahdella vaihtoehdoisella tavalla normilämpötilaan korjattu lämmitystarve.

Kotitaloussähkö

Sähkön käyttö kasvaa 1,1 %:n vuosivauhtia, ks. kuva B.5, yli koko ajanjakson 1995–2011, mutta näyttää laantuneen vuoden 2003 jälkeen. Päinvastoin kuin asuntolähtöisessä lähestymistavassa itse raportissa, tässä asukaslähtöisessä tarkastelussa energiatehostumista ei ole nähtävissä, vaan intensiteetti kasvaa 0,1 % vuodessa.

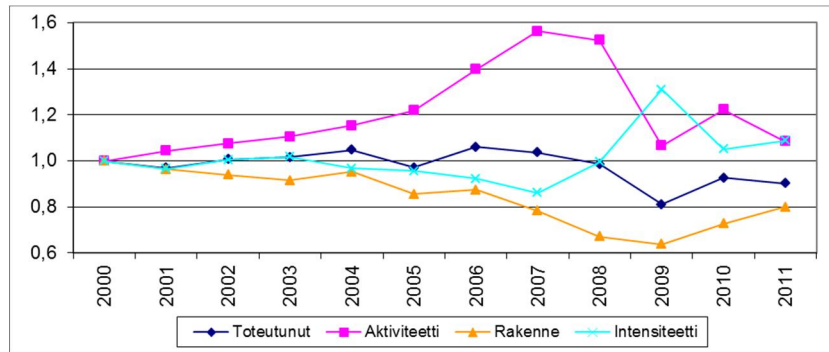


Kuva B.5. Kotitaloussähkökäytön muutoksen osatekijöiden indeksisarjat (1995 = 100 %). Energiaintensiteettinä on kotitaloussähkö/asunto. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

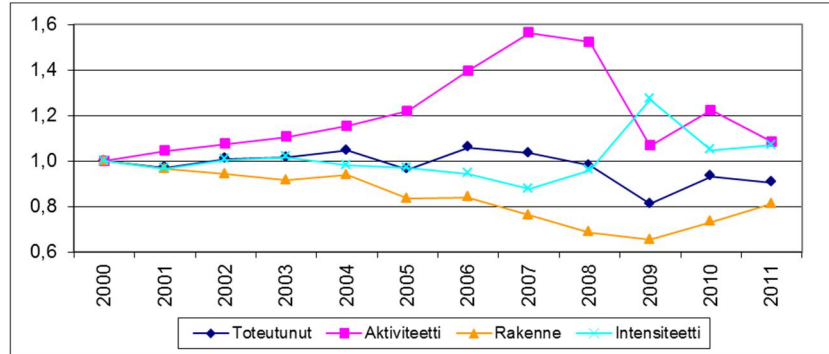
Liite C: Teollisuuden vaihtoehtoiset tietolähteet ja dekomponointitavat

Teollisuuden energiatehokkuus vaihtoehtoisilla tietolähteillä kuvattuna

Teollisuuden energiankäytön analysoinnissa tietolähteellä on merkityksensä, koska kaikki lähteet poikkeavat toisistaan enemmän ja vähemmän, olkoon sitten toimialaluokituksen, energiakäyttömäärityksen tai historiatiedon päivittävyyden osalta. Kuvissa C.1 ja C.2 esitetään Eurostatin (2014) ja IEA:n (2014) energiatilastojen perusteella laskettuja dekomponointituloksia.



Kuva C.1. Teollisuussektorin dekomponointitulokset tarkasteluvälillä 2000–2011. Teollisuuden energiankäyttö (2000 = 100 %). Energiaintensiteettinä on energian käyttö per arvonlisä toimialoittain, arvonlisä vuoden 2005 euroissa laskettuna. Datalähde: energiat Eurostat (2014), arvonlisät Odysee-tietokanta (Enerdata 2014).



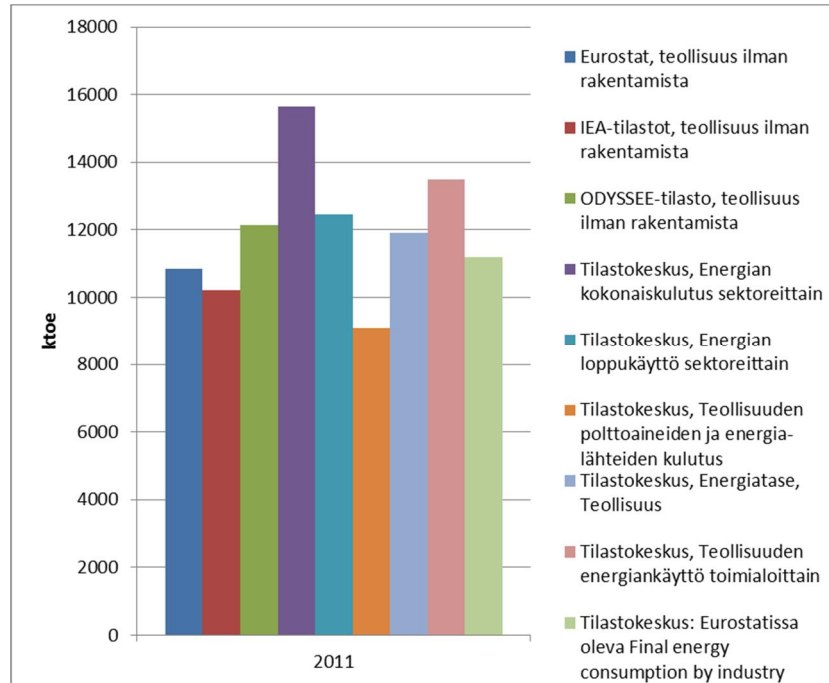
Kuva C.2. Teollisuussektorin dekomponointitulokset tarkasteluvälillä 2000–2011. Teollisuuden energiankäyttö (2000 = 100 %). Energiaintensiteettinä on energian käyttö per arvonlisä toimialoittain, arvonlisä vuoden 2005 euroissa laskettuna. Datalähde: energiat IEA (2014), arvonlisät Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

Molemmissa lähteissä on tilastointimurros 2006–2007, missä muun muassa suuri osa muun teollisuuden energiankulutuksesta siirtyi nimettyihin toimialoihin. Tilastokeskus uusi teollisuuden energiatietojen tiedonkeruuta vuodesta 2007 alkaen, lisäksi siitä alkaen löytyvät energiatiedot myös TOL-2008 toimialaluokiteltuina. Odyssee-tietokannassa tällaista murrosta ei näy. Odysseessä historiatiedon päivitys tapahtuu helpommin ja useammin kuin IEA:ssa tai Eurostatissa, joten oletettavasti tietoja on uudelleenarvioitu ja päivitetty takautuvasti.

IEA:n ja Eurostatin mukaiset dekomponointikäyrät ovat hyvin toistensa kaltaisia ja eroavat Odyssee-tuloksista lähinnä hienosäädön osalta. Odysseessa teollisuuden kokonaiskulutus on koko ajan alhaisempi kuin vuonna 2000, kun taas muissa kulutus on välillä jopa hieman korkeampi. Tästä johtuen Odyssee-datan mukaisissa tuloksissa nähdään hitusen parempi energiatehokkuuskehitys kuin muiden tuloksissa.

Määrittelyserot

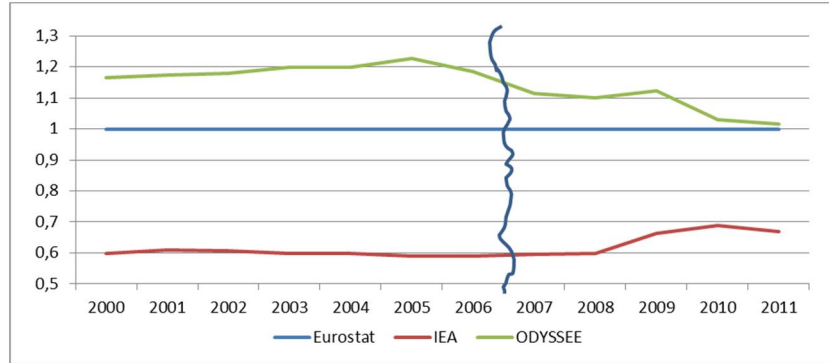
Eri tietolähteitä käytettäessä onkin hyvä pitää mielessä, että tiedon luokittelu ei useinkaan ole täysin sama, esimerkkinä kuva C.3, jossa esitellään Suomen teollisuuden energiakäyttöä vuonna 2011 eri tilastojen mukaan. IEA:n energiataseessa teollisuuden voimantuotanto ja myytävän lämmön tuotanto kuuluvat energian transformointisektorille. Lisäksi IEA:n terästeollisuuden kulutus ja osin kemianteollisuuden kulutus on selvästi alhaisempi kuin muissa selittyen sillä, että IEA:ssa osa kulutuksesta lasketaan kuuluvaksi energian transformointisektorille kun taas Eurostatissa ja Odysseessa ko. teollisuusaloille. Odysseessa teollisuuden toimialakohtainen energiankäyttö on hieman suurempi kuin Tilastokeskuksen antamat luvut, joissa on polttoainekäyttö ja sähkön ja lämmön nettohankinnat. Ero tullee esimerkiksi siitä, että Odysseessä myytyä lämmöntuotantoa ei kompensoida teollisuudelle.



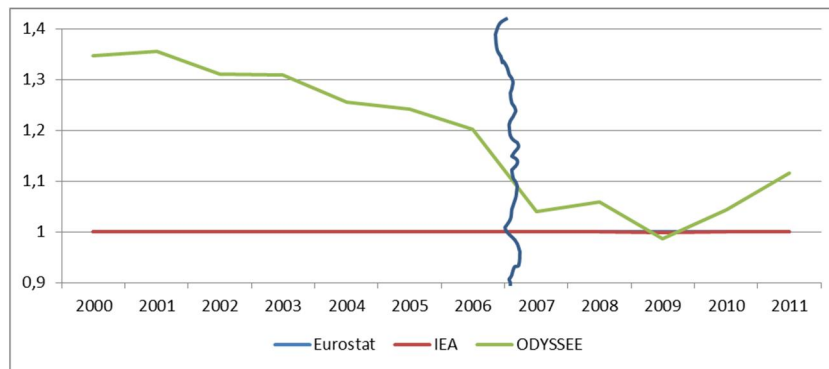
Kuva C.3. Suomen teollisuuden energiankäyttö vuonna 2011 eri lähteiden mukaan (Eurostat 2014, Enerdata 2014, IEA 2014, Tilastokeskus 2014).

Kuvassa C.4 esitetään terästeollisuuden ja kuvassa C.5 paperin ja painamisen energiankulutukset eri tietolähteissä siten, että ne on vuosittain suhteutettu Eurostatin ilmoittamaan määrään. IEA:ssa ja Eurostatissa näkyy tilastointitapamuutos 2006–2007, kuten aiemmin todettiin, mutta Odysseessa muutosta on viety myös takautuvasti tietokantaan.

Liite C: Teollisuuden vaihtoehtoiset tietolähteet ja dekomponointitavat



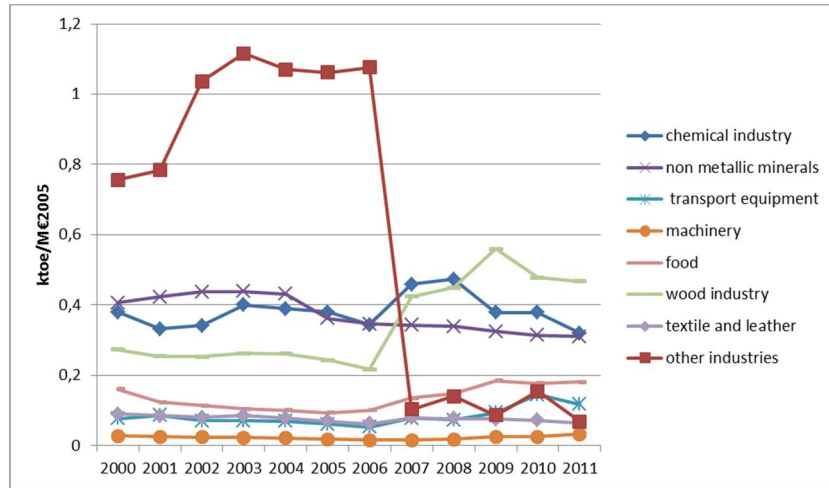
Kuva C.4. Terästeollisuuden energiankulutus IEA:n ja Odysseen mukaan suhteutettuna Eurostatin ilmoittamaan vuosittaiseen määrään. Datalähteet: IEA 2014, Eurostat 2014, Enerdata 2014.



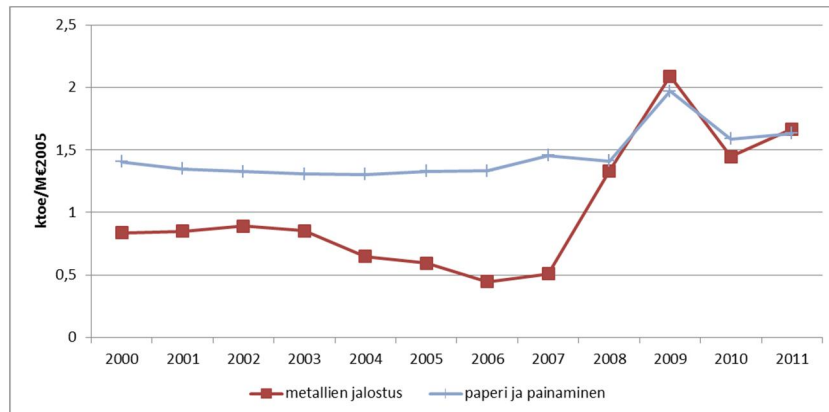
Kuva C.5. Paperin ja painamisen energiankulutus IEA:n ja Odysseen mukaan suhteutettuna Eurostatin ilmoittamaan vuosittaiseen määrään. Datalähteet: IEA 2014, Eurostat 2014, Enerdata 2014.

Tilastokeskuksen energiatilastoissa teollisuudella yleensä ymmärretään sektorit B, kaivannaisteollisuus, ja C, valmistava teollisuus, mutta energiataseissa (IEA, Eurostat, Tilastokeskus) teollisuuteen lasketaan kuuluvaksi myös sektori F, rakentaminen. Energiataseissa teollisuuden oma sähkön tuotanto, myydyn lämmön tuotanto ja osin polttoaineiden valmistus on enemmän tai vähemmän osana energian transformointisektoria, ei teollisuutta. Kuvassa ”Tilastokeskus, Energian kokonaiskulutus sektoreittain” pohjautuu primäärienergiapohjaiseen laskentaan sähkön ja lämmön osalta, mikä selittää muita arvioita selvästi korkeampaa kulutusta. ”Tilastokeskus, Teollisuuden polttoaineiden ja energialähteiden kulutus” ei puolestaan sisällä ostettua sähköä tai lämpöä, mikä selittää matalan kulutuksen.

Eri valmistavan teollisuuden toimialojen ominaisintensiteetit on esitetty kuvissa C.6 ja C.7.



Kuva C.6. Valmistavan teollisuuden alhaisemman energiaintensiteetin toimialojen ominaisintensiteetit vuosina 2000–2011. Datalähde: energiat IEA (2014), arvonlisät Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).



Kuva C.7. Valmistavan teollisuuden energiaintensiivisten toimialojen ominaisintensiteetit vuosina 2000–2011. Datalähde: energiat IEA (2014), arvonlisät Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

Yhteistuotannon tilastointi

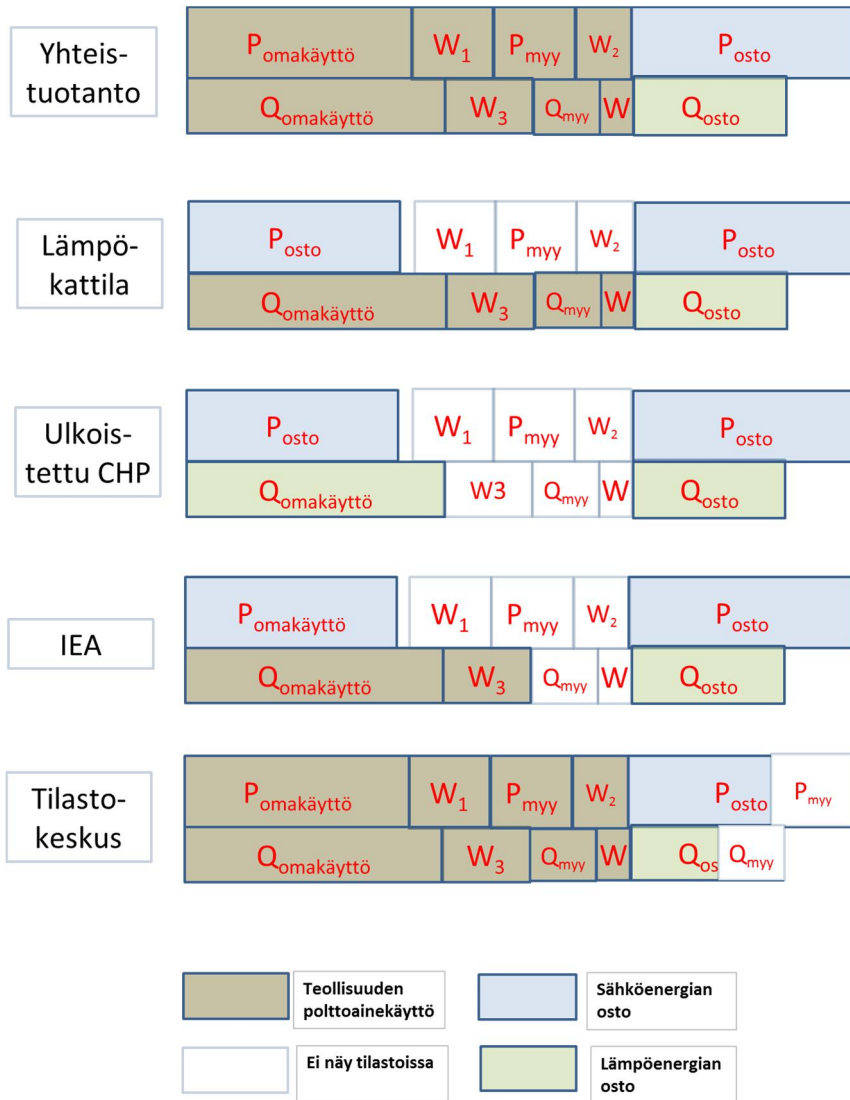
Yhteistuotannon tilastointi on aina tavalla tai toisella ongelmallista ja useimmiten antaa epäedullisemmän kuvan sellaiselle teollisuuden toimialalle, jossa sitä esiintyy. Teollisuuden yhteistuotannon käsittelyfilosofioita ja niiden eroja ja vaikutuksia selvitetään lyhyesti havainnollisten kuvien avulla. Kuvassa C.8 verrataan esimer-

kinomaisesti teollisuuden omaa yhteistuotantolaitosta (CHP) omaan lämpökattilaan tai siihen, että voimalaitos on ulkoistettu. Lisäksi tarkastellaan kahta erilaista tapaa laskea teollisuuden loppukäyttöenergia omalle yhteistuotantolaitokselle. Teollisuuden energiankäyttö riippuu paljon siitä, onko tehdasalueella oleva voimalaitos ulkoistettu vai ei, ja siitäkin, mitkä energiankäyttäjakeet lasketaan mukaan teollisuuden loppukäyttöenergiaan ja mitkä ei. Halvin ratkaisu ”parantaa” teollisuuden energiatehokkuutta on ulkoistaa yhteistuotantolaitokset ja samalla myös lämpökattilat. Näin varmistetaan, ettei lämmöntuotantohäviöitä lasketa teollisuudelle.

Tilastokeskuksen lähestymistapa eli teollisuuden polttoainekulutus ynnä nettohankinnat sähköstä ja lämmöstä, lisää yhteistuotantoon perustuvan teollisuuden energiankäyttöä verrattuna omaan ulkoistettuun energiatuotantoon. Kuten kuvasta nähdään, vähentämällä sähkön tai lämmön tuotantoa myyntiin ”parannetaan” heti ko. toimialan energiankäyttöä ja energiatehokkuutta kuvan häviöiden W_2 ja $W_{[4]}$ osalta.

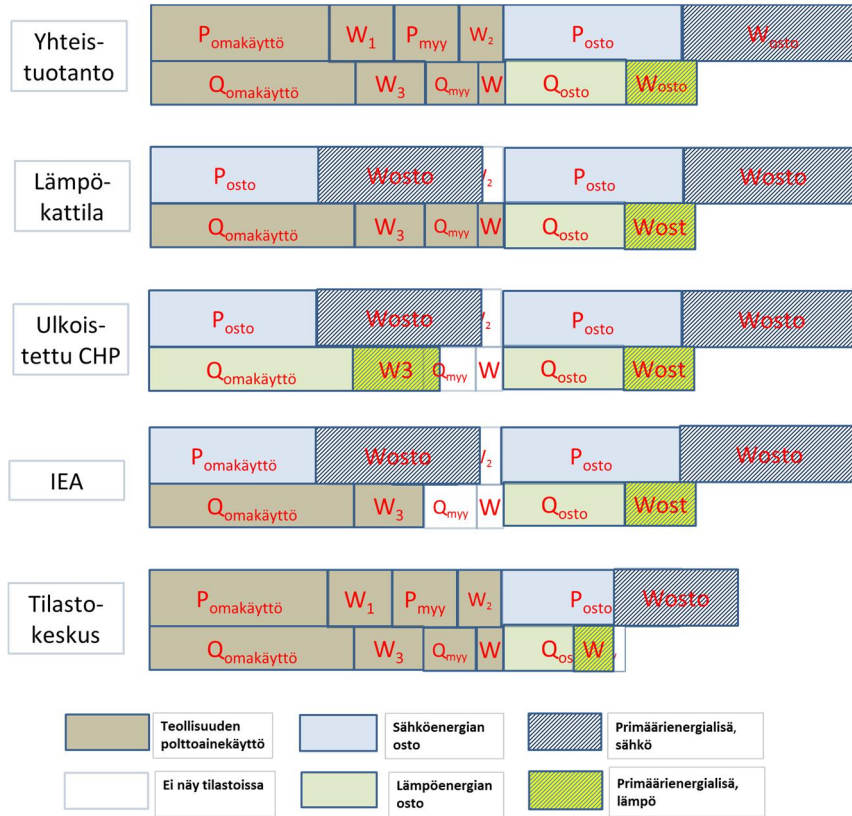
IEA:n lähestymistapa tasapuolistaa tilanteen melko hyvin teollisuuden oman ja ulkoistetun yhteistuotantolaitoksen välillä ja suhteessa pelkään lämpökattilaan. Jos polttoaineet on allokoitu sähkölle ja lämmölle hyödynjakomenetelmän mukaisesti, tilastointitapa on varsin reilu ottaen hyvin huomioon yhteistuotannon hyödytkin teollisuuden energiankäytössä. Silloin CHP:n lämmöntuotantokin saa osansa yhteistuotannon kokonaistehokkuushyödyistä eli lämpöhäviöt (kuvassa merkitty W_3) pienenevät vastaavaan lämpökattilaan verrattuna. Toisaalta yhteistuotannossa lämmön tuotanto kärsii hiukan verrattuna vastaavan kokoluokan lämpökattilaan allokoitaessa polttoaineita energianjakomenetelmällä, jos kattilan kokonaishyötysuhde on korkeampi, niin kuin se usein on.

Liite C: Teollisuuden vaihtoehtoiset tietolähteet ja dekomponointitavat



Kuva C.8. Teollisuuden energiankäytön jakeet eri toimintatilanteissa ja esimerkkiraportoinneissa yhteistuotannolle. P on sähkö, W on häviö ja Q on lämpö. Valkoisia osioita ei lasketa mukaan energiankäyttöön.

Liite C: Teollisuuden vaihtoehtoiset tietolähteet ja dekomponointitavat

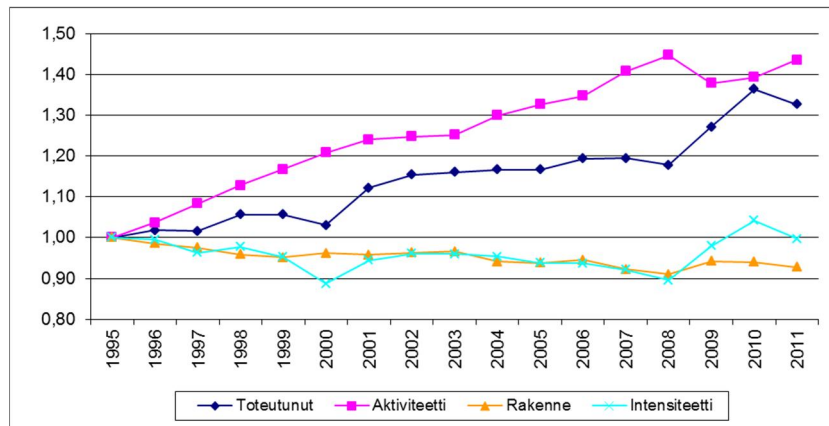


Kuva C.9. Teollisuuden energiankäytön jakeet eri toimintatilanteissa ja esimerkkiraportoinneissa yhteistuotannolle, jos tilannetta katsottaisiin primäärienergiapohjaisena. P on sähkö, W on häviö ja Q on lämpö. Valkoisia osioita ei lasketa mukaan energiankäyttöön.

Primäärienergiapohjainen tarkastelu tasoittaa eri tuotantokombinaatioiden eroja, ks. kuva C.9. Tällöin valitulla sähkön ja lämmön primäärikertoimella on hyvin suuri merkitys eri vaihtoehtojen energiatehokkuuksiin. Pohjoismaisen hankinnan kerroin lienee 1,6:n tietämillä, mutta lauhdesähkön tyyssijassa kerroin voi hyvin olla 2–2,5. Suomen hankinnan primäärienergiakerroin on (keskiarvo 2009–2011) 1,82. Jos katsotaan tuotantoa, kerroin on 1,96, mutta jos tuotannossa ydinvoimalle käytetään kerrointa 1, saadaan kertoimeksi 1,34. Yhteistuotantolaitoksen primäärienergiakerroin (kokonaishyötysuhde 85 %) on 1,18, joten yhteistuotantolaitoksen sähkön tuotannon häviö on kaikissa tapauksissa pienempi vastaavan ostosähkön primäärienergiä.

Liite D: Palvelusektorin vaihtoehtoiset dekomponointitavat

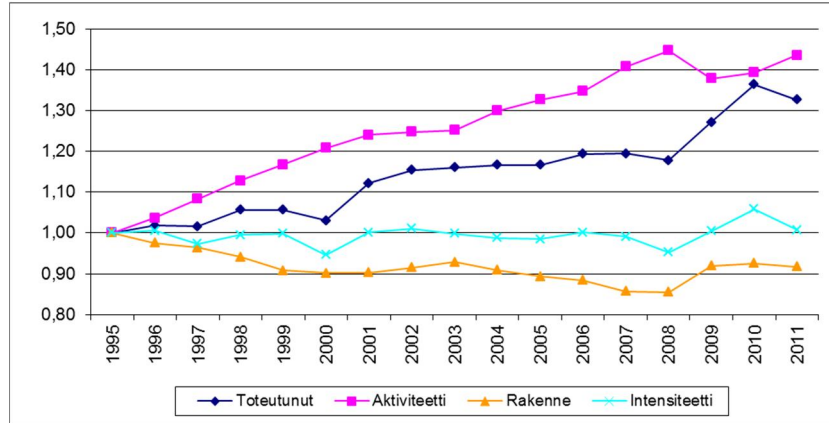
Palvelusektorilla ulkolämpötilalla on merkitystä. Kuvassa D.1 esitetään palvelusektorin dekomponointitulosta ulkolämpötilakorjaamattomalla kulutuksella. Nähdään, että käyttäytyminen vuosina 2009–2011 on päinvastainen kuin lämpötilakorjatuilla (ks. julkaisun luku 2).



Kuva D.1. Palvelusektorin dekomponointi tarkasteluvälillä 1995–2011. (1995 = 100 %). Intensiiteettinä on koe/henkilöstö. Toteutunut kulutus on ulkolämpötilakorjaamaton. Datalähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).

Vastaava dekomponointi tehtynä pinta-alalle esitetään kuvassa D.2. Intensiiteetti on ollut melko tasainen ottaen huomioon, että vuodet 2000 ja 2008 olivat lämpimiä ja 2010 kylmä. Vuoden 2011 kulutus on melko korkea, sillä vuosi oli myös erittäin lämmin.

Liite D: Palvelusektorin vaihtoehtoiset dekomponentitavat



Kuva D.2. Palvelusektorin dekomponointi tarkasteluvälillä 1995–2011. (1995 = 100 %). Intensiiviteettinä on koe/m². Toteutunut kulutus on ulkolämpötilakorjaamaton. Data-lähde: Odyssee-tietokanta (Enerdata 2014).



Nimeke	Energiatehokkuuden kehittyminen Arvio menneisyydestä ja tulevaisuudesta
Tekijä(t)	Göran Koreneff, Leena Grandell, Antti Lehtilä, Tiina Koljonen & Nils-Olof Nylund
Tiivistelmä	<p>Energiatehokkuuden kehittyminen suotuisasti on oleellinen tekijä matkalla kohti vähähiilistä ja resurssitehokasta Suomea, Eurooppaa ja maailmaa. Julkaisussa esitetään energiatehokkuuden toteutunut kehitys 20–25 viime vuoden aikana eri energiankäyttösektoreilla ja tarkastellaan tulevaisuuden energiatehostumispotentiaaleja.</p> <p>Kotitalouksien kokonaisenergian kulutus on ollut tasaisessa kasvussa vuoteen 2008 asti, jonka jälkeen kulutus on kääntynyt laskuun. Laskuun tosin vaikuttaa ennen kaikkea tilastointitavan muutos vuosina 2007–2008, eikä siitä voi vetää liian pitkälle ulottuvia johtopäätöksiä tulevaisuutta ajatellen. Suurin selittäjä itse energiakäytön kasvulle on asuntojen lukumäärän lisääntyminen, mutta nykyään toki asutaan paljon väljemmin ja väestökin kasvaa. Energiain-tensiiteetti on myös kasvanut, mutta siihen voi löytyä tilastointiin liittyviä selittäjiä. Kotitalous-sähkön käytön ja intensiteetin kasvu näyttää pysähtyneen 2000-luvun puolivälissä, mutta tilas-tointitapamuutoksen takia on vaikeata arvioida nykytilaa ja -suuntausta.</p> <p>Rakennusten lämmitysenergian kulutus voi vähentyä 21–25 % vuoteen 2050 mennessä, missä suurin säästö tulee vanhojen talojen poistumasta. TIMES-VTT- mallin avulla arvioitiin rakennusten ominaiskulutusten vähenevän rakennustyyppiin mukaan noin 28–47 % vuodesta 2010 vuoteen 2050 mennessä.</p> <p>Henkilöliikenteen energiakäytössä nähdään selvä kasvutrendi ennen kaikkea suoritteiden eli matkustajakilometrien imussa, vaikka energian käyttö on tehostunut prosentin vuodessa. Tavaraliikenteessä energiakäyttö on ollut taantumaan asti kasvussa. Tavaraliikenteen ener-giatehokkuus on heikentynyt viime vuosina oltuaan sitä ennen toistakymmentä vuotta vakaa. Liikenteelle esitetään eri arvioissa noin 0,4–1,5 %:n vuosittaista tehostumista liikennemuodon mukaan. TIMES-VTT-malli arvioi, että suoritekohtaiset ominaiskulutukset alenevat noin 25–60 % (paitsi tavarajunilla alle 5 %) vuoteen 2050 mennessä.</p> <p>Teollisuudessa näkyy selvä arvonlisään suhteutettu energiakäytön tehostumistrendi vuo-teen 2007 asti, mutta sitten suunta muuttui. Kysymys kuuluukin, onko kyse taantumasta vai pysyvämmästä rakennemuutoksesta. Pohjoismaisen energiaintensiivisen teollisuuden energiasäästöpotentiaalit ovat 10–30 % teollisuudenalan mukaan, kun verrataan parhaimpaan mah-dolliseen saatavilla olevaan teknologiaan. Teollisuudessa merkittävimmät kulutusmuutokset tullevat tulevaisuudessa kuitenkin uusista läpimurtotekniikoista ja teknologiamuutoksista.</p> <p>Palveluissa energiakäyttö on kasvanut tasaisesti eikä ole mitään merkkiä siitä, etteikö kasvu jatkuisi myös tulevaisuudessa. Energiatehokkuus on pysynyt melko vakaana ajalla 1996–2008, jonka jälkeen se on taantumaa (tai tilastointitapamuutoksen) myötä hieman heikentynyt. Palvelusektorin sähkönkulutus on kasvanut 2,6 %:n vuosivauhtia ja ainoastaan vuosina 2010–2011 tapahtunut käänne voi olla merkki siitä, että muutos voisi olla tulossa.</p> <p>Kansallisen energiatehokkuuden toimintasuunnitelmaan sisältyy energiakäytön tehostamis-toimia eri sektoreilla jo yli 50 TWh:n edestä vuoteen 2020 mennessä. Suomi on matkalla EU:n 2020 energiatehokkuustavoitteesensa. Motivan energiakatselmustoiminnan yhteydessä on arvioitu energiansäästöpotentiaalia katselmustoimintaan osallistuvissa yrityksissä. Sähkösäästöpotentiaali on suurteollisuutta lukuun ottamatta 6–10 % ja lämmön/polttoainesäästö-potentiaali 11–27 %, ja suurin osa potentiaalista on jo hyödynnetty katselmoiduissa yrityksissä. Tämä on hyvä pitää mielessä arvioitaessa EU:n nykyistä 20 %:n energiatehokkuustavoitetta vuoteen 2020 mennessä ja mahdollisia uusia tavoitteita vuoteen 2030 mennessä.</p> <p>Miksei kaikkia kustannustehokkaita energiasäästömahdollisuuksia ja -potentiaaleja hyödyn-netä? Syitä on tutkittu paljon ja ne voidaan kiteyttää taloudelliseen toimintaympäristöön, toimi-jan prioriteetteihin, päätöksenteossa käytettyihin arviointikriteereihin, yrityksen johtamiskulttuu-riin, tietotaidon puutteeseen, vastuiden jakautumiseen ja siihen, etteivät energiatehokkaat ratkaisut aina vastaa alkuperäisiä. Toki on myös otettava huomioon, että mitä yleisemmällä tasolla potentiaaliarviolaskelmat laaditaan, sen huonommin ne vastaavat tosielämän tilanteita.</p>
ISBN, ISSN	ISBN 978-951-38-8262-4 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp) ISSN-L 2242-1211 ISSN 2242-122X (verkkojulkaisu)
Julkaisu-aika	Heinäkuu 2014
Kieli	Suomi, englanninkielinen tiivistelmä
Sivumäärä	70 s. + liitt. 16 s.
Projektin nimi	
Toimeksiantajat	
Avainsanat	energiatehokkuus, energiasäästöpotentiaali, Laspeyres-indeksi, dekomponointi
Julkaisija	VTT PL 1000, 02044 VTT, puh. 020 722 111



Title	The development of energy efficiency in Finland Assessments of the past and the future
Author(s)	Göran Koreneff, Leena Grandell, Antti Lehtilä, Tiina Koljonen & Nils-Olof Nylund
Abstract	<p>A favourable development of energy efficiency is an essential factor on the road towards a low carbon and resource efficient Finland, Europe and world. The past 20 to 25 years energy efficiency development in different sectors in Finland is presented in this publication, as well as the energy efficiency potential of the future.</p> <p>Energy consumption in households has been steadily growing up to 2008, after which it started to decrease. The main reason for the change is the change in how the statistics are made 2007/2008, and one shouldn't therefore draw too far reaching conclusions for the future of the turning point. The main factor behind the growth of the energy use is increase in the number of households, but living is also more spacious than before and also the population is increasing. Energy intensity of households has also increased, although there may also be statistically based explanations behind that. The growth in electricity use as well as intensity appears to have stopped in the mid 2000's, but because of the change in the statistical method it is difficult to assess the state and trend at the moment.</p> <p>Heating energy for buildings will decrease 21% to 25% by 2050 and the main drop in the energy usage comes from the decrease in old housing units. According to the results from the TIMES-VTT model, specific heating consumption will decrease with 28% to 47% by 2050 depending on the type of the building.</p> <p>Energy use of passenger traffic has a clear growth trend corresponding to the increase in output, passenger-km, even as energy efficiency has improved at a rate of one percent per year. The energy efficiency of goods traffic has been stable for a long time until it weakened in recent years. Energy will be used 0.4% to 1.5% more efficiently each year in traffic, depending on the form of traffic. The TIMES-VTT model results indicate that output specific consumptions will decrease by 25% to 60% (except goods train traffic, less than 5%) by 2050.</p> <p>There was a strong trend of improved energy efficiencies, in relation to value added, in the industry up to 2007, where after the trend changed, however, it is an open question if the change is due to the economic recess or if it is a more permanent structural change. The Nordic energy intensive industries show energy saving potentials of 10% to 30%, depending on the branch of industry, when compared to best available technology. However, the most substantial changes in the energy use in the future may come from new breakthrough technologies and technology changes.</p> <p>Energy use of the service sector has increased steadily and there are no signs that it will not continue to do so in the future. Energy intensity of services has, on the other hand, been quite stable from 1996 to 2008, after which it has slightly increased as a result of the recession (or changes in the statistics). Electricity use has increased by 2.6% per year in the service sector and only the turn in 2010/2011 could be a sign that a change might be coming.</p> <p>The national energy efficiency action plan includes measures in different sectors resulting in energy savings of over 50 TWh by 2020, which means that Finland is on its way to achieve the EU energy efficiency targets. Motiva has assessed the energy savings potentials of companies partaking in energy audits. Excluding large, energy intensive industries, the saving potential of electricity is around 6% to 10% and of fuels and heat 11% to 27%, and most of the potential has also been utilised by the partaking enterprises. It is good to keep this in mind when assessing EU's current 20% energy efficiency target to 2020 and possible new targets to 2030.</p> <p>Why are not all cost effective energy saving opportunities and potentials utilised? The question has been researched extensively and the answers are, compressed, the economic environment, the priorities of the actor, evaluation criteria in the decision making, management system and style of the enterprise, lack of know-how, split responsibilities and that the energy efficient solutions do not always come up to the original functionalities. It should also be noted, that on the higher and more generic level the potential estimates are made, the worse they match the real life situations.</p>
ISBN, ISSN	ISBN 978-951-38-8262-4 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp) ISSN-L 2242-1211 ISSN 2242-122X (Online)
Date	July 2014
Language	Finnish, English abstract
Pages	70 p. + app. 16 p.
Name of the project	
Commissioned by	
Keywords	energy efficiency, energy saving potential, Laspeyres index, decomposition
Publisher	VTT Technical Research Centre of Finland P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland, Tel. +358 20 722 111

Energiatohokkuuden kehittyminen Suomessa

Arviot menneisyydestä ja tulevaisuudesta

ISBN 978-951-38-8262-4 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

ISSN-L 2242-1211

ISSN 2242-122X (verkkojulkaisu)

