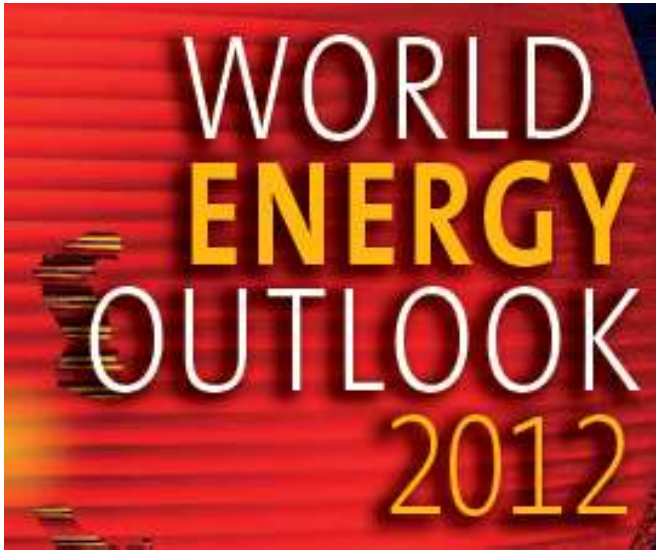
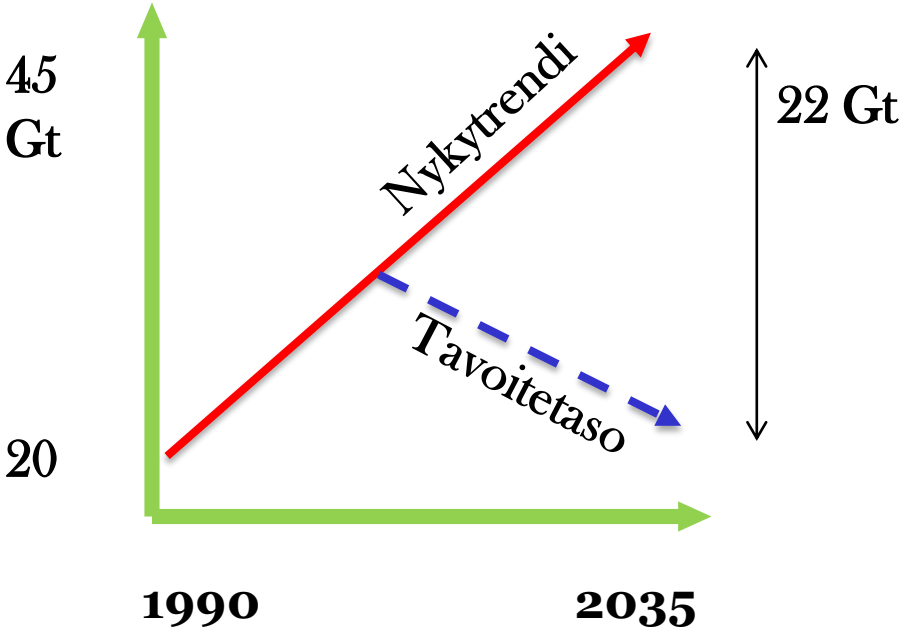
Kuinka energia-asiat tulisi tulevaisuudessa ratkaista?

Peter Lund
Aalto-yliopisto
peter.lund@aalto.fi

TAF-seminaari, OAJ
Helsinki, 25.1.2013

Maailmanlaajuiset hiilidioksidipäästöt kohosivat uusiin ennätyslukemiin viime vuonna





Lähde : IEA, 2012

Kolme keskeistä globaalia haastetta ja trendiä energia-ilmastokysymyksessä

- Fossiiliset polttoaineet >80% energiasta, öljy>98% liikenteestä
- Kivihiili (sähkö) ja öljy (liikenne) 80% CO_2 päästöistä
  - CO_2 alas 60% 2050, >80% teollisuusmaissa
- 65% energiasta kulutetaan kaupungeissa (80% vuonna 2040)

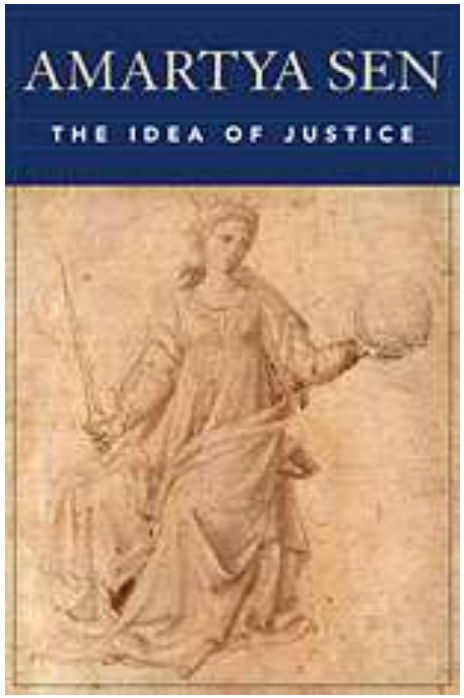
Globaali perspektiivi energiaan

- 15% maapallon väestöstä käyttää 80% [energia]resursseista
- Puolet maapallon ihmisistä tienaa alle 2$ päivässä

BP Statistical Review of World Energy, June 2009

Ref BP

Kysymys oikeudenmukaisuudesta ilmasto-ongelman ratkaisemisessa?

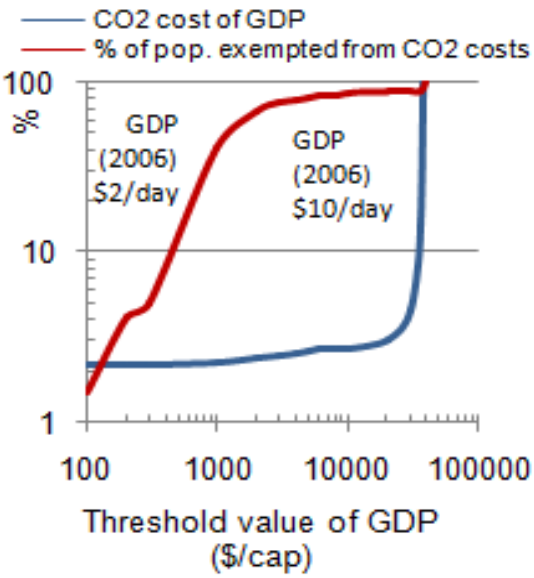


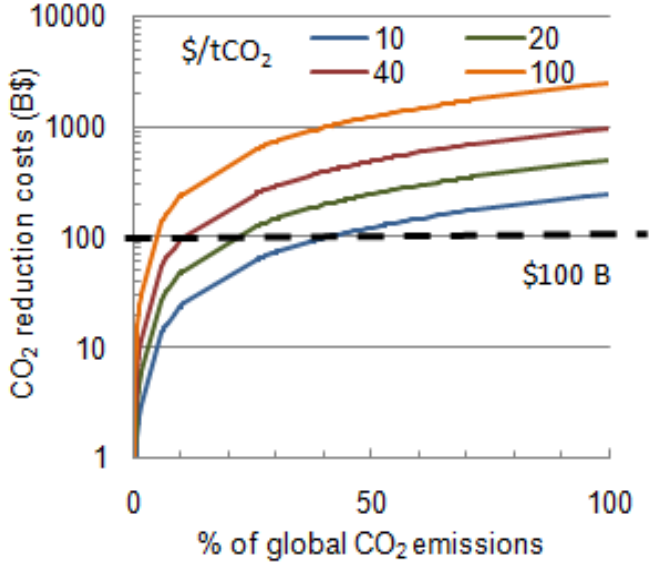
HARVARD UNIVERSITY PRESS

WIREs Energy Environ 2012, 1: 60–68 doi: 10.1002/wene.37

The European Union challenge: integration of energy, climate, and economic policy

Peter Lund*





Left: Cost of CO_2 reduction (1 tCO_2/capita-level, \$40tCO_2) for paying countries when nations below a threshold value of GDP are exempted from the CO_2 costs. Also shown is the fraction of the world population affected by such exclusion. Right :Example of relationships between the global CO_2 emission reduction potential and the total abatement costs. Unit costs are \$10-100 per tCO_2.

Pääkirjoitus 1.11.2010

Mitä tapahtui huipputekniikalle?

Suomen huipputekniikan fokus on kadoksissa, kun kännykkäteollisuudesta ei ole enää veturiksi. Käsitteen sisältö pitää määritellä nopeasti uudelleen.

Mitä on tapahtumassa suomalaiselle huipputeknologialle? Vain viisi vuotta sitten sitä pidettiin viennin perustana ja osaamisen kulmakivenä. Se oli Suomi-brändin avainsana ja mantra kaikkien huulilla.

Viime vuosina huipputeknologia on vähitellen hävinnyt sananakin poliitikkojen, ekonomistien, professorien ja järjestöjohtajien puheista. On syntynyt vaikutelma, että Suomi on luovuttamassa ja tyytyy osaansa matalan jalostusarvon ja -asteen tuotteiden valmistajana.

Huipputekniikan vienti on pudonnut vuoden 2005 reilun 11 miljardista eurosta viime vuoden reiluun kuuteen miljardiin. Sen osuus viennistä oli viime vuonna 14 prosenttia, ja tämä vuosi on vain syventänyt laskua. Vientivetureina ovat olleet metsäteollisuus kärkituotteinaan sellu ja kartonki sekä perinteiset metalliteollisuuden tuotteet.

Huipputekniikan kärkialaksi mielletyn sähkö- ja elektroniikkateollisuuden vienti oli huhti-heinäkuussa 40 prosenttia jäljessä huippuvuoden 2008 vastaavista luvuista. Kone- ja metallituoteteollisuus ja metallien jalostus olivat neljänneksen jäljessä. Tietotekniikka on iloinen poikkeus. Sen vienti oli 17 prosenttia suurempi kuin vuonna 2008.

Nyt on aika puhaltaa huipputekniikan käsitteeseen uutta henkeä ja miettiä, millä aloilla suomalaisyritykset edustavat jatkossa huippuosaamista - ja -teknologiaa. Sen mukan pitää suunnata koulutuksen ja tutkimuksen ja tuotekehityksen panokset. Meillä eletään nyt jonkinlaisessa teollisen ja palveluliiketoiminnan kehityksen välitilassa. Huippuosaamisen fokus on kadoksissa.

Suomessa on onneksi tutkimuksen ja tuotekehityksen putkessa monia lupaavia tuotealueita, joista voi syntyä uusia globaaleja huipputekniikan tuotteita.

Suomi veti parinkymmenen vuoden ajan yhtäläisyysmerkit huipputeknologian ja kännykkäteollisuuden välille. Huipputeknologian joukkoon luettiin myös elektroniikan komponenttivalmistus, joka ei olisi statusta ansainnut. Olisiko nyt vihdoin aika arvioida huippuosaamisemme painopistealueita radikaalisti uudelleen?

Huipputeknologiaksi on onneksi nytkin tarjolla monia aloja. Perinteisestä ICT-teollisuudesta, tavaran liikuttelusta ja kaivosteknologiasta löytyy edelleen tuotealueita, joista Suomesta voi ponnistaa uusiksi globaaleiksi menestystuotteiksi. Sinne ovat tarjolla myös cleantech-klusterin kärkialat, kuten Kemiran vesiteknologia, Wärtsilän energiatekniikka ja uusiutuvan energian teknologiat.

Myös materiaalitekniikka, joka nojaa nanoteknologiaan sekä metsäteollisuuden uudet tuotealueet ovat potentiaalisia suurlupauksia. Lupauksesta menestyvään liiketoimintaan on silti pitkä loikka, mutta se on nytkin mahdollinen.

Napakka

Jarruna ovat komponentit

Elektroniikan komponenttivalmistus on keskittynyt muutamaan Aasian maahan ja Meksikoon, kun Eurooppa ja Yhdysvallat ovat luopuneet omasta valmistuksestaan. Seurauksena ovat tulleet komponenttimarkkinoiden jyrkät heilahtelut. Viime vuonna valmistajat leikkasivat tuotantoaan ja tänä vuonna on pulaa esimerkiksi kosketusnäytöistä, sovellusprosessoreista ja kameroista. Se jarruttaa lopputuotteiden valmistusta. Amerikkalaisen Strategy Analytics -tutkimusyhtiön mukaan esimerkiksi matkaviestinten myynti olisi vieläkin vahvempaa ilman komponenttipulaa. Myös Nokia kertoi pari viikkoa sitten samasta asiasta.

Lähde :Kauppalehti

Työn kierrätys

Aalto University
School of Science
and Technology

USA

Job Destruction	Now (2002)	Then	Year
Railroad employees	111,000	2,076,000	1920
Telegraph operators	*	75,000	1920
Farm workers	716,000	11,533,000	1910
Airplane pilots&mechanics	255,000	0	1900
Auto mechanics	867,000	0	1900
Engineers	2,028,000	38,000	1900
Medical technicians	1,879,000	0	1910
Truck, bus, taxi drivers	4,171,000	0	1900
Computer pr./oper./sc.	2,648,000	160,613	1970
Actors and directors	155,000	34,643	1970
Editors and reporters	280,000	150,715	1970
Medical scientists	89,000	3,589	1970
Special education teachers	374,000	1,563	1970
Webmasters	500,000	0	1990

- "Attempts to save jobs almost always backfire. Instead of going out of business, inefficient producers hang on, at a high cost to consumers or taxpayers."

Lähde:Wikipeida

Cleantech- talouden uusi veturi?

Hallituksen tavoitteet (2018):

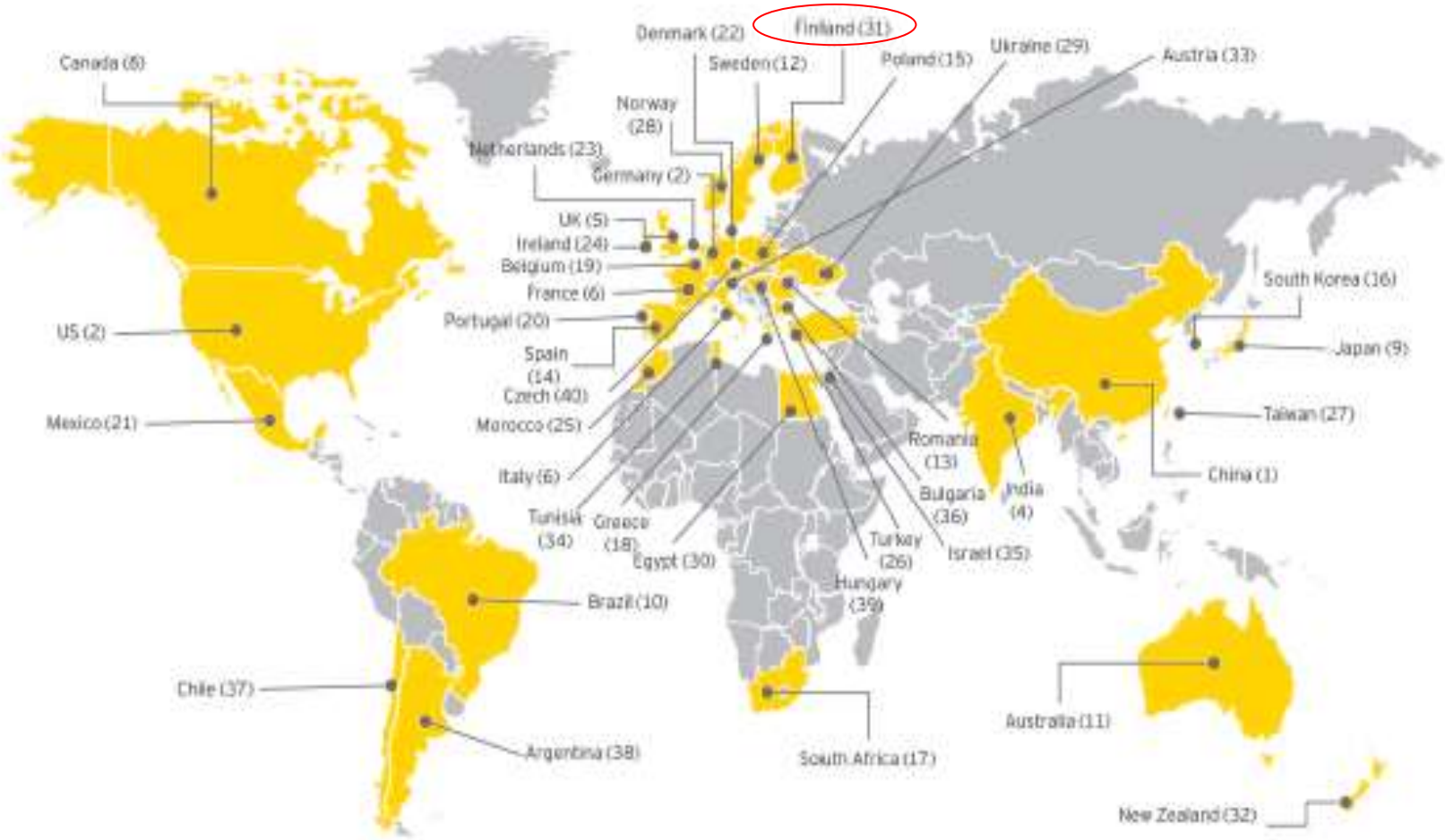
1. Suomi cleantechin kärkimaaksi
2. 50 000 uutta työpaikkaa
3. Alan liikevaihto 2x (20→€40 mrd)

Ohjelman painopistealueet:

Cleantech näkökulman juurruttaminen koko hallintoon	
Suomesta paras kotimarkkina kansainvälistymiseen tähtääville Cleantech yrityksille	Kasvua ja uusiutumista kansainvälisiltä markkinoilta

Uusiutuvan energian globaali ranking-lista (elokuu 2012)

Map highlighting CAI countries and their respective Issue 34 rankings

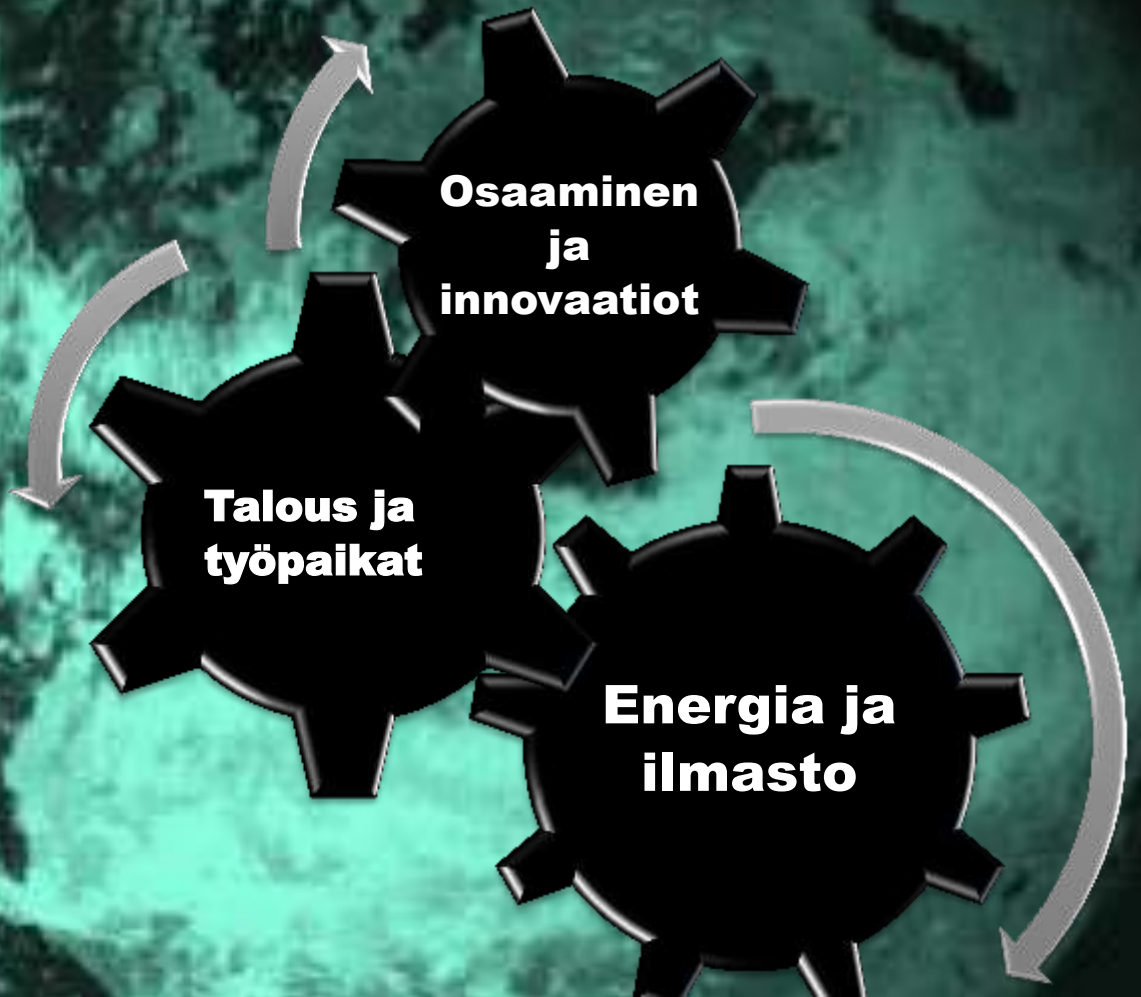


ERNST & YOUNG
Quality In Everything We Do

Peter Lund 2013

Vihreä talouskasvu

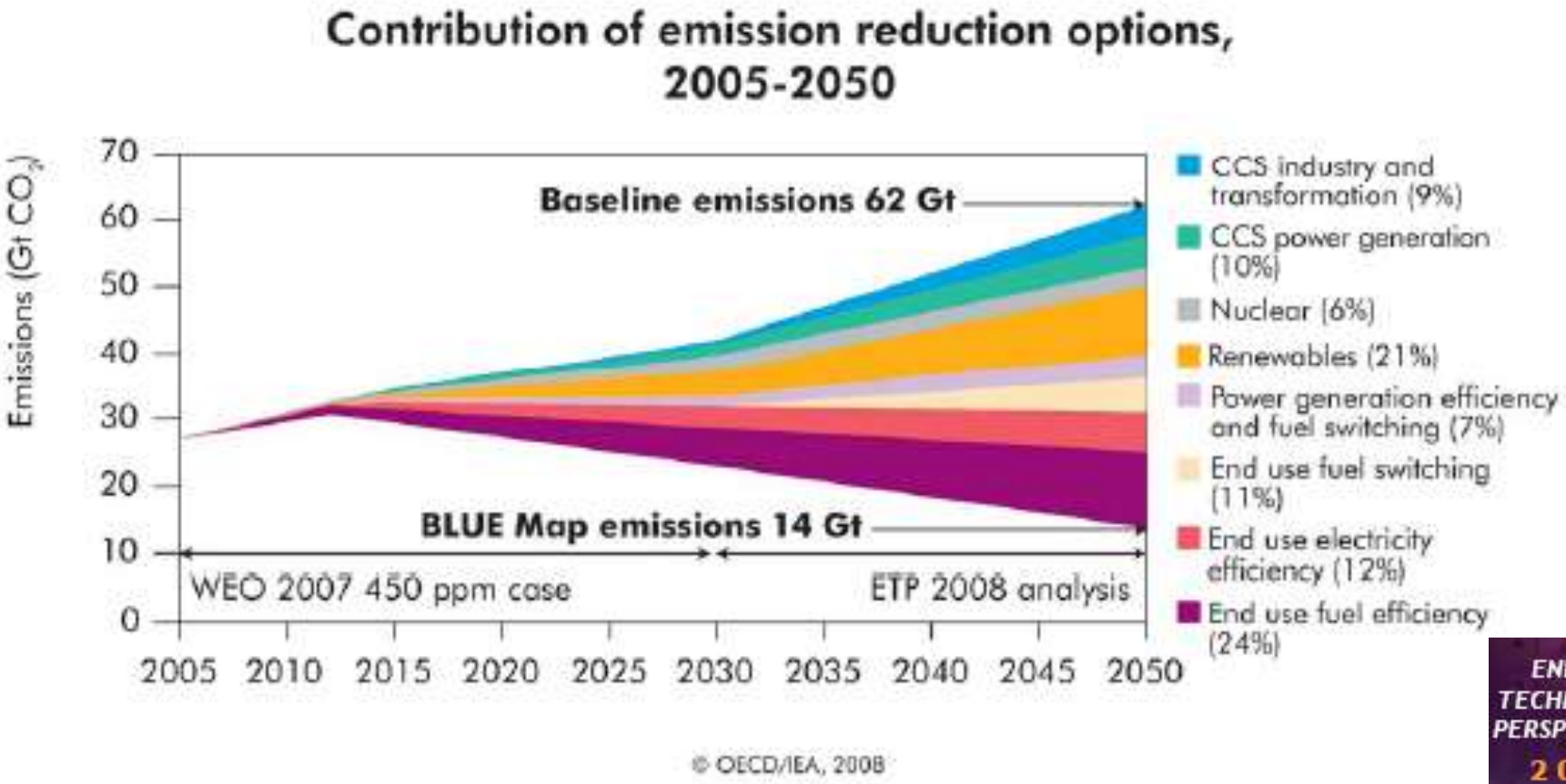
Talous, energia ja osaaminen nähtävä yhtenä kokonaisuutena, kotimarkkinat α ja Ω kaupallistamisessa !



“ Shifting to a greener economy could generate up to 60 million additional jobs over the next two decades and lift millions of people out of poverty, UN agencies and trade unions said recently, urging governments to use the Rio+20 summit

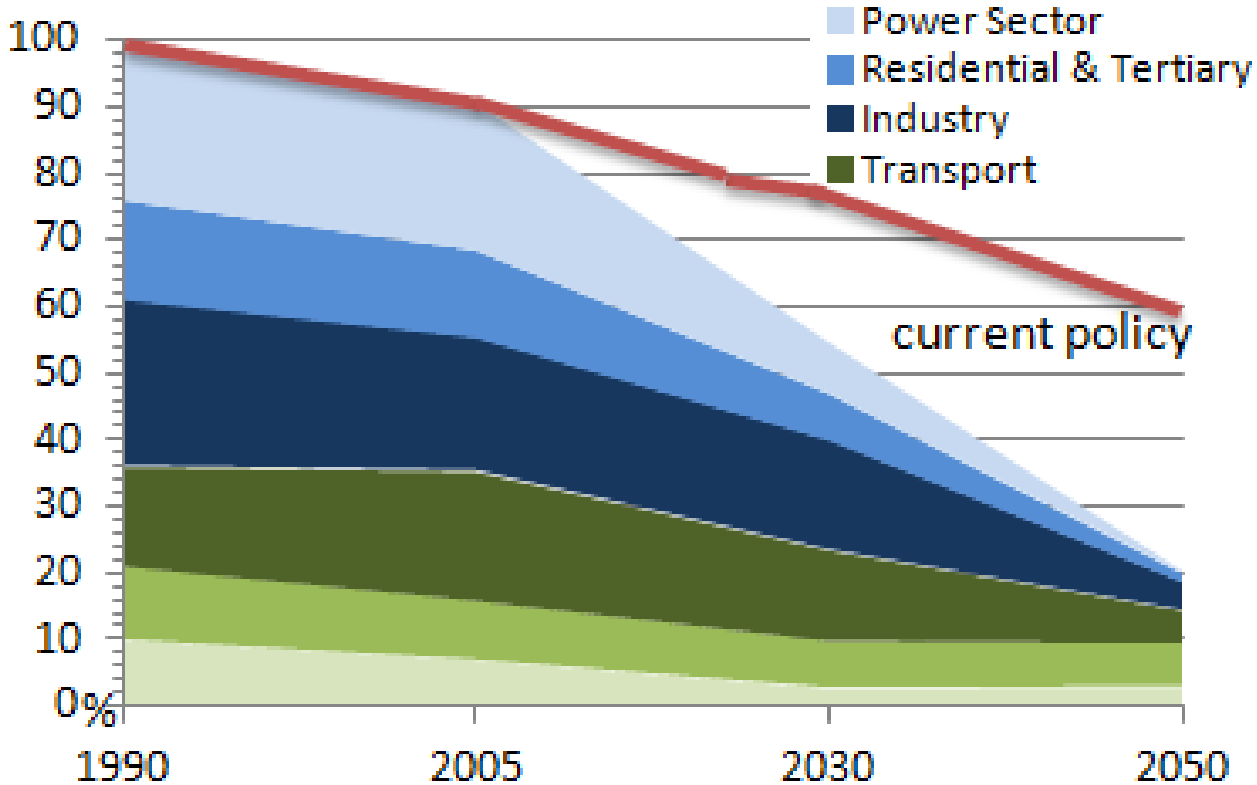
Energia- ja ilmastokysymykset eivät ratkea ilman energiavallankumosta

- Uudet energiteknologiat **75%** ilmastoratkaisuista; Energian käytön tehostaminen Nr 1 (n ½ ilmasto-ongelman ratkaisusta)



Euroopan energia- ja ilmastohaasteet 2050

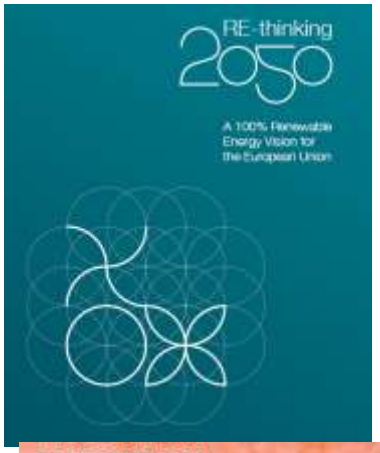
CO_2 päästöt (1990=100%)

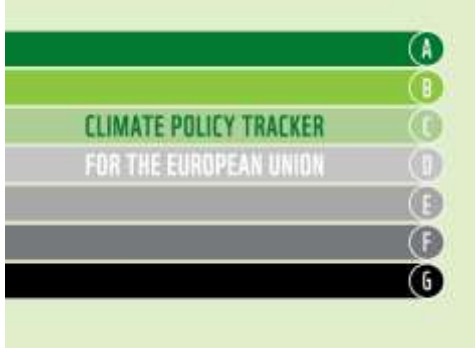


Lähde: Euroopan Komissio, 2011

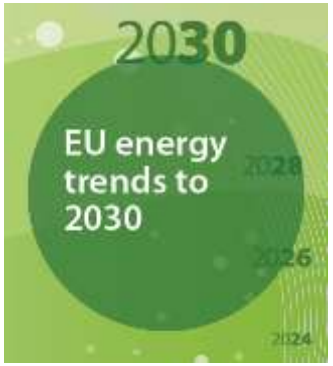
Energian käytön tehostaminen >40%
Uusiutuvien osuus energiasta 55%
Uusiutuvien osuus sähköstä 64-97%

Useat kansainväliset tutkimukset ennustavat korkeita osuuksia (>80%) uusiutuville energialähteille v2050





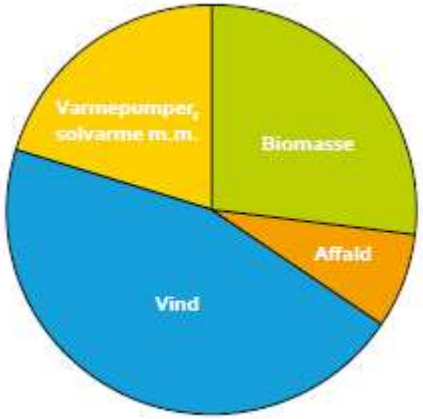
Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials



Peter Lund 2013

Tanska
vihreä energia= vihreää talouskasvua

- Ilmastoneuvosto: 2050 nollapäästöt, 100% uusiutuvaa
- Tanskan uudet tavoitteet: CO_2-päästöjä pudotetaan 40% v.2020



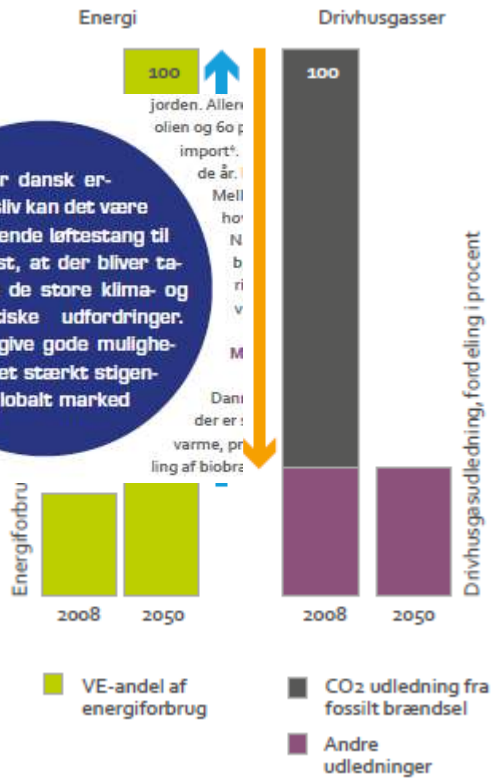
2050

Grøn jobskabelse

Tabel 1. Samlede investeringer og beskæftigelse i perioden 2012-20

	Investeringer	Beskæftigelse
Offshore vind (600 MW)	15 mia. kr.	12.000 pers
Kystnære møller (800 MW)	12 mia. kr.	10.000 pers gere og kan
Landvindmøller (1000 MW)	10 mia. kr.	8.000 perso
Biomasse i kraftvarmeforsyning	5 mia. kr.	4.000 perso
SmartGrid og elbilsladestandere	10 mia. kr.	8.000 perso
Transmissionsforbindelser • Kriegers Flak • Holland • UK	3,5 mia. kr. 2,0 mia. kr. 3,0 mia. kr.	6.000 perso gig- rændsler
Kabelhandlingsplan	10 mia. kr.	8.000 personer
Elektrificering af jernbanen:	2 mia. kr.	2.000 personer
Energieffektivisering	18 mia. kr.	15.000 personer
Grøn omstilling af landbruget	5 mia. kr.	4.000 personer
I alt	96 mia. kr.	77.000 personer

For dansk erhvervsliv kan det være en afgørende løftestang til grøn vækst, at der bliver taget fat på de store klima- og energipolitiske udfordringer. Det kan give gode muligheder på et stærkt stigende globalt marked



Peter Lund 2013

Miten paljon voidaan energian käyttöä tehostaa Euroopassa ?

- Energian tehostamisen mahdollisuudet EU:ssa = 11 x Puolan energian tarpeen verran

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

Policy Report

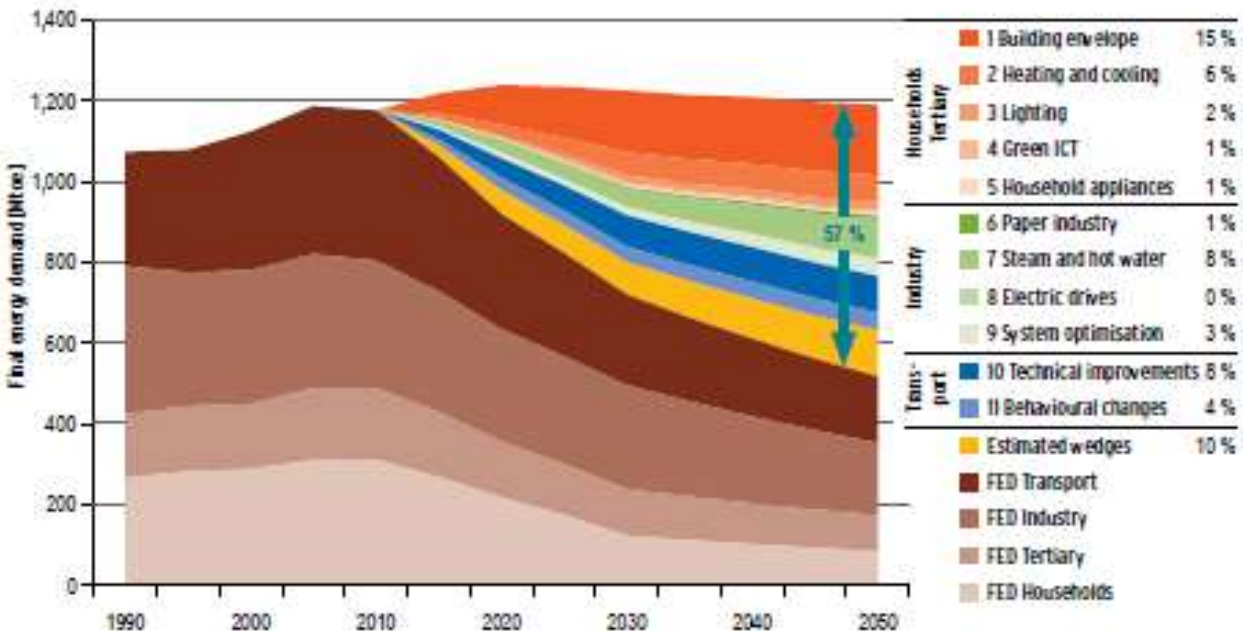
Contribution of Energy Efficiency Measures to Climate Protection within the European Union until 2050

Figure 16: Overall final energy demand and final energy savings (figures shown in the key represent the relative saving potential in 2050 compared to baseline)

Table 1: Overview of the energy efficiency wedges

#	Sector	Wedge
1	Households, tertiary sector	Building envelope
2	Households, tertiary sector	Heating and cooling systems
3	Households, tertiary sector	Lighting
4	Households, tertiary sector	Green ICT
5	Households	Household appliances
6	Industry (PT)	Paper and pulp industry
7	Industry (CCT)	Steam/hot water generation
8	Industry (CCT)	Electric drives
9	Industry (CCT)	E-drive system optimisation
10	Transport (road)	Technical improvements
11	Transport (road)	Behavioural changes

PT=process technologies
CCT=cross-cutting technologies



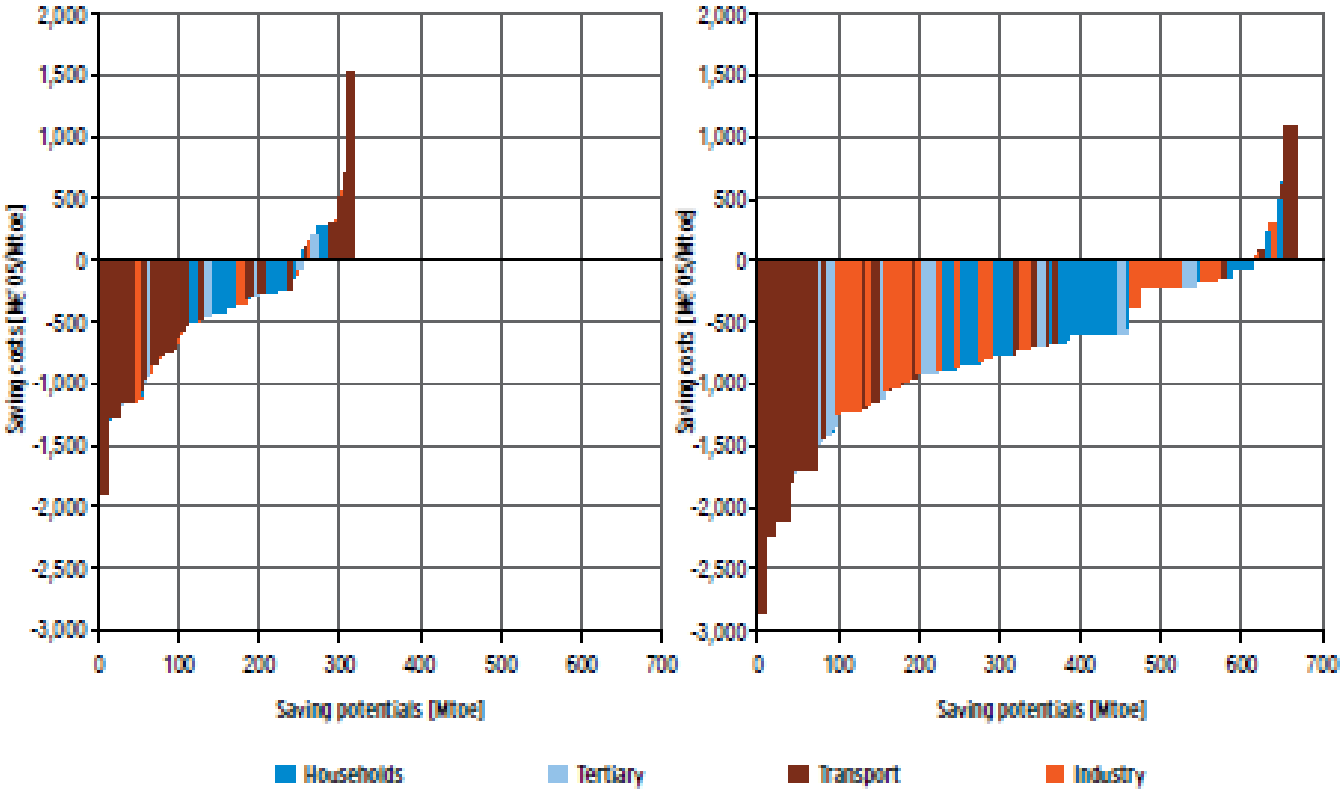
Source: Fraunhofer ISI

Peter Lund 2013

Entä energian käytön tehostamisen hinta?

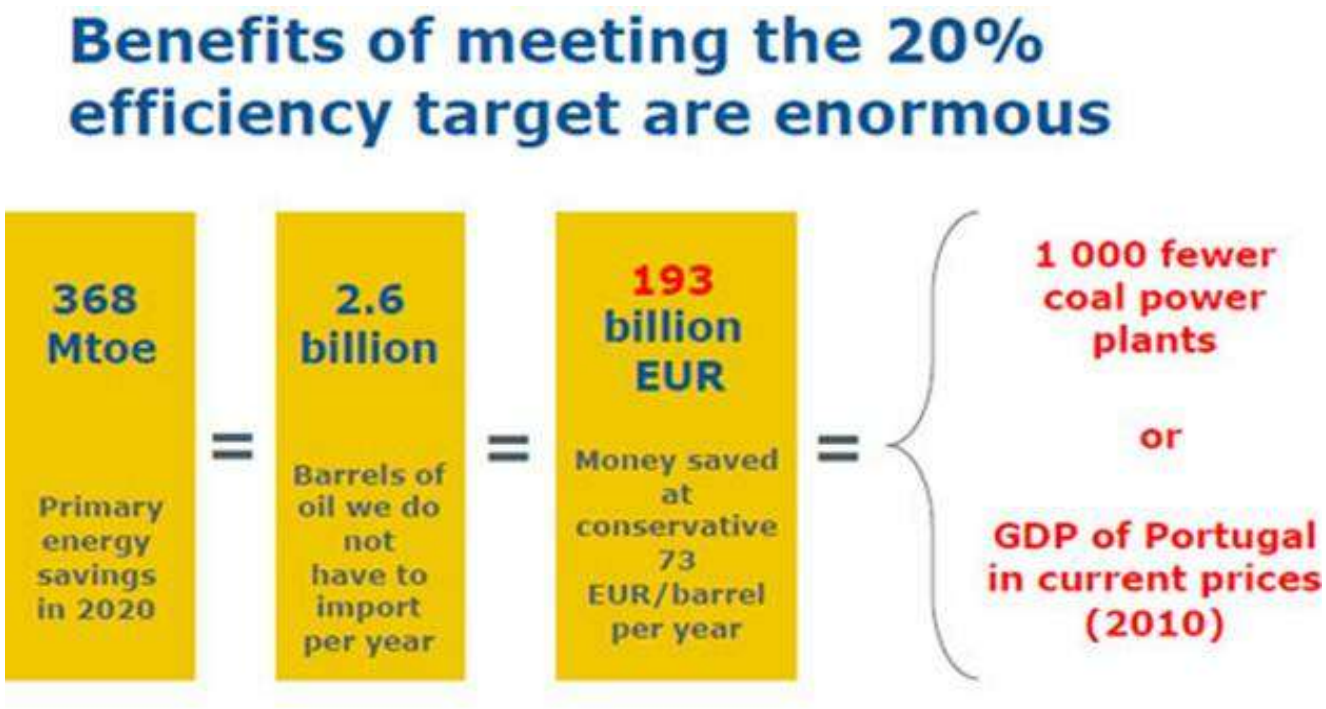
- Negatiiviset kustannukset! Energian käytön tehostaminen säästää rahaa !
- Em. säästöt samaa luokkaa kuin Europan energiantuonti

Figure 15: Multi-sectoral cost curves for 2020 and 2050



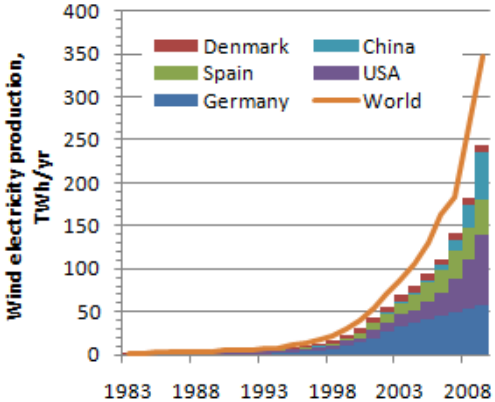
Source: Fraunhofer ISI

Energian käytön tehostamisella merkittävä kansantaloudellinen merkitys



Jos Kreikka, Portugali ja Espanja olisivat määrätietoisesti tehostaneet energiankäyttöään vuodesta 1974, olisivat maat säästäneet 1 BKT/vuosi verran rahaa eli lähes valtiovelan verran

Uusi energiateknologia siirtymässä suureen mittakaavaan



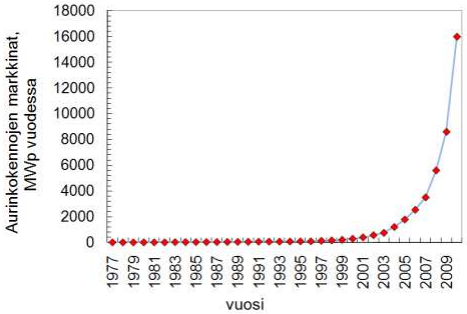
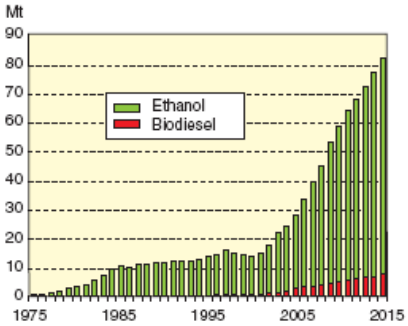


Fig. 1 Trend in world biofuel production



Source: F.O. Licht, Christoph Berg, presentation made at World Biofuels 2006, Seville, May

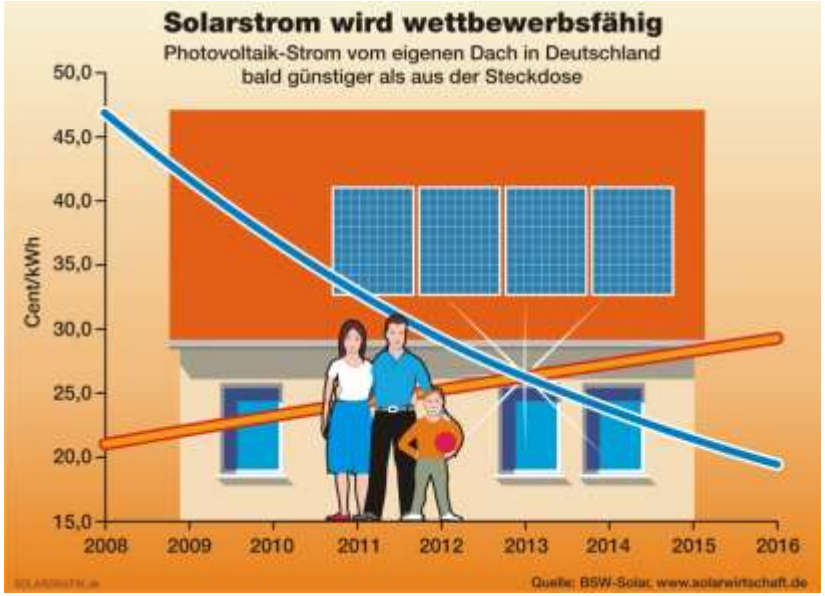
- <u>Tuulivoima</u>: 3 % maailman sähköstä, 25% 2050 ; Tuulivoiman pohjahinta n ½ nykytasosta

- <u>Aurinkosähkö</u> (PV) : ½% maailman sähköstä ($100 mrd business), 5-25% 2050; Hinta lähellä $1/Wp, massatuote?

- <u>Bioenergia</u>: 4% EU:n energiasta, potentiaali 15%; Energia asettaa hinnan, ympäristö ja ruoka ylärajan käytölle; Suuri kehityspotentiaali (2&3&4 sukupolven biopolttoaineet)

Case. Aurinkosähkö – hinta tippuu ja lähestyy sähkön kuluttajahintaa Saksassa

- Uuden teknologian hinta putoaa volyymien kasvaessa
- Aurinkosähkön hintataso alimmillaan $1.5/$W_p$! Kotitaloussähkö = 3 kWp= ~ **5000-6000 €**=100% sähköstä ja ’ilmaista’ seuraavien 40 vuoden aikana



Solar Panels with Racking Systems: Combination Priced at $1.50 Per Watt

Prices for quantities: < 60 KW (minim um20 KW): 0.54€/Wp > 60 KW (1 container 20’): 0.502/Wp; >150 KW (1 container 40’): 0.50€/Wp; 1 MW: price on negotiation

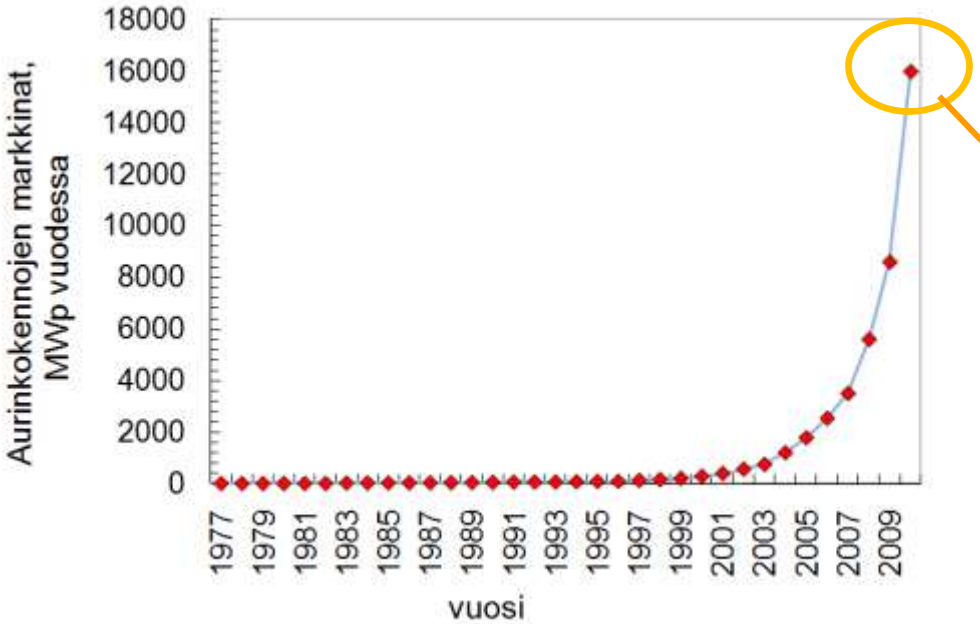
Mitä tapahtuu kun uusi vihreä energia on halvempaa kuin vanha ruskea energia? Case Aurinkosähkö (PV)

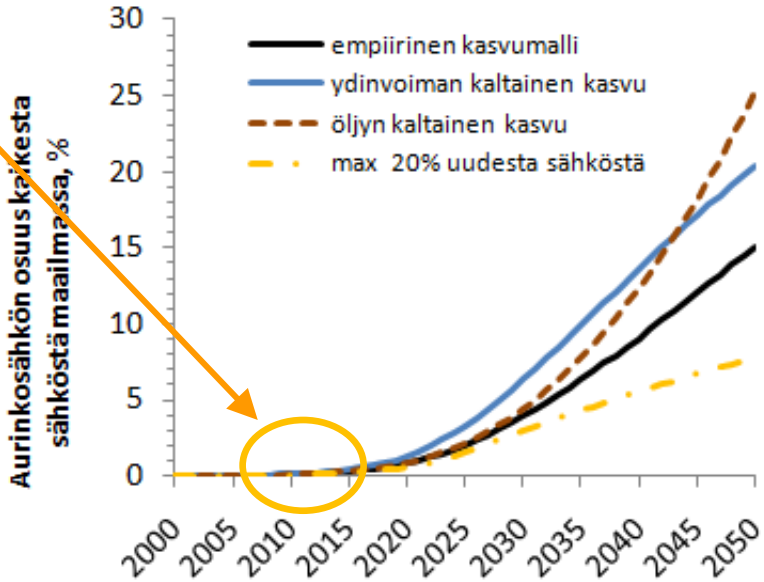
2010:

- Aurinkosähkö ½% maailman sähköstä
- Kasvu 40%/vuosi, v 2010 ~100%
- lähes100 mrd $ business

2050:

- 15-25% sähköstä vuonna 2050
- Aurinkosähkö on massatuote

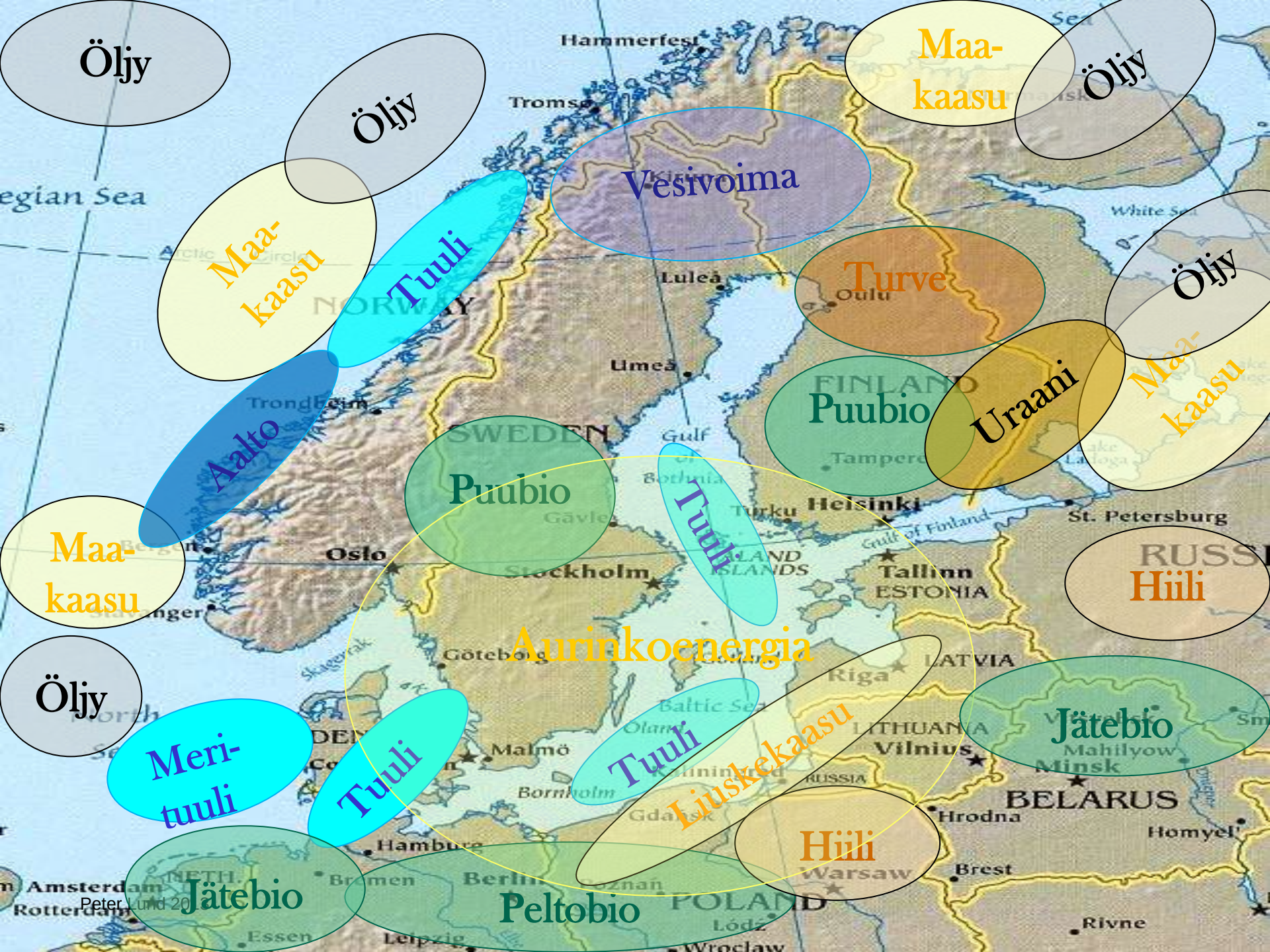




Peter Lund 2013

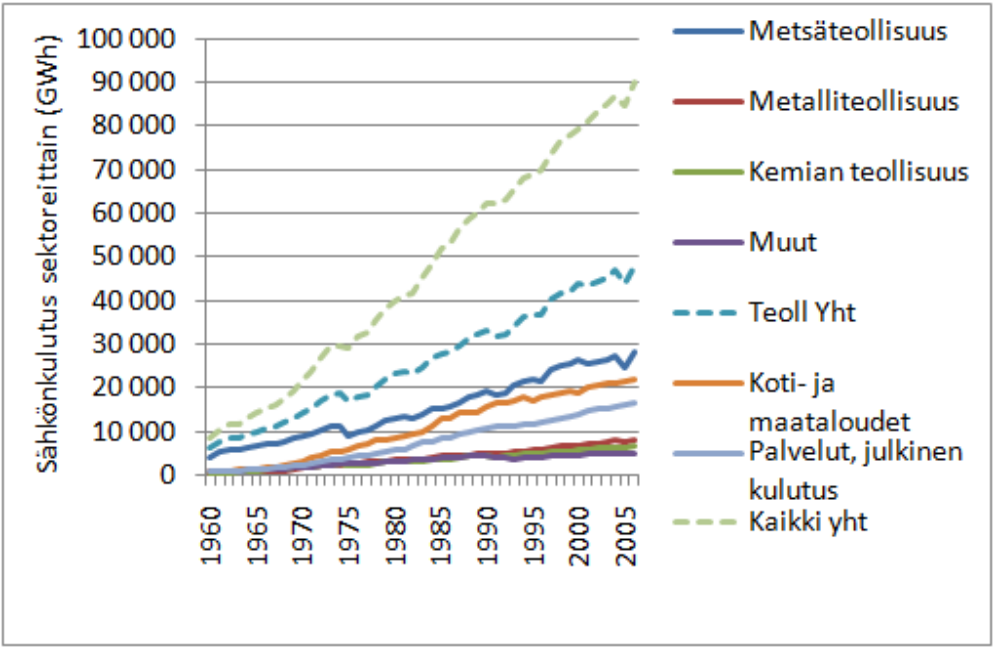
Ref Lund PD. Fast market penetration of energy technologies in retrospect with application to clean energy futures. Appl Energy (2010), doi:10.1016/j.apenergy.2010.05.024

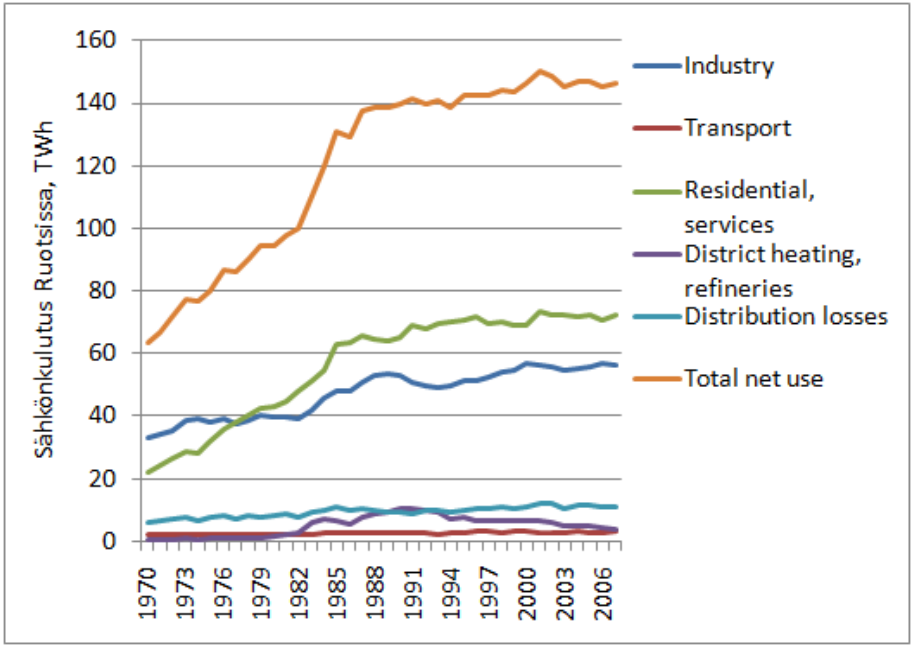
Ref. P.D. Lund:Exploring past energy changes and their implications for the pace of penetration of new energy technologies. Energy 35 (2010) 647–656


Öljy
Öljy
Maa-
kaasu
Öljy
Vesivoima
Maa-
kaasu
Tuuli
Turve
Öljy
Aalto
Puubio
Uraani
Maa-
kaasu
Puubio
Tuuli
Maa-
kaasu
Hiili
Öljy
Aurinkoenergia
Meri-
tuuli
Tuuli
Tuuli
Liuskekaasu
Jätebio
Hiili
Jätebio
Peltobio
Hammerfest
Tromsø
Luleå
Oulu
Umeå
Trondheim
Oslo
Stockholm
Turku
Helsinki
Tampere
St. Petersburg
Tallinn
ESTONIA
Riga
LATVIA
Vilnius
LITHUANIA
Minsk
BELARUS
Hrodna
Homyel'
Brest
Rivne
Warsaw
POLAND
Łódź
Wrocław
Gdańsk
Bornholm
Malmö
Göteborg
Hamburg
Bremen
Berlin
Leipzig
Essen
Amsterdam
Rotterdam
Stavanger
Baltic Sea
Gulf of Finland
White Sea
Peter Lund 2011

Energia Suomessa

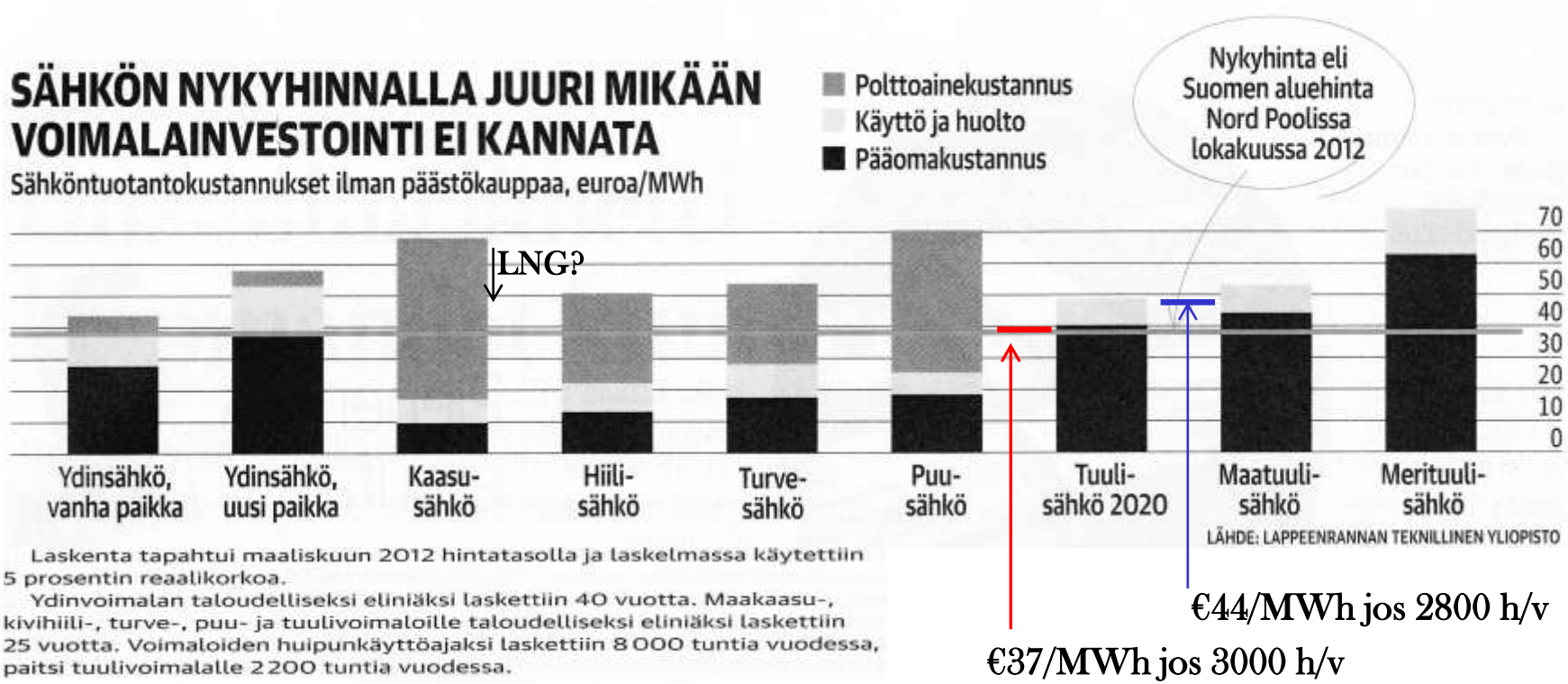
- Energian ja sähkön tarve, päästöt per capita EU:n korkeimpia
- ½ sähkön tarpeesta teollisuudesta
- Sähkön tarvevertailu Suomi - Ruotsi





Sähköntuotantokustannukset

- Uudet vaihtoehdot halpenevat



Lähde: Talouselämä 43, 2012

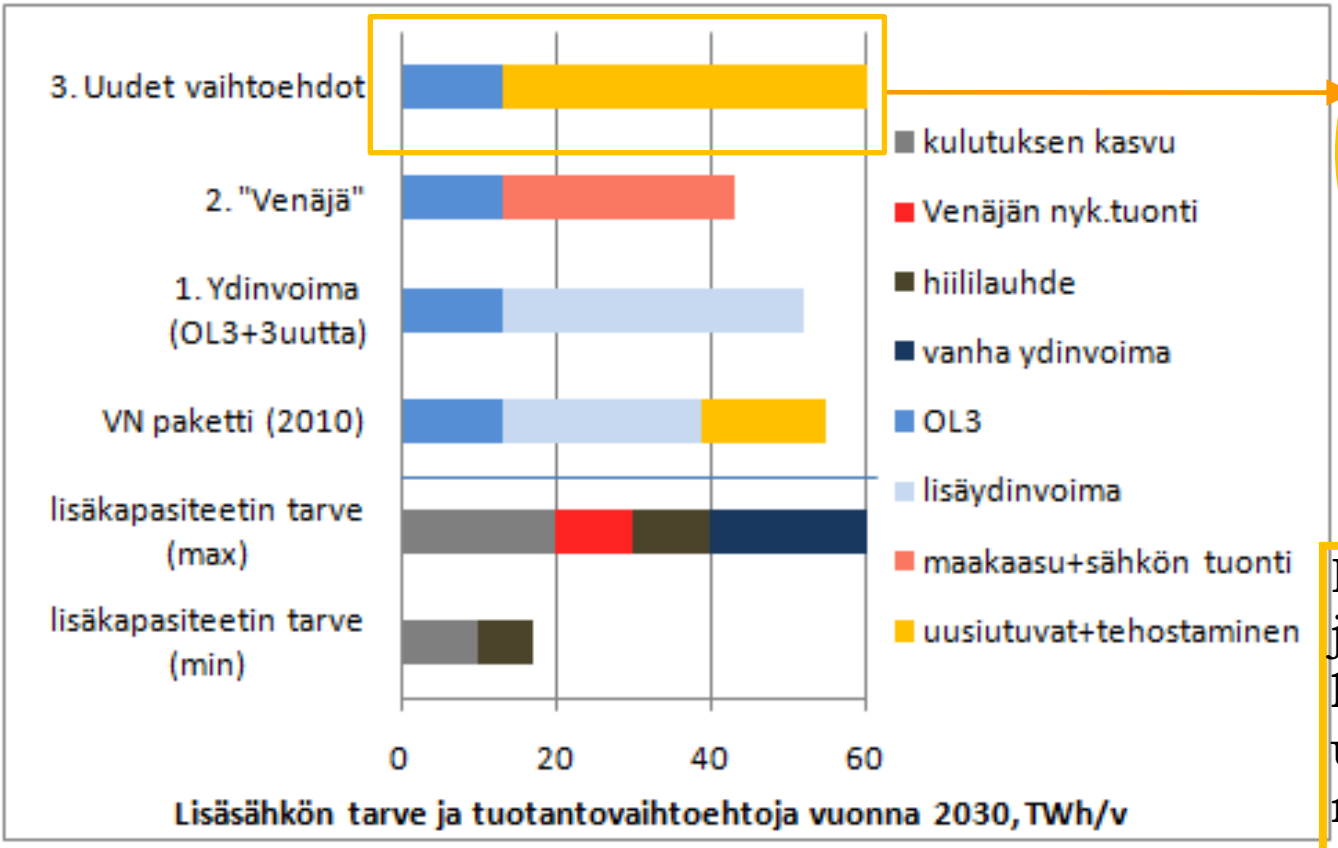
Moderni näkemys energiakysymykseen Suomessa

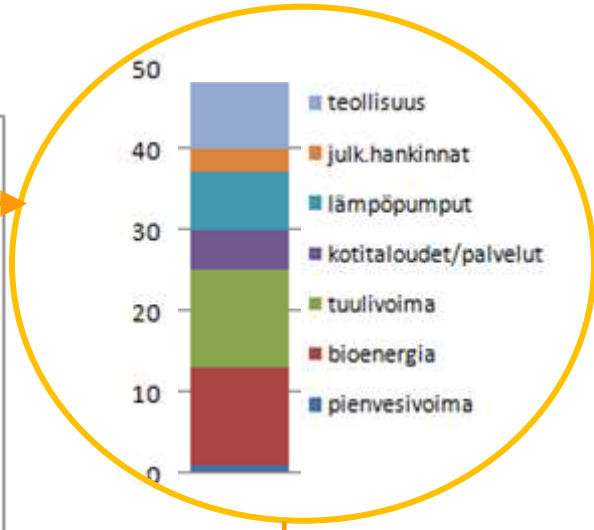
- **Laajempi pohja uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiselle**
  - Erilaiset biomassan muodot (puunjalostuksen jätteet, metsä- ja harvennustähteet, biokaasu, energiaviljelmät, kierrätyspolttoaineet, maatalouden jätteet)
  - Uudet uusiutuvat (rannikko- ja merituulivoima, aurinkolämpö- ja sähkö, maa/ilmalämpö, pienvesivoima, vesivoimaloiden saneeraukset)

- **Energian käytön tehostaminen on järkevää eikä tiputa elintasoa** ("vähemmällä saadaan enemmän")
  - Tehostamisen kustannukset ovat useimmiten negatiiviset
  - Potentiaali on suuri, etenkin kuluttajasektoreilla

Peter Lund 2013

Sähköntuotannon vaihtoehtoja (2030)



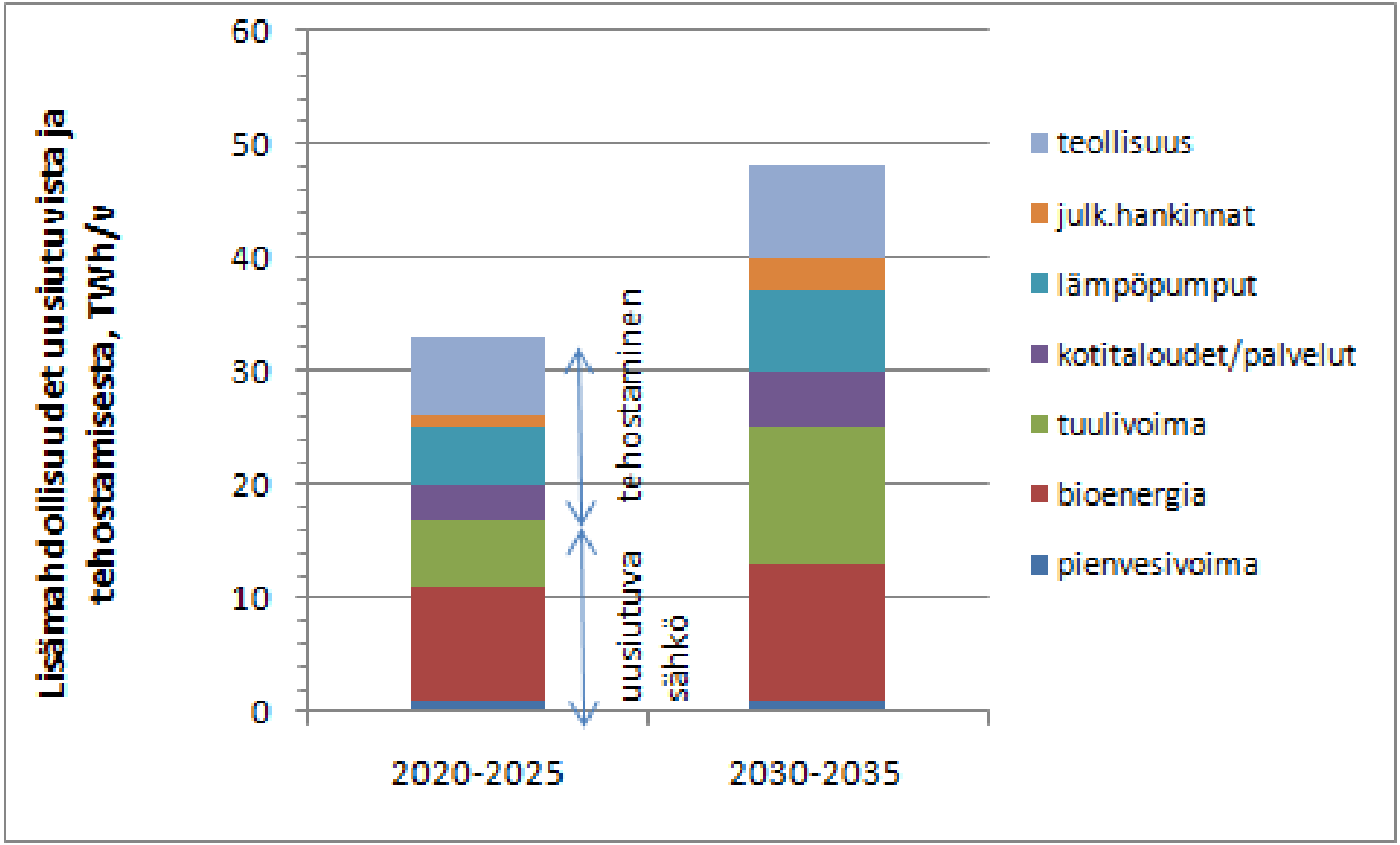


Kotimainen teknologia ja osaaminen+ kotimarkkinat → uutta vientiä kasvavilla maailmamarkkinoilla

→ 30.000-40.000 uutta työpaikkaa v 2020-30

Peter Lund 2013

”Suosi suomalaista energiaa” - skenaario



Peter Lund 2013

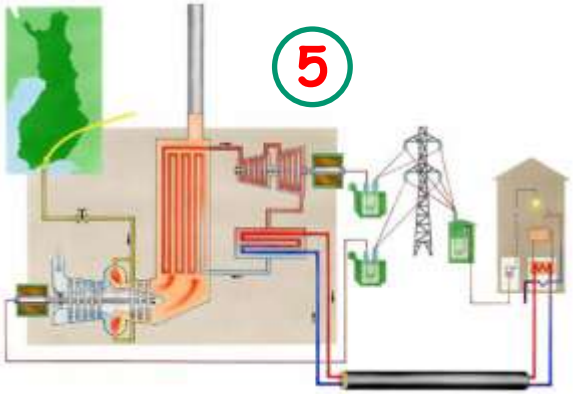
Miten hallita energiajärjestelmää jos paljon vaihtelevaa uusiutuvaa energiaa?

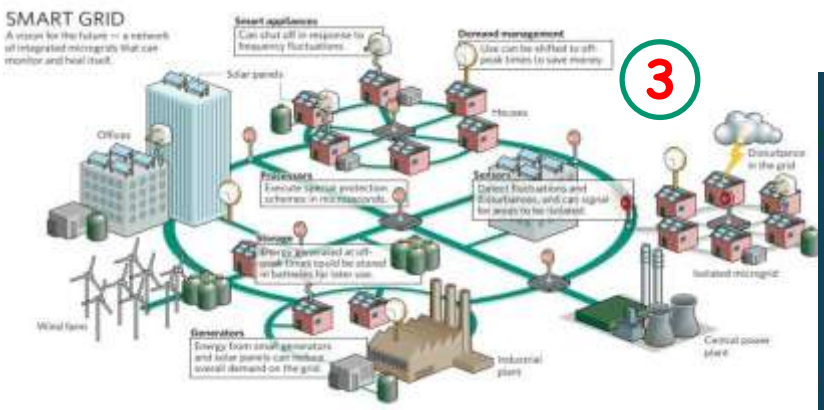
Aalto University
School of Science

- **Q1: matching supply and demand of electricity with RE sources**
- Q2: integrating distributed RE power into the energy system

Examples of solutions:

1. **RE in urban context**
2. **Grid infrastructures**
3. **Smart Grids**
4. **Electricity markets**
5. **Co-generation (CHP)**
6. **REcoupled with end-use**

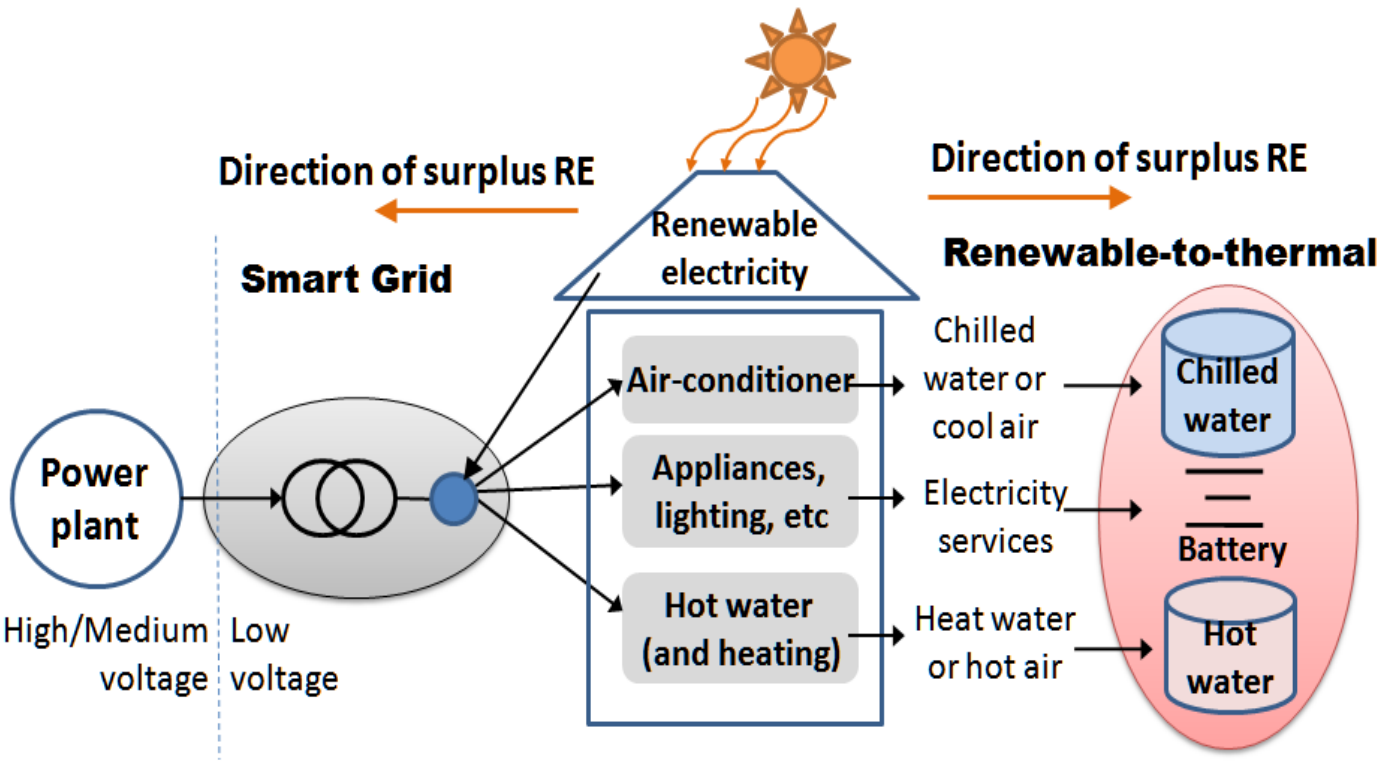




Peter Lund 2013

P.D. Lund. A review of promising low-carbon energy technologies to displace nuclear power. Crossing the Sustainable Energy Rubicon, Center for Energy and Environmental Policy (CEEP), University of Delaware, USA July 11, 2012.

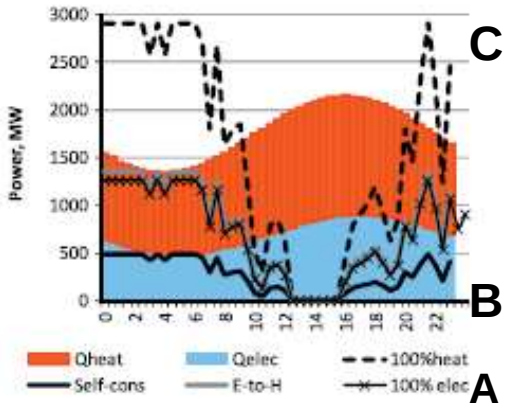
6. Electricity-to-thermal conversion of surplus renewable electricity

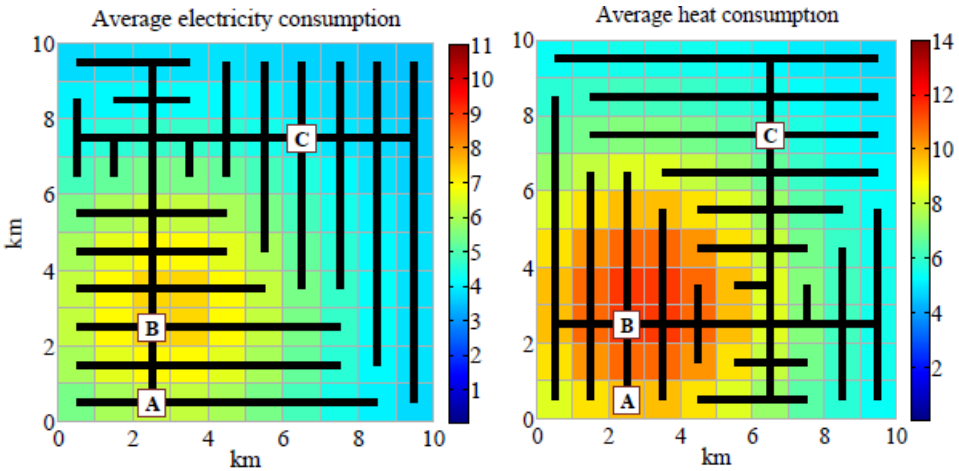


P.D. Lund: Large-scale urban renewable electricity schemes – Integration and interfacing aspects. *Energy Conversion and Management* (2012) http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2012.01.037.

Paljonko voidaan Helsingissä hyödyntää tuulivoimaa?

Loppuenergian tarve 12 TWh/v; 4.4 sähköä, 7.6 lämpöä (ja kylmää)
100 MW tuulivoimaa = 0,25 TWh sähköä vuodessa





- Piste A: 135 MW tuulivoimaa: **7% sähköstä, 0% lämmöstä**
- Piste B: 319 MW tuulivoimaa: 17 % sähköstä, 0% lämmöstä
- Pisteet B+C: ylimitoitetaan tuulivoima, ylijäämätuulivoima muunnetaan lämmöksi: 1943 MW tuulivoimaa: **72% sähköstä, 20% lämmöstä**
- MAX: 2910 MW tuulivoimaa+142 GWh lämpövarastoa: 95% sähköstä, 45% lämmöstä

Ref: Lund, P. : Large-scale urban renewable electricity schemes - integration and interfacing aspects. Energy Conversion and Management, 2012
Ref: R. Niemi, J. Mikkola, P.D. Lund: Urban energy systems with smart multi-carrier energy networks and renewable energy generation. Renewable Energy, 2012.

Suuren mittakaavan tuulivoiman integrointi maisemaan ja hyväksyttävyys

Peter Lund 2013

Muistako vielä ?

Lähde: Helsingin Sanomat
Kuukausiliite, joulukuu 2012

Jos jokainen kotitalous käyttäisi 100 € kuukaudessa suomalaisiin tuotteisiin ja palveluihin syntyisi 42000 työpaikkaa
Suomalaisen Työn Liitto

Vastaa henkilöä kohden noin 1 €/päivä.

Itävalta – Güssingin ihme

- 1990: Güssing taantuva köyhä maatalousvaltainen 5000-asukkaan kaupunki Itä-Itävallassa
- 2010: Güssing esimerkki ”vihreästä” energiavallankumouksesta, 50 uutta yritystä, 1000 uutta työpaikkaa

Lähde: Wikipedia

Lahti
– ”cleantech” kaupunki

- Tavoite: 15-25% vähemmän energiaa 2015; 2025 CO_2 päästöt puolitettu
- Uusiutuvaa energiaa, tehokas yhdyskuntasuunnitelu, liikenne
- Jätteiden talteenotto (96%) ja kaasutus energiaksi (160 MW, $240 miljoonaa)

Picture: Lahti City

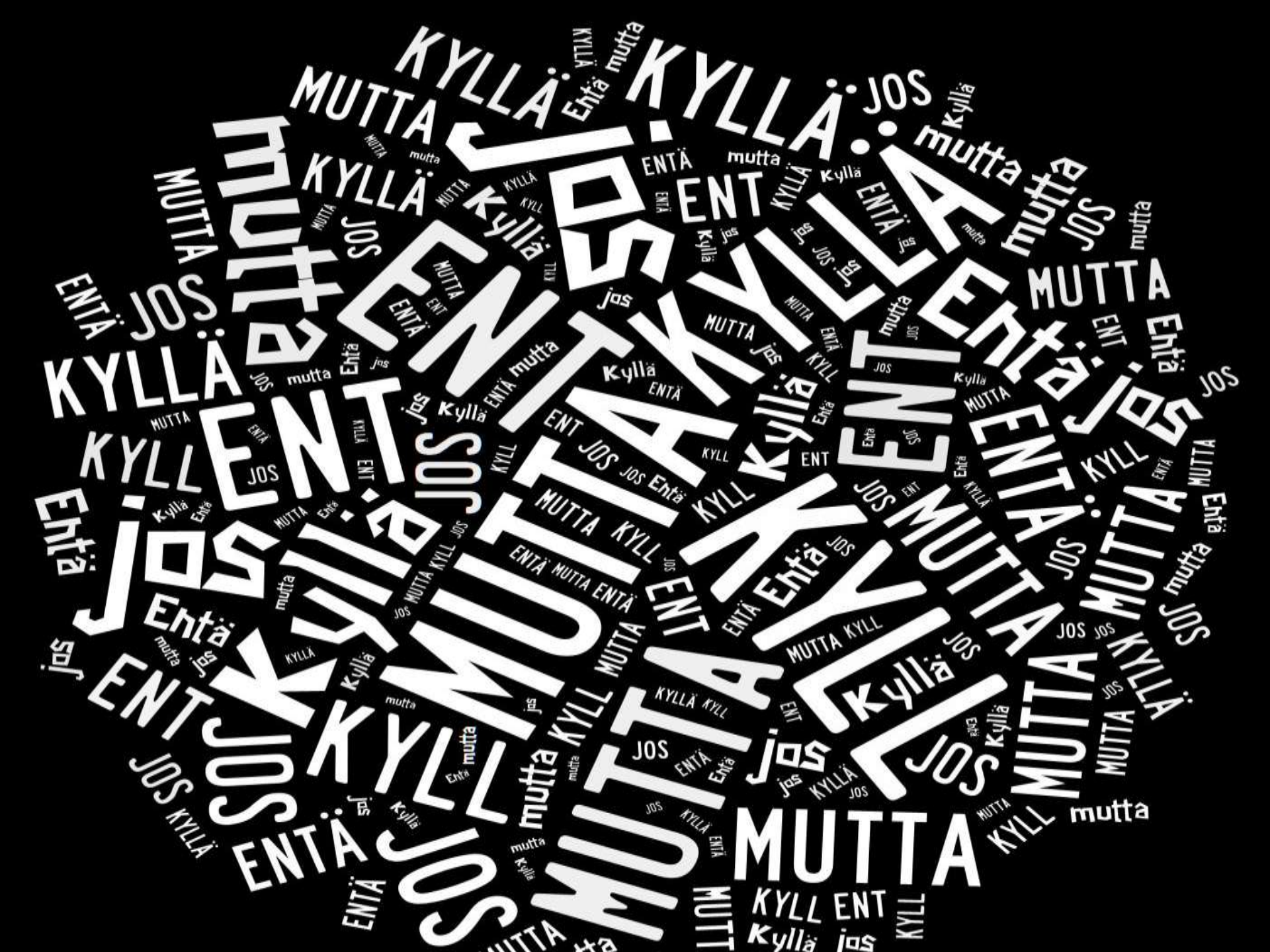
Kotka
– ”vihreän energian” kaupunki

- Päästöt tippuneet 40% kymmenssä vuodessa uusiutuvan kautta (bio+jäte)
- Uutta teollisuutta:Biojalostamot, tuulivoimaklusteri
- Energiainvestointeja (bio-CHP, jätteestä energiaa, $150 miljoonaa)

Photo: Kotka Energia

Oulu – ”fiksun energian” kaupunki?

- 2012: Oulu 200.000 asukkaan kaupunkiseutu, IT notkahtaa, osaamista katoaa ja työpaikkoja menetetään, talouskasvu hiipuu
- Entä jos 2013: Kaupunki päättää satsata paikalliseen energiatuotantoon ja energian käytön tehostamiseen, hyödyntää paikallisia energialähteitä, osaamista, työtä ja teknologiaa; yliopisto ja yritykset mukana ; merkittävä osa seudun noin 200-300 milj.€/v energiamenoista aiotaan pitää seudulla, talousvaikutus yli 500 milj.€/v; kaupunki viitoittaa tietä omalla esimerkillään
- Visio 2020: Oulu esimerkki ”vihreästä” energiavallankumouksesta, Green-ICT:n ja Smart City-teknologian huippuosaaja, teknologiavienti vahvaa; 60 uutta yritystä, 3000+ uutta työpaikkaa


KYLLÄ
JOS
MUTTA
ENT
Entä
Kyllä
jos
mutta
ENTÄ
KYLL