

Kyoto med kärnkraft!

Lennart Hjalmarsson
Handelshögskolan vid Göteborgs universitet

Klimatpolitikens kostnader

- **Ekonomiska**
 - **Lägsta möjliga kostnad: Samma utsläppskostnad överallt**
 - **Lägsta politiskt möjliga kostnad: Olika utsläppskostnader inom olika områden**
- **Politiska**
 - **Vad tål väljarna**
 - **Inflytande från lobbygrupper**

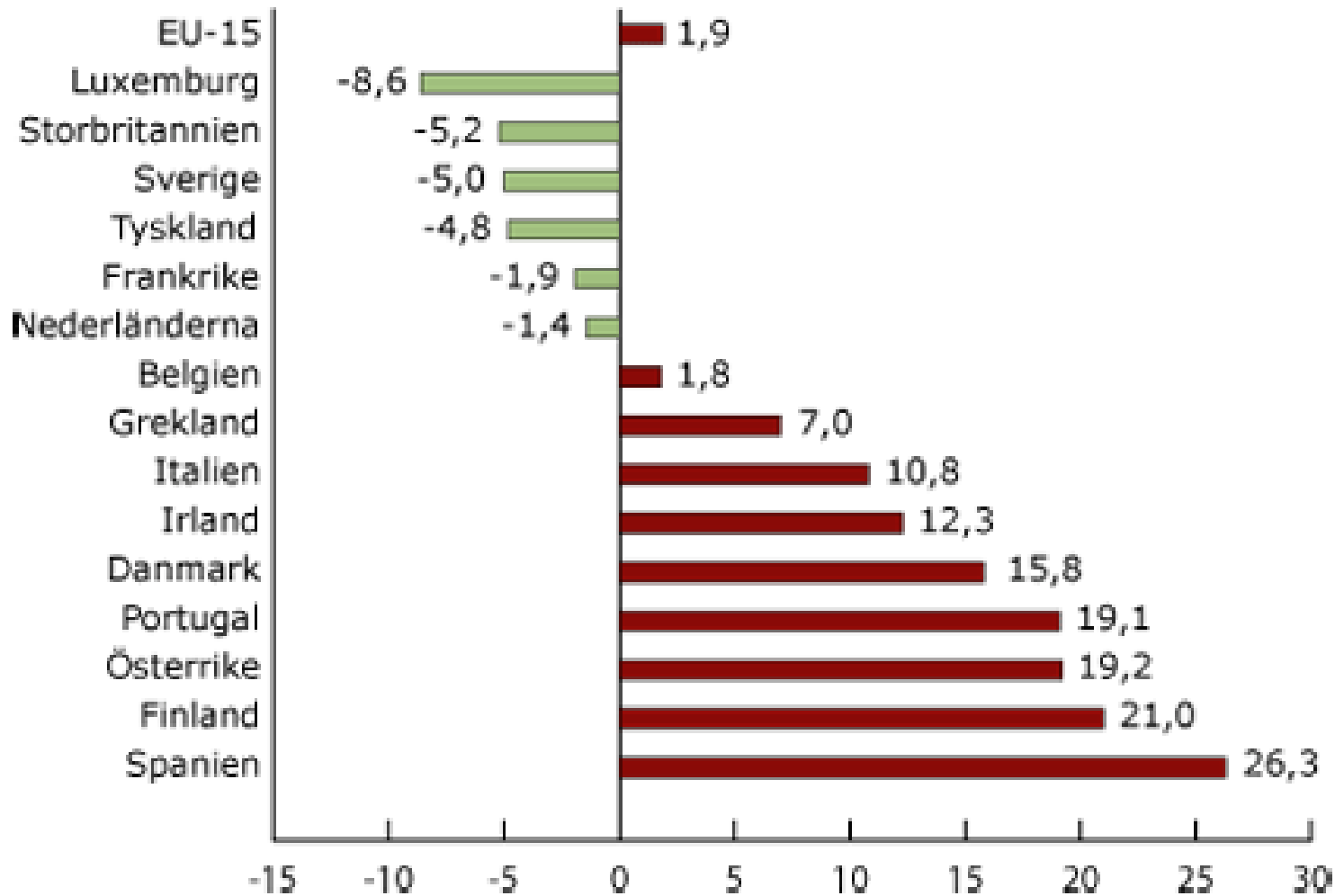
Varifrån kommer GHG-emissionerna?

- **Elproduktion: 24%**
- **Förändrat landutnyttjande:
avskogning: 18%**
- **Industri: 14%**
- **Transporter: 14%**
- **Jordbruk: 14%**

Befolkningsökning

Inkomstökning

EU-15: Avstånd till utsläppsmål (%)



GHG-trender internationellt

Riklig tillgång på fossila bränslen

Ökad energieffektivitet men

Ökad energikonsumtion

Trots kraftfulla åtgärder så

maximal utsläppsreduktion per år: 1%

(Frankrike, Brasilien, UK, Öst-Europa)

Långlivade kapitalstockar

Teknisk utveckling långsam

Inlägg i klimatpolitiken

FN:s klimatrapport 2007: IPCC

- **Naturvetenskaplig rapport**
- **Stor enighet**

Sternrapporten 2006: The Economics of Climate Change

- **Ekonomisk analys**
- **Mycket kontroversiell**

EMF-21, 2006: Multigas Mitigation and Climate Policy: Jämförelse

Vilka är kostnaderna?

- **Minskad efterfrågan på emissionsintensiva varor och tjänster**
- **Ökad energieffektivitet kräver investeringar**
- **Nya CO2-snåla teknologier kräver investeringar**
- **Framgångsrik lobbying: Jordbrukspolitik, skogspolitik, industripolitik, grön politik (ingrepp i teknologival, konsumtionsmönster).....**

Politiska kostnader

Dyrare bränslepriser-högre skatter

Dyrare el (via dyrare bränsle)

**Högre priser på GHG-intensiva varor
och tjänster**

Nedläggning av anläggningar

**Omlokalisering till länder utan
klimatpolitik**

Acceptera kärnkraften

Vad blir kostnaden?

Sternrapporten \approx 1% av BNP

Sannolikt intervall 2050:

-2% \leftrightarrow +5%

**men brett intervall: -4% \leftrightarrow +15% av
BNP**

Sverige: + 4% 15 mrdr kr (1% av BNP)

-4% plus 20-40 mrdr kr

Vilka medel finns i klimatpolitiken?

- **Koldioxidskatt**
- **Utsläppstak och handel med utsläppsrätter (Kyoto)**
- **Standarder, regleringar och energisparpolitik**
- **Teknologiavtal**
- **GHG-fri elproduktion**
- **Aktiv kärnkraftspolitik**

Koldioxidskatt

- **Energipriser extremt höga i de flesta fattiga länder även vid subventionerade världsmarknadspriser**
- **Energiskatter regressiva**
- **Politiskt omöjligt i många länder**
- **Extremt svårt att harmonisera skatter**

Utsläppstak med handel: Cap and trade

- **Svårt att förhandla världsvid fördelning**
- **Mycket stora tillgångsvärden**
 - Sverige 67 mton/år, €10/ton, ≈6 mrdr kr/år
 - EU 4150 mton/år , €10/ton, ≈370 mrdr kr/år
- **Regional lösning – omlokalisering av industri till ”pollution havens”**

Energisparpolitik

Minska avståndet bästa↔värsta teknik: Kapa av svansen

- **Kostnadsineffektiv - energisparmyt**
- **Högre energieffektivitet men oklar effekt på energiefterfrågan:**
 - **Selektionseffekt**
 - **Årgångseffekteffekt**
 - **Rekyl-(rebound)effekt**

Teknologiavtal

FoU: Förlänga nosen

- Endast rika länder
- Svårt att få hög produktivitet i kunskapsproduktionen
- Plocka ut vinnare svårt
- Konflikter:
klimatpolitik ↔ industripolitik ↔
konkurrenspolitik

Elproduktionen: Nyckelsektor

- **Svarar för en fjärdedel av utsläppen**
- **Det finns alternativa teknologier**
- **Det finns billiga alternativa teknologier**

Teknologialternativ

- **Substitution mellan bränslen: kol/gas**
- **Ökad termisk effektivitet**
- **Kraftvärme**
- **CCS: CO₂-fångst och lagring**
- **CO₂-fria teknologier**

CO2-fria el-teknologier

Vattenkraft:

- **Kontroversiell**
- **Storskalig i stor utsträckning redan exploaterad**
- **Dyr i politiska högriskländer**
- **Småskalig dyr**

(Inte ens våra sista älvar kan konkurrera med F3 och O3)

CO2-fria el-teknologier

Vind:

- Ytkrävande
- NIB storskaliga (millioner) lokaliserings- problem
- Dyr
- Stokastisk produktion – kräver back-up

CO2-fria el-teknologier

Geotermi:

- Lokaliseringsspecifik
- Begränsat billig
- Obegränsat mycket dyr

CO2-fria el-teknologier

Sol och havsenergi

- Fortfarande mycket dyra teknologier
- Lokaliseringspecifika
- Ytkrävande
- Politiska högriskområden (sol)

Biomassa

- Kraftvärme, eljest dyr
- Begränsade resurser – avskogning
- Konkurrens från skogsindustrin
- Konkurrens om råvaran från andra sektorer

CO2-fria el-teknologier

CCS: Koldioxidfångst

- **Energikrävande teknologi**
- **Dyr teknologi (€25-50/ton CO₂)**
- **Lokaliseringsspecifik**
- **Läckagerisker**

CO2-fria el-teknologier

Kärnkraft

- Billigaste storskaliga teknologi
- Globalt tillgänglig
- Icke ytkrävande – få lokaliseringar
- Mycket kompakt avfall
- Kräver starka regleringsmyndigheter
- Spridningsproblem (Iran, Nord-Korea)
- Vissa länder politiska komparativa fördelar (Frankrike, Finland, UK,)

Kärnkraft

Politiska aspekter:

- Liten omfördelning av tillgångar
- Fortfarande billig el: Minskar strukturuomvandlingseffekterna

Den internationella kärnkraftsbilden

≈ 16% av global elproduktion

≈ 450 reaktorer, 370 GW,

10000 reaktorår

Relativt få länder:

USA: 104, Frankrike: 59,

Japan: 56, Ryssland 31,

UK: 23, Korea: 20,

15-20: Kanada, Ukraina, Indien,

Tyskland; (Kina:9)

Stora kostnadssänkningar

Förbättrad ekonomi genom:

- **Ökad livslängd:**
 - 25 år → 40 år → 60 år
- **Betydande effekthöjningar**
- **Starkt ökad tillgänglighet:**
 - USA: 1980-54% → 1991-68% → 2000-90%
- **Kraftigt ökad produktion (USA):**
 - 50% produktionsökning 1989-2004
- **Kraftig uranprisökning men ökat bränsleutnyttjande**

Kärnkraftens ekonomi

Stora skillnader i kostnader: USA↔EU

Japan, Kanada och USA högst kostnader

Östeuropa, Frankrike och Finland lägst, UK i mitten

- **Investeringskostnad, spec produktiviteten i anläggningssektorn**
Byggtid 4- år (learning curve)
- **Ränta, avkastningskrav (5-10%)**
- **Kapacitetsutnyttjande (80-90%)**
- **Livslängd (25-60 år)**

Elproduktionskostnader i EU (r=10%)

	2005 \$c/kWh
Gas CCGT	3.4-4.5
Coal - pulverised	3.0-4.0
Coal - fluidised bed	3.5-4.5
Coal IGCC	4.0-5.0
Nuclear	4.0-5.5

European Commission, January 2007

Kostnadsuppskattningar

Ny kärnkraft \approx 30 öre/kWh

Naturgas och kol \approx samma

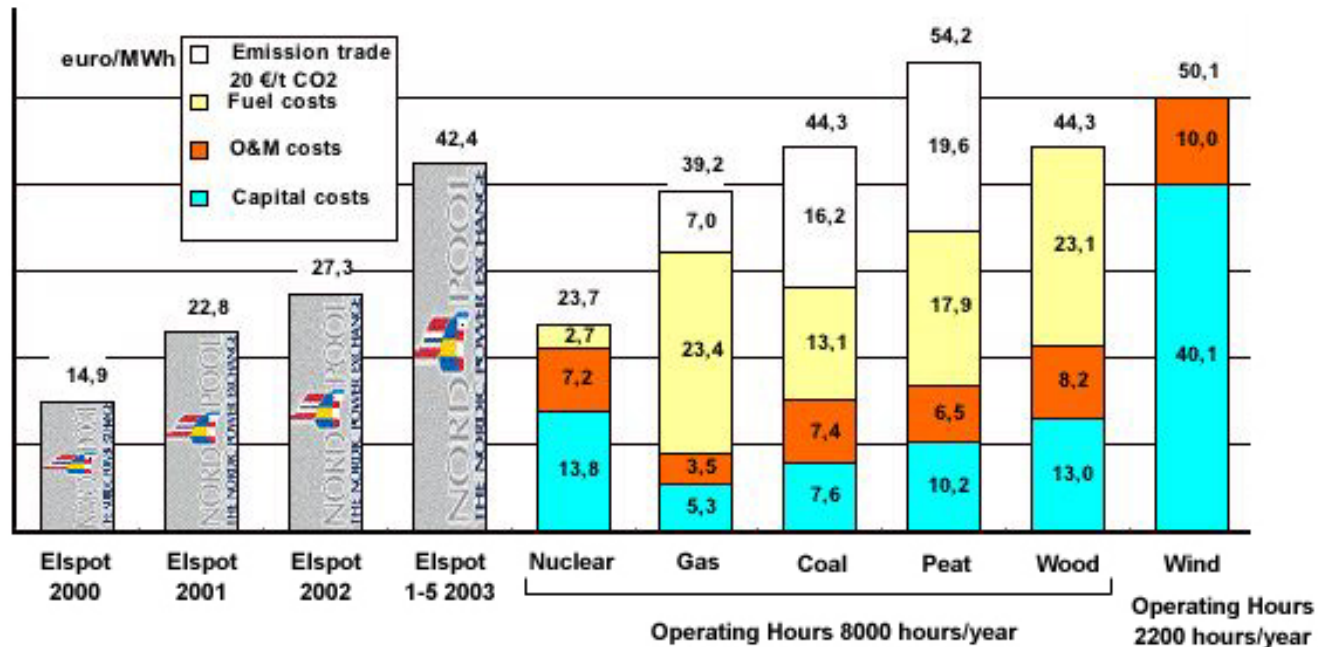
Vind $>$ 60 öre/kWh

CO₂ – rening \approx €40-50/ton

(Mongstad: €50/ton)

Jämför CO₂-pris på €15/ton

Finsk studie 2003



Real Interest Rate 0.5%
March 2003 Prices

R. Tarjanne & K. Luostarinen 03.07.2003
Lappeenranta University of Technology

Generation Costs without investment subsidy and the return of electricity tax (wood and wind)

Emissioner från elproduktion ton CO₂/GWh

Konvent. kol	1350
FBC kol	1300
CCFB kol	1050
Olja	900
Gas	650
Gas komb. cykel	500
Sopor	1800
Ved	2350

Den nya finska reaktorn

Kapacitet: 1600 MW

Energi: 12,5 TWh = 12 500 GWh

Alternativ med kolkondens:

1300 tCO₂/GWh ↔ 16 mton CO₂

CO₂-pris €15/ton: 2160 mnkr ≈ 17 öre/kwh

Finlands GHG-utsläpp: ≈ 70 mton

Alternativ med vindkraft:

6000 vindkraftverk + back-up

Svensk kärnkraft

Produktion: ≈ 75 TWh=75000 GWh

**Jämförelse med kol: 1300 ton CO₂
per GWh ≈ 100 mton CO₂**

Sveriges "handelstak" 2008-12:

22 mton CO₂/år

**Sveriges totala utsläpp: 70-80 mton
CO₂ – ekvivalenter/år**

**Vind: 25 mrdr extra/år, # ≈ 13000
vindkraftverk**

Kärnkraftens framtid

**Om EU:s handelssystem
överlever så kommer ny
kärnkraft att vara mycket
lönsam**

**Utan kärnkraft mycket svårt att
klara Kyoto**

Kina och Indien

UN-HDI = 4000 kWh/person

Kina 2050: 6000 TWh (4000 kWh)

Indien 2050: 5000 TWh (3000 kWh)

Kolkondens: 1300 kton/TWh

Årliga utsläpp: 14 300 mton CO₂

**Kärnkraft: 1200 anläggningar a
1600 MW; 30 per år**

Framtidsvision

**Den mest attraktiva GHG-fria
lösningen:**

Kärnkraft och vätgas –

El och bränsleceller –

Industri och transporter

R&D:

- Bränsleceller
- Vätgaslagring
- Vätgasproduktion