

Dags för en ny satsning på svensk kärnkraft?

Lennart Hjalmarsson

Den internationella bilden

≈ 16% av global elproduktion

≈ 450 reaktorer, 370 GW,

10000 reaktorår

USA: 104, Frankrike: 59,

Japan: 56, Ryssland 31,

UK: 23, Korea: 20,

15-20: Kanada, Ukraina, Indien,

Tyskland; (Kina:9)

Den internationella bilden

Reaktorteknologier:

	Exist	Nya
PWR	204	3
BWR	90	0
VVER	53	10
CANDU	41	7
RBMK	16	1

Östeuropa omdiskuterat

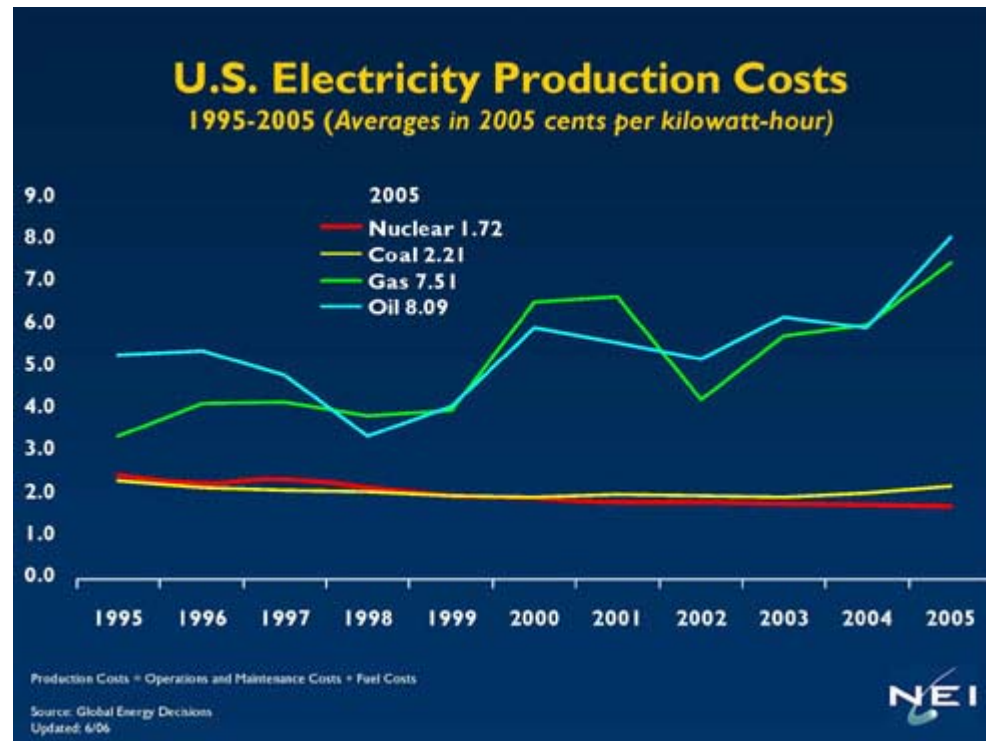
- **Starkt förbättrad reaktorsäkerhet**
- **Huvudproblem:**
 - **Regleringsmyndigheter**
 - **Avfallslagring**
 - **Urangruvorna**
 - **Forskningsreaktorerna**

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: Rörliga kostnader



Kärnkraftens ekonomi: Totala kostnader

- **“In deregulated markets, nuclear power is not cost competitive with coal and natural gas.” (MIT, 2003)**
- **“Nuclear energy will be the least cost option for new generating capacity in Finland.” (Tarjanne & Rissanen 2000)**

Kärnkraftens ekonomi: Totala kostnader

Stora skillnader i estimat: US-EU

Japan, Kanada och USA högst

Frankrike och Finland lägst, UK i mitten

- **Investeringskostnad, spec produktiviteten i anläggningssektorn (\$1000- \$2000/KW)**
- **Byggtid 4- år (learning curve)**
- **Ränta, avkastningskrav (5-10%)**
- **Kapacitetsutnyttjande (80-90%)**
- **Livslängd (25-60 år)**

Some comparative electricity generating cost projections for year 2010 on - 5% discount rate

\$c/kWh	nuclear	coal	gas
Finland	2.76	3.64	-
France	2.54	3.33	3.92
Germany	2.86	3.52	4.90
Switzerland	2.88	-	4.36
Netherlands	3.58	-	6.04
Czech Rep	2.30	2.94	4.97
Slovakia	3.13	4.78	5.59
Romania	3.06	4.55	-
Japan	4.80	4.95	5.21
Korea	2.34	2.16	4.65
USA	3.01	2.71	4.67
Canada	2.60	3.11	4.00

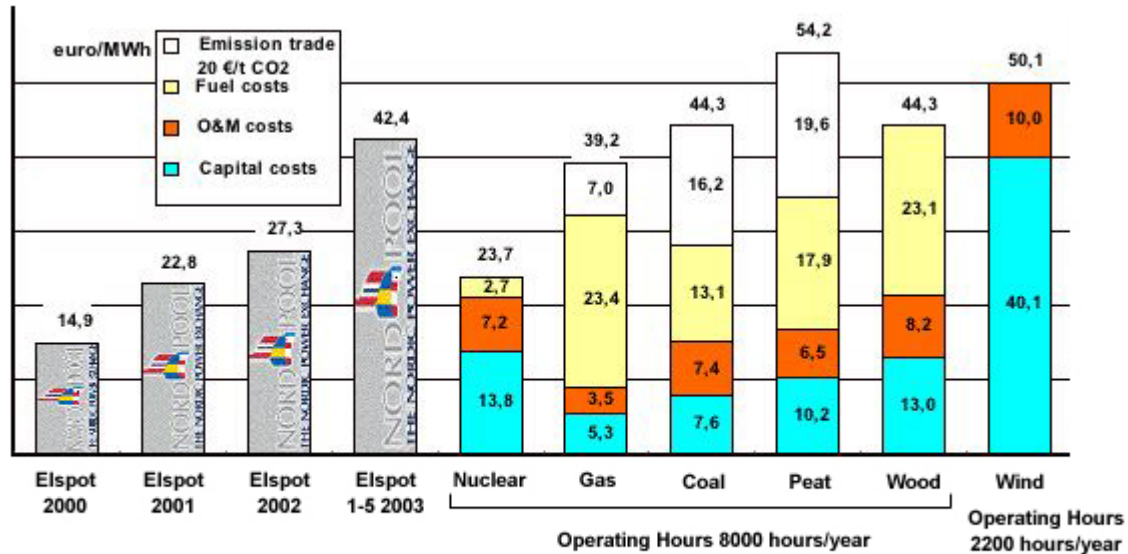
US 2003 cents/kWh, Discount rate 5%, 40 year lifetime, 85% load factor.
Source: OECD/IEA NEA 2005.

Comparative generating cost in EU - 10% discount rate

	2005 \$/kWh	Projected 2030 with € 20-30/t CO2 cost
Gas CCGT	3.4-4.5	4.0-5.5
Coal - pulverised	3.0-4.0	4.5-6.0
Coal - fluidised bed	3.5-4.5	5.0-6.5
Coal IGCC	4.0-5.0	5.5-7.0
Nuclear	4.0-5.5	4.0-5.5
Wind onshore	3.5-11.0	2.8-8.0
Wind offshore	6.0-15.0	4.0-12.0

European Commission, January 2007

Finnish study 2003

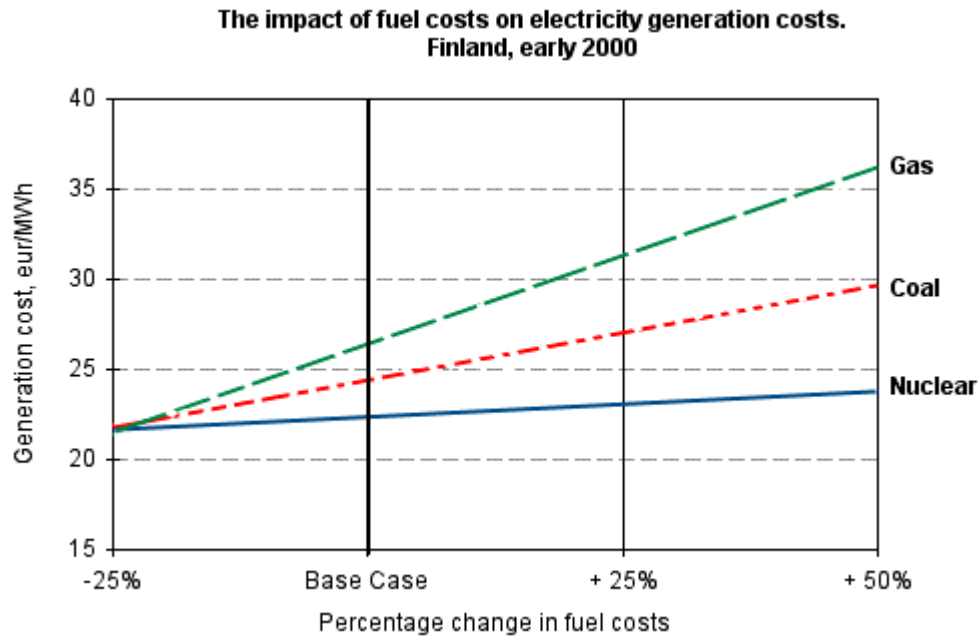


Real Interest Rate 0.5%
March 2003 Prices

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)

Fuel cost sensitivity



Kostnadsuppskattningar

Present-day cost of generating UK electricity (p/kWh) from new plants
UK Royal Academy of Engineering report in 2004

	Basic cost	With back-up	With £30/t* CO2
Nuclear	2.3	n/a	n/a
Gas-fired CCGT	2.2	n/a	3.4
Coal pulverised fuel	2.5	n/a	5.0
Coal fluidised bed	2.6	n/a	5.1
Onshore wind	3.7	5.4	n/a
Offshore wind	5.5	7.2	n/a

Bränslecykeln

Upparbetning – spridningsrisk

**Upparbetning 4,5 ggr dyrare än
engångsutnyttjande**

**Lönsamt endast på mycket lång
sikt med sluten bränslecykel**

Kostnadsuppskattningar

Ny kärnkraft \approx 30 öre/kWh

Konkurrens från gas och kol

Vind $>$ 60 öre/kWh

CO₂ – rening \approx €100/ton (Mongstad)

Dags att nyinvestera i Sverige?

- **Lönsamhet**
- **Investeringsrisker på ny elmarknad**

Den gamla elmarknaden

- **Kapacitetsexpansion -1985**
- **Avkastningsreglering**
- **Klubbreglering**
- **Reservkapacitetskriterier för utbyggnad – ej lönsamhet**
- **Elprisnivå – någon form av genomsnittskostnad relaterad till statens avkastningskrav på Vattenfall**

Den gamla elmarknaden

- **Låg prisnivå efter F3 och OIII**
- **Stort gap mellan prisnivå och kostnader i nyproduktion**
- **Väl utbyggt stamnät och utlandsförbindelser**
- **10 TWh inlåst kapacitet**

Den nya elmarknaden

- **Låg elprisnivå**
- **Stranded costs inget stort synligt problem**
- **Frigörelse av inlåst kapacitet**
- **Stort gap mellan prisnivå och kostnader i nyproduktion**

Den nya elmarknaden

- **Investeringar lönsamhetsbaserade**
- **Skattedrivna investeringar:
Göteborg**
- **Elcertifikatdrivna investeringar i
bio och vindkraft (20-25 öre/kWh)**
- **Koldioxidprisd drivna investeringar i
ny gas- kärnkraft?**

Investeringsrisker

- **Elcertifikatsystemet**
- **ETS-systemet**
 - Svårpredikterad prisnivå (€2-30/ton)
 - Framtida kvotnivå, 2012-
 - Subv ny fossilkraft
- **Våtår**
- **Importkonkurrens**

Nyckelfaktorer

- **Klimatpolitik och importkonkurrens**
 - Låg elpriskänslighet:
Kapacitetsökningar prissänkande
 - Elpriset mycket känsligt för koldioxidpriset
- **Produktionsskatter: Till synes låga men extremt höga**

Försäkring och ansvar

Försäkring eller beskattning?

Privat försäkringsmarknad:

**Marknadsmislyckande- ingen
risk-pooling – public bad**

Samhällsekonomiskt perspektiv:

**Vad är konsumenterna villiga
att betala för försäkring?**

Kärnkraft och klimatpolitik

“In our view, it would be a mistake at this time to exclude any of these four options [increase efficiency, renewables, carbon capture and nuclear] from an overall carbon emissions management strategy.”

(MIT, 2003)

Alternativ

Ökad effektivitet

- Kraftvärme, gas-combined cycles
- kärnkraft, kol

Koldioxidfångst:

- Mycket dyrt (€100/ton)

CO2-fria el-teknologier

Vattenkraft:

- **Kontroversiell**
- **I stor utsträckning redan exploaterad**
- **Dyrare än kärnkraft**

Vind:

- **Ytintensiv**
- **NIB: storskaligt lokaliseringsproblem**
- **Dyr**
- **Stokastisk produktion**

CO2-fria el-teknologier

Geotermisk:

- Lokaliseringsspecifik
- Begränsat billig
- I stor skala mycket dyr

Sol och våg:

- Mycket dyra
- Lokaliseringsspecifika
- Ytintensiva

CO2-fria el-teknologier

Biobränslen:

- Kraftvärme – eljest dyrt
- Begränsade resurser
- Konkurrens om råvaran från andra sektorer

Kärnkraft

- Billigaste storskaliga CO₂-fria teknologi
- Icke lokaliseringsspecifik
- Icke ytintensiv – få lokaliseringar
- Mycket små avfallsmängder: Kompakt
- Kräver starka regleringsmyndigheter
- Spridningsproblem (Iran, North Korea)
- Vissa länder komparativa fördelar (Frankrike, Finland, UK,)

Kärnkraft

Politiska aspekter:

- Liten omfördelning av tillgångar
- Fortfarande billig el: Minskar strukturuomvandlingseffekterna
- Importerad teknologi
- Utländsk kontroll och ev ägande
- Kapitalintensiva investeringar - utpressningsproblem

Electricity emissions: tCO₂/GWh

Convent coal	1350
FBC coal	1300
CCFB coal	1050
Oil	900
Gas boiler	650
GTCC	500
Municipal waste	1800
Wood	2350

Svensk kärnkraft

Produktion: ≈ 75 TWh=75000 GWh

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

Sveriges tak 2008-12:

23-25 mton/år

**Sveriges utsläpp: 70-80 mton CO₂ –
ekvivalenter**

Vind: 25 mrdr extra/år, # ≈ 13000

Ny subventionerad gaskraft

300 MW el, 5000h, 1500 GWh,

CO₂: 500 ton/GWh,

750 000 ton CO₂

€30/ton, €22 500 000

80% tilldelning: €18 000 000 =

162 mnkr,

11 öre/kWh i subvention

Ny svensk kärnkraft: Framtidslösning

Den mest attraktiva GHG-fria lösningen:

Kärnkraft och vätgas –

El och bränsleceller –

Industri och transport

R&D:

- Bränsleceller
- Vätgaslagring

Dags för nyinvesteringar i kärnkraft?

JA!