

Kärnkraften i världen Nystart för utbyggnad

Reaktorolyckan 1979 i Harrisburg, USA, innebar stopp för fortsatt utbyggnad av kärnkraften i de flesta västländer. Tjernobylkatastrofen cementerade denna attityd. Men den negativa synen på kärnkraften har ändrats i USA och flera europeiska länder. Där finns nu en positiv attityd hos allmänheten, framträdande politiker och inom industrin. Beställning av flera nya reaktorprojekt väntas inom de närmaste åren.

De viktigaste skälen för den nya synen på kärnkraftens framtid är:

- Ny kapacitet för elproduktion behövs.
- Utbyggnaden av förnyelsebara energikällor anses vara dyr och alltför långsam.
- Kärnkraftproduktion är praktiskt taget fri från koldioxidutsläpp.
- Ny kärnkraft anses även långsiktigt ha god konkurrenskraft.
- Driftsäkerheten och tillgängligheten har visats vara väsentligt bättre än vad man kunde förutse.
- Säkerheten vid världens kärnkraftverk har förbättrats avsevärt under de senaste tjugo åren.
- Nya reaktortyper med bättre driftegenskaper finns tillgängliga för beställningar.
- Studier visar att världens tillgångar på uran kommer att räcka under många generationer.
- Avfallsfrågan är inte på samma sätt som tidigare en akilleshäla för kärnkraften.

I slutet av 2005 fanns 443 kärnkraftsreaktorer i drift i 31 länder. De producerade 16 procent av världens elkraft. Antalet reaktorer har de senaste åren varit oförändrat men den totala kärnkraftproduktionen har ökat.

23 reaktorer håller på att byggas i 11 länder. Dessutom är drygt 150 nya reaktorprojekt nära beställning eller planerade, se Tabell 1 baserad på Ref. 1 och 4.

Under de senaste tjugo åren har kärnkraftutbyggnaden varit koncentrerad till Sydostasien (Kina, Taiwan, Japan, Sydkorea och Indien) men nu kommer nya signaler från västvärlden.

I Finland har ett nytt stort kärnkraftsaggregat beställts och i Frankrike är en liknande beställning nära förestående.

Motsvarande beslut finns ännu inte i USA och England men industrin, energimyndigheterna och de politiska ledningarna är inriktade på en snar vändning.

Regeringen i USA har tagit viktiga strategiska beslut för att underlätta en nystart av kärnkraftutbyggnaden.

En liknande utveckling finns i Storbritannien och flera europeiska länder. I Tyskland och Sverige är den officiella attityden dock negativ till kärnkraft.

Uranmarknaden har varit stillastående. Prospektering efter nya fyndigheter har legat nere och inga nya gruvor har öppnats. Under de senaste åren har emellertid gruvindustrin aktiviterat sig efter-

som uranförlukningen ökat och nya kärnkraftverk planeras i världen. Nyprospektering sker nu i många länder.

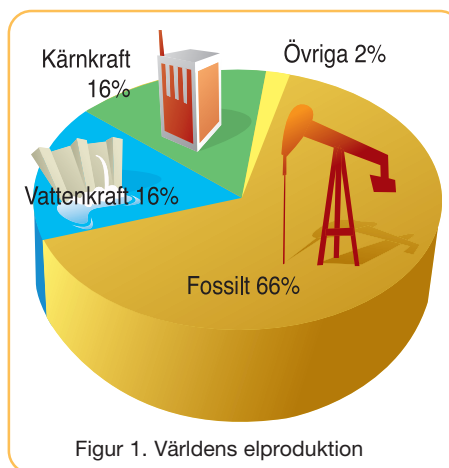
Världens elförsörjning

Världens befolkning på 6,5 miljarder människor fortsätter att öka.

Elförbrukningen i världen ökar ännu snabbare – 2 procent per år eller med nästan 1 000 TWh per år. En fjärdedel av världens befolkning saknar tillgång till el.

Av världens el produceras 66 procent med fossila bränslen (kol, olja och naturgas) och bara 2 procent kommer från andra förnyelsebara energikällor än vattenkraft.

Siffrorna har hämtats från IEAs (International Energy Agency) elstatistik för 2003, se Figur 1 och Ref. 2.



Figur 1. Världens elproduktion

Hållbar utveckling

Sedan några årtionden finns en tydlig långsiktig internationell inriktning på en hållbar utveckling ("sustainable development"). Första gången detta begrepp användes var vid FN:s första miljökonferens i Stockholm 1972.

En genomtänkt och numera klassisk definition av begreppet hållbar utveckling formulerades av *Gro Harlem Brundtland*, som var ordförande i Världskommissionen för Miljö och Utveckling, i slutrapporten "Our Common Future" 1987 (Ref. 3):

"Hållbar utveckling är en utveckling som tillgodoser de nuvarande behoven utan att kompromissa om möjligheterna för kommande generationer att tillgodose deras behov."

I flera länder, däribland Sverige, har man hittills betonat att hållbar utveckling inom energiområdet innebär en hård prioritering av förnyelsebara energikällor som sol (inklusive biobränsle), vind och vatten. Det är energikällor som är en del av naturens kretslopp och som därför anses som outtömliga, om än med begränsat effektuttag.

Kärnkraften är ingen förnyelsebar energikälla, men eftersom den är praktiskt taget koldioxidfri anses den uppfylla kravet på hållbar utveckling.

Denna fråga behandlas mera detaljerat i Ref. 5, som visar att uranet kommer att räcka i hundratals år eller mer. Och det även vid en kraftig utbyggnad av kärnkraften.

Under de senaste åren har ett flertal politiska ledare, bl.a. George W. Bush och Tony Blair, betonat att de förnyelsebara energikällorna inte för närvarande kan rubba den dominans som fossila bränslen har (se Fig. 1). De menar att det nu behövs en ökad satsning på *alla* koldioxidfria kraftslag, inklusive kärnkraften.

Det kan tilläggas att enligt IEA-statistik har CO₂-utsläppen från energiområdet ökat med över 16 procent sedan 1990 och den årliga ökningen stiger.

Chefen för IEA, *Claude Mandil*, framhöll vid FN:s klimatkonferens i Buenos Aires 2004 bland annat följande:

”Ingen enskild energikälla kan ensam svara för den långsiktiga minskningen av växthusgaserna.

De teknologier som finns måste förbättras, nya måste utvecklas och brukas.

Flera förnyelsebara energitekniker är på väg mot lägre kostnader och håller på att bli konkurrenskraftiga på marknaden.

Andra fordrar fortfarande stöd för teknisk och ekonomisk utveckling.

Kärnkraft samt teknik för uppsamling och underjordisk förvaring av koldioxid kommer också att spela en roll.”

World Energy Council, WEC, är en världsomspännande organisation som arbetar över hela energisektorn och representerar företag och organisationer i över 100 länder (Ref. 6). Sedan 1999 har WEC formulerat en rekommendation:

”Kärnkraften bör spela en viktig roll för elförsörjningen och för att motverka koldioxidutsläpp.”

I en WEC-rapport från 2004 om världens framtida energitillgångar ges en prognos att förnybara energikällor, med undantag av vattenkraften, totalt kommer att svara för en marginell andel (5 procent) av världens energiproduktion år 2030.

Förbättrad säkerhet och ekonomi

Ett omfattande internationellt samarbete för att höja säkerheten vid världens kärnkraftverk pågår sedan 1980-talet. Det sker

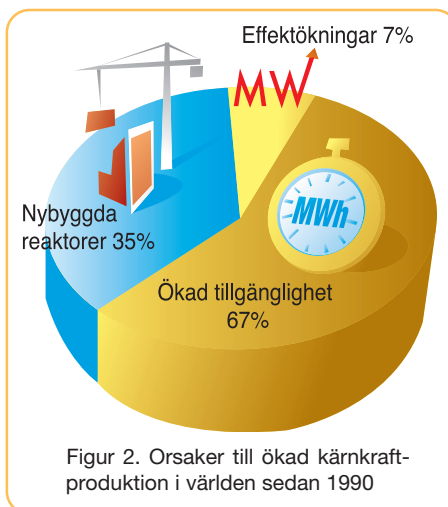
dels inom kärnkraftföretagen, dels mellan myndigheter och olika internationella organ som NEA, och IAEA. NEA är OECD:s kärnkraftorgan Nuclear Energy Agency och IAEA är FN:s kärnenergiorgan i Wien, International Atomic Energy Agency.

Kärnsäkerheten har kraftigt förbättrats efter Harrisburg-olyckan 1979 och Tjernobykatakstrofen 1986 (Se Ref. 7).

Dessutom har – parallellt med säkerhetsförbättringarna – ekonomin förbättrats genom bättre drifttillgänglighet och ökad effekt vid etablerade kärnkraftverk.

IAEA har visat hur den genomsnittliga tillgängligheten (antalet drifttimmar per år i förhållande till årets alla timmar) hos världens kärnkraftverk ökat från 71 procent 1990 till 83 procent 2004.

Enligt IAEA har kärnkraftproduktionen i världen ökat från 1901 TWh år 1990 till 2619 TWh år 2004, dvs med 36 procent. Orsakerna är ökad tillgänglighet och effektökningar vid anläggningar i drift samt nybyggda reaktorer. Fördelningen visas i Figur 2.



Figur 2. Orsaker till ökad kärnkraftproduktion i världen sedan 1990

En mera detaljerad och fördjupad beskrivning av arbetet med förbättrad reaktorsäkerhet och driftekonomi ges i avsnittet ”Kärnkraften i USA”.

Nya förbättrade reaktorer

Det finns nu en samlad drifterfarenhet världen över av lättvattenreaktorer på mer än 10 000 reaktorår. Denna stora erfarenhetsbas har använts för att i flera viktiga avseenden förbättra konstruktionerna i de nya kärnkraftverk som nu offereras på marknaden.

Målsättningar för förbättringar är bland annat följande:

- Ökad säkerhet med mycket låg risk för härdsmälta
- Bättre driftsäkerhet med hög tillgänglighet som följd
- Förbättrad driftekonomi
- Förbättrade möjligheter för underhåll och kontroll
- Kortare byggtid

Dessutom har helt nya reaktortyper utvecklats. En av dessa är en gaskyld reaktor med bränslet i form av bränslekulor stora som tennisbollar.

Utvecklingsarbetet har koncentrerats till Sydafrika. Tekniken grundas på tyska konstruktioner som togs fram under 1980-talet. Även i Kina pågår ett liknande utvecklingsarbete.

Den Sydafrikanska reaktorn heter Pebble Bed Modular Reactor (PMBR). Reaktorn kyls med heliumgas som vid utträdet ur reaktorn har en temperatur på 900 C°.

Gasen driver en gasturbin i direktcykel med en total verkningsgrad på 42 procent (att jämföra med lättvattenreaktors 33 procent).

Risken för en härdsmälta i en PMBR anges varar extremt låg.

Kraftindustrin och dess finansierare är med nödvändighet en konservativ bransch – ett kraftverk som beställs drar mycket stora investeringar och avskrivningstiden är 40 år.

Därför krävs att den utrustning man investerar i skall producera kraft med hög tillgänglighet under lång tid till konkurrenskraftiga priser.

Allt tyder därför på att de kärnkraftverk som beställs i världen på kommersiella villkor under de närmaste 10 åren baseras på lättvattenreaktorer som dock kommer att vidareutvecklas i olika avseenden.

Prototyper av PMBR och andra nya reaktortyper kommer att byggas under de närmaste 10–15 åren men kommersiella beställningar torde dröja till omkring 2020.

Det nya kärnkraftaggregat som nu byggs i Finland och som beställdes 2005 är en förstorad och vidareutvecklad upplaga av de många tryckvattenreaktorer

(PWR) som varit i drift i Frankrike under många år (se Ref. 8 och 9).

Reaktorn kallas EPR, European Pressurized Reactor, och levereras av AREVA som är ett konsortium bestående av franska Framatom ANP och tyska Siemens AG.

Finlands EPR har en effekt på 1 600 MW

och principbeslut finns om beställning av en liknande men något större anläggning i Frankrike under 2006.

De två traditionella reaktorleverantörerna i USA, General Electric (GE) och Westinghouse, har utvecklat nya avancerade lättvattenreaktorer, varav en del redan byggs i Sydostasien.

De nya lättvattenreaktorerna har förenklad men väsentligt förbättrad säkerhet jämfört med tidigare versioner. Utteffekten är på 1 000 till 1 200 MW.

Kärnkraften i USA, Storbritannien, Frankrike och Tyskland

I detta avsnitt beskrivs den aktuella kärnkraftsituationen i ett antal västländer.

Avsnittet om USA är mera djupgå-

ende än för övriga länder. Skälet är att det är i USA som den stora omprövningen genomförts parallellt med ett omfattande utvecklingsarbete.

Nu liksom på 1960- och 70-talen är det USA som leder utvecklingen av kommersiell kärnkraftteknik.

Kärnkraften i USA

Det största och äldsta kärnkraftsprogrammet finns i USA. Där är 104 reaktorer i drift med en totalt installerad effekt på nära 100 000 MW, dvs 10 gånger mer än det svenska programmet (se Tabell 1).

Under 2004 var totala elproduktionen i USA 3 953 TWh varav 788 TWh kärnkraft. De två första kommersiella kärnkraftverken startades 1960 (en BWR och en PWR). 1996 togs det senaste kärnkraftaggregatet i drift.

Reaktorolyckan i Harrisburg 1979 fick mycket stora konsekvenser för utbyggnaden av kärnkraften i USA. Inga nya reaktorer har beställts sedan olyckan, tvärtom har flera order annullerats.

Men nu är industrin, myndigheterna och den federala administrationen inriktad på beställning av nya projekt inom några år med byggstart under 2010.

Ökad säkerhet och driftresultat

Kärnkraftindustrin blev omskakad av olyckan i Harrisburg och tog omgående viktiga strategiska beslut för att förbättra situationen. En allmän upprustning av management och säkerhetskultur följde.

Utvecklingen har så småningom lett till stora förbättringar av alla reaktors säkerhetsnivå och, delvis som bieffekt, en kraftig ökning av den årliga elproduktionen och av ekonomin (se Ref. 10).

Kapacitetsfaktorn¹ för ett kärnkraftverk är ett mått på drifteffektiviteten. Den har i USA ökat från 58 procent 1980 till 90 procent år 2004. Det betyder att kärnkraftproduktionen har dubblats under en tjuugoårsperiod utan att den installerade effekten ändrats.

Dessutom pågår sedan några år till-

baka en ökning av den installerade effekten vid existerande kärnkraftverk, ungefär på samma sätt som skett i Finland och som planeras i Sverige.

¹ Kapacitetsfaktorn anger den totala verkliga elproduktionen under ett år i procent av den maximalt möjliga. Det vill säga den produktion man skulle få om anläggningen vore i drift under årets alla timmar vid maximalt möjlig effekt.

Bättre ekonomi

Förändringarna vid kärnkraftverken i USA har lett till väsentligt förbättrad driftekonomi.

Sedan slutet av 1980-talet har kostnaderna för drift, underhåll och bränsle

(men exklusive kapitalkostnaderna) halverats.

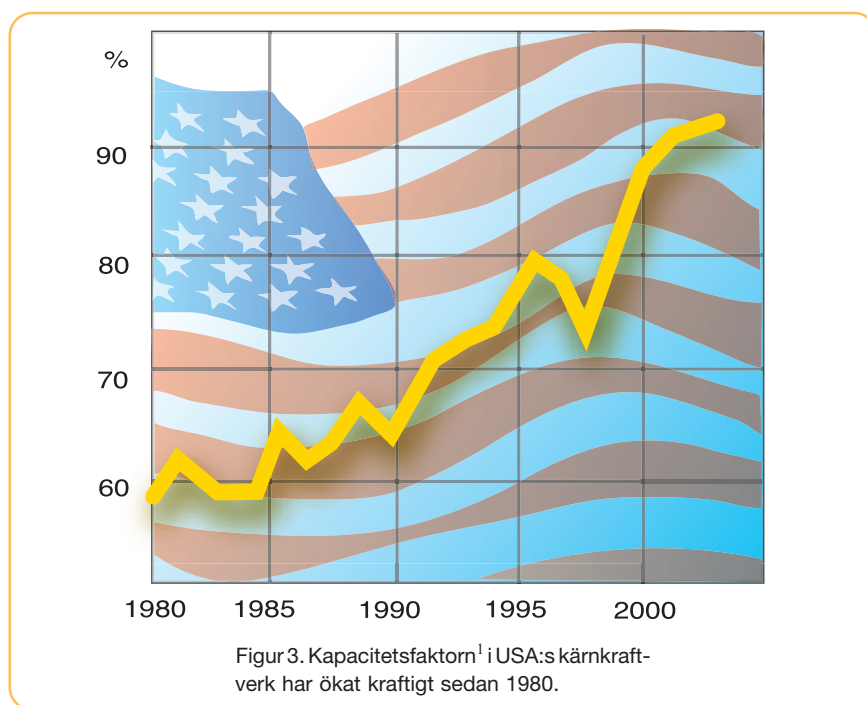
De är nu 1,72 cent per kWh (med en växelkurs på 7 svenska kronor per dollar motsvarar detta 12 öre/kWh).

På den fria elmarknaden i USA efterfrågas hela den möjliga kärnkraftproduktionen eftersom det totalt sett finns en bristsituation.

Förbättringen av driftekonomin har gjort kärnkraften konkurrenskraftig med kol- eller gaskraft i hela USA.

Elkraftutbyggnad

Förbättringar som lett till ökning av kärnkraftverkens tillgänglighet och effektivitet liksom av deras livslängd har varit ekonomiskt väl motiverade.



Det finns vissa möjligheter till fortsatt ökning av elproduktionen på detta sätt men taket kommer att nås inom några år.

Samtidigt som elkonsumtionen långsiktigt ökar (myndigheterna anger en prognos på 50 procents ökning under de närmaste 20 åren) behöver gamla kol-kraftverk ersättas med nya anläggningar. Stora kraftverksbyggen kommer därför att starta i USA i en nära framtid.

För några år sedan var det självklart att ny kraftproduktion skulle baseras på gas eftersom gaskraftverk är billiga att bygga även i små enheter och har kort avskrivningstid.

De senaste årens prisökning på naturgas och förväntade kraftiga ytterligare ökning har dock minskat intresset för sådan utbyggnad. Därför är alternativen för utbyggnaden kol eller kärnkraft.

Utökning av drifttiden från 40 till 60 år

De ursprungliga drifttillstånden för kärnkraftverk avsåg en drifttid på 40 år.

1995 introducerade den amerikanska säkerhetsmyndigheten NRC (Nuclear Regulatory Commission) en möjlighet för

kärnkraftverk att efter en detaljerad teknisk prövning få drifttiden förlängd med 20 år (se Ref. 11). Prövningen avser såväl reaktorsäkerhet som omgivningsfrågor.

Hittills har 37 kärnkraftaggregat fått förlängt drifttillstånd och 12 aggregat prövas för närvarande. Det troliga är att alla de 104 kärnkraftaggregat som nu är i drift kommer att begära och få nytt drifttillstånd.

Myndigheter/industri i gemensamt projekt – Nuclear Power 2010

I början av 2002 inledde de amerikanska energimyndigheterna (DOE och NRC) och kärnkraftindustrin ett gemensamt projekt – Nuclear Power 2010.

Avsikten var att skapa incitament för ett omfattande utvecklingsarbete inom industrin och att ta fram en procedur för myndighetsbehandling av nya kärnkraftprojekt, allt med sikte på byggstart av ett första nytt kärnkraftaggregat år 2010.

Department of Energy, DOE, startade hösten 2004 två projekt för att underlätta licensieringen av nya kärnkraftverk i USA (se Ref. 12).

Det ena är en procedur för ”Early Site Permit”, dvs möjlighet att tidigt få bindande myndighetsbeslut om platsval.

Det andra ger kraftföretagen möjlighet att få såväl bygg- som starttillstånd samtidigt, vilket eliminerar risken för försening av driftstarten på grund av en tidsödande formell myndighetsprövning.

Då de nya projekten offentliggjordes gav energiministern *Spencer Abraham* följande motivering:

”Vi anser att dessa projekt utgör ett viktigt steg av industrin och den federala administrationen för att kunna bygga nya kärnkraftverk i det här landet.

Kärnkraft är den enda storskaliga möjligheten till elproduktionen inom landet utan växthusgasutsläpp.

Det är därför en av våra mest betydelsefulla energikällor och innebär en utomordentlig stor potential att tillgodose nationens framtida energi- och miljömål.”

Nya reaktortyper

De två kvarvarande reaktorleverantörerna i USA, GE och Westinghouse, har utvecklat flera avancerade och förbättrade varianter av de lättvattenreaktorer som tidigare byggts i USA.

Fyra av de nya reaktortyperna har hittills granskats och godkänts av NRC och ansökan för en femte lämnades till NRC i augusti 2005.

Dessutom väntas AREVA hos NRC begära granskning av den franska konstruktionen EPR under 2006.

Reaktor	Leverantör	Typ	Status
System 80+	Westinghouse	PWR	Godkänd
ABWR	GE, Toshiba, Hitachi	BWR	Godkänd
AP600	Westinghouse	PWR	Godkänd
AP1000	Westinghouse	PWR	Godkänd
ESBWR	GE	BWR	Behandlas
EPR	AREVA	PWR	Ansöks 2006

Energy Policy Act 2005

I augusti 2005 signerade president Bush den första amerikanska Energy Policy Act på tio år. Lagstiftningen har stöd av båda partierna i kongressen. Den nya lagen innehåller bland annat följande:

- Price-Anderson Act förlängs ytterligare 20 år. Denna lagstiftning från 1960-talet innehåller ett åtagande av den federala staten att svara för visst ekonomiskt skydd av tredje man i händelse av en allvarlig kärnkraftolycka.

- Federala lånegarantier till nya energianläggningar som inte släpper ut växthusgaser, bland annat kärnkraftverk.

Lånegarantierna kan uppgå till 80 % av projektkostnaden.

- Stor federal satsning, 3 miljarder dollar, på utveckling av ny avancerad kärnkraftteknik. Med detta avses bland annat fjärde generationens reaktorer och avancerade avfallsbehandlingsmetoder.

- Minskad energiskatt på 1,8 cents/kWh för de första 6 000 MW ny kärnkraftproduktion under de första åtta driftåren.

- Federala garantier för räntekostnader vid försening utanför industrins kontroll av de första sex nya kärnkraftaggregaten.

• Nya krav på fysisk säkerhet vid terroristattacker mot kärnkraftverk.

När Energy Policy Act 2005 undertecknades sade President Bush bland annat följande:

”Kärnkraft är en av Amerikas mest betydelsefulla elenergi-källor.

Av alla våra energikällor kan bara kärnkraften generera stor mängd av elektricitet utan att några luftföroreningar eller växthusgaser bildas.

Och tack vare förbättringar inom vetenskap och teknik är kärnkraftverken väsentligt säkrare än någonsin tidigare.”

Allmänheten accepterar ny kärnkraft

Amerikanens syn på kärnkraften har mätts kontinuerligt under många år (se Ref. 10).

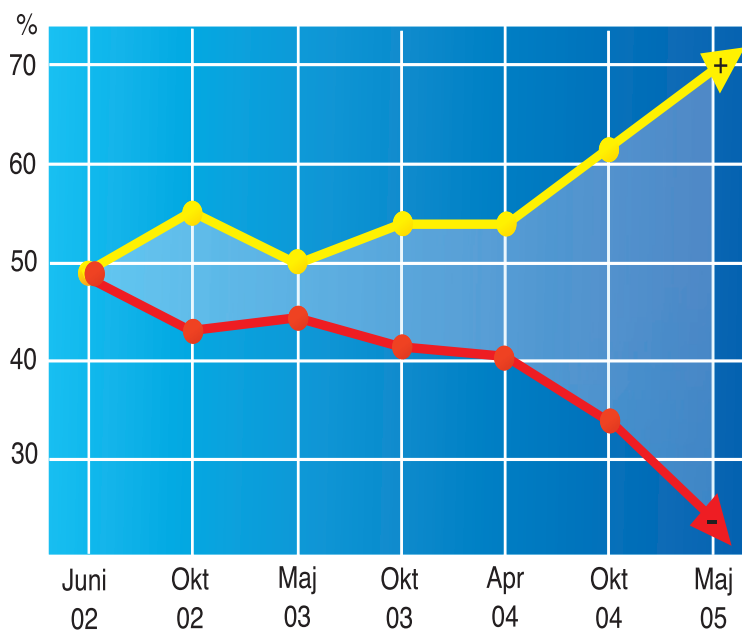
Sedan mitten av 1980-talet syns en stadig ökning av allmänhetens förtroende för kärnkraften. En av de frågor som ställts under många år lyder:

Är Du mycket positiv eller något positiv, något negativ eller mycket negativ till användningen av kärnkraft som en metod att producera el i USA?

1986 var ena hälften positiva och andra hälften negativa till kärnkraften. I den senaste mätningen genomförd i hela USA under maj 2005 var 70 procent positiva och 24 procent negativa, se Figur 4.

Ett avgörande skäl för det kraftigt ökade intresset hos politiker och allmänhet för ny kärnkraft i USA är debatten om koldioxidproblemen.

USA har visserligen inte ratificerat Kyotoprotokollet men den offentliga diskussionen om växthuseffekten är lika livlig där som i Europa.



Figur 4. 70 procent av tillfrågade i USA är nu positiva till användningen av kärnkraft

När kommer den första nya reaktorordern i USA?

Projektet Nuclear Power 2010 och Energy Policy Act 2005 har ökat intresset inom industrin för nya kärnkraftprojekt.

Reaktorleverantörerna har tagit fram nya reaktorkoncept som granskats och godkänts av NRC och kraftföretagen har förberett platsval och offertunderlag.

En industrigrupp bestående av GE och Westinghouse samt ett antal av de större amerikanska kärnkraftföretagen förbereder ansökan om ett kombinerat konstruktions- och drifttillstånd för en AP1000 (Westinghouse) och en ESBWR (GE).

I oktober 2005 angav industrigruppen att man avser att bygga en AP1000 i anslutning till kärnkraftverket Bellefonte i Alabama och en ESBWR nära kärnkraftverket Grand Gulfi Mississippi. Effekten anges bli ca 1 200 MW resp. 1 500 MW.

En annan grupp av kärnkraftföretag har offentliggjort planer på att begära kombinerade byggnads- och drifttillstånd för två AP1000.

Inriktningen är att lämna tillståndsansökan och beställning så att ansökan kan lämnas till NRC under 2007, att beställa under 2008 med byggstart under 2010.

Alla tecken tyder på att målsättningen i projektet Nuclear Power 2010 att minst ett nytt reaktorbygge startas under 2010 kommer att uppfyllas med råge.

Möjligen påbörjas då byggandet av sex nya kärnkraftverk.

Den målmedvetna satsningen i USA på ny kärnkraftutbyggnad görs med all sannolikhet inte bara för en expansion inom landet utan också med tanke på en väntad export till flera andra länder.

Kärnkraften i Storbritannien

Storbritannien startade utvecklingen av kärnkraft tidigt och redan 1956 togs det första kraftverket i drift. Reaktorn (typ Magnox) var gaskyld med naturligt metalliskt uran som bränsle och grafit som moderator.

De första Magnoxreaktorerna var små, bara 50 MW, men under 1960-talet ökades storleken till 250 MW.

Under 1980-talet utvecklades en ny gaskyld reaktor, Advanced Gas-Cooled Reactor – AGR, med en effekt på 600 MW. I mitten av 1980-talet övergavs AGR-utbyggnaden och en första PWR

beställdes. Dess effekt är 1 200 MW och kommersiell drift startade 1995. Meningen var att flera PWR skulle beställas men planerna övergavs då nya stora gasfyndigheter upptäcktes i Nordsjön.

Nu finns 23 kärnkraftaggregat i drift med en sammanlagd effekt på 11 800 MW. Total elproduktion 2004 var 379 TWh, varav 74 TWh var kärnkraft. Det senaste kärnkraftverket togs i drift 1995.

En femtedel av elproduktionen i Storbritannien är kärnkraft. Alla de minsta reaktorerna har stängts men fortfarande finns ett stort antal reaktorer på 250 MW

respektive 600 MW i drift. Den äldsta är från 1965.

Närmare en tredjedel av alla gamla kraftverk behöver ersättas senast 2020. Samtidigt ökar elförbrukningen med 1,5 procent per år sedan 1990.

Storbritannien är numera nettoimportör av naturgas och gaspriset ökar. Utbyggnaden av gaskraft anses inte kunna fortsätta av ekonomiska skäl och det är inte troligt att förnyelsebara energikällor kan byggas i den takt som behövs. Därför har frågan om utbyggnad av kärnkraften

tagits upp till en bred diskussion under 2005.

2003 publicerade Labour-regeringen en vitbok om den framtida energiförsörjningen i Storbritannien. Enligt denna skulle elförsörjningen baseras på gaskraft (bland annat som ersättning för gamla kolkraftverk) och en stor vindkraftutbyggnad.

Ökningen av elförbrukningen skulle minskas eller elimineras genom en mera effektiv användning av elektricitet. Ny kärnkraft ansågs inte vara intressant.

Efter parlamentsvalet i maj 2005, som gav Tony Blair en tredje mandatperiod i rad, har en öppen debatt om kärnkraftens återkomst tagit fart.

I september ifrågasattes den stora satsningen på vindkraft i en rapport "The

Economics of Climate Change" publicerad av ett utskott inom överhuset.

I en kommentar sa Tony Blair att regeringen inte utesluter möjligheten att ny kärnkraft byggs för att möta klimatmålen. Han sa också att den brittiska regeringen kommer att publicera en ny vitbok om energiförsörjningen under 2006.

Under hösten 2005 har några industriorganisationer, bl.a. Confederation of British Industry (CBI) engagerat sig i energidebatten (Ref. 13).

Skälet för industrins reaktion är en annalkande bristsituation som kommer att leda till höga elpriser för den brittiska industrin med försämrade konkurrenskraft som följd.

CBI välkomnar den öppna attityden

som regeringen visat i energifrågan.

Lösningen måste på sikt vara ett koldioxidfritt energisystem till lägsta möjliga kostnad. Kärnkraften kan vara, anser CBI, en viktig del av den framtida energiförsörjningen.

Premiärminister Tony Blair framträdde vid en konferens anordnad av CBI i slutet av november 2005 och sade däribland följande:

"Jag kan idag meddela att regeringen har startat en omprövning av Storbritanniens energipolicy på lång- och medellång sikt.

Energiminister Malcom Wicks leder arbetet med avsikt att regeringen skall kunna publicera en ny energipolicy tidigt sommaren 2006".

Kärnkraften i Frankrike

Frankrike är det land i världen med störst andel kärnkraft, nära 80 procent. Utbyggnaden startade i slutet av 1950-talet med små gaskylta reaktorer av Magnox-typ.

I mitten av 1970-talet beslöt man sig för en ändrad inriktning och sedan dess har bara PWR byggts i Frankrike.

Till skillnad från de flesta andra västländer fortsatte Frankrike utbyggnaden av kärnkraften även efter olyckorna i Harrisburg och Tjernobyli. Under 1990-talet togs i genomsnitt en stor PWR i drift varje år, den senaste år 1999.

En stor del av denna expansion gjordes med tanke pålexport till kringliggande länder. Denna kraftiga utbyggnad avstannade eftersom det franska Parlamentet beslöt att inga fler kärnkraftverk fick byggas för ytterligare ökning av exporten.

Utbyggnaden av kärnkraften i Frankrike har skett i stor politisk enighet.

Den totala elproduktionen var 546 TWh, varav kärnkraft 427 TWh år 2004. Netto-

exporten av el var då drygt 70 TWh.

Praktiskt taget all el produceras av EdF, Electricité de France, som administrerat hela kärnkraftutbyggnaden. EdF har varit helstatligt men 2004 beslöt Parlamentet tillåta en försäljning upp till 30 procent av EdF:s aktier. I slutet av 2005 hade 15 procent av aktierna sålts.

Sedan några år tillbaka planerar EdF att bygga ett nytt stort kärnkraftaggregat av samma typ som nu byggs i Finland. Det är en EPR, European Pressurised Reactor, på 1 700 MW konstruerad av det fransk-tyska företaget AREVA.

På regeringens initiativ har under hösten 2005 den planerade kärnkraftutbyggnaden diskuterats offentligt. Beslut om beställning av en första EPR i Frankrike väntas under 2006. Bygget kommer i så fall igång 2007 och anläggningen kan tas i drift 2012.

Genom en ny lagstiftning är det återigen möjligt att acceptera delägare av ett kärnkraftverk utanför Frankrike. EdF har

därför fört diskussioner med spanska, italienska och tyska kraftföretag om såväl delägande som långsiktiga leveranskontrakt.

På regeringens initiativ förs nu också en diskussion om beställning av ytterligare en EPR med planerad driftstart omkring 2015.

I en långsiktig plan räknar man med att från 2020 färdigställa ytterligare nya kärnkraftverk som skall ersätta de äldsta reaktorererna, som då närmar sig 50 års ålder.

Ett viktigt skäl för en snar beställning av den första EPR-anläggningen i Frankrike är att AREVA planerar att marknadsföra EPR i USA inför den utbyggnad som beräknas starta 2010.

Dessutom finns det anledning för AREVA att konkurrera med de nya kärnkraftverken från USA som kommer att marknadsföras på en väntad ökande världsmarknad.

Kärnkraften i Tyskland

I likhet med Sverige men i motsats till övriga länder som behandlas i denna rapport har Tyskland beslutat att avveckla hela sitt kärnkraftprogram.

Beslutet om "marknadsmässig" avveckling togs av den rödgröna majoriteten i Förbundsdagen 2002 i enlighet med en överenskommelse mellan regeringen

och kraftindustrin som undertecknades i juni 2001.

År 2004 var Tysklands hela elproduktion 499 TWh, varav 158 TWh producerades i kärnkraftverk. År 1968 startade Tysklands två första kommersiella kärnkraftverk och 1988 togs de två senaste i drift.

Alla politiska partier var eniga om kärnkraftupbyggnaden men Tjernobyli-olyckan innebar att enigheten bröts.

Det Socialdemokratiska Partiet (SPD), då i opposition, beslöt 1986 att kärnkraften skulle avvecklas inom tio år.

Vid återföreningen 1990 mellan forna Väst- och Östtyskland stängdes i politisk enighet alla kärnkraftverk i öst – fem PWR av rysk typ. Skälet var att de inte uppfyllde myndigheternas grundläggande krav på reaktorsäkerhet och en ombyggnad ansågs som ekonomiskt realistisk.

1998 fick SPD och De Gröna majoritet i Förbundsdagen och bildade en koalitionsregering. Kärnkraftmotståndet i Tyskland var under 90-talet omfattande, tidvis med militanta inslag, och ökade efter regeringsskiftet.

Transporterna per järnväg av använt bränsle från de tyska kärnkraftverken till den franska uppberedningsanläggningen LeHague saboterades under många år bland annat genom att grupper av motståndare kedjade sig fast vid varandra och vid rälsen.

Flera transporter försenades och så småningom inställdes ett stort antal transporter. Resultatet blev att kraftverkens egna bassänger för lagring av använt bränsle fylldes med risk för långa driftavbrott.

Myndigheterna politiserades och ingreppen mot demonstranterna gjordes inte med full kraft. Regeringen inledde förhandlingar med kraftindustrin om ett program för avveckling av kärnkraften på ”marknadens villkor”.

Mot bakgrund av hotet att behöva stänga flera kärnkraftverk på grund av fyllda bränslebassänger skrev kraftindustrin i juni 2001 under en överenskommelse om ett sådant program.

I april 2002 beslöt Förbundsdagen om en lag med samma innehåll som överenskommelsen. Se faktarutan om principen för uppgörelsen.

Överenskommelsen innebär att industrin själv bestämmer vilken reaktor som skall stängas och tidpunkten, därav begreppet ”marknadsmässig avveckling”.

Hela avvecklingen måste emellertid ske inom den övergripande givna ramen, som definieras på följande sätt:

- Varje reaktor ges en nominell drifttid på 32 år.
- Den summerade tillåtna kärnkraftenergin ökas med 5 procent (ökad drifttillgänglighet och effekthöjningar).

Den första och enda reaktor som stängts enligt denna överenskommelse är Obrigheim, en PWR på 340 MW som startade 1965. Driften avbröts den 11 maj

Principer för den tyska energiöverenskommelsen, 2002

1. Förbud att bygga och driva nya kärnkraftverk.
2. För varje befintligt kärnkraftsaggregat är fastlagt en livslängd på 32 år räknat från kommersiell idrifttagning.
3. Den återstående livslängden för resp. kärnkraftsaggregat från 1 januari år 2000 skall anges i energienheter (TWh).
Energimängden för varje aggregat beräknas med utgångspunkt från genomsnittliga årsproduktionen under de fem bästa åren mellan 1990 och 1999.
4. Den fastlagda återstående energimängden/elproduktionen får ökas med 5,5 procent (teknisk optimering, effekthöjning, öppna elmarknaden etc.).
5. Återstående energimängd får överlåtas från ett äldre till ett nyare kärnkraftverk.
6. Parterna är överens om att säkerhetsnivån/standarderna skall hållas på en internationellt sett hög nivå.
7. Regeringen kommer inte att ta några nya initiativ för att t.ex. ändra säkerhetsfilosofi utan kommer att ”garantera ostörd drift”.
8. Säkerhetsprövning av myndighet skall ske vart tionde år.
9. Säkerhetsmyndighetens oberoende garanteras.
10. Forskning inom området kärnteknik förblir tillåten.
11. Regeringen upphäver all diskriminering av kärnkraften och utlovar att avstå från nya initiativ som innebär diskriminering av kärnkraften, även när det gäller beskattningen.
12. Kraftindustrin förpliktigas att snarast, inom max 5 år, anlägga mellanlager för använt kärnbränsle vid resp. kärnkraftverk eller i dess närhet.
13. Efter 1 juli år 2005 är inte längre transport av använt kärnbränsle för uppberedning tillåten.
14. Kraftindustrin skall arbeta för att befintliga uppberedningsavtal snarast avslutas.
15. I avvaktan på färdigställandet av lokala mellanlager tillåts transporter av använt kärnbränsle.

2005, 20 dagar före stängningen av Barsbäck 2.

Bo Bylund, då generaldirektör för Banverket, hade sedan slutet av 2002 den svenska regeringens uppdrag att förhandla med kraftindustrin om en svensk uppgörelse om kärnkraftavveckling. Detta skulle ske efter samma principer som i Tyskland.

Förhandlingarna avbröts i oktober 2004 eftersom man inte kunde komma överens om villkoren.

I Tyskland däremot var det möjligt för den rödgröna koalitionsregeringen att få fram en överenskommelse utan några ekonomiska ersättningskrav från industrin eftersom alternativet – risk för omfattande och långvariga driftavbrott – var sämre.

Det är ingen överdrift att påstå att överenskommelsen var en uppgörelse under galgen.

Inför valet den 18 september 2005 fanns det förhoppningar inom kraftindustrin om regeringsskifte eftersom Kristdemokratiska Partiet (CDU) utlovat att avvecklingslagen skulle tas bort efter en valseger.

Valet ledde emellertid till bildandet av en stor koalition mellan CDU och SPD. Beslutet om avveckling finns kvar och någon ändring tycks inte trolig under de närmast åren.

Rysslands tillfälliga stängning av gasleveranser till Ukraina januari 2006 har dock gett förnyad kraft åt diskussionen om att häva avvecklingsbeslutet.

Resultatet av det tyska valet har ökat de tyska kraftföretagens intresse för att teckna långtidskontrakt om elleveranser från den nya franska reaktorn som skall tas i drift 2012.

Slutord

Kärnkraften har byggts ut även under de senaste åren i Sydostasien oberoende av olyckorna i Harrisburg och Tjernobyl medan nybyggnaden i stort sett avstannat i Västeuropa och USA.

Men sedan några år tillbaka förbereds en omfattande nybyggnad i västländerna.

I Finland har bygget av en ny stor reaktor startats och en liknande anläggning kommer att beställas i Frankrike under 2006. I USA väntas de första reaktorbeställningarna på nästan 30 år under 2008.

Även i Storbritannien planeras en nystart av kärnkraftutbyggnaden de närmaste åren.

En fortsatt ökning av världens elkonsumention väntas under överskådlig tid. Samtidigt måste den dominerande delen av elproduktionen som baseras på fossila bränslen minska.

I ett stort och ökande antal länder bedöms ny koldioxidfri kärnkraft som en nödvändig del av satsningen på *hållbar utveckling* eftersom utbyggnaden av de förnyelsebara energikällorna bedöms som dyrbar och alltför långsam.

På längre sikt väntas sol, vind och vatten öka i betydelse för världens elförsörjning, men de förnyelsebara energikällornas totala effekt är begränsad.

I ett ännu längre perspektiv kan koldioxidlagring från fossilkraft och nya typer av kärnkraft (kanske fusion) bli realistiska komplement.

Carl-Erik Wikdahl

carl-erik@wikdahl.se

Illustrationer: Lasse Widlund

Referenser

1. IAEA har en omfattande hemsida www.iaea.org om kärnenergi. Där finns också ett ständigt aktuellt officiellt informationssystem om alla kärnkraftverk i alla länder, Power Reactor Information System, PRIS, som kan nå direkt via www.iaea.org/programmes/a2
2. www.iea.org är en hemsida med omfattande energistatistik både nationellt och internationellt. Den publiceras av International Energy Agency, IEA.
3. Our Common Future. The world Commission on Environment and Development. Oxford University Press, 1987.
4. World Nuclear Association, vars hemsida www.world-nuclear.org innehåller en omfattande ständigt färsk rapportering om kärnkraftsituationen i världen.
5. Uran – en uthållig energikälla. Bakgrund utgiven av Analysgruppen vid KSU, nr 1, maj 2005 www.analys.se
6. World Energy Council:s (WEC:s) hemsida www.worldenergy.org
7. Kärnsäkerhetskonventionen. Pådrivande för internationellt ökad kärnsäkerhet. Bakgrund utgiven av Analysgruppen vid KSU, nr 2, mars 2006 www.analys.se
8. I Finland utvecklas kärnkraften. Faktablad utgivet av Analysgruppen vid KSU, nr 35, 2004 www.analys.se
9. Teollisuuden Voima OY www.tvo.fi
10. Nuclear Energy Institute är branschorganet för kärnkraftindustrin i USA. Hemsidan, www.nei.org innehåller en detaljerad beskrivning av kärnkraftutvecklingen i USA.
11. www.nrc.gov är hemsidan tillhörande Nuclear Regulatory Commission, som är USA:s motsvarighet till SKI i Sverige.
12. www.doe.gov är hemsidan tillhörande U.S. Department of Energy.
13. CBIs rapport ”Powering the future. Enabling the UK energy market to deliver” som publicerades i november 2005 kan hämtas på internet via www.cbi.org.uk

Tabell 1. Kärnkraftproduktionen i världens länder under 2004 samt antalet reaktorer i drift, under byggnad och planerade i december 2005.

Land	Kärnkraftproduktion 2004		Reaktorer i drift		Reaktorer som byggs		Reaktorer nära beställning		Reaktorer planerade	
	TWh	% av el	Antal	MW	Antal	MW	Antal	MW	Antal	MW
Argentina	7,3	8	2	935	1	692	0	0		
Armenien	2,2	39	1	376	0	0	0	0		
Belgien	44,9	55	7	5801	0	0	0	0		
Brasilien	11,5	3	2	1910	0	0	1	1245		
Bulgarien	15,6	42	4	2722	0	0	0	0	1	1000
Finland	21,8	27	4	2672	1	1600	0	0		
Frankrike	426,8	78	59	63363	0	0	1	1600		
Indien	15,0	3	15	3040	8	3602	24	13160	4	13160
Indonesien	0	0	0	0	0	0	2	2000	2	2000
Iran	0	0	0	0	1	915	2	1900	3	2850
Israel	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1200
Japan	273,8	29	56	47839	1	866	12	14782		
Kanada	85,3	15	18	12599	0	0	2	1540		
Kina	47,8	2	9	6602	2	2000	8	8000	19	15000
Litauen	13,9	72	1	1185	0	0	0	0		
Mexiko	10,6	5	2	1310	0	0	0	0		
Nederländ.	3,6	4	1	449	0	0	0	0		
Nordkorea	0	0	0	0	1	950	1	950		
Pakistan	1,9	2	2	425	0	0	1	300		
Rumänien	5,1	10	1	655	1	655	0	0	3	1995
Ryssland	133,0	16	31	21743	4	3775	1	925	8	9375
Slovakien	15,6	55	6	2442	0	0	0	0	2	840
Slovenien	5,2	38	1	656	0	0	0	0		
Spanien	60,9	23	9	7585	0	0	0	0		
Sverige	75,0	52	10	8869	0	0	0	0		
Schweiz	25,4	40	5	3220	0	0	0	0		
Storbritan.	73,4	19	23	11852	0	0	0	0		
Sydafrika	14,3	7	2	1800	0	0	1	165	24	4000
Sydkorea	124,0	38	20	16810	0	0	8	9200		
Taiwan	37,9	21	6	4884	2	2600	0	0		
Tjeckien	26,3	31	6	3528	0	0	0	0	2	1900
Turkiet	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4500
Tyskland	158,4	32	17	20339	0	0	0	0		
Ungern	11,2	34	4	1755	0	0	0	0		
Ukraina	81,1	51	15	13107	2	1900	0	0		
USA	788,6	20	104	99210	0	0	0	0	11	14000
Vietnam	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2000
Hela världen	2681,6	16	443	369683	23	18605	64	55767	105	73820

Uppgifter i tabellen om elproduktion 2004, reaktorer i drift och reaktorer som byggs har hämtats från IAEAs hemsida med titeln Power Reactor Information

System(PRIS): www.iaea.org/programmes/a2 Där görs en kontinuerlig uppföljning av den officiella rapporteringen från alla kärnkraftländer.

Uppgifter om reaktorer nära beställning eller planerade har hämtats från World Nuclear Association (www.wna.org). De är daterade september 2005.

Kärnkraftsäkerhet och Utbildning AB (KSU)

Kärnkraftsäkerhet och Utbildning AB (KSU) ansvarar för vissa gemensamma säkerhets- och utbildningsfrågor på uppdrag av ägarna Forsmarks Kraftgrupp AB, OKG Aktiebolag och Ringhals AB.

Företaget utbildar kontrollrumsoperatörerna vid kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals genom bland annat träning i simulatorer och teoretiska kurser i kärnkraftteknik.

KSU utvärderar störningar som inträffat i svenska och utländska kärnkraftverk och är den svenska länken i ett internationellt nätverk för utbyte av drifterfarenheter.

KSU är ett företag inom Vattenfallkoncernen

Företaget svarar genom Analysgruppen för vetenskapligt grundad samhällsinformation inom kärnkraftområdet.

Analysgruppen vid KSU

Analysgruppen är en självständigt arbetande expertgrupp som deltar i samhällsdebatten om kärnkraft och strålning. Genom KSU är gruppen knuten till kraftindustrin. Gruppen utser själv sina ledamöter efter vetenskaplig kompetens, branschfarenhet och personligt engagemang.

Huvuduppgiften är att sammanställa och analysera fakta kring frågor som kommer upp i samhällsdebatten med anknytning till reaktorsäkerhet, strålskydd, radiobiologi och riskforskning.

Gruppen redovisar resultaten främst genom publikationerna *Bakgrund* och *Fakta*-serien som också är tillgängliga på Internet: www.analys.se

Hemsidan täcker området kärnkraft i Sverige och utomlands och har även ett omfattande länkbibliotek.

Hans Ehdwall, fil.kand, ansvarig erfarenhetsåterföring, KSU

Yngve Flodin, civilingenjör, reaktorsäkerhetsexpert, Swedpower AB

Jenny Gode, civilingenjör, projektansvarig miljöfrågor, Elforsk AB

Mats Harms-Ringdahl, professor, strålningsbiolog, Stockholms universitet

Gunnar Hovsenius, tekn lic, energi/miljöfrågor, Hovsenius Konsult AB

Carl-Göran Lindvall, ingenjör, strålskyddsföreståndare, Barsebäck Kraft AB

Anders Pechan, informationskonsult

Agneta Rising, fil. kand, miljöchef, Vattenfall AB

Carl-Erik Wikdahl, civilingenjör, konsult, Energikommunikation AB
