



I mars skrev vi om hur kostnaderna för att bygga nya reaktorer stigit kraftigt under slutet av högkonjunkturen. Effekterna av finansorn och den världsomfattande ekonomiska nedgången var då svåra att bedöma. I dag har läget klarnat lite grand, men det är ingen entydig bild som framträder. Lågkonjunkturen verkar ge väldigt olika effekter på kärnkraftsutbyggnaden på olika håll i världen.

Tre nya reaktorer har börjat byggas sedan förra upplagan av Kärnkraft i vår omvärld. Kina har startat två byggen och Ryssland ett.

Under sommaren har det rått stor brist på medicinska strålkällor på flera håll i världen. Europeiska sjukhus har klarat sig ganska lindrigt undan, men i Nordamerika och Japan har bristen varit allvarlig. Vi tittar närmare på vad som ligger bakom de återkommande bristsituationerna.

Som vanligt tar vi gärna emot frågor och kommentarer kring nyhetsbrevet. Sprid nyhetsbrevet så mycket ni orkar. Hör också gärna av er om ni vill att vi ska sätta upp någon kollega på sändlistan.

*Nästa upplaga är planerad till slutet av hösten.*

Redaktionen  
Daniel Westlén,  
Vattenfall Research and Development  
AB, daniel.westlen@vattenfall.com

## KÄRNKRAFTENS RENÄSSANS OCH DEN EKONOMISKA KRISEN

Strax innan finanskrisen slog till hade prognoserna för vad ny kärnkraft skulle kosta stigit kraftigt. Det stora intresset för att bygga ny kärnkraft ledde också till att en rad flaskhalsar uppenbarade sig. Framförallt uppdagades en otillräcklig kapacitet i tillverkningen av tunga smidda komponenter. Nu när det ekonomiska läget radikalt förändrats finns det anledning att återigen se över kostnadskalkylerna.

UNDER 1990-TALET hoppades kärnkraftsindustrin på att de så kallade tredje generationens reaktorer som då var under utveckling, och vi idag känner som EPR, AP1000, ABWR, Kerena med flera, skulle byggas med investeringskostnader runt 1000 dollar per installerad kW elektrisk effekt. När den första, Olkiluoto 3, beställdes 2004 var prislappen 2000 \$/kW. Den faktiska kostnaden för det finska bygget är idag troligen runt 60 % högre, det vill säga över 3000 \$/kW. Efter 2004 steg de uppskattade kostnaderna mer och mer. De uppskattningar som presenterades under 2008 låg i spannet 4000-6000 \$/kW. (Se även Kärnkraft i vår omvärld #3.) Den kraftiga ökningen i slutet av högkonjunkturen brukar förklaras med en rad samverkande faktorer:

- Den stora efterfrågan på insatsvaror ledde till höga priser. Som exempel steg priserna på smidda stålkomponenter med 125 %, kopparkomponenter med 170 % och cement med 50% mellan 2003 och juli 2008.
- Kapaciteten att producera tunga smidda komponenter var under högkonjunkturen, och är förmodligen fortfarande, för liten. Den tar dessutom lång tid att bygga ut. (Se separat artikel.)
- Det rådde och råder en brist på vissa nyckelkompetenser. När många projekt drar igång samtidigt finns det också en risk att det generellt kan bli svårt att få tag i kvalificerat folk.
- Branschen kan ha blivit mer försiktig och börjat göra mer konservativa bedömningar av kostnaderna.
- Den amerikanska dollarn, vilken brukar användas för att ange kostnaden, tappade kraftigt i värde strax före finanskrisen. Utanför USA torde således kostnadsökningarna vara mindre dramatiska.

Lågkonjunkturen har huvudsakligen gett två, motverkande, effekter på förutsättningarna för nya reaktorer. För det första sjunker priserna på insatsvaror, vilket gynnar de verk som är på väg att beställa komponenter. Detta borde kortsiktigt resultera i lägre kost-

nader för den som står i begrepp att bygga en reaktor. Men, det är rimligt att anta att till exempel stål- och betongbranscherna kommer att anpassa sig efter den lägre efterfrågan genom att skära ner sin produktionskapacitet. I det läget finns en risk för vi återigen får se snabba prisstegringar när efterfrågan tar fart och produktionskapaciteten än en gång visar sig otillräcklig. En tumregel för kärnkraftsinvesteringar är att man behöver 45 ton stål per MW installerad effekt. Motsvarande siffra för kolkraft är 15-20 ton. Förhållandena ser liknande ut även för andra insatsvaror. Det är det här som gör att just kärnkraften är så känslig för hur råvarupriserna utvecklas. Den långa tiden från beslut till färdig reaktor utgör också ett osäkerhetsmoment. Priserna kan mycket väl ha vänt uppåt igen när det är dags att beställa komponenter.

Den andra effekten är att den ekonomiska nedgången generellt har gett en minskad efterfrågan på el. Det håller tillbaka priset och försämrar därmed ekonomin i att bygga nya reaktorer.

Sammantaget är konsekvensen att takten i utbyggnaden kan komma att påverkas fundamentalt olika i olika delar av världen. I Kina och i Indien där behovet av ny elproduktion är stort oavsett lågkonjunkturen är det rimligt att tänka sig att de lägre priserna på reaktorkomponenter eldar på utbyggnaden av kärnkraften. I västvärlden däremot skulle den minskade efterfrågan kunna väga tyngre. I så fall skulle den planerade utbyggnaden kunna komma att begränsas som en följd av nedgången i världsekonomin. Men, å andra sidan utgör de kraftverk som planeras i västvärlden till stor del ersättning för äldre produktion som kommer att tas ur drift. Ny produktion behöver byggas även om elkonsumention är konstant eller till och med minskar något.

### DYRARE ATT LÅNA PENGAR

I de avreglerade elmarknaderna spelar också finansieringen av reaktorerna stor roll. Kreditorn har lett till att det har blivit dyrare att låna pengar till projekt med långa återbetalningstider, såsom reaktorer. Finansierarna kräver en högre riskpremie för att ställa upp

forts.→

forts.→

med kapital. I en del fall har det till och med visat sig omöjligt att få lån utan någon form av statliga garantier.

Goldman and Sachs har uttalat att man förväntar sig att kärnkraftsprojekt kommer att skjutas upp till följd av osäkerheten på kreditmarknaden och de nuvarande höga lånekostnaderna. Areva har sagt att man tror på en avmattad efterfrågan, särskilt på den amerikanska marknaden.

Bygget av anrikningsanläggningen American Centrifuge Plant i Ohio är ett exempel på ett projekt som drabbats av kreditkrisen. Bygget är ännu inte fullständigt finansierat och det börsnoterade företaget USEC som bygger anläggningen hade hoppats på att få in två miljarder dollar från privata investerare, vilket man misslyckats med. Man har därför ansökt om lånegarantier på samma belopp från det amerikanska energidepartementet (DOE). I våras började man trappa ner på tempot i bygget för att hinna få fram de pengar som behövs. I slutet av juli meddelade USEC att man fått avslag på sin ansökan om lånegarantier och att man avsåg att avbryta projektet. Den fjärde augusti meddelade DOE att man skjuter upp det slutliga avgörandet för att USEC ska ges tid att "stärka de tekniska och finansiella delarna" av ansökan. DOE lät också meddela att man kommer att investera 45 miljoner dollar de kommande 18 månaderna "för att stödja den pågående utvecklingen av den amerikanska centrifugtekniken".

#### OBAMAS POLITIK AVGÖRANDE FÖR USA:S KÄRNKRAFTSUTBYGGNAD

I USA är kärnkraftsutbyggnadens framtid förutom finansieringen kraftigt beroende av president Obamas utlovade system för handel med utsläppsrätter för koldioxid. Det väntas bli av fundamental betydelse för de planerade amerikanska reaktorerna, då systemets utformning helt kommer att avgöra ekonomin i att nyinvestera i ekonomin i nyinvesteringar i amerikansk kärnkraft.

Flaskhalsen i produktionen av tunga komponenter är fortfarande påtaglig, trots kreditron. Man kan till och med befara att de investeringar som skulle behövas för att bygga bort kapacitetsproblemen kan komma att senareläggas. De stora aktörerna verkar fortfarande vara inställda på att öka kapaciteten kraftigt. Men, de här investeringarna har långa återbetalningstider och investerare som begär höga riskpremier. Sheffield Forgemasters som vill ge sig in i konkurrensen om de tyngsta reaktor-komponenterna räknar med att man behöver göra investeringar om 140 miljoner pund. Framförallt behövs en ny press med kapacitet att utöva 15000-tons tryck under bearbetningen av stålet. Det har emellertid visat sig svårt att attrahera tillräckligt mycket privat kapital för att klara den investeringen och den brittiska regeringen är nu inblandade i att hitta en finansieringslösning. Risken finns att det här är ett generellt problem och att de planerade investeringarna uteblir eller försenas.

#### RYSSLAND SÄNKER TEMPOT

I några länder kan man se hur lågkonjunkturen haft direkta effekter på kärnkraftsin-

vesteringarna. Vi har tidigare rapporterat (Kärnkraft i vår omvärld #4) att Ryssland sänker tempot i sin nybyggnadsplan. Från att tidigare ha siktat på att bygga två reaktorer om året räknar man nu med att en ny reaktor kommer att byggas årligen. Anledningen uppges vara den minskade efterfrågan.

#### FINANSIERINGSPROBLEM I BULGARIEN

Beleneprojektet i Bulgarien, som omfattar två ryska AES-92-reaktorer, har fått finansieringsproblem. Bulgarien har haft möjlighet att låna pengar i väst, men räntorna man erbjudits har ansetts för höga. Man hoppas nu på ett ryskt statligt lån vilket tidigare aviserats. Finansieringsproblemen innebär sannolikt att takten i bygget kommer att sänkas och att driftsstarten kommer att senareläggas. Därmed stiger kostnaden för projektet. Samtidigt har Belene blivit ett slagträ i den politiska diskussionen och även om den officiella linjen är att bygget kommer att slutföras så finns det de som menar att den ekonomiska nedgången gör att kapaciteten från Belene inte kommer att behövas.

#### ONTARIO AVBRYTER UPPHANDLING

Delstatsregeringen i kanadensiska Ontario har beslutat avbryta anbudsprocessen för att ersätta de två reaktorerna i Darlington. I ett uttalande sa energi- och infrastrukturministern George Smitherman att: "Olyckligtvis har inte anbudsprocessen den här gången gett Ontario något lämpligt alternativ." Man anser att AECL lämnat den enda offerten som uppfyller delstatens krav, men att AECL är för dyra. Dessutom är det oklart hur AECLs ägarförhållanden kommer att se ut framöver, vilket också har spelat in. Delstatsregeringen säger att man avvaktar att AECL återkommer med ett lägre bud och att de klargör sina ägarförhållanden.

#### SYDAFRIKA LÄGGER PWR-PLANERNA PÅ IS

Eskom i Sydafrika har lagt sina planer på nya PWR i Kapprovinsen på is (Kärnkraft i vår omvärld #3). Skälet uppgavs vara "investeringens storlek". Eskom kämpar med flera problem. Dels behöver elproduktionen byggas ut kraftigt. Kol eller kärnkraft är i praktiken de två energikällor som står till buds. Dels har man stora problem med strömavbrott som huvudsakligen beror på att underhållet av distributionsnätet är eftersatt. Det senare har också lett till ett omfattande missnöje från bolagets kunder. Dessutom har Eskom ett dåligt kreditbetyg och får därmed svårigheter att skaffa fram de medel som skulle behövas för att åtgärda problemen. Trots att den franska staten utlovade exportgarantier genom banken Coface och att Areva lovade ordna 85% av finansieringen av de nya reaktorerna drog Eskom alltså tillbaka sin offertförfrågan i november förra året. Bedömare anser att det kommer att dröja länge innan man kommer att försöka igen. Om problemen varit övergående skulle man ha bett om mer tid snarare än att avbryta processen.

#### KINA HÖJER TEMPOT

I Kina har recessionen lett till ett ökat fokus på kärnkraftsprogrammet. Ökningstakten i

den kinesiska efterfrågan har mattats av något. Det har lett till att den kinesiska regeringen avbryter en del planerade kolkraftbyggen för att istället prioritera bygget av nya reaktorer som tar längre tid att färdigställa. På så sätt senarelägger man utbyggnaden av elproduktionen utan att dra ner på investeringstakten. I våras meddelade regeringen att man avsätter 15 miljarder dollar för att utveckla kärnkraften som en stimuleringsåtgärd under den ekonomiska krisen.

#### VATTENFALL TAR PAUS I STORBRIANNIEN

På hemmaplan har Vattenfall meddelat att man kommer att skära i sitt omfattande investeringsprogram som en direkt följd av den minskade efterfrågan. Till exempel har man meddelat att man tar en 12-18 månader lång paus i processen att bygga kärnkraft i Storbritannien för att avvakta hur ekonomin utvecklas. Det pågående arbetet med att höja effekten i de befintliga reaktorerna påverkas dock inte.

#### STIGANDE ARBETSKRAFTSKOSTNADER

Utöver de konjunkturberoende parametrarna förväntas kostnaden för ny kärnkraft påverkas av möjligheten att attrahera kompetent personal. Förutom att det är svårt att få tag på vissa nyckelkompetenser för kärnkraftsbyggen, till exempel erfarna projektledare och duktiga svetsare, så kan man förvänta sig att den arbetskraft som kärnkraftsindustrin behöver generellt kommer att bli dyrare under en övergångsperiod. Förklaringen är att mycket erfaret folk är på väg att pensioneras. De oerfarna unga som ersätter dem är initialt inte lika produktiva. Effekten blir olika stor i olika länder, dels beroende på hur stora pensionsavgångar som väntas, men också beroende på hur kostnadsbildningen ser ut för erfarna respektive oerfarna medarbetare. Men, det här är ett fenomen som bidrar till att pressa upp kostnaderna och därmed dämpa investeringsviljan.

En del bedömare menar att den planerade kärnkraftsutbyggnaden runt om i världen inte kommer att påverkas särskilt mycket av konjunkturedgången. Man pekar på tre saker: För det första hävdar man att kärnkraft är ett ekonomiskt konkurrenskraftigt sätt att producera el. När gamla kraftverk skrotas är det ekonomiskt sunt att ersätta dem med ny kärnkraft. För det andra pekar man på försörjningstryggheten. Som exempel är Europas alternativ till storskalig elproduktion från kärnkraft att importera gas från Ryssland och Algeriet. Dessa länder skulle ges en väldigt stark politisk ställning om gasen tilläts bli för dominerande. För det tredje menar man att reaktorernas långa drifttider, 40-60 år, gör att konjunkturen spelar en mindre roll för beslutet att bygga. Reaktorn kommer att finnas kvar över flera konjunkturcykler.

Sammanfattningsvis måste vi konstatera att det är svårt att sja om lågkonjunkturens effekter på nybyggnaden av reaktorer. Det finns skäl att tro att nybyggnationen skulle gynnas, till exempel på grund av den dämpade efterfrågan på insatsvaror. Men, svårigheter att finansiera investeringar i kombination med en dämpad efterfrågan kan mycket väl leda till att planerade byggen stoppas. ■

# Bristen på medicinska strålkällor

I mitten av juli i år drabbades en stor andel av världens sjukhus av en akut brist på flera viktiga medicinska strålkällor, framförallt molybden-99. Molybden-99 produceras idag huvudsakligen i fem reaktorer runt om i världen; NRU i Kanada, HFR i Holland, BR2 i Belgien, Osiris i Frankrike och Safari i Sydafrika. Alla dessa är äldre än 40 år. Den enda nya, molybdenproducerande, reaktorn är Opal i Australien som startade 2007. Idag står Opal dock för en relativt liten del av världsproduktionen. Två av reaktorerna, NRU och HFR, står ensamma för två tredjedelar av hela världens produktion. Båda dessa var samtidigt ur drift under juli och augusti. Sommarens bristsituation inleddes när NRU stoppades den 15:e maj efter att man upptäckt en tungvattenläcka. När så HFR stängdes för en månads planerat underhåll i mitten av juli blev bristen akut. Arbetet med att inspektera och reparera NRU är tidsödande och enligt den senaste prognosen kommer reaktorn att återstartas först under den tidiga våren nästa år.



Opal i Australien är den enda nybyggda reaktorn som används för Mo-99-produktion. Foto: Ansto

**DAGENS SITUATION ÄR INTE NY.** Till exempel stoppades NRU i november 2007 av den kanadensiska tillsynsmyndigheten efter att man upptäckt säkerhetsrelaterade problem. Den Mo-99-brist som då uppstod, i framför allt Nordamerika, blev så allvarlig att den kanadensiska regeringen ingrep. Man beordrade att reaktorn, trots problemen, omedelbart skulle tas i drift och avskedade samtidigt chefen för tillsynsmyndigheten. En sådan åtgärd måste anses exceptionell.

Mo-99 sönderfaller med en halveringstid på 66 timmar till metastabilt teknetium-99 som i sin tur används framför allt för diagnostisering inom sjukvården. Dagligen görs ungefär 70000 undersökningar med Tc-99m runt om i världen. Teknetium kan användas till att undersöka i stort sett alla kroppens organ, det ger låg stråldos till patienten och är enkelt att hantera. Sjukhusen får vanligen en molybdenkälla varje vecka, ur vilken man sedan dagligen ”mjölkar” ut det teknetium som bildats det senaste dygnet.

Produktionen av Mo-99 sker genom neutronbestralning av höganrikat uran-235 under en veckas tid i en reaktor. Isotopen bildas då som en av många fissionsprodukter. För att extrahera Mo-99 måste man kemiskt uppbereda uranet. I Europa sker det i en anläggning i Belgien. Eftersom Mo-99 har en halveringstid på bara 66 timmar brådskar det att ta hand om det bestrålade materialet. De europeiska reaktorer som producerar Mo-99 – Osiris, BR2 och HFR – ligger alla på rimligt lastbilsavstånd från den belgiska anläggningen. De molybdenkällor som produceras är

inte alls lika radioaktiva som det bestrålade höganrikade uranet. De kan därför flygas till sjukhusen. Reaktorerna som producerar Mo-99 måste alltså ligga nära Belgien, medan användarna kan finnas längre bort.

Det är möjligt att producera Mo-99 utan tillgång till en reaktor. Man kan tänka sig bestrålning av höganrikat uran med neutroner från en extern källa. Ett annat alternativ vore att bestråla Mo-100, som förekommer naturligt, med elektroner så att en neutron slås ut och Mo-99 bildas. Man skulle också kunna tänka sig att använda elektroninducerad fission i uran-238. Dessa metoder är dock betydligt mindre effektiva än dagens. Användningen av höganrikat uran är i sig problematisk då det potentiellt kan användas till kärnvapen. Internationellt försöker man därför begränsa användningen till förmån för låganrikat uran. I princip kan man använda låganrikat uran för att utvinna Mo-99, vilket idag görs vid Opal i Australien. Men, fördelen med höganrikat uran är att det är nästan fritt från uran-238, vilket omvandlas till neptunium och plutonium när det bestrålas i reaktorn. Frånvaro av dessa två gör uppberedningsprocessen enklare och billigare.

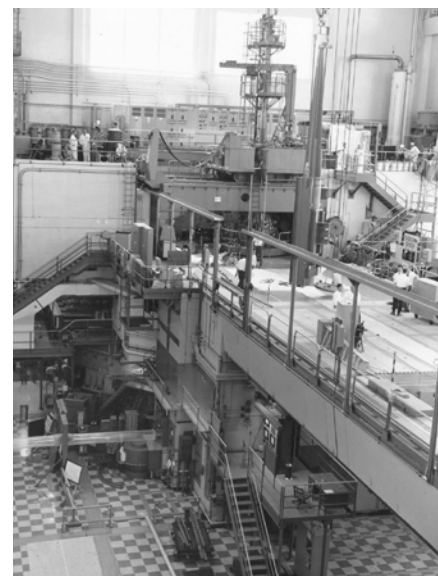
Bristen på strålkällor är värst i USA och Kanada som huvudsakligen försörjs från NRU. Även Japan har stora problem. Innan HFR stoppades hade man där täckning endast för runt 40 % av sitt behov.

## KRONISK BRIST PÅ STRÅLKÄLLOR

I dag befinner sig sjukvården i ett läge där det råder kronisk brist på strålkällor. Om

inget konkret görs kommer situationen att förvärras i och med att reaktorerna som idag producerar källorna en efter en faller för åldersstrecket.

Det finns några sätt för sjukhusen att hantera bristen. För det första görs en prioritering mellan de planerade undersökningarna. Man försöker också planera in undersökningarna så att strålkällan används så effektivt som möjligt. I vissa fall kan det betyda att man gör undersökningarna utanför ordinarie arbetstider. För en del undersök-



NRU i Kanada. Foto: AECL

forts.➔

forts.→

ningar använder man alternativa undersökningsmetoder. Det gäller främst för hjärtpatienter. I några fall kan man använda andra strålkällor som inte produceras i reaktorer. Att byta isotop innebär dock att läkarna får en annan typ av bild att tolka. Vanan att tolka bilderna är viktig för att ställa riktiga diagnoser och därför är det långt ifrån okomplicerat att byta isotop.

#### BRISTEN LINDRIG I SVERIGE

I Sverige är inte Mo-99-bristen särskilt akut. Under sommaren har de strålkällor som levererats varit svagare än vanligt, vilket inneburit att de räckt till färre undersökningar. Man har transporterat källor mellan sjukhusen och har i många fall tvingats boka om undersökningstiderna för att optimera utnyttjandet. Men, patienterna har i stort sett utan undantag kunnat få sina undersökningar utförda. För svensk del var situationen värre förra hösten då HFR fick problem att starta efter det planerade underhållet. Då kunde inte leverantörerna ge några klara besked om huruvida källorna skulle levereras, vilket ledde till att patienterna fick bokas om med mycket kort varsel. HFR körs nu fram till mars nästa år under ett tillfälligt driftstillstånd. Då planeras ett längre stopp för att reparera reaktorn.

Stängningen av den svenska forskningsreaktorn R2 i Studsvik påverkade inte försörjningen av Mo-99, då Studsvik ligger för långt ifrån produktionsanläggningen i Belgien och därför inte producerade isotopen. Däremot ledde stängningen av R2 initialt till brist på en del isotoper med industriella tillämpningar. Av de medicinska isotoperna var Studsvik en stor producent av I-125 som används vid behandling av prostatacancer.

#### NRU ERSÄTTS INTE

Länge såg det ut som om produktionen av medicinska strålkällor långsiktigt skulle

## MAPLE

Beslutet att bygga MAPLE-reaktorerna fattades 1996. Kanada behövde ersätta produktionen av medicinska isotoper vid NRU som man räknade med skulle komma att stängas några år in på 2000-talet. Man beslutade att två reaktorer skulle byggas. På så sätt skulle isotopproduktionen kunna fortsätta utan avbrott under bränslebyten och underhållsperioder. Reaktorererna skulle byggas av AECL på uppdrag av MDS Noridon som skulle stå för distributionen av de färdiga produkterna. De två reaktorererna skulle bli de första reaktorererna i världen som konstruerats utslutande för att producera medicinska strålkällor. De skulle ensamma klara av att stå för hela världens behov av Mo-99, I-131, I-125 och Xe-133.

När den första reaktorn stod färdig visade det sig dock att den svarade på effekthöjningar med en ökad reaktivitet. Simuleringarna hade förutspått en självstabiliserande negativ återkoppling. Tillsynsmyndigheten krävde att avvikelserna

skulle förklaras, vilket visade sig svårare än väntat.

När förseningen i projektet på allvar började leda till ökade kostnader krävde MDS Noridon att få bli utköpta. AECL gick 2006 med på det. Man tog samtidigt på sig ansvaret för problemen och lovade att från och med oktober 2008 leverera isotoper till MDS Noridon under de kommande 40 åren.

Den sextonde maj 2008 gav AECL upp försöken att få tillstånd att driva MAPLE-reaktorerna och meddelade att man ämnade lägga ner projektet. MDS Noridon svarade å sin sida med att lämna in ett skadeståndsanspråk mot AECL på 1.6 miljarder kanadensiska dollar för att man brutit kontraktet om isotopleveranser. Oavsett hur det kommer att gå i det målet är patienter runt om i världen de stora förlorarna då försörjningssituationen för medicinska isotoper framöver återigen är högst osäker.

vara säkrad genom bygget av de två MAPLE-reaktorerna i Kanada. Den första av de två visade sig dock uppträda annorlunda än man räknade med och den stoppades under de inledande testerna. Förra året gav AECL upp försöken att få igång reaktorererna. Den tionde juni i år meddelade premiärministern att Kanada kommer att dra sig ur isotopproduktionsbranschen. NRU kommer således inte att ersättas när dess driftstillstånd löper ut. Det nuvarande tillståndet löper till oktober 2011 och det är oklart om det kommer att kunna förlängas. NRU är redan i dag

52 år gammal. Försörjningssituationen kommer att förbättras något när Jules Horowitz-reaktorn (JHR) i Frankrike börjar bidra till produktionen 2016. JHR kommer att ersätta dagens produktion vid Osiris, men har dubbelt så hög kapacitet och kommer därmed att täcka 25 % av Europas behov. På det stora hela ser det dock ut som om bristen på strålkällor kommer att förvärras framöver. ■

## KÄRNKRAFTS- NYHETER

#### FÖRENADE ARABEMIRATEN

Tre konsortier har lämnat anbud på att bygga reaktorer i Förenade Arabemiraten, ett ledd av General Electric-Hitachi, ett av Areva och ett av koreanska Kepco. Byggstart planeras till 2012, vilket skulle betyda att en reaktor kan stå färdig 2017. Emiraten har tidigare uttalat att man avser bygga 14 GWe kärnkraft till 2020. (Kärnkraft i vår omvärld #2) Detta har reviderats och den nuvarande ambitionen är att ha tre reaktorer i drift 2020. Bränsle till reaktorererna kommer att levereras av USA. Tilläggsprotokollet till icke-spridningsavtalet, som ger IAEAs inspektörer tillträde till ett lands kärntekniska anläggningar, undertecknades tidigare i år. Man är också på väg att gå med i IAEAs samarbeten kring kärnkraftssäkerhet, använt bränsle, kärnavfall och fysiskt skydd.

#### RYSSLAND

Bygget av Akademik Lomonosov har officiellt inletts i Sankt Petersburg. Kraftverket är det första i en planerad serie om åtta flytande kärnkraftverk. Två isbrytarreaktorer ger en total elproduktion om 70 MW. Akademik Lomonosov skall stå färdig 2011 och kommer under 2012 att skickas till Kamtjatka. Sannolikt kommer flera av de efterföljande kraftverken i serien att användas av Gazprom vid olje- och gasutvinning på Kola- och Jamalhalvöarna. En rad andra länder har också visat sitt intresse av att hyra de flytande kraftverken. Båda reaktorererna är färdiga och har levererats till varvet i St Petersburg, den första i början av sommaren och den andra så sent som i augusti.

Gjutningarna för den andra reaktorn vid Novovoronezh II har inletts. Bygget av den första enheten inleddes ungefär ett år tidigare, under sommaren 2008. Det närbelägna Novovoronezh I består av fem reaktorer varav två är under avveckling. Det nya kraftverket Novovoronezh II planeras få fyra block, men beslut om byggstart för block tre

respektive fyra är ännu inte fattade. Blocken ett och två är de första AES-2006 som byggs. AES-2006 är en vidareutveckling av den ryska tryckvattenreaktorn VVER-1000. De båda blocken får en sammanlagd installerad effekt om 2136 MW. Starten är planerad till 2012 respektive 2013.

#### FRANKRIKE

Den första etappen av anriktningsanläggningen George Besse II i Tricastin i Frankrike har invigts. Anrikningen är baserad på centrifugering av gasformig uranhexafluorid. Denna anrikningsmetod kräver väsentligt mindre energi än den gasdiffusionsprocess som används i den tidigare anläggningen George Besse. George Besse II skall vara fullt utbyggd 2016. Nittio procent av investeringen görs av Areva som också planerar att bygga ytterligare en likadan anriktningsanläggning i närheten av Idaho Falls i USA.

#### ITALIEN

Den tionde juli antog det italienska parlamentet en lag som anger ramarna för hur

forts.→

forts.→

den italienska kärnkraften skall byggas ut. Lagen innehåller skrivningar om en oberoende kärnkraftsmyndighet, föreskrifter om hur platser ska väljas för nya reaktorer, bestämmelser kring hur licensieringen av nya reaktorer skall gå till samt regler för hur använt kärnbränsle skall hanteras.

ENEL uppger att man redan har valt ut lämpliga platser för att bygga reaktorer. Flera italienska regioner har meddelat att man inte kommer att acceptera några kärnkraftsetableringar. Det är därför troligt att ENEL inväntar regionalvalen under nästa år innan man tillkännager vilka platser man bedömer som intressanta.

#### TYSKLAND

Förbundsvalen i Tyskland den 27 september kommer att bli avgörande för kärnkraftens framtid där. Kärnkraftsproduktionen är idag begränsad genom att varje reaktor bara har tillstånd att leverera en viss mängd energi innan den måste stängas. Om högerpartierna CDU, CSU och FDP vinner valet kommer de att riva upp denna lag. Däremot är de inte villiga att ge tillstånd till några nya reaktorbyggen. Istället vill man livstidsförlänga de existerande reaktorerna och använda dem så länge det är tekniskt möjligt.

#### KINA

Bygget av en andra reaktor i Fuqing inleddes officiellt vid en ceremoni i mitten av juni. Kärnkraftverket i Fuqing ska ha sex reaktorer när det är färdigt. Alla sex kommer att vara kinesiska tryckvattenreaktorer, CPR-1000. Bygget av den första enheten inleddes i november förra året. Den beräknas vara i drift 2013. Den andra reaktorn som just börjat byggas skall stå klar 2014. Markarbeten pågår för reaktorerna tre till sex.

Även vid Fangjiashan har bygget av en andra enhet inletts. Fangjiashan ligger intill Qinshan som redan har fem reaktorer och där bygget av ytterligare två pågår. Bygget av den första Fangjiashan-reaktorn inleddes i december förra året. De två reaktorerna beräknas inleda kommersiell produktion i december 2013 respektive i oktober 2014. Även dessa två är inhemska CPR-1000.

Tsinghua-universitet i Peking kommer, genom sitt institut för kärnenergiteknik – INET, tillsammans med ett kraftbolag och China Engineering Group att bygga två högttemperaturreaktorer med en termisk effekt om 250 MW vardera. Reaktorerna kommer att kopplas till en gemensam turbin och tillsammans producera 210 MW el. När det tyska högttemperaturprogrammet lades ned under det sena åttiotalet höll sig Kina och Sydafrika framme för att lära sig så mycket som möjligt. Kina har sedan länge haft en 10 MW forskningsreaktor baserad på den tyska tekniken med en grafitmodererad, heliumkyld härd där bränslet innesluts i grafitklot. I Sydafrika är konceptet känt under förkortningen PBMR, men ingen reaktor har ännu konstruerats där. Den kinesiska tvillingreaktorn uppges kunna vara i drift november 2013.

## NY GENERALSEKRETERARE

IAEAs styrelse har utsett Yukiya Amano som sin kandidat till ny generalsekreterare att efterträda Mohamed ElBaradei som avgår den sista november i år. Det slutgiltiga beslutet att utse Amano fattas av IAEAs generalförsamling som samlas i Wien den fjortonde september. Det skall dock fattas med enkel majoritet och anses vara en formalitet. Den 62-årige Amano, är idag Japans permanenta sändebud till IAEA. Han kommer att bli IAEAs femte generalsekreterare efter; Sterling Cole 1957-61, Sigvard Eklund 1961-81, Hans Blix 1981-97 och Mohamed ElBaradei 1997-2009.



#### FINLAND

Den finska kärnkraftsinspektionen, STUK har meddelat att man inte har något att invända mot TVOs ansökan om att bygga en fjärde reaktor i Olkiluoto. Därmed är ansökan färdig att behandlas av den finska regeringen.

Ytterligare två ansökningar behandlas, den ena från Fortum och den andra från Fennovoima. Den finska regeringen har sagt att man avser behandla de tre ansökningarna samtidigt.

#### USA

Det amerikanska GNEP-programmet, som syftade till att utveckla en sluten kärnbränslecykel där de mer avancerade delarna skulle koncentreras till några få länder, har fått sin budget satt till noll av Obama-administrationen. Samtidigt meddelar man att kommersiell upparbetning av använt kärnbränsle inte längre ses som ett alternativ för USA då upparbetning "underminerar USAs ick-espridningssträvanden". Den nya regeringen utökar dock forskningsansatserna på ick-espridningsfrågor och kärnavfallsfrågor. ■

## LEVERANTÖRER

#### TUNGA KOMPONENTER

Produktionen av tunga, smidda komponenter är idag en av de viktigaste begränsningarna för takten med vilken reaktorer kan konstrueras. Särskilt ansträngd är kapaciteten för stora reaktorer. De reaktorer man planerar att bygga i västvärlden är i princip alla stora och kräver reaktortankar som i praktiken bara kan tillverkas av Japan Steel Works. Kraven på tankarna är strikta, särskilt som de reaktorer som byggs nu beräknas kunna drivas i 60 år. Det är inte realistiskt att byta ut en reaktortank när den väl är på plats. För att tillverka tanken till en EPR behöver man kunna hantera göt i 500-tonsklassen, vilka smids med en 15000-tonns press. Idag är det alltså bara Japan Steel Works som är licensierade att göra det.

Förr tillverkade man ofta reaktortankarna av flera mindre delar. Den typen av konstruktion finns det mycket fler leverantörer som kan klara av. Nackdelen är att man tvingas svetsa mer vilket gör tanken mindre robust och sannolikt minskar dess livslängd. Alla svetsar måste dessutom inspekteras regelbundet, vilket är besvärligt och tidsödande. Utvecklingen har därför gått mot tankar tillverkade av färre och större delar. Men, trots nackdelarna arbetar Areva på att ta fram en reaktortank

som kan tillverkas av fler delar, där de tyngsta göten skulle vara i 350-tonsklassen.

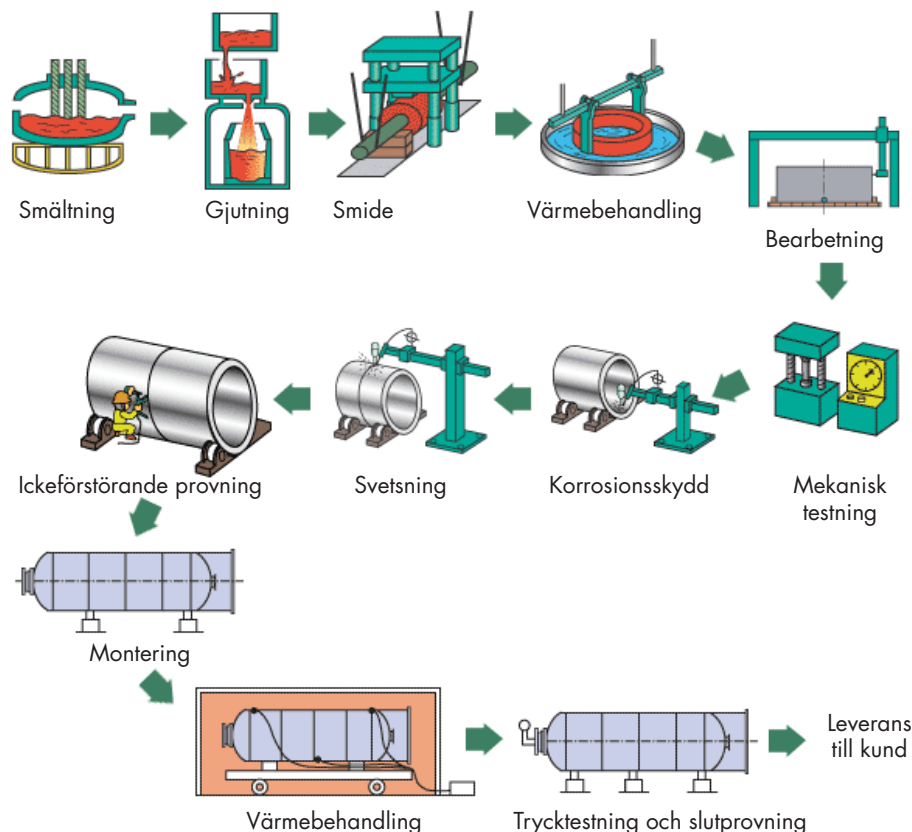
Den största aktören i branschen är idag Japan Steel Works, som kan producera fyra reaktortankar om året. Förutom JSW har även China First Heavy Industries och ryska OMZ kapacitet att klara av riktigt stora smiden. JSW är dock ensamma om att kunna tillverka alla delar till EPR-tankarna.

JSW är i färd med att bygga ut sin kapacitet från motsvarande fyra till tolv reaktorer per år. Dessutom kommer Doosan i Sydkorea, Le Creusot i Frankrike, Sheffield Forgemasters i Storbritannien och Larsen & Toubro i Indien snart att ansluta sig till den skara som klarar av de stora komponenterna. Harbin Boiler Works och Shanghai Electric Group har båda lagt inbud på att tillverka stora smidda komponenter till AP-1000, vilket antyder att de båda kinesiska firmorna snabbt skulle kunna skaffa sig liknande kapacitet. OMZ kan idag producera komponenter till två VVER-1000 årligen. Man har meddelat att man kommer att förfoga över dubbla den kapaciteten från och med 2016.

För att komma i fråga som leverantör till kärnkraftsindustrin är det helt avgörande att smidesproducenterna skaffar sig ett kvalitetsintyg från American Society of Mechanical Engineers, ASME. För nya aktörer kan det ta mellan fem och femton år att visa att

forts.→

forts. →



man håller tillräckligt hög kvalitet. Koreanska Doosan, som senast gav sig in på marknaden fick sina papper klara efter 20 år.

Areva bygger för närvarande en fabrik för tunga EPR-komponenter tillsammans med Northrop Grumman. Anläggningen blir en tvilling till Chalon/Saint-Marcel i Frankrike där man bland annat slutför tillverkningen av ånggeneratorer och tanklock till EPR av komponenter som gjutits någon annanstans. Den nya anläggningen kommer att ligga på Northrop Grummans varvsområde i Newport News i Virginia. Anläggningen, som beräknas stå klar 2012, utgör en investeringen om 360 miljoner dollar.

Samtidigt är Chalon/Saint-Marcel under utbyggnad. Målet är att öka takten i produktionen så att man kan färdigställa komponenter till motsvarande 2.7 EPR per år från nuvarande 1.7.

Westinghouse och Shaw står i begrepp att uppföra en motsvarande anläggning för AP-1000 i Lake Charles i Louisiana. Man har just uppfört en liknande fabrik i Kina.

#### SVENSKA KONTRAKT

Sandvik som är världens ledande leverantör av ånggeneratorertuber meddelade i maj att man successivt kommer att bygga ut produktionskapaciteten i Sandviken. Den första etappen av utbyggnaden ska vara klar nästa år. Under sommaren tog Sandvik hem två stora ordrar på ånggeneratorertuber. I juni beställde Shanghai Electric Nuclear Power Equipment Co Ltd tuber för "långt över en miljard svenska kronor". I början av juli under tecknades en order från Areva på drygt två miljarder kronor. Båda kunderna skall få sina första leveranser under 2013.

Studsvik har av kanadensiska Bruce

Power fått uppdraget att återvinna 32 ånggeneratorer. Ånggeneratorerna kommer att skrotas vid Studsviks anläggning utanför Nyköping mellan 2010 och 2018. De första 16 ånggeneratorerna anländer till Studsvik under våren 2010. De väger vardera runt 100 ton. Studsvik är världsledande i att återvinna radioaktivt skrot. Man räknar med att 90 % av materialet i de kanadensiska ånggeneratorerna kommer att kunna friklassas och återanvändas. Kontraktet är värt 250 miljoner kronor. Den potentiella marknaden är stor då hundratals ånggeneratorer ligger på kraftverk runt om i världen i väntan på slutförvar eller återvinning. ■



Foto: Sandvik

## REDAKTION

Daniel Westlén  
Vattenfall Research & Development AB  
162 87 Stockholm  
daniel.westlen@vattenfall.com  
08-739 53 96, 073-819 53 96

#### KONTAKT:

Lars Wrangensten  
Elforsk AB  
Programområde El- och Värmeproduktion  
101 53 Stockholm  
08-677 26 77, 070-345 07 14  
lars.wrangensten@elforsk.se  
www.elforsk.se

#### LAYOUT:

Mio Nylén  
formiograf  
mio@formiograf.se  
www.formiograf.se  
073-406 78 00

VATTENFALL 

e-on

Fortum

SKELLEFTEÅ  
Kraft 

  
MälarEnergi

 **ENERGI**  
karlstadsenergi.se