



# Maailman energiatulevaisuudet – Uudet energialähteet

Professori Peter Lund  
Teknillinen korkeakoulu

25.4.2006

II Millenium Forum – Maailman energiatulevaisuudet

	<i>Yllätyksetöntä etenemistä "The Sceptic"</i>	<i>Ympäristö vastaisku "Environmental backlash"</i>	<i>Korkean teknologian talous "High tech economy"</i>
1.1 Year when half the conventional oil is gone (but conventional may one day in the future include deep drilling, tar sands, and shale)	2020	2030	2050 advanced tech changes definition of reserves, and different sources, and efficiencies
1.2 Affordable photovoltaic cells with >50% efficiency are available			
1.3 First demonstration of cost-effective generation and delivery of base load electricity from solar earth orbital satellites			
1.7 High efficiency engines power 25% of new cars; e.g. using Stirling			
1.8 30% of electrical power is generated at the point of use			
2.12 Key Technological Breakthroughs until 2020	NextGen Coal Plant, Nuclear Ocean and land wind farms, solar towers	Ocean wind cities (nanotech 3-layer sheets change photovoltaic efficiencies)	Wireless energy transmission. If coal can be burned with low CO <sub>2</sub> emissions, then US, China, Russia, Nigeria benefit
2.22 Energy Transmission	Electric grids become more efficient, some nanotech batteries, little hydrogen	Electric grids more efficient, many innovations in batteries, some wireless energy transmission, little hydrogen	Greater efficiencies in electric grids, new kinds of batteries, wireless energy transmission begins, some hydrogen cars
2.20 Total energy efficiency gains 2006 to 2020	15%		20%

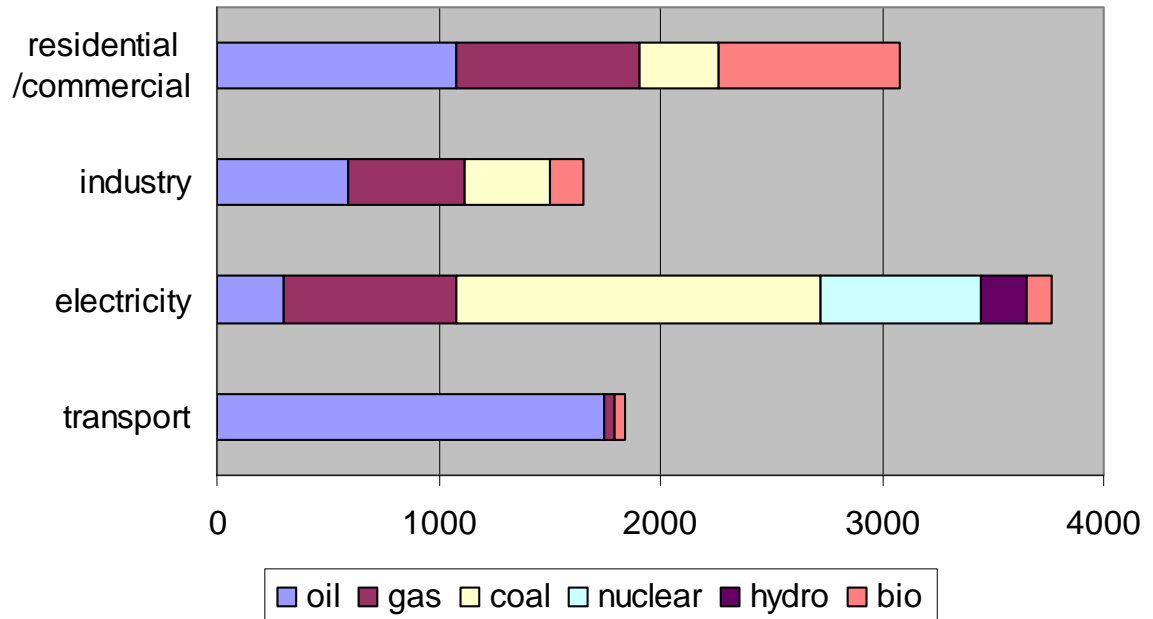


Kysymys	Versio P.Lund, TKK
1.1 Year when half the conventional oil is gone (but conventional may one day in the future include deep drilling, tar sands, and shale)	1) Käytetty 1000 mrdbrl; opt 2000, pess 1000 jäljellä 2) Kv. öljytilastot IEA ml. epätarkkoja 3) Öljytuotteiden saatavuus # öljyvarat 4) “Access problems” 2010-20
1.2 Affordable photovoltaic cells with >50% efficiency are available	1) Solar piin saatavuus ( $\eta > 20\%$ OK) 2) Ohutkalvot; nanoteknologia $\eta > 10\%$ riittää
1.3 ...solar earth orbital satellites....	1) Epätodennäköistä ennen 2050
1.7 High efficiency engines power 25% of new cars; e.g. using Stirling	1) HCCI yms. korkea $\eta$ 2) Diesel-hybridit (40-50% väh p.a.) 3) Synteettiset polttoaineet (bio, coal, uncon. oil+H <sub>2</sub> ) 4) Polttokennot – APU-yksiköt; Hytan-polttoaine
1.8 30% of electrical power is generated at the point of use	1) Laajasti otettuna jo tällä tasolla 2) Markkinesteiden poistaminen
2.12 Key Technological Breakthroughs until 2020	1) Teknologiat jo olemassa; skaalaus $\uparrow$ 2) Bio&nano&materiaalit&valmistus
2.22 Energy Transmission	1) Rajasiirto, monopolit, uutta ajattelua (=systeemi) 2) Esim. Norjasta tuulivoiman reservi EU:lle 3) Transkansalliset energiaverkot
2.20 Total energy efficiency gains 2006 to ‘20	1) Edullista, puhtaasti “poliittinen” kysymys, 20%



# Globaalinen energiajärjestelmä

- **Maailman energiantuotanto:**  
10.345 Mtoe, öljy 36%  
kasvu 2,5%/vuosi
- **Maailman energiankulutus:**  
1/2 polttoaineet, 1/3  
lämpöä, 1/6 sähköä
- **Maailman CO<sub>2</sub> päästöt:**  
CO<sub>2</sub>-päästöt 7,09 GtC tai  
23.800 MtCO<sub>2</sub>  
öljy 46%, kivihiili 42%,  
maakaasu 12%



# Puhdas teknologia avainasemassa

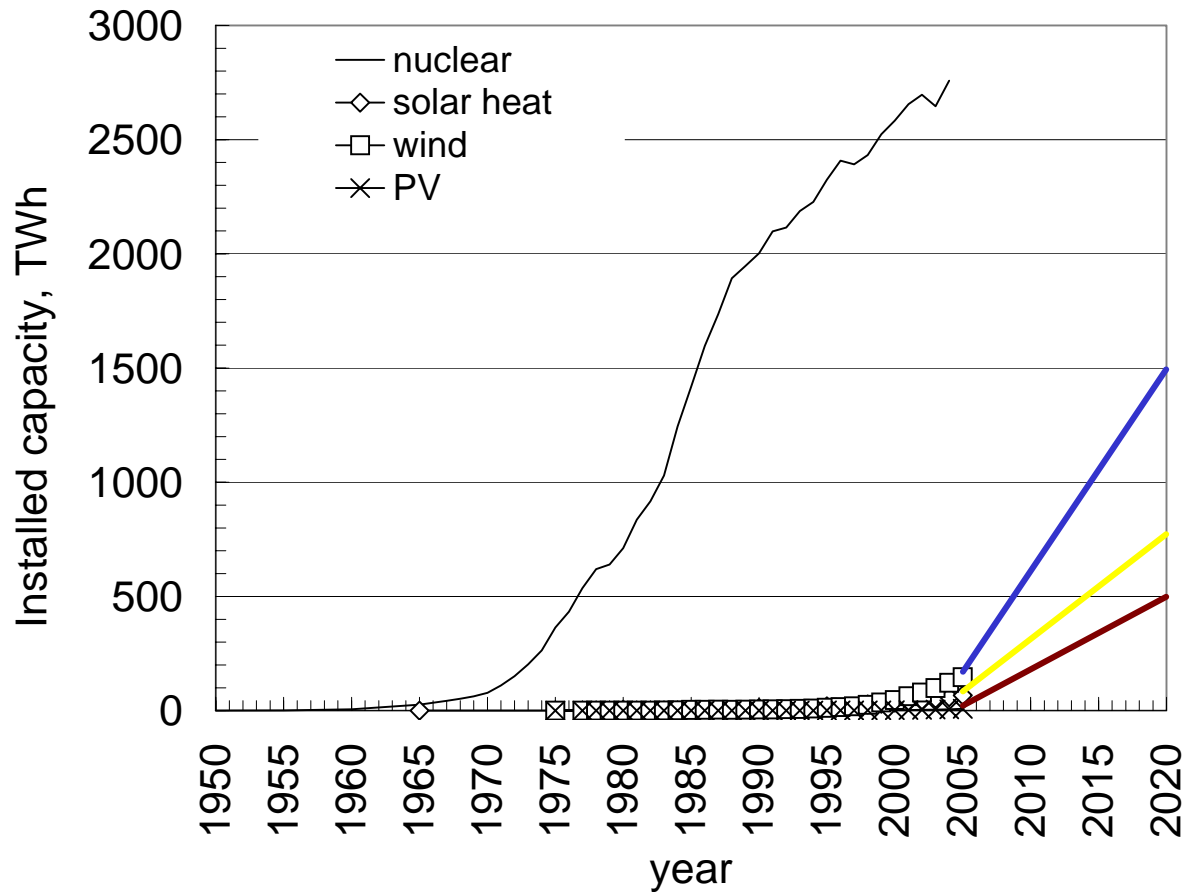


- Ratkaisumallit olemassa teollisessa mittakaavassa, haasteena skaalaus suureen mittakaavaan
- Esim. 15 teknologia-ratkaisua, kukin  $-1 \text{ GtC/v}$  (yhteensä  $=2 \times$  nykyiset  $\text{CO}_2$  päästöt,  $7 \text{ GtC/v}$ )

Vaihtoehto	Vaikutus	Ratkaisut
Energian tehokas käyttö ja säästö	4 ( $\text{GtC/v}$ )	Liikenne Rakennukset Voimalat
Vähähiiliset polttoaineet	4	Maakaasu $\text{CO}_2$ varastointi
Ydinvoima	1	Fissioreaktorit
Uusiutuvat energialähteet ja polttoaineet	4	Tuulisähkö Aurinkosähkö Biopolttoaineet
Metsät ja viljelymaa	2	Metsittäminen Täsmäviljelyä

Lähde: Pacala S, Socolow R. Stabilization wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. Science 2004; 305:986-972

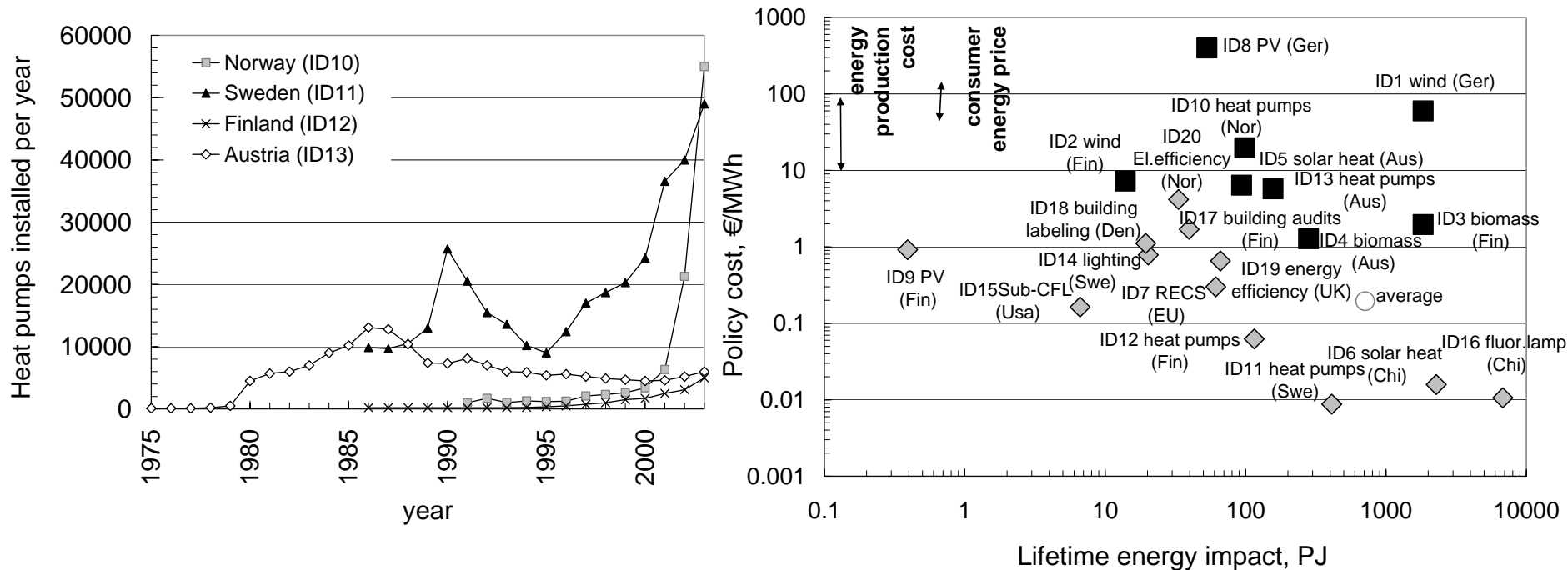
# Jos nykytrendi jatkuu - uusien uusiutuvien läpimurto mahdollista



# Julkiset toimet uuden teknologian kaupallistamiseksi tärkeitä



- energiapolitiisilla tukitoimilla vaikutetaan uuden teknologian käyttöönoton määrään ja nopeuteen



P.D. Lund: Market penetration rates of new energy technologies. *Energy Policy* 2006 (in press)

P.D. Lund Effectiveness of policy measures in transforming the energy system. *Energy Policy* 2006 (in press)

# Made in China For China or For World ?



- globaalinen valmistusalusta
- RTD panostus kasvaa
- energia-ympäristö tärkeää

- tyhjiöputkien massatuotanto Kiinassa, n 10 milj  $m^2/v$  (~ 5 TWh)
- potentiaali Kiinassa 100-kertainen 10 vuodessa
- systeemihinta nyt noin 20-30€/MWh