



DokumentID 1410596	Version 2.0	Status Godkänt	Reg nr	Sida 1 (23)
Författare Johan Haglund Peder Egeltun			Datum 2013-11-21	
Kvalitetssäkrad av Lars Birgersson			Kvalitetssäkrad datum 2014-01-15	
Godkänd av Anna Gordon			Godkänd datum 2014-01-27	
Kommentar Granskning har skett enligt granskningsprotokoll SKBdoc 1418753				

Utredning av hantering av reaktortank - Tids- och kostnadsuppskattning

Sammanfattning

Föreliggande rapport redovisar tids- och kostnadsuppskattning för hantering av hel respektive segmenterad reaktortank (BWR) och dess ingående hanteringssteg. Rapporten analyserar och beskriver hela hanteringskedjan från demontering vid kärnkraftverket till deponering i SFR för hanteringsalternativ hel reaktortank och segmenterad reaktortank. Även kostnader kopplade till anpassning och förslutning av SFR för respektive alternativ redovisas i denna rapport.

I tidigare genomförda studier har omfattningen för respektive hanteringssteg varierat. Detta har medfört att en jämförelse av kostnader och tid mellan hanteringsalternativen har varit svår att genomföra. I föreliggande rapport har omfattningen av hanteringsstegen avgränsats så att en jämförelse kan göras mellan respektive hanteringsalternativ.

Rapporten visar att tiden för utlyft av hel reaktortank är mycket kortare än tiden för att segmentera reaktortanken. Detta medför att tiden för rivning av hela anläggningen blir kortare.

Avseende kostnader visar rapporten att hanteringsalternativ hel reaktortank kan medföra en kostnadsbesparing om ca 1430 MSEK i förhållande till alternativet att segmentera reaktortankarna.

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
2	Bakgrund och syfte	3
3	Metodik	3
4	Beskrivning av hanteringsalternativ för reaktortank	4
4.1	Förutsättningar och avgränsningar	4
4.2	Hel reaktortank	4
4.2.1	Inledning	4
4.2.2	Antaganden	5
4.2.3	Hanteringssekvens.....	6
4.3	Segmentering av reaktortank	9
4.3.1	Inledning	9
4.3.2	Antaganden	9
4.3.3	Hanteringssekvens.....	9
5	Tidsuppskattning	11
5.1	Hel reaktortank	11
5.1.1	Hanteringssekvens.....	11
5.2	Segmentering av reaktortank	12
5.2.1	Hanteringssekvens.....	12
5.3	Sammanställning	12
6	Kostnadsuppskattning	13
6.1	Allmänt	13
6.2	Hel reaktortank	13
6.3	Segmentering av reaktortank	15
6.4	Kostnadsdrivare	18
6.4.1	Hel reaktortank.....	18
6.4.2	Segmenterad reaktortank.....	18
6.5	Contingency.....	19
6.6	Sammanställning	20
7	Slutsats/Diskussion	21
	Referenser	23

Bilageförteckning

1. Generell tidsplan hanteringsalternativ hel reaktortank och segmenterad reaktortank, SKBdoc 1416421
2. Kostnadsprisindex, SKBdoc 1416422
3. Mammoet Cranes LR13000, SKBdoc 1416423
4. Mammoet Cranes PTC140-DS, SKBdoc 1410596

1 Inledning

Denna utredning gäller för BWR-reaktortankar exklusive interndelar. Vid rivning av kärnkraftverk finns det två huvudalternativ för omhändertagande av reaktortankar:

- Hel reaktortank
- Segmenterad reaktortank

BWR-reaktortankarna utan interndelar klassas som kortlivat avfall och är planerade att slutförvaras i SFR. Vid segmentering av reaktortankar förpackas delarna i fyrkokiller.

Utredningen redovisar kostnader och tidsåtgång för olika hanteringssteg samt skillnader mellan de båda alternativen genom att beskriva hela hanteringen från start rivning reaktortank (med antagandet att reaktortankarna är tomma) → transport på site → transport från site till SFR → transport på SFR → transport ner i SFR samt anpassning och förslutning av SFR.

Utredningen analyserar även eventuella kostnadsdrivare för respektive hanteringsalternativ samt möjliga kostnadsbesparingar.

2 Bakgrund och syfte

Omhändertagande av reaktortank från det att rivningen påbörjas på kärnkraftverket tills reaktortanken är placerad i SFR genomförs i flera hanteringssteg. Varje hanteringssteg är uppdelat i olika aktiviteter.

Ett antal utredningar finns sedan tidigare som beskriver hanteringen av hel respektive segmenterad reaktortank.

Kostnad och tid för respektive hanteringssteg skiljer sig åt mellan olika utredningar pga olika förutsättningar, erfarenheter, kostnadsmodell, omfattning för respektive hanteringssteg samt att olika referensrapporter har använts.

Denna rapport analyserar och beskriver hela hanteringskedjan för reaktortankarna från demontering vid kärnkraftverket till deponering i SFR för både hanteringsalternativ hel reaktortank och segmenterad reaktortank. I föreliggande rapport redovisas på ett tydligt sätt kostnaderna och tidsåtgången för respektive hanteringsalternativs hanteringssteg.

Syftet med utredningen är att ta fram en realistisk och entydig bedömning av tid och kostnad, med beaktande av svenska förhållanden, för hanteringsalternativen hel respektive segmenterad reaktortank.

Arbetsmiljö och dosbelastning till personal ingår ej i uppdraget för föreliggande rapport.

3 Metodik

Metodiken för denna utredning är baserad på det material som beställaren levererat i form av tidigare genomförda utredningar vilka beskriver hantering av reaktortankar.

Inläsning och analys av samtliga studier har genomförts. Notering av skillnader och frågor mellan rapporterna har gjorts.

För att få realistiska kostnads- och tidsuppskattningar för utlyft av hel reaktortank har kontakt tagits med kranleverantör. Information har även inhämtats från möten med Barsebäck Kraft AB (BKAB) samt med Ringhals AB (RAB), enligt avsnitt 4.1.

Kostnads- och tidsuppskattningar för segmenterad reaktortank är inhämtad från de studier som har genomförts av Westinghouse.

Hanteringsalternativen för hel respektive segmenterad reaktortank har delats upp i olika hanteringssteg.

I tidigare genomförda studier har omfattningen för respektive hanteringssteg varierat. Detta har medfört att en jämförelse av kostnaderna mellan hanteringsalternativen har varit svår att genomföra. I

föreliggande rapport har omfattningen av hanteringsstegen avgränsats så att en jämförelse skall kunna göras mellan respektive hanteringsalternativ. Detta genom att dela upp hanteringsstegen i aktiviteter som har tids- och kostnadsbedömts.

Rivning av reaktorbyggnaden med tillhörande system är beroende av att reaktortanken är borttagen. Rivning av reaktortanken ligger därför på den tidskritiska linjen vid rivning av anläggningen. Vid jämförelse av tidsåtgång mellan hantering av hel respektive segmenterad reaktortank är det tiden för den kritiska linjen för respektive alternativ som jämförs.

Sammanställning av tid och kostnader för respektive hanteringsalternativ har därefter gjorts.

Förutom referenserna i referenslistan, se kapitel 8, har följande underlag använts som arbetsmaterial vid framtagandet av denna rapport.

Tabell 3-1 Underlag.

Löpnummer	Underlag
A	Westinghouse, Decommissioning study of Forsmark 1 - 3, rev 0, 2011
B	Westinghouse, Decommissioning study of Oskarshamn 1 - 3, rev 0, 2011
C	Westinghouse, BKAB – Segmentering av interndelar och reaktortank på Barsebäck 1 och 2, Tids- och kostnadsuppskattning, SEW 09-344, rev 0, november 2009

4 Beskrivning av hanteringsalternativ för reaktortank

4.1 Förutsättningar och avgränsningar

Tilldelad information från beställaren är den information som analyseras och som ligger till grund för denna rapport.

Information från möten med BKAB och RAB samt från leverantörer har också använts i denna rapport.

Rapporten redovisar ej i detalj hur utlyft eller segmenteringen av reaktortanken utförs.

Det förutsätts att hela reaktortanken inklusive reaktortanklocket demonteras vid jämförelse mellan de olika hanteringsalternativen.

För att på ett entydigt sätt kunna jämföra respektive hanteringsalternativ har det i denna utredning förutsatts att samtliga interndelar är segmenterade och uttransporterade från reaktorbyggnaden samt att reaktorhallen är iordningställd för kommande hantering av reaktortanken.

Vidare förutsätts att nödvändiga förberedelser inför hantering av reaktortank är genomförda så som att intilliggande byggnader är rivna i den omfattning som erfordras.

Transportvägar mellan reaktorbyggnaderna och hamnen vid respektive site förutsätts kunna användas vid uttransport av reaktortankarna utan någon form av modifiering.

Följande egenvikt hos reaktortankarna har i denna utredning använts:

Tabell 4-1 Reaktortankarnas vikter inklusive reaktortanklock.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Vikt (ton)	530	530	705	705	760	414	530	760	550

4.2 Hel reaktortank

4.2.1 Inledning

Det finns olika metoder för uttransport av hel reaktortank från reaktorbyggnaden. BKAB har tillsammans med Scanscot tagit fram en rapport, se Scanscot (2009), som redovisar tre olika

hanteringsalternativ för uttransport av hel reaktortank; ”Med lyftkran genom yttertaket”, ”Uttransport med lanseringsutrustning”, ”Nedsänkning inom reaktorinneslutningen”. Scanscots rapport är baserad på offerter från entreprenörer. Scanscots hanteringsalternativ skulle mycket väl kunna vara applicerbara för flera reaktorer.

I Scanscot (2009) redovisas för- och nackdelar för respektive alternativ. Enligt rapporten är skillnaden i kostnader för respektive hanteringsalternativ liten.

I övriga framtagna rapporter som beskriver utlyft av hel reaktortank har man baserat kostnaderna på en tidigare framtagna studie från TLG som redovisar utlyft av reaktortanken(PWR) i Trojan USA (Griffiths 2005). Anpassning har i de svenska studierna sedan gjorts till BWR-reaktor och till svenska förhållanden. I Farias et al. (2008) har man för beräkning av rivningskostnaderna för hel reaktortank för de olika kärnkraftverken i Sverige använt sig av en skalningsfaktor baserad på reaktortankarnas vikt. Att skala rivningskostnaderna med avseende på reaktortankarnas vikt ger ej en rättvisande kostnadsbild. Detta då huvuddelen av rivningskostnaderna är oberoende av storleken på reaktortanken.

För att få en mer noggrann och tillförlitlig analys har föreliggande rapport därför baserats på Scanscots rapport (Scanscot 2009), som är mer detaljerad och ger en bättre entydig kostnadsbild än de studier som är baserade på TLG:s studie. För aktuella kostnads- och tidsuppgifter som kopplar mot kranaktiviteter har information inhämtats från kranleverantör.

Utlyft av reaktortank med kran genom yttertak beskrivs i ett flertal tidigare framtagna rapporter. Kostnads- och tidsredovisning för detta alternativ redovisas i rapporterna och det finns därmed ett mer omfattande underlag för detta hanteringsalternativ jämfört med övriga hanteringsalternativ som presenteras i Scanscots rapport. I föreliggande rapport redovisas därför hanteringsalternativet ”Med lyftkran genom yttertaket”.

Scanscots hanteringsalternativ för hel reaktortank ”Nedsänkning inom reaktorinneslutningen” kan vara ett aktuellt alternativ, men behöver utredas ytterligare.

Även Sweco har för BKAB:s räkning tagit fram ett hanteringsalternativ för hel reaktortank där reaktorhallstraversen utnyttjas för utlyft av reaktortanken. Detta alternativ har ej varit tillgängligt vid genomförande av föreliggande rapport. Alternativet liknar Scanscots alternativ ”Nedsänkning inom reaktorinneslutningen”.

4.2.2 Antaganden

Scanscots rapport är baserad på offerter från entreprenörer och är framtagna för B1 och B2. Föreliggande utredning anser att Scanscots framtagna kostnads- och tidsredovisning är trovärdig, men att vissa tillägg erfordras, se avsnitt 6.2, för att vara heltäckande.

Aktiviteternas tidsåtgång i hanteringssteg Demontering och Utlyft antas vara oberoende av vilken reaktortank som demonteras och lyfts ut.

De förutsättningar som är angivna i Scanscot (2009) för ”Med lyftkran genom yttertaket” har i föreliggande rapport antagits gälla för hanteringssteg Demontering och utlyft av hel reaktortank. Utlyft av reaktortank antas ske under sommarhalvåret.

Det antas att de administrativa förberedelserna inklusive beställarens projektorganisation kan uppskattas till lika stora oberoende val av hanteringsalternativ(hel- respektive segmenterad reaktortank). Beställarens projektorganisations förberedande arbete fram till start av kritisk linje antas till 15 veckor.

För att uppfylla IAEA:s fastställda dosvärden, maximalt 2 mSv/h i ytdosrat samt maximalt 0,1 mSv på ett avstånd på 2 m, för transport av hel reaktortank antas det att en strålskärm, tjocklek 75 mm, monteras vid härdregionen på reaktortanken. Strålskärm antas ej behövas för reaktortankarna B1 och B2, då radioaktiviteten för dessa reaktortankar har klingat av till dess att transport kommer att ske. För övriga reaktortankar planeras transport att ske relativt snabbt efter det att driften av reaktortanken har upphört och bränslet samt interndelarna har avlägsnats.

Sändningar av tillverkade föremål, vilka kan innehålla radioaktiva ämnen, där överensstämmelse med någon bestämmelse för transport av radioaktiva ämnen inte är möjlig, får enligt Transportstyrelsen endast transporteras enligt särskild överenskommelse (Special Arrangement) (TSFS 2009:91). Reaktortankarna antas i föreliggande rapport kunna gå som "Special Arrangement". Liknande arrangemang har tidigare genomförts vid transport av ånggeneratorer från Ringhals.

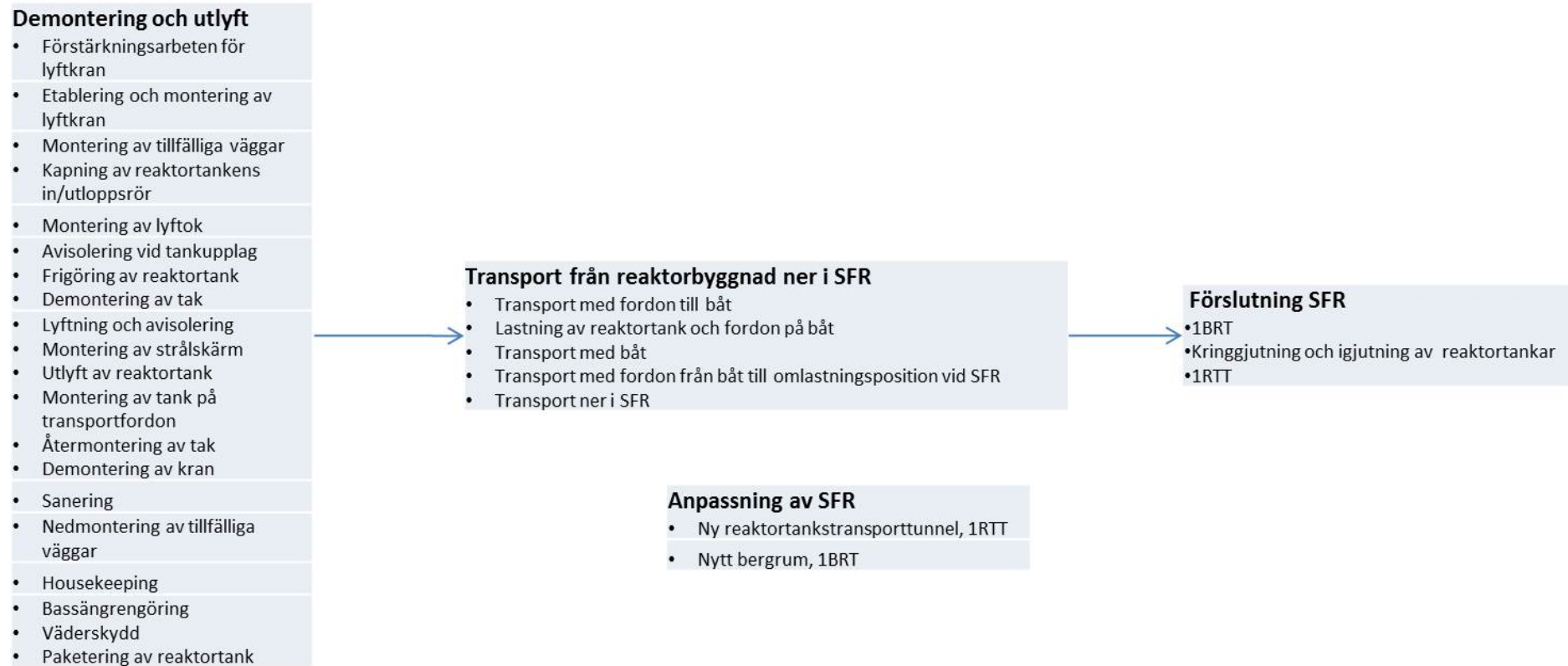
Transport av reaktortankarna till SFR antas ske med roll-on/roll-off fartyg.

Transportfordon som används vid transport av reaktortanken från reaktorbyggnaden till SFR, gäller för samtliga reaktorer, antas vara anpassat till tillåten markbelastning. Det antas även att en omlastning till ett transportfordon som är anpassat för transport ner i SFR måste ske. Denna omlastning antas ske vid SFR. Samtliga transportfordon för transport av hela reaktortankar hyrs in.

4.2.3 Hanteringssekvens

I figur 4-1 nedan redovisas samtliga hanteringssteg och aktiviteter vid hantering av hel reaktortank.

Hel reaktortank



Figur 4-1. Hanteringsschema hel reaktortank.

Demontering och utlyft

Utlyft av reaktortank sker med lyftkran. För att kunna genomföra detta lyft krävs förberedande arbeten utanför reaktorbyggnaden så som förstärkningsarbete av mark samt etablering av lyftkran.

Kapning av reaktortankens in/utloppsrör görs i samband med förberedelserna inför lyft.

Inför utlyftet av reaktortanken genomförs även förberedande arbeten i reaktorhallen. Reaktorhallens tak öppnas upp och takstolar demonteras. Reaktortanken avisoleras samt en strålskärm monterar runt härdregionen på reaktortanken för att uppfylla gällande transportbestämmelser. Montage av strålskärm kommer dock ej att krävas för B1 och B2 då aktiviteten hos dessa reaktortankar är låg (dialog med BKAB).

Under hela demonteringen och utlyft sker kontinuerlig mätning och dosratskontroll.

Vid utlyft av reaktortanken placeras denna på vaggor på utsidan av reaktorbyggnaden. Reaktortanken täcks här över med ett väderskydd så att reaktortanken kan målas och paketeras inför kommande transport.

När detta är gjort påbörjas återställandet av reaktorhallen inför kommande rivningsaktiviteter.

Avetablering av lyftkran påbörjas när reaktortanken har placerats på vaggorna samt när takstolarna på reaktorbyggnaden är på plats.

Transport av reaktortank från utsida reaktorbyggnad ner i SFR

Reaktortanken transporteras därefter från reaktorbyggnaden till fartyget i hamnen på respektive site. Transportfordonet för transport av reaktortanken från reaktorbyggnaden är en mångaxlig fordonskombination som är anpassad för att klara tillåten markbelastning för transport från reaktorbyggnaden till fartyget. Fartyget är ett roll-on/roll-off fartyg. Dessa typer av fartyg har Ringhals använt vid transport av ånggeneratorer till Studsvik och de har positiva erfarenheter av fartygen (dialog med RAB). Fartygen kan ta en hel reaktortank inklusive transportfordon.

Därefter utförs transport av reaktortanken från site till hamnen vid Forsmark. Vid ankomst till hamnen vid SFR sker sedan transport med den mångaxliga fordonskombinationen till en omlastningsposition vid SFR.

Omlastningspositionen används för omlastning till nytt transportfordon i de fall då befintligt transportfordon, som används för transport av reaktortanken från site till SFR, ej är anpassat för transport ner i SFR.

För F1 – F3 sker transport av reaktortankarna med en mångaxlig fordonskombination direkt från reaktorbyggnaderna till omlastningspositionen vid SFR alternativt direkt ner i SFR om transportfordonet är anpassat för detta.

Reaktortanken transporteras, via reaktortanktransporttunnel (1RTT), ner till förutbestämd plats i bergrummet för reaktortankar (1BRT) i SFR. När deponering av reaktortanken är genomförd körs transportfordonet ut ur SFR.

Anpassning av SFR

För att kunna slutförvara hela reaktortankar i SFR kommer en anpassning av SFR att behöva göras. SKB planerar att uppföra en reaktortransporttunnel, 1RTT, stor nog för att kunna transportera ner hela reaktortankar, samt ett bergrum, 1BRT, för deponering av hela reaktortankar.

Förslutning

Förslutning av bergrum 1BRT och reaktortransporttunnel 1RTT i SFR kommer att ske i samband med förslutning av övriga SFR. I samband med förslutning av BRT sker kringgjutning och igjutning av reaktortankarna.

4.3 Segmentering av reaktortank

4.3.1 Inledning

I preliminära rivningsstudier för F1- F3 och O1- O3 (underlag A och B i tabell 3-1), R1 (SKB 2013a) samt i underlag C i tabell 3-1 redovisas tids- och kostnadsuppskattning för segmentering av hel reaktortank. Tidsåtgången för segmenterad reaktortank är i föreliggande rapport inhämtad från de preliminära rivningsstudierna för F1 – F3, O1 – O3 samt underlag C i tabell 3-1.

Kostnadsuppskattning har baserats på underlag C i tabell 3-1 då den på ett tydligt sätt beskriver kostnadsposterna för hela segmenteringen i detalj.

4.3.2 Antaganden

Det antas att segmenterad reaktortank paketeras i fyrkokiller och att hantering av fyrkokillerna sker med ett framtaget hanterings- och transportsystem till SFR.

För att kunna genomföra en tids- och kostnadsoptimerad segmentering förutsätts att möjlighet finns till mellanlagring av fyrkokiller på respektive site. För mellanlagring av fyrkokiller på BKAB antas att en mellanlagringsbyggnad kommer behöva upprättas (dialog med BKAB). För F1, F2 och F3 antas att fyrkokillerna kan transporteras direkt från reaktorbyggnaden ner till SFR. Det antas att BFA på OKG kan användas för mellanlagring av fyrkokiller från O1, O2 och O3. På Ringhals finns det möjlighet att mellanlagra i befintliga byggnader (dialog med RAB).

Transport av fyrkokiller antas ske med godkänd transportbehållare som kan lasta 2 st fyrkokiller.

4.3.3 Hanteringssekvens

I figur 4-2 nedan redovisas samtliga hanteringssteg och aktiviteter vid hantering av segmenterad reaktortank.

Segmenterad reaktortank



Figur 4-2. Hanteringsschema segmenterad reaktortank.

Segmentering

Segmentering av reaktortanken påbörjas med förberedande arbeten i reaktorhallen. Segmenteringen utförs enligt respektive rivningsstudie och segmenterad reaktortank placeras i fyrkokiller, vilka därefter transporteras ut ur reaktorbyggnaden med transportbehållare.

Under hela segmenteringen sker kontinuerlig radiologisk mätning och doskontroll.

Efter att segmenteringen är avslutad påbörjas återställandet av reaktorhallen inför kommande rivningsaktiviteter.

Transport av fyrkokiller från reaktorbyggnad ner i SFR

Transportbehållaren transporteras från reaktorbyggnaden med SKB:s terminalfordon till mellanlager i väntan på båttransport till hamnen i Forsmark. Då det finns ett begränsat antal transportbehållare är det viktigt att dessa finns tillgängliga för transport av fyrkokiller, vilket annars skulle kunna leda till förseningar i segmenteringen av reaktortanken. För att minimera antalet båttransporter från site till hamnen i Forsmark med M/S Sigrid sker dessa i kampanjer.

Från mellanlagret på site transporteras fyrkokiller i transportbehållare till M/S Sigrid med SKB:s terminalfordon. Vid ankomst till hamnen vid Forsmark transporteras transportbehållarna direkt ner i SFR med SKB:s terminalfordon för inlastning i 2BMA.

Anpassning av SFR

Tilltänkt berggrum i SFR för slutförvaring av fyrkokiller innehållande segmenterade reaktortankar är berggrum 2BMA. Nuvarande planerade berggrum 2BMA har inte plats för fyrkokiller innehållande segmenterade reaktortankar. En utbyggnad av 2BMA kommer att krävas som motsvarar volymen för samtliga fyrkokiller innehållande segmenterade reaktortankar. Befintlig nedfartstunnel kommer kunna användas för transport av fyrkokiller ner i SFR.

Förslutning

Förslutning av utbyggd del av berggrum 2BMA i SFR kommer att ske i samband med förslutningen av övriga SFR.

5 Tidsuppskattning

Enligt kraftbolagens rådande planering (SKB 2013b) kommer reaktortankarna från B1 och B2 att kunna hanteras i tät följd i anslutning till varandra. Samma förfarande gäller för reaktortankarna F1 och F2. För övriga reaktortankar kommer utlyft av reaktortankarna ej ske i tät följd (uttag av annan reaktortank) på samma site.

5.1 Hel reaktortank

5.1.1 Hanteringssekvens

Den kritiska linjen vid hantering av hel reaktortank är den tid som aktiviteter genomförs i reaktorhallen. När dessa aktiviteter är slutförda kan övrig rivning i reaktorhallen påbörjas.

Hantering av hel reaktortank redovisas utförligt i flera rapporter så som Scanscot (2009), Farias et al. (2008) och SKBdoc 1335231 samt i underlag B i tabell 3-1. I föreliggande rapport har endast tidsåtgången för hanteringssteg Demontering och utlyft beräknats vilken huvudsakligen är baserad på Scanscots rapport men information har även inhämtats från bl a leverantörer. Tidsåtgång för övriga hanteringssteg redovisas inte då dessa hanteringssteg ej påverkar den kritiska linjen för reaktorhallen.

Demontering och utlyft

En generell tidsplan är framtagen för detta hanteringssteg, se bilaga 1.

Tidsplanen är uppdelad i förberedande arbeten, arbeten som genomförs i reaktorhallen samt avetablering utanför reaktorbyggnaden.

Tidsåtgången för respektive aktivitet antas i princip vara oberoende av storlek på reaktortanken.

I tidsplanen i bilaga 1 redovisas tidsåtgången för samtliga aktiviteter i detta hanteringssteg.

I samband med lyftet av reaktortanken kommer arbetet till stora delar ske i 3-skift med ett stort antal resurser.

Montering av strålskärm runt härdregionen på reaktortanken kommer ej att krävas för B1 och B2 för att uppfylla gällande transportbestämmelser.

Tidsåtgången för den kritiska linjen för Demontering och utlyft av hel reaktortank är uppskattad till 11 veckor.

5.2 Segmentering av reaktortank

5.2.1 Hanteringssekvens

Segmentering

Den kritiska linjen för segmentering av reaktortank är under den tid som aktiviteter genomförs i reaktorhallen. Segmenteringens kritiska linje är uppdelad i förberedande arbeten i reaktorhallen, segmentering av reaktortanken samt städning i reaktorhallen.

Tidsåtgången för Segmentering av reaktortank inklusive reaktortanklocket är inhämtade från underlag redovisade i tabell 3-1.

I de preliminära rivningsstudierna (underlag A och B i tabell 3-1) för F1- F3 och O1- O3 har man redovisat tidsåtgången för segmentering av reaktortanken. I dessa tidsplaner ingår ej tidsåtgången för segmentering av reaktortanklocket. Tidsåtgången för segmentering av reaktortanklocket har i föreliggande rapport medtagits vid redovisning av antalet veckor för segmenteringen(kritisk linje).

Tidsåtgång för avisolering av reaktortanken är ej redovisad för samtliga reaktortankar i underlag A och B i tabell 3-1. För B1/B2 är i Westinghouse (2009) tidsåtgången för avisolering beräknad till ca 40 dagar medan motsvarande tidsåtgång för O1 i underlag B i tabell 3-1 är beräknad till 20 dagar. För jämförelse av segmenteringens kritiska linje mellan olika reaktortankar har tidsåtgången för avisolering av reaktortanken i föreliggande rapport antagits till 20 dagar för F1, F2, F3, O2 och O3.

För R1 finns det i tidigare framtagen rapport (SKB 2013a) ingen detaljerad tidsplan för segmentering av reaktortanken redovisad. Då reaktortanken är något större än reaktortanken på B1, B2 och O2 samt något mindre än reaktortanken på F1 och F2 har det antagits att antalet dagar för den kritiska linjen för segmentering av reaktortanken för R1 är 3 veckor längre än för O2.

Tidsåtgången för detta hanteringssteg är uppskattat till:

Tabell 5-1 Tidsåtgång för segmentering av reaktortank.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Segmentering (kritisk linje), veckor	52	52	62	62	64	50	56	64	59

5.3 Sammanställning

Tidsåtgången för respektive hanteringsalternativ redovisas i tabell 5-2 nedan.

Tabell 5-2 Sammanställning kritisk linje för hanteringsalternativ hel- respektive segmenterad reaktortank.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Tidsåtgång i reaktorhall för Demontering och utlyft av hel reaktortank (kritisk linje), veckor	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Segmentering (kritisk linje), veckor	52	52	62	62	64	50	56	64	59

6 Kostnadsuppskattning

6.1 Allmänt

Kostnadsredovisningen i denna rapport är i 2010 års penningvärde. Kostnadsprisindex som används är samma som används i Plan 2013, se bilaga 2.

Vid kostnadsberäkningarna har en kronkurs på 9 kr/Euro använts.

Timpris för personal har inhämtats från SKB (2013c).

6.2 Hel reaktortank

För att kunna uppskatta den totala kostnaden för hantering av en reaktortank har kostnaderna för varje hanteringssteg uppskattats genom att jämföra tidigare genomförda utredningar.

Redovisade kostnader inkluderar samtliga entreprenörskostnader för respektive hanteringssteg då entreprenörerna ansvarar för bemanning under respektive hanteringssteg.

Samtliga kostnader är redovisade utan contingency om inget annat anges.

Demontering och utlyft

Kostnaderna för Demontering och utlyft av hel reaktortank med lyftkran redovisas i Scanscot (2009) till ca 55 MSEK/reaktor för B1 och B2. Motsvarande kostnad för B1 och B2 blir enligt Farías et al. (2008) ca 142 MSEK/reaktor. Skillnaden i kostnad beror bl a på att beräkning av kostnaderna i Scanscot (2009) är baserad på offerter från leverantörer medan kostnaderna i referens Farías et al. (2008) är baserade på TLG:s kostnadsberäkningar från det amerikanska Trojan-projektet (Griffiths 2005) där skalningsfaktorer har använts.

Reaktortankarnas vikt inklusive strålskärm uppskattas till:

Tabell 6-1 Reaktortankarnas vikt med och utan strålskärm.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Reaktortanksvikt, ton	530	530	705	705	760	414	530	760	550
Reaktortanksvikt inklusive strålskärm (75 mm), ton	530	530	800	800	855	494	619	855	640

Samtliga uppskattade rivningskostnader i detta hanteringssteg antas i omfattning vara i princip samma oberoende av storlek på reaktortanken förutom de kostnader som är kopplade till den lyftkran som skall lyfta reaktortanken samt behov av strålskärm. Storlek på lyftkran varierar beroende på reaktortankens vikt men även lyftkranens utlägg samt lyfthöjd är viktiga parametrar.

Rivningskostnaden för Demontering och utlyft av reaktortank utgörs till stor del av kostnaden för lyftkran. Då reaktortankarna i Sverige har olika vikt krävs det olika typer av lyftanordningar för hantering av hel reaktortank. Scanscots kostnadsredovisning är baserad på offerter från leverantörer/entreprenörer och anses trovärdiga. Diskussion har förts med Mammoet Cranes angående olika lyftkranar, användningsområde samt kostnad för lyft av reaktortankarna. Mammoet Cranes har två olika typer av kranar som skulle kunna vara aktuella. Reaktortanken på B1, B2, O1, O2 och R1 kan lyftas ut med samma typ av lyftkran sk Crawler Crane medan för F1, F2, F3 samt O3 används en större lyftkran, så kallad ringkran, se bilaga 3 och 4.

Kostnaderna för detta hanteringssteg har i denna utredning baserats på Scanscot (2009) med tillhörande offerter samt beaktande av ny information efter dialog med Mammoet Cranes, se tabell 6-2.

I projekt i konventionella industrin uppskattar man normalt att projektadministrationen uppgår till ca 12-15 % av projektkostnaden. Projektadministrationen antas därför i föreliggande rapport till 15 % av projektkostnaden vid utlyft av hel reaktortank. Det kan noteras att i Scanscot (2009) används lyftkran av typ Crawler Crane för B1 och B2 vilket resulterar i en högre kostnad.

Tabell 6-2 Kostnad för utlyft av reaktortank.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Kostnad för utlyft av reaktortank motsvarande Scanscots redovisning, MSEK	47	47	51	51	51	47	47	51	47

Scanscots kostnadsredovisning för utlyft av reaktortank med lyftkran redovisar ett antal aktiviteter. För att kunna jämföra kostnaden för Demontering och utlyft av hel reaktortank med Segmentering av reaktortank behöver vissa kostnadsposter läggas till samt dras av för heltanksalternativet som Scanscot har redovisat.

Tillkommande aktiviteter i reaktorhallen för utlyft av hel reaktortank jämfört med de aktiviteter som har redovisats i Scanscots rapport är:

- Kapning av reaktortankens in/utloppsrör
- Demontering av isolering
- Frigöring av reaktortank
- Försegling och radiologisk avsökning av tanken
- Montering av strålskärm
- Sanering
- Housekeeping
- Bassängrengöring

Kostnaden för utförande av aktiviteterna ovan redovisas i tabell 6-3.

Tabell 6-3 Kostnad för tillkommande aktiviteter.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Kostnad för tillkommande aktiviteter, MSEK	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Aktiviteten Montering av strålskärm är ej aktuell för B1 och B2.

Kostnad för strålskärm ingår ej i Scanscots kostnadsuppskattning. Strålskärmen antas bestå av en 75 mm tjock plåt, se Scanscot (2009), som monteras kring reaktortankens härdregion. Beräknad kostnad för en strålskärm inklusive konstruktion, tillverkning och material uppskattas till 35 kr/kg, se tabell 6-4.

Tabell 6-4 Kostnad för strålskärm.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Kostnad för strålskärm, MSEK	0	0	3	3	3	3	3	3	3

I Scanscots kostnadsredovisning ingår kostnaden för Transport till hamn samt kostnaden för vaggor till reaktortanken. Dessa kostnader skall dras av från den kostnadsuppskattning som Scanscot har redovisat. Kostnaden redovisas istället under hanteringssteget Transport av reaktortank från reaktorbyggnaden ner i SFR.

Kostnaderna för hanteringssteget Demontering och utlyft redovisas, med ovan resonemang och tilläggskostnader samt avdrag, i tabell 6-5.

Tabell 6-5 Totalkostnad för hanteringssteg Demontering och Utlyft av hel reaktortank.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Totalkostnad för hanteringssteg Demontering och utlyft, MSEK	52	52	59	59	59	55	55	59	55

Transportkostnad av reaktortank från reaktorbyggnad ner i SFR

Transport av reaktortanken från reaktorbyggnaden ner i SFR sker via en omlastningsposition vid SFR för omlastning till nytt fordon. Efter omlastning sker transport ner i SFR.

Kostnader för transport av hel reaktortank från reaktorbyggnad ner i SFR redovisas i tabell 6-6.

Tabell 6-6 Kostnad för transport av hel reaktortank från reaktorbyggnad ner i SFR.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Kostnad för transport av reaktortank från reaktorbyggnad ner i SFR, MSEK	6	6	3	3	3	6	6	6	6

Följande kostnadsposter ingår i kostnaderna ovan:

- Kostnad för upplagsbalkar
- Kostnad för hyra av transportfordon från reaktorbyggnad till omlastningsposition vid SFR
- Kostnad för båttransport
- Kostnad för omlastning till nytt transportfordon
- Kostnad för hyra av transportfordon från omlastningsposition ner i SFR

Reaktortankarna från F1, F2 och F3 transporteras direkt från reaktorbyggnaden till omlastningspositionen vid SFR.

Anpassning av SFR

Kostnad för uppförande av bergsal 1BRT för reaktortankarna samt reaktortransporttunneln 1RTT har inhämtats efter dialog med PSU. Kostnaderna fördelas lika mellan reaktortankarna, se tabell 6-7.

Tabell 6-7 Kostnad för anpassning av SFR.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Anpassning av SFR, MSEK	30	30	30	30	30	30	30	30	30

Förslutning av SFR

Projekt SFR Utbyggnad (PSU) anser att kostnaden för förslutning av bergsal 1BRT är lika stor som kostnaden för förslutning av del i bergtrum 2BMA där fyrkokillerna innehållande segmenterade reaktortankar kommer vara placerade. Förslutningskostnaden av 1BRT sättes därför till 0 kr. Kringgjutning samt igjutning av hela reaktortankar planeras dock i 1BRT. Kostnaderna för detta samt kostnad för förslutning av reaktortanktransporttunneln 1RTT fördelas lika mellan reaktortankarna och redovisas i tabell 6-8 nedan.

Tabell 6-8 Förslutningskostnad i bergtrum 1BRT samt tunnel 1RTT i SFR.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Kring- och igjutning av reaktortankar i 1BRT, MSEK	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Förslutning av 1RTT, MSEK	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Summa, MSEK	11	11	11	11	11	11	11	11	11

6.3 Segmentering av reaktortank

För att kunna uppskatta den totala kostnaden för segmentering av en reaktortank inklusive reaktortanklock har kostnaderna för varje hanteringssteg uppskattats genom att jämföra tidigare genomförda utredningar (underlag A och B i tabell 3-1).

Redovisade kostnader inkluderar samtliga entreprenörskostnader för respektive hanteringssteg då det är entreprenörernas ansvar för bemanning under respektive hanteringssteg.

Segmentering

Underlag C i tabell 3-1 redovisar på ett tydligt sätt vilka kostnadsposter som ingår i kostnadsuppskattningen för hanteringssteg Segmentering av reaktortankarna för Barsebäck 1 och 2. Kostnaderna för hanteringssteg Segmentering av reaktortanken är i föreliggande rapport baserad på kostnadsredovisningen i underlag C i tabell 3-1. Genom att jämföra kostnadsposterna i underlag C i tabell 3-1 med redovisade kostnadsposter i förekommande preliminära rivningsstudier för F1- F3 och O1- O3 (underlag A och B i tabell 3-1) har följande kostnadsposter framkommit:

- Konstruktion och tillverkning
- Segmentering
- Avfallsbehållare (fyrkokiller)
- Projektadministration

I kostnadspost ”Konstruktion och tillverkning” ingår konstruktionsarbete för framtagande av segmenteringsutrustning, tillverkning av segmenteringsutrustning, provning av utrustning och utbildning av personal samt framtagande av kap- och packningsplan (underlag C i tabell 3-1). Kostnaderna som redovisas i underlag C (tabell 3-1) för denna kostnadspost anses trovärdiga. Kostnaderna för detta konstruktionsarbete redovisas i tabell 6-10. För B1 och B2 kommer reaktortankarna att demonteras efter varandra, vilket medför att konstruktionskostnaderna kan fördelas lika mellan reaktortankarna. Motsvarande kostnadsbesparing kan även göras för reaktortankarna på F1 och F2.

Kostnaden för kostnadspost ”Segmentering” antas vara skalningsbar mellan de olika reaktortankarna med avseende på hur lång tid respektive segmentering tar. Kostnaden som har använts vid skalning av denna kostnadspost är hämtad från underlag C i tabell 3-1, i vilken kostnaderna för segmentering av B1 och B2 redovisas.

Segmenterad reaktortank paketeras i reaktorhallarna i fyrkokiller och transporteras därefter ut från reaktorbyggnaden.

I tabell 6-9 nedan redovisas antalet fyrkokiller som kommer att behövas om hela reaktortanken med reaktortanklock segmenteras och placeras i fyrkokiller.

Tabell 6-9 Antal fyrkokiller vid segmentering av reaktortank.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Antal fyrkokiller innehållande reaktortank (SKBdoc 1335231)	78	78	99	99	107	58	78	107	89

Kostnaden för en fyrkokill varierar i blockstudierna mellan 92 000 – 150 000 kr/fyrkokill. Då fyrkokillen i dagsläget ej finns framtagen så antas det i föreliggande rapport att kostnaden för en fyrkokill är 120 000 kr/fyrkokill.

Då det i föreliggande rapport förutsätts att ett hanteringssystem för fyrkokiller finns framtaget, redovisas inga kostnader för detta.

I underlag C i tabell 3-1 har kostnaden för projektadministration för entreprenörer uppskattats till ca 5 % av projektkostnaden, vilket bedöms vara lågt. I projekt i konventionella industrin uppskattar man normalt att projektadministrationen uppgår till ca 12-15 % av projektkostnaden. Då segmenteringen av en hel reaktortank är komplex och krävande så bör projektadministrationen uppgå till minst 15 % av projektkostnaden.

Totalkostnaden för detta hanteringssteg med ovan resonemang redovisas i tabell 6-10.

Tabell 6-10 Totalkostnad för hanteringssteg Segmentering av reaktortank.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Konstruktion, MSEK	15,0	15,0	15,0	15,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Segmentering, MSEK	70,0	70,0	83,5	83,5	86,2	67,3	75,4	86,2	79,5
Fyrkokiller, MSEK	9,4	9,4	11,9	11,9	12,8	7,0	9,4	12,8	10,7
Projektadministration(15% av totalkostnad), MSEK	14,2	14,2	16,6	16,6	19,4	15,6	17,2	19,4	18,0
Totalt, MSEK	109	109	127	127	148	120	132	148	138

Transport från reaktorbyggnad ner i SFR

Reaktortankarna segmenteras och paketeras i fyrkokiller. Fyrkokillerna placeras därefter i en transportbehållare som kan lasta 2 st fyrkokiller. Transport av fyrkokillerna från reaktorbyggnaden sker därefter med SKB:s terminalfordon.

Då det i föreliggande rapport förutsätts att transportbehållare finns framtagna redovisas ej denna kostnad i denna rapport.

Antalet fyrkokiller från respektive reaktortank framgår av tabell 6-9.

Någon kostnad för användandet av SKB:s terminalfordon från reaktorbyggnad ner i SFR har SKB ej kunnat redovisa. I föreliggande rapport har denna kostnad beräknats för respektive site med avseende på bränslekostnad och personalkostnad. Kostnaden är dock behäftad med stor osäkerhet.

Transportlogistiken för fyrkokiller på site kommer att kräva att det finns ett mellanlager tillgängligt. BKAB är den anläggning där det kommer att krävas en ny byggnad för mellanlagring av fyrkokiller.

Antalet fyrkokiller från B1 och B2 innehållande segmenterade reaktortankar är totalt ca 156st vilket motsvarar en volym på ca 1080 m³. Kostnad för ett mellanlager som rymmer denna volym uppskattas till 30 MSEK (BKAB 2013).

Generell schablonkostnad/båttransport med M/S Sigrid från OKG, BKAB eller RAB till SFR har ej kunnat presenteras av SKB. I föreliggande rapport har transportkostnaden för en transport med M/S Sigrid från site till hamnen vid Forsmark beräknats med hänsyn taget till lotskostnad, transportavstånd, bränslekostnad samt personalkostnad. Kostnadsuppskattningen för båttransport med M/S Sigrid är dock osäker.

För transport av fyrkokiller från F1, F2 och F3 så sker denna transport direkt från reaktorbyggnaden ner i SFR.

Totalkostnad för transport och logistik av samtliga fyrkokiller från reaktorbyggnad ner i SFR redovisas i tabell 6-11 nedan. I dessa kostnader ingår transport på site, båttransport från site till hamnen i Forsmark samt transport från båt ner i SFR. I tabell 6-11 ingår för B1 och B2 kostnad för uppförande av mellanlager.

Tabell 6-11 Kostnad för transport av samtliga fyrkokiller från reaktorbyggnad ner i SFR.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Kostnad för transport av samtliga fyrkokiller från reaktorbyggnaden ner i SFR, MSEK	17,0	17,0	0,4	0,4	0,4	1,0	2,0	3,0	3,0

Anpassning av SFR

Fyrkokiller innehållande segmenterad reaktortank är planerad att slutförvaras i bergrum 2BMA i utbyggt SFR. För att slutförvara fyrkokillerna krävs det att bergrum 2BMA byggs ut.

Kostnaden för utbyggnad av bergrum 2BMA i SFR har inhämtats från PSU. Kostnaderna fördelas lika mellan reaktortankarna, se tabell 6-12 nedan.

Tabell 6-12 Kostnad för anpassning av SFR.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Kostnad för anpassning av SFR, MSEK	11	11	11	11	11	11	11	11	11

Förslutning SFR

Förslutningskostnaden för utbyggd del av bergrum 2BMA i utbyggt SFR som upptas av fyrkokiller innehållande segmenterade interndelar antas av PSU motsvara kostnaden för förslutningen av bergrum 1BRT, vilket medför att dessa kostnader sättes till 0 kr.

Någon annan förslutningskostnad kopplade till fyrkokiller innehållande segmenterad interndelar är av PSU i dagsläget inte identifierad.

6.4 Kostnadsdrivare

Ett antal risker avseende på kostnadsdrivare har identifierats för respektive hanteringsalternativ. Totalkostnaden ökar för respektive hanteringsalternativ om en eller flera av kostnadsdrivarna nedan faller ut. Flertalet av identifierade kostnadsdrivare kan minimeras genom god planering.

6.4.1 Hel reaktortank

- Tillgång till lyftkran är begränsad; Utlyft av reaktortank kräver lyftkran med stor lyftkapacitet och ett fåtal entreprenörer av dessa lyftkranar finns att tillgå.
- Acceptanskriterier i detalj för reaktortanken som slutförvarskolli ej fastställt; Exempelvis osäkerhet i hur röranslutningar skall förslutas.
- Kapning och försegling av anslutningar och genomföringar på reaktortanken i aktiv miljö; Komplicerat arbete och begränsat antal entreprenörer.
- Demontage av inkapslad isolering, som är radioaktiv och som innehåller asbest; Komplicerat arbete och begränsat antal entreprenörer.
- Utlyft av hel reaktortank genom yttertaket är väderberoende; Utlyft bör ske under sommarhalvåret. Starka vindar kan medföra att utlyftet försenas. Då reaktorhallstaket delvis är demonterat kan kraftigt regn medföra att utlyftet av reaktortanken tillfälligt får stoppas.
- Tillgång till transportfordon; Specialfordon krävs för transport av hel reaktortank. Ett begränsat antal entreprenörer finns inom detta område.
- Tillgång till fartyg för transport av hel reaktortank från respektive site till hamnen i Forsmark; Specialfartyg krävs vilka kan ha hög beläggning.

6.4.2 Segmenterad reaktortank

- Tillgänglighet hos segmenteringsentreprenör; Antalet entreprenörer som arbetar med segmentering av aktivt material är begränsat. Ett stort antal reaktorer kommer inom de närmaste årtiondena att rivas.
- Kapning och försegling av anslutningar och genomföringar på reaktortanken i aktiv miljö; Komplicerat arbete och begränsat antal entreprenörer.
- Demontage av inkapslad isolering, som är radioaktiv och innehåller asbest; Komplicerat arbete och begränsat antal entreprenörer.
- Genomförandet av segmenteringen tar lång tid; Ökad risk för problem med kaputrustning som kan medföra förseningar.

- Rening av vatten i reaktorhallsbassänger i samband med segmentering av reaktortank; Dåligt siktdjup medför krav på bättre vattenrening och kan orsaka förseningar.
- Kostnad för fyrkokill; Fyrkokillen är i dagsläget ej framtagen och slutkostnaden för denna behållare är därför oklar.
- Transportbehållare framtagna/tillgängliga; Transportbehållare ej framtagen i tid. Kan orsaka förseningar. I dagsläget är det ej klarställt vilken transportbehållare som är tänkt att användas för transport av fyrkokiller.

6.5 Contingency

Contingency är benämning på ospecificerade kostnader inom projektet som av erfarenheter med stor sannolikhet kan uppstå.

Contingencyfaktorer i föreliggande rapport för respektive hanteringsalternativ är framtagna från de referensunderlag som har använts i kombination med en bedömning om hur väl underlagen beskriver och redovisar respektive aktivitet. Contingencyfaktorerna är baserade på kostnadsmodellernas upplägg i studierna varifrån kostnaderna är hämtade. Kostnadsuppskattningar för segmentering av reaktortanken har baserats på studier framtagna av Westinghouse (underlag A och B i tabell 3-1) och contingencyfaktorer har därför hämtats från dessa studier.

Contingencyfaktorer för utlyft av hel reaktortank har i föreliggande rapport antagits till lika stor som segmentering av reaktortank.

Contingencyfaktorer för anpassning och förslutning av SFR är hämtade från PSU.

Tabell 6-13 redovisar vilka contingencyfaktorer som har använts i denna rapport.

Tabell 6-13 Contingencyfaktorer.

Contingency	%
Utlyft av reaktortank: Förberedande, genomförande och efterarbete	19
Utlyft av reaktortank: Lyftkran	15
Segmentering	19
Entreprenörer (hel reaktortank)	19
Strålskärm	15
Konstruktion inför segmentering	15
Projektadm segmentering	15
Fyrkokiller	12
Transporter	12
Anpassning av SFR	10
Förslutning av SFR	10

6.6 Sammanställning

Kostnader för respektive hanteringsalternativ är sammanställda i tabellerna 6-14 och 6-15 nedan.

Tabell 6-14 Sammanställning av kostnader för hel reaktortank.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Demontering och utlyft, MSEK	52	52	59	59	59	55	55	59	55
Transport från RB ner i SFR, MSEK	6	6	3	3	3	6	6	6	6
Anpassning av SFR, MSEK	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Förslutning SFR, MSEK	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Summa (ex contingency), MSEK	99	99	103	103	103	102	102	106	102
Summa (ink contingency), MSEK	111	111	116	116	116	114	115	120	115

Tabell 6-15 Sammanställning av kostnader för segmentering av reaktortank.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Segmentering, MSEK	109,0	109,0	127,0	127,0	148,0	120,0	132,0	148,0	138,0
Transport från RB ner i SFR, MSEK	17,0	17,0	0,4	0,4	0,4	1,0	2,0	3,0	3,0
Anpassning av SFR, MSEK	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Förslutning SFR, MSEK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Summa (ex contingency), MSEK	137	137	138	138	159	132	145	162	152
Summa (ink contingency), MSEK	158	158	160	160	185	153	168	188	176

7 Slutsats/Diskussion

I föreliggande rapport redovisas tids- och kostnadsuppskattning för respektive hanteringsalternativ.

Rivningen av reaktorbyggnaden med tillhörande system är beroende av att reaktortanken är borttagen. Hantering av reaktortanken i reaktorhallen ligger på kritisk linje vid rivning av anläggningen.

Den kritiska tiden för segmentering av reaktortanken är mycket längre än den kritiska tiden för demontering och utlyft av hel reaktortank, se tabell 7-1 nedan. Tidsåtgången för demontering och utlyft av hel reaktortank från reaktorhallen är i princip oberoende av storleken på reaktortanken. Förberedelser samt avetablering på site i samband med demontering och utlyft av hel reaktortank sker främst utanför reaktorhallen, vilket ej påverkar den kritiska linjen.

Tidsåtgången för segmentering av reaktortanken är beroende av reaktortankens storlek. Vid segmentering av reaktortanken berörs reaktorhallen av samtliga aktiviteter.

Tabell 7-1 Sammanställning av tid på kritisk linje för hanteringsalternativ hel- respektive segmenterad reaktortank.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1
Tidsåtgång i reaktorhall för Demontering och utlyft av hel reaktortank (kritisk linje), veckor	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Segmentering (kritisk linje), veckor	52	52	62	62	64	50	56	64	59

Tabell 7-2 och 7-3 redovisar totalkostnaderna för respektive hanteringsalternativ för varje reaktor. Det finns möjlighet till kostnadsbesparing på upp till ca 470 MSEK, se tabell 7-3, vid genomförande av alternativet hel reaktortank.

Tabell 7-2 Kostnadsjämförelse mellan segmentering och heltank ex. contingencies.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1	Summa
Segmentering (ex contingency), MSEK	137	137	138	138	159	132	145	162	152	1300
Heltank (ex contingency), MSEK	99	99	103	103	103	102	102	106	102	919
Diff, MSEK	38	38	35	35	56	30	43	56	50	381

Tabell 7-3 Kostnadsjämförelse mellan segmentering och heltank ink. contingencies.

Block	B1	B2	F1	F2	F3	O1	O2	O3	R1	Summa
Segmentering(ink contingency), MSEK	158	158	160	160	185	153	168	188	176	1506
Heltank (ink contingency), MSEK	111	111	116	116	116	114	115	120	115	1034
Diff, MSEK	47	47	44	44	69	39	53	68	61	472

En stor del av kostnaden vid demontering och utlyft av hel reaktortank utgörs av kostnad för lyftkranen. Lyftkrankostnaden består dels av etablerings- och avetableringskostnad och dels av dygnskostnad vid själva lyftet. I de fall då flera reaktortankar på samma site kan demonteras och lyftas ut ur reaktorhallarna i tät följd, kan etablerings- och avetableringskostnaden delas mellan reaktortankarna. Med nuvarande planering skall segmentering av interdelarna på B1 och B2 genomföras i god tid före utlyft av reaktortankarna. Detta möjliggör att man kan planera utlyft av reaktortankarna vid samma tillfälle som medför kostnadsbesparing om ca 30 MSEK (dialog med Mammoet Cranes) jämfört med tabell 6-2. Detta skulle med en god planering även gälla för F1 och F2. Motsvarande synergier vid utlyft av övriga reaktortankar har i föreliggande rapport ej identifierats.

Utlyft av hel reaktortank med lyftkran bör ske under sommarhalvåret då utlyftet är väderberoende. Förseningar är kostsamma.

Kostnaderna för segmentering av interdelarna som redovisas i Westinghouse rapport (Westinghouse 2008) är betydligt lägre än vad som har framkommit i kostnadsindikeringarna i projekt

HINT(segmentering av interndelar B1/B2) på BKAB. Kostnaderna för segmentering av reaktortank har i föreliggande studie baserats på Westinghouse rapport. Med hänsyn till den indikerade kostnadsökningen i projekt HINT på BKAB kan man befara att även kostnadsuppskattning för segmentering av reaktortanken i tabell 6-10 är för låg.

I tabell 7-1 går det att utläsa att en tidsbesparing på 39 – 53 veckor/reaktortank görs om man väljer hanteringsalternativ hel reaktortank. Detta medför att rivningen av hela anläggningen kan förkortas med motsvarande tid dvs ca 1 år/reaktor som enligt BKAB uppskattas till ca 100 MSEK/reaktor (dialog med BKAB). Kostnadsbesparingen består av tidsberoende kostnader så som minskad driftkostnad för anläggningen, kostnad för beställarens driftpersonal och projektpersonal samt försäkringskostnader.

Kostnadsbesparingen är uppskattad för Barsebäck, men motsvarande besparingar bör kunna genomföras vid övriga reaktorer.

Anpassning av SFR krävs för att slutförvara reaktortankarna. För deponering av hel reaktortank förses SFR med berggrummet 1BRT samt med en reaktortransporttunnel 1RTT. Deponering av fyrkokiller i SFR innehållande segmenterade reaktortankar sker i utbyggd del av berggrum 2BMA. Kostnaderna för dessa anpassningar av SFR är osäkra.

Kostnaden för förslutning av berggrum 1BRT samt utbyggd del av 2BMA som upptas av fyrkokiller har av PSU uppskattats till lika stora.

Med ovanstående resonemang kan skillnaden i kostnaderna för hel reaktortank kontra segmentering av reaktortank mycket väl bli större än de 470 MSEK som redovisas i tabell 7-3.

Genom bra planering för heltanksalternativet kan ytterligare en kostnadsbesparing göras enligt följande:

- Synergieffekter genom att använda gemensam lyftkran för lyft av reaktortank B1 och B2 vid samma etableringstillfälle: ca 30 MSEK
- Synergieffekter genom att använda gemensam lyftkran för lyft av reaktortank F1 och F2 vid samma etableringstillfälle: ca 30 MSEK
- Förkortad drift- och projekttid för samtliga reaktorer, jämfört med segmentering av reaktortankarna, ger ca $9 \times 100 = 900$ MSEK

Hanteringsalternativ hel reaktortank kan genom detta resonemang medföra en kostnadsbesparing om ca 1430 MSEK i förhållande till alternativet att segmentera reaktortankarna.

Referenser

BKAB, 2013. Mellanlagring av BFA-tankar från BKAB på annan kärnteknisk anläggning, rev 1.0, BKAB.

Fariás I, Johnsson H, Nyström K, 2008. Rivningsstudie av demontage, lyft, transport, mellanlagring och slutförvaring av hel reaktortank. Report SEW 07-182, rev 0, Westinghouse Electric Sweden AB.

Griffiths G, 2005. One piece reactor vessel removal – w/Internals Removed. Project 1538, TLG Services Inc.

Scanscot, 2009. Barsebäck 1 och 2, Rivning – Demontering av hel reaktortank. 07202/r-04, utgåva 3. Scanscot Technology AB.

SKB, 2013a. Ringhals Site Study 2013, An assessment of the decommissioning cost for the Ringhals site. SKB R-13-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2013b. Fud-program 2013. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2013c. Decommissioning study of Oskarshamn NPP. SKB R-13-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.

TSFS 2009:91. Transportstyrelsens föreskrifter om transport till sjöss av förpackat farligt gods (IMDG-koden). Norrköping: Transportstyrelsen.

Westinghouse, 2009. Segmentering av interndelar och reaktortank på Barsebäck 1 och 2, Förstudie. SEW 09-228, rev 0, Westinghouse Electric Sweden AB.

Opublicerade dokument

SKBdoc id, version	Titel	Utfärdare, år
1335231 ver 1.0	Jämförelse mellan alternativen hel respektive segmenterad reaktortank	SKB, 2013