# Kärnkraft i vår omvärld

ETT NYHETSBREV FRÅN ENERGIFORSK • KÄRNKRAFT • NUMMER 28 • JUNI 2015

**I ÅRETS TREDJE NYHETSBREV** fokuserar vi lite extra på vad som händer i Japan. Samtliga reaktorer i landet har stått stilla sedan 2013 för att kunna möta de nya säkerhetskrav som ställs efter olyckan i Fukushima. Men nu ser det ut som att ett antal reaktorer kommer att kunna startas igen under året.

Sedan det senaste nyhetsbrevet har Vattenfalls ledning lämnat besked om att förorda en tidigareläggning av Ringhals 1 och 2 på grund av lönsamhetsskäl. Orsaken till den dåliga lönsamheten och själva stängningen har diskuterats flitigt i media. Bland annat har effektskatten lyfts fram som en orsak, en annan är att reaktorerna helt enkelt är för omoderna för att kunna byggas om till en rimlig penning för att hantera de säkerhetskrav som numera krävs. Mot den bakgrunden belyser vi frågan om beskattning av energiproduktion, hur kärnkraftens skatter ser ut i ett internationellt perspektiv och i jämförelse med andra kraftslag.

I nyhetsbrevet finns också en artikel om nya säkerhetssystem på Loviisa och ett sammandrag från en konferens om svåra haverier och forskningen på området i APRIs regi (Accident Phenomena of Risk Importance). Konferensen hölls i februari i år.

En ny, och med jämna mellanrum återkommande punkt, i nyhetsbreven framöver kommer vara en faktaruta med antalet kärnkraftverk i världen. Faktarutan är tänkt att visa hur många reaktorer som är i drift, byggs, planeras och hur många som har startats och stängts ner under innevarande år. Eftersom uppgifterna kan variera mellan olika källor, främst med avseende på ”planerade reaktorer”, väljer vi att helt utgå från information från IAEA.

*Trevlig läsning!*

Joachim Thorn och Björn Cedervall, Vattenfall AB

Tsunamivågen når Fukushima 2011 och förändrade kärnkraftens status i Japan. Foto: Tepco

## Status för kärnkraften i Japan

Det har gått mer än fyra år sedan den stora jordbävningen år 2011 utanför Japans östra kust, där tsunamivågor orsakade haverierna på kärnkraftverket Fukushima-Daiichi. Många minns säkert de spektakulära och otäcka bilderna när vätgasexplosioner sprängde bort delar av reaktorhallarna på minst tre av de sex reaktorerna på området. Haverierna medförde att Japans samtliga reaktorer ställdes av. Men nu kommer rapporter om att reaktorerna återigen är på väg att tas i drift. Här följer nu en sammanställning av kärnkraftens status i Japan. Detta blir en fortsättning på Kärnkraft i vår omvärld #24.

### SÄKERHETSKRAVEN

Sedan september 2013 har samtliga Japans reaktorer stått stilla på grund av de nya säkerhetskrav som den japanska kärnkraftsmyndigheten NRA (Nuclear Regulatory Authority) föreskriver efter Fukushimahändelserna. Säkerhetskraven, som är indelade i tre områden, innebär att både analytiska och fysiska åtgärder måste vidtas i syfte att:

1. Förhindra att alla säkerhetsfunktioner slås ut samtidigt på grund av ett fel av gemensam orsak. Exempelvis som vid Fukushimahändelsen där jordbävningen och tsunamivågen slog ut både yttre nät och reservkraft.
2. Hanteringen och konsekvenslindringen av ett svårt haveri ska förstärkas; härdskador ska förhindras och mängden frigjord radioaktivitet till omgivningen ska minimeras.
3. Förstärka upp konsekvenslindrande system mot terrorism.

När det gäller analyser skall striktare riskbedömningar av jordbävningar som tsunamier införas. Dessa ska utgå från såväl konstruktionsstyrande jordbävningar och tsunamier (som är större än vad som tidigare uppmätts, det vill säga en kraftigare jordbävning och högre tsunamivågor). Kraven på fysiska åtgärder avser både förstärkning av befintliga system och införandet av nya anläggningsdelar och system. När det gäller de befintliga systemen ska bland annat skyddsvallarna i havet förstärkas (tåligare och högre vallar). Därtill måste redundanta kraftmatningssystem placeras på spridda platser. Myndighetens krav innebär att alla anläggningar måste ha tillgång till:

- Utrustning som förhindrar härdskador genom att ta ner trycket i

forts.➔

forts.➔

primärsystemet och som kan injicera vatten till härden.

- Utrustning som skyddar inneslutningen, exempelvis ett system för filtrerad tryckavlastning som de svenska reaktorerna är utrustade med.
- En kommandocentral för krishantering.
- Mobil utrustning för både kraftkällor och dieselpumpar som ska placeras minst 100 meter från reaktorbyggnaden.

Samtliga av ovanstående krav (uppgradering av befintliga system och nya system) ska vara införda innan reaktorerna åter kan tas i drift. För PWR-reaktorer behöver ett system för filtrerad tryckavlastning införas inom en femårsperiod efter att reaktorn har återstartas. Inom en femårsperiod måste också reservsystem i form av permanenta pumpar och likströmskällor installeras på ett minsta avstånd av 100 meter från reaktorbyggnaden. Dessa backup-system, tillsammans med mobil utrustning, ska enligt NRA utgöra ett skydd som även lindrar konsekvenserna av en eventuell terroristattack.

Anläggningsägarna uppskattar kostnaden för att kunna möta de nya kraven till omkring 20 miljarder kronor för samtliga reaktorer som kan komma att återstartas efter Fukushimahändelserna.

Sendai kärnkraftverk i staden Satsumasenda. Foto: Kyushu Electric Power Company.

## ÅTERSTART IGEN FÖR REAKTORERNA

För den japanska kärnkraftsindustrin återstår nu att vidta de åtgärder som NRA kräver för att åter kunna starta sina avställda reaktorer.

Detta är en situation som till exempel energiföretaget Chugoku befinner sig i. Företaget har för närvarande två kokvattenreaktorer, Shimane 1 och 2 som varit avstängda sedan strax efter olyckan i Fukushima. Företaget har även påbörjat byggnationen av ett tredje block med en avancerad kokvattenreaktor (ABWR), som även den stoppades efter Fukushima.

För närvarande granskar myndigheten hur Shimane 2 (820 MW) klarar säkerhetskraven.

Enligt Chugokus vd Takafumi Shigeto jobbas det nu för fullt med att klara säkerhetsgranskningen. När den är klar väntar arbetena med att färdigställa Shimane 3, reaktorn är färdigbyggd till ungefär 94 procent. Enligt optimistiska men tvetydiga uttalanden planeras det nya reaktorblocket att vara i drift redan i mars 2016. Andra bedömare menar att detta kan ske tidigast under 2017.

För att öka säkerheten på platsen har Chugoku vid strandkanten av anläggningen byggt en 15 meter hög och 1,5 kilometer lång mur. Denna barriär ska skydda de tre reaktorerna mot eventuella framtida flodvågor (tsunamier).

Det kärnkraftverk som tidigast bedöms kunna återuppta sin verksamhet är Sendai i Kagoshima i den sydligaste delen av landet. Anläggningen ägs av Kyushu Electric Power Company och består av två block med tryckvattenreaktorer (PWR) på vardera 890 MWe. Reaktorerna togs ur drift för periodiskt underhåll under maj respektive september år 2011. Kyushu lämnade under 2013 in en ansökan om återstart av de båda reaktorerna. NRA har nu, efter att företaget kompletterat sin ursprungliga ansökan, godkänt Kyushus åtgärds- och ombyggnadsplan. Dessutom godkände myndigheten i slutet av maj även kärnkraftverkets driftsäkerhetsprogram. Därmed har Sendai 1 och 2 nu erhållit alla de myndighetsgodkännanden som krävs för en återstart. Det enda som återstår är en, i skrivande stund, pågående sista övergripande inspektion inför driftsättningen (pre-operational inspection). Denna påbörjades i början av april för Sendai-1 och planeras starta i mitten av juni för Sendai 2.

Kyushu fick redan år 2014 tillåtelse att återstarta Sendai 1 och 2 av den lokala regeringsmakten och styret för staden Satsuma-Sendai. Driftsättningen av de båda reaktorerna har varit prioriterad och Kyushu har stöttats av det lokala politiska makten. Därför kan nu Kyushu planera för att ladda Sendai 1 med bränsle under den första halvan av juni för att sedan kunna starta under mitten av juli. Under mitten av augusti förväntas Sendai 1 vara i normal drift igen. Block 2 planeras vara i drift under oktober. Det kan dock påpekas att tidsplanerna tidigare har ändrats av både myndigheten och Kyushu. Överklaganden av den lokala regeringens godkännande har också inkommit till lokala domstolar. Dock har överklaganden avslagits så sent som i april 2015. Precis innan tryckning av detta nyhetsbrev kom rapporter från JAIF (Japan Atomic Industrial Forum) om att NRA har börjat göra om några av ovan nämnda utförda inspektioner på Sendai 1. Orsaken var att det upptäcks ett antal ofullständiga nödvändiga dokument och dokument med felaktiga skrivelser. Bland annat handlade det om skillnader mellan data från Kyushu och tillverkare gällande kapaciteten hos bränsleledningar till reservkraftsanläggningarna. JAIF varnar nu för att tidsplanen för återstart av Sendai-reaktorerna förskjuts och att återstart av Sendai 1 under sommaren får anses vara osannolik. Så det är därmed fortfarande stor osäkerhet när den första reaktorn återstartas efter Fukushima och de nya säkerhetskraven från den japanska kärnkraftsmyndigheten.

## PLANERAD ENERGIMIX I JAPAN 2020

Den japanska regeringen offentliggjorde i slutet av april 2015 sin preliminära plan för hur elproduktionsmixen i landet ska se ut efter år 2030. Trots Fukushima på näthinnan vill regeringen med premiärminister Shinzo Abe i spetsen att kärnkraften fortfarande ska utgöra en baskraftkälla och stå för mellan 20 och 22 procent av den totala elproduktionen i

forts.➔

forts.➔

Det vackert belägna kärnkraftverket Shimane på Japans västkust. Foto: NRA.

Japan. I övrigt skall elproduktionen delas i ungefär lika stora delar mellan förnybara kraftslag (sol, vind och vatten) respektive naturgas och kol.

För att nå en elproduktion bestående av 20 procent kärnkraft behöver den ålderstigna japanska reaktorflottan genomgå en livstidsförlängning, detta mot bakgrund av att inga nya reaktorer antas kunna byggas före år 2030. Det menar Kyoji Yoshino, generaldirektör på METI Energy Agency.

Orsaken till att den japanska regeringen lägger fram sitt förslag om en ny energimix är att den vill minska landets koldioxidutsläpp och öka självförsörjningen. Japan har till höga kostnader fått ersätta sin avställda kärnkraftsflotta med fossila bränslen för att kunna producera elektricitet och därtill tvingats införa kraftiga energibesparingar.

Även om den japanska regeringen utgår från att inga nya reaktorer kommer att byggas och vara driftklara till år 2030, finns det kraftbolag som idag vill bygga nya reaktorer. Kraftbolaget Chugoku uppgav i slutet av maj i år att de planerar att fortsätta att bygga nya kärnkraftverk. Enligt Takafumi Shigeto, vd på Chugoku, håller företaget tidsplanen när det gäller att bygga nya reaktorer.

Förutom den redan påbörjade ABWR-reaktorn på Shimane, har Chugoku långtgående planer för två nya ABWR-reaktorer, Kaminoseki 1 och 2, i Yamaguchi i västra Japan, uppger Takafumi Shigeto. Dock har planerna pausat sedan Fukushima. Varje block planeras få en installerad effekt på 1 373 MW.

Staden Kaminoseki, som har en minskande och åldrande befolkning, välkomnar planerna på ny kärnkraft. Ett nytt kärnkraftverk kan locka unga människor att bosätta sig i staden och därmed ge välbehövliga nya skatteintäkter.

Frågan om nya reaktorer i Japan är dock kontroversiell. Många är oroade över att landets kärnkraftverk nu åter är på väg att tas i drift och att nya reaktorer eventuellt ska byggas. Flera industrianalytiker i Japan tror att regeringen är motvillig till att hoppa på skutan med byggnation av nya kärnkraftverk just på grund av den negativa opinionen. Medan lokala regeringar är positiva till nya reaktorer har befolkningen i samma områden överklagat beslut om återupptagna driftstillstånd och ansökningar om att bygga nytt.

Om återstarten av landets reaktorer skulle visa sig fungera bra tror emellertid bedömare, som Ken Koyama på Institute of Energy Economics, att nästa steg för utvecklingen av kärnkraft i Japan skulle kunna bli att även den japanska regeringen beslutar om byggnation av nya reaktorer. Andra analytiker, exempelvis Takuya Hattori från JAIF, anser att det är för tidigt att spekulera om nya reaktorer innan det är säkerställt att befintliga reaktorer kan drivas enligt de nya säkerhetskraven, och att allmänheten därmed får tillbaka sin tillit till kärnkraften.

Det finns emellertid, enligt NRA, inga förbud mot att bygga nya reaktorer utan kraftbolagen kan ansöka om bygglov på liknande sätt som för att kunna återstarta befintliga reaktorer.

## PERMANENT AVSTÄLLDA REAKTORER

I början av maj 2015 meddelade JAIF att fem av Japans reaktorer permanent ska tas ur bruk:

- Mihama 1 och Mihama 2 (PWR).
  Ägare: Kansai Electric Power.
- Genkai 1 (PWR)
  Ägare: Kyushu Electric Power
- Shimane 1 (BWR)
  Ägare: Chugoku Electric Power
- Tsuruga 1 (BWR)
  Ägare: Japan Atomic Power

Enligt JAIF grundar sig beslutet, som fattats av NRA, på att reaktorerna nu har uppnått eller är nära att uppnå sin tekniska livslängd på 40 år. Reaktorer i Japan kan dock drivas längre än 40 år om den japanska kärnkraftsmyndigheten godkänner livstidsförlängningen. Enligt JAIF vilar beslutet på välgrundade analyser, där tid och nödvändiga investeringar har vägts mot de nya säkerhetskrav som uppställts av NRA.

Kraftbolagen kommer, enligt JAIF, att utföra nödvändiga säkerhetsinspektioner innan avveckling och rivning av reaktorerna kan ske. Kansai Electric Power Company uppskattar att kostnaderna för rivningen av blocken Mihama 1 och 2 kommer att uppgå till omkring 280 miljoner dollar (~2,4 miljarder SEK) per block.

Utöver de fem reaktorblocken som ska avvecklas finns 43 reaktorer i landet som potentiellt kan återstartas. ■

# Kärnkraft i Belgien

Elförsörjningen i Belgien framstår som alltmer bekymmersam. Nära hälften av elproduktionen sker i landets två kärnkraftverk. Men reaktorerna är gamla och driften har på senare år kantats av en rad problem, vilket lett till att bara hälften av elproduktionskapaciteten är tillgänglig. Här följer en genomgång om situationen för reaktorerna i landet.

Kärnkraftverket Doel. Foto: Electrabel

Problemen ställdes på sin spets i höstas då oron över att ha en så stor del av kärnkraften avställd inför den kommande vintern blev ytterst påtaglig. Bland annat diskuterades riskerna för stora strömavbrott och förmågan att kunna hantera dessa utan samhällsskada. Människor måste kunna tas sig till sina jobb på ett säkert sätt, tåg och trafiksignaler måste fungera, sjukhus måste ha tillgång till el och så vidare.

Mot den bakgrunden ifrågasätts nu alltmer beslutet att avveckla samtliga av landets sju reaktorer, vilket fattades av parlamentet år 2003.

I stället föreslår nu den nuvarande regeringen förlängda driftstider med tio år för de två äldsta reaktorerna, Doel 1 och 2, vars driftstillstånd annars upphör detta år. Båda fasades in på nätet 1975 och har vardera en installerad effekt på 433 MWe. Lagförslaget om förlängda driftstider väntas gå igenom i parlamentet senare i år.

Belgiens två kärnkraftverk ägs av Electrabel, som ingår i den franska energikoncernen GDF Suez. Anläggningarna är placerade i Doel, vid inloppet till Antwerpen respektive Tihange nära Liége vid floden La Meuse, och cirka 90 kilometer sydost om Bryssel.

Kärnkraftverket Doel ligger för övrigt i Europas mest tätbefolkade område med 9 miljoner invånare inom 75 kilometers avstånd.

Samtliga reaktorer är av tryckvattentyp och har en sammantagen effekt på 5 943 MWe. Doel 1 och 2, som nämns ovan, är de minsta och har vardera en installerad effekt på 433 MWe. De övriga reaktorerna är i storleksordningen 1 000 MWe.

Utöver kärnkraftens nära 50 procentiga bidrag till elförsörjningen sker elproduktion med fossila bränslen (cirka 40 procent) och med förnybar teknik (drygt 7 procent - mest från vindkraft och solel).

Importmöjligheterna är begränsade, maxkapacitet är cirka 3 500 MW via ledningar till Nederländerna och Frankrike. Det finns dock planer på att öka kapaciteten genom att bygga ut elnäten så att el kan importeras även från England och Tyskland.

På senare år har den belgiska kärnkraften, som nämns inledningsvis, drabbats av en rad problem.

Doel 3 och Tihange 2 är avstängda på grund av sprickor i reaktortanksystemet, vilka först observerades år 2012 genom en inspektion med ultraljud. I juni 2013 återstartades Doel 3 och Tihange 2 men stängdes återigen i mars 2014 efter "oväntade resultat" från andra tester än de som rört reaktortanken. Detta enligt källan NucNet, men det är oklart vad som egentligen åsyftas med detta.

Enligt planen skulle problemen varit åtgärdade nu i sommar med förnyad start den 1 juli men myndigheten FANC (Federal Agency for Nuclear Control) har begärt att få förlänga granskningen till november 2015 innan ett drifttillstånd kan ges.

Vidare drabbades också Doel 4 i augusti 2014 av stora turbinskador när en arbetare av misstag eller medvetet öppnade en ventil för olja till ena generatorn. Huruvida det rör sig om sabotage eller inte är ännu oklart.

Som om detta inte vore nog inträf-

Kärnkraftverket Tihange. Foto: Electrabel

forts.➔

forts.➔

fade i november 2014 en brand i flera elkablar utanför reaktorn i Tihange 3. En talesperson för Electrabel uppger att orsaken var av teknisk art (snarare än mänskligt felhandlande) och att reaktorn automatiskt kopplades bort från elnätet när branden inträffade.

Sammantaget innebär detta att halva Belgiens kärnkraftskapacitet för närvarande inte är tillgänglig för elproduktion.

### EN MAJORITET FÖR KÄRNKRAFT

När det gäller opinionsläget för kärnkraften i Belgien (baserat på en undersökning av Belgian Nuclear Forum, BNF, 30 mars 2015) så framgår det att en majoritet, 63 procent, av belgarna är för kärnkraft som en del av landets energimix. Av dessa föredrar 75 procent en kombination av kärnkraft och förnybara energikällor.

Regeringens förslag att förlänga drifttillstånden för Doel 1 och Doel 2 med tio år stöds av 51 procent. Enligt undersökningen har andelen som anser att kärnkraft har mer positiva än negativa effekter ökat från 54 till 58 procent sedan år 2013.

De tre viktigaste aspekterna av kärnkraft anser belgarna vara tillgänglighet (24 procent), priset på elektricitet (13 procent) och att kärnkraft inte släpper ut koldioxid (12 procent).

Enligt undersökningen säger sig 75 procent vara införstådda med att en avveckling av kärnkraften kan innebära ökad risk för strömavbrott och högre elpriser. Vidare anser 78 procent att det skulle bli svårt att hitta en ersättning för kärnkraft, vilket är en ökning med nästan 10 procent sedan år 2013.

Enligt undersökningen anser vidare 25 procent att det är nödvändigt att bygga nya kärnkraftsreaktorer. Denna andel ökade till 50 procent när de tillfrågade även fick ta ställning till risken för bristande försörjningstrygghet.

Människor som känner att de är mindre informerade om kärnkraft är i lägre grad för tekniken – 65 procent känner att de är ofullständigt informerade och 44 procent svarade att de är överens om att kärnkraft inte släpper ut koldioxid[1]. Det senare kommenteras av BNF med att bättre informationsinsatser behövs med avseende på koldioxidfrågan. Hela undersökningen (på franska) återfinns på: https//www.forumnucleaire.be/nos-sondages-dopinion ■

[1] Anm. I strikt bemärkelse släpper kärnkraft ut koldioxid räknat över hela sin livscykel men dessa mängder är ytterst små jämfört med utsläppen på grund av förbränning av kol, olja, naturgas, torv, och biomassa.

# Skatt på kärnkraft – i Sverige och i omvärlden

I Sverige tas skatter och avgifter ut vid produktion av el i form av fastighetsskatt, skatter och avgifter på bränslen, skatt på kärnkraft samt utsläpp av konventionella ämnen som koldioxid till atmosfären. Här följer en liten sammanställning om vilka skatter som finns på kärnkraft, andra kraftslag och hur det ser ut i omvärlden.

### GENERELLA SKATTER OCH AVGIFTER PÅ ELPRODUKTION I SVERIGE

I Sverige belastas alla anläggningar som producerar elström med en generell industriell fastighetsskatt. Denna fastighetsskatt utgår från 0,5 procent av taxeringsvärdet för alla typer av anläggningar utom för vatten- och vindkraftverk som beskattas med 2,8 respektive 0,2 procent av taxeringsvärdet. Dessa siffror gäller för perioden 2013-2018 efter ett regeringsbeslut år 2012.

Enligt beräkningar gjorda av Svensk Energi ger fastighetsskatten ett påslag på 8,9 öre/kWh för vattenkraft medan vindkraft och kärnkraft kommer undan med 0,4 respektive 0,3 öre/kWh. För övriga värmekraftverk varierar kostnaden mellan 0,1 till 0,5 öre/kWh. Noterbart är också att alla avställda reservkraftverk är nolltaxerade och betalar därmed ingen fastighetsskatt.

Beträffande solkraft finns det enligt skatteverket inte någon specifik beräkningsmodell för fastighetskatt på kommersiella solkraftsanläggningar. Det är endast några få större anläggningar som har taxerats med den vanliga så kallade produktionskostnadsmetoden och då uppgår skatten till 0,5 procent av taxeringsvärdet. I en Elforsk-rapport (14:40) gjord av WSP uppskattas taxeringsvärdet motsvara en kostnad av 0,5 öre/kWh.

Elproduktion genom kondenskraft- och kraftvärmeverk (exempelvis kol eller gas) är belastad med en energi- och koldioxidskatt. Biobränsle- och avfallsanläggningar belastas dock inte med denna skatt. För ett nytt kolkraftverk skulle kostnaderna för energi- och koldioxidskatt hamna på ungefär 1,3 respektive 5,8 öre/kWh, enligt beräkningar från WSP. Dessutom tillkommer ytterligare skatter på utsläpp för svavel och kväveoxider.

När det gäller skatt på hjälpkraft är den elektriska kraft som förbrukas i samband med framställningen av elektrisk kraft skattebefriad. Dock måste elproducenten betala energi- och koldioxidskatt vid användande av fossila bränslen för att producera hjälpkraft till anläggningen. Kärnkraftverken behöver inte betala skatt för olja som förbrukas i anläggningen och används för motordrift eller uppvärmning i processen.

### SKATTER OCH AVGIFTER SOM ÄR SPECIFIKA FÖR KÄRNKRAFT I SVERIGE

Sedan år 1984 har el som producerats i kärnkraftverk beskattas med en produktionsskatt, som beskattar producerad el (öre/kWh),. Under år 2000 gjordes produktionsskatten om till en effektskatt, som innebär att den baseras på respektive reaktors termiska effekt (värmeproduktionsförmåga). Därför är denna skatt numera oberoende av hur mycket el som produceras i anläggningen, med undantag för anläggningar som är avställda under en sammanhängande period längre 90 dagar då avdrag med 415 kr/MW får göras. Senast höjdes effektskatten år 2008 (med 24 procent) med en fiskal motivering i en tid då elpriserna var relativt höga. Från och med 1 augusti 2015 föreslår regeringen att effektskatten höjs med 17 procent till 14 770 kr per MW och månad. Om man räknar med 2014 års elproduktion av de tio reaktorerna i Sverige medför höjningen av effektskatten en ökad produktionskostnad med ungefär 1,1 öre/kWh, till ungefär 7,8 öre/kWh.

Skälen som regeringen anger till höjningen är att beakta *"förändringarna i den allmänna prisutvecklingen, dels därutöver skapa ytterligare finansiellt utrymme"*, det vill säga återigen en fiskal motivering. Enligt regeringens beräkningar kommer förslaget ge staten en årlig nettointäkt om 250 miljoner kronor.

För att täcka kostnaderna för framtida slutförvar av använt kärnbränsle samt kärnavfall som uppkommer i samband med avveckling/rivning av kärnkraftsreaktorerna betalar kraftbolagen en individuell avgift per producerad kWh för varje anläggning till kärnavfallsfonden. Avgiften höjdes år 2012 med 120 procent, från i genomsnitt 1 öre till 2,2 öre per producerad kWh. Från och med 1 januari 2015 är dock avgiften numera 4 öre/kWh. Barsebäck betalar fortfarande in en kärnavfallsavsgift som i dagsläget är 1 042 miljoner per år. Utöver detta måste reaktorinnehavarna ställa säkerheter till staten på sammanlagt 26 miljarder för år 2015.

För att betala kostnaden för avvecklingen av äldre kärntekniska anläggning-

forts.➔

forts.➔

ar, som några anläggningar på Studsviksområdet och kraftvärmereaktorn i Ågesta betalar kärnkraftsbolagen en avgift som regleras av den så kallade Studsvikslagen. Nuvarande avgift är på 0,3 öre/kWh och senast denna avgift höjdes var år 2007.

Enligt beräkningar från SWECO som presenterades på Energiforsks årliga kärnkraftsseminarium i januari 2015 uppgår den totala kostnaden för kärnkraftsbolagen när det gäller skatter till ungefär 11 öre/kWh (11,4 €/MWh). Det ska dock påpekas att den planerade höjningen av effektskatten inte är inkluderad i den kostnaden.

### SKATTER OCH AVGIFTER UTOMLANDS PÅ KÄRNKRAFT

Hur ser då beskattning av kärnkraft ut utomlands? När det gäller Europa varierar avgifter och skatter på kärnkraft ganska mycket, både vad gäller syfte och storlek. I vissa länder finns endast en total produktionsskatt som ska täcka in både kostnad för hantering av använt bränsle och avfall samt eventuella ”straffskatter”.

Det land i Europa som har den högsta produktionsskatten är Tyskland, där man får betala ungefär 13 öre/kWh (14 €/MWh). Det ska dock påpekas att inga övriga avgifter tillkommer utan det är den totala produktionsskatten. Samma förhållanden gäller för Belgien, där dock produktionsskatten är betydligt lägre, ungefär 4,6 öre/kWh (5 €/MWh). Rumänien har en produktionsskatt på 1,9 öre/kWh som ska täcka kostnader för hantering av det radioaktiva avfallet. Inga andra skatter eller avgifter läggs på för de rumänska kärnkraftsägarna.

För Finland är den totala skatte- och avgiftskostnaden ungefär 1,9 öre/kWh, där en femtedel utgörs av fastighetsskatt medan resten är tänkt att täcka kostnader för det finska kärnavfallsprogrammet.

I England kan skatten på kärnkraft översättas till 5,5 öre/kWh, som härstammar från en klimatförändringsskatt som industrin i England betalar och som satts av den brittiska regeringen.

Skatter och avgifter för de franska kärnkraftverken utgörs av flera olika delar. Bland annat ska det franska strålnings- och säkerhetsinstitutet IRSN finansieras (~6 miljoner kronor per reaktor och år), ytterligare ”forsknings- och omvärldsbevakningsskatt” på ungefär 0,25 öre/kWh. Därtill tillkommer en kärnkraftsskatt på ungefär 0,7 öre/kWh och en effektskatt som betalas för samtliga produktionsenheter oavsett kraftslag för installerad effekt över 50 MW som är ungefär 29 kr/kW (för kärnkraft). ■

### SAMMANSTÄLLNING AV SKATTER OCH AVGIFTER FÖR KÄRNKRAFTEN FÖR LÄNDER I EUROPA

| Land | Avgifter och skatter på kärnkraft (öre/kWh (cirkavärden) | Kommentar |
|---|---|---|
| Belgien | 4,6 | Total avgift |
| England | 5,5 | Klimatförändringsskatt |
| Finland | 1,9 | Fastighetsskatt +Kärnavfallsfond |
| Frankrike | 0,95 | Tillkommer gör effektskatt på 29 kr/kW och avgift till IRSN (6 miljoner kr per reaktor). Motsvarar ungefär 0,4 öre/kWh för en 1000 MWel reaktor med 90% i tillgänglighet. |
| Sverige | 11 | Alla skatter och avgifter på kärnkraft före effektskatthöjningen 2015. Höjningen medför ytterligare 1 öre i total skatt och avgiftskostnad för kärnkraft. |
| Rumänien | 1,9 | Täcker kärnavfallshanteringskostnaden |
| Tyskland | 13 | Total avgift |

# KORTARE NOTISER från kärnkraftsvärlden

## Kyltorn färdigställda på Loviisa

På kärnkraftverket Loviisa har nu Fortum färdigställt ett unikt och nytt lyftkylningssystem, som sätter punkt för år av utredningar för att kunna öka den nukleära säkerheten vid förlust av kylning via havet. Enligt Fortum kommer kyltornen att kunna kyla reaktorerna och bränslebassängerna vid extrema förhållanden där havet inte är tillgängligt för kylning, exempelvis en oljekatastrof i Finska viken eller naturliga fenomen som algblomning.

Ett av de nya kyltornen på Loviisa. Foto: Fortum

Runt år 2000 uppdagades det i PSA-analyser för kärnkraftverket i Loviisa att risken för oljeutsläpp i Finska viken var större än man tidigare trott, på grund av ökad produktion och hantering av olja i området. Konsekvenserna av ett utsläpp skulle då kunna leda till att man förlorar den primära kylkällan, havet, så kallad *”Loss of Ultimate Heat Sink, LUHS”*. Den nya riskbedömningen initierade en utredning om hur förlorad kylkälla skulle kunna förhindras.

Konstruktionen och byggandet av kyltornen hade alltså inget att göra med olyckan i Fukushima, utan påbörjades redan innan haverierna i Japan. Dock tog projektet paus efter Fukushimahändelsen och man tog in erfarenheter därifrån.

Utredningen kom efter flera års arbete fram till att nykonstruerade kyltorn skulle kunna lösa problemet med förlorad bortförsel av restvärmet via havet. Andra alternativ som också har utretts är vattenlagring på anläggningsområdet, nyttjande av en närliggande sjö och till och med dumpning av restvärmen ner i berggrunden. Emellertid var kyltornslösningen den enda lösningen som gav en säkrad långtidskylning av reaktorn. Loviisa har redan reservsystem för havsvat-

forts.➔

forts.➔

tenkylning, men det nya luftkylningssystemet ökar ytterligare säkerheten på anläggningen.

Det nya kylsystemet har använts på andra kraftanläggningar, men det är första gången det byggs för ett kärnkraftverk, uppger Fortum. Kyltornen har två enheter för forcerad luftkylning per torn och ska kunna kyla bort restvärmen från reaktorhärden respektive bränslebassängerna som kan antas vara fulla med bränsle. Kylningen är tänkt att fungera både i det korta respektive det långa perspektivet.

Kyltornen består av så kallade fenade tubknippen, fläktar med drivenheter, anslutningsrör samt en stålbärande skyddsstruktur. Ett foto av en kyltornsbyggnad visas nedan och det är alltså inget kyltorn av det slag och som man vanligen förknippar med kärnkraft, men som är mycket vanliga i exempelvis Frankrike och USA. Byggnadernas dimensioner är ungefär 10x15x10 meter. Kyltornen är byggda för att kunna stå emot en konstruktionsstyrande jordbävning utan att säkerhetsklassade komponenter skadas.

Eftersom kyltornen har en forcerad luftkylningsfunktion, som drivs av fläktar, innebär detta att de inte skyddar mot den typ av händelse som inträffade i Fukushima, där man fick ett långvarigt bortfall av all växelström. Strömmen till kyltornen tas ifrån anläggningens reservkraftsystem.

Det ena tornet är anslutet till reaktorns resteffektkylningssystem och det andra tornet är anslutet till mellankomponentkylsystemet på varje block. Resteffektkylningssystemet transporterar bort restvärmen från härden via primärsystemet och sekundärsystemet transporterar restvärmen ut ur anläggningen. Kylförloppet sker genom naturlig konvektion. Vanligtvis kyls sekundärsystemet av havsvatten men om havsvatten inte är tillgängligt kan de nya kyltornen bistå med bortförsel av restvärmen från sekundärsystemet.

Det ungerska företaget GEA EGI Contracting/Engineering har levererat kyltornen. Kostnaden för själva byggnaden uppskattas till ungefär 20 miljoner kronor.

I Sverige finns inga liknande planer som de som har genomförts på Loviisa. Men från och med 2018 ställer SSM som krav att det ska finnas oberoende system för härdnödkylning på anläggningarna. För exempelvis Forsmark planeras ett oberoende härdnödkylsystem som, från en vattentank på gården, ska kunna mata in vatten i primärsystemet vid en händelse av typ bortfall av kylning från havet eller bortfall av all växelspänning. ■

# APRI-seminarium februari 2015

Under två dagar i februari 2015 avrapporterades den verksamhet som bedrivits i tre-årsprojektet APRI 8 (Accident Phenomena of Risk Importance). APRI är ett samarbetsprojekt mellan tillståndshavarna (RAB, FKA och OKG) och strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) inom området svåra haverier. Projektet har som syfte att stödja forskning inom nämnda område på Chalmers och KTH och bedriva internationell omvärldsbevakning. APRI-projekten bedrivs i treårscykler, under perioden 2012-2014 arbetades alltså med APRI 8.

Två huvudområden kunde urskiljas inom APRI 8, forskning kring möjligheter att kyla en smält härd i eller utanför reaktortanken och haverikemi i inneslutningen.

KTH har världsledande kompetens när det gäller att genomföra experiment och beräkningar för att förstå och modellera härdsmälteförlopp. Syftet är att avgöra ifall en smält härd kan kylas vilket är av avgörande betydelse för den svenska haverihanteringsstrategin. Den svenska strategin går ut på att med alla medel försöka få in vatten i reaktortanken även om all kraftförsörjning försvunnit på anläggningen. Ifall detta inte lyckas kommer den smälta härden att ta sig igenom reaktortanken och för ett sådant fall inriktas strategin istället på att låta härdsmältan rinna ner i en djup vattenbassäng. En mängd parametrar och variabler påverkar möjligheterna att kyla härden under hela detta förlopp:

- Haverisekvensen i sig (tidsförlopp, tryck, temperatur etc.)
- Flöde för inpumpat vatten
- Härdsmältans temperatur vid tankgenomsmältning
- Porositet i smältan
- Viskositet i smältan
- Vattnets temperatur i bassängen

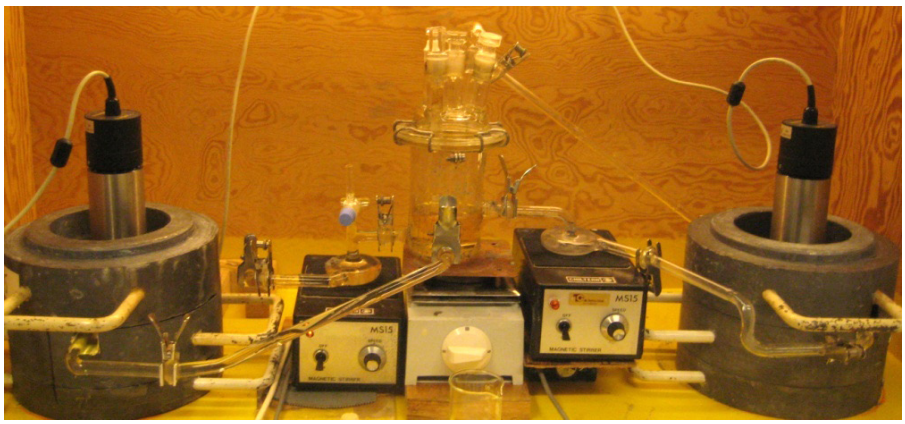
Det är inte alltid självklart att avgöra i vilken riktning parametrar och variabler verkar, men som exempel kan nämnas att hög porositet och låg viskositet är gynnsamt ur kylbarhetssynpunkt. Av särskild betydelse ur risksynpunkt är ångexplosioner, som kan inträffa när härdsmältan möter det kalla vattnet under reaktortanken, och som i sin tur kan orsaka skador på inneslutningen.

KTH har under APRI 8 slagit in på en delvis ny väg i sin forskning. Arbetet har inriktats på att kombinera deterministiska och sannolikhetsbaserade beräkningsmetoder enligt ROAAM *(Risk Oriented Accident Analysis Methodology)* en metodik som utvecklats i USA. Man kombinerar därvid beräkningar och analyser av fysikaliska förlopp med sannolikhetsbe-

Ångexplosionsförsök på KTH. Foto: KTH

forts.➔

forts.➔



Försökuppställning på Chalmers för experiment på jod och rutenium. Foto: Chalmers

räkningar för att dessa ska inträffa. Det arbete KTH bedriver ska i förlängningen kunna landa hos och användas av tillståndshavarna i diverse haverikoder. Tillsammans med anläggningsspecifika data kan få fram sannolikheten att en smält härd kan vara kylbar i reaktortanken eller i en vattenmassa under reaktortanken samt sannolikheten för att en ångexplosion kan inträffa. Arbetet har kommit halvvägs under APRI 8 och kommer att avslutas i nästa projekt, APRI 9.

Vid Chalmers har forskning kring kemins betydelse för utsläppt aktivitet (källtermen) vid ett svårt haveri bedrivits. Framför allt har olika organiska ämnen i kablage, målarfärg och oljor undersökts vad gäller deras reaktioner med jod. Sådana reaktioner kan bilda organiska jodföreningar som är lättflyktiga och som är svåra att fånga i haverifilter. Mekanismer som styr denna bildning har kartlagts på Chalmers. Dessutom har flera metoder föreslagits som effektivt kan fånga organiska jodföreningar både i inneslutningen och i haverifilter. Resultaten låg till grund för en doktorsavhandling som presenterades vid Chalmers i april i år.

Förutom forskningen om jod har också reaktioner och transport av rutenium i och utanför inneslutningen studerats på Chalmers. Rutenium har en komplicerad kemi där flyktiga ruteniumföreningar kan bildas, deponera på ytor, återförångas från dessa och potentiellt släppas ut till omgivningen. Chalmers bedriver tillsammans med den finska forsknings- och teknikorganisationen VTT ett samarbete på detta område.

Sammantaget var det en stor mängd nya forskningsresultat som kraftverken och myndigheten fick ta del av genom en i internationell jämförelse liten finansiell insats. Resultaten från forskningsprojekten är inte tänkta att direkt omsättas på kärnkraftverken utan först behöver de värderas genom internationella jämförelser varefter de kan byggas in i lämpliga beräkningskoder som sedan används av respektive tillståndshavare vid analys av svåra haverier. ■

## Fakta:

**Sammanställning av antalet reaktor i världen, i drift, under konstruktion, planerade, startade och permanent avställda under 2015 (maj 2015)**

Antalet reaktorer i drift: 438*

Antalet startade under 2015:
5 (4 PWR i Kina, 1 PWR i Korea)

Antalet permanent avställda under 2015:
5 (2 BWR, 3 PWR, alla i Japan)

Antalet reaktorer som byggs:
67 (bland annat 23 i Kina, 9 i Ryssland, 6 i Indien)

Antalet planerade:
96 (bland annat 41 i Kina, 22 i Ryssland och 16 i USA)

*Källa: IAEA*

* Det har framkommit kritik mot IAEA att organisationen överdriver antalet reaktorer som är drift. Det är därför värt att påpeka att i siffran över antalet reaktorer i drift inkluderas bland annat de japanska reaktorerna som potentiellt kan återstartas. IAEA räknar alltså in i reaktorer i drift, de reaktorer som är avställda men som planeras återstartas.


## Redaktion

Vattenfall AB, 169 92 Stockholm

Joachim Thorn, Vattenfall AB
joachim.thorn@vattenfall.com
08-739 50 00

Björn Cedervall, Vattenfall AB

Henrik Glänneskog, Vattenfall AB

KONTAKT:
Monika Adsten
Energiforsk AB
Forskningsområde Kärnkraft
101 53 Stockholm
08–677 27 35
monika.adsten@energiforsk.se
www.energiforsk.se

LAYOUT:
Mio Nylén, formiograf
mio@formiograf.se
www.formiograf.se
073–406 78 00