



# Suomelle kilpailukykyä älyenergiasta

---

Gaia Consulting Oy

---

Julkaisija: WWF Suomi



*gaia*



## Sisältö

Johdanto 3

Suomelle kilpailukykyä älyenergiasta 4

Suomen älyenergiaskenaario 6

Faktoja kilpailukyvystä ja taloudesta 12

Faktoja älykkäästä energiasta 26

Lähdeluettelo 38

2



**Julkaisija: WWF**  
Lintulahdenkatu 10  
00500 Helsinki  
[www.wwf.fi](http://www.wwf.fi)



**Teksti: Gaia Consulting Oy**  
Iivo Vehviläinen, Mikko Halonen,  
Elina Virtanen ja Juha Vanhanen  
© Gaia Consulting Oy, 2010

Bulevardi 6 A  
00120 Helsinki  
[www.gaia.fi](http://www.gaia.fi)

Gaia Consulting Oy on WWF:n toimeksiannosta selvittänyt, miten energiatehokkuuden, älykkään energiankäytön ja uusiutuvien energialähteiden edistäminen vaikuttaisi Suomen kilpailukykyyn. Raportti on ladattavissa osoitteessa [www.wwf.fi/ilmastomateriaalit](http://www.wwf.fi/ilmastomateriaalit).



## Johdanto

WWF:n tavoitteena on pysäyttää luonnon monimuotoisuuden jatkuva väheneminen ja parantaa ihmisten elämän laatua. Tähän WWF pyrkii muun muassa torjumalla ilmastonmuutosta sekä edistämällä uusiutuvien luonnonvarojen kestävää ja kohtuullista käyttöä.

Suomen on muiden teollisuusmaiden tapaan sitouduttava vähentämään päästöjään vuoden 1990 tasosta 40 % vuoteen 2020 mennessä, sekä oltava hiilineutraali maa vuonna 2050. Muuten ilmasto voi lämmetä yli kahden asteen riskirajan, mikä voi tuhota maailman koralliriuttoja ja sulattaa jäätiköitä sekä aiheuttaa suurta kärsimystä etenkin köyhimpien maiden asukkaille. Ilmastonmuutoksen seuraukset ympäristölle, taloudelle ja sitä kautta ihmisten hyvinvoinnille ovat vakavat.

WWF Suomi antoi Gaia Consulting Oy:lle tehtäväksi selvittää, kuinka paljon maamme energiantarpeesta voidaan kattaa kestävillä energiaratkaisuilla samalla kun päästöt vähennetään tuntuvasi.

Raportti osoittaa, että Suomi pystyy kustannustehokkaasti turvaamaan energiantarpeensa panostamalla energiatehokkuuteen, kotimaiseen uusiutuvaan energiaan ja älykkäisiin sähköverkkoihin. Suomen kannattaa olla tämän kehityksen kärjessä. Näin turvataan energiantarve niin, että samalla edistetään Suomen kilpailukykyä. Riskialtista lisäydinvoimaa ei tarvita.

2050-luvulla Suomen energiantuotanto voi perustua 100-prosenttisesti uusiutuvien energialähteiden varaan. Samalla päästöt vähenevät yli 90 prosenttia.

Uusiutuvan energian potentiaaleissa on otettava huomioon WWF:n ekologiset reunaehdot. On selvää, että esimerkiksi tuulivoimaa ei voi sijoittaa keskeisille merikotkien pesimäalueille ja että metsäenergian käytössä on otettava huomioon luonnon monimuotoisuuden vaatimukset.

Kansanedustajilla on edessään vastuullisia energiapäätöksiä. WWF toivoo, että Suomen energiatulevaisuus rakennettaisiin kestävien ja turvallisten ratkaisujen pohjalle. Vastuullinen valinta myös palkitsee: näin edistetään parhaiten suomalaista teknologiakehitystä, innovaatioita, työllisyyttä ja vientimahdollisuuksia. Älyenergialla pystymme torjumaan ilmastonmuutosta ja samalla luomaan kestävää vaurautta ja kilpailukykyä Suomelle.



Liisa Rohweder, KTT  
Pääsihteeri  
WWF Suomi



## Suomelle kilpailukykyä älyenergiasta

*Suomen kyky ylläpitää hyvinvointia edellyttää tuottavuuden merkittävää parantamista. Ripeästi energiatehokkuuteen ja uusiutuviin energialähteisiin panostaen meillä on mahdollisuus kestävään talouskasvuun ja edelläkävijyyteen. Samalla torjutaan ilmastonmuutosta ja parannetaan kansalaisten hyvinvointia.*

4

### **Energiatehokkuudesta etulyöntiasema**

Energiatehokkuus ja hiilipiheys ovat yrityksille ja kansakunnille kilpailuetuja. Ilmastonmuutoksen hillintä, öljyntuotannon hiipuminen ja energiaturvallisuus edellyttävät päättäväisiä toimia sekä merkittäviä investointeja puhtaaseen energiajärjestelmään siirtymiseksi.

Mikäli investoinnit uusiutuvaan energiaan ja energiatehokkuuteen jätetään tekemättä, nousevat muutosten kustannukset myöhemmin huomattavasti suuremmiksi. Välttämättömät investoinnit kannattaa kohdistaa yhteiskunnan näkökulmasta järkevästi – omaa talouskasvuamme ja työllisyyttä tukien.

Innovatiivisten ilmastoratkaisujen kehittäminen luo maailmanlaajuisia mahdollisuuksia edelläkävijäyrityksille ja suomalaiselle osaamiselle. Vahvan tietoteknologia- ja kommunikaatioalan lisäksi yrityksillämme on paljon osaamista esimerkiksi energiatehokkaisuun teollisuuden prosesseihin ja älykkäisiin sähköverkkoihin liittyen.

### **Yritykset järkeistävät energiankäyttönsä**

Energiankulutuksen tehostaminen pienentää tarvetta tuontipolttoaineiden käyttöön, keventää kauppasetta ja vapauttaa kansantalouden resursseja tuottavaan käyttöön.

Energia- ja materiaalitehokas toiminta on myös yritysten kilpailukykyyn perusedellytys. Turhan kulutuksen leikkaaminen tuo kustannussäästöjä. Paljon energiaa käyttävät prosessit tehostuvat tai jäävät globaalin kilpailun jalkoihin. Energian suuri kulutus ei tuo loppukuluttajille lisäarvoa eikä valmistajille kilpailuetua.

### **Hyvinvointia suomalaisesta osaamisesta**

Taloutemme nykyrakenteita koetellaan energiakysymyksistä riippumatta. Valmistavan teollisuuden työpaikkoja siirtyy tuotantokustannuksiltaan edullisempiin maihin ja lähemmäksi kasvavia markkinoita. Talouden kasvua on haettava osaamisesta ja palveluista.

Suomen kestävä talouskasvu rakentuu enenevässä määrin osaamisvaltaisiin palveluihin. Älyenergia-skenaariossa osoitetaan, että työpaikat ja hyvinvointi voidaan turvata osaamiseen ja palveluihin perustuvassa yhteiskunnassa.

### **Kestäviä työ- ja liiketoimintamahdollisuuksia**

Älyenergia-skenaariossa energiatehokkuuden toimenpano ja uusiutuvien energialähteiden valjastaminen luovat laaja-alaisia liiketoimintamahdollisuuksia ja kestäviä työpaikkoja, esimerkiksi:

- Kotimainen tuulivoimapanos voi luoda 30 000 työpaikkaa ja 12 miljardin euron vientiteollisuuden vuoteen 2020 mennessä (Teknologiateollisuus, 2009).
- Bioenergiassa voidaan kiihdytetyin toimin saada 12 500 uutta työpaikkaa vuoteen 2015 mennessä (TEM, 2007).
- Sähköautoklusteri voi työllistää 8 400 henkeä ja tuottaa 2,5 miljardin euron liikevaihdon jo 2020 (Biomeri ja TEM, 2009).

Kasvun varmistamiseksi Suomen pitää tukea älyenergian tarjoamia työ- ja liiketoimintamahdollisuuksia. Toimenpiteitä ovat esimerkiksi:

- Energiantuotannon rakentaminen kotimaisten uusiutuvien energialähteiden varaan.
- Kotimarkkinoiden aktivointi energiatehokkuuden edistämiseen taloudellisin kannustein ja julkisin hankintakriteerein.
- Innovaatiojärjestelmän suuntaaminen älykkäisiin sähköverkkoihin, sähköajoneuvoihin, energiatehokkuuteen ja uusiutuviin energialähteisiin.



### Energiankulutus kääntyy laskuun

Energiankulutus kääntyy Suomessa laskuun mm. teollisuuden rakennemuutoksen, energiatehokkuutta edistävien EU-direktiivien ja säädösten sekä liikenteen sähköistymisen vuoksi. Tulevat säädökset koskettavat esimerkiksi:

- laitteiden minimienergiatehokkuutta: lamput, tv:t, kodinkoneet, moottorit yms.,
- rakennusten energiankäyttöä; ”lähes nollaenergiatalot” vuonna 2020 ja
- autojen päästötasoja.

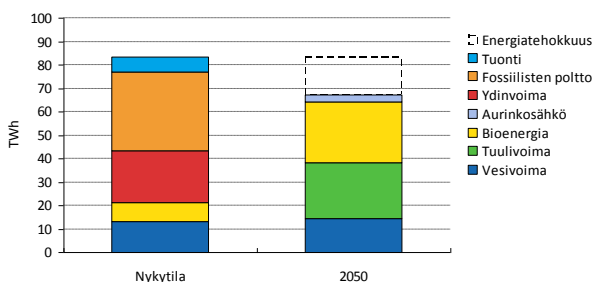
Älyenergia-skenaariossa tehokasta energiankäyttöä edistetään lisäksi panostamalla älykkäisiin sähköverkkoihin, aktivoimalla markkinoiden toimintaa julkisin hankinnoin, innovaatiotukia ja muita kannustimia tehostamalla sekä panostamalla osaamiseen ja tiedotukseen.

### Uusiutuvaa energiaa on riittävästi

Uusiutuvan energian varat riittävät takaamaan kilpailukykyisen ja hyvinvoivan Suomen. Sähkönkulutuksen kattamiseksi vuonna 2050 tarvitaan:



- Energiatehokkuutta, -16 TWh (vs. nykytila)
- Tuulivoimaa, 24 TWh
- Vesivoimaa, 15 TWh
- Bio- ja aurinkoenergiaa, 29 TWh

Uutta tuulivoimaa ollaan rakentamassa ripeästi Suomeen. Tuulivoimahankkeita oli vuoden 2009 lopussa vireillä vuonna 2050 tarvittava määrä (VTT, 2009). Bioenergiassa metsäteollisuuden väheneviä sivutuotevirtoja korvataan lisäämällä energiapuun käyttöä (TEM, 2010) ja myös aurinkosähkön tuotanto tulee myöhemmin kannattavaksi. Uusiutuvan energian lisäämisessä on kuitenkin otettava huomioon myös muut ympäristönäkökannat.





Kuva 2. Energiantuotantopaletin uudistuminen.

Vaihto hehkulampuista pois tuo kotiin säästöjä

	60 W x 10 kpl = 600 W
	10 W x 10 kpl = 100 W (energiansäästö-lamppu)
	<b>-500 W</b>

Säästö voidaan tuhlaata kahteen isoon TV:seen

	250 W x 2 = 500 W
	150 W x 2 = 300 W (LED-TV arvio)
	<b>-200 W</b>

Mutta TV:t ja kaikki muutkin laitteet tehostuvat

**Mistä uudet sähkösyöpöt??**

Kuva 1. Energiatehokkuuden vaikutus.

### Paikalliset älykkäät voimavarat

Älykkäiden sähköverkkojen ja laitteiden avulla kuluttajien itse tuottaman aurinko- ja tuulisähkön hyödyntäminen ja syöttäminen verkkoon helpottuu. Samoin energiansäästö helpottuu älykkäiden sähkömittarien avulla. Näin kuluttajat voivat myös tietoisesti vähentää sähkönkulutustaan erityisesti kalliina huippukulutusaikoina, jolloin sähkölasku pienenee ja tuotannon päästöt vähenevät.

### Suomesta hiilineutraali vuonna 2050

Energiatehokkuustoimiin, älykkäisiin sähköverkkoihin ja uusiutuviin energialähteisiin perustuva energijärjestelmä vähentää kansallisia päästöjä yli 90 % vuoteen 2050 mennessä.

Lisäksi älyenergiaan panostamisesta koituu runsaasti oheishyötyjä, esimerkiksi:

- Kotitalouksien energiankulut pienenevät turhan energiankäytön vähetessä.
- Terveystieteiden kustannukset pienenevät, kun liikenteen pienhiukkaspäästöt vähenevät joukkoliikenteen, kevyen liikenteen ja sähköautojen yleistyessä.
- Rakentamisessa energiatehokkuus luo laadukkaasti toteutettuna viihtyisämpää ja terveellisempää sisäympäristöä (RIL, 2009).

Älykäs energia on Suomen kilpailuvaltti.



## Suomen älyenergia -skenaario

*Yhteenvedo skenaarion taustaoletuksista, sähkönkulutuksesta ja tuotannosta*

### **Kestävä talouskasvu muodostuu palveluista ja tarvitsee vähemmän energiaa**

Tässä esitetyn älyenergia-skenaarion taustaoletuksena on, että Suomen kestävä talouskasvu rakentuu tulevaisuudessa enenevissä määrin osaamisvaltaisiin palveluihin<sup>1</sup>:

- 6
- A) Skenaariossa oletetaan talouskasvun olevan keskimäärin 1,5 % vuosina 2010–2030 ja 2,0 % vuosina 2030–2050. Talouskasvua hidastaa aluksi elinkeinoelämän rakennemuutos. Kasvua tukee ICT-sektorin ajama työn tuottavuuden kasvu, energiatehokkuuden lisäämä tehostuminen sekä energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian ympärille rakentuvat uudet tuotannonalat, joita ovat esim.:
- teollisuuden energiatehokkuusratkaisut ja -palvelut,
  - älykkäiden sähköverkkojen ympärille syntyvät ICT- ja laitetoiminnot ja
  - tuulivoiman tuotantoteknologioiden ja siihen kytköksissä olevien teknologioiden valmistus.
- B) Samalla Suomen talousrakenne lähestyy muita länsimaita<sup>2</sup>. Palveluiden osuuden kansantuotteesta oletetaan nousevan nykyisestä noin 65 %:sta 80 %:iin. Kasvu pitää sisällään erityisesti liike-elämän palveluita, joita myös viedään jatkossa enemmän<sup>3</sup>.
- C) Suomessa säilyy myös jatkossa energiatehokasta raskasta teollisuutta.
- Metalliteollisuuden tuotanto pysyy nykytasolla.
  - Paperiteollisuuden tuotanto puolittuu vuoteen 2050 mennessä vuoden 2007 tasolta.
  - Kemianteollisuuden tuotanto vähenee kolmannekseen.
- D) Uusi teollinen tuotanto kuluttaa tuotettua lisäarvoa kohden keskimäärin karkeasti saman verran energiaa kuin nykyinen muu ei-energiaintensiivinen teollisuutemme.
- E) Energiatehokkuus kaikilla aloilla paranee 5 % vuoteen 2020 ja 20 % vuoteen 2050 mennessä.
- F) Energian käytön suhteen talousrakenteen murros vaikuttaa erityisesti teollisuudessa. Paljon energiaa käyttävät prosessit tehostuvat tai jäävät globaalin kilpailun jalkoihin. Energian suuri kulutus ei tuo loppukuluttajille lisäarvoa eikä valmistajille kilpailuetua.

Tehtyjen oletusten perusteella teollisuuden sähkönkulutus kehittyy taulukon 1 osoittamalla tavalla.

**Taulukko 1.** Teollisuuden sähkönkulutuksen kehitys (vuosi 2010 arvio ilman talouslaman vaikutuksia<sup>4</sup>).

TWh	2010	2020	2030	2040	2050
Metsäteollisuus	26	22	18	14	10
Metallien jalostus	7	7	6	6	5
Kemian teollisuus	7	6	4	3	2
Muut	7	8	9	10	10
<b>Yhteensä</b>	<b>46</b>	<b>41</b>	<b>36</b>	<b>32</b>	<b>28</b>

<sup>1</sup> Energiankulutuksen oletuksia on avattu myös kohdassa 8. *Talouden rakennemuutos vähentää teollisuuden energiankulutusta.*

<sup>2</sup> Lähde: Tilastokeskus, Gross value added, Tilastokeskuksen Eurostat-tietokannat, viitattu 15.3.2010.

<sup>3</sup> Suomen Pankki, Palveluiden ulkomaankauppa Suomessa, 2009.

<sup>4</sup> Lähtökohdiana vuodelle 2010 Tilastokeskuksen tilasto 2007 sekä Pöyryn arvio Metsäteollisuuden rakennemuutoksen nettovaikutuksesta vuosina 2008 ja 2009. Lähde: Pöyry, Metsäteollisuuden saatavuus energiantuotantoon eri markkinatilanteissa, 2009.



## EU-direktiivit vähentävät laitteiden ja koneiden energiankulutusta

Sähkönkäytön muutostrendien valossa on skenaariossa tehty seuraavat oletukset<sup>5</sup>:

- A) Kodinkoneiden ja laitteiden käyttö kasvaa suhteessa käytössä olevaan asumistilaan.
- B) Energiatehokkuus kotitalouksissa paranee EU-direktiivien myötä:
- valaistuksessa 60 % vuoteen 2020 ja 80 % vuoteen 2050 mennessä,
  - kodin laitteissa<sup>6</sup> 30 % vuoteen 2020 ja 50 % vuoteen 2050 mennessä ja
  - muissa laiteryhmissä 10 % vuoteen 2020 ja 50 % vuoteen 2050 mennessä.
- C) Palveluissa energiatehostuminen laiteryhmittäin etenee myös EU-direktiivien avulla:
- valaistuksessa 40 % vuoteen 2020 ja 60 % vuoteen 2050 mennessä ja
  - sähkömoottoreissa ja muussa energiankäytössä 5 % tehostuminen vuoteen 2020 ja 30% vuoteen 2050 mennessä.
- D) Ei uutta merkittävää energiankäyttöä kotitalouksiin, palveluihin tai maatalouteen.

7

Tehtyjen oletusten perusteella kotitalouksien, palveluiden ja muu (lähinnä maatalous) sähkönkulutus kehittyy taulukon 2 osoittamalla tavalla.

**Taulukko 2.** Sähkönkulutus kotitalouksissa, palveluissa sekä muu sähkönkäyttö.

TWh	2010	2020	2030	2040	2050
Kotitaloudet (ei sis. sähkölämmitystä)	11	10	10	9	7
Palvelut	17	15	13	12	12
Muut	3	3	3	2	2
Yhteensä	31	28	25	23	21

## EU ajaa myös rakennusten energiankulutuksen alas

Rakennusten energiankulutukseen vaikuttavien keskeisten seikkojen osalta on tehty oletukset<sup>7</sup>:

- A) Tilastokeskuksen ennusteen mukaisesti väestönkasvu jatkuu ja vuonna 2050 suomalaisia on yli 6 miljoonaa. Asumisväljyys ja palveluiden tilantarve kasvavat maltillisesti.
- B) Uudisrakentamisessa normeja tiukennetaan ja nopeaa siirtymistä passiivitaloihin suositaan.
- Vuosina 2010–2020 rakennettavien uudisrakennusten lämmitystarve jää puoleen nykynormista.
  - Vuoden 2020 jälkeen rakennetaan pääosin passiivitaloja.
- C) Korjausrakentamisessa tehdään energiaremontteja, joissa nykyisen rakennuskannan energiankulutus karkeasti puolitetaan.
- Vuoden 2020 jälkeen kaikkien merkittävien peruskorjausten yhteydessä tehdään energiaremontti, jonka vaikutuksesta energiankulutus keskimäärin puolittuu. Korjauksia tehdään yli 30 vuotta vanhoihin taloihin keskimäärin noin 2,5 % vuosivauhdilla.
  - Vuosien 2010–2020 välillä markkinaa käynnistellään ja remontti tehdään vain puoleen koko korjattavasta rakennuskannasta.

<sup>5</sup> Oletuksista tarkemmin kohdassa 9. EU-säädökset pudottavat kotitalouksien ja palveluiden sähkönkäyttöä

<sup>6</sup> Sisältäen jääkaapit, pakastimet, ruoanlaiton, pyykinpesun- ja kuivauksen, ilmanvaihdon ja ilmastoinnin sekä astianpesukoneet.

<sup>7</sup> Oletuksista tarkemmin kohdassa 10. Asuin- ja palvelurakennusten energiankulutus kääntyy laskuun.



D) Ilmasto lämpenee vuoteen 2050 mennessä IPCC:n skenaarioiden oletusten mukaisesti.

Oletusten perusteella rakennusten energiankulutus kehittyy taulukon 3 osoittamalla tavalla.

**Taulukko 3.** Asuin- ja palvelurakennusten lämmitysenergiankäyttö (nettohyötyenergia).

TWh	2010	2020	2030	2040	2050
Kaukolämpö	24	19	16	13	11
Sähkölämmitys	9	9	9	8	7
Lämpöpumput	3	7	6	5	3
Muut	16	12	9	7	5
Yhteensä	52	48	40	34	27

8

**Liikenteessä toteutuu suuri energiatehokkuushyppy sähköistyksen avulla**

Skenaarion keskeiset oletukset liikennesektorin energiankulutuksen osalta ovat<sup>8</sup>:

- A) Liikennesuoritteet henkilöä kohden vähenevät 10 % vuoteen 2050 mennessä. Liikennetarvetta vähentää eheä yhdyskuntarakenne, etätöiden ja etäasioinnin lisääntyminen sekä väestön ikääntyminen. Väestönkasvun myötä liikennesuoritteiden kokonaismäärä pysyy noin nykytasolla.
- B) Kevyen liikenteen ja raideliikenteen suosio kaksinkertaistetaan vuoteen 2050 mennessä. Henkilöautoilun suosiota vähentää energiakulujen kallistuminen. Lisäksi raideliikenteen kasvua tuetaan kaavoittamalla radanvarsien viereen ja kehittämällä kevyen liikenteen väylärakennetta.
- C) Muun julkisen liikenteen osuus liikennesuoritteista kasvaa 50 % vuoteen 2050 mennessä.
- D) Sähköautot yleistyvät voimakkaasti vuoden 2020 jälkeen ja vuoteen 2050 mennessä henkilöauto-liikenne on kokonaan sähköistynyt. Sähköautojen energiatehokkuuden on oletettu olevan nyt noin 3 kertaa keskimääräistä polttomootoriautoa parempi<sup>9</sup>.

Tehtyjen oletusten perusteella liikenteen energiankulutus kehittyy taulukon 4 osoittamalla tavalla.

**Taulukko 4.** Liikenteen energiankulutus.

TWh	2010	2020	2030	2040	2050
Tieliikenteen polttonesteet	45	38	27	13	6
Tieliikenteen sähkö	0	1	3	7	9
Raideliikenne, kotimaan laiva- ja lentoliikenne	5	5	4	3	2
Yhteensä	51	44	33	23	17

<sup>8</sup> Oletuksia käydään läpi myös kohdassa 11. Liikenne sähköistyy.

<sup>9</sup> Sähköautojen keskimääräinen kulutus nykyteknologialla on noin 20 kWh/100 km, joka vastaa noin 2,2 litran kulutusta 100 km kohden.



## Uusiutuvaa energiaa on riittävästi

Uusiutuvan energian varat riittävät takaamaan kilpailukykyisen ja hyvinvoivan Suomen tulevina vuosikymmeninä<sup>10</sup>:

- A) Vesivoiman tuotanto kasvaa jo rakennettujen vesivoimaloiden tuotannon lisäyksillä.
- B) Uutta tuulivoimaa ollaan rakentamassa ripeästi Suomeen. Skenaariossa oletettu tuulivoimatuotanto vastaa 8 000 MW kapasiteettia vuoteen 2050 mennessä. Vastaava määrä tuulivoimatuotantoa on hankevalmistelussa jo vuoden 2009 lopussa<sup>11</sup>. Tuulivoiman voimakas rakentaminen tulee vaikuttamaan paikallisesti ympäristöön ja yhteiskuntaan. Tuulivoimapaikkojen tarkoituksenmukaisella sijoittelulla ja YVA-menettelyiden avulla näitä vaikutuksia voidaan vähentää.
- C) Uusiutuvan bioenergian polton osuutta voidaan nostaa nykyisestä tehostamalla metsähakkeen käyttöä<sup>12</sup>. Metsäteollisuuden väheneviä sivutuotevirtoja voidaan korvata lisäämällä energiapuun käyttöä<sup>13</sup>. Biomassojen käytön lisääntyessä tulee kuitenkin huolehtia metsien käytön kestävydestä ja metsävarojen järkevä käyttö tulee miettiä koko kansantalouden kannalta.
- D) Rakennusten lämmitysenergian tarpeesta iso osuus katetaan jo nyt erilaisten lämpöpumppujen avulla. Tulevaisuudessa lämpöpumppujen potentiaalia vähentää yleistyvä passiivitalorakentaminen, jossa lämmitysenergian tarve jää joka tapauksessa vähäiseksi.
- E) Tulevaisuudessa myös muut uusiutuvat energialähteet voivat myös Suomessa muodostaa osan kestävästä tuotantopaletista. Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää aurinkolämpönä muiden lämmitysjärjestelmien tukena. Aurinkosähkö voi, vuoden 2030 jälkeen, olla kannattava vaihtoehto esimerkiksi rakennuksiin integroituna myös Suomen oloissa mikäli teknologinen kehitys etenee vauhdikkaasti<sup>14</sup>.

Näiden oletusten perusteella sähköntuotanto kehittyy taulukon 5 osoittamalla tavalla.

**Taulukko 5.** Sähköntuotannon kehittyminen.

TWh	2010	2020	2030	2040	2050
Vesivoima	13	13	14	14	15
Tuulivoima	0	6	12	18	24
Uusiutuva poltto	8	13	19	25	26
Aurinkosähkö	0	0	0	1	3
Ydinvoima	22	34	30	19	0
Fossiilisten poltto	34	16	8	0	0
Tuonti (+) / Vienti (-)	6	0	-6	-3	0
Yhteensä	84	82	77	74	67

<sup>10</sup> Tuulivoiman lisärakentamisen toteutettavuutta on kuvattu myös kohdassa 14. *Riittääkö tuulivoima ja mitä tehdään kun ei tuule?*

<sup>11</sup> VTT, Wind power projects in Finland, 31.12.2009.

<sup>12</sup> Pöyry Energy Oy, Metsäbioenergian saatavuus energiantuotantoon eri markkinatilanteissa, 2009.

<sup>13</sup> Työ- ja elinkeinoministeriö, Suomen on kolminkertaistettava energiapuun käyttö, Tiedote 050/2010, 23.2.2010.

<sup>14</sup> Aurinkosähkön tuotannossa on oletettu, että rakenteisiin integroituvia aurinkopaneeleja asennetaan vuoden 2020 jälkeen 33 m<sup>2</sup> uudisrakennuksiin, niin, että markkinaosuus uusista rakennuksista on 80 % vuoteen 2050 mennessä. Lisäksi 10 m<sup>2</sup> paneelia asennetaan vuoteen 2050 mennessä 50 %:iin vanhoista rakennuksista. Olettaen paneelien aurinkosähkö vuosituotoksi 0,8 kWh/W<sub>p</sub> ja hyötysuhteeksi 15 % on asuinrakennusten tuotanto yhteensä noin 1,4 TWh. Olettaen, että vastaava määrä tuotetaan myös palvelu- ja teollisuusrakennusten rakenteisiin integroituna, on aurinkosähkön vuosituotanto noin 3 TWh vuonna 2050.



## Paikalliset voimavarat otetaan käyttöön

Älykäs energiantuotanto hyödyntää paikalliset energialähteet:

- A) Maatalouden yhteydessä voidaan käyttää peltobiomassoja ja eläinten lantaa, rakennuksissa lämpöpumppuja ja aurinkoenergiaa.
- B) Biopohjaista yhteistuotantoa käytetään tuottamaan lämpöä ja sähköä sekä suurissa kaupunkilaitoksissa että paikallisissa yksiköissä.

Metsäenergiankäyttö kehittyy älyenergia-skenaariossa taulukon 6 osoittamalla tavalla.

10

**Taulukko 6.** Metsäperäisen bioenergian käyttö älyenergiaskenaariossa.

	2010	2020	2030	2040	2050
Energiasäilytys, TWh	70	80	88	91	84
Puupolttoaineiden käyttö, milj. m <sup>3</sup>	35	40	44	46	42

## Skenaarion mahdollistavat toimenpiteet

Suomella on mahdollisuus edistää energiatehokkuutta, älykästä energiankäyttöä ja uusiutuvia energialähteitä päättäväisin kotimaisin toimin. Toimenpiteet tukevat talouskasvua, työllisyyttä ja ihmisten hyvinvointia. Käytännössä älykkääseen energiankäyttöön siirtymistä voidaan tukea esimerkiksi seuraavin toimenpitein:

- A) Asetetaan kansainvälisesti katsoen kunnianhimoisia ilmasto- ja energiapoliittisia tavoitteita. Tavoitteet voivat liittyä esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen, energiatehokkuuden ja uusiutuvien energialähteiden lisäämiseen tai älykkäisiin sähköjärjestelmiin siirtymiseen.
  - Tavoitteet luovat kysyntää uusille innovaatioille, joilla tavoitteisiin voidaan päästä.
  - Suomen markkinoille ensimmäisenä syntyvät innovaatiot ovat vientituotteita muualle maailmaan. Kotimarkkinan tukemana suomalaisilla yrityksillä on paremmat edellytykset innovaatioiden vientiin.
  - Myös ulkomaisten innovaatioiden käyttöönotto ensimmäisenä Suomessa tarjoaa mahdollisuuksia esimerkiksi liike-elämän palveluille.
  - Suomen erityiset liiketoimintamahdollisuudet liittyvät esimerkiksi älykkäisiin sähköjärjestelmiin, kestäviin bioenergiaratkaisuihin ja teollisuuden energiatehokkuusratkaisuihin.
- B) Aktivoidaan energiatehokas rakennusmarkkina. Uudisrakentamisen säätelyssä voidaan pyrkiä EU:n määräämää tahtia nopeampaan etenemiseen. Otetaan käyttöön korjausrakentamisen energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet TEM:in energiatehokkuustoimikunnan ehdotusten mukaisesti.
  - Uudisrakentamisessa nopeasti käyttöön otettava pitkäaikainen säätely luo markkinoille kestävä edellytykset toimintamallien ripeään uudistamiseen.
  - Korjausrakentamisen energiatehokkuuden aktivoimiseksi on tunnistettu joukko toimenpiteitä, kuten kiinteistöveron porrastaminen, rahoituksen kehittäminen sekä osaamisen ja t&k-toiminnan vahvistaminen<sup>15</sup>.
  - Toimenpiteiden avulla on mahdollista aktivoida pitkällä aikavälillä merkittäviä kansantalouden säästöjä tuovia toimenpiteitä, jotka uhkaavat jäädä toteutumatta kiinteistöihin liittyvien pääteknologiatekohaasteiden tai pitkien takaisinmaksuaikojen vuoksi.

<sup>15</sup> Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiatehokkuustoimikunnan mietintö: Ehdotus energiansäästön ja energiatehokkuuden toimenpiteiksi, 9.6.2009.



- C) Panostetaan liikkumistarpeen vähentämiseen ja liikenteen sähköistämiseen älykkäällä suunnittelulla ja uusien teknologioiden tuomia mahdollisuuksia täysimääräisesti hyödyntäen.
- Kaavoittamalla eheitä kaupunkirakenteita raideväylien varrelle voidaan saada aikaan muutoksia liikkumistarpeisiin ja kulkutapavalintoihin pitkällä aikavälillä.
  - Lyhyellä tähtäimellä voidaan tukea etätyötä ja etäasiointia sekä samalla tarkistaa autoilua tukevia kannustimia, kuten työsuhdeautoja.
  - Panostetaan liikenteen sähköistämiseen.
- D) Lisätään energiankäytön älyä niin kansantalouden kuin yksittäisten kuluttajien kannalta järkevöittämällä nykyisiä kannustimia ja mahdollistamalla tiedostavien kuluttajien omat toimet
- Tarkistetaan sähköverojärjestelmää tukemaan energiatehokkuustoimia erityisesti teollisuuden osalta.
  - Tuetaan älykkäisiin sähköverkkoihin siirtymistä ja luodaan edellytykset hajautetusta sähköntuotannosta ja varastoinnista hyötymiselle.
  - Lisätään monipuolisesti ja kattavasti kansalaisten ja yritysten käytössä olevaa luotettavaa tietoa ja opastusta energiansäästöstä ja energiankäytön tehostamisesta.



## Faktoja kilpailukyvystä ja taloudesta

### **1. Investoinnit ilmastomuutoksen hillintään ovat taloudellisesti perusteltuja**

Ilmastomuutoksen hillitsemiseksi joudutaan tekemään merkittäviä investointeja mm. energiajärjestelmiin. Mikäli investoinnit jätetään tekemättä, nousevat ilmastomuutoksen vaikutusten kustannukset huomattavasti suuremmiksi kuin ilman näitä toimenpiteitä. Välttämättömät investoinnit ilmastomuutoksen hillintään kannattaa kohdistaa yhteiskunnan näkökulmasta järkevästi – omaa talouskasvuamme ja työllisyyttä tukien.

### **2. Suomi palveluvaltaistuu**

Palveluiden osuus Suomen kansantuotteesta on ollut jatkuvassa kasvussa. Muut länsimaat ovat jo Suomea pidemmällä palveluiden edistämisessä. Palvelusektorin lisäksi myös teollisuuden piirissä tuotetaan yhä enemmän palveluita. Palveluiden merkityksen kasvu näkyy myös vientitilastoissa. Palvelut ovat nousseet Suomen perinteisten vientialojen rinnalle yhtä vahvaksi tekijäksi. Monipuolistuva palveluvienti nojaa Suomen osaamiseen liittyvään suhteelliseen kilpailuun.

### **3. Talouden rakennemuutos ei riipu halvasta energiasta**

Suomen talousrakenteet ovat voimakkaan muutoksen keskellä. Kansainvälisten markkinoiden avautuminen ohjaa tuotantoa kustannuksiltaan edullisimpiin maihin. Erityisesti metsäteollisuus joutuu sopeutumaan siihen, että kysyntä kasvaa uusilla markkina-alueilla ja edullisimpia raaka-aineita on saatavilla muualta.

### **4. Työpaikkojen määrä kasvaa kasvuyrittäjyyden, osaamisen ja korkean teknologian avulla**

Tulevaisuuden työpaikat Suomessa tulevat yhä enemmän rakentumaan osaamisemme varaan. Yhtenä mahdollisuutena ovat uuden energiatalouden tarjoamat mahdollisuudet EU:ssa ja maailmanlaajuisesti. Kotimaiset panostukset energiatehokkuuteen ja uusiutuviin energialähteisiin voivat luoda kotimarkkinan kautta ponnistavia uusia vientiyhtiöitä. Lisäksi teollisuuden käynnissä oleva rakennemuutos luo tarvetta uusille työpaikoille monilla rakennemuutosalueilla ympäri Suomea. Vaikka teollisuuden rakennemuutos pysähtyisi, ei uutta työtä ole jaossa matalan jalostusarvon teollisuudessa.

### **5. Ydinvoima sitoo maamme taloudelliset ja henkiset resurssit**

Muutaman hiipuvan kasvun teollisuusalan vahva asema Suomessa voi estää osaamisvaltaisen korkean teknologian kasvun jatkossa. Pienen maamme edellytyksiä menestyä energiaintensiivisen teollisuuden ulkopuolella verottavat esimerkiksi:

- Teollisuuden pääomien sitoutuminen alhaisen tuottavuuskasvun tuotantoon pitkiksi ajoiksi
- Yhteiskunnan teollisuudelle myöntämät suorat ja epäsuorat tuet
- Koulutus- ja innovaatiojärjestelmien suuntautuminen tukemaan teollisia rakenteita
- Ydinvoimainvestointipäätös ohjaa Suomen tulevaa elinkeinorakennetta. Investoimalla ydinvoimaan hakeudumme kansainväliseen kilpailuun edullisimman tehdastuotantomaa paikasta ja mahdollisuutemme menestyä muilla aloilla vähenevät.

### **6. Talouskasvua on haettava teollisuuden ulkopuolelta**

Talouskasvua tarvitaan hyvinvoinnin turvaamiseksi myös tulevaisuudessa. Talouskasvu syntyy jatkossa pääasiassa työn tuottavuuden kasvun kautta. Vanhoilla teollisilla aloilla tuottavuuskasvun edut on Suomessa jo pitkälti käytetty. Tulevaisuuden kasvu löytyy tieto- ja viestintäteknologiaa hyödyntäviltä aloilta.

### **7. Ydinvoima ei juuri laske sähkön hintaa**

Ydinvoima on käyttökuluiltaan yksi edullisimmista tuotantotavoista tuuli- ja vesivoiman jälkeen. Sähkön markkinahinta määräytyy kuitenkin sähkömarkkinalla kulloinkin tarvittavan kalleimman tuotantotavan mukaan. Suomen sähkömarkkina on jo nyt vahvasti integroitunut muihin Pohjoismaihin ja pian myös Manner-Eurooppaan. Isonkin suomalaisen ydinvoimayksikön vaikutus näin suureen markkinaan jää väistämättä vähäiseksi. Ydinvoiman hyödyt jäävätkin sen omistajille.



## Faktoja kilpailukyvästä ja taloudesta

### 1. Investoinnit ilmastonmuutoksen hillintään ovat taloudellisesti perusteltuja

*Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi joudutaan tekemään merkittäviä investointeja mm. energiajärjestelmiin. Mikäli investoinnit jätetään tekemättä, nousevat ilmastonmuutoksen vaikutusten kustannukset kuitenkin huomattavasti suuremmiksi kuin ilman näitä toimenpiteitä. Välttämättömät investoinnit ilmastonmuutoksen hillintään kannattaa kohdistaa yhteiskunnan näkökulmasta järkevästi – omaa talouskasvuamme ja työllisyyttämme tukien.*

Hallitusten välinen ilmastonmuutospaneeli, IPCC, on koontanut yhteen tiedeyhteisön arvioita ilmastonmuutoksesta ja sen vaikutuksista sekä mahdollisuksistamme sopeutua ja ehkäistä ilmastonmuutosta. Arvioiden mukaan hillitsemätön ilmastonmuutos tulee aiheuttamaan merkittäviä muutoksia ympäristöömme ja sen kielteiset vaikutukset ovat huomattavasti myönteisiä vaikutuksia suuremmat.<sup>16</sup>

Sternin raportti käänsi ilmastonmuutoksen vaikutukset taloudellisiksi arvioiksi. Raportin mukaan investoinnit nopeaan ilmastonmuutoksen torjuntaan nyt luovat merkittäviä säästöjä tulevaisuudessa verrattuna tilanteeseen, jossa ilmastonmuutoksen annetaan kehittyä nykytrendien mukaan. Sternin raportin mukaan:<sup>17</sup>

- hillitsemätön ilmaston lämpeneminen leikkaa 5–20 % koko maailman bruttokansantuotteesta ja
- ilmastonmuutoksen hillinnän kustannukset olisivat noin 1 % bruttokansantuotteesta<sup>18</sup>.

Huolimatta Sternin raportin taloudellisiin oletuksiin kohdistuneesta kriitikkistä ilmastonmuutoksen hillinnän ehkäisyä pidetään kuitenkin taloudellisesti järkevämpänä kuin vaihtoehtoa, jossa ilmastonmuutoksen annetaan edetä nykytrendien mukaisesti ja muutoksiin sopeudutaan<sup>19</sup>. Toisaalta on myös esitetty näkemyksiä, joiden mukaan ilmastonmuutoksen kustannuksia olisi Sternin raportissa aliarvioitu<sup>20</sup>.

Esimerkiksi EU on omassa ilmasto- ja energiapolitiikassaan ottanut lähtökohdaksi ilmastonmuutoksen kannattavan torjunnan, joka samalla<sup>21</sup>:

- vähentää öljyriippuvuutta,
- parantaa energiaturvallisuutta,
- luo uusia työpaikkoja ja
- luo taloudellisia mahdollisuuksia erityisesti pk-yrityksille.

Kansainvälisen markkinan mahdollisuuksia kuvastaa Kansainvälinen energiajärjestön IEA:n arvio energiasektorilla tarvittavista investoinneista, mikäli kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään 50 % vuoteen 2050 mennessä.<sup>22</sup> Puhtaaseen sähkön tuotantoon vaadittavien lisäinvestointien määrä verrattuna nykytahtiin (baseline) olisi maailmanlaajuisesti yhteensä noin 3 000 miljardia euroa tai noin 75 miljardia euroa vuodessa.**2**

<sup>16</sup> IPCC, The Fourth Assessment Report, 2007.

<sup>17</sup> Stern, N., The Economics of Climate Change: The Stern Review, 2007.

<sup>18</sup> Stern on myöhemmin todennut ilmastonmuutoksen hillinnän kustannusten olevan noin 2 % maailman bruttokansantuotteesta perustuen oletettua nopeammin kohonneisiin päästöihin, lähde: Guardian, Cost of tackling global climate change has doubled, warns Stern, lehtiartikkeli, 26.8.2008.

<sup>19</sup> Esimerkiksi Liski, M. Sternin raportti ja sen kritiikki, Ympäristöministeriö, 2007 ja Weitzman, M., The Stern Review of the Economics of Climate Change, 2007.

<sup>20</sup> Ackerman, F., Did the Stern Review underestimate US and global climate damages?, Energy Policy, Vol. 37, Issue 7, 2009.

<sup>21</sup> EU komissio, Kaksi kertaa 20 vuonna 2020 Ilmastonmuutostoimet – mahdollisuus Euroopalle, Tiedonanto, 23.1.2008.

<sup>22</sup> IEA, Energy Technology Perspectives 2008.

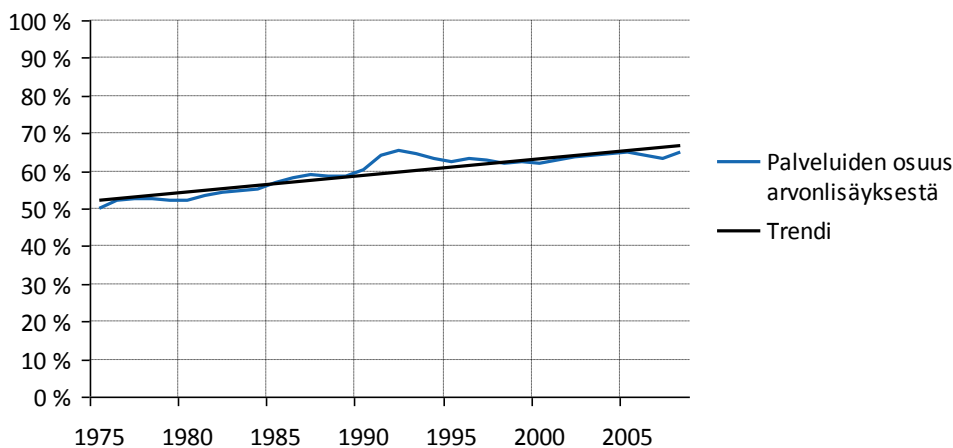


## 2. Suomi palveluvaltaistuu

Palveluiden osuus Suomen kansantuotteesta on ollut jatkuvassa kasvussa. Muut länsimaat ovat jo Suomea pidemmällä palveluiden edistämisessä. Palvelusektorin lisäksi myös teollisuuden piirissä tuotetaan yhä enemmän palveluita. Palveluiden merkityksen kasvu näkyy myös vientitilastoissa. Palvelut ovat nousseet Suomen perinteisten vientialojen rinnalle yhtä vahvaksi tekijäksi. Monipuolistuva palveluvienti nojaa Suomen osaamiseen liittyvään suhteelliseen kilpailuetuun.

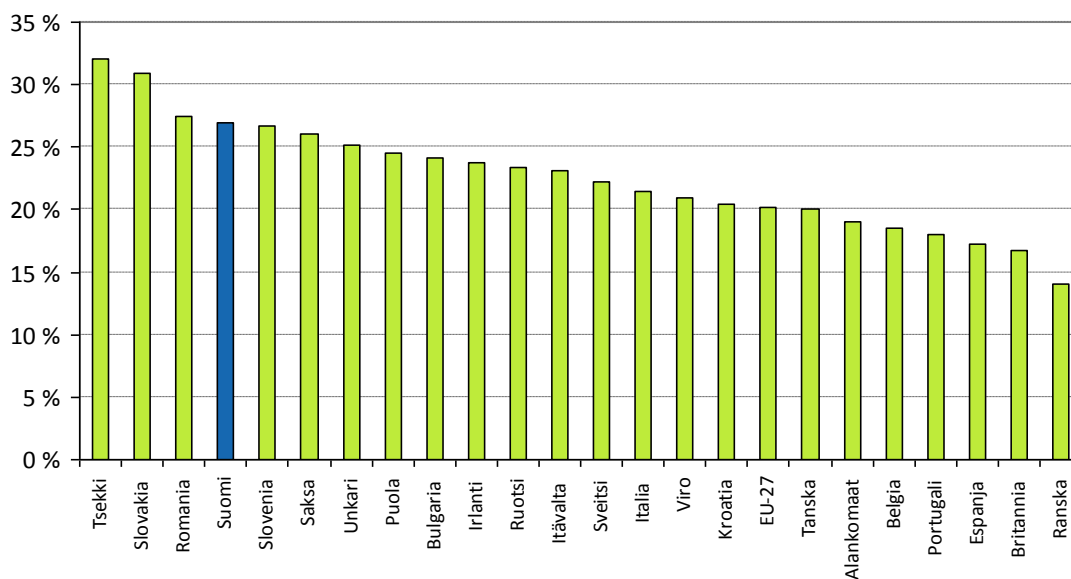
Palvelut vastaavat yhä suuremmasta osasta Suomen tuottamasta arvonlisästä. Palveluiden osuus on kasvanut melko tasaisesti vuodesta 1975 lähtien, kuten kuva alla esittää. Lisäksi suuri osa teollisuuden tuotannon arvosta koostuu myös teollisuusyrityksien tuottamista palveluista.

14



**Kuva 3.** Palveluiden osuus tuotetusta arvonlisästä kansantalouden tilinpidossa<sup>23</sup>. 1990-luvun alun lama näkyy palveluiden osuuden kasvuna, koska taantuman vaikutus oli muilla sektoreilla suurempi.

Palveluiden osuuden kasvun myötä valmistavan teollisuuden merkitys kansantalouden arvonlisän tuottamisessa vähenee. Talusrakenteen muutos on jo pidemmällä monissa EU:n entisissä teollisuusmaissa, kuten Ranskassa, Britanniassa ja Espanjassa.

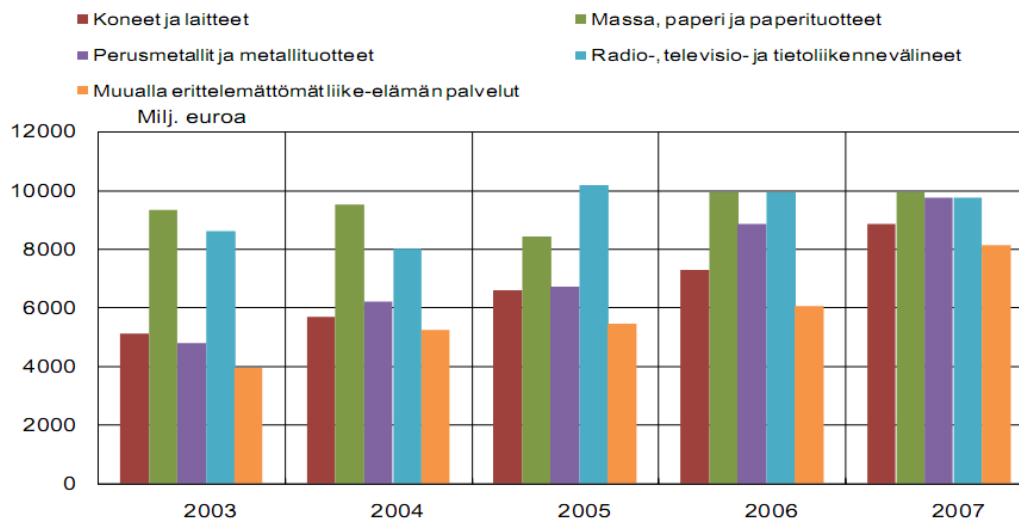


**Kuva 4.** Teollisuuden osuus tuotetusta arvonlisästä ennen talouden taantuman alkua 2007.<sup>24</sup>

<sup>23</sup> Lähde: Tilastokeskus, Toimialojen arvonlisäykset muuttujina, Tilastokeskuksen PX-Web tietokannat, viitattu 15.3.2010.

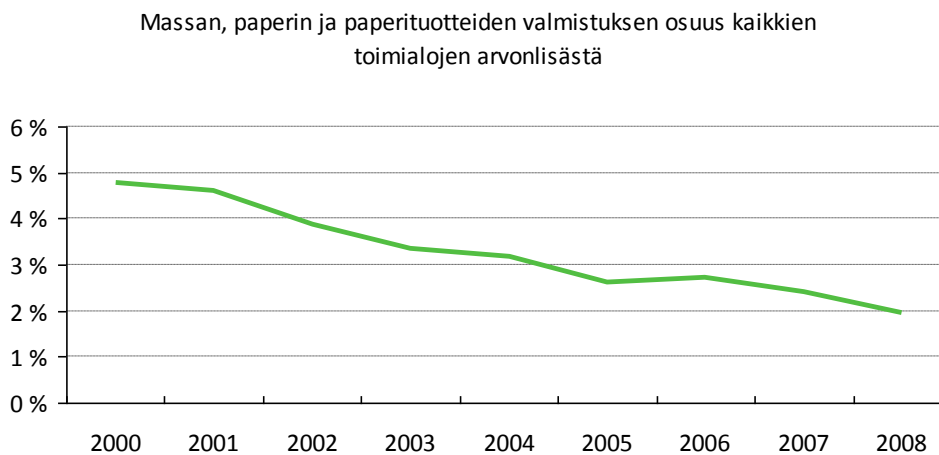


Liike-elämän palveluiden vienti on nopeasti noussut yhdeksi Suomen tärkeimmistä vientituotteista. Palveluvienti oli 8 miljardia euroa vuonna 2007. Jo ennen nykyistä taloustaantumaa palveluvienti oli samaa suuruusluokkaa koneiden ja laitteiden, metsäteollisuuden, metalliteollisuuden ja elektroniikkateollisuuden kanssa. Viime vuosikymmenen aikana Suomen vienti on lisääntynyt erityisesti tietointensiivisissä liike-elämän palveluissa, kuten kuva 5 esittää<sup>25</sup>.



**Kuva 5.** Palveluiden osuuden kasvu näkyy Suomen päävientierissä 2003–2007.

Elinkeinoelämän rakenteen muutosten seurauksena energiaintensiivisen teollisuuden osuus kansantalouden tuottamasta arvonlisästä on pienentynyt. Esimerkiksi metsäteollisuus, joka kuluttaa noin 30 % maamme sähköstä tuotti vuonna 2008 enää vain noin 2 % arvonlisästä (ks. kuva 6)<sup>26</sup>.



**Kuva 6.** Massa- ja paperiteollisuuden osuus talouden arvonlisästä.

<sup>24</sup> Lähde: Tilastokeskus, Gross value added, Tilastokeskuksen Eurostat-tietokannat, viitattu 15.3.2010.

<sup>25</sup> Suomen Pankki, Palveluiden ulkomaankauppa Suomessa, 2009.

<sup>26</sup> Lähde: Tilastokeskus, Toimialojen arvonlisät, viitattu 15.3.2010.



### 3. Talouden rakennemuutos ei riipu halvasta energiasta

Suomen talousrakenteet ovat voimakkaan muutoksen keskellä. Kansainvälisten markkinoiden avautuminen ohjaa tuotantoa kustannuksiltaan edullisimpiin maihin. Erityisesti metsäteollisuus joutuu sopeutumaan siihen, että kysyntä kasvaa uusilla markkina-alueilla ja edullisimpia raaka-aineita on saatavilla muualta.

Suomen teollisuuden rakennemuutoksessa on kyse globalisaation aikaansaamasta tuotannon sijaintipaikkakilpailusta. Maailmantalouden kasvu on ollut pitkään voimakkainta Euroopan ulkopuolella. Tuotantoinvestoinnit ohjautuvat lähemmäksi tätä kasvua. Esimerkkinä rakennemuutoksen vaikutuksesta voidaan pitää elektroniikkateollisuutta, joka kasvoi voimakkaasti Suomessa 1990-luvulla, mutta sittemmin kasvu on kohdistunut muualle<sup>27</sup>.

16

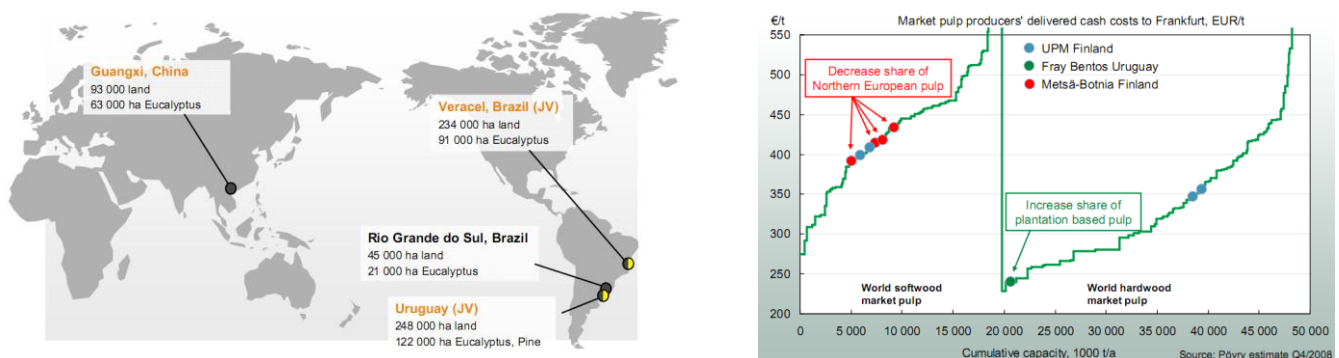
Paperiteollisuudessa merkittävimmät ajurit ovat kansainväliset muutokset kysynnässä ja sen sijainnissa:

- Tuotteiden kysyntä vähenee Suomen perinteisissä vientimaissa, mm. sähköisen viestinnän kasvun myötä.
- Tuotteiden kysyntä kasvaa Aasiassa voimakkaan talouskasvun myötä.

Lisäksi suomalaisen paperituotannon suhteellinen kilpailuasema on heikentynyt:

- Etelä-Amerikassa puuraaka-aine on Suomea selvästi halvempaa.
- Euroopassa kyetään puolestaan käyttämään halvempaa kierrätyskuitua.
- Suomen tuotantokapasiteetti ikääntyy suhteessa kilpailijamaihin alhaisten investointien vuoksi.
- Suomalaisella tuotannolla on pidemmistä kuljetusetäisyyksistä aiheutuva lisäkustannus suhteessa aasialaisiin tai eurooppalaisiin kilpailijamaihin.

Näiden muutosten seurauksena metsäteollisuuden tuotannosta noin kolmannes voi siirtyä ulkomaille vuoteen 2020 mennessä verrattuna vuoteen 2007<sup>28</sup>. Kuvassa 7 havainnollistetaan metsäteollisuuden suunnitelmia ja kustannusrakennetta.



**Kuva 7.** Stora Enson laajenemissuunnitelmat<sup>29</sup> (vasen) ja UPM:n esitys sellutuotannon kustannuksista<sup>30</sup> (oikea).

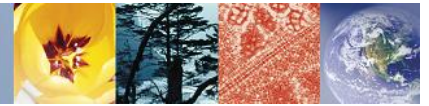
Energian hinnalla on vähäinen merkitys rakennemuutoksen kokonaisuudessa eikä halvalla energialla voida asiaa muuttaa. Esimerkiksi Stora Ensolla energiakulujen osuus kaikista kuluista oli vain 10 % vuonna 2009.

<sup>27</sup> Etna, Suomi ja Eurooppa kansainvälisessä työnjaossa. Analyysi toimialojen ja klustereiden kilpailukyvyistä, 2004.,

<sup>28</sup> Metla, Suomen metsäteollisuus vuonna 2020 – arvio kehityksestä ja vaikutuksista, Talous ja yhteiskunta -uutiskirje, 1/2009.

<sup>29</sup> Stora Enso Oyj, Financial results Q4 & full year 2009, esitys, 4.2.2010.

<sup>30</sup> UPM-Kymmene Oyj, Restructuring ownership of Botnia's assets, esitys, 15.7.2009.



Energiakulujen osuus oli pienempi kuin kuidun (32 %), työn (15 %) ja samaa suuruusluokkaa kemikaalien (10 %) ja logistiikkakulujen (10 %) kanssa<sup>31</sup>.

Suomen kemianteollisuus on osin ollut kytköksissä paperiteollisuuden tuotantoon. Vähenevä kysyntä paperiteollisuudessa vähentäneekin osin myös kemianteollisuuden tuotantoa ja energiankäyttöä.

Metalliteollisuuden kilpailunäkymistä ei ole esitetty yhtä synkeitä ennusteita kuin metsäteollisuuden osalta. Myöskään metalliteollisuudessa energian hinta ei ole ratkaiseva kilpailukytekijä, esimerkiksi Outokumpun kokonaiskuluista vuonna 2007 alle 5 % oli energiakuluja<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> Stora Enso, Financial results Q4 & full year 2009, esitys, 4.2.2010.

<sup>32</sup> Outokumpu, Outokumpu ja ympäristömme 2008.

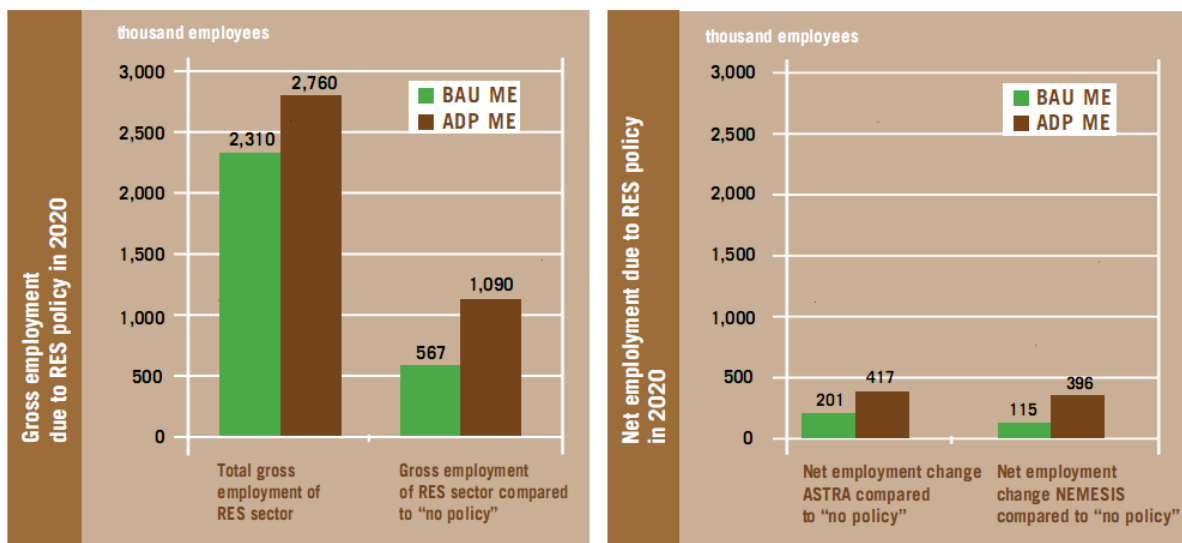


#### 4. Työpaikkojen määrä kasvaa osaamisen ja korkean teknologian avulla

Tulevaisuuden työpaikat Suomessa tulevat yhä enemmän rakentumaan osaamisemme varaan. Yhtenä mahdollisuutena ovat uuden energiatalouden tarjoamat mahdollisuudet EU:ssa ja maailmanlaajuisesti. Kotimaiset panostukset energiatehokkuuteen ja uusiutuviin energialähteisiin voivat luoda kotimarkkinan kautta ponnistavia uusia vientiyrityksiä. Lisäksi teollisuuden käynnissä oleva rakennemuutos luo tarvetta uusille työpaikoille monilla rakennemuutosalueilla ympäri Suomea. Vaikka teollisuuden rakennemuutos pysähtyisi, ei uutta työtä ole jaossa matalan jalostusarvon teollisuudessa.

Laajojen ja perusteellisten eurooppalaisten tutkimusten mukaan uusiutuville energialähteillä on merkittäviä työllisyysvaikutuksia EU:ssa. Tehostetuin toimin uusiutuvan energian sektori voi työllistää noin 2,8 miljoonaa ihmistä ja luoda noin 400 000 uutta työpaikkaa vuoteen 2020 mennessä, kuten kuva 8 esittää<sup>33</sup>. EU:n oma kotimarkkina luo kysyntää uusiutuvan energian teknologioille. Osa teknologiatoimittajista pystyy myös hyödyntämään osaamistaan saamalla vientiä EU:n ulkopuolelta.

18



Kuva 8. EU-tason uusiutuva energia -sektorin työpaikat (vasemmalla) ja uudet työpaikat (oikealla)<sup>34</sup>.

EU:n sisällä kyse on työpaikkojen jakaantumisesta jäsenvaltioiden kesken. Suoraan väkilukuun suhteutettuna Suomen osuus työpaikoista olisi noin 30 000 ja uusista työpaikoista reilut 4 000. Tällöin oletuksena on, että Suomessa yhtälailla sovelletaan tasaisesti teknologiaa, jota tuodaan kaikista EU:n maista. Vaihtoehtona Suomelle on voimakas panostaminen valikoituihin sektoreihin, suurempi osuus kotimarkkinoista ja vientiponnistelujen voimistaminen. Esimerkkejä työllisyysmahdollisuuksista ovat:

- Panostus kotimaiseen tuulivoimaan voi luoda 30 000 työpaikkaa ja 12 miljardin euron vientiteollisuuden vuoteen 2020 mennessä<sup>35</sup>.
- Bioenergiassa nähdään merkittäviä työllistämismahdollisuuksia<sup>36</sup>. Ns. Rintalan biomassatyöryhmän arvion mukaan vuoteen 2015 mennessä voitaisiin tehostetuin toimin luoda 12 500 uutta bioenergia-alan työpaikkaa<sup>37</sup>.
- Yritykset näkevät älykkäät sähköverkot ja energiatehokkaat teknologiat vienti-mahdollisuutena<sup>38</sup>.

<sup>33</sup> Fraunhofer, Ecofys, EEG, Rütter+Partner, Seureco, LEI, The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union, 2009.

<sup>34</sup> BAU = Business As Usual, ADP = Accelerated Deployment Policy, ME = Moderate Export (Projection),

<sup>35</sup> Teknologiateollisuus ry, Tuulivoima-tiekartta, 2009.

<sup>36</sup> Työ- ja elinkeinoministeriö, Bioenergia 2020 – Arvioita kasvusta, työllisyydestä ja osaamisesta, 2010.

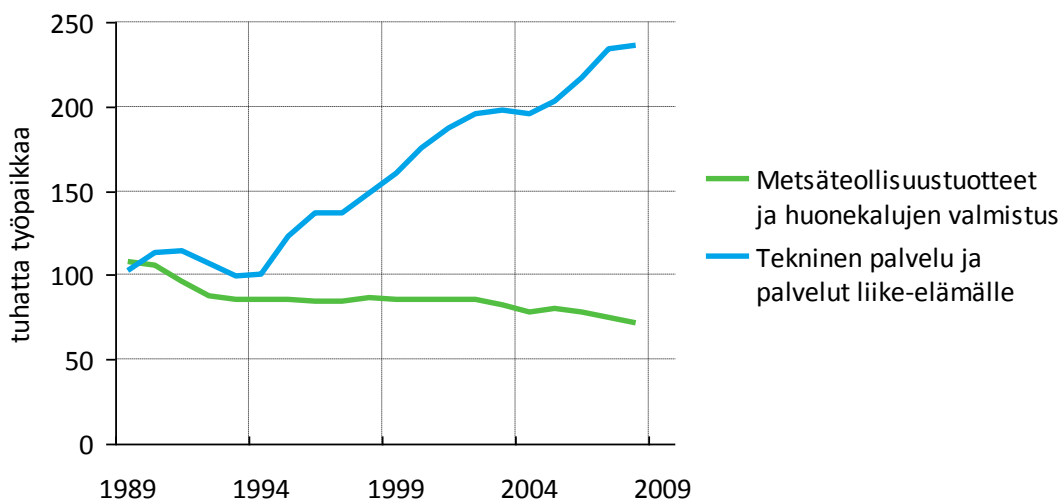
<sup>37</sup> Työ- ja elinkeinoministeriö, Arvio biomassan pitkän aikavälin hyödyntämismahdollisuuksista Suomessa, asiantuntijaryhmän raportti, 12.2.2007.

<sup>38</sup> Teknologiateollisuus ry, Ympäristöuutiskirje, joulukuu 2009.



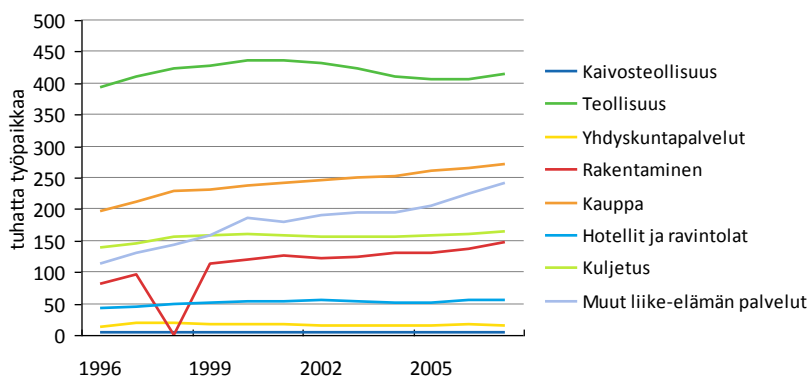
Teollisen tuotannon tehostumisen ja rakenteiden muuttumisen myötä teollisuuden kyky tarjota työpaikkoja on vähentynyt. Kuvassa 9 vertaillaan esimerkkinä metsäteollisuuden työpaikkoja osaan liike-elämän yksityisten palveluiden työpaikoista:

- Työpaikkojen määrä palveluissa yli kaksinkertaistui vuodesta 1989 vuoteen 2008.
- Metsäteollisuuden työpaikkojen määrä väheni kolmanneksen vastaavana ajanjaksona.
- Kun sektorit työllistivät likimain yhtä paljon vuonna 1989, oli palveluiden työpaikkojen määrä yli kolminkertainen vuonna 2008.



**Kuva 9.** Työpaikkojen määrä metsäteollisuudessa ja osassa palvelusektoria<sup>39</sup>.

Myös muilla sektoreilla teollisuuden tarjoamat työpaikat ovat heilahdelleet nykytasollaan, kun taas palveluissa näkyy selvää ja suhteellisen tasaista kasvua kuvan 10 osoittamalla tavalla.



**Kuva 10.** Työpaikkojen kehitys sektoreittain vuodesta 1996 vuoteen 2007<sup>40</sup>.

<sup>39</sup> Lähde: Tilastokeskus, Työlliset toimialoittain (TOL 2002) vuosina 1990–2008, Tilastokeskuksen PX-Web tietokannat, viitattu 15.3.2010. Tarkat luokitukset Metsäteollisuustuott. ja huonekalujen valmistus (20-21, 361), Tekninen palvelu ja palvelut liike-elämälle (72, 73, 741-746, 748).

<sup>40</sup> Lähde: Tilastokeskus, Persons employed by sector, Tilastokeskuksen PX-Web tietokannat, viitattu 15.3.2010.



## 5. Ydinvoima sitoo maamme taloudelliset ja henkiset resurssit

Muutaman alhaisen tuottavuuskasvun teollisuusalan vahva asema Suomessa voi estää osaamisvaltaisen korkean teknologian kasvun jatkossa. Pienen maamme edellytyksiä menestyä energiaintensiivisen teollisuuden ulkopuolella verottavat esimerkiksi:

- teollisuuden pääomien sitoutuminen alhaisen tuottavuuskasvun tuotantoon pitkiksi ajoiksi,
- yhteiskunnan teollisuudelle myöntämät suorat ja epäsuorat tuet, esimerkiksi metsäteollisuutta tukevat liikenneinvestoinnit ja sähköveron porrastus sekä
- koulutus- ja innovaatiojärjestelmien suuntautuminen tukemaan teollisia rakenteita.

20

Ydinvoimainvestointipäätös ohjaa Suomen tulevaa elinkeinorakennetta. Investoimalla ydinvoimaan hakeudumme kansainväliseen kilpailuun edullisimman tehdastuotantomaa paikasta ja mahdollisuutemme menestyä muilla aloilla vähenevät.

Talusteoriassa tunnetaan hyvin ns. *Hollanin tauti* tai *luonnonvarakriisi*. Talouden liian suuri riippuvuus tietystä luonnonvarasta johtaa helposti elinkeinorakenteen vinoutumiseen luonnonvaran ympärille. Kun ajat ovat hyvät ja vienti vetää, luonnonvaroihin perustuva teollisuus vahvistaa asemiaan. Luonnonvarojen varaan rakentuvilla talouksilla on kuitenkin useita ongelmia<sup>41</sup>:

- Luonnonvarat keskittyvät pienen eturyhmän omistukseen ja hyödyt jakaantuvat epätasaisesti.
- Muuhun osaamiseen ja muun teollisuuden kilpailukyvyyn kartuttamiseen ei panosteta, koska luonnonvarateollisuus turvaa toimeentulon ja osaavat ihmiset hakeutuvat luonnonvarateollisuuden palvelukseen.
- Ongelmat alhaisen jalostusarvon viennissä romahduttavat kuitenkin nopeasti talouden pohjan eikä kansantalouden sopeuttaminen ole helppoa.

Ilmiötä on tarkasteltu esimerkiksi Venäjän ja muiden öljyntuottajamaiden yhteydessä. Samantyyppisiä elinkeinorakenteen haasteita on kuitenkin havaittavissa myös Suomessa:

- Maassamme on vain muutama suuri metsäteollisuuden toimija.
- Metsäalalla uuden liiketoiminnan kehittäminen ja kaupallistaminen on edennyt vaikeasti<sup>42</sup>.
- Vuodesta 2007 syksyyn 2009 metsäteollisuuden supistumisen seurauksena talouskasvu on heikentynyt 1,4 miljardia euroa ja työpaikkojen määrä on vähentynyt lähes 9 000 suoran henkilötyövuoden verran. Muutokset kohdistuvat alueellisesti epätasaisesti<sup>43</sup>. Yhteiskunnan varoin on tuettu ns. äkillisen rakennemuutoksen alueita vuosittain noin 40 miljoonalla eurolla<sup>44</sup>.

Suomessa yhteisvaluutta euro ja metsäteollisuuden merkityksen väheneminen vähentävät ilmiön taloudellisia vaikutuksia koko yhteiskuntaan. Silti teollisuutta tuetaan voimakkaasti yhteiskunnan varoin. Esimerkiksi metsäteollisuuden liikenneinvestointeja on tuettu 225 miljoonalla eurolla vuosina 2008–2012<sup>45</sup>. Epäsuoraa tukea syntyy sähköveron porrastuksesta. Teollisuuden ja maatalouden maksama sähkövero on 0,25 snt/kWh, kun muut sähkökuluttajat maksavat 0,87 snt/kWh sähköveroa<sup>46</sup>. Esimerkiksi vuoden 2009 sähkökulutuksella muut sähkökuluttajat tukevat teollisuuden ja maatalouden sähköveroja noin 125 miljoonalla eurolla verrattuna tasaiseen sähköverotilanteeseen<sup>47</sup>.

<sup>41</sup> Suomen Pankki, BOFIT, Venäjän kasvun uudet ehdot, 2007.

<sup>42</sup> Gaia Consulting Oy ja Advestia Oy, "Puuvuoresta kasvuyrityksiä" – Metsäalan yrityskiihdyttämöselvitys, 2010.

<sup>43</sup> Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Massa- ja paperiteollisuuden supistumisen ja tulevaisuuden kuvien aluetaloudelliset vaikutukset, 2010.

<sup>44</sup> Työ- ja elinkeinoministeriö, Paasivirta, A., Äkillinen rakennemuutos ja siitä selviytyminen, esitys 19.10.2009.

<sup>45</sup> Valtionvarainministeriö, Metsäteollisuutta tukevat investoinnit, Metsäteollisuuden toimintakyvyn edellyttämiä liikenneinvestointeja selvittävä työryhmämuistio, 19/2010.

<sup>46</sup> Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta 30.12.1996/1260.

<sup>47</sup> Sähkökulutustiedot Tilastokeskus, Energiaennakko 2009. Maatalouden osuudeksi on arvioitu 2 TWh.



Panostaminen ydinvoimaan on perusteltua, mikäli Suomen roolin maailmantaloudessa nähdään olevan tehdasteollisuuden käyttö ydinenergialla. On kuitenkin epätodennäköistä, että työn tuottavuus tehdasteollisuudessa voisi kasvaa riittävästi luomaan Suomelle samanlaisia kasvuedellytyksiä, kuin mistä olemme historiassa nauttineet.<sup>48</sup>

---

<sup>48</sup> Liski, M., Viikon ydinvoimakirjoitus, Akateeminen talousblogi, 11.9.2009.



## 6. Talouskasvua on haettava teollisuuden ulkopuolelta

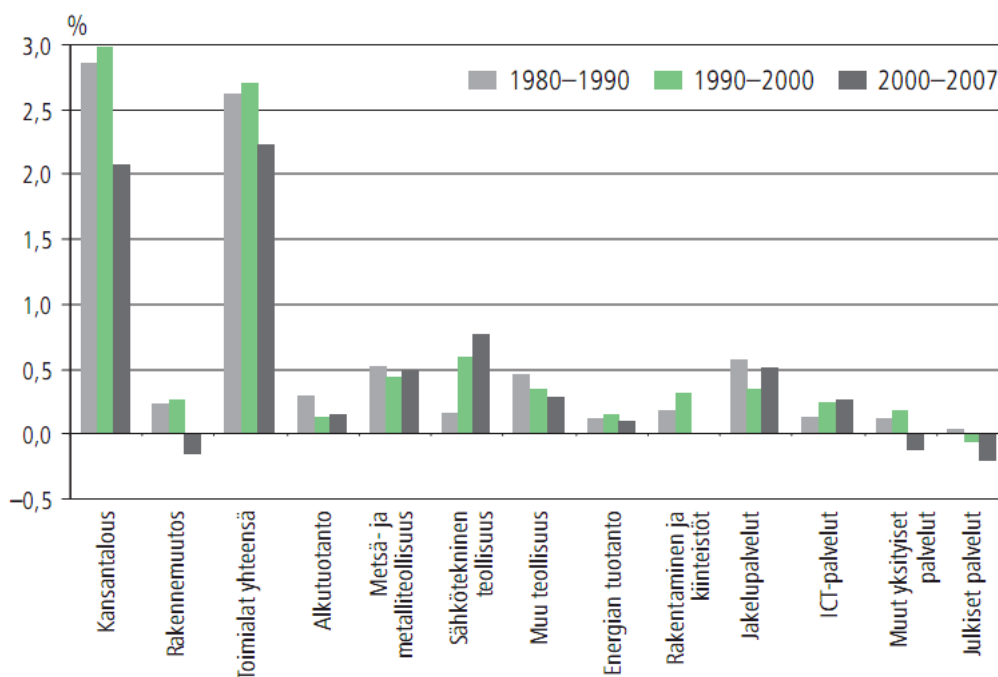
Talouskasvua tarvitaan hyvinvoinnin turvaamiseksi myös tulevaisuudessa. Talouskasvu syntyy jatkossa pääasiassa työn tuottavuuden kasvun kautta. Vanhoilla teollisilla aloilla tuottavuuskasvun edut on Suomessa jo pitkälti käytetty. Tulevaisuuden kasvu löytyy tieto- ja viestintäteknologiaa hyödyntäviltä aloilta.

Elintasoa mitataan yleisesti bruttokansantuotteella. Vaikka bruttokansantuote on hyvinvoinnin mittarina monin osin puutteellinen, on sillä kuitenkin paikkansa kansantalouden taloudellisten edellytysten kuvaajana.

22

Elintaso voidaan kasvattaa lisäämällä tuotantopanoksia tai kasvattamalla tuottavuutta. Keskeiset tuotantopanokset ovat pääomat ja työtunnit. Tuottavuutta kasvatetaan puolestaan osaamisen ja teknologian kautta. Nykyisen vapaan pääoman liikkuvuuden aikana erityisesti työpanokset ja niiden tuottavuus ovat keskeisessä roolissa. Työtuntien määrä on maassamme rajallinen. Elintason nousu talouskasvun avulla mitattuna riippuikin pääasiassa tuottavuuden kasvusta.

Viime vuosikymmeninä tuottavuuden kasvu on tullut pääasiassa teollisuudesta, kuten kuva 11 esittää. Suomessa erityisesti sähköteknisen teollisuuden osuus tuottavuuskasvusta on moninkertaistunut 1980-luvulta 2000-luvulle tultaessa. Yhdessä ICT-palveluiden kanssa ICT-sektori onkin vastannut lähes puolesta työn tuottavuuden kasvusta 2000-luvulla.



**Kuva 11.** Kansantalouden työn tuottavuuden jakaantuminen vuosina 1980–2007.

Työn tuottavuutta voidaan kasvattaa pääasiassa kolmea eri kautta:

- Lisäämällä koulutusta ja osaamista: korkeampi osaamistaso johtaa tuottavimpiin työsuoritteisiin.
- Investoimalla koneisiin ja laitteisiin: työvälineet ja niiden parempi laatu lisäävät tuottavuutta.
- Teknologisen kehityksen kautta: kehittyneempi teknologia parantaa tuottavuutta.

Perinteisen teollisen tuotannon haasteena on löytää keinoja kasvattaa tuottavuutta näillä osa-alueilla. Eri-tyisesti metsäteollisuuden ongelmat liittyvät tuottavuuskasvun haasteisiin.<sup>49</sup> Panostukset tutkimukseen ja tuotekehitykseen ovat olleet vaatimattomia suhteessa muihin toimialoihin.

<sup>49</sup> Pohjola, M., Työn tuottavuus talouskasvun lähteenä, Tilastokeskus, 2009.



Metsäteollisuuden investointiasteet ovat olleet alhaisia ja tuottavuutta kasvattavat investoinnit ovat laskeutuneet selvästi 2000-luvulla. Viimeisin uusi paperitehdas on valmistunut 12 vuotta sitten vuonna 1998 Rauhalle.<sup>50</sup> On myös vaikea nähdä, että metsäteollisuus tekisi merkittäviä investointeja kauas kysynnän kasvusta ja halvoista raaka-aineista (ks. 3. *Talouden rakennemuutos ei riipu halvasta energiasta*). Teolliset prosessit ovat teollisuuden itsensä mukaan jo pitkälle hiottuja ja teknologiset kehitysmahdollisuudet ovat täten rajallisia.

Kun teollisuuden tuottavuuskasvu hiipuu, niin Suomella on haasteena löytää korvaavia kasvumoottoreita. Tieto- ja viestintäteknologia jatkaa todennäköisesti kasvun moottorina ja hyödyttää jatkossa yhä enemmän palvelualoja, olettaen, että osaamme hyödyntää tarjolla olevat mahdollisuudet. Tuottavuuskasvun oletetaan tulevaisuudessa olevan suurinta digitaalisissa palveluissa ja internetin hyödyntämisessä.<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> Työ- ja elinkeinoministeriö, Metsä- ja puutuoteteollisuuden kotimaisen tuotannon ja metsätalouden kilpailukyky, 2009.

<sup>51</sup> Pohjola, M., Työn tuottavuus talouskasvun lähteenä, Tilastokeskus, 2009.



## 7. Ydinvoima ei juuri laske sähkön hintaa

Ydinvoima on käyttökuluiltaan yksi edullisimmista tuotantotavoista tuuli- ja vesivoiman jälkeen. Sähkön markkinahinta määräytyy kuitenkin sähkömarkkinalla kulloinkin tarvittavan kalleimman tuotantotavan mukaan. Suomen sähkömarkkina on jo nyt vahvasti integroitunut muihin Pohjoismaihin ja pian myös Manner-Eurooppaan. Isonkin suomalaisen ydinvoimayksikön vaikutus näin suureen markkinaan jää väistämättä vähäiseksi. Ydinvoiman hyödyt jäävätkin sen omistajille.

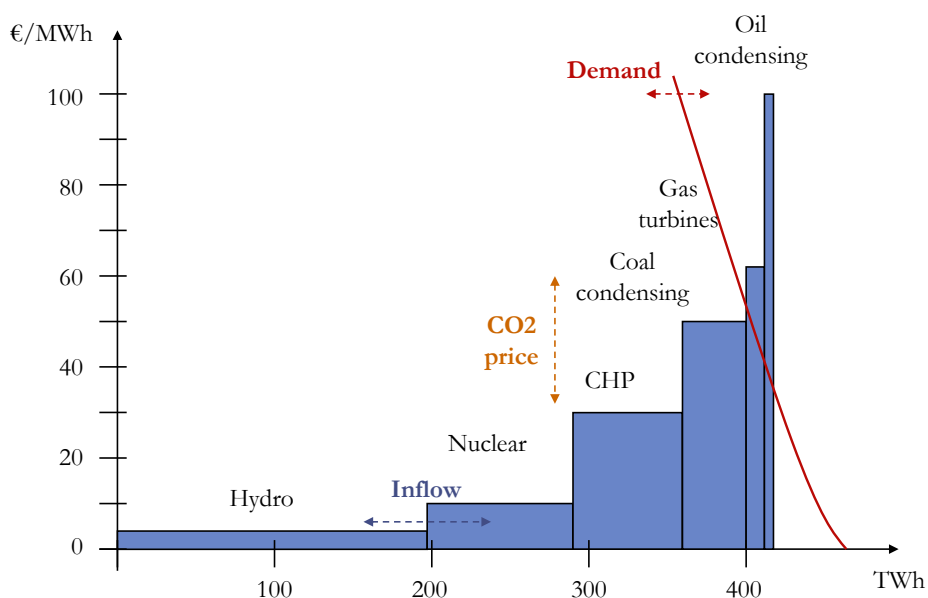
Sähkömarkkinalla hinta määräytyy kullakin ajanhetkellä kysynnän ja tarjonnan muodostaman tasapainon perusteella. Sähköä ostavat tahot ilmoittavat sähköpörssiin hintatasot ja määrät, joilla ovat valmiita sähköä ostamaan. Vastaavasti sähkön myyjät asettavat hintatasot ja määrät, joilla ovat valmiita sähköä myymään.

24

Nykyisessä markkinassa sähkön ostajille hinta on harvemmin ostokriteerinä päivittäisessä kaupankäynnissä. Valtaosa kotitalouksista ja yrityksistä käyttää sähköä päivittäin perustuen kulutustottumuksiinsa, eikä päivän hintaan. Niinpä heille sähköä myyvät sähköyhtiöt ostavat pörssistä tarvitsemansa sähkön hinnasta riippumatta. On kuitenkin huomattava, että osa suurista sähkönkuluttajista myös pystyy säätelemään omaa sähkönkulutustaan markkinahintojen mukaan. Jatkossa älykkäiden sähköverkkojen myötä vastaavat säästämahdollisuudet voivat tulla myös kuluttajien ulottuville.

Sähkön tuottajien kannalta sähköpörssiin kannattaa tarjota omaa tuotantoa vain, jos tuottajan saama sähkönhinta ylittää tuottajan omat tuotantokustannukset. Olettaen, että markkinoilla vallitseva tuottajien keskinäinen kilpailu toimii, on sähkön tuottajan järkevä tarjota kapasiteettiaan markkinoilla hieman yli omakustannushinnan.

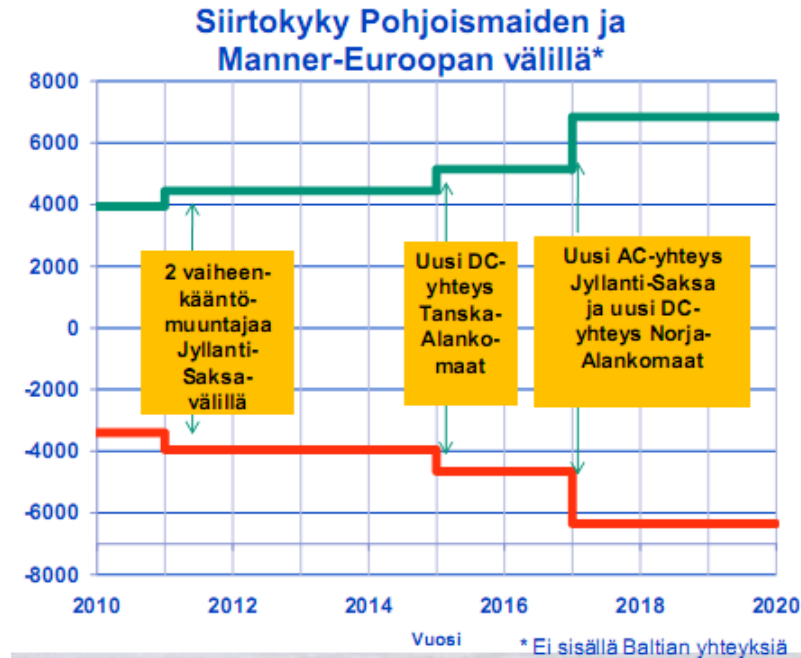
Sähköpörssissä kaikkien sähkön ostajien ja myyjien tarjoukset yhdistetään. Eri tuotantomuotojen välisten hintaportaiden perusteella sähkön markkinahinta määräytyy tällöin kuvan 12 osoittamalla tavalla.



**Kuva 12.** Sähkön markkinahinnan muodostuminen Pohjoismaissa.



Pohjoismaisella sähkömarkkinalla kulutetaan vuosittain noin 400 TWh sähköä. Uuden ydinvoimalan osuus tästä tuotannosta voisi olla noin 3 %. Lisäksi lisääntyvä Pohjoismaisen markkinan integraatio Keski-Euroopan suuntaan kasvattaa sähkömarkkinan kokoa entisestään (ks. kuva 13). Isommalla markkinalla ydinvoiman suhteellinen osuus on vielä pienempi. Näin ydinvoiman vaikutus markkinahintatasoon Suomessa jäänee hyvin vähäiseksi.<sup>52</sup>



**Kuva 13.** Pohjoismaisen sähkömarkkinan integraatio muuhun Eurooppaan<sup>53</sup>. Yhden ydinvoimayksikön koko on lupahakemusten perusteella 1200 – 1700 MW.

Esimerkiksi Fortum toteaa kannanotossaan valtiovarainministeriön ydinvoimalausuntoon, että koko Fortumin markkinaosuus on arviolta vain noin 4 % koko Pohjois-Euroopan kattavalla sähkömarkkinalla, jos nyt lupaa hakeneet ydinvoimalaitokset käynnistyvät 2020-luvulla<sup>54</sup>. Yhden ydinvoimalan osuus olisi tällöin vain noin 1 % koko markkinasta.

<sup>52</sup> VTT, Ydinvoimahankkeiden vaikutukset kilpailuun sähkömarkkinoilla, 2009.

<sup>53</sup> Fingrid, Ruusunen, J., Mitä sähkömarkkinoiden integraatio merkitsee Suomelle?, esitys, 18.3.2010.

<sup>54</sup> Fortum Oyj, Fortum tukee valtiovarainministeriön ydinvoimalausunnon johtopäätöksiä tietyin varauksin, lehdistötiedote, 29.3.2010.



## Faktoja älykkästä energiasta

### **8. Talouden rakenne ja teollisuuden energiankulutus**

Metsäteollisuus käyttää noin kolmanneksen koko Suomen sähköstä. Talouden rakennemuutoksen myötä teollisuuden merkitys ja energiankulutus tulee Suomessa vähenemään. Lisäksi vuoteen 2050 mennessä nykyinen moderni teollisuutemme on kansainvälisessä kilpailussa joko vanhentunut tai sen on ollut pakko uusiutua.

### **9. EU-säädökset pudottavat kotitalouksien ja palveluiden sähkökäyttöä**

EU on asettanut tai asettamassa minimienergiatehokkuusvaatimukset mm. koneille, laitteille ja valaistukselle. Sähkönkulutus koko EU:ssa vähenee näiden toimien seurauksena arviolta 12 % vuoteen 2020 mennessä. Lisäksi koneiden ja laitteiden energiatehokkuusmerkinnät tulevat laskemaan kulutusta.

26

### **10. Asuin- ja palvelurakennusten energiankulutus kääntyy laskuun**

EU on sopinut päivitetystä rakennusten energiatehokkuustavoitteista, joiden mukaan vuoden 2020 jälkeen kaikki uudisrakennukset ovat "lähes nollaenergiatasoa". Suomen rakennusten energiatehokkuusnormit ovat kiristyneet viimeksi vuoden 2010 alusta ja vuoden 2012 kiristystä valmistellaan.

### **11. Liikenne sähköistyy**

Lyhyellä tähtäimellä liikenteen energiankulutusta vähentää EU:n autonvalmistajille asettamat tiukkenevat päästöraajat. Myöhemmin kallistuva polttoaine ja autokannan sähköistyminen johtavat energiatehokkuuden nousuun. Etätyö, etäasiointi ja ikääntyvä väestö vähentävät liikkumistarvetta.

### **12. Mitä ydinvoima maksaa ja kenelle?**

Ydinvoiman rakentaminen on merkittävästi kalliimpaa kuin aiemmin on arvioitu. Ydinvoimalan rakentava yhtiö ei kanna ydinvoimatoiminnan suurimpia taloudellisia riskejä. Ydinvoiman käytöstä poiston ja jätehuollon todellisia kustannuksia ei tunneta. Onnettomuusriskin varalle ydinvoimayhtiöillä on vain rajallinen vakuutus. Isoimmat riskit jäävätkin yhteiskunnan harteille.

### **13. Miten älykkään sähköverkon kehittyminen vaikuttaa sähkönkulutukseen?**

Älykäs sähköverkko tarkoittaa sähköverkkoa, jossa voidaan yhdistää tehokkaasti sähkön kuluttajien ja tuottajien tarpeet ja toimenpiteet toisiinsa. Osa nykyisistä kuluttajista voi myös toimia sekä sähkön tuottajina että kuluttajina. Älykäs sähköverkko parantaa koko sähköjärjestelmän kustannustehokkuutta sekä vähentää sähkön tuotannon ympäristövaikutuksia. Älykkäässä sähköverkossa sähköhäviöt ovat pienempiä, sähkön laatu on korkeampi ja sähkökatkoja on vähemmän. Älykäs sähköverkko hyödyntää innovatiivisia tuotteita ja palveluita, joiden avulla voidaan parantaa sähköntuotantoon ja -kulutukseen liittyvää seuranta- ja valvontaa, kommunikointia ja itseohjautuvuutta.

### **14. Riittääkö tuulivoima ja mitä tehdään kun ei tuule?**

Tuulivoimatuotantoa voidaan Suomessa lisätä merkittävästi. Tuulivoimapotentiaali on Suomessa Euroopan parhaita, koska tuotantoa häiritsevät kovat myrskyt ovat harvinaisempia. Tuulettomina hetkinä nykyinen säädettävä vesi- ja lauhdetuotantokapasiteetti riittää turvaamaan omavaraisen tuotannon pitkälle tulevaisuuteen.



## Faktoja älykkästä energiasta

### 8. Talouden rakennemuutos vähentää teollisuuden energiankulutusta

*Metsäteollisuus käyttää noin kolmanneksen koko Suomen sähköstä. Talouden rakennemuutoksen myötä teollisuuden merkitys ja energiankulutus tulee Suomessa vähenemään. Lisäksi vuoteen 2050 mennessä nykyinen moderni teollisuutemme on kansainvälisessä kilpailussa joko vanhentunut tai sen on ollut pakko uusiutua.*

Teollisuuden energiakäytön tehostumista tapahtuu jossain määrin myös koneiden ja laitteiden tehostumisen myötä. Valtaosa teollisuuden sähkönkulutuksesta Suomessa kuluu erilaisten sähkömoottoreiden sähkökäytössä, jossa varovaisen arvion mukaan on noin 2 % kannattava säästöpotentiaali nykyteknologioilla ja energian hinnoilla<sup>55</sup>. Säästöpotentiaali tulee kasvamaan, kun EU:ssa kiristetään sähkömoottorien energiankulutukselle asetettavia normeja<sup>56</sup>.

Tulevaisuudessa teollisuuden säästöpotentiaali kasvaa joillakin aloilla uusien teknologioiden käyttöönoton myötä, prosessien tehostumisen myötä ja lopputuotteiden keventyessä. On myös oletettavaa, että energiantensiivinen teollisuus siirtyä ajan myötä korkeamman jalostusarvon tuotteiden tuotantoon.

Suomella on mahdollisuus edistää energiatehokkuutta kotimaisin toimin. Kansallisesti on edettävä vähintään EU-direktiivien vauhdilla, mutta ripeämmin toimin suomalaisille toimijoille voi tarjoutua kotimarkkinan suomia etuja ja uusia vientimahdollisuuksia. Samalla tarve investoida tuotantokapasiteettiin vähenee ja tuontipolttoaineiden tarve vähenee.

Lukuisten kansainvälisten ja kansallisten selvitysten mukaan teknis-taloudellisesti kannattavin toimenpitein voidaan saada merkittäviä energiankulutuksen säästöjä. Esimerkiksi IEA<sup>57</sup>, IPCC<sup>58</sup>, Sternin raportti<sup>59</sup>, Eurelectric<sup>60</sup>, McKinsey<sup>61</sup> ja Ecofys<sup>62</sup> ovat tunnistaneeet merkittäviä energiansäästömahdollisuuksia.

<sup>55</sup> VTT, Sähkönsäästöpotentiaali energiatehokkailla sähkömoottorikäytöllä Suomen energiavaltaisessa teollisuudessa, 2008. Kannattavuuslaskelmissa on käytetty sähköenergian hintana 55 €/MWh ja takaisinmaksuaikavaatimuksena kolmea vuotta.

<sup>56</sup> EU komissio, Komission asetus 640/2009, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2005/32/EY täytäntöönpanemisesta sähkömoottoreiden ekologista suunnittelua koskevien vaatimusten osalta, 2009.

<sup>57</sup> Esimerkiksi World Energy Outlook 2006, IEA.

<sup>58</sup> Fourth Assessment Report, IPCC, 2007.

<sup>59</sup> Stern, N., The Economics of Climate Change: The Stern Review, 2007.

<sup>60</sup> Eurelectric, The Role of Electricity, 2007.

<sup>61</sup> McKinsey, A cost curve for greenhouse gas reduction, 2007.

<sup>62</sup> Ecofys, Economic Evaluation of Sectoral Emission Reduction Objectives for Climate Change, 2001.



## 9. EU-säädökset pudottavat kotitalouksien ja palveluiden sähkönkäyttöä

EU on asettanut tai asettamassa minimienergiatohokkuusvaatimukset mm. koneille, laitteille ja valaistukselle. Sähkönkulutus koko EU:ssa vähenee näiden toimien seurauksena arviolta 12 % vuoteen 2020 mennessä. Lisäksi koneiden ja laitteiden energiatohokkuusmerkinnät tulevat laskemaan kulutusta.

EU:n minimienergiatohokkuusdirektiiveillä (EuP-direktiivi) on todennäköisesti merkittävä vaikutus lukuisten laiteryhmiin sähkönkulutukseen, kuten taulukossa 3 kuvataan. Suomen sähkönkulutukseen suhteutettuna esitetyt 12 %:n säästöt olisivat noin 11 TWh vuoteen 2020 mennessä. Vaikutus Suomessa on suhteessa todennäköisesti kuitenkin vähäisempi, koska raskaan teollisuuden osuus sähkönkulutuksesta on Suomessa muuta Eurooppaa suurempi. Esimerkkinä olevien 11 laiteryhmän lisäksi myös muita laiteryhmiä on tulossa direktiivin piiriin. Suomessa on tehty kattavia tutkimuksia EuP-direktiivin vaikutuksista<sup>63</sup>. Skenaarion oletukset vuoteen 2020 mennessä vastaavat likimain näitä tutkimustuloksia.

28

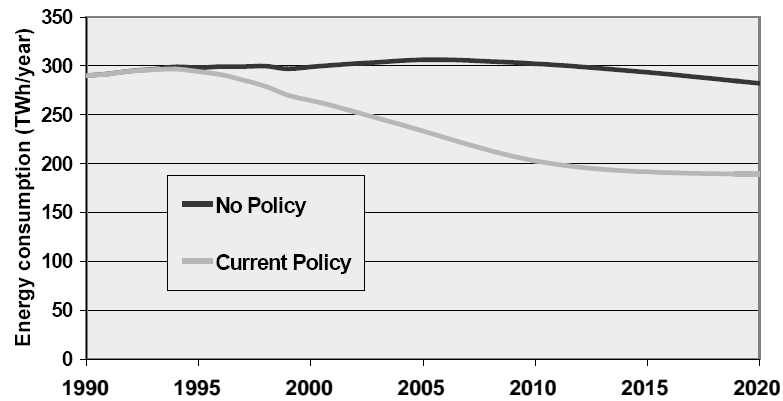
**Taulukko 3.** EU:n minimienergiatohokkuuskriteereiden vaikutus sähkönkulutukseen EU:ssa. Vähennys vuoteen 2012 mennessä vastaa 12 % EU:n vuoden 2007 kulutuksesta (EU, 2008)

Ecodesign Measure	Adoption	Estimated savings (annual by 2020)
Standby	December 2008	35 TWh
Simple set top boxes	February 2009	6 TWh
Street & Office Lighting	March 2009	38 TWh
Domestic Lighting	March 2009	37 TWh
External power supplies	April 2009	9 TWh
Electric motors	July 2009	140 TWh
Circulators	July 2009	27 TWh
Domestic refrigeration	July 2009	6 TWh
Televisions	July 2009	43 TWh
<b>Total</b>		<b>341 TWh</b>

Energiankulutuksen minimirajojen lisäksi energiatohokkaiden teknologioiden tuloa markkinoille voidaan merkittävästi nopeuttaa. Kuvassa 14 on esitetty esimerkki laitteiden energiatohokkuusmerkinnöillä saavutetuista säästöistä jääkaappien energiankulutuksessa. Merkinnät ohjaavat kuluttajien valintoja, mutta lisäksi myös kauppojen valikoimaa. D- ja E-luokan sijaan on parempi myydä parasta A-luokkaa. EU onkin merkittävästi laajentamassa energiatohokkuusmerkintöjen soveltamista muihin laiteryhmiin ja energiankäytön kannalta merkittäviin tuotteisiin (esimerkiksi ikkunat)<sup>64</sup>.

<sup>63</sup> Työtehoseura, EuP-direktiivin vaikutusten arviointi – Kodinkoneet, kulutuselektronikka ja toimistolaitteet, 2009.

<sup>64</sup> EU komisso, Ehdotus direktiiviksi energiaan liittyvien tuotteiden energian ja muiden voimavarojen kulutuksen osoittamisesta merkinnöin ja yhdenmukaisin tuotetiedoin, 2008.



**Kuva 14.** Jääkaappien energiatehokkuusmerkinnöillä saavutetut säästöt OECD-maissa<sup>65</sup>.

EU:n toimenpiteiden lisäksi Suomessa on mahdollista nopeuttaa ja tehostaa tulevaa markkinamuutosta. Samalla suomalaiselle energiatehokkuusosaamiselle voi muodostua kysyntää, jota voidaan tarjota myöhemmin EU:ssa ja laajemminkin. Kotimaisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi:

- edelläkävijyyttä EU-tavoitteita tiukempien säädösten avulla,
- kuluttajille tarjolla olevan helppokäyttöisen, ymmärrettävän ja luotettavan tiedon lisääminen sekä
- innovatiivisuuden ja energiatehokkuuden nykyistä suurempi painotus julkisissa hankinnoissa.

<sup>65</sup> IEA, IEA's Energy Efficiency Program: Key findings and future priorities, esitys, 6-7.11.2001.



## 10. Asuin- ja palvelurakennusten energiankulutus kääntyy laskuun

*EU on sopinut päivitetystä rakennusten energiatehokkuustavoitteista, joiden mukaan vuoden 2020 jälkeen kaikki uudisrakennukset ovat ”lähes nollaenergiatasoa”. Suomen rakennusten energiatehokkuusnormit ovat kiristyneet viimeksi vuoden 2010 alusta ja vuoden 2012 kiristystä valmistellaan.*

Uudisrakentamisen energiankulutus on jo nykyisin päätetyin ja valmistelussa olevin toimin alenemassa merkittävästi suhteessa aiempaan kulutustasoon. Rakentamisen energiatehokkuusnormeja on viimeksi kiristetty vuoden 2010 alussa. Kiristyksen oletettu vaikutus rakennusten lämmitysenergiatarpeeseen on noin 30 %. Vaikutus kokonaislämmitysenergian tarpeeseen on pienempi, koska lämpimän käyttöveden kulutus ei vähene vastaavasti. Seuraava normien päivitys on tulossa todennäköisesti vuonna 2012. Arvioitu vaikutus energiatehokkuuteen on noin 20 %<sup>66</sup>.

30

Vuoden 2012 jälkeistä aikaa ohjaavat Suomessa EU:n direktiivit sekä kansalliset tavoitteet. Rakennusten energiankäyttöä käsittelevän direktiivin uudistuksen myötä kaikkien uusien rakennusten pitäisi olla ”lähes nollaenergiarakennuksia” vuoteen 2020 mennessä.<sup>67</sup> Kansallisesti Suomella on mahdollisuus myös tätä ripeämpään toimintaan.

Nykyisen rakennuskannan osalta poliittiset ohjauskeinot hakevat vielä muotoaan. Energiatehokkaan korjausrakentamisen markkinan aktivointi edellyttää:

- korjausrakentamisen markkinan aktivoimista esimerkiksi julkisin hankinnoin,
- investointien kannustimien parantamista, esimerkiksi energiatehokkuuden mukaan porrastettua kiinteistöveroä ja/tai energia-avustusten lisäämistä sekä
- kaikkien toimijoiden osaamisen parantamista.

<sup>66</sup> Asuntoministeri Jan Vapaavuori, Rakennusvalvonnan rooli 2010-luvulla, esitys AsuntoForumissa Helsingissä 14.12.2009.

<sup>67</sup> EU parlamentti, Energy-saving buildings: agreement reached, tiedote, 18.11.2009.



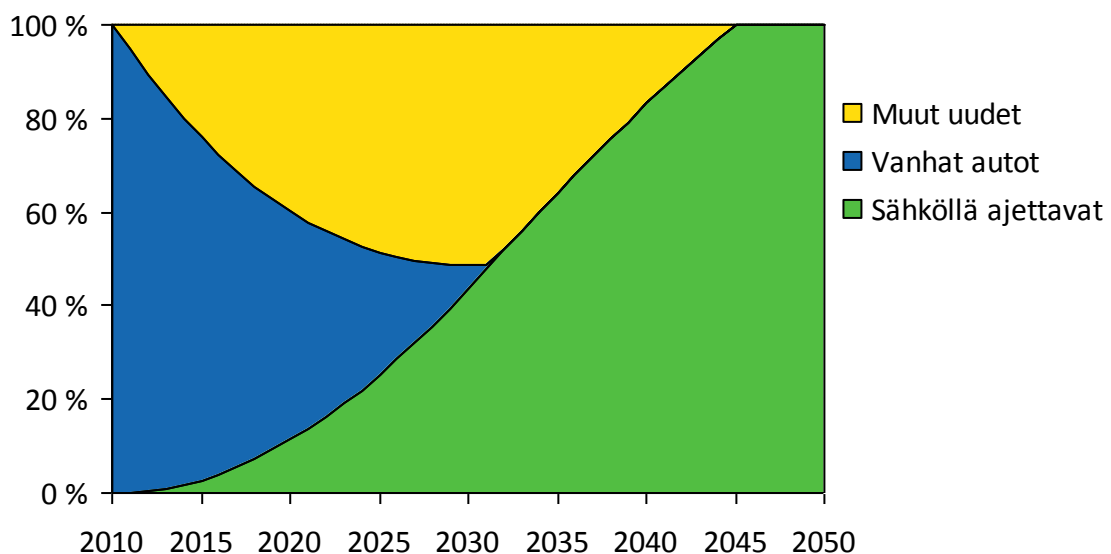
## 11. Liikenne sähköistyy

Lyhyellä tähtäimellä liikenteen energiankulutusta vähentää EU:n autonvalmistajille asettamat tiukkenevat päästöraajat. Myöhemmin kallistuva polttoaine ja autokannan sähköistyminen johtavat energiatehokkuuden nousuun. Etätyö, etäasiointi ja ikääntyvä väestö vähentävät liikkumistarvetta.

Liikenteessä suurin käytännöllinen energiankäytön tehostamispotentiali liittyy autokannan sähköistämiseen. Varsinaisten sähköautojen lisäksi markkinoille on jo tullut tai tulossa ns. ladattavia hybridi-autoja. Kuten tavallisessa hybridi-autossa, ladattavassa hybridi-autossa on sekä akkukäyttöinen sähkömoottori että perinteinen polttomoottori. Erona tavallisen hybridin ja ladattavan hybridin välillä on mahdollisuus ladata sähköakkuja sähköverkosta.

Liikenteen sähköistyminen edellyttää sähköautojen suosion lisääntymistä kuluttajien parissa ja sähköautoille vaadittavan latausinfrastruktuurin rakentamista. Älykkään sähköverkon avulla lataaminen on mahdollista järjestää ilman, että tarvitaan merkittäviä uusia investointeja sähköntuotanto- tai siirtokapasiteettiin.

Sähköautojen osuuden mahdollinen kasvu on esitetty kuvassa 15 arvioituun autokannan uusiutumismuutoksiin perustuen. Kun keskimääräinen kulutus polttomoottorihenkilöautoissa Suomessa on noin 7l/100 km vuonna 2010, päästään sähkömoottorilla energiankulutukseen, joka vastaa polttoaineeksi muutettuna noin 2 l/100 km tasoa. Täten sähkömoottorilla voidaan vähentää liikenteen energiankulutusta noin kolmasosaan jokaista sähköllä ajettua kilometriä kohden. Sähköautojen ja ladattavien hybridiautojen potentiaalia rajoittaa alkuvaiheessa korkea hankintahinta, akkuteknologia ja latausverkosto. Ladattavilla hybridiautoilla tullaan ajamaan myös polttomoottoria käyttäen ja sähköajon osuus jäänee jonkin verran sähköautojen suhteellista osuutta pienemmäksi.



**Kuva 15.** Sähköautojen ja ladattavien hybridiautojen osuuden mahdollinen kasvu vuoteen 2050 asti<sup>68</sup>.

<sup>68</sup> Autokannan uusiutumismuutos noudattaa likimain Ajoneuvohallintokeskus, Autokannan tulevaisuustutkimus, 2006 käyttämää ennustetta.

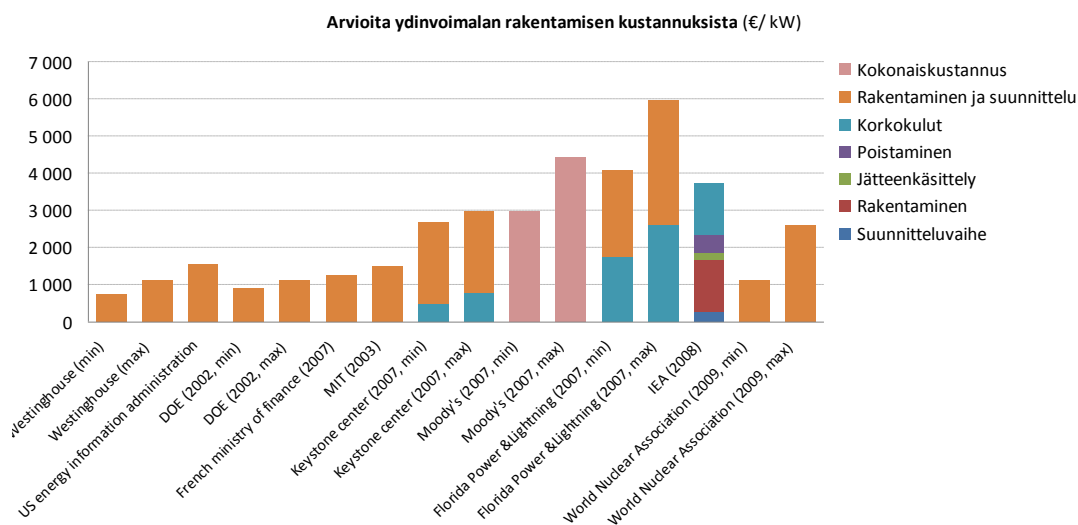


## 12. Mitä ydinvoima maksaa ja kenelle?

Ydinvoiman rakentaminen on merkittävästi kalliimpaa kuin aiemmin on arvioitu. Ydinvoimalan rakentava yhtiö ei kanna ydinvoimatoiminnan suurimpia taloudellisia riskejä. Ydinvoiman käytöstä poiston ja jätehuollon todellisia kustannuksia ei tunneta. Onnettomuusriskin varalle ydinvoimayhtiöillä on vain rajallinen vakuutus. Isoimmat riskit jäävätkin yhteiskunnan harteille.

Ydinvoiman kustannuksista suurin osa aiheutuu rakentamisen ja pääoman kustannuksista. Arviot ydinvoimaloiden rakennuskustannuksista vaihtelevat paljon ja niihin liittyy suuria epävarmuuksia. Kuvassa 16 on esitetty eri lähteiden arvioita ydinvoimalan rakentamisen kustannuksista. Viime vuosina tehdyt arviot rakentamisen kustannuksista ovat huomattavasti suurempia kuin vuosituhannen alussa tehdyt arviot.

32



**Kuva 16.** Eri lähteissä esitettyjä arvioita ydinvoimalan rakentamiskustannuksista.

Historiallisesti esimerkiksi Yhdysvalloissa rakennettujen ydinvoimaloiden kustannukset ovat olleet keskimäärin kolminkertaisia budjetoituun verrattuna<sup>69</sup> ja Intiassa jopa nelinkertaisia.<sup>70</sup> Toisin kuin esimerkiksi tuulivoimaloiden rakentamiskustannukset, ydinvoimaloiden rakentamiskustannukset ovat nousseet, koska turvallisuusvaatimukset ovat kohonneet ja uusia voimaloita on rakennettu yhä vähemmän. Suuruuden ekonomian etuja ei ydinvoiman rakentamisessa ole saavutettu. Tulevina vuosina ennakoidaan, että suunnitteloista ja rakentamisen raaka-aineista voi olla pula, jolloin rakennuskustannukset nousevat edelleen.<sup>71</sup>

Kun energiayhtiö miettii ydinvoimalan rakentamista, harkitsee se tarkkaan investoinnin kannattavuutta. Investointia harkitessa lasketaan, miten paljon voimalaitoksen rakentaminen maksaa, miten suuret ovat polttoainekulut ja voimalaitoksen käyttökulut. Toisaalta arvioidaan, miten paljon ydinvoimala tuottaa sähköä noin 40–60 toimintavuoden aikana ja miten paljon tuloja energiayhtiö tuottamastaan sähköstä saa. Energiayhtiön vastuu ydinvoimalan aiheuttamista kokonaiskustannuksista on kuitenkin rajattu.

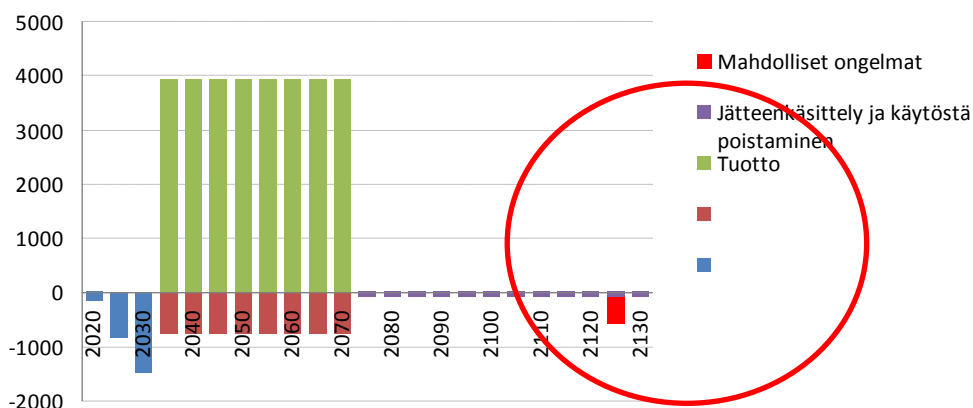
<sup>69</sup> Synapse Energy Economics, David Schlissel ja Bruce Biewald, Nuclear Power Plant Construction Costs, 2008.

<sup>70</sup> Friends of the Earth Europe, Silva Herrman, The price-tag of nuclear power, 2009.

<sup>71</sup> Synapse Energy Economics, David Schlissel ja Bruce Biewald, Nuclear Power Plant Construction Costs, 2008.



Suuntaa-antava esimerkki ydinvoimalan kustannuksista ja tuotoista (Miljoona €)



**Kuva 17.** Ydinvoiman tuottojen ja kustannusten jakaantuminen.

Suomessa ydinjätelain mukaan noudatetaan ”saastuttaja maksaa” -periaatetta, jonka mukaan ydinvoimayhtiöllä pitää laitoksen käynnistymishetkellä olla riittävät rahastopääomat ja vakuudet ydinjätehuollon järjestämiseen ja laitoksen käytöstä poistamiseen. Energiayhtiön investointilaskelmassa huomioidaan ydinjätelain mukaisesti rahastoitava osuus tuotoista.<sup>72</sup> Toisaalta ydinjätelain mukainen rahasto ei välttämättä riitä huolehtimaan ydinjätteen loppusijoituksesta jopa 200 000 vuoden päähän. Näin pitkällä aikavälillä aiheutuvia kustannuksia on lähes mahdoton arvioida. Myös odottamaton arvioidun kustannustason nousu tai ongelmatilanne voi aiheuttaa taloudellisia vaikeuksia ydinjäteyhtiöille, varsinkin jos toiminta on päättyneet paljon aiemmin (ks. kuva 17)

Mahdollisia ydinvahinkoja varten ydinvoimayhtiöillä tulee olla lakisääteinen vakuutus. Vakuutuksen suuruus vastaa tällä hetkellä noin 230 miljoonaa euroa<sup>73</sup>. Yhtiön minimivastuun mukainen vakuutus ei vakavissa ydinvahingoissa todennäköisesti riitä korvaamaan aiheutettua vahinkoa. Ydinvastuulain rajoittaman vastuun jälkeen vahingot jäisivät vahinkoa kärsineiden tai yhteiskunnan katettaviksi<sup>74</sup>. Ydinvoimavastuulakia ollaan päivittämässä niin, että ydinvoimayhtiön vastuu onnettomuustapauksessa olisi rajaton. Vaikka lakiehdotus on vuodelta 2005, lainmuutos ei kuitenkaan ole vielä astunut voimaan ja sen kohtalo on epäselvä<sup>75</sup>. Käytännössä yhtiöillä ei ole rajatonta maksuvalmiutta, joten vastuu ydinvahingoista voisi lopulta tulla yhteiskunnan hoidettavaksi. Suomalaisen ydinvoiman erityispiirteenä on myös keskittynyt rakenne, pienehkökin onnettomuus voi lamaannuttaa kaikkien samalla alueella sijaitsevien yksiköiden toiminnan, heikentäen ydinvoimayhtiön taloudellisia toimintaedellytyksiä huomattavasti.

Vaikka energiayhtiöt miettivät investointipäätöstä tehdessään vain noin 50 vuoden aikaikkunaa, tulisi vastuullisten poliitikkojen ajatella myös tulevien suomalaisten sukupolvien etua ja arvioida päätöksessään myös tulevien vuosien mahdollisia kustannuksia.

<sup>72</sup> VTT, Katsaus ydinjätehuollon tilanteeseen Suomessa ja muissa maissa, 2009.

<sup>73</sup> Fortum, Vuosikertomus, 2009.

<sup>74</sup> Ydinvastuulaki 23.6.2005/493 18 §, ennen lainkohdan voimaantuloa asetuksella.

<sup>75</sup> Ydinvastuulaki 23.6.2005/493, voimaan astuminen riippuu Valtioneuvoston asetuksesta, joka puolestaan riippuu ydinvastuuleissopimuksen Brysselin lisäyleissopimuksen voimaantulosta.



### 13. Miten älykkään sähköverkon kehittyminen vaikuttaa sähkönkulutukseen?

*Älykäs sähköverkko tarkoittaa sähköverkkoa, jossa voidaan yhdistää tehokkaasti sähkön kuluttajien ja tuottajien tarpeet ja toimenpiteet toisiinsa. Osa nykyisistä kuluttajista voi myös toimia sekä sähkön tuottajina että kuluttajina. Älykäs sähköverkko parantaa koko sähköjärjestelmän kustannustehokkuutta sekä vähentää sähkön tuotannon ympäristövaikutuksia. Älykkäässä sähköverkossa sähköhäviöt ovat pienempiä, sähkön laatu on korkeampi ja sähkökatkoja on vähemmän. Älykäs sähköverkko hyödyntää innovatiivisia tuotteita ja palveluita, joiden avulla voidaan parantaa sähköntuotantoa ja -kulutukseen liittyvää seuranta- ja valvontaa, kommunikointia ja itseohjautuvuutta.*

34

Perinteisesti sähköntuotanto on mitoitettu kulutuksen mukaan ja tämän takia sähköntuotannon kokonaiskapasiteetti on huomattavasti keskimääräistä kulutusta suurempi. Myös lyhyellä aikavälillä sähkönkulutuksen kasvuun reagoidaan perinteisesti ottamalla käyttöön lisää tuotantokapasiteettia, jonka tämän takia täytyy olla jatkuvasti käyttövalmiudessa. Älykäs sähköverkko mahdollistaa sähkönkulutuksen tarkemman seurannan, tehokkaan kysyntäjouston ja tuotannon tarkemman mitoittamisen.

Kun sähköverkon toimintaa uudistetaan, voivat myös kuluttajat olla mukana optimoimassa sähköjärjestelmän toimintaa. Älykkäät sähkömittarit seuraavat kunkin kuluttajan reaaliaikaista kulutusta jolloin kuluttajat voivat halutessaan seurata reaaliaikaisia sähkönkustannuksiaan. Kiinteistöihin voidaan myös asentaa laitekohtainen sähkönkulutuksen seuranta sekä mahdollisuus kytkeä haluttuja laitteita pois päältä etäyhteyden tai automaation avulla.

Sähköntuotantojärjestelmän toiminta kokonaisuudessaan tehostuisi huomattavasti hintajouston avulla. Perinteisesti kuluttajien sähkönhinta on ollut kiinteä sovitulla aikavälillä ja sähköyhtiön on täytynyt ilmoittaa hinnanmuutoksesta etukäteen. Tällöin sähköyhtiö asettaa kuluttajalle sähkön hinnan siten, että se keskimäärin kattaa myös huippukulutustuntien huomattavasti korkeammat tuotantokustannukset. Tietämättään kuluttajat maksavat jatkuvasti siitä, että voivat lämmittää saunan samaan hintaan helmikuussa tai syyskuussa riippumatta valitun hetken tuotantokustannuksista.

Mikäli sähkön kuluttajien valinta kulutuksen ajankohdasta vaikuttaisi suoraan heidän sähkölaskuunsa, olisi heillä huomattavasti suurempi kannustin pienentää kulutusta erityisesti huippukulutustuntien aikana. Tällöin kuluttajien oma sähkölasku pienenesi ja samalla koko sähköntuotantojärjestelmän kustannustehokkuus paranesi.

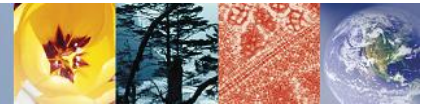
Ratkaisuna kuluttajalla voi olla esimerkiksi oman kiinteistön hallintajärjestelmään säädettyjä käyttäjäprofileja, jolloin esimerkiksi "lomalla" asetus sammuttaisi kaikki tarpeettomat sähkölaitteet, asettaisi ilmanvaihdon minimitasolle ja laskisi sisälämpötilan sopivalle tasolle.

Uusi tekniikka mahdollistaa myös eri tuotantomuotoon perustuvien ja erikokoisten generaattoreiden yhdistämisen sähköverkkoon. Kun sähköverkon seuranta ja hallinta paranevat, voidaan sähköverkkoon helpommin liittää pieniä uusiutuvaan energiaan perustuvia tuotantolaitoksia kuten pieniä tuulivoimaloita, aurinkopaneeleita tai pieniä sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitteita. Akkuteknologian kehittyessä energiaa voidaan myös varastoida nykyistä kustannustehokkaammin ja näin tasata sähkönkulutuksen vaihteluita.

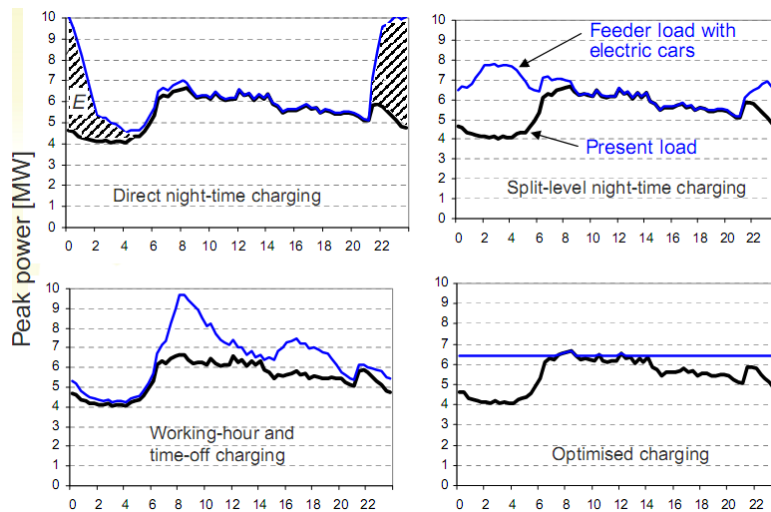
Kun kysynnän jousto lisääntyy yllä kuvattujen kuluttajaratkaisujen avulla, voidaan sähköntuotantojärjestelmään integroida enemmän tuulivoimatuotantoa ilman, että sähköntuotantokapasiteettia tarvitsee lisätä säätövoimaksi. Tällaisen järjestelmän suunnittelu on käynnissä Tanskassa.<sup>76</sup>

Älykäs sähköverkko mahdollistaa myös sähköautojen määrän lisääntymisen ilman, että uutta tuotantokapasiteettia tarvittaisiin merkittävästi. Sähköautojen latauksen ja latauksen purkamisen optimoitu ajoitus tasaa sähkönkulutushuippuja (ks. kuva 18).

<sup>76</sup> Energinet.dk, Efficient use of wind power-based electricity in Denmark, 2009.



Sähköautot voidaan ladata optimaalisesti, kun kulutusta ja tuotantoa voidaan seurata tarkemmin ja sähköautojen latauspisteissä voidaan hyödyntää etäohjausta tai automatisointia.



**Kuva 18.** Sähköautojen optimoitu lataus vähentää tarvetta lisäkapasiteetille<sup>77</sup>.

Uudet teknologiat mahdollistavat myös sähköverkon infrastruktuurin paremman seurannan ja hallinnan. Kun verkon tilasta on enemmän tietoa, voidaan huoltotoimenpiteitä tehdä ennakoivasti ja verkon suunnittelussa ja rakentamisessa voidaan huomioida koko infrastruktuurin todelliset kapasiteettitarpeet. Näillä toimenpiteillä sähkön laatu paranee, sähkökatkot vähenevät ja häviöiden määrä verkossa pienenee.

Suomessa on kehittynyt energiamaarkkina ja toisaalta paljon tieto- ja viestintäteknologiaosaamista. Älykkäisiin sähköverkkoihin liittyviä tuotteita ja palveluita kehitetään Suomessa jo monella rintamalla. Mikäli ratkaisujen kehittämiseen panostetaan, voidaan Suomessa kehittää ensimmäisenä maailmassa monia teknologiaratkaisuja tai liiketoimintakonsepteja, joita voidaan viedä muihin maihin.



**Kuva 19.** Visio tulevasta sähköverkosta<sup>78</sup>

<sup>77</sup>Järventausta, P., INCA – Interactive Customer Gateway, Interaktiivinen asiakasliityntä ja sen hyödyntäminen sähköjärjestelmän hallinnassa ja energiatehokkuuteen kannustavissa palveluissa, esitys, Sähkötutkimuspoolin tutkimusseminaari 1.10.2009.



#### 14. Riittääkö tuulivoima ja mitä tehdään kun ei tuule?

Tuulivoimatuotantoa voidaan Suomessa lisätä merkittävästi. Tuulivoimapotentiaali on Suomessa Euroopan parhaita, koska tuotantoa häiritsevät kovat myrskyt ovat harvinaisempia. Tuulettomina hetkinä kotimainen säädettävä vesi- ja lauhdetuotantokapasiteetti riittää turvaamaan omavaraisen tuotannon, vaikka käytännössä markkinat tulevatkin integroitumaan kohti Eurooppaa.

Tekninen tuulivoimapotentiaali Suomessa on helposti riittävä koko maan energiatarpeen kattamiseen<sup>79</sup>. Käytännössä potentiaalia rajaa tuulivoimalle soveltuvien rakennuskohteiden määrä sekä mahdollisuudet liittää tuulivoimaa sähköverkkoon.

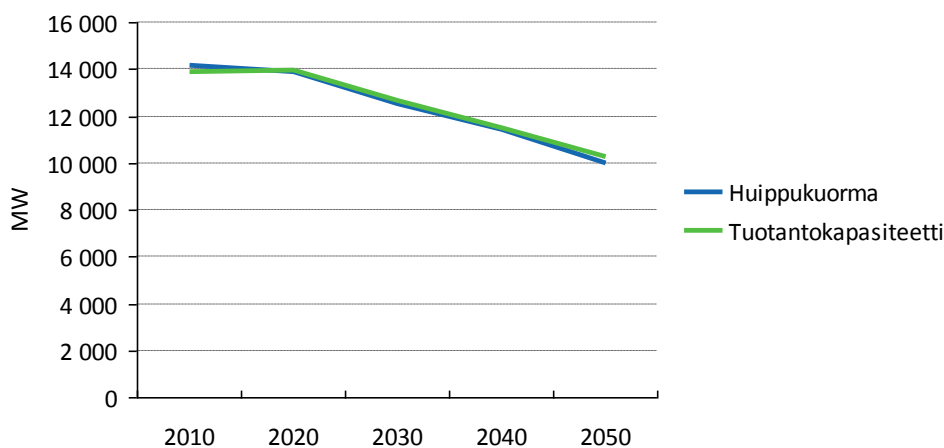
36

Vuoteen 2020 mennessä valmistuvia tuulivoimahankkeita Suomessa oli vuoden 2009 lopussa vireillä yli 8 000 MW<sup>80</sup>. Vaikka nykyiset tuulivoimakohteet lieneekin valittu otollisimmille paikoille, niin kaikki soveltuvat kohteet eivät vielä ole hankevalmistelun piirissä. Toisaalta kaikki nykyiset hankkeet eivät todennäköisesti toteudu hankevalmistelussa esiin nousseiden esteiden vuoksi. Vuoteen 2050 mennessä tuulivoiman potentiaalin voidaan olettaa ylittävän 8 000 MW.

Tuulivoimatuotannon liittämällä sähköverkkoon on koko sähköntuotantojärjestelmän toimivuuden kannalta kaksi merkittävää ominaispiirrettä:

- 1) Miten sähköntuotanto hoidetaan niinä hetkinä, jolloin ei tuule?
- 2) Miten tuulivoimatuotannon nopeisiin muutoksiin varaudutaan?

Näitä kysymyksiä on tarkasteltu älyenergia-skenaarion hahmottelemassa tulevaisuuspolussa. Suomen sähkönkulutuksen huippukuormitus osuu runsaan sähkölämmityksen vuoksi kovimpien talvipakkasten ajalle. Huippukuormituksen kehitystä ja huippukuormitustilanteen aikana skenaariossa käytössä olevan tuotantokapasiteetin kehittymistä älyenergia-skenaariossa on tarkasteltu kuvassa 20.



**Kuva 20.** Huippukuorman ja käytössä olevan tuotantokapasiteetin kehittyminen älyenergia-skenaariossa.

<sup>78</sup> European Smart Grids Technology Platform, Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future, 2006.

<sup>79</sup> EEA, Europe's onshore and offshore wind energy potential, 2009.

<sup>80</sup> VTT, Wind power projects in Finland, 31.12.2009.



Huippukuorman aikaista tehontarvetta on arvioitu käyttäen lähtökohtana sähkönkulutuksen keskitehoa ja nykyisiä kulutusprofiileita<sup>81</sup>. Tuotantokapasiteetin osalta on otettu huomioon mahdolliset tuotannon vikaantumiset Energiamarkkinaviraston käytännön mukaisesti<sup>82</sup>. Tuulivoiman käyttöasteeksi huippukuorman aikana on oletettu 10 %<sup>83</sup>. Merkittävästä tuulivoiman lisärakentamisesta huolimatta uutta kapasiteettia ei tarvita huippukuormien kattamiseen. Käytännössä myös sähkömarkkinan integraatio ja rajasiirtoyhteysien vahvistuminen vähentävät huippukapasiteetin tarvetta jo vuoteen 2020 mennessä. Lisäksi vaihtoehtoina voidaan nopeasti ottaa käyttöön sähkölämmityksen parempaa optimointia, irtikytkettävän kapasiteetin maltillista käyttöä tai uutta huippukuorman aikaista tuotantokapasiteettia.

Tuulisuuden vaihtelut aiheuttavat sähköjärjestelmään säätötarvetta, koska tuotanto ja kysyntä on joka hetkellä pidettävä tasapainossa. Mikäli Suomessa halutaan varautua sähköjärjestelmän säätöön kotimaisin voimin, edellyttää 2 000–4 000 MW tuulivoimakapasiteetti VTT:n arvion mukaan noin 240–640 MW säätövoiman lisärakentamista<sup>84</sup>. Osa tästä tarpeesta katetaan vesivoiman lisärakentamisella, mutta lauhdekapasiteettia tarvitaan myös jatkossa. Lisäksi tuulivoima lisää nykyisen säätökapasiteetin käyttötarvetta. Kokonaiskustannukset lisääntyvästä säädöstä voivat nousta noin 3 euroon tuotettua tuulivoimamegawattituntia kohden, ainakin lauhdetuotantovaltaisessa järjestelmässä<sup>85</sup>.

Käytännössä siirtoyhteysien vahvistaminen tasaa tuulivoimavaihteluita ainakin Pohjoismaiden välillä. Jo nykyisten siirtoyhteysien vahvistamissuunnitelmien lisäksi tuulivoiman lisärakentaminen nostaa siirtoyhteysien arvoa, jonka seurauksena niitä rakennetaan lisää ja samalla tehostetaan markkinoiden integrointia. Lisääntyvien siirtoyhteysien on laskettu merkittävästi vähentävän muun tuotannon tarvetta<sup>86</sup>. Esimerkiksi vuoteen 2025 mennessä Tanskan tuulivoiman on tarkoitus kattaa 50 % maan sähköntuotannosta. Tuotannon merkittävän lisäämisen ei ole arvioitu uhkaavan sähkön toimitusvarmuutta<sup>87</sup>.

On syytä huomata, että myös suurten ydinvoimalayksiköiden yhteydessä joudutaan varautumaan ydinvoimaloiden häiriötilanteisiin:

- Äkillisen häiriötilanteen varalta Fingrid ylläpitää sähköntuotantojärjestelmän suurimman yksikön kokoista häiriöreserviä. Esimerkiksi Olkiluoto 3:n myötä Fingrid rakentaa noin 240 MW uutta säätövoimaa.<sup>88</sup> Investoinnin kokonaiskustannusarvio on noin 125 miljoonaa euroa<sup>89</sup>.
- Ydinvoimaloiden turvallisuusvaatimuksien vuoksi yksittäinen häiriötilanne missä tahansa ydinvoimalassa maailmalla voi aiheuttaa turvallisuustason nostamiseksi tehtäviä lisätoimia ja ylimääräisiä ydinvoimaseisokkeja. Esimerkiksi Ruotsissa Forsmarkin 1 reaktorin hätäpysäytykseen liittyneet ongelmat johtivat tarkastuksiin ja turvallisuusparannuksiin myös muissa yksiköissä. Ylimääräisten töiden vuoksi ydinvoimatuotantoa jäi tuottamatta 2,3 TWh.<sup>90</sup>

Mikäli Ruotsin kaltainen häiriötilanne sattuisi osumaan talvikauteen, tulisi viranomaisten harkittavaksi talvön ydinvoimaloiden turvallisuuden ylläpito tai huippukuormaa vastaavan kapasiteetin ylläpito.

<sup>81</sup> VTT ja Fingrid, Sähköntuotannon tasapainon arvioiminen tulevaisuudessa, 2008.

<sup>82</sup> Energiamarkkinavirasto, Kertomus sähkön toimitusvarmuudesta 2009.

<sup>83</sup> VTT:n arvioiden mukaan osuus voi olla 13–18 %. Lähde: VTT, Tuulivoiman säätö- ja varavoimatarpeesta Suomessa, 7.3.2008.

<sup>84</sup> Fingridin ja VTT:n lausunto, 2000 ja 4000 MW tuulivoiman liittäminen Suomen sähköjärjestelmään, 26.9.2008.

<sup>85</sup> Klobasa, M. et al., Demand Response – A New Option for Wind Integration, 2006.

<sup>86</sup> Energinet.dk, Efficient use of wind power-based electricity in Denmark, 2009.

<sup>87</sup> EA Energy Analysis, 50 % Wind Power in Denmark in 2025 – English Summary, 2007.

<sup>88</sup> Fingrid, Päivinen, R., Ajakohtaista, esitys, 10.11.2009.

<sup>89</sup> Fingrid, Fingridin uuden varavoimalaitoksen pääkoneistourakka italialaiselle Ansaldo Energialle, lehdistötiedote, 19.3.2010.

<sup>90</sup> Vattenfall, Årsredovisningen, 2006.



## Lähdeluettelo

Ackerman, F., Did the Stern Review underestimate US and global climate damages?, Energy Policy, Vol. 37, Issue 7, 2009.

Ajoneuvohallintokeskus, Autokannan tulevaisuustutkimus, 2006

Asuntoministeri Jan Vapaavuori, Rakennusvalvonnan rooli 2010-luvulla, esitys AsuntoForumissa Helsingissä 14.12.2009.

Biomeri Oy, Sähköajoneuvot Suomessa – selvitys, 2009.

38

EA Energy Analysis, 50 % Wind Power in Denmark in 2025 – English Summary, 2007.

Ecofys, Economic Evaluation of Sectoral Emission Reduction Objectives for Climate Change, 2001.

EEA, Europe's onshore and offshore wind energy potential, 2009.

Energiamarkkinavirasto, Kertomus sähkön toimitusvarmuudesta 2009.

Energinet.dk, Efficient use of wind power-based electricity in Denmark, 2009.

Eta, Suomi ja Eurooppa kansainvälisessä työnjaossa. Analyysi toimialojen ja klustereiden kilpailukyvyistä, 2004.

EU komissio, Kaksi kertaa 20 vuonna 2020 Ilmastonmuutostoimet – mahdollisuus Euroopalle, Tiedonanto, 23.1.2008.

EU komissio, Ecodesign Your Future, 2008.

EU komissio, Ehdotus direktiiviksi energiaan liittyvien tuotteiden energian ja muiden voimavarojen kulutuksen osoittamisesta mer-kinnöin ja yhdenmukaisin tuotetiedoin, 2008.

EU komissio, Komission asetus 640/2009, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2005/32/EY täytäntöönpanemisesta sähkömoottoreiden ekologista suunnittelua koskevien vaatimusten osalta, 2009.

EU parlamentti, Energy-saving buildings: Agreement reached, tiedote, 18.11.2009.

Eurelectric, The Role of Electricity, 2007.

European Smart Grids Technology Platform, Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future, 2006.

Fingrid, Päivinen, R., Ajakohtaista, esitys, 10.11.2009.

Fingrid, Ruusunen, J., Mitä sähkömarkkinoiden integraatio merkitsee Suomelle?, esitys, 18.3.2010.

Fingrid, Fingridin uuden varavoimalaitoksen pääkoneistourakka italialaiselle Ansaldo Energialle, lehdistötiedote, 19.3.2010.

Fingridin ja VTT:n lausunto, 2000 ja 4000 MW tuulivoiman liittäminen Suomen sähköjärjestelmään, 26.9.2008.

Fraunhofer, Ecofys, EEG, Rütter+Partner, Seureco, LEI, The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union, 2009.

Friends of the Earth Europe, Silva Herrman, The price-tag of nuclear power, 2009.

Fortum Oyj, Fortum tukee valtiovarainministeriön ydinvoimalausunnon johtopäätöksiä tietyin varauksin, lehdistötiedote, 29.3.2010.

Fortum, Vuosikertomus, 2009.



Gaia Consulting Oy ja Advestia Oy, "Puuvuoresta kasvuyrityksiä" – Metsäalan yrityskiihdyttämöselvitys, 2010.

Guardian, Cost of tackling global climate change has doubled, warns Stern, lehtiartikkeli, 26.8.2008.

Helsingin kauppakorkeakoulu, Avista 2/2009.

Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Massa- ja paperiteollisuuden supistumisen ja tulevaisuuden kuvien aluetaloudelliset vaikutukset, 2010.

IEA, IEA's Energy Efficiency Program: key findings and future priorities, esitys, 6-7.11.2001.

IEA, World Energy Outlook 2006.

IEA, The International CHP/DHC Collaborative, Country Scorecard: Finland, 2008.

IEA, Energy Technology Perspectives 2008.

IPCC, The Fourth Assessment Report, 2007.

Järventausta, P., INCA – Interactive Customer Gateway, Interaktiivinen asiakasliityntä ja sen hyödyntäminen sähköjärjestelmän hallinnassa ja energiatehokkuuteen kannustavissa palveluissa, esitys, Sähkö tutkimuspoolin tutkimusseminaari 1.10.2009.

Klobasa, M. et al., Demand Response – A New Option for Wind Integration, 2006.

Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta 30.12.1996/1260.

Liski, M. Sternin raportti ja sen kritiikki, Ympäristöministeriö, 2007

Liski, M., Viikon ydinvoimakirjoitus, Akateeminen talousblogi, 11.9.2009.

Metla, Suomen metsäteollisuus vuonna 2020 – arvio kehityksestä ja vaikutuksista, Talous ja yhteiskunta -uutiskirje, 1/2009.

McKinsey, A cost curve for greenhouse gas reduction, 2007.

Odyssee-tietokanta, Online-indicators, Consumption of services sector per unit of value added (in €2005, at ppp), [www.odyssee-indicators.org](http://www.odyssee-indicators.org), viitattu 15.3.2010.

Outokumpu, Outokumpu ja ympäristömme 2008.

Pohjola, M., Työn tuottavuus talouskasvun lähteenä, Tilastokeskus, 2009.

Pöyry Energy Oy, Metsäbioenergian saatavuus energiantuotantoon eri markkinatilanteissa, 2009.

Rakennusinsinööriliitto RIL, Matalaenergiarakennukset, 249-2009.

Stern, N., The Economics of Climate Change: The Stern Review, 2007.

Stora Enso Oyj, Financial results Q4 & full year 2009, esitys, 4.2.2010.

Suomen Pankki, Palveluiden ulkomaankauppa Suomessa, 2009.

Suomen Pankki, BOFIT, Venäjän kasvun uudet ehdot, 2007.

Synapse Energy Economics, David Schlissel ja Bruce Biewald, Nuclear Power Plant Construction Costs, 2008.

Teknologiaeollisuus ry, Tuulivoima-tiekartta, 2009.



Teknoliateollisuus ry, Ympäristöuutiskirje, joulukuu 2009.

Tilastokeskus, 2010.

Työ- ja elinkeinoministeriö, Arvio biomassan pitkän aikavälin hyödyntämismahdollisuuksista Suomessa, Asiantuntija-työryhmän raportti, 2007.

Työ- ja elinkeinoministeriö, Sähköajoneuvot Suomessa – Työryhmämietintö, 2009.

Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiatehokkuustoimikunnan mietintö: Ehdotus energiansäästön ja energiätehokkuuden toimenpiteiksi, 9.6.2009.

40

Työ- ja elinkeinoministeriö, Metsä- ja puutuoteteollisuuden kotimaisen tuotannon ja metsätalouden kilpailukyky, 2009.

Työ- ja elinkeinoministeriö, Paasivirta, A., Äkillinen rakennemuutos ja siitä selviytyminen, esitys 19.10.2009.

Työ- ja elinkeinoministeriö, Bioenergia 2020 – Arvioita kasvusta, työllisyydestä ja osaamisesta, 2010.

Työ- ja elinkeinoministeriö, Suomen on kolminkertaistettava energiapuun käyttö, Tiedote 050/2010, 23.2.2010.

Työteho-seura, EuP-direktiivin vaikutusten arviointi – Kodinkoneet, kulutuselektronikka ja toimistolaitteet, 2009.

UPM-Kymmene Oyj, Restructuring ownership of Botnia's assets, esitys, 15.7.2009.

Valtionvarainministeriö, Metsäteollisuutta tukevat investoinnit, Metsäteollisuuden toimintakyvyn edellyttämää liikenneinvestointeja selvittävä työryhmämuistio, 19/2010.

Vattenfall, Årsredovisningen, 2006.

VTT, Tuulivoiman säätö- ja varavoimatarpeesta Suomessa, 7.3.2008.

VTT ja Fingrid, Sähköntuotannon tasapainon arviointi tulevaisuudessa, 2008.

VTT, Wind power projects in Finland, 31.12.2009.

VTT, Ydinvoimahankkeiden vaikutukset kilpailuun sähkömarkkinoilla, 2009.

VTT, Katsaus ydinjätehuollon tilanteeseen Suomessa ja muissa maissa, 2009.

Weitzman, M., The Stern Review of the Economics of Climate Change, 2007.

Ydinvastuulaki 23.6.2005/493