

I SEPTEMBER MÅNADS nyhetsbrev, som är ett temanummer, återvänder vi till Fukushima Daiichi i Japan och försöker ge en bild av dagens situation cirka tre och ett halvt år efter katastrofen i mars 2011. Arbetet fortgår vid anläggningen men väldigt mycket återstår och personalen ställs kontinuerligt inför svåra utmaningar. Uppröjningsarbetet innehåller ett antal svåra arbetsuppgifter och speciella lösningar måste ibland utvecklas och prövas. Ett besvärligt område är omhändertagandet av grundvatten och kontaminerat vatten. Vi försöker sammanfatta läget.

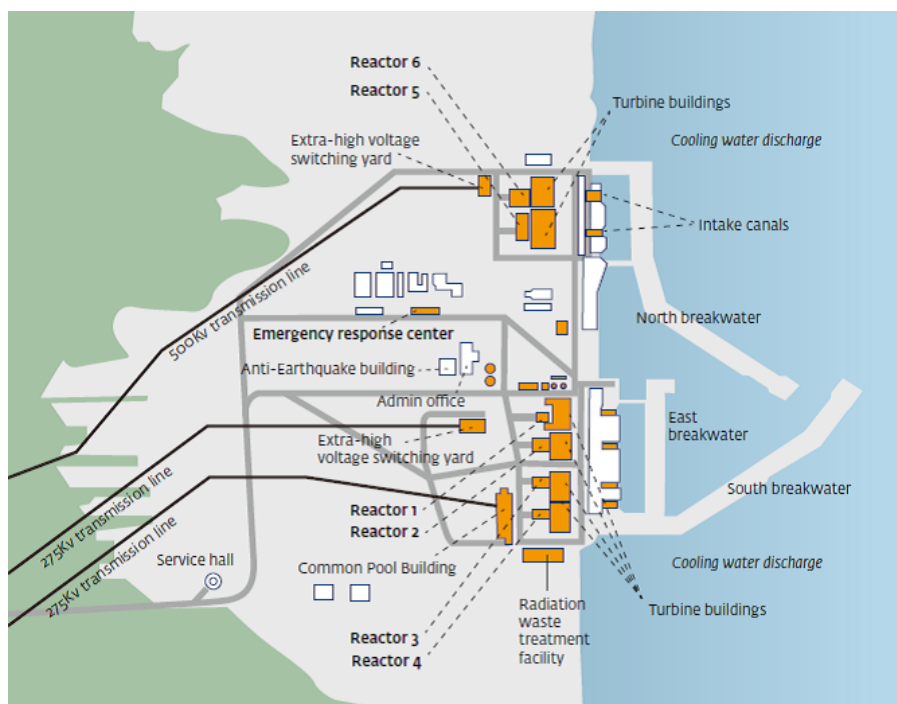
Japan är kontinuerligt påverkat av jordbävningar. Kraftverket Fukushima Daiichi befinner sig i ett utsatt läge om en kraftig jordbävning skulle drabba området på nytt. Det har under den senaste tiden inträffat flera jordbävningar i området som vi ger en uppdatering om.

Mitt i det svåra uppröjningsarbetet sker dock framsteg, exempelvis att bränslet vid block 4 tas om hand allt snabbare. En viktig del i omhändertagandet efter katastrofen som rullar på enligt plan. När man tänker framåt och kommer in på framtiden för japansk kärnkraftsindustri uppkommer genast frågan om kärnkraften kan återkomma i Japan efter Fukushima? Hur ser framtiden ut i ett kort tidsperspektiv och vad måste till för att återstart av reaktorer ska kunna bli verklighet? En kort inblick ges i detta.

Det japanska parlamentets speciella och oberoende kommission genomförde en omfattande utredning om orsakerna till katastrofen. Man är mycket kritisk i sin analys och slutsatser efter Fukushima-haveriet. Utredningen är förvånande öppen och direkt i sina formuleringar. Detta var en katastrof skapad i Japan av japaner. Vi ger en sammanfattning av de viktigaste delarna från utredningen.

Avslutningsvis ser vi något på vad Fukushima har fått för konsekvenser för omvärlden. Så kallade stresstester har genomförts och det konstateras att svensk kärnkraftsindustri är robust, men samtidigt finns det förbättringspotentialer. Vissa förbättringar har redan införts, men mer omfattande förändringar kommer att ta tid.

*Vi hoppas Ni får en trevlig läsning!
Conny O. Holmström, Vattenfall*



Skiss över Fukushima Daiichi kärnkraftverk. Skiss anpassad från: The Official Report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission, The National Diet of Japan.

Fukushimas hantering av vatten är mycket vanskligt

Uppröjningsarbetet vid Fukushima Daiichi innehåller många svåra arbetsuppgifter och moment. Speciella lösningar måste ibland utvecklas och prövas, och personalen sätts på hårda prov. Ett besvärligt område är omhändertagande av grundvatten och kontaminerat vatten. Artikeln nedan ger viss inblick i det pågående arbetet.

Under våren inleddes arbetet med att avleda stora mängder grundvatten från området runt kärnkraftverket Fukushima Daiichi där en stor kärnkraftsolycka inträffade den 11 mars 2011. Avsikten är att hindra grundvattnet från att nå den skadade anläggningen för att därmed undvika att vattnet blandas med redan kontaminerat vatten, som kontinuerligt måste omhändertas och renas. En hantering som försvåras om volymerna kontaminerat vatten ökar.

Driften av de tolv brunnar varifrån vattnet ska pumpas upp inleddes i april i år. Målsättningen är att

föra bort så mycket som möjligt av grundvattnet från framförallt högre belägen mark, huvudsakligen väster om anläggningen, som i dagsläget rinner in i de skadade reaktorernas lägre byggnadsdelar och där okontrollerat blandas med kontaminerat vatten som tidigare använts för kylning. Uppskattningsvis flödar cirka 300 ton grundvatten per dag in i vissa av de lägre byggnadsdelarna på reaktorerna 1 till 4, där det inflödande vattnet sannolikt också kontamineras när det kommer i kontakt med skadade bränslerester.

Från de tolv brunnarna ska cirka

forts.➔

forts.→

100 ton grundvatten pumpas upp per dag och därmed minskar inflödet. Det upptagna vattnet förvaras i stora tankar under cirka en månad. Efter en omfattande analys av vattenkvaliteten som följer ett speciellt framtaget program för behandling och kontrollerade utsläpp av grundvatten vid Fukushima, tilläts utsläpp till havet.

Med denna åtgärd avser ägaren Tepco (Tokyo Electric Power Company) att väsentligt minska mängden kontaminerat vatten som efter olyckan kontinuerligt måste omhändertas och renas. (*Kärnkraft i vår omvärld tog upp en del om detta för knappt ett år sedan i nummer 21 från oktober 2013, se sidan 6.*)

Tepco, som under de senaste två åren haft den japanska staten som majoritetsägare, har samarbetat och förhandlat med representanter för lokala fiskare som tidigare under våren gett klartecken till att släppa ut det avledda grundvattnet. Den nationel-

la federationen för fiskekooperativ i Japan och departementet för ekonomi, handel och industri har formellt godkänt metoden.

FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ARBETET

Under våren har Tepco och dess ledning fått erkännanden från bland annat ordföranden för japanska säkerhetsmyndigheten Nuclear Regulation Authority (NRA) för den förbättring och utveckling som skett i uppröjningsarbetet vid Fukushima. Tepco har också förbättrat förhållandena och förutsättningarna för personalen som arbetar vid anläggningen. Bland annat har en personalbyggnad för cirka 1 000 personer och en nio våningar hög byggnad med kontor och andra personalutrymmen, där arbetsstyrkan kan vila och återhämta sig, uppförts.

Den totala arbetsstyrkan på anläggningen steg under början av 2014 till något över 4 000 personer

i genomsnitt. Vid en samlad kontroll under våren hade cirka 1 650 Tepcoanställda mottagit en kumulativ strålningsexponering på 2,82 millisievert (mSv), och cirka 11 500 underleverantörer 4,96 mSv. Detta ska jämföras med det årliga maximala gränsvärdet för arbete vid kärnkraftverk i Japan som är på 100 mSv. (Motsvarande värde i Sverige är 50 mSv och med en maximalt ackumulerad dos på 100 mSv över fem på varandra följande år.)

I april bildade Tepco ett dotterbolag med specifikt fokus på omhändertagande och nedläggning av Fukushima Daiichi. Företaget, Fukushima Daiichi Decontamination and Decommissioning Engineering Company, har cirka 1 200 anställda. Dotterbolaget är tänkt att klara ut vem som är ansvarig för rengöring, nedmontering och nedläggning av reaktorerna 1 till 4 vid Fukushima. Tepco har ställt motsvarande cirka 64 miljarde

FAKTABAKGRUND:

Hantering av kontaminerat vatten vid Fukushima Daiichi sker utifrån tre övergripande strategier med syfte att:

- Minska okontrollerat utflöde av vatten till havet.
- Minska eller dämpa mängden kontaminerat vatten och förebygga utflöde av sådant vatten i hamnen.
- Stoppa inflödet av grundvatten till de skadade reaktorbyggnaderna.

Skyddsvall: Utflödet till havet ska hindras genom att en isolerande vägg (skyddsvall) uppförs längs med strandlinjen och hamnen. Byggarbetet inleddes redan 2012 och har beräknats vara klart under hösten 2014. Väggen ska gå i vattnet hela vägen från en punkt precis norr om reaktor 1 och söderut till en punkt just söder om reaktor 4. Konstruktionen kräver att vatten som väggen stoppar på insidan, det vill säga på vägens västra sida som vetter mot

anläggningen, pumpas upp och samlas i en tank för vidare rening. Konstruktionen kommer att innehålla brunnar med pumpar. Tepco meddelade i mitten av augusti att denna vägg nu är redo för godkännande från den japanska säkerhetsmyndigheten Nuclear Regulation Authority's (NRA) sida.

Utlöde till hamnen: I det här fallet är tanken att installera en vattentät vägg på landsidan som omsluter de skadade blocken, reaktorerna 1 till 4. På så sätt kan inflödet av grundvatten till de skadade reaktorerna minskas. Tepco kommer att omhänderta allt samlat och kontaminerat vatten i byggnaderna för senare rening och för att undvika ett flöde inifrån och ut till den kontaminerade sidan. Tekniken för att bygga väggen går ut på att frysa jorden (marken) lokalt med kylmedel och på det sättet få en vägg bestående av frusen jord.

Man borrar ned kylrör i marken efter ett speciellt mönster och avstånd och leder ned kylmedel som fryser omgivande jord runt rören.

Inflöde till reaktorerna: Den tredje åtgärden går ut på att stoppa inflödet av grundvatten till de skadade reaktorerna genom att pumpa upp grundvatten från brunnar på framförallt västsidan av anläggningen där marknivån är mycket högre än vid reaktorerna. Tepco har låtit borra ett flertal brunnar och ska pumpa upp grundvatten och genom detta dränera och dirigera om flödet av vatten. Efter kontroll med mera, ska vattnet släppas ut i havet.

För mer detaljer, se skiss från Tepco på följande länk: www.tepco.co.jp/en/nu/fukushima-np/water/images/130826_02.pdf

forts.→

forts.→

svenska kronor till förfogande för uppstädning och omhändertagande av anläggningen. Företaget har också för avsikt att reservera ett lika stort belopp för eventuellt ytterligare kostnader för det framtida arbetet med Fukushima Daiichi. Detta meddelade Tepcos verkställande direktör Naomi Hirose i början av året i samband med en presskonferens angående ett tioårigt ledningsprogram för anläggningen och framtiden.

Tepco har också, enligt en överenskommelse med den japanska regeringen, bestämt att företaget ska avlägsna förbrukade och nya bränslelement från bränslebassängerna vid reaktorerna 1 till 4 före september 2018. Detta framkom vid ett möte under våren där Tepco:s taleskvinna, Mayumi Yoshida, också meddelade att företaget undersöker om man kan påbörja bortforslande av skadat bränsle och bränsle rester från reaktorerna och inneslutningarna till block 1 till 3 under våren

2019. Om så sker är det cirka ett och ett halvt år tidigare än den ursprungliga planen, som landets regering och Tepco enades om i december 2011.

VATTEN OCH FISK

Länet Fukushimas fiskefederation in gick under våren en överenskommelse med Tepco om att tillåta utsläpp av omhändertaget grundvatten, förutsatt att tre villkor uppfylls:

- Vattnet måste innehålla mindre än 1 becquerel per liter av cesium 134.
- Tepco måste försöka finna en tredje oberoende part som kan övervaka företagets vattenutsläpp till havet.
- Företaget förbinder sig att kompensera fiskarna ekonomiskt om fiskepriset sjunker som ett resultat av vattenutsläppen.

Under våren hade Tepco behandlat ungefär 440 000 ton kontaminerat vatten. Detta var en ökning med cirka

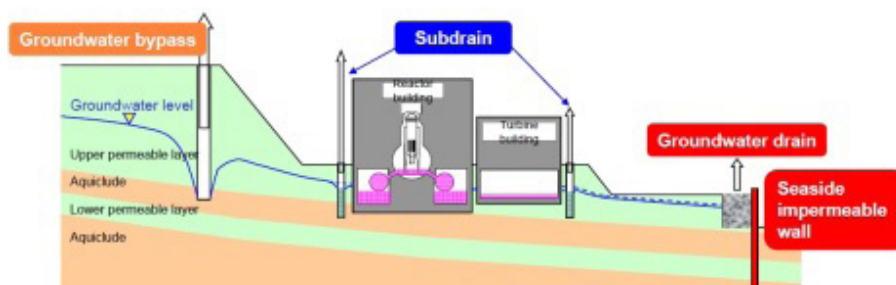
56 000 ton vatten sedan oktober förra året. Företaget övervägde under våren att öka lagringskapaciteten till 800 000 ton.

PROBLEM MED ISOLERINGSVÄGG

Under sommaren har omvärlden nåtts av rapporter om problem med uppförandet av en isoleringsvägg som ska förhindra att kontaminerat vatten rinner ut i havet. Väggen uppförs mellan anläggningen och havet och specifikt vid block 2 och 3. Syftet med väggen är att förhindra att en uppskattad mängd av cirka 11 000 ton kontaminerat havsvatten, som nu finns i tunnlar (kulvertar och diken) vid turbinbyggnaderna för block 2 och 3, rinner ut i havet. Ett av problemen med väggen är de svårigheter som följer av att havsvattnet innehåller strontium och vissa andra radioaktiva ämnen. Dessutom är vattnet hela tiden i rörelse på grund av att vatten konstant pumpas upp från reaktorernas lägsta byggnadsdelar (källarplan), vilket försvårar arbetet.

Delar av väggen vid block 2 och 3 uppfördes i slutet av april månad. Planen för bygget är att det kontaminerade vattnet ska frysas till is så att man därefter ska kunna avlägsna det från området. Tester som utförts i juli månad har dock visat att frysningsen inte varit tillfredställande. Säkerhetsmyndigheten NRA:s kommissionär Toyoshi Fuketa har av den anledningen uppmanat Tepco att dubbla eller tredubbla fryskapaciteten, om det visar sig nödvändigt för att lyckas. Företaget överväger sedan juli månad olika strategier tillsammans med NRA för att kunna hantera det kontaminerade vattnet i tunnlar, kulvertar, med flera platser. Förslag till problemlösningar handlar bland annat om åtgärder för att minska vattenflödet. Diskussioner har även förts om att finna alternativ till att frysa det kontaminerade vattnet.

Tepco meddelade redan i juli månad att företaget försökt öka kylmedelsflödet och att man övervägde att tillföra is och torris, koldioxid i fast form, för att underlätta frysningsen. Ytterligare en åtgärd är att öka antalet kylrör som används för kylningen. Planen var senast i slutet av juli månad att implementera åtminstone någon av de nämnda åtgärderna.



Skiss som visar dränagesystem och den isolerande väggen vid strandlinjen och hamnen.
Bild: Tepco.



Foto av den isolerande väggen vid strandlinjen och hamnen. Foto: Tepco.

forts.→

forts.→

OMRINGANDE MUR

Förutom det ovan beskrivna finns ett annat väggprojekt i form av en cirka 1 500 meter lång frusen vattentät vägg av jord- och markmaterial som ska resas runt reaktorerna och turbinbyggnaderna för samtliga fyra block (block 1 till 4). Fuketa och andra NRA-kommissionärer godkände i juni månad projektet. Myndigheterna accepterade Tepco:s beräkningar som säger att stopp för och omledning av cirka 300 ton grundvatten per dygn kan innebära att marknivån för hela anläggningen sänks med ett par centimeter. Den höjda grundvattennivån under kraftverksblocken har nämligen lett till att marknivån höjts vid anläggningen. Därtill har samtliga 57 dräneringsbrunnar som tidigare användes för att dränera bort grundvatten förstörts i samband med katastrofen. I slutet av maj månad började Tepco att släppa ut grundvatten i havet som tidigare hade samlats in med hjälp av de tolv nybyggda brunnarna.

När det gäller den långa mur som ska omringa samtliga block 1 till 4 så berörs inte den av de problem som uppkommit vid försöken att frysa det kontaminerade vattnet vid block 2 och 3. Till skillnad från tunnarna där man försöker frysa strömmande vatten till is, så ska den omringande väggen inte innehålla någon is alls. Istället kommer en väl beprövad teknik att användas för att frysa omgivande jord, vilken i sin tur förväntas förhindra grundvatten från att nå källardelarna (de lägre byggnadsdelarna) i reaktorbyggnaderna. Tekniken med frysning av marken har använts med framgång vid många andra typer av byggprojekt, och planen är att färdigställa detta under år 2015. Tepco har tillsammans med ett byggföretag sedan juni månad arbetat med de förberedande grävjobben för denna vägg. Denna markkonstruktion kommer att bli den hittills största frysningsoperationen i världen och Tepco planerar att borra cirka 30-35 meter djupa hål ner i marken för att installera kylrör. Ungefär 1 550 kylrör kommer att placeras i marken runt de fyra reaktorerna. Konstruktionen är uppskattad att kosta motsvarande cirka 2,2 miljarder kronor.

PROFESSORER

Vid ett möte arrangerat av säkerhetsmyndigheten NRA i maj månad framförde nio professorer sina synpunkter på de pågående saneringsarbetena vid Fukushima. Ingen direkt misstro mot projekten framkom vid mötet, i meningen att de kommer att misslyckas, men oro uttrycktes och synpunkter framkom som dessa professorer hoppades att Tepco och myndigheten för naturresurser och energi skulle ta hänsyn till. Synpunkter berörde bland annat åldringseffekter och kemisk påverkan på de stålrör som ska användas för att frysa marken vid väggkonstruktionerna. Även effekter i form av mindre markrörelser (krypning) för den frusna jorden såväl som viss oro över sprickor i reaktorbyggnaderna, som troligtvis har orsakats av att byggnaderna antingen har sjunkit eller rört sig i sidled, framkom.

LAGRINGSTANKAR OCH VATTENRENING

Det har förekommit en del rapportering om installation av tidigare använda lagringstankar av typen nitade tankar för lagring av kontaminerat vatten vid Fukushima. I rapporteringen har det förekommit en del ifrågasättanden när det gäller kvalitet och tillförlitlighet för dessa lagringstankar. Tepco har tagit upp detta och säger att de tankar som installerats har en förväntad hållbarhet på åtminstone fem år och att det inte är någon skillnad när det gäller krav mellan nya och tidigare använda lagringstankar. Alla tankar genomgår en speciell test innan de tas i bruk för lagring av avfallsvatten på anläggningen. Behovet av tankar för framförallt lagring av kontaminerat vatten uppkom i princip omedelbart efter katastrofen i mars 2011. Det var således nödvändigt att installera lagringsmöjligheter så snart som möjligt oavsett typ av lagringstankar. Tepco har nu för avsikt att ersätta tankar av typen nitade med svetsade lagringstankar med start i september 2014.

Tepco meddelade också i juli månad att företaget räknar med ett minskat behov av ytterligare lagringsmöjligheter över de närmast kommande åren. Under våren har mängden vatten som strömmar in till anläggningen

och blir kontaminerat av redan kontaminerat vatten minskat. Tepco har även lyckats förbättra reningsprocessen för det kontaminerade vattnet. Det använda vattenbehandlingssystemet (Advanced Liquid Processing System, ALPS) är det första i världen i sitt slag och i denna skala. Det består av tre enheter och återstartades under juni månad efter underhåll och uppgradering. Man räknar med att fortsätta att utveckla och förbättra systemet, exempelvis när det gäller att öka nivån för rening från radioaktiva ämnen. Systemet installerades ursprungligen i oktober 2012 och har en kapacitet för att rena 750 ton vatten per dag. Vid senaste halvårsskiftet hade totalt cirka 86 000 ton vatten processats efter installationen. Återstarten i juni månad efter uppgradering var en viktig milstaple i det mer omfattande programmet att dramatiskt expandera kapaciteten för vattenbehandling genom de planer man har på att installera två ytterligare liknande anläggningar vid Fukushima.

Tepco meddelade i augusti att man även har återställt och återuppbyggt det ursprungliga dränagesystemet för grundvatten som förstördes vid katastrofen 2011, (de 57 dränagebrunnarna). Systemet är klart för att godkännas av säkerhetsmyndigheten NRA. Så fort systemet är i drift kan det dränera bort mellan 500 till 700 ton grundvatten som pumpas upp och tas om hand för rening och kontroll innan det så småningom är tänkt att släppas ut i havet. För tillfället finns inga formella beslut för utsläpp av sådant vatten till havet, och detta måste klarställas i avtal innan utsläpp kan ske. Systemet kommer att sänka grundvattennivån runt reaktorbyggnaderna som för närvarande är upp till fyra meter högre än vattennivån på insidan i byggnadernas källardelar. ■

Nya jordbävningar vid Fukushima

Japan är kontinuerligt påverkat av jordbävningar. Fukushima Daiichi är i ett utsatt läge om en kraftig jordbävning skulle drabba området på nytt. Det har under den senaste tiden inträffat flera jordbävningar i området.

Det har hittills under 2014 vid åtminstone två tillfällen inträffat nya jordbävningar, med ett större utslag på Richterskalan, i närheten av eller inom länet Fukushima. Den 13 april inträffade en jordbävning med magnituden 4,9 på Richterskalan enligt den japanska metrologiska myndigheten (JMA). Epicentret var cirka 20 kilometer norr om Fukushima Daiichi, men det orsakade ingen tsunami och det ledde in till några skador på kraftverket. Bosatta i Tokyo, cirka 260 kilometer söder om epicentret, kände av skalvet. JMA meddelade att seismografer i Tokyo som registrerar intensitet för jordskalv, uppmätte skal-

vet till ett i intensitet på Japans seismiska intensitetsskala. Seismisk intensitet som inte uppfattas av människor betecknas på denna skala som noll. Den mest allvarliga nivån, då byggnader riskerar att skadas kraftigt eller kollapsa, betecknas som sju på skalan.

Skalvets intensitet var fyra i Fukushimas kustområde där Fukushima Daiichi är beläget. En seismisk intensitetsnivå i form av fyra innebär enligt JMA att till exempel husgeråd i ett kök skakar. Skalvet orsakade en horisontell markrörelse av 4,1 gal per sekundkvadrat (gal/s²) och en vertikal markrörelse av 4,4 gal per se-

kundkvadrat, registrerat i den lägsta byggnadsdelen på Fukushima Daiichi block 6. Markrörelser mäts i Galileo-enheter, också kända som gal (1 gal = 0,01 m/s² och gravitationskraften kan jämföras med cirka 980 gal).

Den 12 juli inträffade en ny jordbävning i området med magnituden 6,8 på Richterskalan. Inte heller detta skalv orsakade några skador på Fukushima Daiichi, enligt Tepco. Skalvet hade sitt epicenter ute i havet, på 10 kilometers djup cirka 165 kilometer öster om staden Iwaki, som inte ligger så långt från Fukushima. Som en försiktighetsåtgärd instruerade Tepco sina anställda vid anläggningen att lämna strandområdet och bege sig upp på en högre marknivå med tanke på en eventuell tsunami. Det blev dock en mycket liten vattenhöjning, en höjning på cirka 30 centimeter noterades i hamnen på systemanläggningen Fukushima Daini. ■

Halvvägs när det gäller kärnbränsle vid Fukushima block 4

Bränslet vid block 4 tas om hand allt snabbare. En viktig del i uppställningsarbetet rullar på enligt plan.

Sedan november förra året fram till slutet av maj i år har Tepco flyttat nästan 800 använda bränsleelement och drygt 20 nya bränsleelement från bränslebassängen vid block 4 till den centrala bränslebassängen för utbränt kärnbränsle på anläggningen. Med det tempot kommer sannolikt samtliga bränsleelement som nu kvarstår på block 4 att ha flyttats före årsskiftet. Detta är i linje med Tepco:s plan för arbetet där man efter maj månad har gjort ett visst uppehåll i flyttningsarbetet.

Bränsleelementen i bränslebassängen flyttas enskilt, ett och ett, från speciella förvaringsställningar till en transportbehållare. När behållaren är full stängs och förseglas den, lyfts upp från bassängen av huvudkranen, placeras på servicegolvet för dekontaminering och tas därefter genom en spe-



Arbete med att flytta bränsle från bränslebassängen i reaktor 4. Foto: Tepco.

cifik rutt till ett fordon som förflyttar behållaren över industriområdet till Fukushimas gemensamma lagringsanläggning. Arbetet kommer att fortgå tills bränslebassängen på block 4 är tom. Två transportbehållare används för att kunna skynda på arbetet.

Block 4 var avställd för underhåll vid tiden för olyckan 2011 och hade hela sin bränsleladdning, inklusive använt bränsle från tidigare drift, samlat i reaktorbyggnadens bränslebassäng. Även om det inte fanns någon risk för en reaktorolycka vid block 4 fanns det en risk för överhettning i bassängen.

Bränslebassängens stabilitet blev reducerad senare under olyckssekvensen genom kraftiga strukturella skador på reaktorbyggnaden, orsakade av väteexplosioner från väte som läckte genom det med block 3 gemensamma ventilationssystemet. Byggnaden har senare förstärkts och bränslerester och annat skadat material har tagits bort från byggnadens tak. Flyttningen av bränslet sker nu under ett nytt uppbyggt skydd (tak) över byggnaden, som också innehåller nödvändig bränslebytesmaskin med mera. ■



Sendai kärnkraftverk i staden Satsumasendai i södra Japan. Ägare är Kyushu Electric Power Company. Foto: KEPC.

Återstart av kärnkraft i Japan

Kan kärnkraften återkomma i Japan efter Fukushima? Hur ser framtiden ut i ett kort tidsperspektiv och vad måste till för att återstart av reaktorer ska bli verklighet? En kort inblick ges nedan.

Fyra analytiker inom kärnkraftsområdet i Japan uppskattar att kanske fyra eller fem reaktorer av Japans totalt 48 reaktorer kommer att kunna återstartas i början av nästa år. Man talar om slutet av mars 2015. Det skulle innebära något mer än nio procent av landets totala kärnkraftskapacitet, som uppgår till 44 264 MWe. Ingen av Japans kärnkraftsreaktorer har varit i drift under 2014, samtliga är avstängda som en följd av Fukushima-katastrofen i mars 2011.

INSTITUTET FÖR ENERGIEKONOMI
Innan de kan återstartas måste de genomgå en säkerhetsgranskning av landets nya säkerhetsmyndighet NRA och få godkännande från lokala och nationella myndigheter. Analytiker har något olika syn på detta med återstart och flera av dem säger att det är mycket svårt att förutse hur många reaktorer som kommer att kunna återstarta inom en förhållandevis nära framtid. Analytikernas uppfattning skiljer sig från den syn som Institutet för energiekonomi i Japan gav till känna nyligen. På institutets hemsida uppgavs i slutet av juli att Japan kan komma att återstarta sju reaktorer i början av nästa år och ytterligare tolv reaktorer

ett år senare, det vill säga i början av år 2016. Vilka reaktorer som kan komma i fråga specificerades inte.

Forskaren Chikako Ishiguro, expert på energiresurser och internationella affärer vid Osaka Gas Company, sade dock i en intervju i juli månad att det är troligt att Institutet för energiekonomi i Japan räknar med att det inledningsvis (2015) handlar om reaktorerna Sendai 1 och 2, Takahama 3 och 4, Genkai 3 och 4, samt Ikata 3. De sju blocken utgör tillsammans femton procent av den totala kärnkraftskapaciteten. Andra experter och personer med insyn gör samma bedömning. Dit hör till exempel Akihiro Sawa vid det så kallade 21st Century Public Policy Institute, en före detta forskare vid Central Research Institute of Electric Power Industry som numera är professor, och en analytiker specialiserad på kärnkraft och förnyelsebar energi.

Kraftbolaget Shikoku Electric Power Company meddelade i juli månad att de planerar att bygga ett nytt seismiskt isolerat havericenter placerat på gummiabsorbatorer till januari 2015 vid kraftverket Ikata. Detta kan komma att försena återstarten vid just Ikata-kraftverket (Ikata 3).

Enligt de analytiker som uttalat sig tycks Kyushu Electric Power Company och dess reaktorer Sendai 1 och 2 vara de mest troliga för att återstartas först.

NY GRANSKNINGSPROCESS

Den kommande återstarten av kärnkraft i Japan kommer att bli den första som återspeglar den nya granskningsprocessen under den nya säkerhetsmyndigheten NRA:s regim, och uppfyllandet av samtliga säkerhetskrav som nu gäller efter Fukushima-katastrofen. Alla NRA-krav blev formellt bindande från och med juli 2013, och efter detta har myndigheten granskat individuella ansökningar från olika kraftbolag för återstart av reaktorer. Förutom godkännande från lokala och andra nationella myndigheter formulerade NRA år 2013 en ny riktlinje för skydd av befolkningen. Bosatta inom en fem kilometers radie från ett kärnkraftverk bör evakueras omedelbart i händelse av en allvarlig olycka. De som är bosatta inom en trettio kilometers radie bör antingen evakueras eller söka skydd i betongbyggnader. Om ett radioaktivt dosvärde uppnår 20 mikrosievert per timma kommer man att ge order om evakuering inom en vecka. Det är upp till de lokala politiskt beslutande församlingarna att ta fram evakueringsplaner för de närmaste evakueringszonerna. Att utveckla sådana planer är inte den lättaste uppgiften och innan dessa planer finns på plats kan det bli svårt att få lokala myndigheters godkännande för återstart.

Säkerhetsmyndigheten NRA ser framförallt analyser av jordbävningsbaserade markrörelser som en mycket väsentlig faktor när det kommer till utvärderingar av reaktorsäkerheten. Analyserna är en förutsättning för återstart av någon av de japanska reaktorerna. Detta framkom vid ett pressmöte med NRA:s ordförande Shunichi Tanaka i mitten av juli månad. ■



Ordföranden Kiyoshi Kurokawa i det japanska parlamentets oberoende kommission. Foto: Det japanska parlamentets oberoende kommission.



Första mötet i den oberoende kommissionen. Foto: Det japanska parlamentets oberoende kommission.

Oberoende kommission

Det japanska parlamentets speciella och oberoende kommission är mycket hård i sin analys och slutsatser efter Fukushimaolyckan. Utredningen är förvånande öppen och direkt i sina formuleringar. Detta var en katastrof skapad i Japan av japaner. Vi sammanfattar de viktigaste delarna.

Det japanska parlamentet (The National Diet of Japan) tillsatte i december 2011 en oberoende kommission med uppgift att undersöka kärnkraftsolyckan vid Fukushima Daiichi. Kommissionen fick ett mycket omfattande mandat med möjlighet att skaffa fram i princip all relevant information i form av dokumentation, och med möjligheten att utnyttja det juridiska systemet fullt ut och dess undersökande makt för att inhämta all nödvändig information. En ordförande för kommissionen, Kiyoshi Kurokawa, och nio andra speciellt utvalda medlemmar blev tilldelade utredningsuppdraget av talmannen i första kammaren (House of Representatives) och presidenten i andra kammaren (House of Councillors). Kommissionsmedlemmarna hade stor yrkesmässig erfarenhet och bredd. Där ingick bland annat läkare, seismolog, jurist, diplomat, kemist, specialist på sociala system med flera. Detta var den första oberoende kommissionen som har tillsatts under den japanska konstitutionen.

Mandatet för kommissionen handlade bland annat om att:

- Undersöka de direkta och indirekta orsakerna till olyckan vid Fukushima Daiichi.
- Undersöka de direkta och indirekta orsakerna till ihållande skador som en följd av olyckan.

- Undersöka och klarställa räddningsinsatsen vid olyckan och under det fortsatta förloppet med dess skadekonsekvenser, inklusive att utvärdera effektiviteten vid räddningsinsatsen.
- Undersöka de historiska beslut och godkännanden samt dess processer som ligger bakom de existerande nukleära policyer och andra relevanta förhållanden.
- Föreslå åtgärder för att undvika framtida nukleära olyckor och andra skadliga konsekvenser som ett resultat från de genomförda undersökningarna.

Vidare hade kommissionen ett flertal förväntningar på sig. Bland annat att upprätthålla ett globalt perspektiv så att resultat och slutsatser kan bidra till att undvika nukleära olyckor på andra platser utanför Japan. En viktig utgångspunkt i kommissionens arbete var att första prioritet skulle vara den mänskliga säkerheten snarare än strukturell säkerhet för kärnkraftsreaktorer. Dessutom skulle undersökningen genomföras med förståelsen att jordbävningar och tsunamis är fortsatt oförutsägbara och oundvikliga händelser i Japan.

(För den mer intresserade läsaren finns en exekutiv sammanfattning på

engelska av utredningen från 2012: The Official Report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission, se länk: <http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/naaic.go.jp/en/>.

Där finns också en engelsk översättning av den fullständiga rapporten.)

OMFATTNING

Kommissionens utredning, som genomfördes på bara sex månader tycks ha varit tämligen omfattande, enligt de beskrivningar som ges i utredningsrapporten. Kommissionen fokuserade vid val av vittnen på personer som vid tiden för olyckan innehade viktiga befattningar inom regeringen, Tepco och säkerhetsmyndigheterna.

Några exempel på det grundliga utredningsarbetet i övrigt:

- 900 timmar med utfrågningar och intervjuer av 1 167 personer genomfördes.
- Besök vid nio kärnkraftverk inklusive Fukushima Daiichi.
- 19 kommissionsmöten, öppna för allmänheten och som också sändes ut på internet.
- Tre utländska expertgrupper engagerades med vilka man genomförde intervjuer och utfrågningar för att få ett globalt perspektiv.
- Tre möten i olika stadshus för att skaffa information från evakuerade och mötte mer än 400 deltagare.
- Besök i tolv samhällen inom det drabbade evakueringsområdet.

ALL FÖRSTÖRELSE

I inledningen av rapporten finns en kortfattad beskrivning av det akuta händelseförloppet och de inledande skeendena vid olyckan. Det som man bland annat slås av är hur omfattande förödelsen blev inledningsvis och under vilka extrema villkor som personalen försökte få kontroll över anläggningen efter att tsunamin passerat och de största vattenmassorna hade dragit sig tillbaka. Tsunamin skadade inte bara kraftförsörjningen vid anläggningen. Tsunamin förstörde och sköljde också bort fordon, tung maskinutrustning, oljetankar, och grus. Den förstörde byggnader, installerad utrustning och annan typ av maskinutrustning. Havsvatten från tsunamin dränkte hela byggnadsområden på

forts.→

forts.→

anläggningen och nådde till och med sektioner inom block 3 och 4 som stod under extremt högt tryck. När vattnet drog sig tillbaka var skadat material, utrustning, byggnadsdelar, grus, jord med mera spritt över hela anläggningen och förhindrade förflyttningar. Manluckor, luckor och skydd över kabelrännor, kabelgravar och diken var borta, vilket lämnade gapande hål i marken. Dessutom, jordbävningen lyfte, sänkte och kollapsade byggnadsinteriörer, gångvägar med mera, vilket medförde att tillträde till och inom anläggningen blev extremt svårt. Arbetet med att återfå kontroll och återställa försvårades också av personalens reaktioner på tydliga efterskalv och tsunamis. Att anläggningen förlorade all elförsörjning resulterade i att all övervakningsutrustning i de centrala kontrollrummen, som till exempel visarinstrument, larmindikationer, manöverorgan, med mera, blev obrukbara. Belysning och kommunikationsutrustning blev också utslagen. Den operativa personalen på anläggningen tvingades på grund av olyckan fatta beslut utan tillgång till nödvändiga verktyg eller instruktioner.

KOMMISSIONENS SLUTSATSER

Kommissionen redovisar ett antal slutsatser kring olyckan. Omdömen och slutsatser är mycket kritiska. Kommissionen pekar på att det krävs fundamentala reformer för att förhindra framtida katastrofer. Reformerna måste inkludera både strukturen för elkraftindustrin och för den relaterade statsapparaten och tillsynsmyndigheter, såväl som de operativa processerna. De måste täcka in både normala situationer (normaldrift), och haverisituationer och nödlägen.

”A MAN MADE DISASTER”

Kommissionen slår inledningsvis fast att katastrofen vid Fukushima Daiichi var orsakad av människan, ”a man made disaster in Japan”. Olyckan var ett resultat av en form av maskopi mellan regering, säkerhetsmyndigheter och Tepco, och en avsaknad av ledning hos nämnda organisationer. De förrådde på ett effektivt sätt nationens rätt att vara förskonad och säker från kärnkraftsolyckor. ”Därför drar vi slutsatsen”, skriver kommissionen i

sin rapport, ”att olyckan på ett tydligt sätt var orsakad av människan.”

Även om det var en naturkatastrof som initierade det olycksaliga händelseförloppet, så kan inte den ses som den egentliga orsaken till haveriet vid Fukushima Daiichi. Kommissionen anser att de grundläggande orsakerna var de organisatoriska och tillsynsmässiga system som möjliggjorde beslut och genomförande av åtgärder baserade på felaktiga grunder, snarare än aspekter relaterade till kompetens hos någon enskild individ. De direkta orsakerna till olyckan var alla möjliga att se före den 11 mars, 2011.

Tepco, säkerhetsmyndigheterna och departementet för ekonomi, handel och industri, vars uppgift är att stödja kärnkraftsindustrin, misslyckades alla med att korrekt utveckla de mest grundläggande säkerhetskraven, enligt kommissionen. Detta exempelvis när det gäller att grundligt utvärdera sannolikheten för skador, att förbereda för omhändertagande och att stänga inne skadeverkningarna vid en allvarlig katastrof, samt att utveckla evakueringsplaner för allmänheten i händelse av ett allvarligt radiologiskt utsläpp. Tepco och dåvarande säkerhetsmyndigheten (NISA) var medvetna om behovet av strukturella förstärkningar vid Fukushima Daiichi för att anläggningen skulle uppfylla nya riktlinjer, men istället för att kräva implementering av åtgärder hävdade myndigheten att kraftbolaget skulle vidta åtgärderna autonomt. Kommissionen har upptäckt att ingen del av de krävda förstärkningarna hade genomförts på block 1 till 3 vid tiden för olyckan.

JORDBÄVNINGEN

Kommissionen anser att Tepco alltför snabbt lade allt ansvar på tsunamin som orsak till olyckan, och förnekade att jordbävningen kunde ha bidragit till skador. Kommissionen skriver bland annat att det finns en möjlighet att jordbävningen orsakade skador på nödvändig utrustning för att upprätthålla säkerheten, och att det också föreligger en möjlighet att ett mindre läckage från reaktorsystemet (en liten så kallad Loss of Coolant Accident (LOCA)) inträffade på block 1. Kommissionen hoppas på att detta blir närmare undersökt av en tredje part.

ORGANISATORISKA PROBLEM

Kommissionen drar också slutsatser om att det förekom organisatoriska problem inom Tepco. Om en högre nivå rätt när det gäller kunskaper, utbildning och träning samt inspektioner av utrustning relaterad till svåra haverier så hade en mer effektiv räddningsoperation varit möjlig. Den slutsatsen inbegriper även kritik över att det inte gavs några specifika instruktioner till kraftverkspersonalen inom nödvändiga tidsramar angående katastrofläget. Det förekom många problem på anläggningen under det akuta olycksförloppet. Om det, som i det här fallet, saknas handlingsåtgärder för haverisituationer, så är handlingsutrymmet för vad man kan göra på en anläggning vid totalt bortfall av yttre elnät och batterisäkrat elnät mycket begränsat.

KRISHANTERINGEN

Kommissionen menar också att situationen fortsatte att försämrans därför att krishanteringen på regeringskansliet (främst vid premiärministerns kontor och stab), på säkerhetsmyndigheterna och på andra ansvariga organisationer inte fungerade korrekt. Gränsdragningarna mellan olika myndigheter och organ involverade i krishanteringen, deras roller och ansvarsområden, var oklara och därmed tvetydiga.

EVAKUERING

Ett annat område som kommissionen tar upp är den förvirring som uppstod i samband med evakueringen av de boende i området. Kommissionen menar detta har sin grund i säkerhetsmyndigheternas nonchalans och bristande ansvar under många år när det gäller att implementera relevanta åtgärder mot en nukleär katastrof, såväl som bristande agerande av tidigare regeringar och säkerhetsmyndigheter när det gäller krishantering. Krishanteringssystemet som fanns vid premiärministerns stab och vid säkerhetsmyndigheterna skulle skydda hälsan och upprätthålla säkerheten för allmänheten. Men de misslyckades med denna funktion. Kommissionen riktar även kritik mot regeringen och säkerhetsmyndigheterna och deras otillräckliga agerande när det gäller omhändertagandet av allmänheten

forts.→

forts.→

inom det drabbade området efter evakuering. Kritiken avser de fortsatta allvarliga problemen som föreligger för de evakuerade och deras kraftigt förändrade livsförhållanden, fortsatt kontaminering av stora områden, brister i återställandet av miljön och återuppbyggnad av samhällen, fortsatta hälsorisker som en följd av strålning med mera.

ANDRA OMRÅDEN

Andra områden som kommissionen tar upp i sin rapport behandlar bland annat fullständig omorganisering av säkerhetsmyndigheterna, reformering av Tepco, reformering av samtliga lagar och föreskrifter inom kärnenergiområdet med mera.

REKOMMENDATIONER

Utredningen tar även upp ett avsnitt där man ger rekommendationer för de områden man utrett och riktat kritik mot. Vi har inte kunnat gå in på alla dessa områden i detta sammanhang, utan vi hänvisar till kommissionens rapport för den mer intresserade läsaren (se rapporthänvisning ovan).

Kommissionens utredning är som sagt mycket hård i sin bedömning av i princip alla involverade parter i olyckan. Utredningen får anses vara förvånansvärt öppen, direkt och tydlig i sina formuleringar. Inte minst med tanke på den kultur som traditionellt råder i Japan. Ordföranden för kommissionen Kiyoshi Kurokawa skriver i ett förord till rapporten bland annat följande: "Vad som smärtsamt måste erkännas är att detta var en katastrof "Made in Japan". Dess fundamentala orsaker kan hänföras till djupt inrotade japanska sedvänjor: Vår reflexmässiga lydnad, vår oviljighet att ifrågasätta auktoriteter, vår plikttröhet som gör att vi alltid håller oss till "planen", vårt grupptänkande och vår isolering. Hade andra japaner varit involverade i stället för de som bär ansvar för denna olycka, hade resultatet mycket väl kunnat bli detsamma." ■

Fukushimas konsekvenser för svensk kärnkraftsindustri

Fukushima har fått konsekvenser för omvärlden och i Sverige finns förbättringspotentialer. Vissa saker har redan införts, men mer omfattande förändringar kommer att ta tid. Det framgår i artikeln nedan.

Till följd av kärnkraftsolyckan vid Fukushima Daiichi har många länder världen över startat utredningar och vidtagit olika åtgärder för att se över säkerheten vid kärnkraftverken. Inom Europa genomfördes samordnade säkerhetsutvärderingar, som populärt fick namnet stresstester, av kärnkraftverken i regionen med ett efterföljande oberoende granskningsförfarande under åren 2011 och 2012. (Kärnkraft i vår omvärld tog upp stresstesterna i decembernumret 2012, se artikel på sidan 6 i nummer 18.)

MÖJLIGA SÄKERHETS-FÖRBÄTTRINGAR

De svenska säkerhetsutvärderingarna med efterföljande oberoende europeiska granskning visade att de svenska kärnkraftsanläggningarna är robusta men att ett antal säkerhetsförbättringar kan och bör vidtas för att förstärka säkerheten ytterligare. De åtgärder som identifierades omfattade bland annat följande:

- Översyn och uppdateringar av olika typer av instruktioner.
- Vidareutveckling av strategier för hantering av svåra olyckor som påverkar mer än en reaktor samtidigt.
- Hantering av i tiden utsträckta olycksscenarioer.
- Fördjupade analyser av olika haveriförhållanden.
- Implementering av diversifierad och oberoende härdkyllning.
- Förstärka elkraftförsörjningen.
- Säkerställande av olika typer av resurser, (exempelvis för haveriorganisation, instruktioner, med mera).
- Förstärka möjligheterna att tillföra vatten till bränslebassänger.
- Kvalificering av strukturer och utrustning på anläggningarna, (exempelvis kvalificering av byggnader och utrustning och deras tållighet mot extrema händelser).
- Förstärkning av mobil utrustning.



Hans Sjöstrand, projektledare, Vattenfall AB.
Foto: Vattenfall

Ett antal av dessa åtgärder är av enklare karaktär – direkta åtgärder. Andra åtgärder är däremot av mer omfattande slag och kräver därmed mer insats i form av ytterligare utredningsarbete, planläggning och anläggningsändringar. Detta innebär att arbetet är mer långsiktigt till sin natur. Från de ursprungliga stresstesterna har arbetet förts vidare i form av planer för åtgärder som presenterats för Strålsäkerhetsmyndigheten och därefter i olika typer av åtgärdsprogram som startats av de svenska tillståndshavarna. Exempelvis bedriver OKG AB ett arbete i form av ett säkerhetshöjande projekt (KENT), Forsmark Kraftgrupp AB ett program kallat Forsmarks säkerhetshöjning (FOSH), och Ringhals AB har ett motsvarande program (projekt) kallat Robusthetshöjande åtgärder (BUSTER). Detta arbete pågår nu och en del av de åtgärder som är aktuella, till exempel en oberoende kylning av reaktorhärden, kommer att innebära ett omfattande och långsiktigt arbete över ett flertal år. För den äldsta generationen reaktorer, med en planerad livslängd på femtio år, är så kallade kompensatoriska åtgärder tillräckligt.

forts.→

forts.→

För övriga reaktorer kommer däremot en oberoende härdkylning att krävas av Strålsäkerhetsmyndigheten.

EXEMPEL FRÅN RINGHALS

Redaktionen har varit i kontakt med Ringhals och talat med en av de initierade och starkt involverade handläggare i det pågående förberedelse- och planlägningsarbetet, projektledare Hans Sjöstrand. Sjöstrand berättar bland annat att när det gäller åtgärder av enklare natur (direkta åtgärder), så har detta färdigställts under år 2013 vad beträffar Ringhals. Liknande förhållanden råder för övriga tillståndshavare. Exempel på sådana direkta åtgärder är:

- Att genomföra haveriövningar med flera reaktorblock involverade.
- Att ta fram rutiner för försvarande vädersituationer och tillkommande händelsekombinationer.
- Att revidera instruktioner för agerande vid jordbävning.

Sjöstrand beskriver vidare att arbetet med de mer långsiktiga och omfattande typerna av åtgärder är fortsatt i sin inledning, och på exempelvis Ringhals har man bland annat arbetat med uppdragsplan och projektanalys som utgör de första stegen i planeringen av projektet Robusthetshöjande åtgärder. Åtgärdena anses vara nödvändiga att genomföra för att kunna undvika eventuella härdsador (bränsleskador) om anläggningen skulle utsättas för allvarliga yttre händelser och händelser som anläggningen inte ursprungligen konstruerats för. Den typen av händelser som är aktuella och där robustheten ytterligare ska förstärkas omfattar jordbävning, översvämning, extrema väderförhållanden, samt långvarig förlust av elkraftförsörjning och värmesänka, (det vill säga att kunna kyla bort all värme från reaktorhärden). De typer av händelser som här nämns ligger delvis bortom det som brukar klassas som osannolika händelser, det vill säga det som betecknas händelseklass 4 (H4). Det handlar i de fallen om mycket osannolika händelser, händelser som tillhör händelseklass 5 (H5).

I den ursprungliga åtgärdsplanen fanns bland annat ett lösningsförslag som, efter intryck från internationellt arbete och eget utredningsarbete vid Ringhals, innehöll utveckling av mobil utrustning med uppgiften att stödja ett

flertal funktioner i samband med svåra händelser, beskriver Sjöstrand. Bland annat ingick funktionen oberoende härdkylning av reaktorhärden. Efter förtydliganden i form av förslag till grundläggande konstruktionsföresättningar för just oberoende härdkylning från Strålsäkerhetsmyndigheten, bedöms mobil utrustning inte att kunna uppfylla de krav som ställs på denna oberoende kylning. Därmed är alternativet mobil utrustning sannolikt inte längre aktuellt som en åtgärd. I väntan på att en permanent lösning för oberoende härdkylning kan utvecklas, införs istället enkla kompensatoriska lösningar för Ringhals, enligt Sjöstrand.

De åtgärder som är de mest aktuella i fallet Ringhals är förberedelse och införande av en påfyllnadsanordning för att kunna tillföra kylvatten till bränslebassängerna och utrustning för nivåmätning i bassängerna med visning i kontrollrum. Påfyllning av vatten ska kunna ske genom inkoppling på markplanet på utsidan av reaktorbyggnaden. Vidare, berättar Sjöstrand, kommer man att förstärka de två mobila enheter man i dag har för vatteninpumpning, kallade ”rullande gallerier”, med två ytterligare enheter, en för varje block.

De enheter man har i dag består av dieseldrivna pumpar placerade på en lastbil med uppgiften att förstärka filterfunktionen vid haverier i samband med kontrollerade utsläpp från reaktorinneslutningen och kylning av inneslutningen. Ringhals utreder för närvarande om dessa utrustningar också kan användas för andra säkerhetshöjande åtgärder som till exempel att tillföra vatten till bränslebassängerna. Dessa enheter ska dock inte förväxlas med det ursprungliga mer avancerade förslaget för mobil utrustning, som också innehöll placering och förvaringsbyggnad av utrustningen förberedd för att kunna motstå de mest extrema händelserna.

Förutom detta kommer även nya axeltätningar för reaktorkylpumparna på tryckvattenreaktorerna att bytas. Detta för att minimera läckaget vid ett eventuellt elbortfall vilket skulle leda till att befintliga axeltätningar delvis förlorar sin funktion beroende på att andra pumpar, som förser axeltätningarna med kylvatten, också stannar. ■

Redaktion

Vattenfall AB, 169 92 Stockholm

Conny O. Holmström
conny.holmstrom@vattenfall.com
08-739 50 00

KONTAKT:

Monika Adsten
Elforsk AB
Programområde Kärnkraft
101 53 Stockholm
08-677 27 35
monika.adsten@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 

 **ENERGI**
karlstadsenergi.se

SAFO
Swedish Atomic Forum