



## NYT om kernekraft, energi og miljø

### ÅRSMØDE OG GENERALFORSAMLING

REO's årsmøde finder sted

**Lørdag den 12. Marts 2005**

i Valby Medborgerhus i lokale 4, 3. Sal,  
Valgårdsvej 8, 2500 Valby ved Toftegårds  
Plads med følgende forløb:

Kl. 13.00 Frokost (ca. 75 kr.)

Kl. 14.00 Generalforsamling

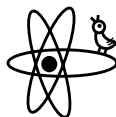
REO's medlemmer, der ønsker at deltage  
helt eller delvis i årsmødet, er meget  
velkomne og anmodes om at tilmelde sig  
skriftligt eller telefonisk 45 81 10 04.

**Redaktionel bemærkning:** Nedenstående  
artikel (på svensk med dansk resumé) er  
skrevet til REN ENERGI af Ragnar Hell-  
borg, som er professor i kernefysik ved  
Lunds universitet. Den her trykte udgave  
er noget forkortet og en del af figurene  
er udeladt. Den fuldstændige udgave kan  
findes på REO's hjemmeside [www.reo.dk](http://www.reo.dk).  
Redaktionen ønsker at bringe en varm tak  
til forfatteren og hans hjælpere.

#### Dansk resumé.

Sammenfatning. Sverige indledte vejen  
til atomenergien i august 1945, hvilket  
førte til forsøgsreaktorer i årene 1954  
– 1963. Første kommercielle reaktor gik  
i drift 1972 efterfulgt af yderligere 11 i  
de følgende 13 år. Ni af reaktorerne er af  
møgt Asea Atom. Hen mod 1980 be-  
gyndte der at fremkomme kritik af atom-  
programmet og efter ulykken på Three  
Mile Island (USA) i 1979 kom det i 1980  
til en folkeafstemning med tre forskellige  
afviklingslinier – ingen udviklingslinie.  
Efter folkeafstemningen besluttede rigs-  
dagen, at afviklingen skulle indledes 1995  
og være afsluttet i 2010. I 1991 beslut-  
tedes det at afviklingen skulle indledes,  
når der findes el fra andre energikilder til  
en rimelig pris. I 1997 fjernede regeringen  
og dens støttepartier slutåret 2010 og  
besværgelsen "omstilling af energiproduk-  
tionen" så dagens lys. Med udgangen  
af november 1999 lukkedes Barsebäck 1  
og før jul 2004 besluttede regeringen af  
lukke Barsebäck 2. Imidlertid har samtlige  
reaktorer enten allerede fået eller får  
i nær fremtid øget deres effekt, hvilket i  
alt betyder en tilgang på knap 1000 MW.  
Ser man på Norden som helhed, så kan  
det konstateres, at området har brug

for el udefra. Figur 2 viser balancen for  
perioden november 2003 til nov. 2004  
opgjort som GWh/uge. Det ses, at Norden  
jævnt hen har behov for netto import af  
200 GWh/uge, hvilket i det store og hele  
kommer fra Rusland. Til sammenligning  
kan oplyses, at Barsebäck 2 leverer ca 80  
GWh/uge og at Danmark i gennemsnit  
bruger ca 670 GWh/uge. I Norden er der  
ét stort el-værk under bygning: Finland  
bygger ved Olkiluoto på vestkysten en re-  
aktor på 1600 MW, som skal være klar i år  
2009. Opinionen i Sverige har de seneste  
år stabil vist, at ca 80% af borgerne går  
ind for en fortsat anvendelse af kernekraft  
i større eller mindre grad. Dette gælder  
stort set borgere fra alle partier. Samtlige  
undersøgelser af miljøomkostninger ved  
elproduktion viser, at kernekraften er  
meget fordelagtig. Det gælder også EU's  
store undersøgelse ExternE.



Nr. 10201

### KÄRNENERGI UR SVENSK SYNVINKEL

Ragnar Hellborg

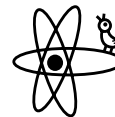
#### Inledning

I denna artikel görs en mycket kortfattad  
beskrivning av svensk kärnteknik från de  
staplande utvecklingsstegen i slutet av  
1945, fram till dagens helt omopoliti-  
serade hantering av energiförsörjningen.  
Den svenska opinionen redovisas, en  
utblick på omvärlden och speciellt Finland  
görs. Slutligen beskrivs livscykelanalyser  
och EU:s ExternE projekt.

#### Historik fram till sjuttioalet

I augusti 1945 bildades på statsminister  
Tage Erlanders initiativ Atomkommittén.  
(Erlander – statsminister 1946 till 1969  
– hade något så sällsynt för en svensk po-  
litiker, som en naturvetenskaplig grundut-  
bildning.) Denna kommitté fick i uppdrag  
att planlägga den framtida forskningen  
och att hitta metoder för atomkraftens  
fredliga användning. På atomkommitténs  
förslag bildades 1947 företaget AB Atom-  
energi med staten som majoritetsägare.  
En av företagets första uppgifter blev att  
utvinna uran ur skifferberg i Mellansveri-  
ge. All handel med uran från utlandet var  
uteslutet vid denna tid. Som moderator  
för Sveriges första reaktor valdes tungt  
vatten. Detta kunde importeras från  
Norge och därmed ansåg sig Sverige kun-  
na klara att bygga och driva kärnreaktorer

även vid avspärningar. Vanligt vatten  
var uteslutet, eftersom det kräver anrikat  
uran. Att anrika uran är extremt dyrt  
och ansågs vara en alltför komplicerad  
process att utveckla för ett litet land. Den  
första hemmabygda forskningsreaktor,  
med en effekt som efter ett par höjningar  
blev 1 MW, startades i juli 1954 i ett ber-  
grum 25 meter under Tekniska högskolan  
i Stockholm. En andra större forsknings-  
reaktor togs i drift 1961. Denna placerades  
i ett nytt forskningsområde i skärgården  
100 km söder om Stockholm. Den första  
reaktor för energiproduktion placerades  
i södra Stockholm och togs i drift 1963.  
Den försåg stadsdelen Farsta med fjär-  
värme (55 MW) och el (10 MW). Den var  
en prototyp med svenskt naturligt uran  
och norskt tungt vatten. Av ekonomiska  
skäl stängdes den 1974. 1966 beställdes  
och 1972 togs den första kommersiella  
reaktor i drift. Den är byggd av ASEA  
och placerad i Oskarshamn på Sveriges  
östkust. Det är en lättvattenreaktor av  
kokartyp. I slutet av 1965 köpte Sydkraft  
mark söder om Barsebäcks fiskeläge för  
sin blivande reaktorläggning. Intensivt  
utbyte av information om den blivande  
Barsebäcksanläggningen skedde under  
senare delen av 60-talet och början av  
70-talet mellan svenska och danska myn-  
digheter och med Sydkraft. En mycket  
positiv attityd fanns från dansk sida, inte  
minst på grund av utsikterna för elleve-  
ranser från Barsebäck [referens 1]. Under  
åren 1975 till 1985 togs ytterligare totalt  
11 reaktorer i drift (3 tryckvatten- och 8  
kokarreaktorer, byggda av Westinghouse  
resp. Asea-Atom). Under början och mit-  
ten av sjuttioalet började röster höjas för  
en mera kritisk inställning till kärnenergi.



#### Sverige från sjuttioalet och fram till idag

Som framgår ovan byggde Sverige under  
kort tid och tog i drift 12 kärnreaktorer.  
Sedan mitten av sjuttioalet har kärnener-  
gin och hela energifrågan varit kraftigt  
politiserad. Efter olyckan i Three Mile  
Island i mars 1979 genomfördes under  
våren 1980 en folkomröstning med tre  
alternativ. Samtliga alternativ var ne-  
gativa till kärnenergi och förespråkade  
mer eller mindre snabb nedläggning.  
Inget alternativ positivt till kärnenergi  
existerade. Efter folkomröstningen beslöt  
riksdagen att samtliga 12 reaktorer skulle

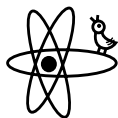
färdigställas men att ingen ytterligare utbyggnad ska ske och att kärnenergin skulle vara avvecklad till år 2010 förutsatt att sysselsättning och välfärd inte hotades. 1988 beslutade riksdagen att avvecklingen skulle inledas 1995. 1991 kom ett nytt beslut, att avvecklingen skulle inledas när det finns el från andra energikällor till rimligt pris. Under 1997 gjorde den socialdemokratiska regeringen en energiuppgrörelse med vänsterpartiet och centerpartiet. Då fastställdes den nu gällande svenska energipolitiken, slutåret 2010 togs bort och besvärjelsen "omställningen av energiproduktionen" såg dagens ljus. Svensk kärnenergi blev en bricka i maktspelet. 30 november 1999 ledde detta till att Barsebäck 1 togs ur bruk efter ett regeringsbeslut. Strax före jul 2004 beslöt regeringen med stöd av vänsterpartiet och centerpartiet att Barsebäck 2 ska stängas senast 31 maj 2005. Den bortfallna produktionen av energi kompenseras genom import från Finland (som i sin tur importerar kärnkraftsel från Ryssland), från Danmark, från Tyskland och i viss mån från Polen. De senare tre ländernas produktion är framförallt fossilbaserad. Kraftbolagen försöker att kompensera bortfallet genom effektökning i återstående kärnenergiwerk. Nyligen har Oskarshamn 3 ansökt om att höja till 1450 MWe. (We står för utvecklad elektrisk effekt.) Reaktorn var ursprungligen byggd för 1100 MWe. Statens kärnkraftsinspektion (SKI) har nyligen tillstyrkt att Ringhals 1 och 3 ska få höja till 880 resp. 1110 MWe (ursprungligen byggda för 750 resp. 915 MWe). Tillsammans med tidigare genomförda höjningar vid Barsebäck 2, Forsmark 1, 2 och 3, Oskarshamn 1 och 2 och Ringhals 2 kommer den totala ökningen från ursprunglig effekt för Sveriges samtliga reaktorer att bli nästan 1000 MWe.

Hur ser då kraftbalansen ut för Sveriges del? I figur 1 ser vi export och import i enheten GWh/månad under de senaste ungefär 10 åren. Sverige har nästan ständigt haft ett relativt stort importbehov, undantag är sommarmånaderna. År 2004 avviker dock från tidigare år för Sveriges del och är ett nettoexportår. Främsta orsaken är rekordproduktion av kärnenergi (totalt 75 TWh) i kombination med att elanvändningen bara ökade svagt. Motsvarande illustration för Norden finns i figur 2, dock är här enheten på vertikala axlen GWh/vecka. Även för Norden är kraftflödet i stort enkelriktat, det vill säga import.

Om man istället vill illustrera den nordiska situationen uttryckt i kostnader för olika energislag kan figur 3 användas. Här visas den rörliga (variable) produktionskostnaden som funktion av produktionskapaciteten. Om någon produktion till vänster om den streckade linjen faller bort – till exempel kärnreaktorer stängs – flyttas den streckade linjen åt höger och kommer närmre och närmre den dyra oljekondensen.

### Den svenska opinionen

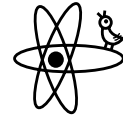
Vad tycker då svenskarna om kärnenergi? Analysgruppen vid Kärnkraftsäkerhet och Utbildning (KSU) har under en följd av år låtit Temo undersöka det svenska opinionsläget vad beträffar kärnenergi. Resultatet av den senaste undersökningen utförd i oktober 2004 [ref 2] er 35% av de tillfrågade (1030 slumpmässigt utvalda svenskar) anser att befintliga reaktorer ska användas så länge de är säkra och ekonomiska. 31% anser att då nuvarande reaktorer tjänat ut ska de ersättas med nya reaktorer. 16% anser att kärnenergin ska utvecklas och nya reaktorer ska byggas efterhand som de behövs. Således totalt 82% av de tillfrågade är positiva till kärnenergin. Denna siffra står i bjär kontrast till de 15% som stödjer regeringens avvecklingslinje. Är detta kanske en tillfällig positiv inställning? Nej ingalunda. I figur 6 får vi följa opinionen under de senaste 8 åren. I verkligheten har siffran omkring 80% positiva gällt under en följd av år. Likaså siffran strax under 20% som stöder regeringspolitiken. En intressant iakttagelse kan göras i figur 7 där partisympatisörernas inställning är redovisad. Inte ens inom de partier som stödjer regeringens avvecklingspolitik (socialdemokratiska partiet, miljöpartiet, vänsterpartiet och centerpartiet) finns en majoritet för den förda energipolitiken! Vad tycker man då andra sidan Sundet? En majoritet i Köpenhamn är positiv till kärnenergin! I en Demoskopmätning i december 2003 säger 54% av invånarna i Köpenhamn att man vill att Sverige fortsätter att använda kärnenergin. Denna positiva danska inställning har vuxit fram samtidigt som växthusgaser numera i Danmark anses vara ett större problem än kärnenergin.



### Omvärlden

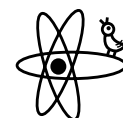
Totalt finns det i världen idag 441 kärnenergiwerk i drift (med en total effekt på 367 422 MWe), 25 kärnenergiwerk (med en total effekt på 20 296 MWe) är för närvarande under uppförande. Detaljerad statistik för samtliga kärnenergiländer i världen finns att hitta i [ref 3]. De flesta av dagens kommersiella reaktorer tillhör andra generationen. De tidiga prototypreaktorerna tillhörde första generationen. Det finns idag ett fåtal avancerade reaktorer – främst i Japan – som är en vidarutveckling av andra generationen, men som är baserade på samma grundprincip. Finlands femte kommer att vara en sådan. Dessa betecknas som tredje generationen. Generation fyra som nu är på planeringsstadiet bygger på radikalt andra principer. Syftet är att utveckla avancerade, inherent säkra (det vill säga passiva säkerhetssystem), spridnings säkra

reaktorer med mindre avfall. En intressant utveckling sker för närvarande i Sydafrika där en högttemperatur heliumkyld reaktor utvecklas [ref. 4]. Reaktorn kommer att ha inherent, mycket goda säkerhetssystem.



### Finland bygger nytt

Som framgår av avsnittet ovan om resten av världen så pågår 25 nybyggnader av kärnreaktorer runt om i världen. Ett närliggande exempel är Finland som nu utvecklar kärnenergin. Finland har sedan tidigare fyra reaktorer, två i Lovisa öster om Helsingfors, två i Olkiluoto på västkusten. År 2009 är planeringen att den femte reaktorn tas i bruk, den byggs nu i Olkiluoto. De nuvarande fyra reaktoreorna står för omkring en fjärdedel av elförsörjningen i Finland. Övriga större bidrag (siffror från 2003) är från kol 22%, bioenergi 13%, naturgas 13% och vattenkraft 11%. Nettoimporten var 6%. Importen var tidigare nästan 10%, men har reducerats genom effekthöjningar (totalt 446 MWe jämfört med starten av reaktoreorna) och ökad tillgänglighet i de fyra reaktoreorna. Som exempel var tillgängligheten för Olkiluoto1 hela 97% under år 2003. Det vill säga den reaktorn var igång och producerade elenergi under alla årets timmar bortsett från 3% eller strax över 260 timmar! Den finska riksdagen fattade i maj 2002 ett principbeslut om en femte reaktor. Argumenten för en femte reaktor är bland annat växande behov av elenergi (uppskattat till 20% ökning fram till 2020), behovet att minska utsläppen av växthusgaser (omkring 2010 ska utsläppen ha reducerats till 1990-års nivå), önskan att minska importen och att få en god grund för stabila elpriser. Kärnkraft det billigaste alternativet för ny elproduktion i Finland. I verkligheten blir prisdifferensen mot kol, olja, gas och torv ännu större i framtiden, eftersom dessa energislag också kräver inköp av utsläppsrättigheter för växthusgaser. Den nya reaktorn blir en lättvatten tryckreaktor på 1600 MWe. Detta kommer att bli Europas största reaktor, årsleveransen beräknas bli 13 TWh. Reaktorn levereras av Framatome tillsammans med Siemens och har beteckningen EPR (European Pressurized Reactor). Reaktorpufförandet är helt kommersiellt, staten bidrar inte ekonomiskt.



### Livscykelanalyser

Att genomföra en Livscykelanalys för en viss produktion, till exempel elproduktion, är ett sätt att få en mera saklig grund för miljödebatten. Med ökad medvetande

om miljöpåverkan, så krävs det när man anlitar ett företag inte bara uppgift om priset för en viss vara eller tjänst utan även uppgift om miljöegenskaperna hos produkten. Miljöbelastningen kan ibland vara större vid transport, användning, kvittblivning av produkten än vid själva tillverkningen. Tidigare såg man mest på miljöbelastning vid själva tillverkningen av varan eller energin, idag vill vi helst betrakta hela kedjan från utvinning av råvaror till användning av produkten och omhändertagande efter användningens slut. Ett antal sådana analyser har därför genomförts under den senaste tio- fem-

ton-årsperioden.

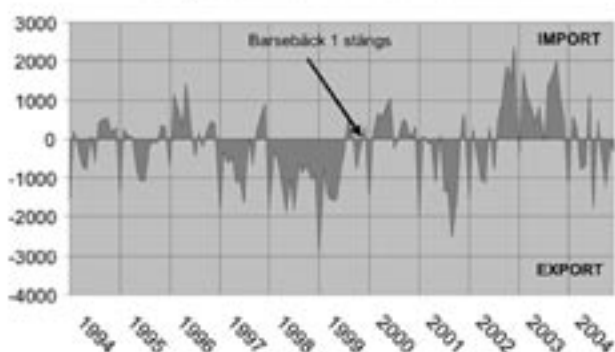
Oskarshamn kärnenergiwerk har gjort en livscykelanalys för sin verksamhet [ref. 5]. Av speciellt intresse för Danmark är kanske den livscykelanalys som Sydkraft har låtit göra för sin elproduktion, innefattande bland annat Barsebäcksverket. Sydkraft har studerat utsläpp av växthusgaser, av ozonnedbrytande gaser, av försurande gaser, av övergödning, av markanvändning och av användning av koppar, järn, sand med mera [ref. 6]. I nästan alla avseenden är kärnenergis påverkan minimal jämfört med övriga energislag.

### ExternE

Ett sätt att försöka jämföra miljökonsekvenserna för olika energiproduktionslag är att beräkna så kallade externa kostnader. Det innebär att man sätter ett penningvärde på olika hälso- och miljöskador, som inte är medtagna vid beräkning av elproduktionskostnaden. EU-kommisjonen initierade ett sådant projekt 1991 betecknat ExternE för olika elproduktionssystem. Resultatet visar entydigt att kärnenergin ger lägre externkostnader än något av de övriga analyserade energislagen (kol, torv, fosilgas, olja, vattenenergi, bioenergi, vindenergi). Beräkning av

1)

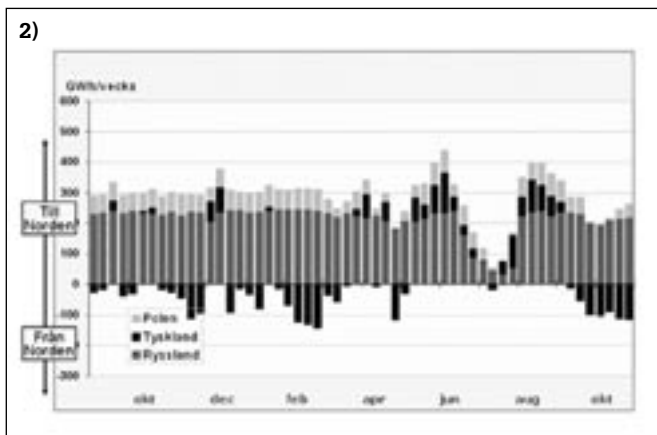
Sveriges elbalans 1994 – 2004 GWh/Månad



### Figurtext

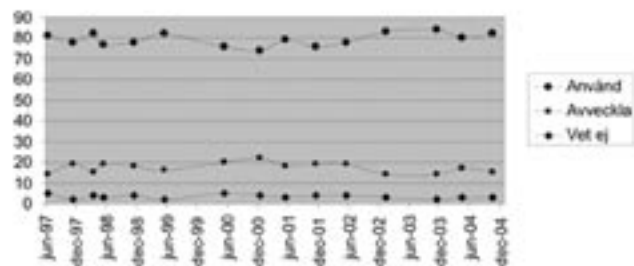
- 1) Sveriges energibalans under 1994-2004 uttryckt i GWh per månad.
- 2) Nordens energibalans i GWh per vecka för tiden slutet av 2003 – större delen av 2004 (Figuren hämtad från [www.svenskenergi.se](http://www.svenskenergi.se) och åter-given med tillstånd från Svenskenergi.)
- 3) Nordens rörlig produktionskostnad för ett normalår som funktion av produktionsförmågan för de olika energislagen.
- 6) Den svenska kärnenergiopinionen under åren 1997-2004.
- 7) De svenska partisympatisörernas inställning till kärnenergin, oktober 2004.

2)

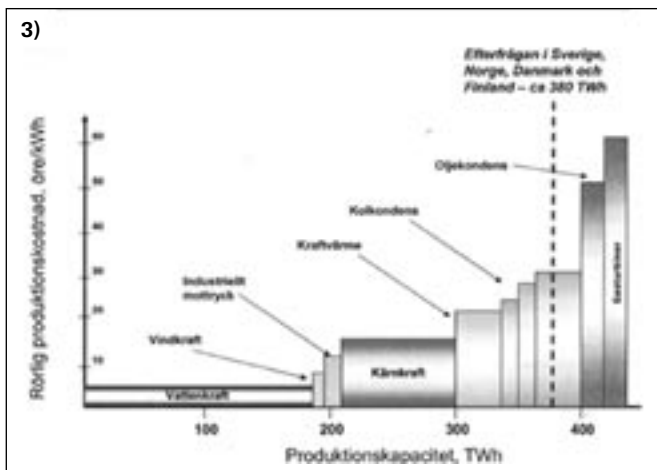


6)

Kärnkraftsopinionen 1997 – 2004

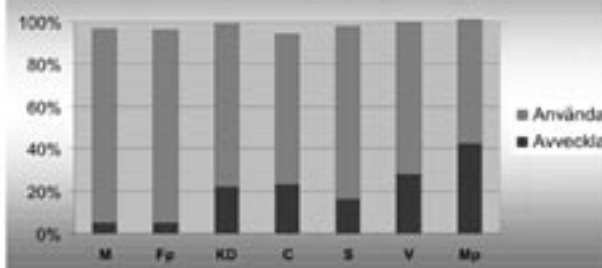


3)



7)

Partisympatisörernas inställning till kärnkraften (TEMO oktober 2004)



externkostnader är en vidarutveckling av livscykelanalyser. De skademekanismer som identifierats vid livscykelanalyserna (till exempel utsläpp, markbehov, förbrukning av råmaterial) åsätts ett pris, likaså de skador som åsamkas hälsa och miljö (till exempel sjukdomar, dödsfall, försurningsskador). Kostnader för hela bränslecykeln tages med, gruvdrift, bränsleframställning, avfallshantering och så vidare. Även olycksrisiker har åsatts ett pris. Slutresultatet blir ett pris, i till exempel öre/kWh, för de olika energislagen. Det vill säga man kan göra en direkt jämförelse mellan helt olika energislag. För en lekman kan rapporten [ref 7] delvis vara svårgenomträngligt, en kort sammanfattning som är betydligt mera lättläst finns på svenska [ref 8].

Jämförelse av de externa kostnaderna är givetvis en metod med många brister. Men för närvarande är det det bästa sättet för att siffermässigt jämföra de negativa effekterna för olika energislag och man kan nu för första gången göra relevanta jämförelser mellan olika skadeverkningar. I figur 10 (www) är ett litet urval av ExternE digra resultat redovisade. Endast några av energislagen har medtagits och resultat endast för de nordiska länderna och några få andra. Som vi kan se från figuren ger kolanvändning högre

externa kostnader än övriga energislag. För fossilgas i moderna anläggningar är hälsoeffekterna små, om växthuseffekter inkluderas höjs dock staplarna för kol och fossilgas rejält. För bioenergi är sannolikt de externa kostnaderna betydligt högre om direktverkande el ersätts med vedeldning i till exempel småhus. För att få miljömässigt bästa resultat krävs nämligen optimala moderna anläggningar med god eldningssteknik, underhåll, bränsleval och så vidare. Detta är svårt att uppnå i småskaliga anläggningar. Kärnenergin ger lägre externa kostnader än något annat energislag. Detta gäller även om man inkluderar långsiktiga effekter.



#### Sammanfattning

Endast en ytterst kortfattad beskrivning finns i denna artikel. Du som vill veta mer, utnyttja de länkar som finns i faktarutan i artiklens version på www. En annan möjlighet är att kontakta MFK. Hans Pedersen Dambo har välvilligt hjälpt mig med bildmaterialet. Hans Pedersen Dambo och Nils-Erik Nilsson har granskat texten och givit värdefulla bidrag.

#### Referenser

1. SKI Rapport 02:12 "Redogörelse av kontakter mellan svenska och danska myndigheter när Barsebäcksverket uppfördes". ISSN 1104-1374. Kan hämtas från [www.ski.se](http://www.ski.se)
2. TEMO undersökningen kan hämtas från [www.analys.se](http://www.analys.se)
3. Detaljerad statistik för samtliga kärnenergiländer i världen kan hämtas från [www.analys.se](http://www.analys.se), [www.iaea.com](http://www.iaea.com)
4. Detaljerade uppgifter kan hämtas från till exempel: [www.pbmr.co.za](http://www.pbmr.co.za) och [www.eskom.co.za](http://www.eskom.co.za)
5. Mer uppgifter kan hämtas från [www.okg.se](http://www.okg.se)
6. Detaljerade uppgifter kan hämtas från [www.ringhals.se/files/livscykelanalyser\\_sydkraft.pdf](http://www.ringhals.se/files/livscykelanalyser_sydkraft.pdf)
7. Den kompletta rapporten kan hämtas från <http://externe.jrc.es>
8. Svensk sammanfattning kan hämtas från [www.analys.se](http://www.analys.se)

## BESØG REO'S HJEMMESIDE!

Under adressen [www.reo.dk](http://www.reo.dk) har Reel Energioplysning sin egen hjemmeside. Her kan man finde de fleste oplysninger om vor forening, formål, adresse, kontaktpersoner o.s.v. Nærværende blad vil også om kort tid kunne findes her.

#### ISSN 0108-9439

**Ren Energi, Nyt om kernekraft, miljø og energi**, udgives af landsforeningen Reel Energi Oplysning (REO) og udkommer 4 gange årligt. Ansv. redaktør Bertel Lohmann Andersen og Per Brøns.

Formålet er gennem redelig nyhedsformidling at yde bidrag til en objektiv opfattelse af kernekraftens rolle i dagens energiforsyning og kernekraftens muligheder i fremtidens. Ved at trække på viden hos landes bedste eksperter kan Ren Energi bringe baggrundsviden samt kommentarer om kernekraft, miljø og energi og hermed sætte dagspressens behandling af emnerne i perspektiv.

REO har til formål at arbejde for en bred folkelig forståelse for det fornuftige i at inddrage kernekraften i dansk energiforsyning. Medlemskab koster 150 kr. årligt, dog kun 75 kr. for unge under uddannelse, men 750 kr. for firmaer og foreninger. Ren Energi er inkluderet i medlemskabet. Abonnement på Ren Energi koster 70 kr.

Abonnement på Ren Energi, medlemskab af foreningen, tilsendelse af materiale samt svar på spørgsmål fås ved henvendelse til foreningen:

Reel Energi Oplysning (REO), c/o Henrik Fog, Travervænget 18, 2920 Charlottenlund.  
**REOs tlf. 45 81 10 04, E-mail: [henfog@post3.tele.dk](mailto:henfog@post3.tele.dk) Home page: [www.reo.dk](http://www.reo.dk)**