



Granskningsrapport

Datum: 2016-06-28
Diarienum: SSM2011-1135
Dokumentnr: SSM2011-1135-16

Tillståndsbereda: Svensk Kärnbränslehantering AB - Slutförvar

Ansvarig handläggare: Annika Bratt

Arbetsgrupp: Annika Bratt, Anders Wiebert, Michael Egan, Tomas Löfgren, Bo Strömberg, Georg Lindgren, Björn Dverstorp, Helmut Zika, Carl-Henrik Pettersson

Samråd: Anne Edland, Eva Simic, Eva Eriksson, Kristina Tormod, Héléne Asp, Charlotte Waller Dahlberg, Lars Skånberg, Torsten Cederlund, Svante Ernberg, Annika Åström, Björn Dverstorp, Anders Wiebert, Bengt Hedberg, Charlotta Fred, Jan Hanberg, Annelie Bergman, Christer Sandström, Catarina Danestig Sjögren.

Godkänt av: Ansi Gerhardsson

Granskningsrapport Systemövergripande frågor inför yttrandet till Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt

Sammanfattande bedömning

SSM bedömer, utifrån strålsäkerhet, att SKB med den sökta verksamheten uppfyller, eller har förutsättningar att uppfylla, de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalken (1998:808). SSM bedömer att SKB på ett rimligt sätt har iakttagit bestämmelser om bästa möjliga teknik vid utvecklandet av den föreslagna metoden för slutförvar av använt kärnbränsle och att den valda platsen för slutförvarsanläggningen är den lämpligaste av de platser som har övervägts. Myndigheten bedömer även att SKB har förutsättningar att uppföra och driva hela slutförvarssystemet på ett strålsäkert sätt.

Kunskapskravet

SSM bedömer att SKB, med avseende på strålsäkerhet, uppfyller miljöbalkens kunskapskrav i den utsträckning som krävs för tillstånds/tillåtlighetsprövningen och med hänsyn tagen till den vidareutveckling av underlaget som förväntas ske i kommande steg av prövningen enligt kärntekniklagen för att få myndighetens godkännande.

SSM bedömer att SKB har visat att bolaget har den kunskap och kompetens som krävs för att på ett lämpligt sätt analysera och kunna bedöma slutförvarssystemets omgivningspåverkan med avseende på radioaktiva ämnen och joniserande strålning.



Myndigheten bedömer även att bolaget har visat på den kunskap och förmåga som krävs för att identifiera och vidta åtgärder för att begränsa omgivningspåverkan från slutförvarssystemet samt för att genomföra de fortsatta detaljundersökningarna på förvarsdjup och den teknikutveckling som behövs för att vidareutveckla slutförvarstekniken i industriell skala.

När det gäller den långsiktiga strålsäkerheten har SSM och SKB i vissa tekniska frågor, bl.a. särskilda processer och betingelser som kan påverka KBS-3-kapselns beständighet på lång sikt, avvikande bedömningar avseende hur de osäkerheter som dessa frågor är behäftade med ska beaktas i säkerhetsanalysen för systemet i sin helhet. SSM anser att dessa avvikande bedömningar beror på att den befintliga kunskapen värderas olika av SSM och SKB. Till exempel anser SSM att en mer utförlig analys och värdering behövs av vissa processer för att förstärka underlaget kring osäkerhetshantering. Däremot bedömer myndigheten att frågan inte är av den betydelsen att SSM inte kan bedöma ansökan och de slutsatser som SKB redovisar om slutförvarets omgivningspåverkan. Vidare bedömer SSM att det är godtagbart att den vidareutveckling som behövs presenteras i den uppdaterade säkerhetsanalys (PSAR) som ska tas fram inför nästa steg i prövningen enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen) och att SKB har förutsättningar att ta fram ett sådant underlag.

SSM bedömer att SKB:s redovisning av hur verksamheten ska ledas och organiseras är rimlig i detta skede. Redovisningen visar att bolaget har förutsättningar, avseende metoder och principer för ledning och styrning samt bemanningsplaner, att uppfylla myndighetens krav under de olika faserna i genomförande av slutförvarssystemet.

Försiktighetsmått med krav på bästa möjliga teknik

SSM bedömer att SKB väsentligen har iakttagit miljöbalkens krav i 2 kap. 3 § vid val av strategi och metod för slutförvaring av det använda kärnbränslet.

SSM konstaterar att det råder internationell konsensus om geologisk slutförvaring och bedömer att denna strategi är lämplig vid slutförvaring av använt kärnbränsle, även i förhållande till andra alternativa strategier som SKB redovisat i ansökan.

Myndigheten bedömer även att bästa möjliga teknik har varit en utgångspunkt vid utvecklingen av KBS-3-metodens detaljutformning anpassad till den valda platsen i Forsmark. Bedömningen gäller valet av de tekniska lösningarna för varje barriär för sig samt för barriärernas samfunktion med syfte att åstadkomma ett slutförvar som skyddar människa och miljön från skadliga effekter av utsläpp av radioaktiva ämnen efter förslutning.

SSM bedömer att det är möjligt att den alternativa metoden djupa borrhål kan visa sig ha strålsäkerhetsmässiga fördelar i jämförelse med KBS-3 då den bygger på ett säkerhetskoncept med ytterligare ökad isolering genom de förväntat stabila grundvattenförhållandena på stora djup. Enligt myndigheten finns det dock stora osäkerheter om djupa borrhål bättre skulle kunna uppfylla kraven på bästa möjliga teknik än KBS-3 både med avseende på genomförbarhet och med avseende på dess funktion att isolera det använda kärnbränslet. Stora utmaningar kvarstår med metoden bl.a. är det oklart om det är möjligt att kunna verifiera de antaganden om förhållanden på stora djup som metoden bygger på. För att komma till klarhet krävs omfattande ytterligare undersökningar med tillhörande teknikutveckling.

Även KBS-3-metoden måste genomgå en fortsatt utveckling och har frågor som måste utredas vidare, men myndigheten kan göra den sammantagna bedömningen att metoden är genomförbar och att KBS-3 har förutsättningar att klara myndighetens krav på strålskydd



och säkerhet och att det är möjligt för SKB att ta fram det förstärkta underlag som behövs. I förhållande till de återstående oklarheter som föreligger om vilka resultat som kan förväntas uppnås med ett forsknings- och utvecklingsprogram för djupa borrhål, menar myndigheten att det inte är rimligt att under en längre tid fortsätta mellanlagring av det använda kärnbränslet i syfte att utveckla en alternativ slutförvarslösning med beaktande av risker och andra olägenheter som följer av detta.

Avseende den valda detaljutformningen för KBS-3, med inneslutning av det använda kärnbränslet i kopparkapslar, bedömer SSM att andra korrosionsbarriärer som har övervägts i olika kärnavfallsprogram är mer kortlivande eller inte avpassade för svenska förhållanden. SSM bedömer att de osäkerheter som finns kopplade till valet av kopparkapsling som inkapslingsmaterial inte motiverar ett behov av att SKB utreder ett helt nytt material för inkapslingen.

Med avseende på slutförvarsanläggningens uppförande och drift bedömer SSM att det finns förutsättningar för att med konstruktion och planerade instruktioner förebygga störningar och missöden och minimera eventuella konsekvenser av dessa. Drift och säkerhetssystem bedöms vara utformade så att kapseln inte kan skadas och radioaktivitet frigöras.

Myndigheten bedömer att SKB har visat att det finns förutsättningar att uppfylla myndighetens krav på strålsäkerhet vid deponering i slutförvarsanläggningen och samtida uppförande av nya tunnlar och schakt. I ett senare skede behöver mer utförliga program för detta tas fram.

Angående den planerade inkapslingsanläggningen och fortsatt drift av mellanlagret Clab i en gemensam anläggning (Clink) bedömer SSM att SKB har förutsättningar att uppfylla myndighetens krav på begränsning av utsläpp, optimering och användandet av bästa möjliga teknik. Bolaget har även redovisat att åtgärder kommer att vidtas för att begränsa påverkan på Clab vid uppförandet av inkapslingsanläggningen.

SSM bedömer utifrån granskning av säkerhetsanalysen för Clink att anläggningen har förutsättning att vara utrustad med flerfaldiga säkerhetsanordningar för att förhindra utsläpp. SKB tillämpar även principer för användning av beprövade eller utprövade och utvärderade konstruktionslösningar. Myndigheten bedömer att bolaget har visat att det med det sökta slutförvarssystemet finns förutsättningar att uppfylla myndighetens krav på fysiskt skydd, nukleär icke-spridning, transporter och beredskap.

SKB:s val av plats och metod för fortsatt mellanlagring vara den bästa utifrån strålsäkerhet såvida tillstånd ges till den sökta slutförvarsverksamheten. Däremot är det enligt myndigheten inte givet att fortsatt mellanlagring i Clab är den bästa lösningen på lång sikt ifall tillstånd inte ges, vilket innebär att andra lösningar på annan plats kan komma ifråga.

När det gäller tilläggsyrkandet om utökad kapacitet i Clab bedömer SSM att en effektiviserad lagring i Clab kan anses vara det lämpligaste sättet att åstadkomma en utökad lagringskapacitet under förutsättning att bolaget vidtar redovisade åtgärder avseende strålskydd och säkerhet.

Val av plats

SSM bedömer att SKB, utifrån strålsäkerhet, har iakttagit miljöbalkens och strålsäkerhetslagstiftningens krav på val av plats med den sökta verksamheten.



Myndigheten bedömer att Forsmark är den mest lämpliga platsen ur ett strålsäkerhetsperspektiv av de platser som varit aktuella för slutförvarsanläggningen. Avgörande har varit platsens förutsättningar för ett långsiktigt strålsäkert förvar av använt kärnbränsle för att skydda människors hälsa och miljön. Ingen av de platser som har varit aktuella under platsvalsprocessen visar enligt myndighetens bedömning egenskaper som sammantaget är mer fördelaktiga ur perspektivet att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp från tekniska och geologiska barriärer jämfört med SKB:s föreslagna plats i Forsmark. Det gäller även den övervägda platsen sydost om Hultsfred där SKB har fått komplettera underlaget.

Det som främst talar för Forsmark i jämförelse med andra platser är ett homogent berg med få vattenförande sprickor på förvarsdjup, vilket är viktigt för buffertens stabilitet och för att minska risken för kopparkorrosion. Det är även lättare att förutse och verifiera antagna förhållanden i berget vid Forsmark, vilket har stor betydelse för tilltro och verifiering av analysen av långsiktig strålsäkerhet.

Myndigheten bedömer även att det vid den valda platsen finns förutsättningar att driva och uppföra anläggningen på ett strålsäkert sätt.

SSM bedömer att SKB:s val av plats för inkapslingsanläggningen är den som utifrån strålsäkerhet bäst uppfyller miljöbalkens krav på lokalisering. Byggnation av inkapslingsanläggningen vid Clab innebär vissa risker som SKB behöver minimera med åtgärder, men SSM anser att det finns motiv från strålsäkerhetssynpunkt för en samförläggning av inkapslingsanläggningen och Clab jämfört med en förläggning av en fristående inkapslingsanläggning vid slutförvaret, bl.a. när det kompetens, personalstrålskydd samt att en samförläggning bedöms ge ökat skydd från händelser i omgivningen.

Hushållnings- och kretsloppsprincipen

SSM bedömer att det från hushållningssynpunkt inte finns avgörande skäl att i dagsläget avvakta med inledandet av ett slutförvarsprogram med direktdeponering av det använda kärnbränslet. Även om deponering av det använda kärnbränslet skulle inledas finns det tid för kommande generationer att ompröva ett sådant beslut.

SSM gör denna bedömning eftersom det är mycket osäkert om och när snabba reaktorer kan finnas kommersiellt tillgängliga samt att endast en relativt sett begränsad mängd använt kärnbränsle från dagens reaktorer behövs för att initiera driften av ett program för snabba reaktorer. För den fortsatta driften av brikreaktorer utgör utarmat uran väsentligen råvara, en råvara som det finns stora mängder av efter anrikning av uran till dagens reaktorprogram.

Miljökonsekvensbeskrivningen (MKB)

SSM anser att MKB med kompletteringar, och med stöd av ansökan enligt kärntekniklagen, utgör ett godtagbart underlag för myndigheten att kunna bedöma frågor kopplade till strålsäkerheten i prövningen enligt miljöbalken. Myndigheten gör den övergripande bedömningen att strålsäkerhetsfrågor är tillräckligt utredda och beskrivna för detta skede av den stegvisa tillståndsprövningen enligt kärntekniklagen. SSM gör även bedömningen att samrådet inför upprättande av MKB kan godtas avseende strålsäkerhetsfrågor.

Myndigheten bedömer att SKB:s formulering av ändamålen med den sökta slutförvarsverksamheten inte har lett till en orimlig avgränsning av MKB och annan redovisning i ansökan. SSM bedömer att MKB efter kompletteringar tillräckligt beskriver verksamheten, med avseende på strålsäkerhet, genom uppgifter om lokalisering,



utformning och omfattning. Myndigheten har dock synpunkter på vissa delar av redovisningen kopplat till avgränsning av MKB och tydlighet, bl.a. redovisningen av olyckor.

Myndigheten bedömer övergripande att de resultat som redovisas i MKB överensstämmer med vad som redovisats i övriga delar av ansökningarna enligt kärntekniklagen och att resultaten understöds av säkerhetsanalyserna. När det gäller de avvikande bedömningar som SSM och SKB har om hur vissa processers osäkerheter ska beaktas i säkerhetsanalysen för systemet i sin helhet är detta inte av den betydelsen att SSM inte kan bedöma ansökan och de slutsatser som bolaget redovisar om slutförvarets omgivningspåverkan.

SSM bedömer att MKB-dokumenterna med kompletteringar uppfyller de grundläggande kraven på en översiktlig redovisning av övervägda alternativ med motivering till den valda lösningen. Myndigheten bedömer vidare att redovisningen i MKB är tillräcklig för att ge allmänhet och beslutsfattare en överblick av övervägda alternativ i förhållande till huvudförslaget. När det gäller alternativet djupa borrhål är SSM:s bedömning att det inte är rimligt att avvakta ytterligare, omfattande utvecklingsarbete om alternativet.

SSM anser att det finns vissa otydligheter i SKB:s redovisning av nollalternativet, men bedömer att underlaget är tillräckligt för att myndigheten ska kunna bedöma ansökan, d.v.s. att nollalternativet ger en tillräckligt bra bild av vad som kan bli konsekvenserna om tillstånd inte ges.

Ett syfte med MKB är att berörda och allmänhet ska få en samlad bild av den sökta verksamheten och dess effekter på hälsa och miljön. Slutförvarsansökan ett unikt fall, där omfattningen och behovet av allmänhetens, domstolens, myndigheters och regeringens förståelse ställer höga krav på tydlighet och möjlighet att kunna göra en samlad bedömning. Vid yttrandet till mark- och miljödomstolen den 24 juni 2015 bedömde SSM att MKB kunde kungöras med ansökan, men påpekade samtidigt att MKB i detta avseende skulle tjäna på att revideras.

Miljö kvalitetsnormer

Enligt kärntekniklagen ska 5 kap. 3 § miljöbalken tillämpas vid prövning av ärenden enligt kärntekniklagen. Sådana gränsvärden som avses i 5 kap. miljöbalken finns dock inte för radioaktiva ämnen. Radioaktiva ämnen är inte heller reglerat av bestämmelser om vattenförekomsternas målstatus. SSM kan därmed inte se att 5 kap. miljöbalken är relevant vid prövningen avseende strålsäkerhetsfrågor.



Sammanfattande bedömning.....	1
Inledning	7
Granskningsrapportens omfattning och syfte	7
Övergripande kravbild	7
Stegvis bedömning av kravuppfyllelse	8
Fud-processens betydelse vid prövningen	9
Genomförande av SSM:s granskning	9
Rapportstruktur	10
Del 1 Allmänna hänsynsregler.....	11
1 Inledning.....	11
2 Kunskapskravet	12
3 Försiktighetsmått med krav på bästa möjliga teknik	18
4 Val av plats (lokaliseringsprincipen)	32
5 Hushållnings- och kretsloppsprincipen	34
Del 2 Val av plats och metod.....	37
1 Val av metod för slutförvaring	38
2 Val av plats slutförvar.....	64
3 Val av plats och metod inkapslingsanläggning	85
4 Utökad kapacitet Clab	90
Del 3 MKB och transporter	96
1. Sammanfattande bedömning	96
2 Inledning.....	97
3 Ändamålet vid bedömning av MKB/ansökan.....	100
4 Alternativredovisningen i MKB	104
5 Beskrivningar i MKB med avseende på verksamheten, konsekvenser och skadeförebyggande åtgärder	108
6 MKB:s syfte att möjliggöra en samlad bedömning	122
7 MKB-samrådet	123
8 Transporter mellan anläggningarna	126
Referenser	134

Inledning

Granskningsrapportens omfattning och syfte

SKB har ansökt om tillstånd enligt kärntekniklagen att få uppföra, inneha och driva ett slutförvar för använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden vid Forsmark i Östhammars kommun. Bolaget yrkar även tillstånd på utökad mellanlagringskapacitet i Clab (mellanlager för använt kärnbränsle i Oskarshamn) samt att få uppföra en anläggning, samlokaliserad med Clab, för inkapsling av det använda kärnbränslet. SKB har samtidigt ansökt om tillåtlighet enligt miljöbalken.

SSM har av Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt anmodats att lämna synpunkter på SKB:s ansökan om tillstånd enligt miljöbalken till anläggningar i ett sammanhängande system för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall.

Denna rapport redovisar SSM:s granskning och bedömning av systemövergripande frågor i SKB:s ansökningar om slutförvar. Det innebär att bedömningar görs utifrån strålsäkerhet av SKB:s förutsättningar att driva hela systemet, med de ingående anläggningar och transporter som krävs, för att omhänderta det använda kärnbränslet på ett sätt som överensstämmer med kraven i strålsäkerhetslagstiftningen och de krav i miljöbalken som tillämpas vid prövningen enligt kärntekniklagen. Avsikten är att rapporten ska utgöra underlag för regeringens prövning enligt kärntekniklagen, men den riktar sig också till mark- och miljödomstolen inför regeringens prövning av tillåtlighet enligt miljöbalken där SSM är remissinstans till domstolen.

För SSM:s bedömning av frågor som avser strålsäkerhet efter förslutning, se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*. För bedömning av uppförande och drift av slutförvarsanläggningen respektive inkapslingsanläggningen, se granskningsrapport *uppförande och drift slutförvarsanläggningen* samt granskningsrapport *uppförande och drift inkapslingsanläggningen och Clab*.

Övergripande kravbild

Kärntekniklagen och strålskyddslagen (1988:220) innehåller övergripande bestämmelser om säkerhet och strålskydd vid kärntekniska anläggningar. Dessa detaljeras i myndighetens föreskrifter. SSMFS 2008:1 om säkerhet i kärntekniska anläggningar gäller samtliga typer av kärntekniska anläggningar. När det gäller den långsiktiga strålsäkerheten för ett slutförvar för använt kärnbränsle är de viktigaste föreskrifterna SSMFS 2008:21 om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall samt SSMFS 2008:37 om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall.

Kärntekniklagen hänvisar till att vissa bestämmelser i miljöbalken ska tillämpas vid tillståndprövningar enligt kärntekniklagen. Mer specifikt hänvisas till miljöbalkens 2 kap. om allmänna hänsynsregler, 5 kap. 3 § om miljökvalitetsnormer och 6 kap. om miljökonsekvensbeskrivningar (MKB). Vid utfärdande av tillstånd enligt kärntekniklagen krävs en godkänd MKB upprättad enligt kraven i miljöbalken.

Miljöbalkens bestämmelser motsvaras i hög grad av bestämmelser i strålsäkerhetslagstiftningen. Kraven i strålsäkerhetslagstiftningen innebär att människors hälsa och miljön ska skyddas under det slutliga omhändertagandet av det använda kärnbränslet samt på lång sikt. Därvid ska hänsyn tas till bästa möjliga teknik och strålskyddsoptimering. Utöver en helhetssyn på skydd av hälsa och miljö har bestämts att risken för skadeverkningar efter förslutning av slutförvaret inte ska överstiga en på



miljonen för en representativ individ i den grupp som utsätts för största risken. Även biologisk mångfald och hållbart utnyttjande av biologiska resurser ska skyddas mot skadlig verkan av joniserande strålning.

Med strålsäkerhet avses i detta dokument säkerhet, strålskydd, fysiskt skydd och icke-spridning.

Stegvis bedömning av kravuppfyllelse

Enligt kärntekniklagen tillämpas en stegvis prövningsprocess för att medge tillstånd för en komplex kärnteknisk verksamhet (SSM STYR2011-131). Förenklat omfattar processen följande steg:

- Ett första steg som innebär en principiell prövning av regeringen för att på en övergripande nivå bedöma om det finns förutsättningar för en sökande att etablera en sökt verksamhet så att den kan förväntas bli bedriven på ett sådant sätt att gällande krav på säkerhet och strålskydd kan komma att uppfyllas vid efterföljande steg (innan SSM:s medgivande om uppförande, provdrift, respektive rutinmässig drift) i den stegvisa prövningen.
- Ett andra steg som innebär att ett medgivande från myndigheten att inleda själva uppförandet av en kärnteknisk anläggning baserad på en s.k. preliminär säkerhetsredovisning (PSAR). Redovisningen i PSAR utgör en beskrivning av hur gällande krav på säkerhet och strålskydd konkret är tänkta att uppfyllas för verksamheten i rutinmässig drift.
- Ett tredje steg som innebär ett medgivande från myndigheten att inleda provdrift av anläggningen baserat på en förnyad säkerhetsredovisning (SAR). SAR utgör redovisning av faktisk kravuppfyllelse för uppförda konstruktioner och installationssystem samt en beskrivning av hur gällande krav på säkerhet och strålskydd konkret är tänkta att uppfyllas för själva driften av anläggningen.
- Ett fjärde steg som innebär ett medgivande från myndigheten att inleda rutinmässig drift av anläggningen baserad på en redovisning av ny version av SAR som kompletterats med erfarenheterna från provdriften. Redovisningen i den kompletterade SAR utgör redovisning av faktisk kravuppfyllnad för såväl konstruktioner och installationssystem som för själva driften av anläggningen.

Inför avveckling av de ingående anläggningarna behövs en omarbetad version av SAR samt prövning och godkännande av SSM. För slutförvarsanläggningen omfattar avvecklingsskedet rivning av ovanmarksdelen och av system och komponenter i undermarksdelen samt förslutning av återstående delar av undermarksdelen. Regeringen och SSM kan ställa villkor vilka kan vara kopplade till något av de beskrivna prövningsstegen.

Av detta följer att SSM:s granskning syftar till att på en övergripande nivå bedöma om det finns förutsättningar för SKB att etablera den sökta verksamheten så att den kan förväntas komma att bedrivas på ett sådant sätt att gällande krav på säkerhet och strålskydd kan uppfyllas i senare skeden. Bedömningar gäller således det första steget i den stegvisa processen enligt ovan.

SSM bedömer i denna rapport om SKB har förutsättningar att med den föreslagna verksamheten uppfylla kraven i strålsäkerhetslagstiftningen och tillämpliga delar av miljöbalken. Även vid bedömning mot kraven i miljöbalken har SSM tagit hänsyn till den vidareutveckling av underlaget och den vidareutveckling av detaljkonstruktion som förväntas ske inför kommande steg i den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen.

Fud-processens betydelse vid prövningen

Kärntekniklagen ställer krav på reaktorinnehavare att svara för att den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet bedrivs som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall eller kärnämne som inte ska användas på nytt. För detta ska det upprättas ett program som innehåller en översikt över samtliga åtgärder som kan bli behövliga och även närmare ange de åtgärder som avses vidtas inom en tidrymd om minst sex år. Programmet ska vart tredje år lämnas in till regeringen, eller den myndighet som regeringen bestämmer, för att granskas och utvärderas.

SKB lämnade i mitten av 80-talet in det första forsknings- och utvecklingsprogrammet och har sedan dess lämnat in ett uppdaterat program vart tredje år. Från och med redovisningen 1992 har SKB benämnt redovisningarna Fud-program (Forskning, utveckling och demonstration). Fokus i programmen har varierat över tid beroende på vilken fas i utvecklingen som SKB befunnit sig i.

SSM har granskat och utvärderat programmen och regeringen har fattat beslut om programmen uppfyller lagkraven. Regeringen har också i samband med beslut över Fud-programmen vid olika tillfällen begärt att SKB ska komplettera redovisningarna. SSM (tidigare SKI och SSI) är beredande myndighet inför regeringens beslut om de återkommande Fud-programmen. Före SSM bildades var SKI beredande myndighet åt regeringen och SSI var, med särskild expertroll för strålskyddsfrågor, remissinstans åt SKI.

Fud-processen är frikopplad från ansökan om slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall, men SSM har i bedömningar av ansökan tagit viss hänsyn till Fud-processen, bl.a. när det gäller regeringens direktiv inför val av plats för slutförvarsanläggningen.

Genomförande av SSM:s granskning

Granskningen har genomförts i enlighet med SSM:s ledningssystem och dess genomförandeprocess ”Tillståndspröva”. I synnerhet har granskningsprocessen följt de principer som beskrivs i myndighetens inriktningsdokument ”Beredning av tillstånd och prövning av tillståndsvillkor gällande kärntekniska anläggningar och andra komplexa anläggningar där strålning används” (SSM STYR2011-131). Enligt styrdokumentet är syftet med myndighetens beredning av ett tillståndsärende att bedöma om verksamheten kan förväntas bli lokaliserad, utformad och bedriven på ett sådant sätt att säkerhets- och strålskyddskraven, kraven på fysiskt skydd samt de allmänna hänsynsreglerna uppfylls.

I granskningen har ingått att bereda de remisser som mark- och miljödomstolen har skickat till SSM.

SSM har genomfört två breda nationella remissomgångar av SKB:s ansökan enligt kärntekniklagen. Remissvaren har beaktats i granskningen och i underlaget till yttrandet till regeringen redovisas en systematisk sammanställning av SSM:s hantering av inkomna remissynpunkter.

SSM har i vissa delar begärt kompletteringar och förtydliganden av ansökan från SKB. I samband med sådana kompletteringsbegäranden har protokollförda möten hållits med SKB för att tydliggöra vissa frågeställningar eller förklara innebörden för granskningen.

Vid bedömningen av kraven redogör SSM för bedömningarna av SKB:s förutsättningar att kunna uppfylla föreskriftskraven i relevanta skeden av den stegvisa processen. SSM har därmed beaktat att det finns utrymme för att SKB detaljerar komponenternas utformning

och förbättrar det tekniska och vetenskapliga underlaget inför uppförande och drift av de ingående anläggningarna i systemet för att omhänderta det använda kärnbränslet.

De bedömningar som görs i rapporten bygger till stor del på resultat från granskning av säkerhetsanalyserna för uppförande och drift av slutförvarsanläggningen och inkapslingsanläggningen samt från granskning av säkerhetsanalysen för långsiktig strålsäkerhet (SR-site). I dessa fall har resultat hämtats in från de andra delgranskningarna. I vissa delar har gemensamma granskningar utförts och frågor bedömts av interna expertgrupper. Detta gäller exempelvis SKB:s val av plats- och metod för slutförvaring samt uppfyllelsen av de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalken. Bedömningar om uppfyllelse av miljöbalkens krav på den MKB som ingår i ansökningarna har skett med hjälp av intern och extern juridisk kompetens.

Kvalitetssäkringen av SSM:s granskningsarbete utgår från myndighetens ledningssystem. I syfte att säkerställa en effektiv ledning och styrning samt ett systematiskt förbättrings- och utvecklingsarbete har SSM certifierat ledningssystemet enligt standarderna för kvalitet (ISO 9001), miljö (ISO 14001) och arbetsmiljö (OHSAS 18001).

Granskningsarbetet och dess redovisning har kvalitetssäkrats genom internt samråd enligt SSM:s framtagna rutiner för detta. SKB har också bidragit med en faktakoll av de skrivningar i rapporten där SKB:s underlag i ansökan återges. SSM har även offentliggjort delar av granskningsdokumentationen i preliminärversion för att insamla eventuella synpunkter från allmänheten inför fastställandet. Versionshantering, kvalitetssäkringssynpunkter och dess bemötande har genomförts i SSM:s dokumenthanteringssystem.

Rapportstruktur

Denna rapport om granskning av systemövergripande frågor i SKB:s ansökningar enligt kärntekniklagen består av tre delar.

I del 1 görs en avstämning mot de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalken. Balkens hänsynsregler motvaras till stor del av bestämmelser i strålsäkerhetslagstiftningen och granskningen har därför i huvudsak skett mot myndighetens föreskriftskrav. Här ingår även SSM:s bedömning med avseende på hushållnings- och kretsloppsprincipen i miljöbalken.

I del 2 bedömer myndigheten SKB:s val av plats och metod för den sökta verksamheten. Det gäller val av strategi och metod för slutförvaring av det använda kärnbränslet, val av plats för slutförvarsanläggningen, val av plats och metod för inkapsling samt alternativ till utökning av mellanlagringskapaciteten i Clab. Granskning har skett mot strålsäkerhetslagstiftningen samt de bestämmelser i miljöbalken som tillämpas vid prövningen av ansökan enligt kärntekniklagen.

I del 3 bedömer SSM om den MKB som har bifogats ansökningarna kan godtas som underlag för myndigheten att bedöma frågor kopplade till strålsäkerheten i prövningen enligt miljöbalken. I det ingår en bedömning av om samrådet inför upprättande av MKB kan godtas avseende strålsäkerhetsfrågor. Granskningen har skett mot miljöbalkens krav på upprättande av MKB och vad en sådan ska innehålla. Bedömningen innebär också att myndigheten tar ställning till om strålsäkerhetsfrågor är tillräckligt utredda och beskrivna för detta skede i den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen.

För varje område som har granskats återges vilka krav som granskningen har skett mot samt kortfattat SKB:s redovisning följt av SSM:s bedömning med avseende på



granskningsområdet. Då avsikten är att avsnitten ska kunna läsas i princip fristående innebär det att en del upprepningar förekommer i rapporten, bl.a. om vilka krav som tillämpas.

Del 1 Allmänna hänsynsregler

1 Inledning

Enligt 5 b § lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen) ska bestämmelserna i 2 kap. miljöbalken, de allmänna hänsynsreglerna, tillämpas vid prövning av ärenden enligt kärntekniklagen.

I denna del kommenterar SSM några av de hänsynsregler som bedöms vara mest relevanta vid bedömning av strålsäkerhet i ansökan; kunskapskravet i 2 kap. 2 §, krav på försiktighetsmått med användande av bästa möjliga teknik i 2 kap. 3§, lokaliseringsprincipen i 2 kap. 6§ och hushållnings- och kretsloppsprincipen i 2 kap. 5§. Det finns i andra delar av granskningsrapporten en mer detaljerad genomgång av underlaget.

1.1 De allmänna hänsynsreglerna vid prövning av ansökan enligt kärntekniklagen

Bestämmelserna i 2 kap. miljöbalken (de allmänna hänsynsreglerna) ska tillämpas i samband med tillståndsprövning samt iakttas under tiden då en verksamhet bedrivs. Det innebär att den som söker om tillstånd eller bedriver en verksamhet är skyldig att visa att dessa regler uppfylls.

Enligt 5 b § kärntekniklagen ska miljöbalkens 2 kapitel tillämpas vid prövning av ärenden enligt kärntekniklagen. Vid prövningen enligt kärntekniklagen gäller således att den sökande ska visa att de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalken uppfylls. Till viss del motsvaras de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalken av bestämmelser i strålskyddslagen och kärntekniklagen.

Hänsynsreglerna är rättsligt bindande och långtgående. Reglerna ska tillämpas integrerat så att det samlat blir bäst lösning (Prop. 1997/98:45 del 1 s 216 f, 229, del 2 s 16 f, 20). Krav på hänsyn ska iakttas i den utsträckning det inte kan anses orimligt (2 kap. 7 § miljöbalken). Vid denna skälighetsavvägning ska särskild hänsyn tas till nyttan för hälsa och miljö av skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått jämfört med kostnaderna för att vidta dessa. Det ligger på den sökande att bevisa att kostnaderna inte är miljömässigt motiverade eller är orimligt betungande.

Negativa effekter av att genomföra en åtgärd är inte bara begränsade till kostnader eller besvär för verksamhetsutövaren, utan kan även vara negativa samhällseffekter. Enligt SSM kan negativa samhällseffekter hänga samman med omtag i processen. I bedömningen av rimlighet kan, enligt SSM:s mening, även vara relevant att beakta den genomförda Fud-processen.

Slutsatsen om vad som är orimligt beror på projektet art och omfattning (se bl.a. prop 1997/98:45 del 1 s 217 f, del 2 s 17). I mycket omfattande fall kan det finnas skäl att kräva mer än vad ”vanliga” ärenden ger utrymme för. Enligt SSM:s bedömning bör det t.ex. kunna ställas krav på redovisning av framtida teknik om aktuell kunskap om denna pekar på att det kan finnas fördelar med att avvakta med den sökta slutförvarslösningen. Att en rimlighetsavvägning av strålskyddet ska göras framgår även av myndighetens föreskrifter

SSMFS 2008:23 och SSMFS 2008:37. I dessa föreskrifter definieras bästa möjliga teknik som den effektivaste åtgärden/metoden för att begränsa utsläpp av radioaktiva ämnen och utsläppens skadliga effekter på människors hälsa och miljön, och som inte medför orimliga kostnader. Optimering definieras som begränsning av stråldoser till människor så långt detta rimligen kan göras med hänsyn tagen till såväl ekonomiska som samhällsliga faktorer.

De allmänna hänsynsreglerna ska tillämpas integrerat. Ett exempel är val av plats- och metod för slutförvaret. Bedömningen av bästa möjliga teknik är beroende av platsen, då bergets egenskaper är av stor betydelse för metodens funktion.

1.2 Miljökvalitetsnormer

Enligt 5b § kärntekniklagen, liksom av 22 a § strålskyddslagen, ska 5 kap. 3 § miljöbalken tillämpas vid prövning av ärenden enligt strålsäkerhetslagstiftningen. Ett tillstånd som medverkar till att en miljökvalitetsnorm, som avses i 5 kap. 2 § första stycket miljöbalken, inte följs får meddelas endast om tillståndet förenas med de krav som behövs för att följa normen eller om det finns en sådan förutsättning för tillstånd som anges i 2 kap. 7 § miljöbalken. Sådana gränsvärden som avses i 5 kap. miljöbalken finns inte för radioaktiva ämnen. Radioaktiva ämnen är inte heller reglerat av bestämmelser om att vattenförekomsternas målstatus inte får försämrats till en sämre klass, inte heller för enskild kvalitetsfaktor, vilket gör att dessa mål i praktiken fungerar som bindande normer (jämför EU-domstolens mål C-461/13, Weser). SSM kan därmed inte se att 5 kap. miljöbalken är relevant vid prövningen avseende strålsäkerhetsfrågor.

2 Kunskapskravet

2.1 Krav och tillämpning vid prövningen av ansökan enligt kärntekniklagen

2.1.1 Krav

Alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd ska skaffa sig den kunskap som behövs med hänsyn till verksamhetens eller åtgärdens art och omfattning, för att skydda människors hälsa och miljön mot skada eller olägenhet (2 kap. 2 § miljöbalken).

Enligt förarbetena till miljöbalken (prop. 1997/98:45) får tillämpningen av bestämmelsen betydelse bl. a. vid prövningen av miljöfarliga verksamheter. Sökanden ska då redovisa vilka miljöeffekter den sökta verksamheten riskerar att medföra och vilka möjligheter det finns att begränsa verkningarna. Detta förutsätter att sökanden skaffar sig ingående kunskap både om verksamheten och om omgivningen. Kunskapskravet kan också komma att preciseras i villkor för tillstånden. Olika typer av mätningar och andra utredningar kan föreskrivas. I de fall en verksamhets miljöpåverkan eller effekten av olika försiktighetsmått inte med säkerhet kan fastställas kan frågan om slutliga villkor skjutas på framtiden i avvaktan på att erfarenheter av verkningarna vinnas.

De materiella säkerhets- och strålskyddskraven enligt kärnteknik- och strålskyddslagen innebär att en tillståndshavare måste ha djup och bred kunskap om verksamheten. Kärntekniklagen ställer dessutom krav på att den som har tillstånd att inneha eller driva en kärnkraftsreaktor ska svara för att den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet bedrivs som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara använt kärnavfall. Därutöver ställer kärntekniklagens 10a § krav på att helhetsbedömningar av anläggningens



säkerhet och strålskydd ska genomföras vart tionde år med hänsyn tagen till utvecklingen inom vetenskap och teknik.

Kärntekniklagen och föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i kärntekniska anläggningar (SSMFS 2008:1) ställer krav på tillståndshavarens organisation. Verksamheten ska bedrivas med stöd av ett ledningssystem, utformat så att kraven på säkerhet, strålskydd och fysiskt skydd tillgodoses. Tillståndshavaren ska bland annat se till att personal samt entreprenörer har kompetens och lämplighet i övrigt som krävs.

2.1.2 Tillämpning av kunskapskravet vid prövningen av slutförvarsansökan

Prövningen av slutförvarsansökan innebär en värdering av olika typer av osäkerheter. Säkerhetsanalysen omfattar extrema tidsperspektiv (100 000-tals år) vilket medför osäkerheter kring slutförvarets framtida utveckling och dess påverkan på framtida generationers hälsa och miljön. Därutöver är SKB:s föreslagna metod för slutförvaring av det använda kärnbränslet bland de första i sitt slag i världen och tekniken har ännu inte prövats i industriell skala. Vissa delar av tekniken behöver utvecklas vidare innan den kan implementeras, vilket även inbegriper forskningsinsatser.

Miljöbalkens kunskapskrav innebär enligt SSM att SKB måste visa att bolaget har tillräcklig kunskap om den omgivningspåverkan som verksamheten kan ge upphov till och vilka åtgärder som kan vidtas för att minimera påverkan och dess konsekvenser.

SSM:s föreskrifter som berör långsiktig strålsäkerhet vid slutförvaring av kärnavfall ställer krav på en säkerhetsanalys. Analysen syftar bl.a. till att identifiera, hantera och värdera olika typer av osäkerheter. I förhållande till miljöbalkens kunskapskrav innebär det enligt SSM:s mening att det är kunskapen om identifieringen, hanteringen och värderingen av osäkerheterna som är central. Att osäkerheter föreligger och delvis inte kan elimineras är oundvikligt men kan hanteras genom föreskrifternas krav på säkerhetsanalys.

Myndighetens bedömning i förhållande till miljöbalkens kunskapskrav inbegriper därför frågan om SKB har visat att bolaget har kompetens att ta fram en trovärdig säkerhetsanalys för den långsiktiga strålsäkerheten som identifierar, värderar och hanterar osäkerheter på ett godtagbart sätt.

I SSM:s bedömning ingår även om SKB kan förväntas ha den kompetens och kunskap som krävs för att kunna genomföra slutförvarsverksamheten på ett strålsäkert sätt, bl.a. genom att identifiera och genomföra åtgärder som behövs för att säkerställa strålsäkerhet. Detta syftar både på den långsiktiga strålsäkerheten och uppförandet och driften av de anläggningar som ingår i slutförvarssystemet. Myndigheten utgår vid bedömningen i huvudsak från SKB:s redovisning av säkerhetsanalyserna och från SKB:s erfarenheter från driften av befintliga anläggningar samt organisationens säkerhetskultur.

SSM har i granskningen särskilt beaktat om den fortsatta forsknings- och teknikutvecklingen liksom demonstration av slutförvarstekniken, samt fortsatta detaljundersökningar på förvarsdjup kan förväntas styrka SKB:s slutförvarsteknik och möjligheterna att uppnå det antagna initialtillståndet. Detta initialtillstånd vid förslutningen av slutförvaret är viktigt eftersom det är utgångspunkten för säkerhetsanalysen. SKB behöver enligt myndigheten därför visa att bolaget har den kunskap och kompetens som krävs för att genomföra dessa forsknings-, utvecklings- och demonstrationsinsatser.



2.2 Underlag från SKB

SKB redovisar i Bilaga AH Verksamheten och de allmänna hänsynsreglerna-slutförvarssystemet (SKBdoc 1208614) hur bolaget uppfyller de allmänna hänsynsreglerna för hela slutförvarssystemet. SKB hänvisar, när det gäller underlag för att bedöma kunskapskravet, särskilt till de till ansökan bifogade första preliminära säkerhetsredovisningarna och MKB (SKB 2011a) samt till erfarenheter från driften av Clab. SKB har ett ledningssystem som följer standarderna för kvalitet (ISO 9001) och miljö (ISO 14001). SKB redovisar bemanningsplaner för den sökta verksamhetens eventuella kommande skeden.

Som motiv för bolagets slutsats att SKB uppfyller kunskapskravet hänvisas även till Fud-processen, SKB:s egen forskning samt den forskning och teknikutveckling som har bedrivits vid högskolor, universitet och privata forskningsinstitutioner, både nationellt och internationellt (SKBdoc 1208614). SKB beskriver kortfattat den utveckling och forskning som har skett, och pågår, vid Kapsellaboratoriet, Bentonitlaboratoriet, Äspölaboratoriet och inom det geovetenskapliga forskningsprogram som SKB bedriver. Delar av detta handlar även om att uppfylla myndighetens krav på utprovad teknik.

SKB framhåller att säkerhetsredovisningen för slutförvarsanläggningens drift visar hur anläggningens strålsäkerhet kommer att vara anordnad för att skydda människors hälsa och miljön under driften av anläggningen (SKBdoc 1208614). Säkerhetsanalysen för slutförvarets långsiktiga strålsäkerhet visar hur krav på säkerheten och strålskydd efter förslutning uppfylls för olika tidsperspektiv. När det gäller säkerställande av kompetens hänvisar SKB till bolagets ledningssystem samt de bilagor till ansökan enligt kärntekniklagen som beskriver SKB:s organisation, ledning och styrning under planering och projektering och, om tillstånd ges, under kommande uppförande och driftsättning.

SKB framhåller vidare i Bilaga VU (SKBdoc 1199888) att slutsatsen i SR-Site är att slutförvaret i Forsmark är säkert och uppfyller SSM:s riskkriterium och att kunskapsnivån bedöms tillräckligt hög för att gränssätta betydelsen av identifierade osäkerheter (SKBdoc 1199888, kapitel 7.1). SKB anger även att det i analysen har identifierats ett antal områden där ytterligare kunskap kan bidra till att reducera kvarvarande osäkerheter samt där ytterligare teknikutveckling kan leda till förbättring eller förenkling av systemets referensutformning.

I SR-Site huvudrapporten sammanfattar SKB återkopplingen av säkerhetsanalysens resultat till framtida utvecklingsinsatser (SKB TR-11-01 avsnitt 15.5). När det gäller platsundersökningsresultaten utvärderar SKB dess trovärdighet och återstående osäkerheter och ett ramprogram för detaljundersökningarna har redovisats (SKB TR-11-01 avsnitt 4.1, SKB TR-08-05 avsnitt 11.9 och 12, SKB R-08-82, SKB R-10-08). I samband med konsekvensanalysberäkningarna har SKB redovisat känslighetsanalyser som pekar på parameterar med störst betydelse för resultaten. SKB har även genomfört gränssättande beräkningar för hypotetiska fall med avsaknad av olika delar av barriärssystemet (SKB TR-10-50).

SKB redovisar att grunden för prioriteringen och planeringen av fortsatta forsknings och utvecklingsinsatser är slutsatserna från SR-Site. Målsättningen är att ytterligare förbättra den långsiktiga strålsäkerheten och att bättre kunna bedöma den. Mer specifikt avser SKB att minska osäkerheter i bedömningen av processer och händelser av betydelse för den långsiktiga strålsäkerheten (SKB TR-11-01 avsnitt 15.7) samt att optimera verksamheten genom fortsatt teknikutveckling. Teknikutvecklingen syftar även till att ta fram tekniklösningar som är anpassade till en industrialiserad process. I en komplettering till ansökan ger SKB information om den planerade samfunktionsprövningen av



anläggningens teknik, fullskaletester och detaljundersökningar under jord i Forsmark (SKBdoc 1392898).

2.3 SSM:s bedömning

SSM bedömer sammanfattningsvis att SKB har påvisat att bolaget har den kunskap som krävs för att på ett lämpligt sätt analysera slutförvarets omgivningspåverkan efter förslutning samt att bolaget även har visat på den kunskap och förmåga som krävs för att identifiera och vidta åtgärder för att begränsa omgivningspåverkan.

SSM bedömer även att bolaget har tillräcklig kunskap och kompetens som krävs för att utifrån strålsäkerhet kunna bedöma påverkan på människa och miljö från drift och uppförande av de anläggningar som ingår i slutförvarssystemet. Det gäller också hur påverkan kan undvikas och minimeras.

Myndigheten har i vissa tekniska frågor gjort andra bedömningar än SKB av olika processers och betingelsers betydelse för den långsiktiga strålsäkerheten och de osäkerheter som de är behäftade med, vilket beror på att den befintliga kunskapen värderas olika av SSM och SKB. Myndigheten anser att det för dessa frågor behövs en mer utförligt analys och värdering i den utökade säkerhetsanalys (PSAR) som ska tas fram inför kommande steg i den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen och bedömer att SKB har förutsättningar att ta fram ett sådant underlag. Enligt myndigheten är det en fråga om att vidareutveckla underlaget och inte av den betydelsen att SSM inte kan bedöma ansökan och de slutsatser som SKB redovisar om slutförvarets omgivningspåverkan.

SSM bedömer därmed att SKB, med avseende på strålsäkerhet, uppfyller miljöbalkens kunskapskrav i den utsträckning som krävs för tillstånds/tillåtlighetsprövningen och med hänsyn tagen till den vidareutveckling av underlaget som förväntas ske i kommande steg av prövningen enligt kärntekniklagen för att få myndighetens godkännande.

2.3.1 Strålsäkerhet efter förslutning

SSM har granskat den preliminära säkerhetsanalysen för långsiktig strålsäkerhet och bedömer att SKB:s säkerhetsanalysmetodik svarar upp mot de krav som ställs i SSM:s föreskrifter (se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* del 2, kapitel 2). Därmed bedömer SSM att SKB på en övergripande nivå har visat förmåga att utvärdera slutförvarets omgivningspåverkan på lång sikt och hur den kan minimeras.

Utöver en lämplig säkerhetsanalysmetodik anser SSM att det är av vikt att SKB påvisat kunskap om hur analysen kan underbyggas på ett trovärdigt sätt och att SKB har kunskap att inom analysens ramar identifiera, värdera och hantera osäkerheter. SSM bedömer generellt sett att SKB har påvisat en god förståelse för hur en säkerhetsanalys kan underbyggas på ett trovärdigt sätt och att SKB har identifierat, värderat och hanterat osäkerheter på ett lämpligt sätt (se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*).

SSM har i vissa tekniska frågor avvikande bedömningar av olika processers och betingelsers betydelse för den långsiktiga strålsäkerheten och de osäkerheter som de är behäftade med.

Ett exempel är att SSM i granskningen har bedömt att ett av SKB:s egna krav på kopparhöljets krypduktlitet inte har kunnat verifieras baserat på befintlig tillgänglig kunskap (granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* del 2, avsnitt 4.12). SSM bedömer det nödvändigt att fullt ut analysera konsekvenser med avseende på osäkerheter kring hur fosfor, som tillsätts koppar, kan påverka kopparhöljets långsiktiga deformation i deponeringshål med långsam uppbyggnad av svälltryck. Ett annat exempel är att SSM

bedömer att de korrosionsmekanismer som benämns spänningskorrosion och gropkorrosion inte kan uteslutas baserat på befintlig information medan SKB anger att dessa mekanismer inte behöver beaktas i samband med slutförvarets långsiktiga utveckling (granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* del 2, avsnitt 4.10 och 5.11).

Myndigheten anser att de ovan nämnda processerna mer utförligt behöver analyseras och värderas i den utökade säkerhetsanalys (PSAR) som ska tas fram inför kommande steg i den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen och bedömer att SKB har förutsättningar att ta fram ett sådant underlag. Enligt myndigheten är det en fråga om att vidareutveckla underlaget och inte av den betydelsen att SSM inte kan bedöma ansökan och de slutsatser som SKB redovisar om slutförvarets omgivningspåverkan.

Även när det gäller kopparkorrosion med vatten under anoxiska betingelser (korrosion i syrgasfritt vatten) bedömer SSM att effekterna av detta behöver redovisas mer utförligt i säkerhetsanalysen, men att dess säkerhetsbetydelse sannolikt är mer begränsad och att detta kan ske i kommande steg i den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen.

SKB:s ansökan bygger på en referensutförning av KBS-3-konceptet. Denna behöver vidareutvecklas för att kunna tillämpas i industriell skala. Därutöver kvarstår forskning, utveckling och även mer detaljerade undersökningar av berget på förvarsdjup innan slutförvaret kan tas i drift. SSM bedömer generellt sett att SKB har förutsättningar att ta fram den ytterligare kunskap som krävs och att vidareutveckla slutförvarskonceptet till en industriell skala baserat på redovisningen i ansökans produktionslinjerapporter (SKB TR-10-12 till TR-10-18) och tidigare redovisningar av forskningen och utvecklingen i Fud-programmen. Det går dock inte att med visshet förutsäga om SKB:s framtida forskning, teknikutveckling och detaljundersökningar av berget kommer att leda till de resultat som i dagsläget förväntas. Det är en del av bakgrunden till att SSM:s föreskrifter har definierat en stegvis process som kräver SSM:s godkännande av säkerhetsredovisningen innan slutförvaret får uppföras, innan det får tas i provdrift och innan det får tas i rutinmässig drift.

SSM redogör i granskningsrapporten om långsiktig strålsäkerhet för ytterligare insatser som SKB behöver genomföra för att kunna uppfylla föreskriftskraven i kommande steg i slutförvarsprogrammet (granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* del 2). SKB har aviserat genomförandet av en samfunktionsprövning av anläggningens teknik, fullskaletester och detaljundersökningarna under jord, vilket myndigheten ser positivt på och avser att följa upp under de kommande stegen i SKB:s program.

I och med att villkor och föreskriftskrav behöver uppfyllas för att verksamheten ska få bedrivas kommer SKB att behöva visa att den kunskap som krävs har tagits fram när slutförvaret ska tas i drift. Därutöver ställer kärntekniklagens 10a § krav på upprätthållandet av en aktuell säkerhetsredovisning samt att helhetsbedömningar av anläggningens säkerhet och strålskydd ska genomföras vart tionde år med hänsyn tagen till utvecklingen inom vetenskap och teknik.

De krav på kunskap som strålsäkerhetslagstiftningen och miljöbalken ställer är fortsatt tillämpliga efter beslut om tillstånd och ska säkerställa att verksamheten bedrivs på ett strålsäkert sätt, vilket kräver att bolaget har nödvändig kunskap.

2.3.2 Uppförande och drift av slutförvarsanläggningen

SSM bedömer efter granskning av MKB och SR-Drift (SKBdoc 1091960) att SKB har visat att bolaget har den kunskap och kompetens som krävs för att utifrån strålsäkerhet kunna bedöma slutförvarsanläggningens påverkan på människa och miljö samt hur påverkan kan undvikas och minimeras.



SKB redovisar de grundläggande principerna för organisation samt resurser och bemanning i planerings- och projekteringsfasen samt för uppförande och drift av slutförvarsanläggningen. SSM anser att SKB:s redovisning är rimlig i detta skede. Redovisningen visar att förutsättningar finns för att ha en tillräcklig organisation och bemanning med tillräcklig kompetens för de olika faserna.

SKB har redovisat ett ledningssystem uppbyggt enligt samma principer som bolagets övriga anläggningar med ett antal anläggningsspecifika styrande dokument. Bolaget har också redovisat hur anpassning av ledningssystemet kommer att göras. Utifrån redovisningen är det möjligt att i rimlig grad förstå principer för definition av ansvar och befogenheter, att strålsäkerhetsfrågor föregås av en tillräcklig beredning, att det avsätts tid och resurser för säkerhetsåtgärder och säkerhetsgranskning samt principerna för erfarenhetsåterföring. SSM bedömer att SKB:s redovisning är rimlig i detta skede. Redovisningen visar att förutsättningar finns för att ha en tillräcklig ledning och styrning av uppförandefasen och driften av slutförvarsanläggningen.

Se vidare granskningsrapport *uppförande och drift av slutförvarsanläggning*, kapitel 9 och 10.

2.3.3 Uppförande och drift av inkapslingsanläggningen

SSM bedömer efter granskning av MKB och den preliminära säkerhetsredovisningen att SKB har visat att bolaget har den kunskap och kompetens som krävs för att utifrån strålsäkerhet kunna bedöma inkapslingsanläggningens och mellanlagrets påverkan på människa och miljö samt hur påverkan kan undvikas och minimeras.

SKB har i stort redogjort för säkerhetsanalyser i den omfattning som kan förväntas i detta skede av prövningen samt redovisat hur bolaget avser att utveckla säkerhetsanalyserna i kommande steg av prövningen enligt kärntekniklagen.

Myndigheten kan också konstatera att SKB visar grundläggande förståelse för myndighetens krav på ledning och styrning av verksamheten och dess organisatoriska utformning (granskningsrapport *inkapslingsanläggning och Clab*, kapitel 10). Samtidigt har myndigheten i tillsyn av SKB:s anläggningar konstaterat vissa brister i hur verksamheten bedrivs (se t.ex. SSM2014-5770-2), vilket även har följts upp av myndigheten med krav på åtgärdsprogram. Detta innebär att SKB behöver fortsätta arbeta med förbättringar kopplade till organisation, ledning och styrning. Bristerna bedöms dock inte vara av den omfattningen att de påverkar myndighetens övergripande bedömning av bolagets kunskap och kompetens.

SKB avser att succesivt utveckla ledningssystem för Clab och Clink samt process och verktyg för kravhantering. Med utgångspunkt från ledningssystemet har SKB utarbetat kompetens- och bemanningsplaner, som ska ses över och hållas aktuella med ett tidsperspektiv fram till provdrift. Av ledningssystemet framgår ansvarsfördelningen gällande kompetensförsörjning och hur det dokumenteras. SSM bedömer att SKB har förutsättningar, avseende metoder och principer för bemanningsplaner, att uppfylla myndighetens krav.

Sammanfattningsvis bedömer myndigheten att SKB har de förutsättningar som behövs avseende organisation, ledning och styrning för genomförande av Clink. Det förutsätts dock att det inför varje fas (planerings- och projekteringsfasen samt för uppförande och drift) finns en tydlig framförhållning och planering som säkerställer en distinkt styrning.

3 Försiktighetsmått med krav på bästa möjliga teknik

3.1 Krav och tillämpning av 2 kap. 3§ miljöbalken vid provningen enligt kärntekniklagen

3.1.1 Miljöbalken

Enligt 2 kap. 3 § ska alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet utföra de skyddsåtgärder, iakta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått i övrigt som behövs för att förebygga, hindra eller motverka skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. I samma syfte ska vid yrkesmässig verksamhet användas bästa möjliga teknik. Dessa försiktighetsmått ska vidtas redan när det finns skäl att anta att en verksamhet eller åtgärd kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön.

Vid bedömning av vad som utgör bästa möjliga teknik tas hänsyn inte bara till den tekniska funktionen och utsläppens storlek utan även till frågor som syftar till drift och kontroll av verksamheten samt hushållningsmöjligheter (prop. 1997/98:45, del 1, s. 218).

Det som efter denna samlade utvärdering bedöms som bäst fungerande teknik, brukar vid tillämpning av miljöbalken kallas bästa möjliga teknik (BMT) (prop. 1997/98:45, del 2 s 17). För att därpå avgöra vad som är rimligt att kräva, behöver ekonomiska och miljömässiga avvägningar göras enligt skälighetsregeln i miljöbalkens 2 kap. 7 §. Resultatet av denna avvägning kallas bästa tillgängliga teknik (BAT best available technology).

Om det är orimligt dyrt med bästa möjliga teknik i förhållande till den miljönytta som kan vinnas så kan bästa tillgängliga teknik godtas, normalt en industriellt möjlig och för branschen ekonomisk rimlig teknik.

I miljöbalkens BMT-begrepp ligger att tekniken ska vara tekniskt och industriellt möjlig att använda inom branschen, inte bara förekomma på experimentstadium (prop. 1997/98:45, del 2, s. 17). Viss utveckling av ny teknik kan dock krävas när det handlar om att anpassa teknik till de individuella förhållandena på platsen (prop. 2001/02:65, s. 84 samt miljöbalkens prop. Del 2 s 17).

3.1.2 Strålsäkerhetslagstiftningen

3.1.2.1 Krav att vidta försiktighetsåtgärder

Motsvarande bestämmelser som 2 kap. 3 § miljöbalken finns både i strålskyddslagen och i kärntekniklagen.

Den som har tillstånd till kärnteknisk verksamhet ska enligt 10 § kärntekniklagen svara för att de åtgärder vidtas som behövs för att, med hänsyn till verksamhetens art och de förhållanden under vilka den bedrivs, upprätthålla säkerheten. Enligt 4 § kärntekniklagen ska säkerheten vid kärnteknisk verksamhet upprätthållas genom att de åtgärder vidtas som krävs för att förebygga fel i utrustning, felaktig funktion hos utrustning, felaktigt handlande, sabotage eller annat som kan leda till en radiologisk olycka samt att förhindra olovlig befattning med kärnämne eller kärnavfall.

Enligt 6 § strålskyddslagen ska den som bedriver verksamhet med strålning vidta de åtgärder och iakta de försiktighetsmått som behövs för att hindra eller motverka skada på människor, djur och miljö. Det ska ske med hänsyn till verksamhetens art och de förhållanden under vilka den bedrivs.

Föreskrifternas krav på användandet av bästa möjliga teknik innebär att krav kan ställas inte bara på att vidta åtgärder som har en kvantifierbar direkt nytta för strålskyddet, utan även sådana åtgärder vars direkta nytta för strålskyddet inte kan kvantifieras.

3.1.2.2 Utprovad teknik

Enligt 3 kap. 3 § SSMFS 2008:1 ska konstruktionsprinciper och konstruktionslösningar vara beprövade under förhållanden som motsvarar dem som kan förekomma under den avsedda användningen. Om detta inte är möjligt eller rimligt ska konstruktionsprinciperna och konstruktionslösningarna vara utprovade eller utvärderade på ett sätt som visar att de har den tålighet, tillförlitlighet och driftstabilitet som behövs med hänsyn till deras funktion och betydelse för anläggningens säkerhet.

3.1.2.3 Anläggningar i drift

Under driften av en kärnteknisk anläggning gäller Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2008:23) om skydd av människors hälsa och miljön vid utsläpp av radioaktiva ämnen. I dessa föreskrifter anges dels dosgränser till allmänheten till följd av utsläpp under drift, dels att utsläppen ska begränsas genom tillämpning av strålskyddsoptimering och genom att tillämpa bästa möjliga teknik. Dessa båda krav ska kunna visas vara uppfyllda.

Med bästa möjliga teknik anges ”... användande av den mest effektiva metod för att begränsa utsläpp av radioaktiva ämnen och utsläppens skadliga effekter på människors hälsa och miljön, och som inte medför orimliga kostnader.” Optimering definieras i SSMFS 2008:23 som ”begränsning av stråldoser till människor så långt detta rimligen kan göras med hänsyn tagen till såväl ekonomiska som samhällseliga faktorer”.

För anläggningar i drift ska ett säkerhetsprogram genomföras enligt 2 kap 10 § SSMFS 2008:1. Ett sådant program gäller både tekniska som organisatoriska säkerhetsförbättrande åtgärder.

3.1.2.4 Strålsäkerhet efter förslutning

Strålskyddet efter förslutning av ett slutförvar regleras genom Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd (SSMFS 2008:37) om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall samt av Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd (SSMFS 2008:21) om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall.

Regleringen baseras på två av strålskyddets hörnstenar, reglering genom dosgränser och optimering av skyddet. I slutförvarsföreskrifterna SSMFS 2008:37 har detta angetts i form av ett riskkriterium i 5 §, samt kraven enligt 4 § på optimering och bästa möjliga teknik. De senare kraven syftar till att förbättra slutförvarets skyddsförmåga så långt som rimligt möjligt och är nödvändiga tilläggskrav till riskkriteriet. För fall där de beräknade riskerna är behäftade med stora osäkerheter, t.ex. vid analyser av slutförvaret lång tid efter förslutning, eller analyser som görs i ett tidigt skede av utvecklingsarbetet med slutförvarssystemet, bör större tyngd läggas på bästa möjliga teknik. Definitionen av bästa möjliga teknik är ”den effektivaste åtgärden för att begränsa utsläpp av radioaktiva ämnen och utsläppens skadliga effekter på människors hälsa och miljön, och som inte medför orimliga kostnader”. Det vill säga, definitionen är snarlik den definition som finns i SSMFS 2008:23.

Enligt de allmänna råden till SSMFS 2008:37 innebär tillämpning av bästa möjliga teknik att ”i samband med slutförvaring att förlägningsplats, utformning, bygge och drift av slutförvaret och tillhörande systemkomponenter bör väljas för att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp från både tekniska och geologiska barriärer så långt som är rimligt möjligt”. Vidare anges att tillämpning även omfattar möjligheten att begränsa

sannolikheten för, och konsekvenserna av, oavsiktlig framtida mänsklig påverkan på slutförvaret (4, 8 och 9 §§ SSMFS 2008:37).

Även SSMFS 2008:21 innehåller bestämmelser om bästa möjliga teknik och hänvisar dessutom till miljöbalkens krav. I föreskrifterna ställs också krav på slutförvarssystemets tålighet mot förhållanden, händelser och processer som kan påverka barriärernas funktion efter förslutning. Barriärssystemet ska enligt 7 § innehålla flera barriärer så att så långt det är möjligt nödvändig säkerhet upprätthålls trots en enstaka brist i en barriär.

3.1.3 Tillämpning av miljöbalkens krav i ett slutförvarssammanhang

3.1.3.1 Tillgänglig teknik

Varken KBS-3 eller dess alternativ har funnits tillgängliga, vilket medfört att metoder för att omhänderta det använda kärnbränslet har krävt teknikutveckling och forskning. SSM menar därför att kraven på tillgänglighet i ett slutförvarssammanhang inte kan innebära att det måste vara en teknik som redan finns färdigutvecklad då det handlar om att ta fram en helt ny lösning. Även om tillgänglig teknik kan användas i viss utsträckning kommer nyutveckling vara nödvändig oavsett slutförvarslösning. I slutförvarssammanhang handlar det snarare om en utprovad teknik än tillgänglig teknik och om SKB har visat att kravet har tillämpats vid utformningen av slutförvarslösning. Detta innebär också att alternativjämförelsen kan behöva ske mellan olika alternativ i olika skeden i utvecklingsstadiet.

3.1.3.2 Utvärdering i jämförelse med andra metoder samt vid utvecklandet av KBS-3

Vid bedömningen mot krav i 2 kap. 3 § miljöbalken måste slutförvarssystemet utvärderas i sin helhet. Utvärderingen bör ske på flera nivåer, dels i en jämförelse med andra koncept/alternativa metoder och platser, dels genom att bedöma SKB:s val vid utvecklandet av KBS-3-metodens detaljutformning.

Vid prövningen mot kraven behöver tydligt definieras vilka frågor som avgör om ansökt projekt kan tillåtas respektive vilka frågor som kan hanteras med villkor och krav efter regeringen har fattat sitt beslut. SSM har därför vid granskningen utgått från myndighetens bedömning av vilka delar inom KBS-3-konceptet som behöver bedömas i detta skede, främst de grundläggande delar som konceptet bygger på som har stor betydelse utifrån strålsäkerhet.

Vid en utvärdering av den valda tekniken måste denna ske inte bara av tekniken i sig utan som funktion i slutförvarssystemet, dvs. med tanke på t.ex. material, konstruktion, anpassning av förvarskonceptet till den valda platsen och kontrollerbarhet. Även robusthet och tillförlitlighet är av stor betydelse.

3.1.3.3 Val av plats

Enligt SSM behöver 2 kap. 6 § miljöbalken (val av plats) tillämpas ihop med 2 kap. 3 § då platsen måste ge förutsättningar för ett strålsäkert förvar för att begränsa utsläppen och i förlängningen minimera påverkan på omgivningen. Att SKB visat att den sökta platsen är den mest lämpliga för sitt syfte (långsiktig strålsäkerhet med utgångspunkt från den valda tekniska utformningen) blir på det sättet en del av bedömningen mot kravet på bästa möjliga teknik.

I strålsäkerhetslagstiftningen regleras platsvalet främst genom SSMFS 2008:37 och SSMFS 2008:21. Kraven innebär att förvaret på den avsedda platsen dels ska kunna visas uppfylla riskkriteriet, dels att sökanden i lokaliseringsarbetet har tillvaratagit möjligheterna att så långt som rimligen möjligt förbättra slutförvarets skyddsförmåga. Som framgår ovan ingår även sådana åtgärder som kan begränsa sannolikheten för och



konsekvenserna av oavsiktligt mänskligt intrång i förvaret vid tillämpning av bästa möjliga teknik, t.ex. genom att undvika platser med brytbara mineraltillgångar.

3.2 Underlag från SKB

Nedanstående är i huvudsak vad SKB anger i bilaga AH, Verksamheten och de allmänna hänsynsreglerna-slutförvarssystemet (SKBdoc 1208614, avsnitt 3), men myndighetens bedömning med avseende på strålsäkerhet grundar sig på hela underlaget i ansökningarna enligt miljöbalken och kärntekniklagen.

I Bilaga AH redovisar SKB att säkerhet och strålskydd är, och hela tiden har varit, styrande vid val av material, teknik och utformning av de kärntekniska anläggningarna och processerna. Andra hänsynstaganden har beaktats i de fall det funnits alternativ som är likvärdiga från säkerhets- och strålskyddssynpunkt. I frågor som rör utformning eller drift av anläggningarna, där det finns detaljerade strålskydds- och säkerhetskrav i speciallagarna kärntekniklagen och strålskyddslagen med tillhörande förordningar och föreskrifter, har uppfyllandet av dessa krav ansetts motsvara kravet på bästa möjliga teknik i 2 kap 3 § miljöbalken.

SKB hänvisar till strålsäkerhetslagstiftningen samt SSM:s föreskrifter där dessa ställer krav på bästa möjliga teknik, optimering och beprövad/utprovad/utvärderad teknik.

I avsnittet redovisas översiktligt motiven till de metod- och teknikval som gjorts för anläggningarna samt de skadeförebyggande åtgärder och försiktighetsmått som SKB planerar vid detaljprojektering, uppförande och drift av anläggningarna. När det gäller den s.k. ALARA-principen, att verksamheten vid kärntekniska anläggningar ska bedrivas så att stråldoser begränsas så långt som möjligt med hänsyn till ekonomiska och samhällsliga faktorer, hänvisar SKB till de särskilda ALARA-program som redovisas för SSM.

SKB ser även det fysiska skyddet av anläggningarna som en relevant fråga vid bedömning mot 2 kap. 3 § miljöbalken. Underlaget i detta avseende beskrivs separat i sekretessbelagda dokument till ansökan enligt kärntekniklagen.

SKB menar att de åtgärder som redovisas säkerställer att försiktighetsprincipen och principerna om BAT och ALARA iakttas.

3.2.1 Strålsäkerhet efter förslutning

I Bilaga AH (SKBdoc 1208614 avsnitt 3.5.1) motiverar SKB valet av KBS-3 bl.a. utifrån internationella ställningstaganden kring geologisk slutförvaring. SKB menar att KBS-3-metoden har utvecklats därför att den medger att det använda bränslet på ett effektivt sätt kan hållas avskilt från biosfären under så långa tidsrymder att SSM:s krav på säkerhet och strålskydd uppfylls. Metoden bygger på inneslutning och fördröjning enligt flerbarriärprincipen. Processen är reversibel och medger återtagande av använt kärnbränsle om framtida generationer skulle vilja ta upp bränslet.

Enligt SKB visar säkerhetsanalysen, som bygger på kunskap som har byggts upp under många års forskning om metoden, barriärerna och platsen, att SSM:s riskkriterium innehålls och att ett långsiktigt strålsäkert slutförvar enligt KBS-3-metoden kan byggas i Forsmark.

Valet av koppar som kapselmateriell motiveras av dess beständighet i förvaringsmiljö med hänvisning till den forskning som har bedrivits kring detta både nationellt och internationellt. Insatsen av segjärn, med en tryckbärande funktion, har valts främst utifrån tillverkningstekniska skäl.

När det gäller bentonit som buffertmaterial hänvisas till de omfattande undersökningar som har gjorts på bentonitens egenskaper, att bentonit är mindre vattengenomsläppligt för vatten än det omgivande berget samt förblir kemiskt stabilt under mer än en miljon år under förutsättning att den inledningsvis inte utsätts för alltför hög temperatur (ca 100 °C).

Avseende berget som barriär motiverar SKB valet av Forsmark utifrån dess, för långsiktig strålsäkerhet, goda egenskaper på förvarsnivå med få vattenförande sprickor, lågt grundvattenflöde och lämplig grundvattenkemi. SKB anger även att det torra och sprickfattiga berget ger fördelar vid uppförande och drift av slutförvaret samt att den höga värmeledningsförmågan i berget vid Forsmark gör att värmen från kapslarna leds bort effektivare och att kapslarna därmed kan placeras tätare än i berg med sämre värmeledningsförmåga.

Mer detaljerat underlag för bedömning av KBS-3-metoden mot kravet på bästa möjliga teknik finns i andra delar av ansökan. SKB redovisar en övergripande beskrivning av utvecklingen av KBS-3 metoden i metodvalsrapporten (SKB R-10-25) i vilken olika förvarsutformningar som har övervägts finns redovisade. En mera omfattande beskrivning av hela historiken kring SKB:s program inklusive alla Fud-program och tidigare säkerhetsanalyser finns redovisade i rapporten Utvecklingen av KBS-3 metoden (SKB R-10-40). I säkerhetsanalysen SR-Site (SKB TR-11-01) finns detaljerade analyser kring ett antal aspekter av KBS-3 metoden för vilka justeringar kan göras inom en framtida utveckling av metoden.

När det gäller åtgärder för att begränsa negativ radiologisk påverkan efter förslutning menar SKB att dessa bygger på flerbarriärsystemet och egenskaperna hos den utvalda platsen i Forsmark.

3.2.2 Drift och uppförande av slutförvarssystemet

3.2.2.1 Slutförvarsanläggningen

Enligt SKB är anläggningen konstruerad så att kapseln inte kan skadas vid normal drift, störningar eller missöden på så sätt att dess täthet går förlorad, vilket innebär att radioaktiva ämnen inte kan nå omgivningen. SKB hänvisar i bilaga AH (SKBdoc 1208614) till MKB (SKB 2011a). Av denna framgår att ingen radiologisk påverkan på omgivningen från det använda kärnbränslet förväntas under slutförvarets driftskede. SKB hänvisar i bilaga AH vidare till SR-Drift för de åtgärder och funktioner som planeras för att driva anläggningen på ett säkert sätt. Enligt SKB kan erfarenheter hämtas från annan kärnteknisk verksamhet och i andra branscher, exempelvis gruvbranschen, för en stor del av anläggningens system, komponenter och konstruktionslösningar. Där det inte är möjligt eller rimligt att utnyttja beprövad teknik anger SKB att bolaget kommer att utprova och utvärdera systemen och komponenterna. För personalstrålskydd under drift hänvisas till de program som redovisas för SSM.

3.2.2.2 Clab och Clink

I Bilaga AH konstaterar SKB att förläggning av mellanlager i bergrum har ansetts vara det bästa sättet att ge både bränslet och omgivningen ett gott skydd. SKB motiverar att krav på BAT uppfylls genom användandet av beprövad och tillförlitlig teknik och en ständig utveckling av verksamheten.

SKB hänvisar till goda erfarenheter från driften av Clab och resultaten från den konstruktionsgenomgång som gjordes 2007 i samband med uppdatering av säkerhetsanalysen för anläggningen. Bolaget hänvisar för Clab även till anläggningens säkerhetsprogram, som innebär en systematisk utvärdering av säkerheten i anläggningen

och erfarenhetsåterföring från andra kärntekniska anläggningar, ALARA-programmet med verksamhetsmål och handlingsplaner samt miljöledningssystemet enligt ISO 14001.

SKB avser att i Clink använda utprovad teknik eller teknik som har använts vid andra kärntekniska anläggningar, bland annat när det gäller metod och utrustning för provtagning m.a.p. kapseln och ventilationssystem. SKB bedömer att tekniken är BAT. SKB lyfter även fram vikten av att flexibilitet byggs in i anläggningen och anser att principerna för BAT och ALARA uppfylls med de lösningar som presenteras i ansökningarna enligt kärntekniklagen och miljöbalken för den integrerade anläggningen.

Bolaget hänvisar även till myndighetens föreskrifter SSMFS 2008:23 om skydd av människors hälsa och miljön vid utsläpp av radioaktiva ämnen från vissa kärntekniska anläggningar samt de åtgärder som övervägs för att minska utsläpp till vatten.

När det gäller skadeförebyggande åtgärder för att begränsa påverkan på Clab hänvisar SKB till bilaga Organisation, ledning och styrning-uppförande och driftsättning i ansökan enligt kärntekniklagen (Clink-ansökan) för den värdering som sker av åtgärder som kan ge säkerhetspåverkan. SKB hänvisar även till kvalitets- och miljöledningssystemet. Enligt SKB kommer sprängningen av nytt schakt i anslutning till Clab att ske med stor försiktighet utan att påverka driften och säkerheten i Clab.

3.3 SSM:s bedömning

SSM bedömer att SKB väsentligen har iakttagit miljöbalkens 2 kap. 3 § vid val av strategi och metod för slutförvaring av det använda kärnbränslet. Myndigheten bedömer även att hänsynskrav i 2 kap. 3§ miljöbalken med användande av bästa möjliga teknik (BMT) har varit en utgångspunkt vid utvecklingen av KBS-3-metodens detaljutformning samt för systemet som helhet med de ingående anläggningarna.

SSM bedömer vidare att SKB har visat att det finns förutsättningar att uppföra och driva de olika anläggningarna inom slutförvarssystemet på ett strålsäkert sätt (se granskningsrapport *inkapslingsanläggning och Clab* samt rapport *uppförande och drift av slutförvarsanläggning*).

SKB måste även fortsättningsvis visa att bolaget löpande iakttar bestämmelserna om användandet av bästa möjliga teknik.

3.3.1 Strålsäkerhet efter förslutning

För myndighetens mer utvecklade resonemang kring hur BMT tillämpas i val av strategi och metod för slutförvaring, inklusive jämförelsen med den alternativa metoden djupa borrhål, hänvisas till Del 2, kapitel 1 *val av metod för slutförvaring*. I detta avsnitt förs också en övergripande diskussion kring hur SKB:s lösningar förhåller sig till andra alternativa slutförvarskoncept som utvecklats i andra länder som visst underlag för bedömningen. Vid bedömning av kravet på bästa möjliga teknik i 2 kap. 3 § miljöbalken har SSM utgått från att det använda kärnbränslet ska slutförvaras då detta är en del av ändamålet med projektet.

3.3.1.1 Val av strategi- geologisk slutförvaring

SKB motiverar valet av KBS-3 delvis utifrån nationella ställningstaganden kring geologisk slutförvaring. SSM konstaterar att det råder internationell konsensus om geologisk slutförvaring och bedömer att denna strategi är lämplig vid slutförvaring av använt kärnbränsle.

3.3.1.2 Övergripande val av slutförvarsmetod

En svårighet vid bedömning av uppfyllelse av 2 kap. 3 § miljöbalken är att jämförelsen mellan olika metoder utgår ifrån vilken strålsäkerhet som skulle vara möjlig att nå med val av metod och plats på en övergripande nivå. Då varken KBS-3 eller dess alternativ idag är tillgängliga i alla delar handlar det om att jämföra metoder under olika grad av utveckling.

Skillnaden i utvecklingsgrad mellan metoderna är mycket stor, till stor del beroende av att SKB:s arbete redan sedan tidigt 1980-tal till stora delar har varit inriktat på att vidareutveckla KBS-3-metoden. Relativt sett begränsade insatser har gjorts av SKB rörande alternativa metoder.

SSM bedömer att det är möjligt att den alternativa metoden djupa borrhål kan visa sig ha strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med KBS-3 då den bygger på ett säkerhetskoncept med ytterligare ökad isolering genom de stabila grundvattenförhållanden på stora djup som förväntas. Enligt myndigheten finns det dock kvarstående stora utmaningar med metoden. Det handlar bl.a. om behovet av att kunna verifiera de antaganden om förhållanden på stora djup som metoden bygger på.

Det finns därmed stora osäkerheter om djupa borrhål i slutändan bättre skulle uppfylla kraven på bästa möjliga teknik än KBS-3 både med avseende på genomförbarhet och med avseende på dess funktion att isolera det använda kärnbränslet. För att komma till klarhet krävs omfattande ytterligare undersökningar med tillhörande teknikutveckling.

SSM instämmer i att omfattande forskning och utveckling har bedrivits med avseende på KBS-3 som metod samt för att öka förståelsen kring sådana egenskaper, händelser och processer som är av betydelse för att bedöma förvarets skyddsförmåga.

Samtidigt konstaterar myndigheten att SKB inte har tagit med vissa processer kopplade till kapseln och dess konstruktionsförutsättningar i scenarieanalysen av den långsiktiga strålsäkerheten. För att ytterligare styrka att SKB med den valda metoden och platsen kommer att kunna uppfylla SSM:s riskkriterium behöver SKB utöka scenario- och analysberäkningarna i en förnyad säkerhetanalys (PSAR) inför kommande steg i den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen. Detta innebär även att konstruktionsförutsättningarna behöver vidareutvecklas så att slutförvarets utformning och materialegenskaper kan optimeras och anpassas med hänsyn till kvarstående osäkerheter vid hantering av processer. Myndigheten har även konstaterat ett behov av mer genomarbetade planer för demonstrationsdeponering och långtidsförsök i slutförvaret. Enligt myndigheten handlar detta om utveckling som förväntas ske inför kommande steg i den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen och inte av betydelsen för bedömningen av KBS-3-metoden som helhet.

Sammantaget bedömer myndigheten att KBS-3 har förutsättningar att klara myndighetens krav på strålskydd och säkerhet och att det är möjligt för SKB att ta fram det förstärkta underlaget som behövs (se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*). I förhållande till de återstående oklarheter som föreligger om vilka resultat som kan förväntas uppnås med ett forsknings- och utvecklingsprogram för djupa borrhål, menar myndigheten att det inte är rimligt att under en längre tid fortsätta mellanlagring av det använda kärnbränslet i syfte att utveckla en alternativ slutförvarslösning med beaktande av risker och andra olägenheter som följer av detta.

3.3.1.3 Val av detaljutformning för KBS-3

Vid prövningen av den valda detaljutformningen mot 2 kap. 3 § miljöbalken är det viktigt att tydligt definiera vilka frågor som avgör om sökt verksamhet kan tillåtas respektive vilka frågor som kan hanteras med villkor och krav efter regeringens beslut om



tillåtlighet/tillstånd. Frågor med stor betydelse för långsiktig strålsäkerhet och strålskydd och som det finns små möjligheter att ändra inom ramen för ett givet tillstånd, eftersom de är av grundläggande art i förhållande till den slutförvarsmetod som SKB föreslår, behöver ett tydligt ställningstagande inför regeringens beslut.

I detta avsnitt återges SSM:s bedömningar avseende frågor som myndigheten betraktar som grundläggande för den sökta detaljutformningen. Bedömningarna grundar sig i huvudsak på SKB:s redovisning i SR-Site (SKB TR-11-01), men även på de val som SKB har gjort under utvecklingen av de tekniska barriärerna och på myndighetens jämförelse med andra länder. När det gäller det senare har de svenska förhållandena i berggrunden stor betydelse för vad som bedöms vara BMT.

KBS-3 metoden är inte en statisk produkt utan har genomgått succesiva förändringar under lång tid. Förändringar har initierats av överväganden kring nya omständigheter och ny information som tillkommit som ett resultat av forskning, fältmätningar, storskaliga experiment, utvecklingsarbete och erfarenheter kring tillverkning av komponenter till slutförvaret. SKB har analyserat alternativa lösningar för olika komponenter i KBS-3 systemet som olika kapselmateriell, olika förvarsutformningar samt olika tillverkningsmetoder.

SSM bedömer att SKB i framtagning av KBS-3-metoden anpassad till den valda platsen i Forsmark på ett tillfredställande sätt har tillämpat principen för bästa möjliga teknik. Bedömningen gäller valet av de tekniska lösningarna för varje barriär för sig samt för barriärernas samfunktion med syfte att åstadkomma ett slutförvar som skyddar människan och miljön från skadliga effekter av utsläpp av radioaktiva ämnen efter förslutning.

SSM bedömer även att SKB i utvecklingen av KBS-3-metoden anpassad till den valda platsen i Forsmark har tillämpat optimeringsprincipen för att begränsa stråldoser till människor så långt detta rimligen kan göras med hänsyn tagen till såväl ekonomiska som samhälleliga faktorer.

SSM bedömer vidare att det finns förutsättningar för SKB att klara myndighetens riskkriterium med den sökta metoden.

Berget som barriär samt val av förvarsdjup på 400-700 m

Avseende berget som barriär motiverar SKB valet av Forsmark utifrån dess, för långsiktig strålsäkerhet, goda egenskaper på förvarsnivå med få vattenförande sprickor, lågt grundvattenflöde och lämplig grundvattenkemi. SKB anger även att det torra och sprickfattiga berget ger fördelar vid uppförande och drift av slutförvaret samt att den höga värmeledningsförmågan i berget vid Forsmark gör att värmen från kapslarna leds bort effektivare.

Myndigheten bedömer att berggrunden i Forsmark har fördelaktiga egenskaper både för att isolera det använda kärnbränslet och för att fördröja spridning av radionuklider i de fall dessa passerar de tekniska barriärerna. Det beror främst på en låg frekvens av vattenförande sprickor på förvarsdjup samt att grundvattenkemin bedöms främja de tekniska barriärernas beständighet. Även om det finns vissa frågeställningar kring återmättnadsförloppet vid Forsmark som behöver belysas närmare med avseende på långsiktig strålsäkerhet bedömer SSM att platsens fördelar överväger ur strålsäkerhetssynpunkt i jämförelse med andra övervägda platser och att det även bedöms vara möjligt att vidta åtgärder för att minimera osäkerheter som har samband med en låg frekvens av vattenförande sprickor.

SSM gör även samma bedömning som SKB avseende det valda djupintervallet för ett KBS-3-förvar. Ett grundare förvar bedöms som olämpligt med tanke på bergets sprickighet på ett sådant djup. Ett ökat djup skulle bl.a. tala för mindre risk för bufferterosion och inträngning av permafrost. Dessutom innebär ett ökat djup en mindre risk för oavsiktligt intrång. Det finns dock en övre gräns för förvarsdjupet vid vilket konstruktionsmässiga svårigheter, risker vid drift av slutförvaret och ytterligare kostnader för att bygga och driva slutförvaret blir mer betydelsefulla än eventuella fördelar från säkerhets- och strålskyddssynpunkt med ett ökat djup. Det finns i dagsläget inte tillräcklig kunskap för att avgöra exakt var denna gräns ligger utan för detta krävs erfarenheter och kunskaper som endast kan fås vid en kommande konstruktion av tillfartsvägar ner till förvarsdjup. SSM anser att SKB bör utreda förvarsdjupets mest lämpliga intervall mer utförligt i samband med konstruktionsfasen. Vid slutligt val av förvarsdjup bör strålsäkerhet väga tungt i förhållande till andra faktorer.

Se vidare del 2, kap. 2 *val av plats slutförvar* samt granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* för mer utvecklad bedömning av SKB:s val av Forsmark som plats.

SKB:s val av koppar som kapselmaterial

SSM:s bedömning av SKB:s metod för inkapsling av använt kärnbränsle med avseende på bästa möjliga teknik avser i första hand möjligheten att helt isolera det använda kärnbränslet under så lång tid som möjligt. Fullständig inneslutning av radioaktiva ämnen är den primära barriärfunktionen i SKB:s säkerhetsredovisning medan den andra barriärfunktionen som SKB tillämpar är fördröjning av radionuklider i de fall där den primära barriärfunktionen har upphört att fungera. Den primära barriärfunktionen kräver dels att kapseln är anpassad till förväntade mekaniska laster i slutförvarsmiljön, dels att korrosionsskyddet är godtagbart.

SKB motiverar koppar som kapselmaterial utifrån dess beständighet i slutförvarsmiljö med hänvisning till den forskning som har bedrivits kring detta både nationellt och internationellt.

SSM bedömer att en godstjocklek på 50 mm koppar ger en betydande korrosionsmån för förväntade korrosionsprocesser i den långsiktiga slutförvarsmiljön, under förutsättning att buffertens funktion med höga svälltryck upprätthålls. Korrosionsbarriären bedöms vara tillräcklig även för andra korrosionsprocesser som uppkommer initialt i slutförvaret t.ex. korrosion till följd av kvarvarande syre och radiolys på kapselns ytteryta. Under förvarsbetingelser med höga grundvattenflöden finns en ökad risk för betydelsefull bufferterosion, med risk för att buffertens barriärfunktion inte kan upprätthållas i samband med glaciationer, och därmed finns enligt SKB:s analyser en viss risk för kapselbrott. Därför behövs betingelser med höga grundvattenflöden undvikas i största möjliga utsträckning vid utplaceringen av deponeringshål, vilket är en åtgärd som SKB enligt ansökan avser att vidta.

Korrosion av koppar i sulfidhaltig miljö fortskrider så länge sulfid finns tillgängligt men processen är förhållandevis långsam i slutförvarsmiljön och bedöms vara möjlig att förutsäga med rimlig tillförlitlighet (se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* del 2, kapitel 4.10 och 5.11). Nyligen framtagna experimentella belägg för korrosion av koppar i rent syrgasfritt vatten talar möjligen för förekomst av ytterligare bidrag till kopparkorrosion, men resultaten pekar samtidigt på att denna korrosionsprocess sannolikt inte har någon avgörande betydelse för kopparkapselns barriärfunktion i den förväntade slutförvarsmiljön med tanke på att SKB:s kapsel redan från början utformats för att motstå betydande korrosionsangrepp (granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* del 2, kapitel 4.10 och 5.11).

SSM bedömer att lokala korrosionsmekanismer så som spänningskorrosion och gropkorrosion inte helt kan uteslutas baserat på befintligt kunskapsunderlag. Dessa lokala korrosionsprocesser kan möjligen uppkomma vid situationer med en snabb tillförsel av sulfid pga. mikrobiell sulfatreduktion i buffert och återfyllnadsmaterial och bildning av passiverande ytfilmer vid omättade betingelser och innan fullt svälltryck har utvecklats. SKB kan därmed behöva vidta åtgärder för att minimera bildning av och snabba transportvägar för sulfid i slutförvarsmiljön. SSM förväntar sig en redovisning av sådana åtgärder i en förnyad säkerhetsanalys som ska tas fram enligt den stegvisa process som tillämpas enligt kärntekniklagen.

KBS-3-kapseln med en insats av segjärn tillsammans med kopparhöljet bedöms ha förutsättningar att uppfylla de krav som kan ställas med avseende på mekanisk tålighet. SSM anser att integritet mot plastisk kollaps av insatsen samt tålighet mot stora deformationer av kopparhöljet på grund av svälltryck och höga hydrostatiska tryck är godtagbar under förutsättning att det är möjligt att detektera defekter med de storlekar som tagits fram inom skadetålighetsanalysen. Tålighet mot plastisk kollaps vid en skjuvlast är en mera komplex lastsituation att bedöma med tanke på exempelvis variationer i materialegenskaper vid gjutning samt en större känslighet för defekter. Det är sannolikt svårt att helt undvika risk för mekaniska kapselskador främst på grund av jordskalvriskens oavsett kapselutformning. SSM bedömer dock att SKB:s förvarsutformning med tillverkning av kapslar med höga kvalitetskrav, tillämpning av oförstörande provning samt selektiv deponeringshålsplacering är lämplig för att minimera konsekvenser vid risk för jordskalv, särskilt med tanke på att denna belastningssituation är osannolik för varje individuell kapsel (granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* del 2, avsnitt 5.10). Även i detta avseende kommer det dock att krävas ytterligare utvecklingsinsatser.

SKB:s kapselutformning har baserats på att kopparhöljet kan deformeras via kryp i samband med yttre tryck på kapseln. Det finns vissa osäkerheter kring koppars tålighet mot krypdeformation, men SSM betraktar inte frågan som avgörande inför beslut om tillstånd/tillåtlighet då SSM bedömer det sannolikt att de osäkerheter som finns i dag kan gå att hantera genom ytterligare provtillverkning av kapselkomponenter, modellering av höljets långsiktiga deformation, studier av krypmekanismer och fortsatt optimering av kapselns utformning. (granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* del 2, kapitel 4.12).

Sammantaget bedömer SSM att en korrosionsbarriär av koppar med en korrosionsmån om cirka 50 mm är att betrakta som bästa möjliga teknik även om vidare analyser är nödvändiga. SSM bedömer att ett långsiktigt program för att verifiera kopparkapselns barriärfunktioner behövs, men att detta inte behöver finnas på plats för att kunna fatta beslut om metoden.

Andra kapsel- och insatsmaterial har övervägts under utvecklingen av KBS-3-metoden i Sverige samt under utvecklingen av liknande metoder i andra länder. Val av kapselmaterial motiveras delvis med utgångspunkt från förutsättningar i den berggrund som är aktuell, t.ex. förutsättningar i kristallina respektive sedimentära berggrunder. I de tidiga faserna av det svenska kärnavfallsprogrammet övervägdes kapslar av keramik, titan och kopparkapslar med insats av bly istället för segjärn. I vissa länder har kolstål föreslagits som inkapslingsmaterial, och sådana kapslar kan tillverkas i huvudsak med befintlig teknik. Denna typ av kapsel anses ha en livslängd av ett antal tusen år, möjligtvis betydligt längre än så, men sannolikt har den betydligt kortare livslängd än kopparkapslar.

I det s.k. ”Yucca Mountain”projektet i USA utvecklades en kapsel av materialet Hastelloy C-22 (en legering med molybden, nickel och krom) tillsammans med ytterligare en barriär av titan i de öppna slutförvarstunnlarna. Dessa kapslar har bedömts ha mycket lång livslängd i den typen av förvarsmiljö, uppåt 1 miljon år eller mer, men möjligen med en



liten risk för ett fåtal tidiga kapselbrott. SSM konstaterar att valet av kapselmaterial i det tidigare amerikanska programmet till en stor del har motiverats av kravet att uppfylla korrosionsbarriärfunktionen i en kemiskt oxiderande miljö, vilket skiljer sig på ett avgörande sätt från förhållanden i den svenska berggrunden. Analys av korrosionsbeständighet för Hastelloy C-22 i slutförvarmiljö är att betrakta som omfattande och resurskrävande pga. av detta materials komplexitet.

På senare år har även en kapsel med en korrosionsbarriär av koppar om ett fåtal millimeter som appliceras direkt på insatsen diskuterats i vissa länder.

SSM konstaterar att de kapslar som tidigare har övervägts i det svenska kärnavfallsprogrammet har uteslutits pga. tillverkningsfrågor eller överväganden kring tänkbara degraderingsprocesser. Dessa kapslar bedöms sammantaget inte ha några avgörande fördelar i jämförelse med kapselutförningen i SKB:s ansökan. Det är mycket svårt att definitivt avgöra om ett visst inkapslingsmaterial är mera långlivat eller mera tillförlitligt än ett annat. Det finns för- och nackdelar med olika material. Det mest betydelsefulla i detta steg är enligt SSM:s bedömning att det finns ett tillräckligt kunskapsunderlag för att bedöma om materialet är kompatibelt med andra barriärer och kemiska och mekaniska omgivningsbetingelser i slutförvarsmiljön, att underlaget är tillräckligt för analyser av fördelningar av kapsellivslängder, samt att tillräcklig kunskap finns för att identifiera återstående osäkerheter och möjligheter att så långt som möjligt minimera inverkan av dessa. Dessa förutsättningar anser SSM vara uppfyllda i rimlig omfattning. För samtliga alternativa tänkbara inkapslingsmaterial krävs med all sannolikhet mycket långtgående forskning och utvecklingsinsatser.

SSM bedömer att andra korrosionsbarriärer som har övervägts i olika kärnavfallsprogram är mera kortlivande eller inte avpassade för svenska förhållanden. SSM bedömer i nuläget att kvarvarande osäkerheter kopplade till valet av koppar som inkapslingsmaterial inte kan motivera ett behov av att SKB utreder ett helt nytt material för inkapslingen.

Bentonit som buffertmaterial

Beträffande användning av bentonit som buffertmaterial hänvisar SKB till de omfattande undersökningar som har gjorts på bentonitens egenskaper samt till det faktum att bentonit är mindre vattengenomsläppligt för vatten än det omgivande berget. SKB anger vidare att bentonitleran förblir kemiskt stabilt under mer än en miljon år under förutsättning att den inledningsvis inte utsätts för en temperatur på mer än 100 °C.

I de flesta pågående slutförvarsprogram för använt kärnbränsle eller radioaktiva avfall ingår en teknisk barriär med lera av bentonittyp, t.ex. i Spanien, Schweiz, Frankrike, Japan och Finland. Det enda alternativa material som förekommer i lika stor omfattning inom ramen för slutförvaring är cement. Cement används dock i huvudsak i slutförvar för låg och medelaktivt avfall med kortare tider för slutförvaring och utan behov av fullständig inneslutning i täta kapslar. SKB planerar att även använda cement vid slutförvar av använt kärnbränsle, men som konstruktionsmaterial och inte som en primär barriär för att begränsa spridning av radioaktiva ämnen. Cement utreds i vissa slutförvarsprogram som en buffert för inkapslat högaktivt avfall så som t.ex. i Belgien. Motivet är bl.a. att den cementkemiska miljön är gynnsam för att minimera kapselkorrosion. Cement har liksom bentonit goda egenskaper för retardation av radionuklider men långtidsbeständigheten är sämre då cement reagerar kemiskt med omgivande berg i synnerhet i granitisk berggrund som inkluderar strukturer med betydande grundvattenflöde. Vilket buffertmaterial som bedöms som lämpligast hänger tätt samman med förvarsmiljön, om förvaret byggs i kristallint berg eller i lerformationer, vilket är aktuellt i en del andra länder.

SSM anser att användning av bentonit med svällande smektitlera för att täta deponeringshålen och fylla upp spalter och tomrum i slutförvaret är att betrakta som bästa möjliga teknik kopplat till valet av Forsmark som plats. Det finns inga kända alternativa material som erbjuder motsvarande gynnsamma egenskaper. Även om ett sådant material skulle kunna identifieras skulle det krävas mycket stora insatser för att få fram motsvarande kunskaper och erfarenheter. Bentonitleran har fördelen att ha varit föremål för utredningar kring dess lämplighet i slutförvarssammanhang under flera årtionden. Tre ogynnsamma processer behöver dock vägas in i bedömningen. Dessa är kanalbildningserosion under slutförvarets konstruktionsfas, kemisk erosion av bufferten om den kommer i kontakt med mycket utspädda grundvatten i slutförvarsmiljön samt påverkan på buffertens egenskaper till följd av höga salthalter och höga temperaturer. Enligt SSM:s bedömning går det att hantera den förstnämnda processen på ett acceptabelt sätt genom aktiva insatser för val av positioner för deponeringstunnlar och deponeringshål. Den kemiska erosionen är mer svårhanterlig i analysen av slutförvarets långsiktiga utveckling. SSM bedömer dock att det är möjligt att om inte eliminera så i varje fall begränsa riskbidraget för bufftererosionsprocessen med ett aktivt val av positioner för deponeringstunnlar och deponeringshål. Ytterligare insatser behövs även för att finjustera optimering av buffertens densitet, buffertens yttre dimensioner samt för att underbygga urvalskriterier för val av bentonittyp (granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* del 2, avsnitt 3.5).

SSM bedömer att uppfyllandet av den av SKB föreslagna temperaturrestriktionen på 100 °C är en förutsättning för att slutförvarsmetoden ska kunna bedömas vara bästa möjliga teknik. En högre temperatur medför inte bara ökad risk för cementering av bufferten men också större svårigheter att utvärdera bergmekanisk påverkan och betydelsen av processer involverade i buffertens och bergets återmättnadsprocesser. Det finns också väsentligt mindre tillgänglig data och testresultat som är representativa för temperaturer över 100°C och av detta skäl blir tillförlitligheten i analysen av förvarets initiala utveckling sämre för högre temperaturer än 100°C. De flesta andra länder som planerar liknande slutförvar har också valt att införa samma restriktion på maximal temperatur som SKB, bl.a. Japan, Spanien och Finland.

Förutsättningar för uppförande av slutförvaret samt att tillverkning, installation och provning av komponenter i slutförvaret kan göras så att nödvändig kvalitet uppnås
SSM gör bedömningen att SKB har visat att det finns förutsättningar för att uppföra och bygga ett slutförvar som överensstämmer med de specifikationer som säkerhetsanalysen SR-Site har baserats på (se kap.3 granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*). De viktigaste momenten i uppförande och tillverkning som har stor påverkan på den långsiktiga strålsäkerheten har prövats med fullskaletester (granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*, kapitel 3). Det återstår dock ett betydande arbete innan KBS-3-metoden i alla detaljerade avseenden har blivit fullt utvecklad och utprovad. SKB behöver också visa att detta går att genomföra i en industriell skala. SSM anser att det är rimligt att sådan vidareutveckling kan ske efter att ett tillstånd att uppföra förvaret har meddelats, men innan SKB erhåller ett tillstånd att påbörja aktiv provdrift. Det återstår också ett betydande arbete t.ex. för att visa att defekter i insatsen kan detekteras med oförstörande provning (granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*, kapitel 3). SKB behöver även visa att alla moment i uppförande av slutförvaret kan göras under simulerad aktiv drift. Detta moment är inte aktuellt att påbörja förrän andra utvecklingsbehov har kunnat tillgodoses.

3.3.2 Uppförande och drift av slutförvarsanläggningen

3.3.2.1 Säkerhetshöjande åtgärder - konstruktion

SSM bedömer att SKB har förutsättningar att uppfylla myndighetens krav relaterade till anläggningens konstruktion. SSM konstaterar bl.a. att det är tydligt att SKB i sitt arbete strävar efter att förebygga och minimera konsekvenserna av störningar och missöden.



SKB använder sig av en kombination av tekniska konstruktionslösningar och administrativa åtgärder samt tillämpar principer för användning av beprövade eller utprövade och utvärderade konstruktionslösningar.

Myndigheten bedömer att det finns förutsättningar för att med anläggningens konstruktion och planerade instruktioner förebygga störningar och missöden och minimera eventuella konsekvenser av dessa. Drift och säkerhetssystem bedöms vara utformade så att kapseln inte kan skadas och radioaktivitet frigöras. Kapslar bedöms kunna hanteras med tillräcklig tillförlitlighet och säkerhet.

Under driften av anläggningen samtidigt som nya tunnlar och schakt uppförs ska SKB se till att arbeten kan göras på ett strålsäkert sätt med avseende på hantering av sprängämnen, bergsutrymmenas stabilitet samt deponeringsaktiviteter enligt myndighetens föreskriftskrav. Baserat på underlaget i ansökan (bl.a. SKBdoc 1091959, SKBdoc 1091845, SKB R-08-116 och SKB TR-10-18) bedömer myndigheten att SKB har visat att det finns förutsättningar att uppfylla detta krav under uppförande, drift samt avveckling/förslutning av anläggningen.

SSM bedömer med utgångspunkt från SKB:s underlag i ansökan att konstruktionerna i undermarkdelen av slutförvarsanläggningen planeras utformas så att underhåll, kontroll och prövning under uppförande och drift av anläggningen är möjlig, samt att säkerheten vid en framtida avveckling och förslutning kan beaktas enligt kraven i SSMFS 2008:1 3 kap 1 §.

Uppförande av förbindelserna till ovanmarkdelen (ramper och schakt) behöver ingå i kontrollprogram för att säkerställa att de ställda konstruktionsförutsättningarna har uppnåtts och att den långsiktiga strålsäkerheten efter förslutning kan säkerställas. Uppförandefasen är också en unik möjlighet att vidareutveckla tekniska lösningar, material, kontroll- och mätmeter, samt att platsanpassa dessa för bästa möjliga tillämpning. Vid eventuellt kommande steg bör dessa aspekter belysas samt insatser utföras för att ta tillvara erfarenheterna från uppförandefasen. I detta avseende bedömer SSM att konstruktionsprinciper och lösningar har förutsättningar att vara beprövade, utprovade och utvärderade under de förhållanden som råder i slutförvaret inför ett planerat drifttagande av anläggningen.

SKB behöver i kommande steg av prövningen ta fram mer utförliga program, bl.a. innefattande förebyggande åtgärder, övervakning samt korrigerande åtgärder för bergarbeten i närheten av deponeringsområden där vibrationer, deformationer i berg eller bergutfall kan förekomma.

Om monitorering kommer att utföras ska inverkan på säkerheten av sådana åtgärder som vidtas för att underlätta övervakning eller återtagning av deponerat kärnämne eller kärnavfall från slutförvaret, eller för att försvåra tillträde till slutförvaret, analyseras och redovisas till SSM med avseende på den långsiktiga strålsäkerheten efter förslutning. SSM ser positivt på SKB:s förslag att genomföra långtidsförsök på olika representativa platser i slutförvarsanläggningen. Dessa försök skulle förstärka underlaget inför beslut om att försluta förvaret.

3.3.2.2 Fysiskt skydd och nukleär icke-spridning

SKB har redovisat en preliminär plan för fysiskt skydd. Redovisningen innehåller uppgifter om principer för utformning av anläggningens fysiska skydd, analyser om barriärens förmåga att förhindra obehörigt intrång och sabotage samt uppgifter om kompetensen inom fysiskt skydd. SSM anser att det är en rimlig ansats i detta skede.



SSM bedömer utifrån SKB:s preliminära plan för fysiskt skydd att bolaget har förutsättningar att uppfylla grundläggande säkerhetsbestämmelser genom att de preliminära planer som finns för fysiskt skydd innehåller det som förväntas vid denna tidpunkt och att en rimlig handlingsväg framåt är utpekad.

När det gäller nukleär icke-spridning har SKB redovisat en helhetsbild av hur tänkt kontroll ska ske från mottagning och inkapsling på Clink via transporten till slutförvarsanläggningen och till den slutliga deponeringen.

3.3.2.3 Påverkan vid normal drift

SSM bedömer att SKB har förutsättningar att uppfylla myndighetens föreskriftskrav om skydd av människors hälsa och miljön vid utsläpp av radioaktiva ämnen från vissa kärntekniska anläggningar. Utifrån SKB:s beskrivning av anläggningen och dess verksamhet delar SSM bolagets uppfattning om att det inte föreligger några förutsättningar för utsläpp av radioaktiva ämnen (annat än den naturliga radioaktiviteten från berget) under normala driftförhållanden. SKB planerar att genomföra kontroller av radioaktivitetens innehåll i det vatten som pumpas ut från anläggningen.

När det gäller stråldos till personal bedömer SSM att SKB har förutsättningar att uppfylla samtliga krav relaterade till strålskydd vid uppförande och drift.

Se vidare granskningsrapport *uppförande och drift av slutförvarsanläggningen*, bl.a. avsnitt 1.2.3 och 1.3.3.

3.3.3 Uppförande och drift av inkapslingsanläggningen

3.3.3.1 Åtgärder för att begränsa utsläpp vid uppförande och normal drift

SSM bedömer att SKB har förutsättningar att uppfylla kraven på begränsning, optimering och bästa möjliga teknik, bland annat genom att SKB har ett koncept med flera system och åtgärder för att begränsa utsläppen till luft och vatten samt att bolaget avser att rena vid källan och med hjälp av ett särskilt vattenreningssystem. SKB har beskrivit hur utsläpp ska begränsas och ger exempel på hur strålskyddet optimeras med hänsyn till utsläpp, avfall och strålskydd för arbetstagare. SKB har även redovisat att åtgärder kommer att vidtas för att begränsa påverkan på Clab vid uppförandet.

3.3.3.2 Säkerhetshöjande åtgärder

SSM anser att anläggningen har förutsättning att vara utrustad med flerfaldiga anordningar som kan skydda barriärer och förhindra utsläpp. SSM ser även att SKB:s kännedom om händelser som kan utmana anläggningens säkerhet samt resultatet av kommande säkerhetsanalyser kan ge förutsättningar för SKB att i kommande skeden även kunna identifiera åtgärder som ytterligare kan skydda barriärerna och förhindra utsläpp. SSM har samtidigt uppmärksammat vissa brister/otydligheter som SKB behöver åtgärda i syfte att kunna förstärka djupförvarsnivå två och tre.

För att uppfylla kommande kärntekniska säkerhetskrav innebär den reviderade anläggningsutformningen av Clink flera större säkerhetshöjande förändringar, jämfört med den utformning som redovisades i ansökan 2011 (Bilaga K:24, Teknisk beskrivning avseende förändringar i Clink och utökad mellanlagring, SKBdoc 1469192 kapitel 4.4).

3.3.3.3 Fysiskt skydd och nukleär icke-spridning

SSM har granskat SKB:s ansökan om uppförande och drift av Clink utifrån aspekter kopplade till fysiskt skydd. SSM bedömer att de preliminära planer som finns för fysiskt skydd innehåller det som förväntas vid denna tidpunkt och att en rimlig handlingsväg framåt är utpekad.



När det gäller nukleär icke-spridning har SKB redovisat en helhetsbild av hur tänkt kontroll ska ske från mottagning och inkapsling på Clink via transporten till slutförvarsanläggningen och till den slutliga deponeringen. SSM bedömer att SKB har förutsättningar att uppfylla både nationella och internationella krav inom nukleär icke-spridning, men att visst utvecklingsarbete återstår.

3.3.3.4 Beredskap vid haverier

För detta steg i den stegvisa prövningsprocessen bedömer SSM att SKB har förutsättningar att uppfylla myndighetens föreskriftskrav om beredskap i tillräcklig omfattning genom att den haveriberedskap som finns beskriven i Clab:s beredskapsplan anpassas till den verksamhet som kommer att ske vid Clink.

Se vidare granskningsrapport *inkapslingsanläggning och Clab*, bl.a. kapitel 3, 4, 8 och 9.

4 Val av plats (lokaliseringsprincipen)

4.1 Krav

Enligt 2 kap. 6 § miljöbalken ska det för en verksamhet eller åtgärd som tar i anspråk ett mark- eller vattenområde väljas en plats som är lämplig med hänsyn till att ändamålet ska kunna uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön.

Enligt SSM behöver 2 kap. 6 § miljöbalken tillämpas ihop med 2 kap. 3 § vid val av plats för slutförvar. För att minimera påverkan på omgivningen behöver platsen ge förutsättningar för ett strålsäkert förvar. Att SKB visat att den sökta platsen är lämplig för sitt syfte (långsiktig strålsäkerhet) blir på det sättet en del av bedömningen mot BMT-kravet.

4.2 Underlag från SKB

SKB motiverar kortfattat val av plats för de ingående anläggningarna i slutförvarssystemet i Bilaga Verksamheten och de allmänna hänsynsreglerna-slutförvarssystemet, kapitel 6. Mer utförligt underlag för bedömningen finns i andra delar av ansökan, bl.a. i MKB med kompletteringar. När det gäller lokalisering av slutförvarsanläggningen hänvisar SKB även till platsvalsbilagan som har införts som underbilaga till MKB (SKB R-10-42).

När det gäller långsiktig strålsäkerhet motiverar SKB valet av Forsmark främst utifrån att det finns få vattenförande sprickor i berget på förvarsdjup av fördel för kopparkapselns och bentonitlerans funktion samt att det torra och sprickfattiga berget på förvarsnivå i även ger fördelar för uppförande och drift av anläggningen. SKB hänvisar även till Formarksbergets goda värmeledningsförmåga vilket betyder att värmen från kapslarna leds bort effektivt.

Inkapslingsanläggningen planeras att uppföras intill Clab. När det gäller strålsäkerhet motiverar SKB detta utifrån de fördelar som en integrerad anläggning innebär, att den erfarenhet av bränslehantering som finns hos personalen i Clab kan tas tillvara och att SKB kan använda flera av de befintliga systemen och anläggningsdelarna även för inkapslingsanläggningen.

4.3 SSM:s bedömning

4.3.1 Slutförvarsanläggningen

Myndigheten bedömer att, av de platser som varit aktuella, är Forsmark den mest lämpliga från strålsäkerhetssynpunkt (se del 2, kapitel 2 *val av plats slutförvar* i denna rapport samt granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* och granskningsrapport *uppförande och drift av slutförvarsanläggningen*). Avgörande för den bedömningen har varit platsens förutsättningar för ett långsiktigt strålsäkert förvar av använt kärnbränsle för att skydda människors hälsa och miljön.

Ingen av de platser som har varit aktuella under platsvalsprocessen visar enligt myndighetens bedömning egenskaper som sammantaget är mer fördelaktiga när det gäller att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp från tekniska och geologiska barriärer jämfört med SKB:s föreslagna plats i Forsmark. Det gäller även den övervägda platsen sydost om Hultsfred där SKB har fått komplettera underlaget.

Det som främst talar för Forsmark i jämförelse med andra platser är ett homogent berg med få vattenförande sprickor på förvarsdjup, vilket är viktigt för buffertens stabilitet och för att minska risken för kopparkorrosion. Det är även lättare att förutse och verifiera antagna förhållanden i berget vid Forsmark, vilket har stor betydelse för tilltro och verifiering av analysen av långsiktig strålsäkerhet.

Den plats som presenteras som alternativ plats i ansökan är Laxemar. Myndigheten instämmer med SKB att för flertalet lokaliseringsfaktorer av betydelse för strålsäkerhet är de båda kandidatområdena likvärdiga eller nästan likvärdiga. SKB har dock tydligt visat att förutsättningarna för att erhålla ett begränsat vattenflöde i närheten av kapselpositioner, vilket myndigheten bedömer vara en avgörande faktor, är betydligt bättre i fallet Forsmark beroende på det förhållandevis stora avståndet mellan vattenförande sprickor på förvarsdjup.

4.3.2 Inkapslingsanläggningen

SSM bedömer att SKB:s val av plats för inkapslingsanläggningen är den som utifrån strålsäkerhet bäst uppfyller miljöbalkens krav på lokalisering i 2 kap. 6 § (se denna rapport del 2, kapitel 3 *val av plats och metod inkapslingsanläggningen*).

SSM anser att det finns motiv från strålsäkerhetssynpunkt för en samförläggning jämfört med en förläggning av en fristående inkapslingsanläggning vid slutförvaret (Frink). Bedömningen utgår i huvudsak från de samordningsfördelar som SKB har redovisat med en samförläggning, bl.a. när det gäller kompetens, personalstrålskydd samt att en samförläggning bedöms ge ökat skydd från händelser i omgivningen. Byggnation av inkapslingsanläggningen vid Clab innebär samtidigt vissa risker som SKB behöver minimera med åtgärder. SSM bedömer inte att val av plats för inkapslingsanläggningen innebär ökade risker när det gäller transporter av det använda kärnbränslet som skulle kunna motivera en annan förläggning.

4.3.3 Fortsatt och utökad mellanlagring av använt kärnbränsle i Clab

Myndigheten bedömer att SKB:s val av plats för fortsatt och utökad mellanlagring är den bästa från strålsäkerhetssynpunkt såvida tillstånd ges till den sökta slutförvarsverksamheten. Däremot är det enligt myndigheten inte givet att fortsatt mellanlagring i Clab är den bästa lösningen på lång sikt ifall tillstånd inte ges, vilket innebär att andra lösningar på annan plats kan komma ifråga. Se vidare denna rapport del 2, kapitel 4 *utökad kapacitet i Clab* samt del 3, avsnitt 5 *MKB och transporter (nollalternativ)*.

5 Hushållnings- och kretsloppsprincipen

5.1 Tillämpning av hushållnings- och kretsloppsprincipen vid prövning av ansökan enligt kärntekniklagen

Enligt miljöbalken ska alla som bedriver en verksamhet hushålla med råvaror och energi samt utnyttja möjligheterna till återanvändning och återvinning. I första hand ska förnybara energikällor användas (2 kap. 5 §). I förarbetena till miljöbalken nämns energiutvinning från avfall som ett hushållningsalternativ.

Någon motsvarande bestämmelse finns inte i kärntekniklagen eller strålskyddslagen. Att de särskilda krav som gäller för deponeringsanläggningar enligt förordningen 2001:512 om deponering av avfall är undantagna för slutförvar för kärnavfall och radioaktivt avfall bör enligt myndighetens bedömning vara av begränsad betydelse i sammanhanget eftersom det använda kärnbränslet varken är att betrakta som utsorterat brännbart eller organiskt avfall.

Den aspekt på miljöbalkens hushållningsprincip rörande SKB:s ansökan som SSM kan bedöma är om det använda kärnbränslet ska vara möjligt att återanvända. Bestämmelserna om hushållning kan även utgöra en sådan samhällelig faktor som kan behöva beaktas i samband med optimering av strålskyddet.

5.2 Underlag från SKB

5.2.1 Återvinning av energi från det använda kärnbränslet

För att kunna utvinna mer energi ur det använda kärnbränslet krävs upparbetning. SKB anger i bilaga AH (SKBdoc 1208614 avsnitt 5.2.2), att det för närvarande inte anses ekonomiskt försvarbart med upparbetning i nya anläggningar i Sverige eller att skicka använt kärnbränsle utomlands för upparbetning. I andra delar av ansökan med dess kompletteringar beskrivs närmare olika metoder för energiåtervinning. Två alternativa metoder beskrivs för återvinning av det använda kärnbränslet:

- Upparbetning och produktion av MOX bränsle som kan användas i existerande typer av reaktorer (Gen II och Gen III). Detta är etablerad metod som används utomlands.
- Upparbetning och transmutation i nya typer av reaktorer (t.ex. GenIV reaktorer). Denna metod är i forsknings-/utvecklingsfas utomlands och bedöms inte kunna ge ett omfattande bidrag till energiproduktionen förrän någon gång efter 2050.

SKB redovisar (SKB P-13-33, SKB R-10-12, SKB R-10-25, SKB 2011a) att möjligheterna som finns idag inkluderar upparbetning och återcyklning av plutonium och uran i så kallat MOX-bränsle för utnyttjande i befintliga reaktorer. I komplettering till metodvalsbilagan (SKBdoc 1440497) konstaterar SKB att återcyklning sker rutinmässigt i Frankrike och ger en förbättrad hushållning med uranresursen med ca 20 %, men till en högre kostnad än för uranbränsle (SKB P-13-33). SKB uppskattar en kostnadsökning (inklusive slutligt omhändertagande av avfallet) i storleksordningen 35 miljarder kronor, även efter hänsyn tas till minskat inköp av uran (SKB P-13-33).

Återanvändning genom MOX-bränsle kräver upparbetning och ger en mera komplex bränslecykel med flera anläggningar, mer omfattande transporter och ökade utsläpp och hanteringsrisker än konventionellt bränsle. Mängden använt kärnbränsle att slutförvara minskar, men å andra sidan tillkommer använt MOX-bränsle med högre utbränning och starkare värmeutveckling, liksom nya avfallskategorier som förglasat högaktivt avfall och långlivat medelaktivt avfall från upparbetningsanläggningen. Vidare innebär upparbetning

ökade risker för spridning av kärnvapenmaterial. En övergång till upparbetning skulle innebära långtgående åtaganden för Sverige och det skulle enligt SKB knappast kunna realiserats förrän i slutet av driftperioden för befintliga reaktorer. Sammantaget bedömer SKB alternativet, att inom ramen för befintligt kärnkraftsprogram nu frångå valet av direktdeponering, som helt orealistiskt.

En övergång som innebär att dagens kärnkraftverk efter hand ersätts med nya lättvattenreaktorer och på sikt med så kallade snabba reaktorer skulle potentiellt kunna förbättra utnyttjandet av kärnbränsleresurserna radikalt dels genom återcyklning i flera led av uran och plutonium dels genom att utarmat uran kan användas (SKB P-13-33). SKB drar slutsatsen dels att sådana snabba reaktorer som uppfyller högt ställda säkerhetskrav och är ekonomiskt bärkraftiga inte kan förväntas finnas tillgängliga förrän efter år 2050, dels att det från resurssynpunkt inte finns starka skäl att avvakta med påbörjandet av slutförvaring då det endast behövs en relativt begränsad mängd använt kärnbränsle från dagens reaktorer för att initiera driften av ett program för snabba reaktorer. Enligt redovisningen återfinns den mängd plutonium (ca 16 ton) som behövs för starthärden i en snabb reaktor på 1 000 MWe, i bränslet från ungefär 6 till 7 års drift av tio reaktorer med en samlad effekt av 10 GWe (som är storleken av dagens svenska reaktorpark). För den fortsatta driften av blyreaktorer utgör utarmat uran en väsentlig råvara, en råvara som det finns stora mängder av efter anrikning av uran i dagens reaktorprogram.

I metodvalsbilagan (SKB R-10-25) hänvisar SKB till den allmänna inriktning som gällt i Sverige sedan 1980-talet om att upparbetning av det använda kärnbränslet bör undvikas. SKB konstaterar vidare att även vid en långt driven upparbetnings- och transmutationsstrategi så kommer det att finnas radioaktiva restprodukter som kräver kvalificerad slutförvaring, även om den detaljerade utformningen av slutförvaret skulle behöva anpassas till det nya avfall som erhålls om upparbetning ska införas i Sverige. Sammantaget gör SKB bedömningen att möjligheterna liksom de eventuella vinsterna med transmutation i stor skala är så pass osäkra att de inte kan motivera att arbetet med slutförvaring fördröjs. SKB drar slutsatsen att om utvecklingen av snabba reaktorer lyckas och så småningom kan införas i ett framtida svenskt kärnkraftssystem utgör detta inget motiv för att avvakta med att påbörja slutförvaring av svenskt använt kärnbränsle, eftersom den planerade slutförvaringen inte påverkar handlingsfriheten.

5.2.2 Övriga hushållningsaspekter med koppling till strålsäkerhet

I bilaga AH, avsnitt 5, tar SKB upp hushållningsaspekter med koppling till strålsäkerhet och där val av utformning påverkar möjligheterna till hushållning. SKB ger även exempel på frågor där strålsäkerhet och hushållnings- och kretsloppsprincipen kan vara motstående intressen.

5.3 SSM:s bedömning

5.3.1 Återvinning av energi från det använda kärnbränslet

SSM anser att SKB på ett bra sätt har beskrivit kunskapsläget avseende möjligheterna som finns idag till återanvändning och återvinning av plutonium i dagens reaktorer. SSM delar väsentligen SKB:s bedömning att en övergång till upparbetning och användande av MOX-bränsle i hög grad skulle komplicera omhändertagandet av det använda kärnbränslet både genom tillkomsten av ytterligare kategorier av långlivat avfall och genom de ändrade egenskaperna hos det använda kärnbränslet. Givet oklarheterna om det svenska framtida kärnenergiprogrammet och de risker som finns med ett upparbetningssystem, tillsammans med den relativt sett begränsade förbättrade hushållningen med uranråvaran bedömer SSM att en övergång till upparbetning och användning av MOX-bränsle i dagens reaktorpark inte kan motiveras.



SSM delar till stor del SKB:s övergripande analys och slutsatser att det finns osäkerheter om och när snabba reaktorer kan finnas kommersiellt tillgängliga. Myndigheten delar även SKB:s bedömning att inledande av slutförvaring av det använda kärnbränslet inte på ett avgörande sätt påverkar framtida möjligheter att inleda och genomföra ett sådant reaktorprogram. SSM gör denna bedömning eftersom endast en relativt sett begränsad mängd använt kärnbränsle från dagens reaktorer behövs för att initiera driften av ett program för snabba reaktorer. För den fortsatta driften av blyreaktorer utgör utarmat uran väsentligen råvara, en råvara som det finns stora mängder av efter anrikning av uran till dagens reaktorprogram.

Vilka resurser som bör läggas på att följa eller aktivt delta i ett utvecklingsprogram för fjärde generationens reaktorer är delvis ett energipolitiskt ställningstagande som faller på regering och riksdag att göra. Genom det potentiellt mycket stora energivärdet anser SSM att SKB och tillståndshavarna fortsatt bör arbeta med möjligheterna till bättre hushållning och följa vetenskapligt arbete inom området. Sammantaget bedömer ändå myndigheten att det från hushållningssynpunkt inte finns skäl att i dagsläget avvakta med inledandet av ett slutförvarsprogram med direktdeponering av det använda kärnbränslet.



Del 2 Val av plats och metod

Sammanfattande bedömning

SSM bedömer, med hänsyn tagen till skälighetsavvägning, att KBS-3-metoden uppfyller myndighetens krav på bästa möjliga teknik för det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle i Sverige.

SSM:s granskning och bedömning av SKB:s val av metod är indelad i två huvuddelar. Först görs en bedömning av bolagets val av geologisk slutförvaring som den föredragna strategin i jämförelse med andra strategiska alternativ för det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle. Sedan bedöms SKB:s val av KBS-3 som metod i förhållande till andra koncept för geologisk slutförvaring.

SSM bedömer det rimligt, med hänsyn tagen till det som har presenterats, granskats och beslutats genom åren i kärnkraftindustrins program för forskning, utveckling och demonstration, att SKB utgår från geologisk slutförvaring som en huvudstrategi vid jämförelse med alternativa strategier. SSM delar väsentligen SKB:s resonemang att vissa alternativa strategier kan avfärdas på grund av att de inte är förenliga med ändamålet samt de värderingar som är grundläggande för gällande lagstiftning.

SSM drar även slutsatsen att det från hushållningssynpunkt inte finns avgörande skäl att i dagsläget avvakta med inledandet av ett slutförvarsprogram som inbegriper direktdeponering. Med dagens reaktorsystem finns flera skäl som talar emot en strategi för återvinning. En begränsad förbättring av hushållningen med uran som naturresurs skulle ske på bekostnad av ett mer komplicerat och system för avfallshanteringen som också är behäftat med vissa risker. En mer effektiv utvinning av energiinnehållet i uranråvaran skulle vara teoretiskt möjligt genom ett s.k. fjärde generationens reaktorsystem. Däremot skulle en, relativt sett, begränsad mängd använt kärnbränsle från dagens reaktorer behövas för att initiera driften av ett sådant program. Dessutom finns, även om deponering av det använda kärnbränslet skulle inledas, tid för kommande generationer att ompröva ett beslut om slutförvaring.

I frågan om huruvida SKB:s sökta metod kan bedömas som bästa möjliga teknik för geologisk slutförvaring i Sverige utgår SSM från att den avgörande frågan vid tillståndsprövningen är att ta ställning till om alternativ redan på konceptstadiet visar på så klara strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med KBS-3-metoden att det är motiverat att avvakta ytterligare utvecklingsarbete innan ett beslut om metodval fattas. Vid bedömning av vad som ska räknas som en rimlig insats för att motivera valet av en särskild metod är det även relevant att ta hänsyn till eventuella olägenheter och risker på kort och lång sikt i samband med att fortsätta med nollalternativet under den tid som krävs för utvecklingsarbetet. Dessutom ska vid denna rimlighetsbedömning även möjligheten att uppfylla andra delar av de allmänna hänsynsreglerna vägas in, såsom hushållnings- och kretsloppsprincipen. Även kostnaderna för att tillämpa den alternativa tekniken kan påverka rimligheten om det tidigt står klart att det skulle bli mycket dyrare att driva verksamheten med denna än med huvudalternativets metod.

I detta avseende bedömer SSM att konceptet djupa borrhål bör betraktas som huvudalternativ till KBS-3. Konceptet kan ha potentiella fördelar jämfört med KBS-3, främst genom ytterligare ökad isolering av det använda kärnbränslet vilket betyder att det förslutna förvaret kan vara robust mot olika former av störningar.

Däremot bedömer SSM att möjligheten att djupa borrhål skulle kunna ha sådana strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med KBS-3 inte är tillräckligt skäl för att den ska

anses vara bästa möjliga teknik. Det återstår ett betydande behov av utveckling i både kunskap och teknik kring alternativet djupa borrhål innan mer underbyggda slutsatser kan dras kring en eventuell ökning i säkerhetsmarginaler jämfört med KBS-3.

En fundamental fråga i detta avseende är vikten av att kunna verifiera de antaganden som ett säkerhetskoncept är baserat på. SSM anser att osäkerhet angående verifierbarhet av ett slutförvars förmåga att innesluta radioaktiva ämnen är en naturlig följd av geologisk isolering och de långa tidsramar som behöver beaktas. Till skillnad från KBS-3-metoden baseras den långsiktiga säkerheten för konceptet djupa borrhål nästan uteslutande på den geologiska barriären och det skydd som bergtäckning innebär, dels för de hydrogeologiska förhållanden som förväntas finnas på mycket stor djup i berggrunden, dels genom tjockleken på bergtäckningen i sig. Det kan vara, men är enligt SSM:s uppfattning inte möjligt, att avgöra om satsningar på metodutveckling skulle kunna lösa frågor kring behovet av tillräcklig karakterisering och verifiering avseende dessa funktioner. Det går därmed heller inte att förutse om utveckling av konceptet djupa borrhål slutligen skulle leda fram till strålsäkerhetsmässiga fördelar, med mindre skador och olägenheter för människors hälsa eller miljön, jämfört med SKB:s sökta metod.

Mot bakgrund av myndighetens bedömning att SKB:s sökta metod och förläggingsplats, genom en kombination av geologisk isolering tillsammans med ett flerbarriärinneslutningssystem, har förutsättningar för att uppfylla högt uppställda krav på strålsäkerhet, bedömer SSM att det inte är rimligt att under en längre tid fortsätta mellanlagring av det använda kärnbränslet i syfte att utveckla en alternativ slutförvarslösning med beaktande av risker och andra olägenheter som följer av detta. Därför anser SSM det ansvarsfullt att, med hänsyn till skyddet av människor och miljön på både kort och lång sikt, inte medvetet ta de risker som hör samman med att avvakta med ett slutförvar i hopp om att uppnå ett alternativ med ännu större säkerhetsmarginaler där det finns rimligt tvivel angående dess förutsättningar för ett säkert slutligt omhändertagande. Således bedömer SSM, med hänsyn tagen till skälighetsavvägning, att KBS-3 uppfyller myndighetens krav på bästa möjliga teknik för det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle i Sverige.

1 Val av metod för slutförvaring

I denna del tar SSM ställning till SKB:s val av plats och metod utifrån kraven i miljöbalken och strålsäkerhetslagstiftningen.

1.1 Krav

Bedömning av val av metod för omhändertagande av det använda kärnbränslet prövas mot krav som följer av strålskyddslagen (1988:220), lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen) samt miljöbalken (1998:880). Genom att de båda speciallagstiftningarna inom området är s.k. ramlagar har myndigheten utvecklat föreskrifter i vilka strålskydds- och säkerhetskraven preciseras. Utöver dessa särskilda krav ska enligt 5 b § kärntekniklagen även bestämmelserna i 2 kap. miljöbalken (allmänna hänsynsregler) tillämpas vid prövningen.

1.1.1 Krav enligt kärntekniklagen och strålskyddslagen

I myndighetens föreskriftssamling är det två föreskrifter som specifikt adresserar det slutliga omhändertagandet av det använda kärnbränslet, dels SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:37) om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall, dels SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:21) om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall. Till respektive föreskriftssamling har myndigheten också tagit fram allmänna råd om föreskrifternas tillämpning.

I SSMFS 2008:37 ställs ett funktionskrav i form av ett riskkriterium för bedömning av påverkan på människors hälsa (5 §). I föreskrifterna ställs även krav på tillämpning av strålskyddsoptimering och att hänsyn ska tas till bästa möjliga teknik (BMT) bl.a. i samband med att metoden utvecklas (4 §).

I allmänna råden till bl.a. 4 § SSMFS 2008:37 anges att optimering av ett slutförvar innebär att åtgärder bör utvärderas med utgångspunkt från beräknade risker. Tillämpning av bästa möjliga teknik i samband med slutförvaring innebär att förlägningsplats, utformning, bygge och drift av slutförvaret och tillhörande systemkomponenter bör väljas för att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp från både tekniska och geologiska barriärer så långt som är rimligt möjligt. Avvägning mellan olika åtgärder bör göras genom en samlad bedömning av deras påverkan på slutförvarets skyddsförmåga. För fall där de beräknade riskerna är behäftade med stora osäkerheter, t.ex. vid analyser av slutförvaret lång tid efter förslutning, eller analyser som görs i ett tidigt skede av utvecklingsarbetet med slutförvarssystemet, bör större tyngd läggas på bästa möjliga teknik. Enligt de allmänna råden bör hänsyn tas vid tillämpning av bästa möjliga teknik även till möjligheten att begränsa sannolikheten för, och konsekvenserna av, oavsiktlig framtida mänsklig påverkan för slutförvaret.

I SSMFS 2008:21 ställs krav på det system av barriärer som ska svara för säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall. Av kraven framgår att ett slutförvars barriärer ska vara passiva (2 §) och att de till sin funktion på ett eller flera sätt ska medverka till att innesluta, förhindra eller fördröja spridning av radioaktiva ämnen (3 §). Ytterligare krav ställs på ett slutförvars konstruktion och utförande (5-8 §§ SSMFS 2008:21), inklusive att barriärsystemet ska konstrueras och utföras med hänsyn till bästa möjliga teknik (6 §) samt att barriärsystemet ska innehålla flera barriärer så att så långt det är möjligt nödvändig säkerhet upprätthålls trots enstaka brist i en barriär (7 §). SSMFS 2008:21 hänvisar även till miljöbalken när det gäller krav på tillämpning av bästa möjliga teknik. Utöver dessa bestämmelser innehåller de båda föreskrifterna också krav på hur det långsiktiga strålskyddet och säkerheten ska redovisas m.m.

Även i flera av myndighetens övriga föreskrifter ställs krav som påverkar metodvalet och den valda metodens närmare utformning. Detta gäller exempelvis SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:1) om säkerhet vid kärntekniska anläggningar, SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:26) om personstrålskydd i verksamhet med joniserande strålning vid kärntekniska anläggningar samt SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:12) om fysiskt skydd av kärntekniska anläggningar.

1.1.2 Krav enligt miljöbalken

De allmänna hänsynsreglerna (2 kap. miljöbalken) syftar ytterst till att uppnå miljöbalkens mål i 1 kap. miljöbalken. Bestämmelserna enligt 2 kap. miljöbalken innehåller ett flertal övergripande bestämmelser som berör verksamheter som täcks av lagstiftningen. Av 2 kap 3 § framgår att alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet ska utföra de skyddsåtgärder, iaktta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten medför skada eller olägenhet för människors hälsa och miljön. Vidare anges att bästa möjliga teknik ska användas vid yrkesmässig verksamhet. Försiktighetsmått ska vidtas så snart det finns skäl att anta att en verksamhet kan medföra skada eller olägenhet. Dessa krav begränsas dock av att verksamhetens ändamål ska kunna uppnås.

Om bästa möjliga teknik sägs det i förarbetena till miljöbalken (se prop. 1997/98:45 s.17): *”Tekniken måste från teknisk och ekonomisk synpunkt vara industriellt möjligt att använda inom branschen i fråga. Det innebär att den skall vara tillgänglig och inte bara*

förekomma på experimentstadiet. Den behöver dock inte finnas i Sverige. Det angivna utesluter inte att det kan finnas flera tekniska system som håller sådan standard från miljöskyddssynpunkt att de kan få användas. (...) Vidare bör påpekas att även kravet att bästa möjliga teknik skall användas skall tillämpas tillsammans med avvägningsregeln som finns i 7 §". Det har därtill i ett senare sammanhang förtydligats att det inom ramen för bästa möjliga teknik kan ställas krav på att teknik utvecklas i de fall detta är möjligt och då tekniken måste anpassas till de individuella förhållandena på platsen (jfr prop. 2001/02 s.84).

Den skälighetsavvägning som ska göras enligt 2 kap. 7 § innebär att orimliga krav inte bör ställas på verksamhetsutövaren med hänsyn till den effekt skyddsåtgärderna och försiktighetsmåttan kommer att ha på miljön och kostnaderna för dessa åtgärder. Vid prövning av ärenden om tillstånd enligt kärntekniklagen ska även en miljökonsekvensbeskrivning (i enlighet med 6 kap. miljöbalken) upprättas i samband med ansökan. Detta kapitel i miljöbalken ställer krav på (bl.a.) en redovisning av alternativ till den valda utformningen och motivering till valet som gjordes av sökande.

1.1.3 SSM:s angreppssätt vid bedömning om metodval

Det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle innebär en bedömning av frågeställningar som täcker enorma tidsperioder. Även om dessa tidsperioder ur ett geovetenskapligt perspektiv kan ses som relativt korta, kommer det alltid att kvarstå ofrånkomliga osäkerheter som behöver beaktas och värderas i samband med val av metod för omhändertagandet. I detta sammanhang konstaterar SSM att uppfyllelse under mycket långa tider av de grundläggande strålsäkerhetskraven – huvudsakligen riskkriteriet i SSM:s föreskrifter – i strikt mening inte kan bevisas. För mycket långa tider gäller i stället för SKB att motivera val av metod genom att förklara på vilket sätt som utvecklingsarbetet har beaktat de möjligheter som har stått till buds för att bygga ett så robust slutförvarssystem som möjligt med hänsyn till sådana egenskaper, händelser och processer som kan påverka dess långsiktiga funktion. Därför är föreskrifternas betoning på att tillämpning av bästa möjliga teknik innebär motivering av olika val mot syftet av att *"förhindra, begränsa och fördröja utsläpp från både tekniska och geologiska barriärer så långt som är rimligt möjligt"*. Avvägning mellan olika åtgärder bör således göras genom en samlad bedömning av deras påverkan på slutförvarets skyddsförmåga.

Kravet på bästa möjliga teknik ska alltid tillämpas tillsammans med avvägningsregeln som finns i 2 kap 7 § miljöbalken. Skälighetsavvägningen innebär att orimliga krav inte bör ställas på verksamhetsutövaren med hänsyn till vad som kan uppnås i miljöhänsende. SSM menar att de skyddskrav som följer av 2 kap. 3 miljöbalken – tekniken som behövs för att *"förebygga, hindra eller motverka att verksamheten medför skada eller olägenhet för människors hälsa och miljön"* – i princip kan uppfyllas av flera tekniker.

Tillämpning av kravet på bästa möjliga teknik kompliceras ytterligare när den appliceras på geologisk slutförvaring av använt kärnbränsle, eftersom det då är fråga om teknik som är under utveckling för verksamhet som inte bedrivs någon annanstans i världen. Dessutom handlar geologisk slutförvaring om en verksamhet där passiva system förväntas fungera utan underhåll för att begränsa eventuella långtgående miljökonsekvenser.

Åtgärder som kopplar till tillämpning av bästa möjliga teknik behöver således tillämpas genom val som tas under årtionden av utveckling. Frågor kopplade till SKB:s val av KBS-3-metoden framför andra alternativ har därför återkommande diskuterats av myndigheten och dess föregångare i samband med granskningar av redovisade Fud-program och i samråd enligt 6 kap. miljöbalken. Inom ramen för lagens krav på ett allsidigt forsknings- och utvecklingsprogram har myndigheterna vid flera tillfällen efterfrågat ytterligare



utredningar, med syftet att ett tillräckligt beslutsunderlag ska föreligga inför regeringens beslut.

I sådana fall kan såväl huvud- som alternativredovisningen vad gäller bästa möjliga teknik för att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp inte avse teknik som är beprövad utan är begränsad till mer eller mindre kvalificerade modeller och teorier som beskriver hur verksamheten är tänkt att bedrivas. Vid bedömning av vad som är rimliga kostnader är det därför inte enbart kostnaderna för att tillämpa en alternativ teknik utan även kostnader för att kunna redovisa en alternativ teknik som är relevanta. Ju mer utredningsarbete som läggs på sökanden vad gäller alternativa tekniker, desto högre måste kraven ställas på den nytta i miljöhanseende som detta faktiskt kunna få. Om den sökta verksamheten anses förenad med stora miljömässiga problem så kan det enligt SSM:s uppfattning ställas högre krav på den utredning om alternativ som måste presteras, medan en sökt teknik som sannolikt kan uppfylla kraven på att förebygga skador av betydelse för människors hälsa och miljön medför att det inte är rimligt att begära att sökande ska bekosta omfattande utredningar om alternativ.

Alternativ till KBS-3-metoden finns endast på konceptuell nivå, vilket innebär att jämförelsen med den mer utvecklade KBS-3-metoden blir svår. I ljuset av detta anser SSM att en avgörande fråga inom ramen för tillståndsprovningen är att ta ställning till om alternativ redan på konceptstadiet visar på så klara strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med KBS-3-metoden att det är motiverat att avvakta ytterligare utvecklingsarbete innan beslut om metodval fattas. Vid bedömning av vad som ska räknas som en rimlig insats för att motivera valet av en särskild metod är det även relevant att ta hänsyn till eventuella olägenheter och risker på kort och lång sikt i samband med att fortsätta med nollalternativet under den tid som krävs för utvecklingsarbetet. Dessutom ska vid denna rimlighetsbedömning även möjligheten att uppfylla andra delar av de allmänna hänsynsreglerna vägas in, såsom hushållnings- och kretsloppsprincipen. Även kostnaderna för att tillämpa den alternativa tekniken kan påverka rimligheten om det tidigt står klart att det skulle bli mycket dyrare att driva verksamheten med denna än med huvudalternativets metod.

I det som följer görs först en redogörelse för vissa förutsättningar som SSM har beaktat i bedömningen av SKB:s val av metod. Dessa innefattar definition av ändamål med den sökta verksamheten, SKB:s tidigare utredningar av alternativ inom ramen för lagens krav på ett allsidigt forsknings- och utvecklingsprogram, samt vilka olika geologiska förutsättningar Sverige har för slutförvaring av använt kärnbränsle i bergrunden. Myndighetens efterföljande granskning och bedömning av SKB:s val av metod är indelad i två huvuddelar. Först görs en bedömning av SKB:s jämförelse av strategiska alternativ för det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle och bolagets val av geologisk slutförvaring som den föredragna strategin. Sedan bedöms SKB:s motivering till val av KBS-3 över andra koncept för geologisk slutförvaring.

Frågan om val av Forsmark som förlägningsplats för slutförvaret, vilket enligt SSM:s föreskrifter är en del av det som ska beaktas inom ramen för tillämpning av bästa möjliga teknik (4 § SSMFS 2008:37), granskas i Del 2 kapitel 2 i denna rapport. SKB:s tillämpning av bästa möjliga teknik i samband med den planerade utformningen av den valda metoden vid Forsmark tas upp i granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* Del 1 och sammanfattas i denna rapport, Del 1 kapitel 3.

1.2 Förutsättningar för val av metod

1.2.1 Ändamål

Formulering av ett tydligt och godtagbart ändamål är en central förutsättning för motivering av metodval eftersom det ska klargöra vad som är syftet med den sökta verksamheten. Alternativ som inte uppfyller ändamålet kan strykas från övervägande och inte behöver vidare utvärderas eller jämföras.

SSM:s ställningstagande till den av SKB framtagna beskrivningen av ändamålet och dess betydelse vid bedömning av SKB:s val av metod ges i del 3, kapitel 2 i denna rapport.

1.2.2 Tidigare redovisningar och ställningstaganden

Frågan om hur och var det svenska använda kärnbränslet slutligt ska omhändertas aktualiserades under 1970-talet och har diskuterats dels i samband med prövningen om laddningstillstånd av ett flertal reaktorer (enligt den s.k. villkorslagen), dels inom ramen för det s.k. Fud-program som tillståndshavarna har skyldighet att genomföra och redovisa i enlighet med 10 och 12 §§ kärntekniklagen.

Villkorslagen (SFS 1977:140) ställde krav på att reaktorägarna antingen skulle presentera avtal avseende upparbetning av det använda kärnbränslet, eller presentera ”en helt säker” metod för slutlig förvaring av det använda kärnbränsle¹. Som en konsekvens presenterade i november 1977 dåvarande Svensk Kärnbränsleförsörjning AB (SKBF), som sedermera skulle bli SKB, KBS-metoden som grund för regeringens prövningar enligt villkorslagen om drifttillstånd för fem reaktorer åren 1978 till 1980. Att dessa beslut inte skulle innebära att kärnkraftsindustrin skulle binda sig till en metod framgår av såväl den utredning² och den proposition³ som utgjorde grund för kärntekniklagen. Krav ställs därför enligt lagstiftningen på ett allsidigt forsknings- och utvecklingsprogram vilket tillsammans med en fortlöpande redovisning ”... innebär att bindningar till just en metod undviks. Om det sålunda under det fortsatta forsknings- och utvecklingsarbetet kommer fram bättre eller mera förfinade lösningar på avfallsproblemet bör dessa kunna väljas”.⁴

SSM har enligt 26 § förordningen (1984:14) om kärnteknisk verksamhet i uppgift att yttra sig om programmet till regeringen med avseende på den planerade forsknings- och utvecklingsverksamheten, inklusive alternativa hanterings- och förvaringsmetoder. Fram till 2008 var Statens kärnkraftinspektion (SKI) den motsvarande beredande myndigheten, med stöd från Statens strålskyddsinstitut (SSI) som viktigaste remissinstans. Båda myndigheterna har kommenterat ett stort antal frågeställningar i samband med granskningarna, med syfte att framtida slutförvarsansökningar ska kunna uppfylla kraven de prövas emot. I Bilaga 1 ges en kortfattad beskrivning av de olika Fud-programmen med särskild hänsyn till frågan om metodval och myndigheternas, samt regeringens, respektive ställningstaganden.

¹ Innebörden av begreppet ”helt säker” har diskuterats. Av den proposition (NU 1976/77:53) som togs fram inför lagen anges att förvaringen i första hand kan: ”uppfylla de krav som ställs ifrån strålskyddssynpunkt och som syftar till skydd mot strålningsskador. Förvaringsplatsen skall kunna anordnas så att avfallet eller det använda kärnbränslet isoleras för så lång tid som behövs för att aktiviteten skall ha minskat till ofarlig nivå.” Dåvarande Statens strålskyddsinstitut angav att de begränsningar beträffande utsläpp från kärnkraftverken som gällde enligt 1977 års regler bör betraktas också som helt säkra enligt villkorslagens mening (SSI, 1978).

² Lagstiftningen på kärnenergiområdet. Förslag till ny lag om kärnteknisk verksamhet. Betänkande av atomlagstiftningskommittén, SOU 1983:9.

³ Ny lagstiftning på kärnenergiområdet, Proposition 1983/84:60.

⁴ Ny lagstiftning på kärnenergiområdet, Proposition 1983/84:60, sid 41.

1.2.3 Geologiska förutsättningar för metodval i Sverige

SKB:s utvecklingsarbete med KBS-3-metoden och jämförelsen med alternativa koncept inom ramen för Fud-programmet förutsätter geologisk slutförvaring i det svenska urberget vilket tillhör den s.k. Fennoskandiska skölden⁵. KBS-3 och andra alternativ för geologisk slutförvaring har alltså tagits fram av SKB med hänsyn till de allmänna förhållanden som är förknippade med en sådan berggrund. I samband med utvärdering av SKB:s val av metod och plats är det relevant att överväga huruvida det kan finnas förutsättningar inom Sverige för att lokalisera ett geologiskt slutförvar vid ett djup mellan ungefär 400 och 700 m i andra typer av bergarter (principiellt sedimentära) och huruvida detta – förmodligen baserad på någon annan typ av slutförvarskoncept – skulle innebära ett realistiskt alternativ.

Den Fennoskandiska skölden har en komplex geologisk historia med varierande inslag av i varierande grad metamorfoserade sedimentära, vulkaniska och magmatiska bergarter. I huvuddelen av landet sträcker sig urberget i praktiken till landytan. Sedimentär berggrund yngre än urberget är i Sverige jämfört med urbergets utbredning relativt ovanlig. Däremot hittas rester av vad som troligen var ett stort sammanhängande område med kambrosiluriska avlagringar i Skåne, Gotland, Öland med Kalmarsundsområdet, Östgöta- och Närke-slätten, Västgötabergan, samt trakten kring Siljan i Dalarna och längs fjällranden (Lindström m.fl. 2000). Förutom i Skåne, Gotland samt den skandinaviska fjällkedjans bildningar sträcker sig inte dessa avsättningar längre till större djup än 300 meter, vilket medför att lokalisering av ett geologiskt slutförvar (dvs. vid mer än 400 meters djup) på annan plats i landet innebär att konstruktion ändå måste ske i urberget.

En utgångspunkt i SKB:s platsvalsprocess har varit att välja platser med lämplig berggrund bland de kommuner som frivilligt deltog i förstudier, med hänsyn tagen till lokala förhållanden i urberget. Varför SKB valde att inte gå vidare med ett utforska möjligheterna för ett geologiskt förvar lokaliserat i Skåne, fjällkedjan eller på Gotland sammanfattades av bolaget i samband med en samlad redovisning av metod, platsval och program inför detaljerad platsundersökning (SKB, 2000): *”Värderingar i nationell skala presenteras för faktorer av betydelse för såväl säkerhet och teknik som för miljö- och samhällsanknutna frågor. Studien styrker att det finns goda förutsättningar att hitta lämpliga platser för ett djupförvar på många håll i svenskt urberg. Främst med hänvisning till geologiska förhållanden görs bedömningen att fjällkedjan, delar av Skåne och Gotland är olämpliga områden för lokalisering”*. Denna bedömning baserats i sin tur på tidigare slutsatser (se t.ex. SKB, 1995) där det står att finna att: *”Skåne och Gotland är uppbyggda av sedimentära bergarter som inte är tekniskt lämpliga för djupförvaret. Dessa är vanligtvis mycket vattengenomsläppliga, med lägre mekanisk hållfastighet än för den kristallina berggrunden. De innehåller också ofta högre halter av organiskt material vilket inte är önskvärt med hänsyn till förvarets säkerhet”*.

Gotlands berggrund domineras av kalkstenar med varierande lerinnehåll som överlagrar enheter med sandsten och lersten. Dess djup är ca 300 och 700 m i de norra respektive södra delarna (Erlström m. fl. 2009). Den kolväterika alunskiffen förekommer i mycket liten utsträckning i den Gotländska lagerföljden. Kolväten finns dock i vissa delar av den Gotländska kalkstensberggrunden, där det under åren 1974–1986 utvanns olja (Erlström m. fl. 2009). Överytan på den kalkstenen ligger på 150-400 m djup i de norra respektive södra delarna av Gotland.

⁵ En urbergsköld är ett område där den exponerade kontinentala jordskorpan består av prekambrika bergarter, dvs. bergarter som bildades mer än ca 542 miljoner år sedan, som inte genomgått yngre orogener (bergkedjebildningar). Det Svenska urberget ligger i ett bredare sköldområde, den s.k. Fennoskandiska skölden (även kallad den Baltiska skölden), som sträcker sig från Kolahalvön och Karelen i öster genom Finland och Sverige till Norge i väster.



Skånes berggrund skärs av en mängd nordväst-sydöstliga förkastningar som bildar urbergsåsar (horstar) med däremellan liggande tråg (gravsänkor) fyllda med sediment. Dessa strukturer tillhör en ca 100 km bred deformationszon, den s.k. Tornquistzonen, som kan följas från Nordsjön ner till Svarta havet. Tornquistzonen utgör en del av gränsen mellan den Fennoskandiska skölden och det av sedimentära bergarter dominerade centrala Europa. Zonen har varit aktiv under flera olika perioder, vilket lett till ett komplext mönster av förkastningar, sprickor och andra strukturer. Detta har i sin tur resulterat i stora variationer i den sedimentära berggrundens mäktighet och utbredning. Sett till den svenska berggrunden når alunskiffern sin största mäktighet i Skåne och delar av Skånes berggrund utgörs av mäktiga sekvenser av krita, sandsten och lerskiffer.

Vid valet av slutförvar finns det flera faktorer att ta hänsyn till, bl.a. hur homogen berggrunden är, deformationszoners placering, vattengenomsläpplighet och närvaron av kolväteförande berggrund eller potentiella malmfyndigheter. I tillägg till detta är det en fördel om lokalens geologiska historia inte är för komplex. Med hänsyn tagen till dessa faktorer delar SSM därför SKB:s uppfattning att de geologiska förutsättningarna i Sverige för ett slutförvar av använt kärnbränsle mellan ca 400 och 750 m djup rimligt begränsas till delar av urberget. I frågan om metodval bedömer SSM därför att det inte finns någon anledning till att utreda alternativa slutförvarskoncept som är anpassade för sedimentära bergarter.

Slutligen är det relevant att notera att platsval för ett geologiskt slutförvar baserat på det alternativa konceptet djupa borrhål skulle innebära andra sorts avvägningar än för ett KBS-3-förvar. Vid stora djup finns särskilda utmaningar i samband med geologisk karakterisering, men i princip är konstruktion och lokalisering inte begränsad av geologiska förutsättningar på samma sätt som för ett utgrävt geologiskt slutförvar.

1.3 Strategiska alternativ

1.3.1 Underlag från SKB

I MKB (SKB, 2011a, avsnitt 3.6) redogör SKB för de andra metoder för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle som har studerats inom ramen för Fud-programmet. SKB hänvisar till de krav och utgångspunkter som bolaget har satt upp kopplat till ändamålet med slutförvarsverksamheten och anger dels att KBS-3-metoden har utformats med hänsyn till dessa krav och utgångspunkter, dels att ingen av de andra studerade metoderna uppfyller kraven och utgångspunkterna i alla delar, eller så är metoderna inte tillgängliga. Däremot redovisas information om andra metoder, med hänvisning till den särskilda metodvalsbilagan som bifogats ansökan (SKB R-10-25).

Som en del i arbetet med att ta fram underlag till ansökningar om slutförvarssystemet har SKB även tagit fram ett antal rapporter som alla utgör underlag till metodvalsbilagan. Tre underlagsrapporter som ursprungligen lämnats in i samband med miljöbalksansökan (SKB R 10-12, SKB R-10-13 och SKB R-10-40) byttes ut under kompletteringsfasen med reviderade eller helt nya redovisningar. Myndighetens granskning av SKB:s jämförelse av strategiska alternativ tar hänsyn till dessa senare handlingar, vilka bl.a. beskriver en uppdaterad analys av principer, strategier och system (SKB P-14-20) och SKB:s jämförande bedömningar av andra studerade strategier och metoder (SKBdoc 1440497).

SKB förklarar i en separat bilaga till miljöbalksansökan (SKBdoc 1440053) att den nytillförda informationen inte har påverkat bolagets tidigare ställningstagande. Den ursprungliga metodvalsbilagan (SKB R-10-25) har dock inte uppdaterats, vilket har lett fram till att tidigare lämnade uppgifter inte är helt överensstämmande med de senare rapporterna i vissa överlappande frågeställningar.

1.3.1.1 Redovisning av krav och utgångspunkter för metodvalet

SKB presenterar i metodvalsbilagan (SKB R-10-25) de övergripande kraven och förutsättningar för hantering av använt kärnbränsle som finns i svensk lagstiftning samt i internationella överenskommelser och konventioner som Sverige har förbundit sig att följa. Redovisningen är delvis något utvecklad men motsvarar i stort den redovisning som ges i MKB i samband med ändamålsformuleringen. I metodvalsbilagan har SKB bl.a. gett en något mer omfattande redovisning av de strålsäkerhetskrav som följer av myndighetens föreskrifter och de allmänna hänsynsreglerna enligt 2 kap. miljöbalken.

En mer utvecklad syn på och värdering av utgångspunkter och krav för metodvalet ges i SKB:s senare komplettering (SKBdoc 1440497). I detta dokument för SKB ett resonemang om hur grundläggande krav på säkerhet och miljöskydd ska värderas mot kravet på bästa möjliga teknik, ansvarsprincipen, hushållnings- och kretsloppsprincipen samt autonomiprincipen.

1.3.1.2 Redovisning av övervägda och bortvalda strategier samt motiv för vald strategi
SKB för i metodvalsbilagan ett övergripande resonemang om det använda kärnbränslet som ett avfall eller som en resurs. Skälet att det skulle betraktas som en resurs är att det använda bränslet innehåller ämnen som efter separation kan återanvändas för ytterligare energiutvinning. Om det använda kärnbränslet i stället betraktas som avfall finns det tre olika övergripande inriktningar:

- Samla in och förvara åtskilt från människor och miljö
- Upparbetning och transmutation för att minska mängden avfall och tiden som avfallet behöver hållas isolerat
- Späda till ofarliga koncentrationer.

För det första av dessa övergripande inriktningar identifierar SKB flera olika strategier för det slutliga omhändertagandet: t.ex. utskjutning i rymden, deponering i djuphavssediment eller under inlandsisar, övervakad lagring och geologisk deponering. Med utgångspunkt från internationella överenskommelser och andra krav, samt med hänvisning till tidigare slutsatser från Fud-programmet och tillhörande regeringsbeslut (se t.ex. Regeringsbeslut 22, 2001-11-01), avfärdar SKB ett antal av dessa strategier.

Strategin utskjutning i rymden väljs bort av SKB på tekniska och säkerhetsmässiga grunder. Som skäl anges dels att strategin är mycket resurskrävande och i praktiken skulle innebära att kärnbränslet behöver upparbetas för och eventuellt separeras ytterligare för att reducera volym, vikt och värmeutveckling av det material som ska omhändertas på ett sådant sätt. SKB bedömer att strategin är kostsam och sannolikt inte är det effektivaste sättet att begränsa risker.

Havsdumpning, deponering i djuphavssediment samt deponering under inlandsisar avfärdas av SKB med hänvisning till Londonkonventionen respektive Antarktiskfördraget samt att omhändertagandet inte skulle äga rum inom landets gränser.

Övervakad lagring under en obestämd lång tid som t.ex. fortsatt mellanlagring i Clab eller den föreslagna Dry Rock Disposal (DRD), avfärdas genom att strategin kräver övervakning och någon form av fortlöpande underhåll. SKB menar att kravet att inte lämna otillbörliga bördor på kommande generationer därför inte uppfylls.

SKB:s motivering av att geologisk deponering är förenlig med ändamålet hänvisar till att det internationellt är den vedertagna strategin för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle eller långlivat, högaktivt avfall från uppabetning (SKB R-10-25). Strategin bygger på att man utnyttjar en miljö som har varit och kan förväntas vara stabil under mycket lång tid. Genom sammanfattning av tidigare redovisade Fud-program, med



särskild fokus på KBS-3-metoden, drar SKB slutsatsen att strategin kan uppfylla alla ställda krav på strålsäkerhet och miljöskydd, har utvecklats till en sådan grad att den är redo för att genomföras (ansvarsprincipen) samt kan ge framtida generationer möjlighet att återta avfallet (autonomiprincipen).

För strategin upparbetning, separation och transmutation har SKB lämnat in uppdaterat underlag till tillståndsansökan. Bland annat adresseras frågan om hur utvecklingen av snabba reaktorer kan påverka det svenska systemet för hantering av använt kärnbränsle i en teknisk rapport (SKB P-13-33) som nämns av SKB i komplettering till MKB (SKBdoc 1382754, avsnitt 11.2.2). Frågan tas även upp i SKB:s komplettering till metodvalsbilagan (SKBdoc 1440497).

I redovisningen skiljer SKB på tre olika möjligheter att på olika sätt återanvända det använda kärnbränslet:

- Separation/transmutation inom ramen för nya kärnkraftsanläggningar i Sverige
- Återcykling inom ramen för befintligt kärnkraftsprogram
- Återcykling i ett program för långsiktig användning av ny kärnkraft i Sverige

Genom transmutation i snabba eller acceleratordrivna reaktorer kan långlivade aktinider, främst americium och curium omvandlas till mera kortlivade ämnen och på så sätt minska avfallets långsiktiga radiotoxicitet. För att uppnå påtagliga vinster, uppskattar SKB att ett kärnkraftssystem med transmutation måste drivas i sekelskala följt av en lång särskild behandling av sluthärarna. Till nackdelarna lyfts fram att det transmuterade avfallet initialt är betydligt mer radioaktivt och skulle innebära tillkommande krav från strålsäkerhetssynpunkt såväl vid hantering som vid transporter.

SKB gör sammantaget bedömningen att möjligheterna liksom de eventuella vinsterna med transmutation i stor skala är så pass osäkra att de inte kan motivera att arbetet med slutförvaring fördröjs. I metodvalsbilagan (SKB R-10-25) hänvisar SKB till den allmänna inriktning som gällt i Sverige sedan 1980-talet om att upparbetning av det använda kärnbränslet bör undvikas. SKB betraktar därför inte transmutation som ett rimligt alternativ för att omhänderta använt kärnbränsle från dagens svenska reaktorer. SKB konstaterar vidare att även vid en långt driven upparbetnings- och transmutationsstrategi så kommer det att finnas radioaktiva restprodukter som kräver kvalificerad slutförvaring.

I komplettering till metodvalsbilagan (SKBdoc 1440497) sammanfattar SKB de viktigaste för- och nackdelarna för ett återcyklingsprogram. För återcykling inom dagens reaktorprogram kan såväl delar av uranråvaran, som det plutonium som uppkommer, återcyklas efter upparbetning. SKB poängterar att detta sker rutinmässigt i Frankrike och ger en förbättrad hushållning med uranresursen med ca 20 %, men till en högre kostnad än för uranbränsle (SKB P-13-33). En konsekvens av återcykling är att sammansättningen av olika avfallsfraktioner ändras, med en minskad mängd använd kärnbränsle och tillkommet låg-, medel och högaktivt avfall från upparbetningen. Till fördelarna med återcykling inom ramen för dagens reaktorprogram hör en minskning av natururanbehovet på ca 20 procent för hela programmet över tid. Till nackdelarna hör en osäkerhet om programmets genomförbarhet och, enligt SKB, betydande kostnadsökningar. SKB uppskattar en kostnadsökning (inklusive slutligt omhändertagande av avfallet) i storleksordningen 35 miljarder kronor, även efter hänsyn tas till minskat inköp av uran (SKB P-13-33). Sammantaget bedömer SKB alternativet att inom ramen för befintligt kärnkraftsprogram nu frånga valet av direktdeponering som helt orealistiskt.

En övergång som innebär att dagens kärnkraftverk efter hand ersätts med nya lättvattenreaktorer och på sikt med så kallade snabba reaktorer diskuteras i underlagsrapporten (SKB P-13-33). Denna typ av reaktorteknik skulle potentiellt kunna

förbättra utnyttjandet av kärnbränsleresurserna radikalt dels genom återcykling i flera led av uran och plutonium dels genom att utarmat uran kan användas. SKB drar slutsatsen dels att sådana snabba reaktorer som uppfyller högt ställda säkerhetskrav och är ekonomiskt bärkraftiga inte kan förväntas finnas tillgängliga förrän efter år 2050, dels att det från resurssynpunkt inte finns starka skäl att avvakta med påbörjandet av slutförvaring då det endast behövs en relativt begränsad mängd använt kärnbränsle från dagens reaktorer för att initiera driften av ett program för snabba reaktorer. För den fortsatta driften av brikreaktorer utgör utarmat uran en väsentlig råvara, en råvara som det finns stora mängder av efter anrikning av uran i dagens reaktorprogram.

SKB drar slutsatsen att om utvecklingen av snabba reaktorer lyckas och så småningom kan införas i ett framtida svenskt kärnkraftssystem utgör detta inget motiv för att avvakta med att påbörja slutförvaring av svenskt använt kärnbränsle, eftersom den planerade slutförvaringen inte påverkar handlingsfriheten.

Sammantaget drar SKB slutsatsen att geologisk deponering utgör det enda realistiska strategiska alternativet som uppfyller ändamålet för det slutliga omhändertagandet av det svenska använda kärnbränslet (SKB R-10-25). Detta är i enlighet med tidigare bedömningar inom ramen för Fud-programmet. SKB drar även slutsatsen att inledande av slutförvaring idag inte försämrar förutsättningarna för att hushålla med energipotentialen som finns i det använda kärnbränslet.

1.3.2 SSM:s bedömning

1.3.2.1 SKB:s uppställda utgångspunkter för metodvalet

I såväl metodvalsbilagan som i SKB:s uppdaterade analys av principer, strategier och system (SKB P-14-20) redogör SKB för de krav som bolaget har identifierat med bäring på metodvalet. I metodvalsbilagan återges även de utgångspunkter för metodvalet som SKB har formulerat utifrån bland annat dessa krav.

SSM kan konstatera att de krav och utgångspunkter som identifierats i metodvalsbilagan väsentligen överensstämmer med den redovisning som görs inom ramen för redovisningen av ändamålsformuleringen i MKB (se även Del 3 kapitel 2 i denna rapport). I vissa avseenden är dock redovisningen i metodvalsbilagan något mer fördjupad i fråga om vilka krav som ställs utifrån såväl miljöbalken som speciallagstiftningarna, inklusive utfärdade föreskrifter, inom området.

Myndigheten delar väsentligen SKB:s resonemang om att två avgörande frågeställningar ingår att värdera inom ramen för prövningen mot de allmänna hänsynsreglerna enligt 2 kap. miljöbalken, liksom mot de krav som följer av myndighetens föreskrifter. De frågeställningar som identifieras är dels om det finns alternativ med strålsäkerhetsmässiga fördelar av betydelse jämfört med KBS-3, dels om den föreslagna metoden kan bedömas uppfylla övriga grundläggande strålsäkerhetskrav.

SSM har inom ramen för beredningen angett att SKB:s underlag delvis är otydligt i fråga om vilka delar som utgör faktiska krav och vad som är SKB:s tolkning av krav och andra målformuleringar (av SKB benämnt utgångspunkter). En sådan fråga gäller formuleringen av det s.k. generationsmålet som både SSM och SKB anser är en viktig faktor att beakta i metodvalet, men SSM anser att det tydligare borde framgå att det är frågan om en strävan mot att inte lägga bördor på kommande generationer. Något krav att slutförvaret ska etableras av de generationer som dragit nytta av kärnkraften finns inte.

1.3.2.2 Avförda strategier

Uppskjutning i rymden

SSM gör ingen annan bedömning än SKB vad det gäller denna alternativa strategi. Alternativet har inte utretts i detalj under senare år, men de uppenbara strålsäkerhetsmässiga risker som alternativet är förknippat med motiverar inte heller att sådana utredningar genomförs.

Havsdumpning samt deponering under inlandsisar

Alternativa strategin Havsdumpning, deponering i djuphavssediment samt deponering under inlandsisar på Antarktis har helt korrekt avfärdats av SKB med hänvisning till internationella konventioner. SSM ser heller inga skäl att vidare utreda deponering under andra inlandsisar, bl.a. med hänvisning till påverkan av utsläppen av växthusgaser och att bränslet, om så är förenligt med strålsäkerheten, ska omhändertas i Sverige.

Övervakad lagring

Alternativet Övervakad lagring har under Fud-processen och i samband med myndighetens remissprocesser ibland framförts som ett alternativ till att slutförvara avfallet. Enligt SSM:s bedömning (och i överenskommelse med Europarådets direktiv 2011/70/Euratom den 19 juli 2011 om inrättande av ett gemenskapsramverk för ansvarsfull och säker hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall) kan långtidslagring inte ersätta behovet av ett slutligt omhändertagande. Däremot kan övervakad lagring under kortare eller längre tid utgöra en nödvändig del i utvecklingen av och drifttagande av en långsiktigt strålsäker lösning. SSM anser därför att alternativet inte svarar upp mot de krav som ställs i lagstiftningen, och delar således SKB:s bedömning att alternativet inte kan anses utgöra en långsiktig lösning på hantering av använt kärnbränsle.

Frågan har också diskuterats inom ramen för redovisningen av det obligatoriska nollalternativet, se Del 3 kapitel 3 i denna rapport (*alternativredovisningen i MKB*).

1.3.2.3 SKB:s val av geologisk deponering som strategi

SSM konstaterar att syftet med SKB:s analys av olika strategier och metoder är att systematiskt jämföra de alternativ som inte kan avföras av uppenbara skäl, snarare än att motivera i detalj varför vissa alternativ ska övervägas som kandidater. Myndigheten har dessutom förståelse för att det är enklare att avfärda en strategi genom hänvisning till bl.a. internationella konventioner eller de principer som ligger till grund för myndighetens föreskrifter, än det är att på en övergripande nivå motivera varför en strategi uppfyller ställda krav. SSM tolkar SKB:s motivering i metodvalsbilagan (SKB R-10-25) av att geologisk deponering är förenlig med ändamålet som följande:

- Att det inte finns några uppenbara skäl att argumentera emot internationellt vedertagna riktlinjer avseende principerna (främst isolering och stabilitet) som ligger till grund för strategin geologiskt slutförvar.
- Att bolagets arbete med säkerhetsanalyser i Fud-programmet genom åren har visat att det finns förutsättningar för att geologisk deponering (åtminstone enligt KBS-3-metoden) kan uppfylla ställda krav på strålsäkerhet och miljöskydd i Sverige.
- Att den faktiska överensstämmelsen med de allmänna hänsynsreglerna enligt 2 kap. miljöbalken, liksom mot de krav som följer av myndighetens föreskrifter, har visats i de olika delar av prövningsunderlaget som SKB har tagit fram i samband med ansökan.

I metodvalsbilagan refererar SKB till den systemanalys som ingick i kompletteringen av Fud-program 98 (SKB R-00-32), där bolaget för en övergripande diskussion om principerna och förutsättningarna för geologisk slutförvaring. SSM noterar att dåvarande myndigheterna SKI och SSI ställde sig bakom SKB:s slutsatser och att det i regeringsbeslutet konstaterades att redovisningen ”... ger ytterligare stöd för regeringens

bedömning att någon form av slutförvaring i berggrunden är den mest ändamålsenliga för slutförvaring av använt kärnbränsle.” (Regeringsbeslut 22, 2001-11-01).

Myndigheten bedömer att det är rimligt, med hänsyn tagen till det som har presenterats, granskats och beslutats genom åren i Fud-programmet att SKB utgår från geologisk slutförvaring som en huvudstrategi att jämföra med alternativ.

1.3.2.4 Återvinning, återanvändning och transmutation jämfört med direktdeponering
Frågan om upparbetning, separation och transmutation (vanligen benämnt P&T) har belysts inom ramen för tillståndsprövningen, även om den uttalade politiken i Sverige under lång tid har varit inställd på att allt använt kärnbränsle ska deponeras utan upparbetning. I forskningsprogrammet som redovisas enligt 12 § kärntekniklagen har huvudsyftet med P&T antagits vara att från ett långsiktigt strålsäkerhetsperspektiv omvandla det använda kärnbränslet till en mer begränsad mängd avfall och till ett avfall med kortare halveringstid, utan hänsyn till eventuell energiproduktion. Mot denna bakgrund har vidare utveckling av tekniken bedömts olämplig i ett svenskt sammanhang.

Mot bakgrund av att lagstiftningen tillåter etablering av nya kärnkraftsreaktorer som ersättning för befintliga reaktorer som tas ur bruk har SKB efter önskemål från myndigheten (och flera remissinstanser) tagit fram en kompletterande redovisning av möjligheter för återvinning eller återanvändning av det använda kärnbränslet (SKB P-13-33, SKB P-14-20, SKBdoc 1440497). Detta i enlighet med 2 kap. 5 miljöbalken vilket kräver hushållning med råvaror och energi, samt utnyttjande av möjligheter till återanvändning och återvinning.

Återvinning med dagens system

SSM delar SKB:s syn att konsekvenserna från strålskydds- och säkerhetssynpunkt av att återcykla uran och plutonium inom ramen för dagens kärnkraftsprogram (eller ett program med nya lättvattenreaktorer) kan vara betydande, inte minst med tanke på att slutförvaring av använt MOX-bränsle (Mixed OXide) som först skulle behöva skapas genom upparbetning har särskilda svårigheter jämfört med slutförvaring av uranbränsle. I linje med att varje land bör svara för omhändertagandet av sitt eget avfall, skulle Sverige sannolikt också behöva utveckla ett system för att omhänderta högaktivt upparbetningsavfall⁶. Givet dessa frågeställningar, samt den begränsade förbättringen i hushållning med uranresursen bedömer SSM att det finns flera skäl som talar emot en sådan strategi.

Återvinning i nya reaktorer

SSM delar SKB:s övergripande slutsats att det finns kvarvarande osäkerheter om och när s.k. Generation IV ”snabba reaktorer” (som möjliggör en mycket mer effektiv utvinning av energiinnehållet av uranråvaran) kan finnas kommersiellt tillgängliga. SSM kan inte ifrågasätta SKB:s bedömning att sådana typer av reaktorer som kan uppfylla högt ställda säkerhetskrav och vara ekonomiskt bärkraftiga inte kan förväntas finnas tillgängliga förrän efter år 2050.

Ett ytterligare argument i SKB:s analys är att det från resurssynpunkt inte finns starka skäl att avvakta med påbörjandet av slutförvaringen i detta avseende. Detta eftersom en, relativt sett, begränsad mängd använt kärnbränsle från dagens reaktorer behövs för att initiera driften av ett program för snabba reaktorer.

⁶ Svårigheterna att omhänderta högaktivt avfall från upparbetning av använt kärnbränsle var ett avgörande skäl när Sverige genom avtal med Frankrike och Västtyskland år 1987 bytte bort en mängd av avfall som uppstod efter upparbetning av svenskt kärnbränsle mot 24 ton använt MOX-bränsle.

SSM:s sammanfattande bedömning

SSM bedömer att det från hushållningssynpunkt inte finns avgörande skäl att i dagsläget avvakta med inledandet av ett slutförvarsprogram som inbegriper direktdeponering av det använda kärnbränslet. Även om deponering av det använda kärnbränslet skulle inledas finns det således tid för kommande generationer att ompröva ett sådant beslut.

Vilka resurser som bör läggas på att följa eller aktivt delta i ett utvecklingsprogram för fjärde generationens reaktorer är ett energipolitiskt ställningstagande som faller på regering och riksdag att göra.

1.4 KBS-3 som SKB:s föredragna metod för slutförvaring

1.4.1 Underlag från SKB

I MKB, avsnitt 3.6, redogör SKB övergripande för de fyra alternativ koncepten som har studerats för deponering i urberget i Sverige; KBS-3, Långa tunnlar, WP-cave samt djupa borrhål. En mer utvecklad redovisning av dessa alternativ för geologisk deponering ges i den särskilda metodvalsbilagan som bifogats ansökan (SKB R-10-25).

Som en del i arbetet med att ta fram underlag till ansökningar om slutförvarssystemet har SKB även tagit fram ett antal rapporter som alla utgör underlag till metodvalsbilagan. Tre underlagsrapporter som ursprungligen hade lämnats in i samband med miljöbalksansökan (SKB R 10-12, SKB R-10-13 och SKB R-10-40) byttes ut under kompletteringsfasen med reviderade eller helt nya redovisningar. Myndighetens granskning av SKB:s övervägande av olika koncept tar hänsyn till dessa senare handlingar, vilka beskriver en uppdaterad analys av principer, strategier och system (SKB P-14-20), en uppdaterad jämförelse mellan KBS-3 och deponering i djupa borrhål (SKB P-14-21) samt SKB:s jämförande bedömningar av andra studerade strategier och metoder (SKBdoc 1440497).

SKB konstaterar att metodvalet har skett som en integrerad del i olika stadier av programmet för forskning och utveckling kring det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle och att det principiella metodvalet har gjorts på ett relativt tidigt stadium jämfört med tidpunkten när ansökan lämnades in. I beskrivningen av de allmänna förutsättningarna för metodval resonerar SKB att den stegvisa utvecklingen fram till en platsspecifik utformning av en specifik metod för slutförvaring nödvändigtvis har betydelse för hur jämförelsen mellan alternativ kan ske. SKB framhåller att en utveckling av alternativa metoder bara fullt ut kan motiveras om detta krävs för att kunna göra en jämförelse på likartad nivå av tekniskt/vetenskapligt underlag. Detta anser SKB gäller om den föredragna metoden kan befaras inte uppfylla de föreskrivna kraven eller om redan konceptuella studier av andra metoder visar att dessa har klara fördelar från strålsäkerhetssynpunkt samt att konceptet bedöms ha hög potential för att kunna utvecklas så att det kan genomföras med stor tillförlitlighet (SKBdoc 1440497).

1.4.1.1 Två varianter av KBS-3

SKB noterar att utvecklingsarbetet för slutligt omhändertagande av det använda kärnbränslet i Sverige sedan början av 1990-talet har bedrivits huvudsakligen inom ramen för KBS-3-metoden för geologisk slutförvaring (SKB P-14-20). SKB framhåller också att successiva regeringsbeslut inom ramen för Fud-programmet har inneburit att bolagets inriktning på KBS-3-metoden har godtagits som planeringsförutsättning inför ett slutligt godkännande, även om regeringen och berörda myndigheter varit noga med att understryka behovet av att bevaka teknikutveckling avseende andra alternativ (SKBdoc 1440497). I SKB:s redovisning tas KBS-3 (dvs. deponering av inkapslade bränsleelement efter varandra i ett system av kortare tunnlar på 400-700 meters djup) därför som en sorts referenspunkt i utvärdering av sådana alternativ.

En översiktlig beskrivning av utvecklingen av KBS-3-metoden, tillsammans med en sammanfattande redovisning av de olika säkerhetsanalyserna som har genomförts för konceptet, anges i metodvalsbilagan (SKB R-10-25). Inom ramen för KBS-3 redovisar SKB två s.k. varianter; KBS-3V (deponering av kapslar en och en, stående i vertikala hål i botten på bergtunnlar) och KBS-3H (deponering av flera kapslar i 100-300 meter långa horisontella hål som borras direkt från stamtunnlar). SKB noterar dock att en heltäckande säkerhetsanalys saknas för KBS-3H och att ytterligare forskning, utveckling och demonstration krävs för att bedöma KBS-3H med avseende på strålsäkerhet och strålskydd (SKB R-10-25). Ingen systematisk jämförelse av respektive för- och nackdelar görs mellan KBS-3V och KBS-3H, i stället bedömer SKB helt enkelt att KBS-3H inte är tillräckligt utvecklad för att varianten ska vara ett idag tillgängligt alternativ.

1.4.1.2 Alternativet långa tunnlar

Med hänvisning till den systemanalys som utgjorde underlag till kompletteringen av Fud-program 1998 (SKB R-00-32) gör SKB bedömningen att alternativet Långa tunnlar i stora delar är likvärdig med KBS-3, med vissa för- och nackdelar. En miljömässig fördel är att bergguttaget är betydligt mindre. Säkerheten under drift bedöms dock sämre, både med hänsyn till arbetsmiljö och arbetarskydd. Dessutom är möjligheterna att återta (eventuella skadade) kapslar sämre än i KBS-3. I metodvalsbilagan anger SKB att man tagit fasta på dessa fördelar respektive nackdelar i framtagande av alternativet KBS-3H.

I den tidigare systemanalysrapporten (SKB R-00-32) anger SKB att säkerhetsfunktionerna och barriärerna i princip är de samma för ett förvar med mycket långa tunnlar som för ett KBS-3V-förvar. I rapporten pekar SKB däremot på en skillnad av säkerhetsmässig betydelse, nämligen att alternativet Långa tunnlar ursprungligen var avsett att lokaliseras under Östersjöns botten, med låg grundvattenomsättning och större utspädning vid ett eventuellt utsläpp som följd. SKB påpekar dock att denna skillnad kopplar till lokaliseringen, snarare än grundläggande tekniska skillnader mellan alternativen.

1.4.1.3 Alternativet WP-Cave

Vad det gäller alternativet WP-Cave förklarar SKB att barriärsystemet skiljer sig från det som används i KBS-3, främst med tanken att en s.k. "hydraulisk bur" skulle leda grundvattnet runt deponeringsområdet och därmed erhålla en bergvolym med gynnsamma hydrologiska, mekaniska och kemiska förhållanden där bränslekapslarna deponeras. SKB anger att konceptet har flera tydliga nackdelar jämfört med KBS-3, dels genom att det är tekniskt komplicerat och skulle kräva omfattande kunskapsuppbyggnad och teknikutveckling för att klargöra teknik och utformning och analysera säkerheten, dels genom att förvaret inte kan förslutas direkt efter deponering på grund av bränslets värmeeffekt (SKB R-10-25). SKB drar slutsatsen att möjligheten att bygga ett strålsäkert slutförvar enligt WP-Cave-konceptet är förknippat med stora osäkerheter och därmed inte bedöms vara ett intressant alternativ.

1.4.1.4 Alternativet djupa borrhål

Medan koncepten Långa tunnlar och WP-Cave av olika skäl inte har vidareutvecklats sedan början av 1990-talet noterar SKB att ytterligare studier har bedrivits under denna period beträffande deponering enligt konceptet djupa borrhål. SKB framhåller (SKB P-14-20) att i studier som tagits fram i andra länder fram till 2008, inklusive i Storbritannien och USA, refereras SKB:s arbeten som det då "mest genomarbetade och kompletta". Däremot ersattes under kompletteringsfasen SKB:s ursprungliga redovisning i metodvalsbilagan (SKB R-10-25) av referensutformningen för djupa borrhål med hänsyn tagen till dess senare utveckling i andra länder, bl.a. genom arbete i USA efter nedläggningen av Yucca Mountain programmet (Brady m.fl. 2009, Arnold m.fl. 2011, Beswick m.fl. 2014, SKB P-13-08, SKB P-14-20). Denna information ligger till grund för SKB:s uppdaterade jämförelse mellan djupa borrhål och KBS-3-metoden (SKB P-14-21, SKBdoc 1440497).



SKB förklarar i en enskild bilaga till miljöbalksansökan (SKBdoc 1440053) att den nytillförda informationen inte har påverkat bolagets tidigare ställningstagande. Den ursprungliga metodvalsbilagan (SKB R-10-25) har dock inte uppdaterats, vilket har lett fram till att tidigare lämnade uppgifter inte är helt överensstämmande med de senare rapporterna i vissa överlappande frågeställningar.

SKB menar att den primära säkerhetsfunktionen för deponering i djupa borrhål är den fördröjning som fås genom att grundvattnet på dessa djup antas vara huvudsakligen stagnant (SKB P-14-20). Bolaget bedömer det möjligt att med känd teknik åstadkomma fem kilometer djupa deponeringshåll med en maximal diameter på 0,445 m även om detta ännu inte har demonstrerats i praktiken. Kapslar med använt kärnbränsle antas deponeras i strängar vid 3-5 kilometers djup med en teknik som baseras på det som används idag i oljeindustrin (SKB P-14-21).

I den uppdaterade redovisningen av SKB:s jämförande bedömningar av andra studerade metoder än KBS-3 (SKBdoc 1440497) dras slutsatser om konceptet djupa borrhål och dess relativa för- och nackdelar i förhållande till KBS-3-metoden. SKB konstaterar att den ökade isoleringen i samband med djupa borrhål bidrar till att sannolikheten för oavsiktligt intrång i slutförvaret är lägre samt att illvilligt återtagande av bränslet görs svårare jämfört med KBS-3. Transporttider till biosfären för radionuklider som läcker ut från deponeringsområdet till grundvattnet i berget är också betydligt längre än för KBS-3 såvida inte snabba transportvägar skapats via deponeringshålet eller via icke identifierade transportvägar i berget.

Bland de potentiella fördelarna med djupa borrhål identifierar SKB att grundvattnet på flera kilometers djup kan vara i det närmast stillastående och skiktat så att näst intill inget utbyte sker med mera ytliga och mindre salta grundvatten. SKB menar dock att platsspecifika undersökningar samt utförliga studier krävs för att verifiera att sådana förhållanden finns och kommer att bestå över tiden.

Slutligen drar SKB den övergripande slutsatsen att konceptet djupa borrhål inte kan anses som den bästa möjliga tekniken på grund av två huvudsakliga nackdelar.

För det första anser SKB att omfattande arbete över minst ett par decennier skulle krävas för att fullt ut eventuellt kunna skapa klarhet vad gäller såväl genomförbarhet som långsiktig strålsäkerhet. I rapporten om jämförelsen mellan KBS-3 och djupa borrhål som utgör en del av underlaget till ansökan (SKB P-14-21) anger SKB att för att föra fram konceptet till den kunskapsnivå som krävs för ett platsvalsprogram så skulle det uppskattningsvis krävas i storleksordningen 30 års utveckling. Lokaliserings- och tillståndprocessen kan sedan förutsättas ta omkring 20 år varefter anläggningsuppförande och deponeringsprocessen kan ta 40-50 år. SKB bedömer samtidigt att denna tid möjligen kan kortas ner genom att vissa steg i lokaliserings- och tillståndprocessen utförs parallellt med utvecklingsarbetet.

För det andra pekar SKB på vissa identifierade svagheter i konceptet avseende risker som skulle kunna uppstå under deponeringen samt svårigheter med att verifiera systemets initialtillstånd, vad gäller såväl de tekniska som naturliga barriärerna. SKB resonerar att en sådan fördröjning i det slutliga omhändertagandet av det svenska använda kärnbränslet, med hänsyn tagen till de återstående utmaningarna för konceptet djupa borrhål, inte kan motiveras av de potentiella fördelar som följer av det större djupet. Vidare bedömer SKB att möjligheten till omvändbarhet under driften, samt återtagbarheten efter förslutning, även om de skulle kräva höga kostnader och omfattande insatser, värderas som fördelar



med KBS-3-metoden jämfört med djupa borrhål då dessa ligger i linje med autonomiprincipen.

1.4.2 SSM:s bedömning

1.4.2.1 SKB:s redovisning av KBS-3

Inom ramen för en bedömning mot krav på bästa möjliga teknik utgår SSM från att den avgörande frågan vid tillståndsprövning är att ta ställning till om alternativ redan på konceptstadiet visar på så klara strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med KBS-3-metoden att det är motiverat att avvakta ytterligare utvecklingsarbete innan ett beslut om metodval fattas.

Att använda KBS-3 som referenspunkt för metodval innebär att SKB har utvärderat eventuella för- och nackdelar av alternativ i förhållande till KBS-3 snarare än att jämföra KBS-3 tillsammans med övriga koncept mot oberoende kriterier eller prestandamått. SSM anser att ett sådant tillvägagångssätt i framtagande av jämförande bedömningar inte är felaktigt i sig och kan även betraktas som det mest lämpliga. Däremot anser SSM att ett sådant angreppssätt kan innebära att bedömningar av KBS-3-metoden i sig (t.ex. avseende kvarstående osäkerheter, tekniska utmaningar och deras betydelse) tonas ner i jämförelse med andra metoder. Med ett fokus på de relativa för- och nackdelarna av alternativ i förhållande till KBS-3 vilar SKB:s jämförelser på det uttalade antagandet att KBS-3-metoden inte utgör någon betydande utmaning när det gäller dess prestanda respektive förutsättningar att uppfylla myndighetens övriga föreskrifter eller miljöbalkens syfte att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten medför skador och olägenheter för människors hälsa eller miljön.

SSM bedömer det samtidigt rimligt att SKB:s presentation av jämförande bedömningar för alternativa metoder utgår från slutsatserna i MKB och säkerhetsanalys (SKB TR-11-01) att bolagets föredragna metod har förutsättningar för att uppfylla de föreskrivna kraven på strålskydd och säkerhet. Utifrån de säkerhetsanalyser och motsvarande underlag som SKB har tagit fram för den s.k. referensutformningen av KBS-3 i samband med föreliggande ansökan bedömer SSM bedömt att SKB:s sökta metod är genomförbar och har förutsättningar för att uppfylla högt uppställda krav på strålsäkerheten vid drift såväl som strålskydd och säkerhet efter förslutning av slutförvaret (se granskningsrapporter *långsiktig strålsäkerhet* samt *uppförande och drift av slutförvarsanläggningen*). SSM har identifierat ett antal frågor kring utveckling och optimering av slutförvarets konstruktion samt förstärkning av underlaget som säkerhetsanalysen bygger på, men enligt myndighetens bedömning kan dessa rimligt tas om hand vid kommande steg i den stegvisa prövningsprocessen.

När det gäller olika varianter av KBS-3 konstaterar SSM att KBS-3H beskrivs av SKB som ett sätt att ta till vara de miljömässiga fördelarna med horisontell deponering – att avsaknad av deponeringstunnlar leder till ett betydligt mindre berguttag – samtidigt som vissa nackdelar med deponering i kilometerlånga tunnlar undviks. I detta sammanhang noterar SSM att i SKB:s ansökan om tillstånd enligt kärntekniklagen (SKB, 2011b) nämns ingen specifik slutförvaringsmetod i samband med bolagets yrkanden. I den efterföljande beskrivningen av ändamålet med den sökta verksamheten beskrivs dock KBS-3 (utan någon hänvisning till en särskild variant) som ”*metoden att åstadkomma säker slutförvaring av det använda kärnbränslet*”. Senare i ansökan noterar SKB att KBS-3-metoden ”*ger möjlighet till viss variation i utförandet*” och att sådan variation gäller såväl för materialkvalitet i barriärerna som för dimensionering och placering av kapslar och utrymmen i berget.

Referensutformningen som gäller i underlaget till ansökan är KBS-3V men SKB menar att arbetet med utveckling av KBS-3H fortsätter eftersom varianten bygger till stor del på

samma teknik när det gäller (t.ex.) kapselns utformning samt användning av bentonit som buffertmaterial. SKB föreslår även att de två varianterna kan vara möjliga att kombinera inom slutförvaret. SSM konstaterar att det således framgår av SKB:s ansökan att bolaget önskar att möjligheten att överväga en övergång från KBS-3V till KBS-3H ska hållas öppet inom ramen för ett tillstånd, om eller när det finns en säkerhetsanalys som visar att ett sådant byte kan genomföras med bibehållen eller ökad säkerhet. SSM tar inte ställning till KBS-3H-varianten inom ramen för föreliggande granskning av SKB:s jämförelse av alternativa metoder utan bedömer att det är rimligt att beakta frågan i samband med framtida tillsyn och den fortsatt stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen.

1.4.2.2 SKB:s val av KBS-3 jämfört med andra utgrävda slutförvarskoncept

Långa tunnlar

SSM konstaterar att SKB:s beskrivning av konceptet Långa tunnlar i viss utsträckning har ändrat karaktär sedan det först utvärderades som ett alternativ inom ramen för Fud-programmet. Den bakomliggande tanken med konceptet var ursprungligen att kapslarna skulle kunna placeras en sträcka ut från land under havsytan för att utnyttja de stabila grundvattenförhållanden som råder under havets botten (SKB R-00-32). En sådan eventuell fördel från perspektivet långsiktig strålsäkerhet (dels tack vare att grundvattenomsättningen under havsytan kan förväntas vara betydligt lägre än under landområden, och dels tack vare den större utspädning som kan förväntas i havet vid ett eventuellt framtida utsläpp av radionuklider) nämns inte i SKB:s senare utvärderingar (SKB P-14-20, SKB R-10-25).

I metodvalsbilagan presenteras konceptet generellt som en horisontell orientering av kapslarna i ett fåtal cirka 4-5 kilometer långa borrhåll som löper bredvid varandra på cirka 500 meters djup (SKB R-10-25). SKB:s analys fokuserar på nackdelar med metoden (främst en ”mindre robust” hantering under driftskedet) samt en bedömt ”likvärdig” långsiktig strålsäkerhet jämfört med KBS-3.

SSM konstaterar att SKB i alternativredovisningen inte tar upp likheterna mellan de säkerhetskoncept som förknippas med Långa tunnlar respektive djupa borrhål. I båda fall är huvudsyftet att ytterligare öka isoleringen av det deponerade avfallet jämfört med geologisk deponering enligt ett koncept såsom KBS-3. Med djupa borrhål görs detta genom placering vid mycket större djup, med Långa tunnlar genom avstånd från land. Meningen är att ökad isolering bidrar till ännu mer stabila hydrogeologiska förhållanden samt mindre sannolikhet för avsiktligt eller oavsiktligt intrång, och därmed större säkerhetsmarginaler.

I båda fallen kommer ökad isolering med priset av att verifiering av de förmodade bättre förhållandena görs svårare. Platsundersökning i samband med konceptet Långa tunnlar förutsätts att kräva bl.a. en undersökningstunnel, för att minimera behovet av borrhåll och undersökning från ytan (dvs. under havsytan). Med detta förfarande är platsundersökning och byggande integrerade (SKB R-00-32), vilket anses bidra förmodligen till högre projektrisker.

En eventuell fördel med Långa tunnlar jämfört med djupa borrhål är att förvaringsutrymme antas utföras med tunnelborrningsmaskin och därför skulle tunnlar kunna vara dimensionerade för att göra det möjligt för tillgång av personal för inspektion och verifiering även under efterföljande slutförvaringssekvensen. Möjligheten (som ingår i konceptbeskrivningen) att använda ett system av tekniska barriärer som liknar KBS-3 är också en skillnad jämfört med djupa borrhål. Å andra handen ger det mycket större djupet som är associerat med konceptet djupa borrhål möjlighet till ännu större isolering jämfört även med Långa tunnlar.

En av de bakomliggande principerna med konceptet Långa tunnlar är att lokalisering under havsytan kan innebära ”en signifikant säkerhetsmässig skillnad” (SKB R-00-32). SSM delar därför inte SKB:s syn att den enda uppenbara fördelen med konceptet är ett betydligt mindre uttag av bergvolym. Detta gäller endast där Långa tunnlar antas utföras under landområden. Samtidigt håller SSM med SKB:s övergripande slutsats att Långa tunnlar är av mindre intresse att jämföra med KBS-3 än djupa borrhål sett till syftet att öka isoleringen av det använda kärnbränslet. SSM bedömer även att alternativet Långa tunnlar innebär ett mer komplicerat och troligen mer riskabelt uppförande och drift av slutförvaret, både med hänsyn till arbetsmiljö och arbetarskydd.

WP-Cave

Alternativet WP-Cave avfärdades redan tidigt av SKB som ett alternativ för geologisk deponering. Underlag för att bedöma alternativet inom ramen för den befintliga tillståndsprövningen föreligger därmed enbart på principiell nivå. SSM delar ändå SKB:s slutsatser (principiellt i den systemanalys som utgjorde underlag till kompletteringen av Fud-program 1998 (SKB R-00-32)) att det finns betydande osäkerhet som är förknippade med konceptet, t.ex. att den kompakta utformningen leder till höga temperaturer i barriärerna, vilket i sin tur också leder till ett behov av aktiv kylning även efter att bränslet har deponerats och därför ett förlängt öppethållande. Alternativet är komplext och leder i än högre grad än KBS-3 till konceptuella utmaningar i att beskriva alternativets långsiktiga utveckling och i förlängningen till osäkerheter i beräknade konsekvenser. I dagsläget kan SSM inte se skäl som motiverar att konceptet skulle kunna betraktas som den bästa möjliga tekniken för slutförvaring av använt kärnbränsle i Sverige.

1.4.2.3 SKB:s val av KBS-3 jämfört med djupa borrhål

Miljöbalkens samt myndighetens krav på att tillämpa bästa möjliga teknik innebär att möjligheten att använda alternativa metoder med strålsäkerhetsmässiga fördelar av betydelse jämfört med KBS-3 måste undersökas. Dessutom har SSM och dess föregångare, i granskning av Fud-processen och beredning av regeringsbeslut, av samma anledning understrukit vikten av att djupa borrhål bör vara bland de alternativ till huvudförslaget som miljöbalken kräver.

Säkerhetskoncept

SSM konstaterar att huvudsyftet med konceptet djupa borrhål är att ytterligare öka isoleringen av det deponerade avfallet jämfört med geologisk deponering enligt ett utgrävt slutförvarskoncept såsom KBS-3. Djupa borrhål innebär att avfallet slutförvaras i en hydrogeologisk och geokemisk miljö som är ännu mer stabil och därför ger större säkerhetsmarginaler mot eventuella framtida utsläpp till biosfären. I detta avseende bedömer SSM att konceptet djupa borrhål i teorin har förutsättningar att bli ännu säkrare än KBS-3 ur perspektivet långsiktig strålsäkerhet.

Samtidigt kan SSM konstatera att isolering och inneslutning som huvudprinciper för ett säkert slutligt omhändertagande av radioaktivt avfall medför en rad utmaningar som också behöver bemötas. Bland annat, som har visats bl.a. i myndighetens granskning av SKB:s analys av strålsäkerhet efter förslutning för ett KBS-3 slutförvar (se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*), är det viktigt att ett slutförvarssystem är verifierbart i den mån som behövs för att inge förtroende för att dess faktiska utförande kommer att uppfylla kraven. Osäkerhet angående verifierbarhet av ett slutförvars förmåga att innesluta radioaktiva ämnen är en naturlig följd av geologisk isolering och de långa tidsramarna.

Att vissa osäkerheter alltid kommer att finnas i samband med slutligt omhändertagande av radioaktivt avfall är en av anledningarna till att SSM:s föreskrifter bygger på principen med slutförvaring genom ett flerbarriärssystem. Till exempel står det uttryckligt i dessa föreskrifter att syftet med ett sådant system är ”så att så långt det är möjligt nödvändig

säkerhet upprätthållas trots enstaka brist i en barriär” (7 § SSMFS 2008:21). SSM gör bedömningen att SKB:s föreslagna slutförvar vid Forsmark med dess utformning, som bygger på principerna med ett flerbarriärsystem, har förutsättningar att uppfylla krav på långsiktig säkerhet trots osäkerheter kring vissa förhållanden, händelser och processer som kan påverka barriärernas funktioner efter förslutning. En viktig del av myndighetens tillsyn och fortsatt granskning under uppförande och drift av ett slutförvar enligt KBS-3 är att verifiera att systemet konstrueras inom ramen för de säkerhetsmarginaler som antas i SKB:s referensutformning.

Till skillnad från KBS-3-metoden baseras den långsiktiga strålsäkerheten för konceptet djupa borrhål till stor del på det skydd som bergtäckningen dels innebär för de hydrogeologiska förhållanden som förväntas finnas på mycket stor djup i berggrunden, dels genom tjockleken på bergtäckningen i sig. Det ostörda förvarets funktion kommer i första hand att förlita sig på den fördröjning av radioaktiva ämnen till biosfären som den geologiska barriären ger upphov till.

Även om berget i sig således kan uppfylla flera funktioner, och därmed i princip kunna uppfylla syftet med ett flerbarriärsystem, är djupa borrhåls skyddsförmåga ändå i huvudsak beroende av endast en barriär varav en betydelsefull funktion är svår, om ens möjlig, att bekräfta. I detta avseende innebär, enligt SSM:s bedömning, alternativet en risk i förhållande till KBS-3 som i högre grad utgör ett flerbarriärsystem med större möjligheter att verifiera de antaganden som konceptet bygger på. I detta avseende delar SSM den uppfattning som framförs av USA:s rådgivande myndighet, US Nuclear Waste Technical Review Board (NWTRB), vilken nyligen har yttrat sig över US Department of Energys (US DOE) genomförbarhetsstudie till att använda djupa borrhål för slutförvaring av vissa radioaktiva avfall (NWTRB 2016).

NWTRB pekar på vikten av att verifiera de antaganden på vilka ett säkerhetskoncept är baserad samt de begränsade möjligheterna för att karakterisera deponeringsområdet i samband med ett djupt borrhål jämfört med ett utgrävt geologiskt förvar. Dessutom betonar NWTRB behovet av ett program för platsspecifika undersökningar för att utvärdera eventuella inhomogeniteter i de naturliga förhållandena vid stora djup samt de möjliga effekterna av borrhållning och tillhörande konstruktionsaktiviteter för den geologiska barriärens funktion (NWTRB 2016). Som framgår av Tsang och Niemi (2013) kommer det sannolikt att krävas en utveckling av mätmetoder och mätsonder för att kunna karakterisera förhållandena på stora djup i tillräcklig omfattning under platsundersökningar.

SKB har genom komplettering uppdaterat den konceptuella jämförelsen mellan KBS-3 och djupa borrhål utifrån det arbete som har bedrivits vid Sandialaboratoriet (på uppdrag av US DOE). SSM bedömer att SKB efter kompletteringar har tagit hänsyn till myndighetens framförda synpunkter om att jämförelsen mellan KBS-3 och djupa borrhål inte kan utgå från en sämre utformning av djupa borrhål. I den tillhörande referensutformningen av konceptet antas det att borrhålsdiametern vid djupet mellan 3 och 5 km (0,445 m) är tillräcklig för en enklare stålkapsel som kan rymma ett PWR-bränsleelement alternativt två BWR-bränsleelement (SKB P-14-21).

SKB utgår i sin redovisning av principer för långsiktig strålsäkerhet för konceptet djupa borrhål från att de tekniska barriärerna inte kan tillgodoräknas någon långsiktig inneslutningsfunktion.

SSM uppfattar att anledningen till SKB:s antagande är att det inte finns några konstruktionsförutsättningar eller någon heltäckande säkerhetsanalys som visar hur eventuella tekniska barriärer (kapslar, återfyllnad samt borrhållstättningar) kan förväntas



fungera under långa tidsperioder för ett borrhålsförvar för använt kärnbränsle. Mot denna bakgrund konstaterar SSM även att frågan om konstruktionen av eventuella tekniska barriärer behöver kopplas till huruvida bränslet behöver konsolideras innan det kapslas in och att detta i sin tur har inverkan på hur hela systemet för det slutliga omhändertagandet skulle fungera.

Medan vissa förslag till en mer utvecklad konstruktion för tekniska barriärer har tagits fram av forskare (främst i samband med Sandia-laboratoriets pågående program på uppdrag av US DOE) anser SSM det orimligt att kräva att SKB gör säkerhetsbedömningar på arbete som är fortfarande i sin linda där alternativa utformningar diskuteras främst på konceptuell nivå. I detta sammanhang är det relevant även att notera att syftet med US DOE:s genomförbarhetsstudier inte innefattar det kommersiella kärnbränslet och att den uttryckta policyn i USA fortfarande är att sådant bränsle ska deponeras i ett utgrävt geologiskt slutförvar (NWTRB 2016). Det kan dock konstaterats att det inte har lyfts fram argument som specifikt talar emot att konceptet skulle eventuellt kunna användas även för använt kärnbränsle.

Teknisk genomförbarhet och strålsäkerhet vid drift

SSM delar SKB:s bedömning att frågor kopplade till konstruktionen av en anläggning för deponering enligt konceptet djupa borrhål – borrhål av deponeringshål, installation av foderrör – bör vara genomförbara även om det krävs ytterligare teknikutveckling för industriell tillämpning (SKB P-14-21). Förutsatt fortsatt arbete inom ramen för US DOE:s genomförbarhetsstudier (om än med fokus på andra typer avfall) kan sådan utveckling förväntas aktualiseras inom kommande år. Liksom för ett KBS-3-förvar behöver det kunna klargöras att uppförandet och driften av ett borrhålsförvar förväntas ge ett initialtillstånd som är inom ramen för de antaganden som den långsiktiga strålsäkerhetsanalysen måste baseras på för ett borrhålsförvar. En analys av sådana störningar och missöden som kan påverka initialtillståndet skulle därför behöva utvärderas som ett underlag för strålsäkerhetsanalys, liksom en värdering av den kvalitetskontroll som skulle behöva tillämpas för att försäkra att de nödvändiga förutsättningarna för slutförvarets långsiktiga funktion uppfylls. I detta avseende skiljer sig behovet åt för ett borrhålsförvar och ett KBS-3-förvar då det senare i högre utsträckning förlitar sig på inneslutning genom tekniska barriärer.

SSM delar även SKB:s bedömning att det vid deponering av kapslar vid ett borrhålsförvar inte går att verifiera eller kontrollera de tekniska barriärernas egenskaper efter genomförd deponering (SKBdoc 1440497). Detta förhållande gäller i strikt mening även för andra slutförvarsalternativ (barriärerna kan kontrolleras i samband med deponering, men inte efter deponeringen om inte särskild utrustning för monitorering installeras, vilket även det innebär kontroll endast under en kortare tidsperiod sett till hela den tidsperiod som ska täckas av förvarets skyddsförmåga). SSM konstaterar att frågan berör teknisk genomförbarhet men anser att den hör också till den bredare frågan av utmaningar på konceptnivå som härrör från isolering av det deponerade avfallet och motsvarande utmaningar kring verifierbarhet (se ovan).

Frågor kopplade till strålskydd och säkerhet under drift bedöms av SSM som möjliga att kunna lösa, även om inte detaljerna på något sätt har tagits fram för borrhålsalternativet. Vissa likheter och skillnader mellan metoderna finns dock. På grund av radioaktiviteten i det använda kärnbränslet kommer hanteringen av kapslarna i samband med deponeringen under alla omständigheter att behöva ske fjärrmanövrerat för båda alternativen. Detta lär enligt SSM:s bedömning i sig inte behöva innebära några problem från driftsynpunkt, men hanteringen kan påverka slutförvarets långsiktiga skyddsförmåga. För KBS-3-förvaret ställer kraven på initialtillståndet hos de tekniska barriärerna högre krav på deponeringsförfarandet och att tillräcklig kvalitetssäkring kan göras av dessa. I detta

sammanhang har SSM bedömt att SKB:s sökta metod är genomförbar med hänsyn till krav på driftsäkerhet och strålskydd men att det är av vikt att SKB genomför den aviserade samfunktionsprövningen av anläggningens teknik, fullskaletesterna och detaljundersökningarna under jord (se granskningsrapporter *uppförande och drift av slutförvarsanläggningen* samt *långsiktig strålsäkerhet*).

En potentiellt viktig fråga är enligt SSM:s bedömning risken för att kapslar av något skäl fastnar under deponeringen vid borrhålsförvar på ett betydligt grundare djup än avsett. Sker detta på en högre nivå än den densitetsskiktning som förväntas på drygt 1 kilometers djup innebär det att en betydande del av förvarsalternativets barriärfunktion reduceras. Utifrån de dosberäkningar som SKB presenterar (SKB P-13-13) kan SSM konstatera att resulterande stråldoser domineras av den relativt kortlivade radionukliden cesium-137 (med en halveringstid på 31 år). Doserna kommer därför att i hög grad att vara beroende av antaganden om vilka barriärsegenskaper som kapseln har i samband med missödet, liksom spridningsvägarna med grundvattnet. De beräknade riskerna kommer i sin tur att vara beroende av ansatta sannolikheter för missödet. Samtliga dessa faktorer påverkas i stor utsträckning av den faktiska utformningen av ett tänkt förvar (i första hand egenskaperna hos foderrör och kapseln), liksom de bergmekaniska och hydrologiska förhållandena på förvarsplatsen. Medan frågor kring sådana händelser bör vara centralt i utvecklingen av en platsanpassad referensutformning och driftkontrollsystem anser SSM att det inte finns tillräckliga uppgifter att bedöma risken som en potentiellt avgörande nackdel med konceptet jämfört med KBS-3.

Bedömning av långsiktigt strålskydd och säkerhet

SSM anser att existerande data och teoretiska överväganden talar för att de hydrogeologiska förhållandena på flera kilometers djup i kristallint berg har förutsättningar att kraftigt begränsa rörligheten hos radioaktiva ämnen från ett borrhålsförvar på flera km djup. Det finns dock osäkerheter som behöver utvärderas med ett omfattande forsknings- och utvecklingsprogram och ett antal djupa undersökningsborrhål. SSM kan i dagsläget inte bedöma hur omfattande ett sådant program skulle behöva vara eller hur lång tid det skulle ta att få ett tillräckligt kunskapsunderlag för att ta fram en trovärdig säkerhetsanalys för ett slutförvarskoncept baserat på deponering i djupa borrhål. Möjligheten att få bra mätresultat från undersökningsborrhål, liksom kunskapsutvecklingen internationellt, kommer sannolikt vara avgörande faktorer i detta.

Det saknas idag underlag för att genomföra detaljerade analyser av den långsiktiga funktionen hos ett borrhålsförvar och därmed möjligheter att genomföra detaljerade analyser av utsläpp av radioaktiva ämnen som kan ge upphov till stråldoser till människan och miljön. Vissa beräkningar av mer övergripande karaktär har dock gjorts, dels med avseende på grundvattenrörelser från ett stiliserat förvar till markytan, dels överslagsberäkningar av konsekvenserna av att kapslar fastnar under deponeringen på ett mindre djup än avsett.

Exempel på frågor som behöver belysas med ytterligare forskning och utveckling, inklusive data från nya undersökningsborrhål är:

- variationer i djup till salt grundvatten och egenskaperna hos densitetssprånget beroende på heterogenitet i bergets genomsläpplighet och topografiska drivkrafter,
- eventuella drivkrafter för strömning i djupa salta grundvatten, t.ex. storskaliga topografiska drivkrafter, tektoniska rörelser, förekomst av gastransport,
- ytterligare (modellerings-)analyser av påverkan från upprepade glaciationer, och
- effekter av själva borrhålsförvaret på grundvattenströmning och transport (gasbildning, värmeutveckling och potentiella transportvägar utmed borrhålen).

Det är möjligt, men enligt SSM:s uppfattning, inte garanterat med dagens kunskap och mätteknik, att satsningar på metodutveckling skulle kunna lösa frågor kring behovet av tillräcklig karakterisering och verifiering avseende djupa borrhål. SSM konstaterar att sådana utmaningar är inneboende i konceptet på grund av den vikt som läggs vid extrem isolering. Det finns å andra hand möjligheten att vidare teknikutveckling och genomförbarhetsstudier skulle kunna leda fram till att den långsiktiga strålsäkerheten inte enbart utgår från bergets olika barriärfunktioner vid deponering på stora djup. Till bedömningen hör även att dessa barriärfunktioner (densitetsskiktning, låg hydraulisk gradient, begränsad sprickapertur på det stora djupet och långa transportvägar) till sin funktion är åtminstone delvis oberoende av varandra. SSM kan ändå konstatera att det återstår ett betydande behov av utveckling i både kunskap och teknik innan mer underbyggda slutsatser kan dras kring en eventuell ökning i säkerhetsmarginaler jämfört med KBS-3.

När det gäller KBS-3 har SSM under granskningen identifierat vissa osäkerheter på processnivå som SKB inte uttryckligen har tagit med i analysen av den långsiktiga strålsäkerheten kopplat till kapseln och dess konstruktionsförutsättningar. SSM har kommit fram till att det ändå finns förutsättningar för SKB att uppfylla myndighetens krav på ett slutförvarssystem med hänsyn till det långsiktiga strålskyddet och säkerheten, men bolaget behöver utöka scenario- och analysberäkningarna i den förnyade säkerhetsanalys (PSAR) som ska tas fram inför kommande steg i den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen (se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*). Som noteras ovan bygger denna bedömning på SKB:s förslagna förläggning vid Forsmark samt på att KBS-3-metoden bygger på principerna med ett flerbarriärssystem.

Sammanfattningsvis bedömer SSM att underlaget ännu är otillräckligt för att dra något annat än preliminära slutsatser, men de resultat som har tagits fram och presenterats av SKB (SKB P-14-21) utgör enligt SSM:s bedömning ändå en stark indikation på att ett borrhålsförvar i princip skulle kunna isolera det använda kärnbränslet under mycket långa tidsrymder och att denna funktion kan förväntas vara robust mot olika former av störningar av det förslutna förvaret.

Däremot bedömer SSM att möjligheten att djupa borrhål skulle kunna ha strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med KBS-3 är ett nödvändigt men inte tillräckligt skäl för att den ska anses vara bästa möjliga teknik. Innan mer underbyggda slutsatser kan dras kring en eventuell ökning i säkerhetsmarginaler jämfört med KBS-3 behöver flera grundläggande tekniska utmaningar lösas tillsammans med en fördjupad förståelse av hur de hydrogeologiska förhållandena på stora djup kan förväntas påverkas i samband med uppförandet av en anläggning liksom hur dessa utvecklas på lång sikt⁷.

Fysiskt skydd och nukleär icke-spridning

Enligt SSM:s bedömning återstår fortsatt utvecklingsarbete t.ex. rörande hur det fysiska skyddet kan utformas för ett borrhålsförvar. Samma sak gäller krav inom nukleär icke-spridning. IAEA har idag modeller för internationell kontroll av ett utgrävt slutförvar, men ännu inte studerat hur internationell icke-spridningskontroll skulle kunna utföras för ett system för slutligt omhändertagande baserat på djupa borrhål. SSM kan idag därför inte

⁷ Behovet av att kunna verifiera barriärssystemets egenskaper i samband med en långsiktig säkerhetsanalys för geologisk slutförvaring (t.ex. angående lokal och regional grundvattenströmning vid stora djup över långa tidsperioder) ligger centralt även i myndighetens granskning av SKB:s säkerhetsanalys för referensutformningen av KBS-3. I detta avseende bedömer SSM att förutsättningar finns för att uppnå den grad av verifikation som behövs i samband med KBS-3 barriärssystemet (se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* Del 2 avsnitt 3).



fullt ut bedöma om konceptet djupa borrhål kan utformas på ett sådant sätt att dessa krav kan uppfyllas.

Återtag och omvändbarhet

Till skillnad från vissa andra länder finns inget krav i Sverige på att ett geologiskt slutförvar för använt kärnbränsle ska göra det möjligt att återta bränslet, varken före eller efter förslutning.

SSM delar SKB:s bedömning att återtag av bränslet från ett borrhålsförvar kommer att vara svårt, där ett återtag i varje fall bara kan röra den senaste nedsänkta kapselsträngen. SSM delar även SKB:s bedömning att det finns en risk att händelser kan uppstå vid driften av ett borrhålsförvar som kan leda till svårigheter att återta bränsle som har fastnat innan det har nått deponeringsdjupet. SSM noterar samtidigt att inom ramen för US DOE:s genomförbarhetsstudier har bedömningen gjorts att de väsentliga tekniska svårigheterna med uppförandet av ett borrhålsförvar är förknippade med de moment av uppförande som sker fram tills att deponeringen av avfallet inleds. Enligt SSM:s bedömning finns det ännu återstående oklarheter kopplade till frågeställningen och om det med lämplig design av foderrören, kapseln och deponeringsförfarandet är möjligt att minimera riskbidraget i detta avseende.

Slutligen kan det konstateras att, även där en bedömning har gjorts att ett slutförvarskoncept har förutsättningar att uppfylla samtliga krav på strålsäkerhet, kan det inte helt uteslutas att frågor som skulle kunna tyda på mindre säkerhetsmarginaler kan uppstå under genomförandet. Sådana frågor skulle kunna leda till risker med finansiering samt resurser för att uppnå ett strålsäkert slutligt omhändertagande. SSM menar att liknande risker troligen finns med vilken som helst form av geologisk slutförvaring och det är svårt att skilja mellan olika metoder på grund av en sådan risk. I detta avseende anser SSM att det bör betraktas som en strålsäkerhetsmässig fördel om ett koncept för geologisk isolering erbjuder åtminstone någon mindre grad av omvändbarhet.

Intrång och markanvändningsrestriktioner

Alla former av geologisk deponering och isolering (till skillnad från, t.ex. utspädning till ofarliga koncentrationer) innebär att det finns en risk för att människor i framtiden kan komma i kontakt med avfallet där det har förvarats. I SSM:s föreskrifter finns därför krav som syftar på att minimera sannolikheten för och konsekvenserna av oavsiktligt mänskligt intrång (8-9 §§ SSMFS 2008:37). Exempelvis kan ett ökat förvarsdjup och undvikande av förläggingsplatser med brytbara mineraltillgångar bedömas minska sannolikheten för oavsiktligt mänskligt intrång.

Medan kravet som syftar på undvikande av en förläggning vid brytbara naturresurser väsentligen är alternativoberoende – frågan om de tekniska barriärernas innehåll av värdefulla råvaror (t.ex. metaller) undantagen – står det enligt SSM:s bedömning klart att slutförvaring enligt alternativet djupa borrhål påtagligt leder till en minskad sannolikhet för oavsiktligt mänskligt intrång på grund av det större djupet. Detta eftersom den anomali som ett slutförvar utgör i berggrunden, och som kan föranleda ett oavsiktligt intrång i förvaret när dess existens är glömd, bör vara enklare att identifiera på grundare djup. I detta avseende delar SSM även SKB:s bedömning. Samtidigt kan det större antalet ”tillfartsvägar” för ett borrhålsförvar (ett uppskattat antal 80 borrhål skulle krävas för att omhänderta det svenska kärnbränslet med denna metod) möjligen föranleda att ett intresse för platsen väcks. Sammantaget bör enligt SSM:s bedömning ett borrhålsförvar innebära en mindre sannolikhet för oavsiktligt intrång samtidigt som det kan innebära en större konsekvens (p.g.a. större mängd material som skulle kunna påträffas) i det fall intrång sker.



Frågan om risk för intrång kopplar till frågan om vilka markanvändningsrestriktioner som kan behöva vidtas ovanför ett slutförvar i syfte att undvika sådana aktiviteter som kan störa förvarets funktion, samt hur kunskapen ska upprätthållas. Frågeställningen adresserar inte bara frågan om slutförvaring av radioaktivt avfall, utan är också av betydelse för andra typer av deponier för miljöfarligt avfall där verksamheter kan störa den långsiktiga funktionen.

I jämförelsen mellan KBS-3 och djupa borrhål (SKBdoc 1440497) gör SKB ingen skillnad mellan alternativen utan konstaterar att markanvändningsrestriktioner för borrhning och undermarksarbeten kan vara på plats i närheten av ett slutförvar. SSM bedömer att större restriktioner för att genomföra borrhningar i bergrunden eller andra verksamheter som kan påverka det relativt sett ytligare grundvattnet ovanför ett KBS-3-förvar är behövliga. SSM kan samtidigt konstatera att verksamheter som i hög grad kan påverka grundvattensituationen i området i stort skulle kunna ha större genomslag på ett borrhålsförvar, detta genom att det långsiktiga strålskyddet i högre grad är baserat på att de naturliga grundvattenförhållandena inte störs.

Ledtider

Frågan om omfattningen och innehållet i ett forsknings- och utvecklingsprogram för djupa borrhål diskuterades av SKB i samband med kompletteringen av Fud-program 1998 (SKB R-00-28). I granskningen konstaterades att tidsuppskattningen för genomförandet av programmet, 30 år, bedömdes rimlig i förhållande till att det i många stycken banbrytande ny teknik och vetenskap som måste utvecklas (SKI rapport 01:20). I bedömningen av särskilda svårigheter kopplade till forsknings- och utvecklingsprogrammet framhölls oklarheter kopplade till systemutformningen (kapselns utformning, inklusive materialval, val av borrhälsa och buffertmaterial), kartläggning av förhållanden på stora djup, återkoppling mellan utveckling av barriärer, borrh- och deponeringsteknik och säkerhetsanalys. Dessutom framfördes att ett sådant program kanske inte skulle få det internationella stöd som alternativ av typ KBS-3 har.

SSM kan konstatera att delar av dessa bedömningar kvarstår, medan förutsättningarna i omvärlden har inneburit att det finns anledning att ompröva andra delar av bedömningarna. Inte minst är det relevant att ta hänsyn till teknikutveckling inom bl.a. oljeindustrin som har bidragit till en utveckling av borrhstekniker liksom hanteringsutrustning på stora djup. Sådan utveckling har även varit en del av anledningen till att US DOE anser det möjligt att göra en genomförbarhetsstudie till att använda djupa borrhål för slutförvaring av vissa radioaktiva avfall. Planeringsförutsättningarna för arbetet i USA, liksom de antagande som ligger till grund för SKB:s uppdaterade jämförelse av alternativ (SKB P-14-20), är i framkanten med dagens erfarenhet av borrhsteknik (NWTRB 2016).

Detta, tillsammans med att SKB nu anammat en annorlunda utformning av kapslar och deponeringsstrategi, gör att SSM bedömer att det inte längre kan anses som att det är frågan om att det är nödvändigt att utveckla banbrytande ny teknik, även om tekniken inte har utprovats för de ändamål som nu är aktuella. I denna bedömning vägs också in att SKB, om man avser att vidarutveckla alternativet djupa borrhål, också skulle kunna dra nyttig lärdom och erfarenheter från de studier som ligger till grund för US DOE:s aktuella arbete med konceptet. SSM bedömer därför att tiderna för teknikutveckling av konceptet kan bli kortare än de ca 30 år som SKB refererar till i både tidigare såväl som senare uppskattningar (SKB R-00-28, SKB P-14-21). Samma bedömning görs gällande teknikutveckling och analyser och detaljutformning av de tekniska barriärerna, som tidigare uppskattades ta mer än 30 år. Även här bör det finnas möjligheter att dra lärdom av de erfarenheter som nås i det amerikanska och engelska konsortiet som har bildats för att stödja US DOE:s arbete, på samma sätt som SKB redan har tagit intryck.

Samtidigt anser SSM att faktumet att ett alternativt koncept för geologisk slutförvaring håller på att utvecklas inom ramen för det slutliga omhändertagande av högaktivt avfall i ett annat land, eller andra länder, inte är tillräcklig anledning till att det svenska programmet för använt kärnbränsle ska fokusera på liknande metoder. Omständigheterna skiljer sig mellan olika program för geologisk slutförvaring, till exempel beträffande förutsättningar för att utveckla olika metoder (berggrund, tillgängliga platser, samhälleliga faktorer, m.m.) och vilken typ av avfall som omfattas av programmet. I USA, till exempel, har det noterats att den nyligen upprättade genomförbarhetsstudien avseende djupa borrhål återspeglar US DOE:s behov av att utveckla lösningar för vissa typer av avfall (högaktivt avfall av olika slag som har uppstått som resultat av USA:s kärnvapensprogram sedan 1940-tal) i avsikt att utveckla ett aktuellt program för ett utgrävt slutförvar, där sådant avfall annars skulle ha deponeras i samma anläggning som det kommersiella kärnbränslet (NWTRB 2016). Att det föreligger ett aktuellt forsknings- och utvecklingsprogram i USA för deponering av vissa typer av avfall i djupa borrhål betyder inte att landets myndigheter har bedömt konceptet som bästa möjliga teknik eller att andra koncept för deponering av landets kommersiella kärnbränsle inte längre övervägs.

En avgörande fråga är enligt SSM:s bedömning behovet av och möjligheterna att utveckla den geovetenskapliga förståelsen av förhållanden på stora djup (se ovan). Även om vissa samordningsvinster från undersökningar i andra länder torde vara möjliga, är det nödvändigt att ett undersökningsprogram genomdrivs för svenska förhållanden, och i synnerhet i ett eller flera områden som på basis av tillgänglig kunskap kan bedömas som ett potentiellt lämpligt område för ett borrhålsförvar, vilka inte nödvändigtvis behöver vara de områden som kan bedömas lämpliga för ett KBS-3-förvar.

I ett första steg i ett utvecklingsarbete skulle därför ett eller flera lämpliga områden behöva identifieras utifrån tillgängliga data om topografin, större sprickzoner och andra berggrundsförhållanden av betydelse. Syftet skulle i första hand vara att utveckla kunskapen om geologiska, hydrologiska och geokemiska förhållanden på stora djup i Sverige. Ett sådant program skulle behöva genomföras och utvärderas i flera steg, dels i syfte att identifiera ett eller flera lämpliga områden och på så sätt ge underlag för val av plats, dels i syfte att värdera om undersökningarna kan förväntas ge de svar på de återstående osäkerheter kring förhållanden på stora djup som behövs för att genomföra en fullständig strålsäkerhetsanalys av alternativet. Parallellt med det vetenskapliga arbetet skulle ett teknikutvecklingsarbete behöva genomföras.

SSM bedömer, liksom SKB i rapporten R-00-28, att preliminära resultat från ett inledande steg bör kunna nås inom en 10-årsperiod. Tiden för att erhålla ett tillräckligt underlag för en tillståndsansökan är svårt att uppskatta utan resultaten från detta inledande steg, men de sammantagna 30 år som SKB uppskattar i R-00-28 och vilka ligger till grund även för underlaget till SKBs ansökan (SKB P-14-21) är troligen ingen underskattning.

Kostnader

Kostnaderna för att genomföra slutförvaring enligt KBS-3-metoden har regelbundet uppskattats av SKB med efterföljande bedömning av myndigheten. Som SKB anger i Jämförelserapporten (P-14-21) uppskattas kostnaderna i den senaste Plan-rapporten till 39 miljarder kronor, varav drygt 5 miljarder utgörs av redan nerlagda kostnader. Kostnaderna för att genomföra ett Fud-program för ett borrhålsförvar har uppskattats till drygt 4 miljarder⁸ och uppförande, drift och förslutning av ett förvar med de 80 borrhål som skulle krävas för att omhänderta det svenska kärnbränslet har uppskattats till drygt 21 miljarder

⁸ 1998-års penningvärde

utöver kostnader för forskning, utveckling och demonstration samt kostnader för platsval och platsundersökningar.

SSM delar SKB:s bedömning att tidiga projektkostnader oftast behöver justeras upp vartefter som projektet löper vidare. En sådan utveckling har exempelvis skett inom ramen för de prognosticerade kostnaderna för KBS-3-metoden. Betydande kostnadsökningar för borrhålsalternativet kan således inte uteslutas men, under förutsättningen att nödvändig metodutveckling slutligen leder fram till ett godtagbart system för geologisk slutförvaring, är det inte omöjligt att det skulle ändå skulle innebära en minskning i de totala kostnaderna.

Sammanfattad bedömning

SSM anser att konceptet djupa borrhål kan ha potentiella fördelar jämfört med KBS-3 genom ytterligare ökad isolering av det använda kärnbränslet vilket betyder att det förslutna förvaret kan vara robust mot olika former av störningar. Däremot bedömer SSM att möjligheten att djupa borrhål skulle kunna ha sådana strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med KBS-3 inte är tillräckligt skäl för att den ska anses vara bästa möjliga teknik.

Det finns inte heller något enkelt argument för att KBS-3 är bästa möjliga teknik för geologisk slutförvaring jämfört med andra alternativ. Snarare är det enklare att konstatera att en uppenbart bättre lösning för det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle i Sverige inte finns tillgängligt nu och att det återstår ett betydande behov av utveckling i både kunskap och teknik kring alternativet djupa borrhål innan mer underbyggda slutsatser kan dras kring en eventuell ökning i säkerhetsmarginaler jämfört med KBS-3. Det går därmed heller inte att förutse om utveckling av konceptet djupa borrhål slutligen skulle leda fram till strålsäkerhetsmässiga fördelar, med mindre skador och olägenheter för människors hälsa eller miljön, jämfört med SKB:s sökta metod.

SSM anser således att det i dagsläget inte är möjligt att veta om eller när konceptet djupa borrhål skulle bli tillräckligt moget för att bli föremål för en ansökan om tillstånd. Samtidigt bedömer SSM att SKB:s sökta metod, genom en kombination av geologisk isolering tillsammans med ett inneslutningssystem bestående av flera barriärer, har förutsättningar att uppfylla högt uppställda krav på strålsäkerhet (se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*) och därmed är förenligt med miljöbalkens krav att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten medför skador och olägenheter för människors hälsa eller miljön (2 kap. 3 § miljöbalken).

I förhållande till de återstående oklarheter som föreligger om vilka resultat som kan förväntas uppnås med ett forsknings- och utvecklingsprogram för djupa borrhål, menar myndigheten att det inte är rimligt att under en längre tid fortsätta mellanlagring av det använda kärnbränslet i syfte att utveckla en alternativ slutförvaringslösning med beaktande av risker och andra olägenheter som följer av detta.

SSM anser det ansvarsfullt att, med hänsyn till skyddet av människor och miljön på både kort och lång sikt, inte medvetet ta de risker som hör samman med att avvakta med ett slutförvar i hopp om att uppnå ett alternativ med ännu större säkerhetsmarginaler där det finns rimligt tvivel angående dess förutsättningar för ett säkert omhändertagande samt där SKB:s föreslagna alternativ bedöms uppfylla kraven på strålsäkerhet. SSM bedömer därför, med hänsyn tagen till skälighetsavvägning, att KBS-3 uppfyller myndighetens krav på rimligt bästa möjliga teknik för det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle i Sverige.



2 Val av plats slutförvar

Sammanfattande bedömning

Sammantaget bedömer SSM att platsvalsprocessen, utifrån dess förutsättningar med frivilliga kommuner, har lett fram till den lämpligaste platsen för ett KBS-3-förvar av de platser som varit aktuella.

Det som främst talar för Forsmark i jämförelse med andra platser är ett homogent berg med få vattenförande sprickor på förvarsdjup, vilket är viktigt för buffertens stabilitet och för att minska risken för kopparkorrosion. Berget vid Forsmark är även lättare att förutse och verifiera antagna förhållanden i. Det har stor betydelse för tilltro och verifiering av analysen av långsiktig strålsäkerhet. Den plats som presenteras som alternativ plats i ansökan är Laxemar.

SSM bedömer att SKB på ett övertygande sätt har visat att Forsmark är mer lämplig än Laxemar från perspektivet långsiktig strålsäkerhet. Myndigheten instämmer med SKB att för flertalet lokaliseringsfaktorer av betydelse för strålsäkerhet är de båda kandidatområdena likvärdiga eller nästan likvärdiga. Enligt myndighetens bedömning är grundvattenflödessituationen dock avgörande för de båda säkerhetsfunktionerna isolering och retardation. SKB har tydligt visat att förutsättningarna för att er hålla ett begränsat vattenflöde i närheten av kapselpositioner är betydligt bättre i fallet Forsmark beroende på det förhållandevis stora avståndet mellan vattenförande sprickor på förvarsdjup.

Den tektoniska linsen i Forsmark bildar en avgränsad geologisk enhet som i en jämförelse var avsevärt lättare att verifiera under platsundersökningsskedet, medan frågan kring slutförvarets exakta lokalisering krävde betydligt större insatser vid Laxemar som har en högre grad av heterogena bergförhållanden.

Ingen av de platser som har varit aktuella under platsvalsprocessen visar enligt SSM:s bedömning egenskaper som sammantaget är mer fördelaktiga ur perspektivet att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp från tekniska och geologiska barriärer jämfört med SKB:s föreslagna plats i Forsmark.

SKB har genom storregionala modellstudier identifierat en plats som förefaller vara fördelaktig ur hydrogeologisk synvinkel. Detta område ligger i inlandet sydost om Hultsfred i den västra delen av Oskarshamns kommun.

Inlandsförläggningen sydost om Hultsfred har potentiella fördelar genom de förväntade längre strömningsvägarna och därigenom en längre transporttid för grundvattnet från förvarsnivå till markytan. Av redovisningen framgår att skillnaderna till viss del beror på en annan bergart. Vilka geologiska förhållanden som råder på förvarsdjup är oklart, men tillgänglig information pekar på inhomogena berggrundsförhållanden. Det som också talar emot platsen sydost om Hultsfred är att grundvattnet på förvarsdjup med sannolikhet kan förväntas vara mindre salt, vilket med dagens kunskap är mer ofördelaktigt med avseende på buffertens beständighet. I denna fråga har synen på osäkerheter och risker kopplat till uppfyllelse av kriterier för säkerhetsfunktioner i KBS-3 ändrats sedan slutet av förstudieskedet.

Platsen sydost om Hultsfred har jämförts med kustplatsen Laxemar. I avsaknad av platsundersökningsdata blir en jämförelse av sydost om Hultsfred med Laxemar av nödvändighet behäftad med osäkerheter. Utan ett jämförbart underlag är det svårt att avgöra vilken av platserna i östra Småland som är lämpligast.



Jämförs platserna i östra Småland däremot med Forsmark blir skillnaderna tydligare. Berggrunden i Forsmark har visat sig ha mycket låg frekvens av vattenförande sprickor, vara relativt enkel att karaktärisera och beskriva samt ha en lämplig grundvattenkemisk sammansättning.

Enligt myndighetens bedömning finns det inte heller något som pekar på hydrogeologiska fördelar med inlandslokaliseringar generellt eftersom en inlandslokalisering inte nödvändigtvis leder till långa strömningsvägar eller uppehållstider. Mot denna bakgrund bedömer SSM att platsvalsprocessen, utifrån dess förutsättningar med frivilliga kommuner, har lett fram till den lämpligaste platsen för ett KBS-3-förvar av de platser som varit aktuella.

2.1 Krav

Bedömning av val av plats för omhändertagande av det använda kärnbränslet prövas mot krav som följer av strålskyddslagen (1988:220), lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen) samt miljöbalken (1998:880).

Genom att de båda speciallagstiftningarna inom området är s.k. ramlagar har myndigheten tagit fram föreskrifter i vilka strålskydds- och säkerhetskraven utvecklas. Utöver dessa särskilda krav ska enligt 5 b § kärntekniklagen även bestämmelserna i 2 kap. miljöbalken (allmänna hänsynsregler) tillämpas vid prövningen.

2.1.1 Krav enligt kärntekniklagen och strålskyddslagen

Även om det i flera av SSM:s föreskrifter ställs krav som, åtminstone indirekt, kan påverka platsvalet, är det i första hand två föreskrifter som specifikt adresserar det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle, dels föreskrifter (SSMFS 2008:21) om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall, dels föreskrifter (SSMFS 2008:37) om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall. Till respektive föreskriftssamling har myndigheten också tagit fram allmänna råd om föreskrifternas tillämpning.

I SSMFS 2008:21 ställs krav på de system av barriärer som ska svara för slutförvarets säkerhet, i vilka den geologiska barriären, d.v.s. den valda platsen ingår. Av kraven framgår att barriärerna ska vara passiva (2 §) och att de till sin funktion på ett eller flera sätt ska medverka till att innesluta, förhindra eller fördröja spridning av radioaktiva ämnen (3 §), att barriärsystemet ska ha en tålighet mot sådana förhållanden, händelser och processer som kan påverka barriärernas funktion (5 §), att barriärsystemet ska konstrueras och utföras med hänsyn till bästa möjliga teknik (6 §) samt att barriärsystemet ska innehålla flera barriärer så att så långt det är möjligt nödvändig säkerhet upprätthålls trots enstaka brist i en barriär (7 §). Att kravet på användande av bästa möjliga teknik ska tillämpas förklaras i SSMFS 2008:21 genom hänvisning till miljöbalken.

I SSMFS 2008:37 ställs krav på ett slutförvars lokalisering, konstruktion och utförande tillsammans med ett funktionskrav i form av ett riskkriterium för bedömning av påverkan på människors hälsa. Kraven som bl.a. syftar till lokaliseringen av ett slutförvar uttrycks genom att ställa krav på att optimering ska ske och att hänsyn ska tas till bästa möjliga teknik (4 §).

I allmänna råden till bl.a. 4 § SSMFS 2008:37 anges att optimering av ett slutförvar innebär att åtgärder bör utvärderas med utgångspunkt från beräknade risker. Tillämpning av bästa möjliga teknik i samband med slutförvaring innebär att förlägningsplats, utformning, bygge och drift av slutförvaret och tillhörande systemkomponenter bör väljas för att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp från både tekniska och geologiska barriärer



så långt som är rimligt möjligt. Avvägning mellan olika åtgärder bör göras genom en samlad bedömning av deras påverkan på slutförvarets skyddsförmåga. För fall där de beräknade riskerna är behäftade med stora osäkerheter, t.ex. vid analyser av slutförvaret lång tid efter förslutning, eller analyser som görs i ett tidigt skede av utvecklingsarbetet med slutförvarssystemet, bör större tyngd läggas på bästa möjliga teknik.

2.1.2 Krav enligt miljöbalken

De allmänna hänsynsreglerna (2 kap. miljöbalken) syftar ytterst till att miljöbalkens mål i enlighet med 1 kap. miljöbalken uppnås. Bestämmelserna enligt 2 kap. miljöbalken innehåller ett flertal övergripande bestämmelser som berör utveckling av verksamheter som täcks av lagstiftningen, detta gäller såväl de försiktighetsåtgärder som följer av 3 § liksom lokaliseringsprincipen enligt 6 §.

Av 2 kap. 6 § framgår att för en verksamhet eller åtgärd som tar i anspråk ett mark- eller vattenområde ska det väljas en plats som är lämplig med hänsyn till att ändamålet ska kunna uppnås med minsta intrång eller olägenhet för människors hälsa och miljön. Av 2 kap 3 § framgår att alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet ska utföra de skyddsåtgärder, iaktta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten medför skada eller olägenhet för människors hälsa och miljön. Vidare anges att bästa möjliga teknik ska användas vid yrkesmässig verksamhet. Försiktighetsmått ska vidtas så snart det finns skäl att anta att en verksamhet kan medföra skada eller olägenhet.

Dessa krav begränsas dock av att verksamhetens ändamål ska kunna uppnås. Vidare innebär den skälighetsavvägning som ska göras enligt 2 kap. 7 § att orimliga krav inte bör ställas på verksamhetsutövaren med hänsyn till den effekt skyddsåtgärderna och försiktighetsmått kommer att ha för miljön i relation till kostnaderna för att genomföra åtgärderna.

Vid prövning av ärenden om tillstånd enligt kärntekniklagen ska även en miljökonsekvensbeskrivning (i enlighet med 6 kap. miljöbalken) upprättas i samband med ansökan. Detta kapitel i miljöbalken ställer bl.a. krav på en redovisning av alternativ lokalisering samt krav på samråd kring lokalisering inför upprättande av miljökonsekvensbeskrivningen.

2.1.3 SSM:s angreppssätt vid bedömning om platsval

Lokalisering förknippas med bästa möjliga teknik på ett mer explicit sätt i Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle än vad som görs i miljöbalken. Det återspeglar den särskilda karaktären hos geologisk slutförvaring som en industriell verksamhet. Bergegenskaper och relaterade faktorer bidrar till ett slutförvars barriärfunktioner och kan avsevärt påverka andra aspekter av anläggningens utformning. Med andra ord bidrar val av plats för ett slutförvar direkt till att ”förebygga, hindra eller motverka att verksamheten medför skada eller olägenhet för människors hälsa och miljön” (2 kap 3 § miljöbalken).

Att välja en plats som är ”lämplig med hänsyn taget till att ändamålet ska kunna uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön” (2 kap. 6 § miljöbalken) kräver därför att gynnsamma egenskaper identifieras med avseende på slutförvarskonceptet. Till skillnad från vissa andra typer av verksamheter vars lokalisering är beroende av geologiska egenskaper (t.ex. utvinningsindustrier, geotermiska energikällor, m.m.), är lokalisering av ett slutförvar däremot inte begränsad på samma sätt av att det finns en viss geologisk resurs, såsom brytbara mineraltillgångar, vid en särskild plats.

I praktiken har SKB:s platsvalsprocess genomförts enligt förutsättningar, såsom frivillighetsprincipen, vilka väsentligt har begränsat antalet alternativ från vilka en föredragen plats har valts. Strålsäkerhetsmyndigheten och dess föregångare har under olika skeden i processen, konsekvent med föreskrifternas hänvisning till bästa möjliga teknik i samband med lokalisering, betonat principen om att lämplighet bör avgöras i första hand utifrån det långsiktiga strålskyddet och säkerheten. Därefter ska platsens lämplighet bedömas i konkurrens med andra intressen och behovet av att åtgärden kommer till stånd.

Som exempel kan nämnas att i granskningen av SKB:s val av platser för detaljerade platsundersökningar lämnade Statens strålskyddsinstitut (SSI) synpunkter på hur faktorer av betydelse för strålskyddet på kort och lång sikt hade viktats mot de industriella och samhällseliga fördelarna som närheten till kärnkraftsanläggningar medför (SSI, 2001). SSI var kritisk till SKB:s omstrukturering av lokaliseringsfaktorer vilket, enligt myndighetens bedömning, hade bidragit till att fördelar som närhet till kärntekniska anläggningar och lokal opinion från industrietableringssynpunkt och samhällsekonomiska faktorer hade getts för stor vikt i förhållande till möjligheten för att minimera de långsiktiga konsekvenserna för människors hälsa och miljön. SSI menade att de stora strålsäkerhetsmässiga skillnader som SKB:s då aktuella säkerhetsanalys pekade på i en utvärdering av olika hypotetiska platser inte kunde bortses ifrån och att *”... om flera platser sammantaget kan bedömas lämpliga bör den plats som bäst kan förväntas uppfylla kriterierna för den långsiktiga säkerheten ingå bland de platser som väljs för platsundersökningar, även om den bedöms vara sämre ur andra aspekter”*.

Likaså konstaterade Statens kärnkraftinspektion (SKI) i sin motsvarande granskningsrapport (SKI rapport 01:20) att SKB:s jämförelse mellan de utvalda områdena saknade en systematisk sammanställning och bedömning av de geologiska förutsättningarna, och därmed en värdering av strålsäkerhetsrelaterade för- och nackdelar, för de olika alternativen.

En sådan inriktning på strålsäkerhetsfaktorer i val av plats måste samtidigt beakta de praktiska begränsningarna för att genomföra de jämförelser som behövs. I ett tidigt skede av lokaliseringsprocessen, när information från platsundersökningar ännu inte har erhållits, är det inte möjligt att jämföra olika platser baserat på en fullständig säkerhetsanalys. Däremot bör det vara möjligt att göra platsspecifika bedömningar av vissa frågor redan utifrån existerande uppgifter om de olika platserna. I ett senare skede, när mer detaljerad information från platsundersökningar föreligger, kan värderingen mot tillämpningen av bästa möjliga teknik kompletteras med en mer kvantitativ optimeringsanalys.

I det som följer är myndighetens granskning och bedömning av platsvalet indelat i två huvuddelar. Efter en kort redogörelse för de förutsättningar som har varit aktuella i platsvalprocessen görs först en bedömning av SKB:s bortval av platser inför detaljerade platsundersökningar. Sedan bedöms SKB:s slutliga val av Forsmark i förhållande till Laxemar.

2.2 Förutsättningar för platsvalsprocessen

Frågan om hur och var det svenska använda kärnbränslet slutligt ska omhändertas aktualiserades under 1970-talet. I det tidigaste skedet av lokaliseringsfrågan låg fokus på att öka förståelsen kring den svenska berggrunden bl.a. i syfte att bedöma om slutförvaring av använt kärnbränsle kan vara en möjlig lösning på avfallsfrågan.

De första geologiska studierna genomfördes av Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) under perioden 1973-1976 inom ramen för den s.k. Aka-utredningen (Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall). Som en följd av riksdagens beslut om den s.k. villkorlagen (1977:140) ingick även resultaten från dessa undersökningar som ett underlag för beslut om laddningstillstånd av ett flertal reaktorer. Med initierande av KBS-projektet och det påföljande bildandet av SKB av kärnkraftföretagen genomfördes därefter en serie platsundersökningar vilka även inkluderade provborringar, i olika grad av omfattning i ett antal områden med olika geologiska förutsättningar (de s.k. typområdesundersökningarna).

Karaktärisering av bergrunden genom vetenskapliga undersökningar kräver enbart markägarens tillstånd och fordrar således inget kommunalt godkännande. Samtidigt framgick vikten av lokal acceptans i lokalisering av ett eventuellt slutförvar tydligt av protester från allmänheten mot karaktäriseringsarbetet på flera av de platser där typområdesundersökningarna skedde. Således när SKB presenterade sina planer för det egentliga arbetet med platsval i början av 90-talet (SKB Fud-Program 92) – en stegvis lokaliseringprocess med förstudier, platsundersökningar och detaljundersökning – ansågs frivilligt engagemang av de berörda kommunerna vara en grundläggande förutsättning. Frivillighetsprincipen blev inte ifrågasatt av de dåvarande myndigheterna med huvudansvar för granskning av SKB:s program, SKI och SSI, inte heller av regeringen. I beslutet över kompletteringen av redovisningen av Fud-program 1992 (Regeringsbeslut 11, 1995-05-18) angav regeringen riktlinjerna för hur platsvalsarbetet skulle genomföras. Regeringen angav att tillståndsansökningarna ”... bör innehålla material för jämförande bedömningar som visar att platsanknutna förstudier i enlighet med SKB:s redovisning bedrivits på mellan 5 – 10 platser i landet och att platsundersökningar bedrivits på minst två platser samt skälen för valet av dessa platser”.

SKI och SSI liksom flera remissinstanser efterlyste i granskningen av Fud-program 1995 (SKI rapport 96:48) en tydlig redovisning av hur SKB avsåg att välja områden för platsundersökningar. Regeringen angav därefter (Regeringsbeslut 25, 1996-12-19) att berörda kommuner bör ha tillgång till SKB:s samlade redovisning av översiktsstudier, förstudier och annat bakgrundsmaterial och jämförelsematerial innan platsvalsprocessen kan övergå i platsundersökningar på minst två platser. Av redovisningen skulle det framgå vilka faktorer som styr valet av en lämplig plats. I detta ombads SKB redovisa ”... konsekvenserna av en kustnära förläggning respektive en inlandsförläggning av förvaret samt konsekvenserna av en förläggning i norra respektive södra Sverige”. I samma beslut ställde regeringen även krav på att en säkerhetsanalys av slutförvarets långsiktiga säkerhet och strålskydd skulle vara genomförd innan platsundersökningar inleddes.

Inför SKB:s val av platser för detaljerade undersökningar påpekade regeringen i beslutet över redovisning av Fud-program 1998 (Regeringsbeslut 1, 2000-01-24) vikten av att detta ”... baseras på ett bra och likvärdigt underlag, så att de platser som väljs ut för mer ingående studier uppfyller bl.a. erforderliga säkerhets- och miljökrav”. Vidare begärde regeringen att SKB skulle redovisa en samlad utvärdering av slutförda förstudier och övrigt underlag för val av platser för platsundersökningar. Regeringen beslutade också att SKB skulle redovisa ett tydligt program för platsundersökningar.

2.3 Identifiering och jämförelse av platser inför detaljerade platsundersökningar

2.3.1 Process för val av platser för platsundersökningar

Under perioden 1992 – 2000 fördes diskussioner med ett tjugotal kommuner och i åtta kommuner genomfördes förstudier. Syftet med de förstudier som SKB slutförde, på basis



av i huvudsak befintligt underlag, var att bedöma om det fanns förutsättningar för vidare lokaliseringstudier för ett slutförvar i den aktuella kommunen. Relevanta lokaliseringsfaktorer sorterades i fyra rubriker: Säkerhet, Teknik, Mark och miljö samt Samhälle. I förstudien pekade SKB ut de delar av kommunen som bedömdes som mest intressanta ur ett lokaliseringsperspektiv.

Parallellt med detta arbete genomfördes andra typer av lokaliseringsutredningar, bland annat länsvisa översiktsstudier, för- och nackdelar med en lokalisering till norra respektive södra Sverige samt förläggning vid kusten eller i inlandet. De länsvisa översiktsstudierna genomfördes för samtliga län, förutom Gotland, och fokuserade i första hand på de geologiska förhållandena, men inbegrep även översiktliga kartläggningar av natur- och kulturskyddade områden, befintlig industri och transportförutsättningar. Vid den samlade bedömningen om områdets lämplighet var berggrundens sammansättning, malmpotential och förekomst av deformationszoner de viktigaste faktorerna. Tidigare hade SKB konstaterat att de geologiska förhållandena i fjällkedjan, delar av Skåne och Gotland var olämpliga för ett slutförvar (SKB, 1995).

SKB:s slutsats från jämförelserna mellan nord-syd/kust-inland var att det inte går att förorda varken de norra eller södra delarna av landet. SKB konstaterade att det finns skillnader i grundvattenförhållandena mellan kust och inland, men angav att bedömningar om en plats lämplighet måste grundas på studier i konkreta områden (SKB R-98-16).

Efter regeringsbeslutet över Fud-program 95 (Regeringsbeslut 25, 1996-12-19) presenterade SKB en analys av ett slutförvars långsiktiga strålskydd och säkerhet, SR-97 (SKB TR-99-06). Som underlag för analysen användes data från tre av de typområdesundersökningar som gjorts under 1980-talet, dels vid Äspö (kallad A-berg i SR-97), dels vid Finnsjön (B-berg), dels vid Gideå (C-berg). SR-97 syftade bland annat till att precisera de faktorer som låg till grund för val av områden för platsundersökningar samt vilka parametrar som behövde bestämmas i samband med platsundersökningsskedet.

I kompletteringen av Fud-program 1998 (den s.k. Fud-K) redovisade SKB år 2000 en sammanställning av resultaten från de förstudier som hade gjorts och sitt val av platser för platsundersökningar (SKB, 2000). Förstudier hade gjorts i åtta kommuner, av vilka Storuman och Malå beslutat att avbryta fortsatt deltagande efter folkomröstningar. I utvärderingen av lokaliseringsfaktorer i Fud-K hade SKB ändrat sortering till tre huvudområden från tidigare fyra: Berggrunden, Industrietableringen och Samhällsfrågan. SKB konstaterade att såväl Simpevarp (i Oskarshamns kommun) och Forsmark (i Östhammars kommun) har tydliga fördelar från etablerings- och samhällssynpunkt och bedömdes ge de bästa möjligheterna att etablera slutförvaret med minsta möjliga intrång och olägenhet. De bedömdes även ha god prognos vad gäller berggrunden.

För ett robust program, menade SKB, att fortsatta lokaliseringstudier borde inkludera fler alternativ och föreslog att undersökningar också skulle genomföras i Tierp norra (i Tierps kommun) samt att vissa kompletterade studier också skulle göras för Skavsta/Fjällveden (i Nyköpings kommun). Övriga lokaliseringsalternativ (Hultsfred, Oskarshamn Södra samt Hargshamn i Östhammars kommun) erbjöd enligt SKB inga uppenbara fördelar ur aspekten geologisk bredd, men platserna kunde eventuellt bli intressanta om de valda platserna inte uppfyllde kraven, eller av annan anledning föll ifrån. Strax efter SKB:s tillkännagivande meddelade kommunfullmäktige i Nyköpings kommun den 8 maj 2001 att undersökningsarbetet i kommunen skulle upphöra.

I beslutet över Fud-K angav regeringen att man inte hade några invändningar mot att SKB inledde platsundersökningar inom de tre områdena Simpevarp, Forsmark och Tierp norra (Regeringsbeslut 22, 2001-11-01). Vidare angavs att *”Regeringen utgår från att bolaget*

öväger de synpunkter som framkommit under granskningen av bolagets underlag för val av platser för platsundersökningar” och att de dåvarande myndigheterna hade anfört att SKB ”inte bör utesluta Hultsfred från platsvalsprogrammet innan vissa frågeställningar av geohydrogeologisk art har utretts ytterligare”. Regeringen betonade också att detta ställningstagande inte föregriper prövningen av kommande tillståndsansökning enligt kärntekniklagen och miljöbalken.

Oskarshamns och Östhammars kommun ställde sig bakom att undersökningar inleddes i kommunerna, medan Tierps kommun strax därefter valde att dra sig ur processen. Medan platsundersökningarna vid Forsmark huvudsakligen var koncentrade vid ett område sydost om kärnkraftverket syftade de inledande undersökningarna i Oskarshamns kommun till att identifiera ett lämpligt område för vidare studier. Det konstaterades att det ursprungliga området vid Simpevarp var begränsat och SKB sökte sig därför västerut i området runt de tidigare undersökningsborrhålen i Laxemar.

2.3.2 Underlag från SKB

I bilaga PV (SKB R-10-42) samt i bilaga K:2 till miljöbalksansökan (SKBdoc 1382754) redogör SKB för studierna samt beslutsprocessen före inledandet av platsundersökningar vid Forsmark och Laxemar. En sammanfattning av SKB:s arbete med lokalisering ges även i miljökonsekvensbeskrivningen.

SKB konstaterar att en huvudslutsats från typområdesundersökningarna och andra studier av berggrunden under perioden fram till 1985 var att lämpliga, respektive mindre lämpliga, områden inte kan hänföras till någon speciell landsdel eller någon speciell geologisk miljö inom urbergsområdet. I stället är det lokala förhållanden som har störst betydelse. Med hänvisning till de senare kompletterande översiktsstudierna drar SKB även slutsatsen att det inte går att påvisa någon systematisk skillnad mellan kust och inlandslägen vad gäller förekomsten av gynnsamma faktorer såsom strömningsförhållanden. Således är det enligt SKB inte möjligt, även om grundvattenströmningen från ett hypotetiskt förvarsläge kan innefatta regionala komponenter som kännetecknas av (t.ex.) långa och långsamma strömningsvägar, att med rimliga insatser verifiera sådana förhållanden, med tillräcklig tillförlitlighet för att de ska kunna tillskrivas någon säkerhetsfunktion för ett slutförvar (SKB R-10-42).

SKB:s redovisningar innefattar också en beskrivning av de värderingar som gjordes i valet av plats för platsundersökningar, förenligt med det som lämnades in i samband med komplettering av Fud-program 1998 (SKB, 2000). I kompletterande kommentarer (bilaga K:2 till miljöbalksansökan) understryker SKB att ”en vägledande princip har varit att den plats som väljs ska ge goda förutsättningar för att på ett robust sätt åstadkomma ett slutförvar som uppfyller kraven på strålsäkerhet” (SKBdoc 1382754). Denna princip tolkas av SKB (tillsammans med frivillighetsprincipen) som grundkrav i lokaliseringsarbetet.

SKB menar att ett sådant grundkrav inte kan bli föremål för någon inbördes viktning. Eftersom förhållanden i berggrunden med avgörande betydelse för att uppnå strålsäkerhet på lång sikt bedömdes ha goda förutsättningar att uppfylla kraven för ett slutförvar hos samtliga åtta lokaliseringalternativ var sådana faktorer inte viktade i avvägningen som ledde till det ursprungliga valet av Simpevarp, Forsmark och Tierp. SKB framhåller att de bedömningar som i det skedet kunde göras av faktorer kopplade till bergets egenskaper var preliminära (till största delen utan borrhålsundersökningar). De avsevärda osäkerheterna beträffande bergförhållandena framställs som betydelsefulla i SKB:s beslut att inte försöka jämföra för- och nackdelar mellan de olika alternativen från ett strålsäkerhetsperspektiv. I stället menar SKB att sådana osäkerheter var huvudskälet till att SKB:s förslag till program för fortsatta studier (inklusive platsundersökningar) innefattade



alternativ som ”*bidrog till en god bredd med avseende på de geologiska miljöer som urvalsunderlaget representerade*”.

SKB har även kompletterat sin ansökan med en redovisning av bolagets motivering i den specifika frågan om bortvalet av Hultsfreds kommun inför platsundersökningarna (SKBdoc 1382754). I denna komplettering tas även den allmänna frågan upp om huruvida ett förvarsläge i inlandet skulle kunna ha bidragit avsevärt till en god bredd i de fortsatta studierna. Frågan återspeglar kommentarer från SSM och dess föregångare (se t.ex. SKI Rapport 01:20) kring möjligheten om att långa djupa flödesvägar med mycket låga flödes hastigheter, tillsammans med låga salthalter hos grundvattnet på platser belägna över högsta kustlinjen, kan ge strålsäkerhetsmässiga fördelar på lång sikt med avseende på en minskning av beräknat utsläpp till den ytnära miljön.

SKB förklarar att platsundersökningsprogrammet kompletterades med ytterligare utredningar avseende regional grundvattenströmning och betydelsen av vattnets salthalt. Ett flertal rapporter om hydrogeologiska betingelser, storregionala flödesmönster och eventuella platser som skulle kunna uppvisa fördelaktiga förhållanden i östra Småland togs fram (SKB R-98-16, SKB R-00-12, SKB R-03-01, SKB R-03-23, SKB R-03-24, SKB R-06-64, SKB R-10-43). Beträffande grundvattnets salthalt menar SKB att de salthalter som konstaterats i kustnära lägen, inklusive Laxemar och Forsmark, inte är så höga att funktionen hos de tekniska barriärerna riskerar att påverkas negativt. Däremot finns frågetecken kopplade till om halterna i andra geografiska lägen kan bli för låga med avseende på potentialen för buffererosion.

SKB förtydligar i kompletteringen (SKBdoc 1382754) att de områden som blev föremål för närmare undersökningar i förstudien, Hultsfred västra och Hultsfred östra inte uppvisar fördelaktiga hydrogeologiska betingelser med avseende på långa strömningstider förutom ett kvadratkilometer stort område, vilket inte skulle inrymma ett slutförvar. Det område som utpekats i den storregionala hydromodelleringen med eventuella fördelaktiga förhållanden, sydost om Hultsfred (SKB R-10-43), ligger i stället i de västra delarna av Oskarshamns kommun. SKB framför vidare att en del av skillnaderna i transporttider, som visar sig i modelleringsstudien för detta område, härrör från antagandet av en betydligt lägre hydraulisk konduktivitet. I den översiktliga bergartskartering som ligger till grund för modelleringen klassas området som gabbro, en bergart som generellt sett uppvisar lägre hydraulisk konduktivitet än granitiska bergarter.

I rapporten om storregional grundvattenmodellering (SKB R-10-43) samt i kompletteringen till miljöbalksansökan (SKBdoc 1382754) resonerar SKB att det är tveksamt om gabbro (delvis ultrabasisisk diorit, amfibolit) från ett tekniskt perspektiv skulle uppfylla alla kriterier för en bergart som är lämplig för byggandet av ett slutförvar. Argumentet bygger på resultat från tidigare studier (SKB TR-92-25) där frågor togs upp kring bergartens termiska konduktivitet, vilken medför att ett slutförvar blir större i gabbro jämfört med granit. Detta tillsammans med behovet av att kunna anpassa ett eventuellt slutförvar till platsspecifika faktorer som geometrisk form, förekomst av sprickzoner, gångbergarter m.m. ledde till slutsatsen att det skulle vara svårt att finna kroppar av gabbro som var tillräckligt stora för att rymma ett slutförvar. SKB anger att resultat från förstudien i Oskarshamn (SKB R-98-56) visade att förekomsten av diorit och gabbro i området sydost om Hultsfred är små och oregelbundna. I rapporten bedömde SGU på grundval av befintlig information vid denna tidpunkt att området var ”mindre intressant”.

SKB drar därför slutsatsen att även om området i Oskarshamns kommun sydost om Hultsfred skulle vara gynnsamt ur aspekten regionalt grundvattenflöde så bedöms det förmodligen som ogynnsamt när bedömningen inkluderar andra faktorer såsom geologi och hydrokemiska förhållanden. SKB:s sammantagna slutsats i kompletteringen är att

varken området beläget i Oskarshamns kommun eller de tidigare identifierade områdena i Hultsfreds kommun erbjuder några uppenbara strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med Laxemar och att det inte framkommit något som tyder på att inlandslägen skulle ge några verifierbara fördelar jämfört med kustnära lägen.

2.3.3 SSM:s bedömning

SSM konstaterar att SKB:s platsvalprocess skedde i enlighet med de grundläggande förutsättningarna (se avsnitt 2.2) som definierades genom framtagande och granskning av Fud-programmet (dvs. frivillighetsprincipen, antal förstudier, genomförande av säkerhetsanalys, publicering av beslutsunderlag, antal platser för detaljerade undersökningar, m.m.). En motsvarande bedömning gjordes av regeringen i samband med beslutet över SKB:s kompletterande redovisning av Fud-program 1998 (Fud-K) (Regeringsbeslut 22, 2001-11-01).

SKB:s resonemang vid valet av plats för platsundersökningar (SKB, 2000) om att strålsäkerhetsmässiga faktorer inte kunde bli föremål för någon inbördes viktning i valet mellan de åtta lokaliseringalternativen blev dock inte fullt accepterat, varken av de dåvarande granskningsmyndigheterna eller av regeringen (se avsnitt 2.3.1).

SSM konstaterar att de dåvarande myndigheternas synpunkter på SKB:s val av plats inför detaljerade platsundersökningar motiverades av principen om att lämplighet bör avgöras i första hand (så långt som möjligt) utifrån det långsiktiga strålskyddet och säkerheten. Samma princip ligger till grund för myndighetens krav i nuvarande föreskrifter avseende lokalisering av slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall.

Såsom nämnts tidigare måste föreskrifternas inriktning på vikten av strålsäkerhetsfaktorer i val av plats vägas tillsammans med de praktiska begränsningarna för att genomföra de jämförelser som behövs. Medan det å ena sidan är rimligt för SKB att hävda att avsevärda osäkerheter är oundvikligt förbundna med kunskap om bergförhållanden utan en detaljerad platsundersökning, bör det å andra sidan vara möjligt att göra platsspecifika bedömningar av vissa frågor redan utifrån existerande uppgifter om de olika platserna. I en sådan övervägning handlar frågan om ifall man med de för ett KBS-3-förvar givna säkerhetsfunktionerna kan uppnå en fördel om man beaktar olika platsspecifika för- och nackdelar med de osäkerheter som de innefattar.

Beaktande av sådana faktorer som berggrundskarteringar, topografiska data och uppgifter från brunnsarkivet var inte tydligt i SKB:s bortval av Hultsfred inför platsundersökningarna och detta blev grund för de dåvarande myndigheternas kritik. Samtidigt har kunskap om KBS-3 systemet (t.ex. med hänsyn till de olika faktorerna som kan påverka bufferterosion) samt relevans och vikt av olika geologiska egenskaper utvecklats under perioden sedan förstudieskedet. I själva verket hade SKB vid denna tidpunkt inte tagit fram en omfattande beskrivning av de säkerhetsfunktioner och relaterade indikatorer som används i den långsiktiga säkerhetsanalysen (SKB TR-11-01). SSM konstaterar att balansen mellan de olika relevanta platsspecifika faktorerna delvis ser annorlunda ut idag jämfört med hur den såg ut år 2000.

Frågorna om in- och utströmning samt salthalt har följts upp inom ramen för Fud-programmet i anslutning till regeringens beslut över Fud-K och att regeringen gav sitt klartecken för SKB att fortsätta arbetet med platsundersökningar. Som anges ovan publicerade SKB ett flertal rapporter med ytterligare utredningar avseende regional grundvattenströmning och betydelsen av vattnets salthalt. Den sista av dessa rapporter, en känslighetsstudie avseende storregional grundvattenmodellering med fokus på eventuella platser som skulle kunna uppvisa fördelaktiga förhållanden (SKB R-10-43), slutfördes relativt kort innan ansökan lämnades in. Rapportens resultat har därmed haft en begränsad



roll i platsvalsprocessen, men bidrar ändå med underlag till myndighetens bedömning av SKB:s bortval av Hultsfred vid slutet av förstudieskedet.

En central fråga vid SSM:s bedömning av kravuppfyllelsen under förstudieskedet är därför om något område inom Hultsfreds kommun eller det senare angivna området i den västra delen av Oskarshamns kommun sammantaget pekar på tydliga fördelar avseende det långsiktiga strålskyddet och säkerheten jämfört med Forsmark. Jämförelsen görs med dagens kunskap avseende KBS-3-systemets barriärfunktioner tillsammans med kunskap om bergförhållanden som inte har förändrats sedan förstudieskedet.

2.3.3.1 Hultsfred som alternativ lokalisering

Hydrogeologi

SKB pekar på att en inlandslokalisering inte behöver vara fördelaktig ur ett hydrogeologiskt perspektiv. SSM instämmer i slutsatsen att en inlandslokalisering i sig inte avgör en plats lämplighet i frågan om hydrogeologi. Däremot bedömer myndigheten att det med modelleringsinsatser är möjligt att få en förståelse för vilka faktorer som har betydelse för att få strömningsvägar med stor fördröjning vid en inlandsförläggning. Förutom topografin som via grundvattenytans gradienter styr flödesmönstret styrs flödes hastigheterna också av den hydrauliska konduktiviteten och porositeten. Därmed kan olika lokaliseringars förutsättningar för fördelaktiga hydrogeologiska betingelser uppskattas.

SSM bedömer att SKB under 2000-talet har gjort omfattande modelleringsinsatser kring betydelsen av lokaliseringen i förhållande till storregionala strömningsmönster och vattnets uppehållstid från ett hypotetiskt slutförvar till en ytvattenrecipient. Det utpekade området sydost om Hultsfred som SKB har tolkat som särskilt hydrogeologiskt fördelaktigt (SKB R-10-43) överlappar med det område som jämfördes med Laxemarområdet i en tidigare utredning på uppdrag av SSI (SSI Rapport 2007:11, bilaga 2). SSI:s utredning syftade till en utvärdering av SKB:s redovisade storregionala modellering (SKB R-06-64).

Både SKB:s och SSI:s resultat pekar på att fördelningen av uppehållstiderna från ett tänkt slutförvar i området till ytvattenrecipienten kan vara förskjuten upp till ungefär två storleksordningar jämfört med Laxemar och därmed förefaller vara fördelaktigt ur hydrogeologisk synvinkel. Det område som de uppdaterade modelleringarna identifierar ligger dock inte i Hultsfreds kommun, utan i den västra delen av Oskarshamns kommun, någon kilometer från gränsen till Hultsfreds kommun. Även om detta inte förändrar sakfrågan i sig innebär dessa resultat att frågan i strikt mening rör val av område för platsundersökning i Oskarshamns kommun, snarare än bortvalet av Hultsfreds kommun.

SSM anser att kriteriet som används i SKB:s känslighetsstudie baserad på storregional grundvattenmodellering, dvs. kriterierna som filtrerar ut de platser som har såväl de längsta flödestiderna som de minsta flödena på försvarsdjup och de längsta flödesvägarna (SKB R-10-43) pekar på platserna som kan förväntas vara de gynnsammaste ur hydrogeologisk synvinkel. Kriterierna är förenliga med de säkerhetsfunktioner relaterade till inneslutning och fördröjning som SKB lägger till grund för analysen av långsiktigt strålskydd och säkerhet. Dessa säkerhetsfunktioner presenteras i SKB:s huvudrapport om den långsiktiga säkerhetsanalysen (SR-Site, SKB TR-11-01, figurer 8-2 och 8-3) och innefattar säkerhetsfunktionsindikatorerna högt transportmotstånd och låg ekvivalent flödes hastighet i gränssytan mellan bufferten och berget. De tre faktorerna fördelning av grundvattenflöden på försvarsdjup, längsta flödestiderna till ytan och de längsta flödesvägarna framstår i SR-Site enligt SSM:s tolkning som viktigast när det gäller hydrogeologisk påverkan på barriärfunktioner och slutförvarets långsiktiga strålsäkerhet.

När det gäller barriärfunktionen isolering påverkar grundvattenflödes hastigheter i olika deponeringshål dels buffererosions hastigheter i samband med exponering för utspädda grundvatten ($I < 4$ mM), dels genom kapselkorrosions hastigheten. Både erosions hastigheter och korrosions hastigheter är alltså en funktion av fördelningen av grundvattenflödes hastigheterna vid deponeringshålen. De betydande skillnaderna mellan antalet kapselbrott som beräknas av SKB i jämförelsen mellan Laxemar och Forsmark (SKB TR-10-54, se även avsnitt 2.4.1 nedan) kan härledas till skillnader i fördelningen av grundvatten hastigheter och antal deponeringspositioner som är i kontakt med det flödande nätverket. SSM anser att detta på ett tydligt sätt illustrerar vikten av grundvattenflödes hastigheterna på försvarsdjup för platsens lämplighet. De andra två hydrogeologiska faktorerna, flödestider och flödesvägarnas längd för flöde från deponeringshål till ytan, påverkar enligt SSM:s tolkning av SKB:s beräkningar inte direkt förutsättningarna för barriärfunktionen isolering, utan påverkar i första hand barriärsfunktionen fördröjning.

När det gäller barriärfunktionens fördröjning pekar SKB:s känslighetsanalyser (SKB TR-10-50 avsnitt 4.4.3) på att de hydrogeologiska faktorerna flödestider och F-faktorer, som används vid beräkningarna av fördröjning, är bland de viktigaste parametrarna i analysen och för slutförvarets risk (SKB TR-10-50). Transportvägarnas längd nämns inte uttryckligen i SKB:s känslighetsanalys, men F-talet är direkt korrelerad med flödesvägarnas längd (SKB R-09-20 avsnitt 3.2.6).

SKB:s radionuklidtransportberäkningar (SKB TR-11-01) visar att sorberande radionuklider med förhållandevis kort halveringstid som Cs-137 inte påverkas nämnvärt av bergets hydrogeologiska egenskaper eftersom kombinationen rimligt goda sorptionsegenskaper och förhållandevis kort halveringstid för allt annat än extrema scenarion utesluter doskonsekvenser. Andra radionuklider med mycket lång halveringstid som I-129 påverkas i mindre utsträckning av bergets hydrogeologiska egenskaper eftersom de aktivitetsmängder som når markytan efter retardation i berget även i extremt långa transportvägar inte är tillräckligt i förhållande till tiden för avklingning. För radionuklider som enligt SKB:s beräkningar främst bidrar till beräknad dos/risk (Ra-226, Nb-94, Np-237 och Se-79) så har de hydrogeologiska parametrar som F-talet och den advektiva gångtiden en stor påverkan på beräkningsresultaten.

SSM bedömer att grundvattenflödes hastigheterna på försvarsdjup är den centrala hydrogeologiska parametern som styr platsens lämplighet när det gäller säkerhetsfunktionen inneslutning. Samtidigt kan myndigheten konstatera att F-faktorerna, som är direkt relaterade till barriärsfunktionen fördröjning, har en stor påverkan på de beräknade doskonsekvenserna och tillhörande osäkerheter.

SKB ger uttryck för att det inte med rimliga insatser är möjligt att verifiera fördelaktiga storregionala strömningsmönster med tillräcklig tillförlitlighet för att de ska kunna tillskrivas någon säkerhetsfunktion för ett slutförvar. Även om det givet osäkerheterna i storregional flödesmodellering kan vara svårt att verifiera dess strålsäkerhetsmässiga betydelse, så anser SSM att förhållanden som kan antas ha en positiv effekt ska beaktas när det gäller att visa att kraven på bästa möjliga teknik är uppfyllda.

SSM instämmer med SKB:s slutsats att resultaten från storregional grundvattenmodellering tyder på inget av de två områden som var i fokus för förstudien Hultsfred tycks erbjuda fördelaktiga förhållanden ur hydrogeologisk synvinkel. Men baserat på SKB:s samt SSI:s tidigare utredningar bedömer myndigheten att området sydost om Hultsfred på samma grunder förefaller vara fördelaktigt.



Det finns samtidigt andra faktorer av betydelse för det långsiktiga strålskyddet och säkerheten som behöver beaktas i fråga om lämpligheten för ett slutförvar. Till detta hör, till exempel, grundvattnets egenskaper och berggrundens sammansättning och struktur. Eftersom platsen sydost om Hultsfred inte har undersökts genom platsundersökningar handlar det om att göra en motsvarande värdering som SKB gjorde när val av platser för platsundersökningar gjordes år 2000.

Grundvattenkemi

I fråga om de grundvattenkemiska betingelserna så kommer detta att kunna påverka de tekniska barriärernas beständighet och radionuklidtransporten från läckande kapslar. Vad det gäller grundvattenkemiska förhållanden finns det faktorer som talar emot områden med såväl för hög som för låg salthalt. En svårighet är att salthalten på förvarsdjup kan påverkas till följd av det långsiktiga klimatet och kommande glaciationscykler. Bedömningen av vad som är en lämplig plats behöver därför beakta betydelsen av sådana förändringar. SSM bedömer således att salthalten är en viktig faktor för att bedöma slutförvarets funktion.

SSM instämmer också med SKB om att grundvattnet i området i såväl Hultsfreds kommun som sydost om Hultsfred på grund av läget över högsta kustlinjen inte kan uteslutas ha låga salthalter. En sammanställning som SKB gjort för ett antal platser som domineras av infiltration av meteoriska vatten visar på en grundvattenkemisk sammansättning med salthalter nära SKB:s nedre gräns för buffererosion (SKBdoc 1417006). Lägre salthalter innebär ökad risk för buffererosion och även om kriteriet för buffertens stabilitet inte underskrids i nutid innebär lägre halter mindre marginaler vid beaktande av kommande faser i förvarets utveckling där grundvattnets salthalt kan sjunka.

SSM konstaterar liksom SKB att det saknas tillförlitliga data för att göra en helt säker bedömning i frågan om grundvattnets salthalt vid förvarsdjup med avseende på lämpligheten av inlandsalternativen, men enligt myndighetens bedömning framstår det som sannolikt att inlandsförläggningar generellt och i synnerhet förläggningar över högsta kustlinjen har lägre salthalter än kustnära förläggningar. Samtidigt bör salthalten öka med djupet även för en inlandsförläggning. I fallet Forsmark kan förhållandevis höga salthalter kopplas till påverkan från Östersjön och särskilt infiltration av Littorinavatten som hade en högre salthalt än dagens Östersjövatten. Säkerhetsanalysen SR-Site (SKB TR-11-01) och även jämförelsen av Forsmark och Laxemar (SKB TR-10-54) visar att buffererosionsrisk kopplat till grundvattnets salthalt har stor strålsäkerhetsmässig betydelse med sämre långsiktig strålsäkerhet vid låga halter.

I ett avseende kan dock lägre salthalt vara en strålsäkerhetsmässig fördel och det är att sorption av radionuklider via jonbytesreaktioner gynnas av lägre salthalt. Detta gäller dock enbart ett förhållandevis fåtal radionuklider inom grupperna alkalimetaller och alkaliska jordartsmetaller. Effekten bedöms ha liten betydelse i perspektivet långsiktigt strålskydd och säkerhet.

SSM instämmer med SKB i bedömningen att det förväntade högre intervallet för salthalter under Forsmarksplatsens utveckling inte innebär någon väsentlig negativ inverkan på buffertens och återfyllnadens säkerhetsfunktioner. Det finns visserligen en väldokumenterad risk för att grundvattnets salthalt kan öka under vissa faser i ett slutförvars utveckling, men marginalerna bedöms vara förhållandevis stora och till stor del möjliga att hantera genom val av buffertens och återfyllnadens utformning och kompakteringsgrad (SKB TR-10-47, sid 137 och 203). SKB har sedan frågan först togs upp i samband med val av områden för platsundersökningar justerat utformningen av återfyllnaden så att en högre kompakteringsgrad lättare kan uppnås och kontrolleras genom användning av förkompakterade block och pellets snarare än in-situ kompaktering.



Denna åtgärd gör det lättare att uppfylla krav på täthet och svälltryck samt medför en större marginal mot potentiellt negativa effekter av höga salthalter.

SSM konstaterar att övriga grundvattenkemiska förhållanden förutom grundvattnets salthalt så som sulfidhalter m.m. behöver beaktas i en fullständig analys av den långsiktiga strålsäkerheten för ett KBS-3-förvar. För sådana förhållanden finns dock inga kända generella trender som kan utrönas utan tillgång till platsundersökningsdata.

Bergart

SSM uppfattar utifrån SKB:s modellering att en bidragande orsak till skillnaden i den beräknade uppehållstiden för grundvatten från ett hypotetiskt slutförvar till en ytvattenrecipient mellan de två närliggande områdena Hultsfred östra och sydost om Hultsfred är att bergrunden i området i Oskarshamns kommun sannolikt består av gabbro, en bergart som generellt sett uppvisar lägre genomsnittlig hydraulisk konduktivitet än de granitiska bergarterna i omgivningen.

SSM instämmer i SKB:s bedömning att, enligt information som fanns i slutet av förstudieskedet (SKB R-98-56), visade sig detta område inte vara av särskilt intresse på grund av bland annat inhomogen geologi med små och oregelbundna förekomster av diorit och gabbro. I rapporten bedömde SGU på grundval av befintlig information vid denna tidpunkt att området var ”mindre intressant” även om SGU i sina slutsatser inte uteslöt möjligheten att homogena bergvolymmer av tillräcklig storlek skulle kunna finnas.

2.3.3.2 Sammanfattande bedömning

SKB:s val att inte gå vidare med platsundersökningar i Hultsfred skedde i ett tidigt skede av utvecklingsarbetet med slutförvarssystemet och när detaljerad kunskap om olika platser saknades. Val av platser fick därför göras till stor del utan nya geologiska undersökningar och den typ av information som skulle möjliggöra en mer utvecklad platsjämförelse saknas därför.

SSM:s bedömning av kravuppfyllelse i samband med genomförande av förstudieskedet handlar om huruvida något område inom Hultsfred kommun eller det senare angivna området i den västra delen av Oskarshamns kommun, sydost om Hultsfred, sammantaget pekar på tydliga fördelar avseende det långsiktiga strålskyddet och säkerheten jämfört med SKB:s val av Forsmark. Myndigheten anser att det är möjligt att dra övergripande slutsatser utifrån det underlag som SKB har presenterat.

Som redan konstaterades i samband med förstudiearbetet förväntas generellt bergrunden i Hultsfreds kommun vara av samma karaktär som berggrunden i de östra delarna av Oskarshamns kommun, dvs. olika varianter av smålandsgranit. Utifrån förstudiearbetets underlag bedömer SSM att bergrunden i Hultsfred ur denna synvinkel inte erbjuder några specifika fördelar jämfört med Laxemar. Baserat på resultat från senare studier angående möjligheten för avsevärt längre flödestider, vilka grundar sig i storregional grundvattenmodellering enligt befintliga berggrundskarteringar, topografiska data och uppgifter från brunnsarkivet (SKB R-06-64), bedömer SSM att det inte är troligt att det föreligger utpräglade fördelaktiga hydrogeologiska betingelser i det område som SKB undersökte i förstudien i Hultsfred.

Samtidigt konstaterar myndigheten att SKB:s modelleringsstudier indikerar den typen av fördelar på platsen sydost om Hultsfred. SSM uppfattar utifrån SKB:s modellering att en bidragande orsak till skillnaden mellan dessa två närliggande områden avseende den beräknade uppehållstiden för grundvatten från ett hypotetiskt slutförvar till en ytvattenrecipient är att bergrunden i området sydost om Hultsfred sannolikt består av



gabbro, en bergart som generellt sett uppvisar lägre hydraulisk konduktivitet än granitiska bergarter.

SSM kan konstatera att det utifrån SKB:s underlag kan finnas såväl fördelar som nackdelar med platsen sydost om Hultsfred i jämförelse med Laxemar. Det finns potentiella fördelar med platsen sydost om Hultsfred genom de förväntade längre strömningsvägarna och därigenom en längre transporttid för grundvattnet från förvarsnivå till markytan. Av SKB:s redovisning framgår dock att skillnaderna till viss del beror på en annan bergart, gabbro på platsen. Gabbro som kan förväntas vara fördelaktigt p.g.a. sannolikt lägre hydraulisk konduktivitet som ger längre uppehållstider från ett tilltänt förvar har dock en lägre termisk konduktivitet som innebär att ett slutförvar blir större i gabbro jämfört med granit. Den förväntade inhomogena geologin kan samtidigt vara svårare att karakterisera och innebära en begränsning när det gäller en platsanpassning av förvaret.

Det som också talar emot platsen sydost om Hultsfred är att grundvattnet på förvarsdjup enligt SKB sannolikt kan förväntas ha låg salthalt, vilket med dagens kunskap om betydelsen av salthalt för buffererosion är mer ofördelaktigt, där synen på osäkerheter och risker kopplat till kriterier för säkerhetsfunktioner i KBS-3systemet har ändrats sedan slutet av förstudieskedet. På större djup kan en högre salthalt förväntas, men utan detaljerade platsundersökningar får det anses oklart om tillräckliga salthalter för en betryggande marginal mot buffererosion går att finna i Hultsfredsområdet på ett sådant djup som övervägs för ett slutförvar av KBS-3-typ.

Enligt myndigheten krävs det tydliga indikationer på att alternativ skulle vara mer fördelaktiga än Forsmark, utifrån den granskning som har gjorts av den föreslagna platsen, för att det ska bedömas som rimligt med nya omfattande platsundersökningar för att minska osäkerheter som är förknippade med avsaknad av platsspecifik data. Platsen sydost om Hultsfred har jämförts med kustplatsen Laxemar. I avsaknad av platsundersökningsdata blir en jämförelse av sydost om Hultsfred med Laxemar av nödvändighet behäftad med osäkerheter. Utan ett jämförbart underlag är det svårt att avgöra vilken av platserna i östra Småland som är lämpligast.

Jämförs platserna i östra Småland däremot med Forsmark blir skillnaderna tydligare. Berggrunden i Forsmark har visat sig ha mycket låg frekvens av vattenförande sprickor, vara relativt enkel att karaktärisera och beskriva samt ha en lämplig grundvattenkemisk sammansättning. Så som konstateras i följande avsnitt talar de platsspecifika egenskaperna tydligt till Forsmarks fördel.

Enligt myndighetens bedömning finns det inte heller något som pekar på hydrogeologiska fördelar med inlandslokaliseringar generellt eftersom en inlandslokalisering inte nödvändigtvis leder till långa strömningsvägar eller uppehållstider.

Mot denna bakgrund bedömer myndigheten att SKB i sitt beslut om platsundersökningar i slutet av förstudieskedet inte har förbigått en uppenbart bättre plats. SSM bedömer att de alternativ som valdes bort under förstudieskedet inte uppvisar eller kan förväntas ha egenskaper som sammantaget är mer fördelaktiga ur perspektivet att förhindra, begränsa och fördröja utsläpp från tekniska och geologiska barriärer jämfört med SKB:s föreslagna plats i Forsmark.



2.4 Valet av Forsmark i förhållande till Laxemar

2.4.1 Underlag från SKB

SKB redovisar jämförelsen mellan kandidatområdena Forsmark och Laxemar i SKB rapporten "Comparative analysis of safety related site characteristics" (SKB TR-10-54). I bilaga PV (SKB R-10-42) samt i bilaga K:2 till miljöbalksansökan (SKBdoc 1382754) sammanfattas också SKB:s motiv för valet mellan Forsmark och Laxemar. SKB anger att i första hand ska faktorer som påverkar långsiktig säkerhet avgöra platsvalet. I de fallen där det inte finns någon skillnad i förutsättningarna att uppnå långsiktig säkerhet så kan dock andra faktorer påverka platsvalet. I det aktuella fallet anser SKB att det finns betydande säkerhetsmässiga skillnader varför det inte är aktuellt att beakta andra faktorer.

SKB:s rapport (SKB TR-10-54) bygger på omfattande och likvärdiga platsundersökningar på båda platserna som genomfördes under åren 2002-2008. Platsundersökningsresultaten från Forsmark finns sammanfattade och dokumenterade i den platsbeskrivande modellen för Forsmark "Site description of Forsmark at completion of the site investigation phase, SDM-Site Forsmark" (SKB TR-08-05).

Platsundersökningsresultaten från Laxemar finns sammanfattade och dokumenterade i den platsbeskrivande modellen för Laxemar "Site description of Laxemar at completion of the site investigation phase, SDM-Site Laxemar" (SKB TR-09-01). För bedömningen av Forsmark finns även säkerhetsanalysen SR-Site (SKB TR-11-01) med en ingående analys kring hur platsspecifik information påverkar slutförvarets långsiktiga säkerhet. För Laxemar som blivit bortvald av SKB finns ingen fullständig säkerhetsanalys. SKB har dock utfört vissa utvalda säkerhetsanalysberäkningar för Laxemar med syftet att skaffa fram ett underlag för jämförelsen med Forsmark. Dessa beräkningar finns redovisade i SKB TR-10-54.

Inom ramen för jämförelsen mellan de båda platserna går SKB igenom följande faktorer:

- Möjligheter att uppnå slutförvarets antagna initiala tillstånd
- Påverkan av klimatutveckling som permafrost och glaciationer
- Bergmekanisk påverkan
- Hydrogeologi och förutsättningar för transport
- Hydrokemi och dess utveckling
- Påverkan av jordskalv
- Mineraltillgångar
- Ytliga ekosystem
- Tilltro till platsbeskrivande modeller
- Sammanfattande betydelse för säkerhetsfunktionerna inneslutning och retardation samt förvarets risk

Risken för att inte uppnå det initiala tillståndet anses vara något större för Laxemar. Detta är delvis kopplat till punkten tilltron till platsbeskrivande modeller, nämligen i det avseendet att Laxemar har en mera heterogen geologi och att en större osäkerhet finns kring rumslig fördelning i förvarsvolymen. SKB anser dock i generella termer att tilltron till de platsbeskrivande modellerna är hög för båda platserna även om den mest detaljerade förståelsen har uppnåtts för Forsmark. I Laxemar kommer med all sannolikhet betydligt flera deponeringshål behöva uteslutas pga. för höga flöden. Dessutom kommer ett större antal deponeringshål och deponeringstunnlar befinna sig i gränlandet kring vad som kan anses acceptabelt. Detta innebär större behov av tätning och injektering, samt ett samantaget större förvar. Den avgörande skillnaden är att endast drygt 20 procent av deponeringshålen i Forsmark förväntas vara förbundna med sprickor med



grundvattenflöde, medan de flesta deponeringshål i Laxemar kommer ha sådana sprickor. En fördel för Laxemar är dock att bergmekanisk påverkan förväntas bli mindre i och med att risken för spjälkning av deponeringshål är mindre än för Forsmark. Detta beror på högre bergspänningar för Forsmark i förhållande till bergets mekaniska egenskaper. Spjälkning av deponeringshål har betydelse för materieöverföring mellan berg och buffert för fallet intakt buffert.

Hur de båda platserna påverkas av klimatutveckling som permafrost och glaciationer beror dels på platsernas geografiska läge främst i nord sydlig riktning, dels på bergets egenskaper främst den termiska konduktiviteten. I frågan kring det maximala permafrostdjupet samverkar dessa båda faktorer så att det maximala permafrostdjupet blir djupare för Forsmark. Det anses vara ca 400 m för det mest extrema fallet medan det är knappt 300 m för Laxemar. Andra skillnader mellan platserna med avseende på klimat är att den maximala tjockleken på en inlandsis blir tjockare för Forsmark beroende på sitt nordligare läge samt att Forsmark kommer att täckas av havsvatten under en längre period än Laxemar. SKB gör sammantaget bedömningen att faktorerna har en liten påverkan på platsvalet. Den viktigaste skillnaden är det större permafrostdjupet i Forsmark, men här gör SKB bedömningen att permafrostdjupet hursomhelst inte når förvarsdjup även för det mest extrema fallet.

Den mest avgörande skillnaden mellan de båda platserna finns förmodligen inom området hydrogeologi. Forsmarkplatsen ligger i flack terräng med småskalig topografi alldeles i anslutning till Östersjön. Berggrunden kännetecknas av en hög frekvens av vattenförande sprickor på djup mindre än ca 200 m, medan under 400 m är frekvensen av vattenförande sprickor mycket låg. Deponeringsvolymen omgärdas av större deformationszoner. Laxemarplatsen är något mera kuperad med deformationszoner både runt och igenom kandidatområdet. Även om sprickfrekvensen avtar mot djupet för denna plats är minskningen inte lika påtaglig som för Forsmark och det finns en betydligt större variation av hydrogeologiska egenskaper även på förvarsdjupet. För båda platserna minskar transmissiviteten hos deformationszoner och vattenförande sprickor mot djupet, även om minskningen är mera oregelbunden i fallet Laxemar. Hydraulisk konduktivitet i bergvolymerna nära förvarsdjup är relativt jämt fördelad över ett stort intervall i fallet Laxemar medan en stor andel av alla mätningar i Forsmark pekar på mycket låg hydraulisk konduktivitet. Medelavståndet mellan vattenförande sprickor är hundratalet meter i fallet Forsmark medan det är endast några få meter i fallet Laxemar.

Modelleringsarbete antyder att inflödet av grundvatten under själva driftfasen kommer vara runt tiofaldigt större i fallet Laxemar oavsett beaktande av hela förvaret eller enbart deponeringstunnlar/deponeringshål. Injektering och tätning av tunnarna kan visserligen minska inflöden men de blir ändå betydligt större i fallet Laxemar. En stor andel av alla deponeringshål kan ha inflöden större än 0,1 l/minut i fallet Laxemar medan det enbart är frågan om ett förhållandevis litet antal för fallet Forsmark. Simuleringarna för den temperade fasen efter förvarets förslutning visar att ett förvar i Forsmark domineras av deponeringshål utan direkt förbindelse med sprickor med betydande vattenflöde och utan en direkt förbindelse med ytan (transportvägen kallad Q1), medan det omvända förhållandet gäller för Laxemar. Transportmotståndet som är viktigt för att kvantifiera bergets förmåga att bromsa utsläpp av radionuklider är högre i fallet Forsmark. Matrisdiffusionsparametrarna som också är viktiga i detta sammanhang är dock något fördelaktigare för Laxemar. Transportvägarnas längd som också kan ha betydelse för radionuklidretardation påverkas av den pågående landhöjning men skiljer sig inte på något avgörande sätt mellan de båda platserna.

Kemiska betingelser är relativt likartade för de båda platserna, men Forsmarks grundvatten kännetecknas av en högre och stabilare grad av mineralisering, med generellt

högre halter av huvudkomponenterna klorid, kalcium och natrium. Detta innebär en potentiell fördel i perspektivet minskad risk för buffererosion. I det mera permeabla Laxemarberget kan man förutom att salthalterna är lägre idag även förvänta sig ett betydligt kraftigare utspädningsförlopp under en lång tempererad period efter förslutning av förvaret. SKB:s beräkningar antyder att flödet av meteoriska vatten till slutförvarsmiljön kan bli upp till två storleksordningar större i fallet Laxemar. Isotopgeokemi indikerar att infiltration av glaciala smältvatten har förekommit på båda platserna även om denna infiltration kan ha ägt rum tidigare än i samband med den senaste nedisningen, vilket man särskilt misstänker i fallet Forsmark. Infiltration och flöde av smältvatten har förekommit ner till förvarsdjup men utspädningen behöver inte ha varit så omfattande som krävs för buffererosionsrisk. SKB utesluter inte att så är fallet för de bergvolymerna som är intressanta för slutförvaring i Forsmark. För Laxemar och för deformationszoner i anslutning till båda platserna anser dock SKB att ett omfattande utspädningsförlopp kommer att förekomma i samband med avsmältning av en inlandsis.

Andra kemiska faktorer av intresse är sulfidhalter och förutsättningar för mikrobiell sulfatreduktion, vilka båda är av betydelse för korrosion av kopparkapslar. SKB har valt ut en fördelning av representativa mätvärden från de båda kandidatområdena och inga betydande skillnader föreligger (halterna ligger i ett intervall från 10^{-7} till 10^{-4} mol/L). Inga avgörande skillnader anses heller föreligga beträffande förutsättningar för mikrobiell sulfatreduktion under tempererade förhållanden eftersom både halter av sulfat, mikrober och potentiella reduktanter är likartade. SKB noterar dock att i fallet Forsmark har en betydande del av sulfatreduktionen förmodligen ägt rum innan Littorinavatten har infiltrerat berggrunden, medan för Laxemar har huvuddelen av sulfatreduktion ägt rum i berggrunden. Under glaciala perioder kommer sannolikt Laxemar att ha en fördel i perspektivet bildning av sulfider eftersom det ovan nämnda kraftigare utspädningsförloppet också innebär utspädning av sulfidhalter och sämre förutsättningar för mikrobiell sulfatreduktion.

I perspektivet stabilitet för reducerande betingelser på förvarsdjup och risk för inflöde av syre har Laxemar en potentiell fördel i och med att halten järn(II) är högre i Forsmarksberget. En större andel av de öppna sprickorna vid Laxemar innehåller också pyrit som har en kapacitet att förbruka syre. Dessa egenskaper kompenseras dock delvis av att de lägre flödes hastigheterna i Forsmark ger längre tider för mineralreaktioner.

Beträffande risken för att ett slutförvar påverkas av stora jordskalv påpekar SKB att inga bevis har framkommit för att någon av de båda platserna tidigare har blivit påverkade av sådana skalv. SKB utesluter inte att nästa glaciation kan trigga skalv som skulle kunna inducera skjuvning längs kritiska strukturer som oupptäckt skär kapselpositioner, s.k. kritiska deponeringshålspositioner. Strategin för att minska jordskalvsrisk är densamma för de båda platserna nämligen att använda sig av så kallade respektavstånd till deformationszoner och kriterier för att så långt som möjligt undvika olämpliga deponeringshålspositioner. SKB har gjort beräkningar med olika strukturmodeller för de båda platserna för att uppskatta antalet kapslar i kritiska positioner som kan skadas p.g.a. oupptäckta sprickors skjuvrörelser. De sprickor som är intressanta i detta sammanhang ska möjliggöra skjuvningar på 5 cm vilket krävs för att orsaka kapselskador. Antalet sådana kapselpositioner är högre för Forsmark men omfattning av kritiska positioner är ändå begränsad. SKB argumenterar för att skillnaden är av samma storleksordning som osäkerheter kopplat till valet av strukturgeologisk modell och den slutliga bedömningen blir därför att risken är likartad för de båda platserna. SKB har studerat stabiliteten hos slutförvaret, dels gällande risken för hydraulisk spräckning genom slutförvarsplanet på grund av glacialt inducerade vattentrycktillskott, dels gällande skjuv- och dragbelastning av berget på grund av olika belastningsfall. SKB har gjort bedömningen att inget av dessa



fall är förknippat med någon risk för att hela slutförvaret kan utgöra ett svaghetsplan i berget.

De ytliga ekosystemen påverkar exponeringsvägar och i förlängningen i viss omfattning dos/risk från ett postulerat utsläpp av radioaktiva ämnen från ett slutförvar. En viss skillnad finns mellan de båda platserna såtillvida att tunna sedimentlager och stora stenblock vid Forsmark innebär sämre förutsättningar för jordbruksodlingar än Laxemar som har tjockare sedimentlager. Det sammanlagda tidsintervallet för betydande exponering från utsläpp skiljer sig också mellan de båda platserna eftersom Forsmark antingen förväntas att vara täckt av en inlandsis eller ligga under havsnivån under 40 % av en kommande glaciationscykel jämfört med 27 % av tiden för Laxemar. Under dessa perioder förväntas utsläpp från slutförvaret leda till inget eller extremt små riskbidrag. En fördel för Laxemar jämfört med Forsmark är dock att utsläpp under vissa perioder förväntas ske mera permanent till havet beroende på skillnader i landhöjningen och topografien. Om man förutsätter perioder med likartade klimatförhållanden mellan de båda platserna finns dock inga systematiska skillnader i LDF-värden (*Landscape dose conversion factors*). Vissa skillnader kan noteras men de är så gott som undantagslöst mindre än motsvarande osäkerheter.

Potentiell malm och mineraltillgång kan påverka risken för att framtida generationer vid något tillfälle genomför provborrningar, eventuell gruvdrift, samt andra typer av borring eller sprängningsarbeten som kan påverka slutförvarets säkerhet. SKB:s undersökningar av frågan tyder på att ingen av platserna har en betydande potential för framtida gruvdrift. SKB påpekar dock att det i närheten av Forsmark finns en liten järnmineralisering som inte bedöms ha något kommersiellt värde. Enligt SKB:s slutsats ligger den också så långt från ett framtida slutförvar att påverkan på förvarets säkerhet i så fall skulle bli liten.

I SKB-rapporten ”Comparative analysis of safety related site characteristics” (SKB TR-10-54) finns säkerhetsanalysberäkningarna framtagna för Laxemar redovisade. För Forsmark finns dessutom den fullständiga säkerhetsanalysen SR-Site (SKB TR-11-01). Beräkningarna avser förlust av buffertmaterial, korrosionshastigheter för kopparkapslar samt dos som uppstår i samband med läckage från kopparkapslar. Vad gäller förlust av buffertmaterial i fallet Laxemar beräknas en stor andel av alla deponeringshål nå advektiva förhållanden. Detta beror på att ett kraftigare utspädningsförlopp kan förväntas samt att erosionshastigheterna är högre. SKB:s beräkningar antyder att ungefär hälften av deponeringshålen når advektiva förhållanden inom 100 000 år. För Forsmark däremot når under motsvarande period bara ett fåtal deponeringshål advektiva förhållanden.

För att jämföra korrosionshastigheterna mellan de båda kandidatområdena förutsätter SKB hypotetiskt advektiva förhållanden i samtliga deponeringshål. SKB antar sulfidhalten 10^{-5} M och baserat på denna utgångspunkt kan flera hundra kapselhaverier förväntas i fallet Laxemar medan inga kapselhaverier förutsägs för Forsmark. Med beaktande av en realistisk fördelning av sulfidhalter kan kapselhaverier inte helt uteslutas för Forsmark men skillnaden mot Laxemar är ändå betydande. Beräkningarna av korrosionsskador på kopparkapslar ligger även till grund för dosberäkningar för de båda kandidatområdena. För Forsmark når maximal dos efter 1 miljon år endast en hundradel av ca 15 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ vilket motsvarar Strålsäkerhetsmyndighetens riskkriterium (SSMFS 2008:37). För Laxemar däremot når dosen 15 $\mu\text{Sv}/\text{år}$ redan efter drygt 100 000 år och fortsätter därefter upp till en nivå som motsvarar bakgrundsstrålningen. För Laxemar har SKB även skisserat ett fall där alla deponeringshål med högre Darcy flöde än 0,01 m/år utesluts. På så sätt kan man få ner risknivån under den tid då riskkriteriet tillämpas strikt (de första 100 000 åren) till en hanterlig nivå men på sikt kommer doserna ändå att minst överstiga gränsvärdet med en tiopotens. SKB diskuterar hypotetiskt att reducera deponeringshålsflöden ändå mer (0,001 m/år) och på så sätt skulle en tillräcklig



skyddsförmåga kunna uppnås men ett sådant förfarande bedöms ha höga kostnader och andra olägenheter.

SKB gör den sammanlagda bedömningen att för flertalet plats specifika urvalsfaktorer skiljer sig inte förutsättningarna mellan de båda platserna eller så är skillnaderna av marginell betydelse. Den stora avgörande skillnaden är dock ett betydligt större antal vattenförande sprickor på försvarsdjup för fallet Laxemar. Detta har ett stort genomslag i beräkningar kopplade till buffertens och kapselns långsiktiga stabilitet och följaktligen även för beräkningar av dos/risk. SKB för ett resonemang i SKB TR-10-54 kring förutsättningarna att konstruera ett säkert slutförvar i Laxemar. Man konstaterar då att det finns två möjligheter som kan utredas, dels att anlägga förvaret på ett större djup än 700 m, dels att tillämpa mycket restriktiva kriterier för val av deponeringshål. Båda åtgärderna är dock förknippade med stora kostnader för ett större slutförvar med längre tunnlar samt utveckling av metodik för att med god precision kunna verifiera högt ställda krav på deponeringshål.

2.4.2 SSM:s bedömning

SSM anser att SKB på ett övertygande sätt har visat att Forsmark är mera lämpligt än Laxemar ur perspektivet långsiktig strålsäkerhet. Myndigheten instämmer med SKB att för flertalet lokaliseringsfaktorer är de båda kandidatområdena likvärdiga eller nästan likvärdiga ur perspektivet långsiktig strålskydd och säkerhet. Enligt myndighetens bedömning är grundvattenflödessituationen dock avgörande för de båda säkerhetsfunktionerna isolering och retardation. SKB har tydligt visat att förutsättningarna för att begränsa vattenflöde i närheten av kapselpositioner är betydligt bättre i fallet Forsmark beroende på det förhållandevis stora avståndet mellan vattenförande sprickor på försvarsdjup. I fallet Forsmark kommer sannolikt en begränsad andel deponeringshål korsas av sprickor med betydande grundvattenflöden och andelen sådana hål kan förmodligen minska ytterligare med hjälp av ett selektivt urval av deponeringshålspositioner. SSM bedömer att en selektiv placering av deponeringshål även skulle kunna ha stor betydelse för ett slutförvar i Laxemar, men de praktiska svårigheterna med ett sådant förfarande skulle sannolikt vara stora eftersom en förhållandevis stor andel av berggrunden innehåller sprickor med betydande grundvattenflöden. Så som myndighetens granskning har visat finns konceptuella osäkerheter kopplat till modellering av grundvattenflöde (se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* del 2, avsnitt 3.1.5), men skillnaderna mellan de båda kandidatområdena är så stora att sådana osäkerheter inte bedöms ändra slutsatserna när de gäller jämförelsen av de hydrogeologiska förutsättningarna på platserna.

SSM anser att SKB på ett övertygande sätt har visat på betydelsen av grundvattenflödessituationen för risk och omfattning av buffererosion samt kopparkorrosion med sulfid i grundvattnet. Till detta kan även tilläggas att låg materieöverföring i berget nära deponeringshålen även kan förväntas på andra sätt bidra till de tekniska barriärernas långsiktiga beständighet. Slutligen kan tilläggas att grundvattenflödet har betydelse för spridning av radionuklider även om kapslar skulle haverera av någon helt okänd anledning förutom korrosion. Om haverier sker i deponeringshål utan vattenförande sprickor finns inte den mest direkta transportvägen Q1 tillgänglig utan transporten måste ske via den mera indirekta rutten via störda zonen i deponeringstunneln (Q2) eller via sprickor som korsar deponeringstunnlarna (Q3). Detta har en betydelse i jämförelsen mellan Forsmark och Laxemar eftersom en mindre andel av deponeringshålen i Forsmark förväntas ha vattenförande sprickor.

SSM anser att SKB har tagit fram en tydlig och väl strukturerad rapport för jämförelsen av de båda platserna (SKB TR-10-54). Säkerhetsanalysberäkningarna för Laxemar är visserligen begränsade, men enligt myndighetens bedömning är skillnaderna mellan de



båda platserna så påtagliga att beräkningarna ändå kan anses vara tillräckliga för att ge ett rättvisande underlag för jämförelsen. En förutsättning för den tydliga åtskillnad som kan göras mellan de båda platserna kan kopplas till det faktum att SKB gjorde detaljerade och likvärdiga platsundersökningar på båda platserna. Enligt SSM:s tidigare granskningar som togs fram med hjälp av externa experter (se t.ex. SSM rapport 2010:30, INSITE M-09-06, INSITE M-09-07) genomfördes SKB:s platsundersökningar med stor omsorg och hög kvalitet. De bör därför utgöra en tillförlitlig grund för SKB:s platsval.

SSM instämmer även med SKB beträffande prioriteringen av platsvalsfaktorer. Eftersom långsiktig säkerhet har en överordnad betydelse i förhållande till andra platsvalsfaktorer kopplad till t.ex. ekonomi, kompetensförsörjning, olägenheter för närboende, så är det strängt taget inte nödvändig att ta ställning till andra platsvalsfaktorer. Vad gäller ekonomi kan dock nämnas att det finns en viss fördel för Forsmark. Detta beror på att förvaret kan göras mindre beroende på att den termiska konduktiviteten hos berget är mera gynnsam och sannolikt även därför att bortval av olämpliga deponeringshålspositioner inte behöver bli lika omfattande som för Laxemar.

SKB har i jämförelsen mellan Forsmark och Laxemar lagt stor vikt vid den mer omfattande kemiska erosionen av bufferten vid Laxemar pga. dels förväntade mera utspädda grundvattenkemiska förhållanden, dels mera frekventa och betydande vattenflöden i närheten av deponeringshåll som kan transportera bort bentonitkolloider. Buffertens stabilitet under själva driftfasen skulle sannolikt bli svårare att säkerställa för ett slutförvar vid Laxemarplatsen. Problem med kanalbildningserosion ("piping erosion") skulle behöva utredas mera ingående och lämpliga motåtgärder vidtas. Större svårighet att installera buffert och återfyllning i Laxemar kan påverka kvaliteten i genomförandet. Det är sannolikt svårare att genomföra en deponeringssekvens med hög kvalitet eftersom betydande inflöden av grundvatten innebär en olägenhet som kräver tid och uppmärksamhet. Denna typ av problem bör dock kunna mildras med en omfattande tätning av tunnlar och deponeringshåll.

Risken för kemisk erosion av bufferten kan möjligen visas vara mindre i framtiden t.ex. genom nya kunskaper om erosionsmekanismer, utveckling av ett mera erosionsbeständigt buffertmaterial eller genom ny information om den långsiktiga geokemiska utvecklingen på de båda platserna. SSM bedömer dock att det är ganska osannolikt att bufferterosionsproblematiken helt kan elimineras, även om problemen möjligen kan visas vara mindre än vad som SKB för närvarande förutsätter. Det oaktat skulle skillnaden i risk mellan de båda platserna minska vid en minskad erosionsrisk. Ett mera omfattande grundvattenflöde i anslutning till deponeringshåll med intakt buffert förväntas inte ha en lika avgörande inverkan som höga grundvattenflöden i närheten av deponeringshåll som domineras av advektion.

En fråga som diskuterats mycket för Forsmarksplatsen är de förmodat relativt höga bergspänningarna. I SKB TR-10-54 diskuterar SKB detta förhållande i perspektivet risk för spjälkning av deponeringshåll. Det kan dock finnas andra konsekvenser som ett ökat behov av bergförstärkningar samt ett behov av att enbart anlägga deponeringstunnlar i den största huvudspänningsriktningen. Det bör framhållas att det finns osäkerheter kvar kring bergspänningssituationen eftersom vissa typer av mätningar pekar på en relativt normal bergspänningssituation. Enligt SSM:s bedömning kan någon fullständig visshet inte nås förrän under slutförvarets konstruktionsfas. Myndigheten anser att det är osannolikt att de höga bergspänningarna skulle kunna medföra något avgörande hinder mot att anlägga ett slutförvar vid Forsmark (se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* del 2, avsnitt 3.1.6).



En situation med något förhöjda bergspänningar på försvarsdjup är vanlig vid bergförhållanden med få sprickor, dvs. i övrigt gynnsamma förhållanden för att anlägga ett slutförvar. En betydelsefull nackdel som SKB omnämner för ett berg med höga bergspänningar är en ökad risk för spjälkning av berg för området närmast deponeringshålets väggar särskilt under den termiska fasen. Detta fenomen är väl känt och bekräftat genom experiment som genomförts vid underjordiska laboratorier i kristallina berg. Beträffande jämförelsen mellan Forsmark och Laxemar så anser SSM att spjälkning runt deponeringshålen inte kan uteslutas för någon av platserna, men dess risk och omfattning är sannolikt högre i Forsmark. Det är dock viktigt att påpeka att spjälkning av deponeringshålsväggen har kort räckvidd ur ett hydrogeologiskt perspektiv och har därför begränsad betydelse. SSM anser inte att risk för spjälkning har samma dignitet, inom ramen för en jämförelse mellan Forsmark och Laxemar, som de fördelar som täta bergförhållanden erbjuder. SSM konstaterar vidare att SKB:s beräkningar klargör att den påverkan som slutförvaret har på bergets stabilitet inte leder till någon risk för att slutförvaret utgör ett svaghetsplan i berget.

En fråga som SKB inte tar upp i sin jämförelse mellan Forsmark och Laxemar är tiden för fullständig återmättnad av buffert och återfyllnad. SKB har dock i andra sammanhang visat att tiden för en fullständig återmättnad av bufferten kan variera från några decennier till flera tusen år främst beroende på om det finns vattenförande sprickor i anslutning till deponeringshålen (SKB TR-11-01). En lång tid för återmättnad innebär att buffertens svälltryck och tätande förmåga utvecklas långsamt.

SKB:s beräkningar visar att tiden för återmättnad av återfyllnaden täcker ett ungefär lika stort tidsintervall. Med tanke på den stora spännvidden av grundvattenflödesförhållanden finns med all sannolikhet deponeringshål med såväl snabba som mycket långsamma återmättnadsförlopp representerade på båda platserna. Andelen deponeringshål med lång tid till fullständig återmättnad kan dock förväntas vara betydligt större för Forsmark. Myndigheten anser att långa återmättnadstider kopplade till täta bergförhållanden tillför ytterligare komplexitet i analysen av de tekniska barriärernas långsiktiga utveckling. Ett exempel på en viktig frågeställning avser återmättnadsförlopp för deponeringshål utan kontakt med grundvattenförande sprickor i berget via tillförsel av vatten från bergmatris och återfyllnad. I sådana deponeringshål kan uppbyggnad av buffertens svälltryck vara långsam vilket innebär att pålastning på kopparkapseln sannolikt också blir långsam. SSM anser att detta förlopp försvårar en bedömning av kryptodeformation i kopparkapseln och ökar betydelsen av förståelsen för fundamentala kryptomekanismer i koppar. I sådana deponeringshål kan också en gasfas finnas tillgänglig i deponeringshålet under en längre tid vilket innebär att korrosionsprocesser involverande gasformiga korroderande ämnen som vätesulfid skulle kunna ha en betydelse. SSM ställer krav på ytterligare utredningar med avseende på dessa frågor i sin granskning av SKB:s säkerhetsanalys SR-Site (granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*, kapitel 4). Samtidigt kompenseras denna ytterligare komplexitet av att bergbarriären är förstärkt i denna typ av deponeringshålspositioner. Risken för erosion av buffertmaterial är obetydlig i denna typ av deponeringshål, och avsaknaden av direkta förbindelser med vattenförande sprickor i berget innebär att eventuella läckande radionuklider endast kan spridas i mindre utsträckning via diffusion till sprickor som skär deponeringstunnlar eller möjligen via den så kallade störda zonen i tunnelns bergvägg.

SSM anser att frågan om långa återmättnadstider är betydelsefull, men den bedöms inom ramen för en jämförelse mellan Forsmark och Laxemar inte ha samma dignitet som de fördelar som täta bergförhållanden erbjuder. SSM bedömer vidare att frågan kring långa återmättnadstider även skulle behöva beaktas för ett slutförvar vid Laxemar.

Läckströmmar från installationer för högspänningslikström som används för att överföra el över Östersjön kan potentiellt påverka korrosionen av kopparkapslarna i slutförvaret. Den s.k. Fennoskankabeln förlöper 25 km norr om Forsmark och SKB har utrett frågan om hur stor påverkan läckströmmar kan förväntas ha för korrosionen av kopparkapslarna. SSM instämmer i SKB:s slutsats att korrosionsangreppen p.g.a. Fennoskankabeln förväntas bli mycket små (granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*, del 2 kapitel 8).

Beträffande frågan huruvida ett slutförvar vid Laxemar skulle kunna uppfylla kraven på långsiktig säkerhet och strålskydd anger SKB två möjligheter att förstärka skyddsförmågan nämligen att införa mycket restriktiva krav på deponeringshålspositioner, alternativt att bygga slutförvaret på ett större djup än 700 m. SSM anser att enbart förlita sig på metoden med mycket restriktiva krav på deponeringshålspositioner sannolikt är svår genomförbar och mycket kostnadskrävande. Myndigheten vill dock inte utesluta att Laxemarplatsen kan visas uppfylla kraven med hjälp av en kombination av åtgärder t.ex. en djupare placering, förstärkta krav på deponeringshål samt möjligen vissa förändringar av förvarets och de tekniska barriärernas utformning. Enligt SSM:s bedömning skulle det krävas omfattande utredningar och undersökningar innan det går att dra väl underbyggda slutsatser kring denna möjlighet.

3 Val av plats och metod inkapslingsanläggning

3.1 Sammanfattande bedömning

SSM anser att det finns motiv från strålsäkerhetssynpunkt för en samförläggning av inkapslingsanläggningen och Clab jämfört med en förläggning av en fristående inkapslingsanläggning vid slutförvaret (Frink). Det gäller, utöver de samordnings fördelar som SKB själva pekar på, också osäkerheter gällande påverkan på bränslet mekaniska egenskaper i samband med långtidslagring av använt kärnbränsle. Vidare leder samförläggningen till en förbättring av skyddet av mottagningshallen mot missiler eller flygplanskrasch. En minskad hantering av det använda kärnbränslet kan också bedömas vara fördelaktigt från personalstrålskyddssynpunkt. Givet att SKB åtar sig de försiktighetsåtgärder från strålsäkerhetssynpunkt som behöver vidtas i samband med uppförandet, anser SSM att samlokalisering med Clab kan bedömas som det lämpligaste alternativet för inkapslingsanläggningen.

SSM gör bedömningen att det finns förutsättningar att till stor del begränsa den negativa påverkan som en samförläggning innebär. Exakt hur detta lämpligast bör ske får utvecklas tillsammans med planerna för uppförandet, kontrollprogram samt förebyggande och korrigerande åtgärder. SSM förutsätter att SKB godtar de olägenheter och merkostnader som detta medför i form av försiktighetsåtgärder som t.ex. driftsbegränsningar i mottagningsanläggningen och metoder för uppförandet av inkapslingsanläggningen.

3.2 Krav

Val av plats och utformning regleras av 2 kap. 3 § och 6 § miljöbalken samt av myndighetens föreskriftskrav, i synnerhet SSMFS 2008:1 om säkerhet vid kärntekniska anläggningar. Granskningen i detta fall handlar om det finns sådana strålsäkerhetsmässiga risker med sökt alternativ som skulle kunna avhjälpas med annan lokalisering/utformning och motivera en sådan.



3.3 Underlag från SKB

I kapitel 5 i MKB (SKB2011a) anger och motiverar SKB sökt alternativ för inkapslingsanläggningen. I redovisningen ingår även alternativ till lokaliseringen av anläggningarna liksom av utformningen samt ett nollalternativ. Redovisningen av det övervägda alternativet med en inkapslingsanläggning i Forsmark ges i kapitel 9 i MKB. Genom den Tilläggs-MKB som tagits fram har den inlämnade MKB kompletterats, i första hand i frågor som berör SKB:s tilläggsyrkande gällande en utökning av mellanlagraingskapaciteten i den befintliga anläggningen Clab. Redovisningen har även kompletterats i Bilaga K:2 (SKBdoc 1382754 avsnitt 2.3), se nedan.

Som motiv för lokaliseringen av inkapslingsanläggningen (Ink) anges att den erfarenhet av bränslehantering som finns hos personalen kan tillvaratas samtidigt som flera av de befintliga systemen och anläggningsdelarna i Clab kan utnyttjas även för inkapslingsanläggningen. En inkapslingsanläggning vid Clab innebär att bränsle kan överföras mellan anläggningarna direkt via en bränslehiss. SKB förordar den valda lokaliseringen framför en lokalisering vid slutförvaret.

I fråga om utformning av inkapslingsanläggningen har SKB i MKB jämfört alternativen våt hantering i en anläggning lokaliserad i anslutning till Clab (Clink) med en torr hantering av bränslet i en inkapslingsanläggning exempelvis lokaliserad vid det tänkta slutförvaret i Forsmark (Frink – fristående inkapslingsanläggning). Även om det förordade alternativet innebär en större miljöpåverkan i samband med bergarbeten vid uppförandet, överväger enligt SKB fördelarna med detta eftersom en torr hantering av det använda kärnbränslet innebär en ökad hantering av bränslet med högre stråldoser för personalen. I kapitel 9 i MKB diskuteras alternativet med en inkapslingsanläggning i Forsmark (Frink). Eftersom hanteringen i Forsmark enligt SKB:s planering skulle ske av torkat bränsle, diskuteras även vilka åtgärder som skulle behöva genomföras vid Clab för att sortera och torka bränslet. Transporterna till Frink skulle ske som dagens transporter av använt kärnbränsle till Clab.

Sammantaget bedömer SKB att anläggningarna – Clink resp. Frink – är likvärdiga med avseende på radiologiska risker och eftersom inga betydande konsekvenser eller skillnader avseende risker under drift har identifierats bedöms de två platserna i stort sett vara likvärdiga ur miljö- och hälsosynpunkt.

Föranlett av bl.a. SSM:s granskning har SKB ombetts komplettera redovisningen av de olika alternativen med avseende på förväntade utsläpp av radioaktiva ämnen, risker för missöden och risk för påverkan på den långsiktiga strålsäkerheten. SSM har vidare efterfrågat en bättre redovisning av motiven för vald anläggningsutformning för respektive lokalisering och inom ramen för detta redovisa en utformning av Frink-alternativet med mindre behov av anläggningsändringar i Clab jämfört med Clink-alternativet. SKB har inkommit med kompletteringar, se nedan.

I Bilaga K:2 (SKBdoc 1382754) anger SKB, med hänvisning till MKB, avsnitt 9.1.3.4, att Clink har visats uppfylla alla krav på begränsning av doser till personal och utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen. SKB menar att det inte finns något som tyder på att inte Frink också skulle kunna uppfylla kraven, men eftersom hanteringskedjan blir kortare så talar det för bättre förutsättningar för Ink-alternativet.

Vad det gäller risker för missöden och risk för påverkan på den långsiktiga strålsäkerheten ser SKB i bilaga K:2 inga skillnader mellan alternativen. SKB anger att de risker som kan finnas för transportskador är knutna till de steg i processen där kapseln hanteras fritt, det vill säga innan den förs in i transportbehållaren vid inkapslingsanläggning och efter uttag vid slutförvaret. Dessa moment är oberoende av var inkapsling av det använda kärnbränslet sker i förhållande till slutförvarets lokalisering.

I fråga om anläggningsutförningen för Clink-alternativet innebär bränslehissens position att inkapslingsdelen delvis kommer att behöva placeras ovanför befintliga lagringsbassänger i bergrum i Clab. SKB konstaterar i bilaga K:2, med hänvisning till erfarenheterna från anläggandet av Clab etapp 2 (SKB R-05-53), att samtliga ändringar, inklusive berguttaget, är genomförbara utan att säkerheten påverkas.

SSM har efterfrågat en värdering av ett Frink-alternativ, som inte behöver innebära omfattande anläggningsändringar i Clab. Detta alternativ skulle innebära att det inte finns ett behov av berguttag över de befintliga bassängerna i Clab med en eventuell säkerhetspåverkan. SKB har i Bilaga K:2 kompletterat redovisningen och anger att en överföring av vissa processteg till Frink skulle komplicera inkapslingsprocessen och göra den mer känslig för störningar. Anläggandet av bassänger i Frink och behovet av ytterligare hanteringsutrustning medför en väsentlig ökning av byggnadsvolym och kostnader. SKB ser därför inga fördelar med ett sådant alternativ och anser att erforderliga bergarbeten och förändringar i Clab samt anläggande av inkapslingsdelen kan genomföras utan att påverka säkerheten för det mellanlagrade bränslet.

3.4 SSM:s bedömning

3.4.1 SKB:s urval av redovisade alternativ

SSM kan konstatera att SKB inom ramen för tillståndsansökan redovisar två alternativa förläggningar av inkapslingsanläggningen, dels i anslutning till Clab, dels i anslutning till det planerade slutförvaret i Forsmark. SSM instämmer i de resonemang som SKB för vad gäller möjligheterna till anläggningens lokalisering och delar bedömningen av en lokalisering antingen vid Clab eller vid slutförvaret är lämpliga huvudalternativ. SSM anser att dessa båda alternativ ger en tillräcklig bredd i alternativredovisningen.

3.4.2 Viktiga aspekter vid bedömning

Frågan om inkapslingsanläggningens lokalisering påverkar dess utformning i den mån att vid en samförläggning med det befintliga mellanlagret Clab behöver utformningen av inkapslingsanläggningen anpassas till denna anläggning, inte bara för att begränsa påverkan på strålsäkerheten vid Clab, utan även för att uppnå eftersträvt samordningsfördelar vid driften av de båda anläggningarna. Utformningen av inkapslingsanläggningen är beroende av vilka åtgärder inför inkapsling som eventuellt kan vidtas i Clab, t.ex. om bränslet sorteras och torkas inför transporten eller inte. Vidare behöver val av plats och utformning bedömas tillsammans med dess påverkan på transportererna av det använda kärnbränslet samt hur bränslets egenskaper kan påverkas av den hantering som har samband med bl.a. transportererna.

SSM:s utgångspunkt för de kompletteringar som har begärts, liksom för den bedömning som nu görs har varit att vald utformning/lokalisering ska vara motiverad med avseende på strålsäkerheten, dels under uppförande och drift, dels med avseende på slutförvarets långsiktiga funktion. I en sådan redovisning och analys kan avvägningar mellan strålsäkerhetsaspekter behöva göras mot samhällsliga och ekonomiska faktorer. Frågan om en jämförelse mellan Clink och Frink kan enligt SSM:s bedömning väsentligen reduceras ner till en värdering av ett begränsat antal faktorer. Dessa inkluderar:

- samordningsvinster vid samförläggning med Clab
- påverkan på kapselns långsiktiga strålsäkerhet
- skydd mot påverkan från yttre händelser
- påverkan på bränslet kopplat till lagringstid
- risker i samband med uppförande av ny anläggning vid Clab.

3.4.3 Samordningsvinster

SSM instämmer med SKB om de samordningsvinster som en samförläggning skulle leda till. Dessa är bland annat den erfarenhet av bränslehantering som finns hos personalen vid Clab, att en samförläggning ger möjlighet att utnyttja flera av de befintliga systemen och anläggningsdelarna i Clab även för inkapslingsanläggningen, och att en samförläggning kan göra systemet mindre känsligt för driftstörningar. En enklare hantering av det använda kärnbränslet, som en förläggning vid Clab innebär, bör enligt SSM också leda till kortare exponeringstider för personalen och i förlängningen också påverka utsläppen av radioaktiva ämnen till omgivningen.

3.4.4 Påverkan på kapselns långsiktiga säkerhet

Kapselhanteringen kan komma att påverkas av var inkapslingen sker i förhållande till slutförvaret. Frågan är av betydelse i första hand med avseende på risken för kapselskador som kan uppkomma i samband med den hantering och transport som sker efter kontrollerna av förslutna kapslar vid inkapslingsanläggningen. I Bilaga K:2 (SKBdoc 1382754) anger SKB att risken för kapselskador i samband med transporten är försumbar, utan anger att riskerna i stället är knutna till de processer där kapseln hanteras fritt, det vill säga innan den förs in i transportbehållaren och efter uttag ur behållaren i slutförvaret och att dessa moment är oberoende var inkapslingsanläggningen lokaliseras. SSM anser att det inte är möjligt att dra definitiva slutsatser i avsaknad av en detaljerad redovisning av utformningen av transportbehållaren, men bedömer ändå att risker i samband med transporter inte helt kan uteslutas. Riskerna bör vara större för Clab-alternativet till följd av den mer omfattande transporten. Oavsett detta pekar SKB:s redovisning på nödvändigheten av en genomgripande kontroll av kapslarna så sent som möjligt i processen inför deponering i slutförvaret. I detta avseende är SKB:s redovisning i SR-Drift kapitel 4 (SKBdoc 1091959) mindre utförlig. Det anges: ”*Kapseln inspekteras för att upptäcka skador på ytan. Skulle någon form av avvikelse upptäckas måste detta analyseras innan arbetet fortsätter*”. SSM bedömer att frågeställningen gällande utformningen av de kontroller som behöver göras kommer att behöva följas upp i kommande steg, men att frågeställning i sig inte är avgörande för val av alternativ gällande inkapslingsanläggningens lokalisering. Oavsett lokalisering behöver kapslarna kontrolleras inför deponering.

3.4.5 Skydd mot påverkan från yttre händelser

Uppförandet av inkapslingsanläggningen vid Clab kommer, med den utformning som föreslås, att innebära att bergtäckningen över förvaringsbassängerna i Clab inte längre uppfyller kravet om minst 20 meters bergtäckning som SKB tidigare ställt upp. SKB avser i stället att dimensionera konstruktionen för markbyggnaden ovanför de tillkommande bergschakten för att emotstå missiler eller flygplanskrasch enligt konstruktionsstyrande händelser och acceptanskriterier (SKBdoc 1205118, tabell 3-34). Som framgår av SSM:s granskning av byggnadskonstruktionerna för Clink (granskningsrapport *inkapslingsanläggning och Clab*, avsnitt 1.4) bedömer SSM att dessa har förutsättningar att kompensera för den minskade bergtäckningen. SSM bedömer därför att frågan inte är avgörande val av alternativ.

Så som framkommer av Clink F-PSAR (SKBdoc 1205123) innebär en samförläggning av inkapslingsanläggningen vid Clab även en viss förstärkning av skyddet mot missiler och flygplansstörtning av mottagningsbyggnaden vid Clab, vilken ligger ovan jord. Detta åstadkoms främst genom de konstruktioner som inkapslingsbyggnaden, elbyggnaden och hjälpsystembyggnaden i sig utgör, men även genom den vattentank som avses ställas utanför byggnaden. Den senare aspekten är i sig inte kopplad till inkapslingsanläggningen, utan utgör en del av ett säkerhetsklassat system för upprätthållandet av kylningen av bränslet i Clab. Sammantaget bedömer SSM att åtgärderna innebär en förbättring av skyddet av mottagningsbyggnaden från påverkan från extrema yttre händelser genom att

minska sannolikheten att sådana händelser leder till utsläpp som överskrider acceptanskriterierna. Denna faktor talar således för en samlokalisering.

3.4.6 Påverkan på bränslet kopplat till lagringstid

En ytterligare faktor som enligt SSM:s bedömning kan tala för en samförläggning är oklarheter kring bränslets status vid tidpunkten för inkapslingen och risker som medförs med transportern innan inkapslingen. Å ena sidan pekar SKB på risk för frigörelse av radioaktiva ämnen i samband med hanteringen, å andra sidan anger SKB inom ramen för nollalternativet att det från teknisk synvinkel finns förutsättningar för att mellanlagra kärnbränslet i Clab i upp till 200 år, förutsatt att underhåll av anläggningen sker. Även om SKB:s planer gällande strategin för konfigurering av bränslet i kapslarna ännu är preliminära så kan det äldsta bränslet ha lagrats i närmare 100 år vid den tidpunkt som det ska inkapslas och enligt preliminära planer och utredningar avses det äldsta bränslet med låg resteffekt slutförvaras i kapslar med bränsle som både har högre utbränning och kortare avklingning. Syftet med strategin är att optimera utnyttjandet av kapslarna (SKB 2004, Protokoll daterat 2004-05-28, Expertmöte om inkapslingsanläggningen, SKBdoc 1025277). Det saknas i dag såväl nationellt som internationellt erfarenheter om hur en så pass lång lagringstid kan påverka bränslet mekaniska egenskaper, men kan inte uteslutas att det kan finnas skäl att begränsa hanteringen, liksom även om den tid som mellanlagringen äger rum, av bränslet innan inkapslingen. Denna faktor talar således för en samförläggning av inkapslingsanläggningen med mellanlagret, men kan också vara av betydelse för SKB:s planering och strategi för i vilken ordning som det använda kärnbränslet successivt ska omhändertas.

3.4.7 Risker i samband med uppförande av ny anläggning vid Clab

En viktig faktor som kan tala emot en samförläggning av inkapslingsanläggningen med Clab är de risker som är förknippade med uppförandet av den nya anläggningen. SSM kan konstatera att SKB:s redovisning av betydelsen av sådana faktorer är delvis motsägelsefull. Med hänvisning till de analyser av de planerade bergarbetena för inkapslingsanläggningen som har redovisats (SKB R-05-53) bedömer SKB i bilaga K:2 att ”...berguttaget kan ske på ett sätt som inte påverkar säkerheten i Clab” (SKBdoc 1382754).

Enligt SSM finns risker i samband med uppförandet, i synnerhet om detta arbete ska genomföras med metoder, såsom bergsprängning, som orsakar vibrationer. Dessa vibrationer kan enligt SKB (R-05-53) exempelvis orsaka utstötning av bergblock, sprickbildning samt skador på bergbultar och spännstag. SSM har i granskningen också kunnat konstatera att SKB i sin händelseinventering för Clink-anläggning inte har beaktat andra inledande händelser för Clab som relaterar till uppförandet av inkapslingsanläggningen (granskningsrapport *Inkapslingsanläggning och Clab*, avsnitt 3.9). SSM anser att detta är en brist i SKB:s redovisning.

Samtidigt kan SSM konstatera att risker i samband med bergarbete kan begränsas genom lämpliga rutiner och kontrollåtgärder. Riskerna med bergarbeten kan dessutom ytterligare reduceras genom att använda andra schaktningsmetoder är sprängning, t.ex. vajersågning. SKB har också förtydligat (SKBdoc 1387244) att vajersågning kan komma att användas som ett komplement till sprängning för berguttag. På motsvarande sätt bör andra konsekvenser av händelser i samband med uppförandet av inkapslingsanläggningen kunna reduceras genom att så långt som möjligt begränsa mängden använt kärnbränsle i mottagningsbyggnaden i samband med att arbete utförs, eller genom att genomföra andra kompensatoriska åtgärder.

SKB har inom ramen för F-PSAR presenterat principerna för det kontrollprogram som behöver tillämpas för övervakning av vibrationer m.m. i samband med sprängningar i närheten av Clab. SSM har redan i sin rapport för den inledande granskningsfasen



(SSM2011-3656-18) påpekat vikten av ett sådant kontrollprogram och bedömer att riskerna kan hanteras genom en anpassad anläggningsutformning samt genom administrativa åtgärder som begränsar de ingrepp som får göras på eller i närheten av de befintliga konstruktionerna i Clab.

3.4.8 Sammanvägd bedömning

SSM bedömer att det finns visa risker med samförläggning som inte är tydligt redovisade i SKB:s ansökan. SSM gör dock bedömningen att det finns förutsättningar att till stor del begränsa den negativa påverkan som en samförläggning innebär. Exakt hur detta lämpligast bör ske får utvecklas tillsammans med planerna för uppförandet, kontrollprogram samt förebyggande och korrigerande åtgärder. SSM uppfattar SKB:s beskrivning i ansökan av tänkbara försiktighetsmått som ett åtagande att vidta lämpliga åtgärder och därmed att SKB godtar de olägenheter och merkostnader som detta medför, t.ex. driftsbegränsningar i mottagningsanläggningen och varsamma metoder för uppförandet av inkapslingsanläggningen.

SSM anser att det finns motiv från strålsäkerhetssynpunkt för en samförläggning. Det gäller, utöver de samordningsfördelar som SKB själva pekar på, också osäkerheter gällande påverkan på bränslets mekaniska egenskaper i samband med långtidslagring av använt kärnbränsle. Vidare leder samförläggningen till en förbättring av skyddet av mottagningshallen mot missiler eller flygplanskrasch. En minskad hantering av det använda kärnbränslet kan också bedömas vara fördelaktigt från personalstrålskyddssynpunkt. Givet att SKB åtar sig de försiktighetsåtgärder från strålsäkerhetssynpunkt som behöver vidtas i samband med uppförandet, anser SSM att samlokalisering med Clab kan bedömas som det lämpligaste alternativet för inkapslingsanläggningen.

4 Utökad kapacitet Clab

4.1 Sammanfattande bedömning

SSM delar SKB:s bedömning att det förordade alternativet, att åstadkomma en mellanlagringskapacitet genom att vidta åtgärder och utöka verksamheten i Clab, innebär en mer effektiv användning av tillgängliga resurser. Alternativet innebär också att vissa potentiella risker i samband med bergarbeten kan begränsas jämför med alternativet att bygga ut Clab med ytterligare en bassäng. I jämförelse med torr mellanlagring innebär det förordade alternativet också att osäkerheter kopplade till bränslets degradering under en längre tids lagring kan undvikas, eller åtminstone begränsas. SSM kan samtidigt konstatera att det finns ett antal nackdelar med det av SKB förordade alternativet, men att flera av dessa olägenheter helt eller delvis kan undvikas genom vidtagande av åtgärder. Detta gäller såväl en mer robust utformning av anläggningens reservkylsystem som metoden för omhändertagande av de styrstavar som lagras vid anläggningen. En fördel med att utöka kapaciteten i Clab är att denna förstärkning av skyddet gäller allt använt kärnbränsle, och inte bara de 3 000 ton som denna del av prövningen omfattar. Under förutsättning att SKB åtar sig att vidta de förbättringar avseende strålskyddet och säkerheten som har identifierats bedömer SSM att effektivisering av lagringen av det använda kärnbränslet i Clab kan anses vara det lämpligaste alternativet att åstadkomma en utökad lagringskapacitet.

4.2 Krav

2 kap. 3 miljöbalken ställer krav försiktighetsmått som val av plats och utformning och användandet av bästa möjliga teknik. Enligt 6 kap. 7 § miljöbalken ska uppgifter finnas i



MKB. Val av teknik regleras även av föreskriftskrav, i synnerhet SSMFS 2008:1 om säkerhet vid kärntekniska anläggningar tillsammans med SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:26) om personalstrålskydd i verksamhet med joniserande strålning vid kärntekniska anläggningar och SSM:s föreskrifter (SSMFS 2008:12) om fysiskt skydd av kärntekniska anläggningar.

Miljöbalken kräver att de försiktighetsmått som bedöms vara rimliga vidtas. Vald utformning och lokalisering ska motiveras och bedömas mot alternativ, om sådana är möjliga. Granskningen handlar i detta fall i huvudsak om det finns sådana strålsäkerhetsmässiga risker med sökt alternativ som skulle kunna avhjälpas med annan lokalisering/utformning och motivera en sådan.

4.3 Underlag från SKB

I den ursprungliga ansökan enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet som inlämnades 2006, vilken kompletterades 2011 med en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) förutsåg SKB inga behov av att öka mellanlagringskapaciteten vid Clab. Ansökan avsåg fortsatt drift av Clab och att anläggningen senare skulle drivas integrerat med inkapslingsanläggningen som en gemensam anläggning benämnd Clink. Ansökan om driften av Clab och Clink var begränsad till en total kapacitet om att mellanlagra 8 000 ton använt kärnbränsle.

Den maximalt tillåtna kapaciteten (enligt nuvarande tillstånd liksom i de ursprungliga yrkandena) förväntas att uppnås år 2023. Genom att behov av ytterligare lagringskapacitet har identifierats genomförde SKB under hösten 2014 samråd med bl.a. SSM och inkom i januari 2015 med ett kompletterande yrkande om att få mellanlagra upp till 11 000 ton använt kärnbränsle i Clab/Clink och ett tillägg till MKB (SKBdoc 1459765). Samtidigt inlämnades ett förnyat underlag rörande Clink-anläggningen i sin helhet. Dessa aspekter kommenteras på annat ställe i granskningen.

I MKB, kapitel 5, anger och motiverar SKB det sökta alternativet såsom planerna var vid ansökanstillfället. Då ytterligare behov av lagringskapacitet har identifierats inkom SKB med ett tillägg till MKB (SKBdoc 1459765), samt bilaga om radiologiska konsekvenser (SKBdoc 1467351) tillsammans med tilläggsyrkandet.

SKB beskriver i MKB de alternativ till mellanlagring som studerades inför byggnationen av Clab. Den valda lokaliseringen av Clab motiverades utifrån flera faktorer, bl.a. tillgång till mark, geologiska förutsättningar, hamnkapacitet, förhållanden i farled samt möjlighet till teknisk försörjning och avfallshantering. Av de tre alternativ som utreddes som lämpliga - Forsmark, Studsvik och Simpevarp - bedömdes Simpevarp ha bättre byggtkniska förutsättningar.

I fråga om utökning av mellanlagringskapaciteten från 8 000 till 11 000 ton använt kärnbränsle vid Clab beskriver SKB dels vilka åtgärder som behöver vidtas för att det förordade alternativet ska vara lämpligt, dels vilka alternativ som har utretts. För att en utökning av mellanlagringskapaciteten i de båda befintliga bassängerna i Clab ska kunna genomföras behöver det använda kärnbränslet överföras till sådana kompaktkassetter som redan i dagsläget används för delar av bränslet. Vidare behöver kassetter som innehåller hårdkomponenter avlägsnas och, efter eventuell segmentering av styrestavarna, mellanlagras på annan plats.

I MKB redovisar i Bilaga K:20 (SKBdoc 1459765, avsnitt 4.2.2), att åtgärder i samband med utbyggnad av kapaciteten i Clab ger ett större utsläpp av tritium, men den förväntade dostillskottet till följd av utsläppet förväntas litet. Denna dos bedöms kunna sänkas när

segmenteringen utformas i detalj genom tillämpning av principerna för BAT och optimering. SKB anser att denna fråga inte är del av prövningen, utan redovisas som en följdverksamhet.

Med utgångspunkt från den planering av återstående drift av kärnkraftverken som gällde vid tiden för inlämnandet av ansökan, behöver den extra lagringskapaciteten finns driftklar runt år 2023. Även tekniska åtgärder behöver genomföras vid Clab, t.ex. en utökning av kylkapaciteten. Utöver en uppgradering av det ordinarie kylsystemet avser SKB att uppgradera reservsystemet för kylning. Detta bland annat genom ett system med luft som kylsänka för att öka redundansen i anläggningen samt genom att installera en tank med avsaltat vatten som räcker för 72 timmars kylning.

I Tilläggs-MKB beskriver SKB konsekvenserna av det förordade alternativet samt följdverksamheterna av de föreslagna åtgärderna. I Tilläggs-MKB beskriver SKB även alternativ till hur mellanlagringskapaciteten ska kunna åstadkommas; en utbyggnad av ett tredje berggrum i Clab, våt mellanlagring på kärnkraftverken, ny anläggning för våt mellanlagring samt torr mellanlagring. SKB gör bedömningen att det är lämpligast att utnyttja befintlig anläggning mer effektivt, dels för att det minimerar miljökonsekvenserna, dels för att det är den lösning som tar minst tid att genomföra. Endast om KBS-3-systemet skulle bli kraftigt försenat skulle något av de andra alternativen kunna vara aktuellt för att tillgodose ytterligare lagringskapacitet först efter år 2036. Totalt sett uppskattar SKB att det svenska kärnkraftprogrammet kommer att ge upphov till 12 000 ton använt kärnbränsle.

4.4 SSM:s bedömning

4.4.1 Alternativa sätt att utöka mellanlagringskapaciteten

SSM kan konstatera att SKB redan i början av 90-talet hanterade en liknande situation som den som nu uppstått gällande behov av att utöka lagringskapaciteten. Vid detta tillfälle ökades lagringskapaciteten från 3000 ton till 5000 ton genom att omlasta bränslet från normalkassetter till kompaktkassetter. I det nu aktuella fallet krävs, utöver en liknande omlastning, också en uppgradering av kylkedjan.

SSM anser att SKB har identifierat de viktigaste alternativen, nämligen: fortsatt våt mellanlagring vid kärnkraftverken, en ny eller utbyggd anläggning för våt mellanlagring eller en anläggning för torr mellanlagring av det använda kärnbränslet.

SSM kan med utgångspunkt från redovisningen konstatera att SKB anser att det i egentlig mening inte finns några reella alternativ för att i tid till år 2023 åstadkomma en tillräcklig ökning av den gemensamma lagringskapaciteten, annat än att genomföra en omflyttning till kompaktkassetter och en utbyggnad av kylkedjan. SSM delar SKB:s bedömning att förutsättningarna är begränsade för att inom angiven tid åstadkomma ett tredje berggrum i Clab, eller att anlägga en ny anläggning för våt eller torr mellanlagring. Samtidigt menar SSM att redovisningen är otydlig i fråga om vilka möjligheter det finns att på kort sikt utöka lagringskapaciteten vid bassängerna vid kärnkraftverken, och om denna kapacitet är tillräcklig för att på så sätt ge tillräcklig tid för att möjliggöra en utbyggnad av Clab med ett ytterligare berggrum eller på annat sätt åstadkomma nödvändig lagringskapacitet. Av redovisningen står det dock klart att det vid kärnkraftverken inte finns kapacitet att fortsatt mellanlagra det kärnbränsle som uppstår under en längre tid. Avsaknaden av ytterligare gemensam mellanlagringskapacitet kan i förlängningen därför påverka möjligheterna för fortsatt energiproduktion vid kärnkraftverken. På sikt krävs således en utbyggnad av mellanlagringssystemet.

4.4.2 Koppling till avveckling

Den aviserade tidigarelagda avvecklingen av ett antal kärnkraftsreaktorer kan dock påverka tidsplaneringen, både på kort och på lång sikt. På kort sikt påverkas mellanlagringsbehoven genom det önskemål som OKG och Ringhals uttryckt om att avlägsna bränslet från kärnkraftsanläggningarna för att så snart som möjligt kunna inleda avvecklingsarbetet. Detta kan enligt SSM:s bedömning innebära att behovet av utökad lagringskapacitet inträffar tidigare än 2023, förutsatt att avvecklingsplaneringen inte ska påverkas. Det kan finnas strålsäkerhetsmässiga skäl att inte onödigtvis försena inledandet av avvecklingsarbetet, men några års försening bör enligt myndighetens bedömning vara av mindre betydelse, ekonomiska faktorer oaktade. På lång sikt innebär tidigarelagd avveckling att en totalt sett mindre mängd bränsle produceras, vilket medför att det ansökta kapacitetstaket om 11 000 ton använt kärnbränsle kan förväntas uppnås vid ett senare tillfälle.

4.4.3 Behov av ytterligare kapacitetsökning

Givet att SKB erhåller tillstånd att utöka kapaciteten till 11 000 ton använt kärnbränsle, kan ytterligare åtgärder behöva vidtas för att säkerställa att tillräcklig lagringskapacitet finns tillgänglig när detta kapacitetstak nås. Enligt de förutsättningar som gällde i samband med inlämnandet av tillståndsansökan förväntas denna mängd använt kärnbränsle nås år 2036, vilket enligt SSM:s bedömning ger förhållandevis begränsade marginaler för ytterligare förseningar. Mot hittills vunna erfarenheter, delar SSM inte SKB:s bedömning att förseningar på drygt fem år för drifttagandet av KBS-3-systemet skulle betraktas som ”kraftiga förseningar”. SSM bedömer mot denna bakgrund att det är angeläget att SKB i god tid, för det fall tillstånd ges, initierar och planerar för nödvändiga åtgärder för att mellanlagra de återstående 1 000 ton använt kärnbränsle som ryms inom ramen för programmet och som ansökan omfattar.

4.4.4 Utformning av valt alternativ

SSM har i granskningen kunnat konstatera att SKB har haft för avsikt att tillgodoräkna sig tillgängligheten hos driftsystem och tillämpa anpassade analysförutsättningar då anläggningens kapacitet att hantera H2 – H4 händelser ska påvisas (se Bilaga 2 för SSM:s reglering av utsläpp vid normaldrift och i samband med olika störningar och missöden). SKB motiverar detta med att det inte är säkerhetsmässigt motiverat att kräva tillämpning av säkerhetsklassade system vid Clab för händelser som inte ingick i ursprunglig konstruktionsgrund. Det framkommer inte heller av ansökansunderlaget vilka driftsystem som SKB avser tillgodoräkna. Utifrån den information som SSM har erhållit gällande SKB:s planer har SKB inte för avsikt att säkerhetsklassa den ordinarie kylkedjan (system 736) (se SSM2015-2865-17).

SSM meddelade i samband med den inledande granskningen av Clink-ansökan att SSM inte godtar tillgodoräkning av icke säkerhetsklassade system på det sätt som SKB avsåg att göra (SSM2011-3656-18). SSM ansåg därför att SKB behöver se över utformningen av anläggningen för att kraven enligt bl.a. 4 kap. 1 § SSMFS 2008:1 ska kunna uppfyllas. SSM har genomfört en sakgranskning av den reviderade Clink-ansökan (SKB 2014) och kan av denna granskning konstatera att SKB nu utvecklat ett säkerhetsklassningssystem i syfte att vara anpassat till Clink och den verksamhet som bedrivs vid anläggningen. SKB:s säkerhetsklassningssystem utgår till viss del från principer för säkerhetsklassning enligt internationell säkerhetsstandard (IAEA SSG-30). SSM anser dock att SKB behöver arbeta vidare med och förtydliga det klassningssystem (säkerhetsklass inklusive underliggande klasser) som ska tillämpas för anläggningen i syfte att uppnå god kvalitet i konstruktionen och därigenom bidra till djupförsvarsnivå ett. Detta innebär att SSM bedömer att det finns förutsättningar för SKB att uppfylla kraven, givet att utformningen justeras i enlighet med de synpunkter som framkommer av granskningen.

I Tilläggs-MKB ger SKB en övergripande beskrivning av vilka åtgärder med avseende på reservkylsystemet som man har för avsikt att vidta. SSM utgår vid jämförelsen med andra alternativ att SKB är beredda att ta till sig de synpunkter som lämnas i granskningen gällande utformningen av anläggningen för det sökta alternativet. I detta ingår att de tekniska system som tillgodoräknas i säkerhetsanalysen är säkerhetsklassade även för de ursprungliga delarna av anläggningen, dvs. mottagningsdel och förvaringsdelen i Clab. Detta gäller reservkylsystemets konstruktion, kapacitet och klassning. Det kommer att innebära en höjning av strålsäkerheten för såväl det använda kärnbränsle om 8 000 ton som nuvarande tillstånd medger, som de 3 000 ton som prövningen omfattar.

4.4.5 Bedömning av olika alternativ

Mot bakgrund av ovanstående gör SSM följande bedömning av de olika alternativen och frågeställningar kopplade till dessa.

En fråga gäller hur den passiva kylningen ska värderas i fråga om torr mellanlagring av det använda kärnbränslet. Renodlas denna fråga bedömer SSM att det finns fördelar med detta alternativ då en sådan form av mellanlagring bör vara mer robust mot olika typer av yttre störningar, vilket inte minst erfarenheterna från olyckan i Fukushima pekar på. Systemet för att mellanlagra avfallet torrt är enklare då det bygger på passiv kylning och det krävs således inte fungerande system för kylning (och rening) av kylvattnet. Det finns samtidigt frågor som talar mot torr mellanlagring. En sådan potentiell nackdel, som SKB också lyfter fram, är att den torra mellanlagringen ger upphov till en högre lagringstemperatur för det använda kärnbränslet. SSM delar SKB:s bedömning att denna aspekt inte är oväsentlig, även om effekterna av detta till stor del bör kunna begränsas genom att i första hand fylla behållarna med bränsle med låg resteffekt. En ytterligare nackdel, som också SKB pekar på, är att det är frågan om en ny teknik för svenskt vidkommande.

Vad gäller alternativen som innebär att Clab byggs ut med ett tredje bergtrum, eller att en ny anläggning för våt mellanlagring uppförs på annat ställe, står det klart att dessa alternativ har vissa fördelar och nackdelar i jämförelse med det av SKB förordade alternativet. En fördel är att den ökade vattenvolymen som en tredje bassäng innebär att tiden innan vattnet börjar koka, liksom tiden till friläggning av bränslet, kommer att förlängas. Exakt hur stor påverkan blir är beroende av vattenvolymen, men uppskattningsvis förlängs tiden med 30 %. SSM bedömer att denna aspekt hade behövt tillmätas en stor betydelse i jämförelse mellan alternativen om inte restkylningssystemet uppgrederats. Till nackdelarna med att installera ett tredje bergtrum hör, utöver påverkan av möjliga förseningar, behovet att genomföra omfattande bergarbeten i närheten av anläggningen med de risker från strålsäkerhetsynpunkt som detta för med sig. Den senare nackdelen skulle undvikas för alternativet med en ny anläggning, i stället tillkommer behovet av att ytterligare en mottagningsanläggning behöver uppföras.

För att ge tillgång till mer lagringsutrymme i Clab planerar SKB för att bearbeta styrtavarna och avlägsna dessa tillsammans med andra hårdkomponenter. Dessa åtgärder är de som, tillsammans med en kompaktare lagring av kärnbränslet, ger möjlighet att fortsätta inlagringen av kärnbränsle i de befintliga bassängerna efter år 2023. Hårdkomponenterna behöver således avlägsnas inom den kommande 10 – 15-årsperioden. I samband med avlägsnandet överväger SKB att segmentera styrtavarna, vilket skulle ge upphov till en omfattande frigörelse av tritium.

Kapning av en styrtstav ger enligt SKB:s uppgifter upphov vattenutsläpp av tritium av samma storleksordning som de årliga utsläppen från ett kärnkraftverk. Antalet styrtstavar är cirka 2000. Denna aktivitetsfrigörelse är dock inte direkt kopplad till valt alternativ för att utöka lagringskapaciteten, styrtavarna behöver flyttas från Clab oavsett valt alternativ.



Tidpunkten när detta behöver ske skiljer sig dock åt, vilket är av betydelse med beaktande av tritiums relativt korta halveringstid om ca 12 år. SSM kan dessutom konstatera att det är tekniskt möjligt att i princip helt undvika frigörelsen av tritium genom att undvika den segmentering som planeras. Detta kräver dock att utformningen justeras av de avfallsbehållare som ska användas vid mellanlagringen och eventuellt även som slutförvarsemballage. Att använda en sådan typ av slutförvarsemballage var också SKB:s ursprungliga planer (Deep repository for long-lived low- and intermediate-level waste, Preliminary safety assessment, SKB TR-99-28). SSM har svårt att se att ett utsläpp av den storleksordningen skulle vara acceptabelt. SKB har i dagsläget inte presenterat någon teknisk lösning för att reducera utsläppen i samband med segmentering utan hänvisar till BAT och ALARA och kan behöva återgå till sina ursprungliga planer för omhändertagandet av styrestavarna om utsläppen inte kan begränsas.

Under förutsättning att SKB genomför en sådan modifiering av omhändertagandet som leder till att segmenteringen av styrestavarna kan undvikas, gör SSM bedömningen att det av SKB förordade alternativet inte är sämre än övriga i detta avseende. Om alternativet med segmentering kvarstår ska SKB ansöka om detta i särskild ordning där det framgår hur bästa möjliga teknik används för att begränsa utsläppen så långt som möjligt och rimligt.

SSM delar inte SKB:s bedömning att uttransport av hårdkomponenter ska betraktas som en följdverksamhet till sökt verksamhet. Myndigheten gör denna bedömning av samma skäl som att uttransporten av det använda kärnbränslet från Clab inte ses som en följdverksamhet till den verksamhet som avses bedrivas vid mellanlagret.

Sammanfattningsvis konstaterar SSM att det av redovisningen framkommer att SKB inte ser några realistiska alternativ att åstadkomma en permanent ökning av mellanlagringskapaciteten inom angiven tid utöver det alternativ som ansökan avser. SSM anser att denna begränsning av alternativen är bekymmersam och att det pekar på en bristande framförhållning i SKB:s planering. Frågan om det är möjligt att tillfälligt utöka lagringskapaciteten vid kärnkraftverken utreds inte i detalj av SKB, men ett sådant förfarande ersätter inte behovet av en mer permanent ökning av lagringskapaciteten.

SSM kan konstatera att det finns ett antal för- och nackdelar med det av SKB förordade alternativet. SSM delar SKB:s bedömning att det förordade alternativet innebär en mer effektiv användning av tillgängliga resurser. Alternativet innebär också att vissa potentiella risker i samband med bergarbeten kan begränsas jämfört med en utbyggnad av Clab. Alternativet innebär också att osäkerheter kopplade till bränslets degradering under en längre tids torr mellanlagring kan undvikas, eller åtminstone begränsas. SSM kan samtidigt konstatera att det finns ett antal nackdelar med det av SKB förordade alternativet, men att flera av dessa olägenheter helt eller delvis kan undvikas genom de åtgärder som framgår enligt ovan. Detta gäller såväl en mer robust utformning av anläggningens reservkylsystem som metoden för omhändertagande av de styrestavar som lagras vid anläggningen. En fördel med att utöka kapaciteten i Clab är att denna förstärkning av skyddet gäller allt använt kärnbränsle, och inte bara de 3 000 ton som denna del av prövningen omfattar. Under förutsättning att SKB åtar sig att vidta de förbättringar avseende strålskyddet och säkerheten som har identifierats, vilka framgår enligt ovan, bedömer SSM att det förordade alternativet kan anses vara det lämpligaste sättet att åstadkomma en utökad lagringskapacitet. SSM har dessutom nyligen fått uppgifter från SKB (SSM2016-76-5) om att segmentering av styrestavarna inte längre planeras.

Del 3 MKB och transporter

1. Sammanfattande bedömning

1.1 Övergripande bedömning om MKB och samrådet

SSM anser att miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) med kompletteringar, och med stöd av ansökan enligt kärntekniklagen, ger underlag för myndigheten att kunna bedöma frågor kopplade till strålsäkerheten i prövningen enligt miljöbalken. Myndigheten gör den övergripande bedömningen att strålsäkerhetsfrågor är tillräckligt utredda och beskrivna för detta skede av den stegvisa tillståndsprövningen enligt kärntekniklagen. SSM bedömer således att det finns uppgifter i MKB, med kompletteringar och andra delar av tillståndsansökan, för att utifrån strålsäkerhet påvisa och bedöma den huvudsakliga påverkan av verksamheten på hälsa och miljö.

SSM gör även bedömningen att samrådet inför upprättande av MKB kan godtas avseende strålsäkerhetsfrågor. Myndigheten konstaterar att samråd har skett i tid, med rätt parter och har behandlat de frågeställningar som samråd ska ta upp. SSM har haft möjlighet att ge synpunkter under samrådet och SKB har bemött myndighetens synpunkter. Eventuella brister i samrådet som framkommer under prövningsprocessen, t.ex. om andra aktörer har frågor som inte har bemötts, kommer SSM att beakta inför yttrandet till regeringen.

1.2 Beskrivningen av den sökta verksamheten och dess konsekvenser

SSM bedömer att MKB efter kompletteringar tillräckligt beskriver verksamheten, med avseende på strålsäkerhet, genom uppgifter om lokalisering, utformning och omfattning. Myndigheten har dock synpunkter på vissa delar av redovisningen kopplat till avgränsning av MKB och tydlighet. SSM bedömer ändå inte att ansökan i detta avseende har brister av en sådan art och omfattning att denna bör avvisas.

Myndigheten bedömer övergripande att de resultat som redovisas i MKB överensstämmer med vad som redovisats i övriga delar av ansökningarna enligt kärntekniklagen och att resultaten understöds av säkerhetsanalyserna. SSM har dock i vissa frågor avseende SR-site gjort andra bedömningar än SKB av olika processers och betingelsers betydelse för den långsiktiga strålsäkerheten och de osäkerheter som de är behäftade med, vilket beror på att den befintliga kunskapen värderas olika av SSM och SKB. Myndigheten anser att de ovan nämnda processerna mer utförligt behöver analyseras och värderas i den utökade säkerhetsanalys (PSAR) som ska göras för nästa steg och bedömer att SKB har förutsättningar att ta fram ett sådant underlag. Enligt myndigheten är det en fråga om att vidareutveckla underlaget inför kommande steg i den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen och inte av den betydelsen att SSM inte kan bedöma ansökan och de slutsatser som SKB redovisar om slutförvarets omgivningspåverkan.

1.3 Alternativredovisningen

SSM bedömer att MKB-dokumentet med kompletteringar uppfyller de grundläggande kraven på en översiktlig redovisning av övervägda alternativ med motivering till den valda lösningen och att tillräckligt underlag om alternativ finns i ansökan för att myndigheten ska kunna bedöma denna.

När det gäller alternativet djupa borrhål är SSM:s bedömning att det inte är möjligt att komplettera ansökan utan ytterligare omfattande undersökningar. Efter granskning av den sökta metoden KBS-3 och med hänsyn taget till de utmaningar och oklarheter som finns



kring om djupa borrhål går att utveckla till ett mer strålsäkert alternativ som kan uppfylla myndighetens krav bedöms detta inte som rimligt.

1.4 MKB:s syfte att möjliggöra en samlad bedömning

Ett syfte med MKB är att berörda och allmänhet ska få en samlad bild av den sökta verksamheten och dess effekter på hälsa och miljö. MKB med kompletteringar och läsanvisningen K:10 ger tillräckligt stöd för myndigheten att se vilket underlag i ansökan som åberopas av SKB för att kunna göra en samlad bedömning med avseende på strålsäkerhet. Samtidigt är slutförvarsansökan ett unikt fall, där omfattningen och behovet av allmänhetens, domstolens, myndigheters och regeringens förståelse ställer höga krav på tydlighet och möjliggörandet av en samlad bedömning. Vid yttrandet till mark- och miljödomstolen den 24 juni 2015 bedömde SSM att MKB kunde kungöras med ansökan, men påpekade samtidigt att MKB skulle tjäna på att revideras.

1.5 Transporter mellan anläggningarna

När det gäller de transporter av använt kärnbränsle och kärnavfall som inte ingår i ansökan om tillstånd, men som är en förutsättning för genomförandet av slutförvarssystemet, bedömer SSM att underlaget i MKB och ansökan ger en tillräcklig och riktig bild av både den nuvarande transportverksamheten mellan de befintliga anläggningarna och de transporter som den sökta verksamheten innebär.

2 Inledning

SSM gör i denna del en bedömning av om den MKB som har bifogats ansökan om slutförvar och ansökan om en inkapslingsanläggning kan godtas som underlag för myndighetens bedömning av strålsäkerhetsfrågor i prövningen enligt miljöbalken. Efter att frågan om tillåtlighet enligt 17 kap. miljöbalken har beretts av mark- och miljödomstolen tar SSM slutligt ställning till om MKB uppfyller kraven i 6 kap. miljöbalken och om myndigheten därmed kan rekommendera regeringen att godkänna den enligt 6 kap. 9 § miljöbalken.

SSM gör även en bedömning av om SKB har förutsättningar att uppfylla strålsäkerhetskraven för de transporter som beskrivs i MKB, men som inte omfattas av ansökan.

SKB:s ansökningar enligt kärntekniklagen och miljöbalken innehåller samma MKB (SKB 2011a). SKB har i samband med tilläggsyrkande om utökad kapacitet i Clab även lämnat in ett tillägg till MKB (SKBdoc 1459765, här betecknad Tilläggs-MKB).

Ansökningarna och MKB har kompletterats i flera omgångar (I den 2 april och 28 juni 2013, II den 4 september 2014, III den 30 mars och IV den 25 september 2015). Utöver detta har ett antal kompletteringar av säkerhetsanalyserna inkommit till SSM.

2.1 Myndighetens granskning

Myndigheten har granskat SKB:s beskrivning av verksamhetens omgivningspåverkan utifrån flera perspektiv. Dels som underlag för myndighetens bedömning av strålsäkerhet, dels av MKB som ett centralt underlag för allmänhet och beslutsfattare där SSM har en särskild roll som beredande myndighet inför regeringens beslut om MKB kan godtas som underlag för prövning.

Myndighetens bedömning av om miljöeffekterna av den planerade verksamheten, samt möjliga skadeförebyggande åtgärder, är tillräckligt utredda och beskrivna med avseende på strålsäkerhet hör samman med granskning och bedömning av de preliminära säkerhetsanalyserna som MKB hänvisar till.

Då säkerhetsanalyserna uppdateras i samband med kommande steg i tillståndsprövningen enligt kärntekniklagen tar SSM i bedömningen av underlagets tillräcklighet hänsyn till att det kommer att krävas ett mer utvecklat underlag från SKB i de uppdaterade säkerhetsanalyserna för att få myndighetens godkännande för verksamheten även efter att beslut har fattats om föreliggande MKB.

2.2 Krav på MKB

Enligt kärntekniklagen ska en MKB ingå i en ansökan om tillstånd att uppföra, inneha eller driva en kärnteknisk anläggning (5 c § kärntekniklagen). I fråga om förfarandet för att upprätta MKB och kraven på denna gäller 6 kap. miljöbalken.

2.3 Syftet med MKB

Syftet med en MKB är att identifiera och beskriva de direkta och indirekta effekter som den planerade verksamheten kan medföra dels på människor, djur, växter, mark, vatten, luft, klimat, landskap och kulturmiljö, dels på hushållningen med mark, vatten och den fysiska miljön i övrigt, dels på annan hushållning med material, råvaror och energi. Vidare är syftet att möjliggöra en samlad bedömning av dessa effekter på människors hälsa och miljön (6 kap. 3 § miljöbalken).

I förarbetena till miljöbalken anges att syftet med en MKB är att skapa ett bra underlag för ett beslut (prop. 1997/98:45 del 2, s. 56). En MKB utgör ett obligatoriskt och centralt dokument vid tillståndsprövning. Den ska ingå som en del i beslutsunderlaget och möjliggöra en samlad bedömning av en planerad verksamhets inverkan på miljön, hälsan och hushållningen med naturresurser (del 1, s. 272). En redovisning av alternativ är en viktig förutsättning för att syftet med en MKB ska kunna uppfyllas (del 1, s. 290). Av praxis framgår tydligt att MKB inte får begränsas till den verksamhet som ansökan avser utan ska omfatta hela projektet och dess samlade effekter, direkt och indirekt.

2.4 Innehållet i en MKB

Kärntekniklagen hänvisar till miljöbalken gällande krav på innehåll i MKB. I miljöbalken regleras detta i 6 kap. 7 § miljöbalken:

Miljökonsekvensbeskrivningen ska, i den utsträckning det behövs med hänsyn till verksamhetens eller åtgärdens art och omfattning, innehålla de uppgifter som behövs för att uppfylla syftet (se 6 kap. 3 § miljöbalken). För verksamheter som kräver tillstånd eller tillåtlighet enligt miljöbalken ska miljökonsekvensbeskrivningen alltid innehålla:

- 1. en beskrivning av verksamheten eller åtgärden med uppgifter om lokalisering, utformning och omfattning,*
- 2. en beskrivning av de åtgärder som planeras för att skadliga verkningar ska undvikas, minskas eller avhjälpas och hur det ska undvikas att verksamheten eller åtgärden medverkar till att en miljö kvalitetsnorm enligt 5 kap. inte följs,*
- 3. de uppgifter som krävs för att påvisa och bedöma den huvudsakliga inverkan på människors hälsa, miljön och hushållningen med mark och vatten samt andra resurser som verksamheten eller åtgärden kan antas medföra,*
- 4. en redovisning av alternativa platser, om sådana är möjliga, samt alternativa utformningar tillsammans med dels en motivering varför ett visst alternativ har*



- valts, dels en beskrivning av konsekvenserna av att verksamheten eller åtgärden inte kommer till stånd, och*
5. *en icke-teknisk sammanfattning av de uppgifter som anges i 1–4.*

Vidare framgår det av tredje stycket att länsstyrelsen, inom ramen för samrådsförfarandet, kan begära att även andra jämförbara sätt att nå samma syfte ska redovisas.

I förarbetena (prop. 2004/05:129 s. 56) understryks att det alltid är sökanden som ansvarar för att alla relevanta uppgifter finns i MKB. Vidare påpekas att den beslutande myndigheten, när den ska pröva ansökan och MKB, alltid kan begära komplettering om beskrivningen inte uppfyller kraven och därmed inte utgör ett fullgott beslutsunderlag. I rättstillämpningen förekommer emellertid tveksamheter att godta MKB då kompletteringar gjort MKB svår att överblicka och det finns svårigheter att dra slutsatser om konsekvenserna. Praxis saknas dock (jämför Vänersborgs tingsrätts dom 2012-12-06 i M 1429-11, Trälshults vattenkraftverk, Laholm, och Östersunds tingsrätts slutliga beslut 2015-03-17 i M 1754-10, Brickagruvan, Hudiksvall).

Enligt förarbetena ska kraven på innehåll och omfattning av en MKB stå i proportion till verksamhetens potentiella miljöpåverkan samt vad ansökan avser (prop. 1997/98:45, del 1, s. 281). Mot denna bakgrund bedömer SSM att höga krav ska ställas i detta fall. Det gäller dels generella frågor som hantering av samråd och alternativ, där tydlighet och pedagogik är relevanta kvalitetskriterier, dels i fråga om redovisningen av kärnsäkerhet och strålskydd. De sistnämnda frågorna behandlas i huvudsak i särskilda rapporter.

2.5 Godkännande av en MKB

Den särställning MKB har i prövningen av en ansökan understryks av att den prövande myndigheten ska godkänna MKB, d.v.s. ta ställning till om MKB uppfyller kraven i 6 kap. miljöbalken. Detta ska ske genom ett särskilt beslut eller i samband med avgörandet av ärendet, men fristående från själva prövningen av ansökan (6 kap. 9 § miljöbalken). Ställningstagandet till MKB ska motiveras.

Vid prövningen av ansökan ska prövningsmyndigheten beakta innehållet i MKB och resultatet av samråd och yttranden från samråd inför framtagandet av MKB, såväl som yttranden efter kungörelse av ansökan.

Prövningen för godkännande avser både dokumentationen och samråd inför framtagandet av MKB. Dokumentationen kan normalt kompletteras efter ansökan men inte samråd (jämför MÖD 2002:15, 2002:39, 2003:88 och dom 2014-11-24 i M 1859-14). En godkänd MKB är en förutsättning för att pröva en ansökan. Om MKB inte kan godkännas ska ansökan avvisas. I fråga om slutförvar för använt kärnbränsle är det regeringen som fattar beslut både om tillstånd kan lämnas och om MKB kan godkännas.

2.6 SSM:s roll vid bedömning av MKB

Parallellt med myndighetens beredningsansvar för regeringens beslut är SSM också remissinstans åt mark- och miljödomstolen för den ansökan som lämnats in enligt miljöbalken.

Mark- och miljödomstolen ska göra en prövning enligt miljöbalken av om MKB omfattar alla de olägenheter som kan tänkas uppkomma i verksamheten. Vid SSM:s prövning av MKB enligt kärntekniklagen är det främst strålsäkerhetsaspekterna som ska beaktas. Myndigheten ska även ta ställning till om MKB ger underlag för samlad bedömning med

tanke på allmänna krav om alternativ, process och tydlighet. I detta ingår att utvärdera ändamålen, eftersom dessa sätter ramar för MKB.

Efter prövningen i mark- och miljödomstolen tar SSM ställning till om den föreslagna verksamheten med avseende på strålsäkerhet leder till direkta eller indirekta effekter som – tillsammans med andra effekter – kan antas leda till beaktansvärda konsekvenser för något av intressen inom hälsa, miljö och hushållning.

Sammanfattningsvis ska SSM i yttrandet till regeringen ange dels hur allmänna krav på MKB har bedömts, dels utvärdera underlag och konsekvensbedömningar i MKB med fokus på strålsäkerhet. Mot bakgrund av detta ska SSM lämna sin rekommendation till regeringen när det gäller godkännande av MKB.

2.7 SSM:s granskning av MKB

SSM har deltagit i samråden inför upprättandet av MKB och framfört synpunkter som innebär att SKB bör ha en hög ambitionsnivå när det gäller samråd och hanteringen av alternativ. SSM har även begärt att SKB ska komplettera MKB.

I yttrandet till mark- och miljödomstolen den 24 juni 2015 bedömde SSM att MKB var av tillräcklig kvalitet för att MKB och ansökan skulle kunna kungöras (SSM2015-2076-2). Denna bedömning gäller om MKB formellt kan godkännas som tillräckligt underlag för prövning, dvs. om MKB uppfyller de höga krav som kan ställas för att kunna godkännas med hänsyn till att kraven ska vara skäliga och rimliga i detta skede av processen.

2.7.1 Övergripande bedömningskriterier

För att ta ställning till om MKB möjliggör en samlad bedömning utifrån ett strålsäkerhetsperspektiv har SSM tagit fram följande övergripande bedömningskriterier utifrån miljöbalkens krav.

1. Är ansökans formulering av ändamålen godtagbar och kopplad till avgränsningen av MKB?
2. Är alternativredovisningen i MKB och övriga delar av ansökan tillräcklig?
3. Är miljöeffekterna av den planerade verksamheten, samt möjliga skadeförebyggande åtgärder, tillräckligt utredda och beskrivna med avseende på strålsäkerhet?
4. Möjliggör MKB en samlad bedömning?
5. Har samråd genomförts på ett godtagbart sätt?

För bedömningen av MKB är det av relevans dels hur slutsatser tagits in i MKB och påverkat samlade slutsatser, dels tydlighet och sökbarhet i beskrivningen. Avgörande för om SSM kan tillstyrka godkännande av MKB såväl som ansökningarna är granskningen av säkerhetsredovisningarna. Dessa måste ge stöd för slutsatserna i MKB.

3 Ändamålet vid bedömning av MKB/ansökan

3.1 Krav

Hur ändamålet med verksamheten är formulerat är centralt eftersom det sätter ramar för verksamheten som ska bedömas. Ändamålet ska klargöra vad som är syftet med den sökta verksamheten, alltså klargöra vad som ska lösas och inte hur det ska lösas.

Formuleringen av ändamålet avgör därför vilka alternativ som ryms inom ramen för prövningen, eftersom det enbart är alternativ som uppfyller ändamålet med verksamheten



som kan bli aktuella att redovisa inom ramen för MKB. Av praxis framgår det att ändamålsformuleringen inte kan begränsas till det som sökanden vill genomföra, utan även sådana åtgärder som ligger utanför sökandens uppdrag kan behöva redovisas (jfr. beslutsprocessen för Effektivare Nord-sydliga förbindelser och länsstyrelsens i Stockholm län beslut 2002-03-01 om betydande miljöpåverkan). Det ligger i prövande instans uppgift att ta ställning till om ändamålsformuleringen kan godtas.

3.2 Underlag från SKB

SKB beskriver som ändamål dels problem som projektet syftar till att lösa, dels generella krav (regler) som sätter ramar för hur sådana lösningar idag kan utformas. Ändamålet är inte formulerat på samma sätt i ansökningarna enligt miljöbalken respektive kärntekniklagen. I den senare står det uttryckligen att KBS-3 är metoden för att slutförvara det använda kärnbränslet.

I MKB, avsnitt 2, anger SKB olika kriterier för ändamålet med den sökta verksamheten, se nedan (sammanfattat av SSM).

Ändamålet med den sökta verksamheten är att:

- mellanlagra det använda kärnbränslet på ett säkert sätt och tillräckligt lång tid för att radioaktivitet och värmeavgivning ska avklinga så att inkapsling och slutlig förvaring av bränslet underlättas,
- slutförvara det använda kärnbränslet för att skydda människors hälsa och miljön mot skadlig verkan av joniserande strålning från det använda kärnbränslet, nu och i framtiden,
- kärnbränslet från de svenska reaktorerna ska slutförvaras inom Sveriges gränser med berörda kommuners medgivande,
- anläggningarna ska utformas så att olovlig befattning med kärnbränsle förhindras,
- slutförvarets säkerhet efter förslutning ska baseras på ett system av passiva barriärer och utformas så att det förblir säkert även utan framtida underhåll eller övervakning, och
- slutförvaret ska etableras av de generationer som dragit nytta av den svenska kärnkraften.

SKB har efter fråga från SSM förtydligat att skydd av miljö och hälsa mot skadlig inverkan av joniserande strålning har högsta prioritet och utgör ett absolut krav. Principen att etablera slutförvaret av de generationer som dragit nytta av den svenska kärnkraften väger enligt SKB tungt eftersom det finns en risk med att avvakta med genomförandet för att utveckla en alternativ metod i ett läge där det finns en metod som uppfyller de grundläggande kraven. SKB menar att det endast är motiverat att inte tillämpa denna princip om den föreslagna KBS-3-metoden visar sig vara förenad med strålskyddsmässiga tillkortakommanden eller om en alternativ metod redan på konceptstadiet visar på klara strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med KBS-3-metoden och att detta koncept med säkerhet kan utvecklas till en industriellt användbar metod.

3.3 SSM:s bedömning om avgränsning i MKB mot bakgrund av ändamål

Myndigheten bedömer sammantaget att SKB:s formulering av ändamålen med den sökta slutförvarsverksamheten inte har lett till en orimlig avgränsning av MKB och annan redovisning i ansökan.

3.3.1 Det övergripande ändamålet

En övergripande fråga är hur de av SKB formulerade ändamålen har använts för att formulera och välja bort alternativ i ansökan och MKB. Alla omständigheter kan inte godtas som ändamål och alla delar av ändamålen kan inte anses ha samma prioritet.



Att projektet ”ska skydda människors hälsa och miljö mot skadlig verkan av joniserande strålning nu och i framtiden”, är enligt SKB en prioriterad del av ändamålen. SSM delar denna uppfattning och ser också detta som det bakomliggande, yttersta syftet som andra delar av ändamålen måste underordnas.

Det är tydligt att det övergripande ändamålet att långsiktigt skydda mot skadliga verkningar av strålning har varit SKB:s utgångspunkt för att avgränsa projektet och MKB. Vid framtagandet av ansökan och dess underlag har SKB emellertid även tagit stöd av andra, ovan nämnda kriterier, för att definiera ändamålet och därmed avgränsa vad som redovisas i MKB.

3.3.2 Generationsmålet

SKB har fäst stor vikt vid att slutförvar ska etableras av de generationer som har dragit nytta av den svenska kärnkraften. Enligt SSM är detta inte ett krav men väl en ambition som har kommit till uttryck i Konvention om säkerheten vid hantering av använt kärnbränsle och om säkerheten vid hantering av radioaktivt avfall, Wien den 5 september 1997, den s.k. avfallskonventionen (Europeiska Unionens Råd, Direktiv 2011/70/EURATOM). Det är ett mål att behoven hos dagens generation tillgodoses utan att äventyra möjligheten för kommande generationer att tillgodose sina behov. Vidare formuleras i konventionen allmänna strålsäkerhetskrav och att parter ska vidta lämpliga åtgärder för att ”sträva mot att undvika att lägga otillbörliga bördor på kommande generationer”. Avfallskonventionen ratificerades i enlighet med prop. 1997/98:145, se bilaga 59, artikel 1 (mål) och 4 (allmänna säkerhetskrav p vii).

SSM uppfattar SKB:s inställning som att förslag som skjuter fram frågan till kommande generationer behöver utredas som alternativ bara om KBS-3 visar sig ha strålskyddsmässiga tillkortakommanden eller om förslag redan på konceptstadiet visar strålsäkerhetsmässiga fördelar jämfört med KBS-3 samt med säkerhet kan utvecklas till en industriellt användbar metod.

SSM anser det inte rimligt att generationsmålet ges samma prioritet som ändamålet strålsäkerhet. Generationsmålet kan enligt SSM:s uppfattning inte godtas som ett isolerat och avgörande ändamål som utesluter andra metoder än KBS-3. En sådan användning av ändamål skulle leda till att miljöbalkens hänsyns krav, särskilt försiktighetsprincipen och bästa möjliga teknik, kringgås. Det kan inte anses vara lagstiftarens avsikt att begränsa krav på alternativ och hänsyn på sådant sätt. SSM bedömer dock att generationsmålet är en viktig faktor i samband med den rimlighetsavvägning som ska ske enligt 2 kap. 7 § miljöbalken, tillsammans med en bedömning av andra risker och möjligheter med att senarelägga omhändertagandet av det använda kärnbränslet.

Trots att SKB anger generationsmålet som ett skäl för avgränsning finns i det samlade underlaget uppgifter om andra metoder än KBS-3. SKB har också inkluderat andra metoder i samrådet. MKB och annat underlag ger därmed en översikt av övervägda alternativ. SSM konstaterar därför att SKB:s hänvisning till generationsmålet som ett motiv för avgränsning av redovisningen av alternativ i MKB inte stämmer i praktiken.

3.3.3 Kriterium för avgränsning av platser

När det gäller ändamålet att endast undersöka platser i kommuner som på frivillig grund deltar kan redovisningen av alternativa lokaliseringar i MKB vara en osaklig begränsning av underlaget för frågan om bästa plats. Det finns en formell möjlighet för regeringen att medge lokalisering trots kommunalt veto, men inte om det finns en lämplig plats i frivillig kommun. Regeringen har dock i detta fall uttalat att frivillighet är en förutsättning för urvalet av platser (Regeringsbeslut 22, 2001-11-01, M2001/2840/Mk, M2001/2750/Mk, M2001/1469/Mk). SSM bedömer av dessa skäl att det är rimligt att ändamålet omfattar



frivillighet, vilket därmed ger grund för den avgränsning av utredningar och MKB som SKB har gjort.

3.3.4 Slutförvar som ändamål i förhållande till hushållnings- och kretsloppsprincipen

Enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet ska den som har tillstånd till kärnteknisk verksamhet svara för att de åtgärder vidtas som behövs för att kärnämne och kärnavfall placerats i ett slutförvar som slutligt förslutits. Detta anges även av SKB som ett ändamål med den sökta verksamheten. Frågor med koppling till hushållnings- och kretsloppsprincipen enligt 2 kap. 5 § miljöbalken har dock behandlats i ansökan och ändamålsformuleringen har därmed inte lett till en osaklig avgränsning av det redovisade underlaget.

3.3.5 Kriterier om hur slutförvarssystemet ska utformas

Det finns en rad kriterier i MKB om utformning som inte bör ingå i ändamålet, t.ex. inkapsling. Detta har dock inte enligt SSM:s uppfattning lett till en osaklig avgränsning av MKB.

SKB anger att inkapslingsanläggningen och slutförvaret ska utformas så att olovlig befattning med kärnbränsle förhindras. Slutförvarets strålsäkerhet efter förslutning ska baseras på ett system av passiva barriärer och utformas så att det förblir strålsäkert även utan framtida underhåll eller övervakning.

SSM bedömer att det ingår i ändamålet att förhindra olovlig befattning med det använda kärnbränslet. Likaså är det en del av ändamålet att förvara utan underhåll och övervakning, även om viss form av institutionell kontroll kan vara berättigad. Enligt SSM:s mening är detta också högt prioriterade delar av ändamålet, men underordnat skyddet av människor och miljö.

Att slutförvaret ska byggas på ett system av passiva barriärer ser SSM som ett krav av samma karaktär som kravet på användande av bästa möjliga teknik, men det utgör inte ett ändamål med verksamheten. Det innebär att alternativ inte kan uteslutas enbart på grund av att de inte uppfyller krav på system av passiva barriärer.

3.3.6 Styrande regler som ändamål

SKB anger som en del av ändamålet att utformningen grundar sig på övergripande krav och förutsättningar som samhället formulerat i svensk lagstiftning och ingångna internationella överenskommelser.

SSM bedömer att syftet med verksamheten i grunden inte är att uppfylla svensk rätt eller internationella konventioner utan att omhänderta det använda kärnbränslet. Även inom andra områden finns det lagkrav som verksamhetsutövaren har att förhålla sig till och som påverkar val av plats och utformning. Möjligtvis är verksamhetsutövaren i detta fall något mer begränsad i sitt val av lösning, men det gör ändå inte kraven till ändamål.

SKB har angett att inkapslings- och slutförvarsanläggningen ska uppföras och drivas med säkerhet, strålskydd och miljöhänsyn i fokus. SSM menar att detta egentligen inte är något ändamål utan snarare ett åtagande från verksamhetsutövaren om ambitioner av hur projektet ska genomföras då det finns motstridiga intressen. SSM har föreskrifter som stöd för att omhändertagandet ska vara så strålsäkert som möjligt och rimligt. SSM finner det dock positivt att SKB även betonar detta.



4 Alternativredovisningen i MKB

I detta avsnitt bedöms SKB:s redovisning av nollalternativ samt översiktligt SKB:s redovisning av alternativa platser och utformningar i MKB med kompletteringar.

SSM har i granskningen av SKB:s underlag kontrollerat att detta uppfyller relevanta bestämmelser om utformningen av och innehållet i en ansökan med tillhörande MKB i fråga om alternativ.

4.1 Krav

Syftet med en MKB är enligt 6 kap. 3 § miljöbalken bl.a. att möjliggöra en samlad bedömning av den planerade verksamhetens effekter på människors hälsa och miljö. Uppgifter som behövs för att uppfylla syftet framgår av 6 kap. 7 § miljöbalken, bl.a. redovisning av alternativ. Hur långtgående detta krav ska tolkas beror på verksamhetens art och omfattning.

Om verksamheten kan antas medföra en betydande miljöpåverkan ska alternativa utformningar alltid redovisas och, om möjligt, alternativa platser. För en verksamhet som kan antas medföra en betydande miljöpåverkan får länsstyrelsen ställa krav på redovisning av andra jämförbara sätt att nå syftet.

När det gäller hur långtgående kravet på redovisningen av alternativ ska tolkas finns några rättsliga avgöranden av intresse. Enligt ett avgörande i Högsta domstolen (NJA 2009:34), som gäller hur förslag som väcks under samrådet ska hanteras, får sökanden inte vara obenägen att se alternativ till den lösning som sökanden själv förordar.

Ansökningsunderlaget ska utformas så att andra intressenter och ytterst den beslutande får underlag för egen bedömning. Av domen framgår dock att sökanden inte behöver ta upp alternativ som framstår som orealistiska, och det är angeläget att beslutsunderlaget inte tyngs av mindre betydelsefulla uppgifter.

Förslag som inte leder till att syftet nås, eftersom de inte uppfyller ändamålet, betraktas inte som alternativ i formell mening (jämför Regeringens beslut M2004/1203/F/M och MÖD dom 2004-12-29, M 3683-03).

Motiv för val av visst alternativ ska redovisas. Den ovan refererade domen från Högsta domstolen anger som minimikrav att MKB redogör för olika möjligheter och motiverar varför ett alternativ inte har följts upp närmare.

Enligt 6 kap. 7 § miljöbalken ska MKB alltid innehålla en beskrivning av konsekvenserna av att verksamheten inte kommer till stånd. Ett syfte med att analysera framtiden utan att den föreslagna verksamheten genomförs är att skilja verksamhetens effekter från det som annars sker. Nollalternativ kan beskriva dels vad som kan ske på en viss plats om verksamheten inte kommer till stånd där, dels framtida effekter sett utifrån ett systemperspektiv, i det här fallet hur hela systemet för hantering av kärnavfall kan påverkas. Nollalternativ bygger på tänkbara insatser som måste genomföras om inte projektet kommer till stånd.

4.2 Underlag från SKB

4.2.1 Alternativ metod/utformning för slutförvar

I MKB-dokumentet (avsnitt 3.6) redovisar SKB en översikt av de metoder som studerats inom ramen för Fud-programmet och bolagets bedömningar av dessa. SKB anser att inga andra studerade metoder uppfyller de övergripande krav och utgångspunkter som anges i MKB eller så är metoderna inte tillgängliga. SKB anger därför att inga andra metoder/utformningar behandlas inom ramen för alternativredovisningen i MKB, utan hänvisar i stället till särskilda bilagor till ansökan (metodvalsbilagorna).

4.2.2 Alternativa platser för slutförvar

När det gäller alternativa platser för ett slutförvar innehåller MKB (avsnitt 3.7) en översiktlig beskrivning av lokaliseringsarbetet, övervägda platser och motiven för bortval av platser. En mer ingående jämförelse görs med alternativet Laxemar (avsnitt 3.8.2, 7.2, 10.2).

I bilaga PV (SKB R-10-42), som införts som underbilaga till MKB, samt i bilaga K:2, (SKBdoc 1382754, avsnitt 2.1), har SKB utökat beskrivningen av studierna och beslutsprocessen före inledandet av platsundersökningar vid Forsmark och Laxemar. SKB har även efter begäran från SSM inkommit med ett förtydligande avseende på Hultsfred som alternativ plats (SKBdoc 1440540).

4.2.3 Inkapslingsanläggningen, alternativ plats och utformning, samt utökad kapacitet i Clab

SKB beskriver i MKB (avsnitt 9.2) en alternativ plats och utformning för inkapslingsanläggningen vid Forsmark. Jämförelsen mellan huvudförslaget med inkapslingsanläggning i Simpevarp (vid Clab) och alternativet med en fristående anläggning i Forsmark görs beträffande effekter och konsekvenser. SKB:s motiv för den valda platsen och utformningen framgår (se även SKBdoc 1382754, avsnitt 2.3).

SKB har inkommit med tilläggsyrkande om utökad kapacitet i Clab. I Tilläggs-MKB (SKBdoc 1459765) har SKB beskrivit alternativ för att utöka lagringskapaciteten i Clab från nuvarande 8 000 ton till 11 000 ton använt kärnbränsle.

4.2.4 Nollalternativ

Nollalternativet beskrivs i MKB som fortsatt lagring i Clab. I redovisningen ingår också en beskrivning av trolig landskaps- och samhällsutveckling i Simpevarp och Forsmark om inkapslingsanläggningen och slutförvarsanläggningen inte kommer till stånd. Aktuellt underlag finns i MKB (SKB 2011a, avsnitt 11.1) om fortsatt lagring i Clab samt avsnitt 11.2 om Platsens utveckling samt i avsnitt 6 i Tilläggs-MKB (SKBdoc 1459765). I Bilaga K:2, Ämnesvisa svar, summeras kompletteringarna (SKBdoc 1382754).

I Tilläggs-MKB beskrivs nollalternativet som fortsatt lagring tills gränsen för medgiven kapacitet nås, cirka år 2023. Påverkan enligt SKB är ett produktionsbortfall från samtliga svenska kärnkraftsreaktorer motsvarande dagens driftkapacitet. Skulle ökad mellanlagring medges men slutförvar inte komma till stånd enligt planerna, så förväntas kapacitetsbrist uppkomma runt år 2036. Ny lösning för vattenförsörjning och rening av avloppsvatten blir aktuell då Oskarshamns kärnkraftverk stängs. Förutsättningarna påverkas också genom att bränslet successivt avklingar med minskat aktivitetsinnehåll och värmeproduktion som följd.

I avsnitt 11.1.2 beskriver SKB risker och strålsäkerhetsfrågor kopplade till förlängd drift av Clab. Med upprätthållen övervakning och underhåll av anläggningen bedömer SKB att påverkan motsvarar befintlig drift under 100–200 år. Enligt bolaget är bränslets tålighet för långtidslagring god.

Då samhällsutvecklingen inte går att förutsäga i ett längre perspektiv beskriver SKB även scenariot att Clab oplanerat överges, varvid bristande kylning leder till utsläpp till luft och vatten. Enligt de beräkningar som SKB har gjort av konsekvenserna av utsläpp till luft till följd av torrkokning, erhåller en person som befinner sig på en kilometers avstånd från Clab en stråldos på 0,1 mSv i timmen, vilket motsvarar en årsdos på cirka 400 mSv förutsatt vistelse utomhus på denna plats under åtta timmar per dag. På lång sikt – om cirka 800 år - så kommer resteffekten att avta så pass mycket att det naturliga grundvatteninläckaget kommer att vara tillräckligt för att upprätthålla vattennivån i förvaringsbassängerna. Den förväntade dosen blir därför mycket lägre vid ett senare övergivande av anläggningen.

Utbyggnad för mellanlagring med annan metod (torr lagring) beskrivs inte som nollalternativ, men redovisning finns i annat sammanhang som alternativ till utökad mellanlagringskapacitet i Clab (avsnitt 4.4.2 Tilläggs-MKB).

SKB konstaterar att alternativen är genomförbara både ur teknisk, miljömässig och säkerhetsmässig synvinkel. Bolaget pekar dock på att det finns begränsade erfarenheter att återta torrlagrat bränsle från en behållare och att kunskapen om bränslets eventuellt förändrade egenskaper efter lång torrlagring är begränsade.

4.3 SSM:s bedömning

Utifrån SKB:s inlämnade MKB med kompletteringar samt de delar av MKB som lagts till redovisningen med anledning av tilläggsyrkandet om utökad mellanlagring i Clab konstaterar SSM att denna redovisning sammantaget innehåller beskrivningar av följande:

- en översikt av bortvalda utformningsalternativ för slutförvaret tillsammans med SKB:s motiv till den valda lösningen (KBS-3),
- platsvalsprocessen för slutförvarsanläggningen samt en mer ingående jämförelse med alternativa platser för ett KBS-3-förvar,
- nollalternativ,
- alternativ och motiv till vald plats och utformning av inkapslingsanläggningen,
- s.k. systemalternativ i form av en sammanfattning av förväntade risker och konsekvenser, i jämförelse med nollalternativet, för olika kombinationer av lokaliseringar av de planerade anläggningarna.

SSM bedömer att MKB-dokumentet med kompletteringar uppfyller de grundläggande kraven på en översiktlig redovisning av övervägda alternativ med motivering till den valda lösningen. Myndigheten bedömer vidare att redovisningen i MKB är tillräcklig för att ge allmänhet och beslutsfattare en överblick av övervägda alternativ i förhållande till huvudförslaget. När det gäller kravet på innehållet i en MKB godtas i praxis att kompletterande och mer detaljerade redovisningar kan utläsas från andra delar av ansökan. När det gäller alternativet djupa borrhål är SSM:s bedömning att det inte är rimligt att avvakta ytterligare, omfattande utvecklingsarbete om alternativet.

4.3.1 Alternativ metod/utformning för slutförvar

Trots att SKB anger att inga andra metoder än KBS-3 behandlas inom ramen för alternativredovisningen i MKB har bolaget ändå haft samråd kring alternativa metoder och information om alternativ redovisas i andra delar av ansökan. MKB innehåller också en översiktlig redovisning av övervägda alternativ. Med hänsyn till detta bedömer SSM att det inte finns skäl att på formell grund avvisa ansökan med anledning av dess strukturella upplägg i detta avseende. Myndigheten bedömer att MKB med kompletteringar uppfyller lagstiftningens krav på en översiktlig redovisning av de huvudalternativ som har övervägts och de viktigaste orsakerna till den valda lösningen med beaktande av miljöeffekterna.



Myndigheten anser dock att ansökans upplägg där alternativa strategier och metoder i huvudsak redovisas i bilagor till ansökan, utanför MKB, skapar otydlighet.

För alternativ, djupa borrhål undantaget, som redovisas som övervägda och bortvalda är SSM:s bedömning att SKB har redovisat ett tillräckligt underlag i ansökan.

Den alternativa metoden djupa borrhål har i förhållande till KBS-3 inte genomgått samma utvecklingsarbete. SSM, liksom de tidigare myndigheterna SSI och SKI, har heller inte efterfrågat en fullständig utvecklad säkerhetsanalys som grund för jämförelse mellan djupa borrhål och KBS-3. När det gäller frågan om hur omfattande och ingående ansökan och MKB bör vara i detta avseende är det enligt SSM:s bedömning inte möjligt för SKB att komplettera denna utan ytterligare och mycket omfattande undersökningar.

Samtidigt som det är uppenbart att en jämförelse mellan de alternativa metoderna hade underlättats om de hade varit på en jämförbar utvecklingsnivå så är SSM:s bedömning att det inte är rimligt att avvakta ytterligare, omfattande utvecklingsarbete om alternativet. Bedömningen grundar sig på granskningen av den sökta metoden KBS-3 och med hänsyn taget till de utmaningar och oklarheter som finns kring om djupa borrhål går att utveckla till ett mer strålsäkert alternativ som kan uppfylla myndighetens krav. För SSM:s bedömning i metodvalsfrågan, se del 2, avsnitt 1 i denna rapport, *val av metod för slutförvaring*.

4.3.2 Alternativa platser för slutförvar

SSM bedömer att redovisningen i MKB med kompletteringar är tillräcklig för att få en översikt av lokaliseringsarbetet och SKB:s motiv för val av plats. Se vidare del 2, avsnitt 2 i denna rapport, *val av plats slutförvar*.

4.3.3 Inkapslingsanläggningen, alternativ plats och utformning, samt utökad kapacitet i Clab

SSM bedömer att redovisningen i MKB med kompletteringar är tillräcklig för att få en översikt av övervägt alternativ samt SKB:s motiv för den valda platsen och utformningen av inkapslingsanläggningen. Underlaget i ansökan är enligt myndigheten tillräckligt för att ligga till grund för beslut om SKB:s val att lokalisera verksamheten vid Clab. Detta gäller även frågan om att utöka mellanlagringskapaciteten. Se vidare del 2, kapitel 3 *val av plats och metod inkapslingsanläggningen* samt del 2, kapitel 4 *utökad kapacitet i Clab*.

4.3.4 Nollalternativ

SSM konstaterar att nollalternativ och alternativa metoder för slutförvaring är delvis överlappande. T.ex. kan torr mellanlagring ses som ett alternativ till att åstadkomma en utökad mellanlagringskapacitet, men också som en åtgärd som skulle kunna behöva vidtas för en strålsäker mellanlagring på lång sikt. SSM delar inte SKB:s syn på torr mellanlagring enbart som ett alternativ till ökning av lagringskapaciteten i Clab utan anser att torr mellanlagring även är ett möjligt scenario inom nollalternativet. SSM konstaterar dock att frågan om torr mellanlagring ändå är belyst i ansökan.

Frågan om nollalternativ är komplicerad eftersom det inte skulle vara godtagbart att inte vidta några åtgärder. SSM bedömer därför att det nollalternativ som SKB redovisar med övergivet Clab inte är något egentligt nollalternativ. Däremot kan redovisningen illustrera behovet av ett slutförvar. Scenariot att Clab överges pekar på betydande utsläpp, såväl av gasformig aktivitet som av vattenburen aktivitet. SSM bedömer att de förenklade beräkningarna kan godtas för detta scenario som en slags worst case, som visar att åtgärder behöver vidtas för att ta hand om det använda kärnbränslet och att Clab inte under några omständigheter får överges innan en kontrollerad avveckling av verksamheten genomförts.



Om tillstånd till ansökan inte ges anser SKB att fortsatt lagring kan ske i Clab under kontrollerade former i 100–200 år med påverkan motsvarande befintlig drift. SSM menar att om tillstånd till inlämnade tillståndsansökningar för ett slutförvarssystem enligt KBS-3-metoden inte medges är konsekvensen snarare utveckling av en annan slutförvarslösning än fortsatt lagring i Clab. SSM anser även att, om det blir aktuellt att avvakta med beslut om slutförvaring, behöver SKB bättre utreda om långtidslagring i Clab är den bästa lösningen i väntan på ett slutförvar.

Sammantaget anser SSM att det finns vissa otydligheter i SKB:s redovisning av nollalternativet, men bedömer att underlaget är tillräckligt för att myndigheten ska kunna bedöma ansökan, d.v.s. att nollalternativet ger en tillräckligt bra bild av vad som kan bli konsekvenserna om tillstånd inte ges.

5 Beskrivningar i MKB med avseende på verksamheten, konsekvenser och skadeförebyggande åtgärder

Bedömningen gäller om miljöeffekterna av den planerade verksamheten, samt möjliga skadeförebyggande åtgärder är tillräckligt utredda och beskrivna med avseende på strålsäkerhet.

5.1 Krav

MKB ska enligt 6 kap. 7 § miljöbalken innehålla bl.a. en beskrivning av verksamheten med uppgifter om lokalisering, utformning och omfattning, en beskrivning av de åtgärder som planeras för att skadliga verkningar ska undvikas, minskas eller avhjälpas och de uppgifter som krävs för att påvisa och bedöma den huvudsakliga inverkan som verksamheten kan antas medföra på människors hälsa, miljön och hushållningen med resurser.

5.2 Underlag från SKB

I detta avsnitt sammanfattas uppgifter om strålsäkerhet från ansökans MKB (SKB 2011a) med tillägg (SKBdoc 1459765) samt kompletteringar av ansökan; I den 2 april och 28 juni 2013, II den 4 september 2014, III den 30 mars och IV den 25 september 2015.

Avgränsningen avgör vilka effekter som behandlas i MKB (MKB kap 6). Verksamheterna mellanlagring, inkapsling och slutförvaring, inklusive vattenverksamheter, samt anläggningar för detta tas upp. Dessutom inkluderas transporter till, från och inom anläggningarna. Analysen avgränsas generellt till normala förhållanden, möjliga störningar och olyckor. Påverkansområde (där betydande påverkan kan uppstå) avgränsas geografiskt för drift av mellanlager och inkapsling samt för transporter. För slutförvar utpekas påverkansområde efter förslutning men inte för driftsskede, med motivet att inga händelser har identifierats som kan ge utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen. Avgränsning i tid är avvecklingsskedet, där slutförvarets långsiktiga säkerhet behandlas i scenarier för en miljon år framåt i tiden. MKB samt Tilläggs-MKB innehåller icke-tekniska sammanfattningar.

5.2.1 MKB-dokumentens beskrivning av påverkan och konsekvenser vid normal drift, uppförande och avveckling

5.2.1.1 Befintligt mellanlager Clab, ombyggnad till Clink samt konsekvenser av utökad mellanlagringskapacitet

Befintliga mellanlagret Clab har tillstånd till mellanlagring av 8 000 ton använt kärnbränsle. Nu ansöks om tillstånd för ökad mängd använt kärnbränsle från medgivna 8 000 till 11 000 ton. Utökning uppges möjlig genom mer yteffektiv lagring, omlastning av



1 400 ton till annan sorts kassett (s.k. kompaktkassett), samt borttransport av hårdkomponenter. För att mellanlagra den ökade mängden använt kärnbränsle innebär det bl.a. att kylsystemet behöver en uppgradering. Ansökan omfattar ombyggnad, dels i avsikt att uppfylla krav på strålsäkerhet, dels för sammanbyggnad med inkapslingsanläggningen (se nedan). Ansökan omfattar inte transport och eventuell bearbetning (segmentering) av hårdkomponenter, men påverkan av detta redovisas principiellt i Tilläggs-MKB (SKBdoc 1459765, avsnitt 4.3.1). Ombyggnaden av Clab uppges inte medföra negativ radiologisk påverkan (Bilaga K:24, SKBdoc 1469192, avsnitt 4.4).

Påverkan av ökad mellanlagring analyseras SKB i Bilaga K:23 utifrån det använda kärnbränslets ökade resteffekt och större aktivitetsinventarium. Påverkan vid drift för 11000 ton anges som årliga aktivitetsutsläpp av olika nuklider till luft och vatten och jämförs med dagens drift av Clab (Tilläggs-MKB, tabell 4-1 och avsnitt 4.3). SKB:s slutsats är att mängden bränsle i anläggningen har en försumbar påverkan på utsläppen, eftersom mottagande sker i samma takt som tidigare och det är vid denna hantering eventuella utsläpp kan ske. Erfarenheter från tidigare omlastningar beskrivs, med slutsats att omlastning inte medför mätbara skillnader i utsläpp till luft eller vatten. När det gäller segmentering av hårdkomponenter beräknas detta ge upphov till ökade utsläpp till luft och vatten, i övrigt hänvisas till kommande studier inför framtida prövning (Tilläggs-MKB, s.16).

I jämförelse med krav angående sammanlagd dos till kritisk grupp (utgörs i detta fall av boende i Ekerum cirka två kilometer nordväst om Clab) uppges ökad mellanlagring leda till marginella ökning. Slutsatser i ansökans MKB om konsekvenser för hälsa av samlade utsläpp från all kärnteknisk verksamhet vid anläggningen kvarstår även med utökat mellanlager, med motivet att det är mindre än en hundra del av gränsvärde (Tilläggs-MKB, avsnitt 4.3.1, 5.2.1).

Även när det gäller utsläppens betydelse för naturmiljö uppges tidigare slutsatser gälla, dvs. att radiologiska utsläpp under normal drift inte bedöms ge några konsekvenser för områdets djur och växter (Tilläggs-MKB, avsnitt 4.3.1, 5.2.1). När det gäller dos till personal innebär tillkommande hantering av bränsle och hårdkomponenter potentiellt större exponering, men slutsatsen i ansökans MKB kvarstår att dos till personal även i fortsättningen bedöms vara låg (Tilläggs-MKB, avsnitt 4.3.1).

Nollalternativ till utökning av lagringskapaciteten i befintligt mellanlager innebär behov av annat mellanlager samt för Clab förlängd mellanlagring. Sådan bedöms ge motsvarande påverkan som befintliga Clab (Tilläggs-MKB, avsnitt 6.1). Slutsatsen som redovisas, att övriga alternativ har mer negativa konsekvenser, hänger samman med ianspråktagande av ny mark och naturresurser, inte strålsäkerhet (Tilläggs-MKB, avsnitt 4.4.2).

5.2.1.2 Inkapslingsanläggningen

Inkapslingsanläggningens huvudsakliga verksamhet är att efter viss mellanlagring innesluta använt kärnbränsle i kapslar av koppar inför slutförvaring enligt KBS-3 metoden. Anläggningen dimensioneras för produktionskapacitet om 200 kapslar per år men genomsnittlig produktionstakt är planerad till 150 kapslar. Anläggningen sammanbyggs med Clab och befintliga system och funktioner samutnyttjas där det är möjligt (MKB kap 8.1.1.1 och 9.1.1). Anslutning av inkapslingsanläggningen ökar belastningen på befintliga reningssystem som därför byggs om (Tilläggs-MKB, avsnitt 4.1, 5.1). Ytterligare åtgärder för att minska påverkan har studerats, se vidare avsnitt 5.2.3 nedan om SKB:s redovisning av skadeförebyggande åtgärder.

Frigörelse av radioaktivitet uppges endast ske till vatten i anläggningens bassänger eller till luft i anläggningens hanteringscell. All hantering av kärnbränsle uppges ske i avskilda



och strålskärmade utrymmen med kontrollerad ventilation. Radioaktivitet i luft samlas på filter och i jonbytare. Vatten släpps efter rening ut i Hamnefjärden. Ombyggnader och samlad påverkan av Clink med utökat mellanlager beskrivs. Högre reningsgrad förutses för vissa parametrar på grund av effektivare rening. Beräknade värden på utsläpp och dos redovisas i Tilläggs-MKB, avsnitt 5.2.1.

Driftavfall från processer och underhåll bedöms av SKB ge upphov till låga stråldoser, med stöd av erfarenheterna av Clab. Beroende på radioaktivitet förs driftsavfall till olika deponier eller andra slutförvar (MKB, avsnitt 9.1.3.4 och Tilläggs-MKB, avsnitt 5.2.3).

När det gäller konsekvenser för miljön finns inte gränsvärden. Med referens till studier bedöms inga konsekvenser för djur och växter uppstå under 10 mikrogray per timme. Det beräknade bidraget från Clink bedöms under eller mycket under det värdet. Slutsatsen är att Clink under normal drift inte leder till några konsekvenser för områdets djur och växter, även med utökat mellanlager (MKB, avsnitt 9.1.4.1, Tilläggs-MKB, avsnitt 5.2.1).

Avveckling av Clink (mellanlager och inkapslingsanläggning) uppges genomförbart med låg dos till personal och begränsad mängd radioaktivt avfall (MKB kap. 9.1.2.3, 9.1.3.4).

5.2.1.3 Slutförvarsanläggningen under uppförande och drift

Under uppförandeskedet kommer utsläpp av radioaktiva ämnen och stråldoser endast att orsakas av den naturliga radioaktiviteten som finns i berget. Radonhalterna beskrivs i första hand som en arbetsmiljöfråga (MKB, avsnitt 10.1.3.5).

För drift av slutförvarsanläggningen beskrivs påverkan utifrån principiella strålningskällor och strålskydd för olika arbetsmoment och vid missöden. Kapslar med använt kärnbränsle uppges inte påverka omgivningen under driftskedet. Långsiktigt uppges påverkansområde till ett område strax nedströms slutförvaret (MKB, avsnitt 6.3.2, 10.1.3.5).

För drift av slutförvar anges inga konsekvenser från det använda kärnbränslet med motivet att ingen strålning utanför anläggningen förutses. Det gäller både människors hälsa och natur i omgivningen. För personal redovisas dos. Slutsatsen är att gränsvärden innehålls även om samma person skulle utföra alla arbetsmoment (MKB, avsnitt 10.1.4.5).

5.2.2 MKB-dokumentens beskrivning av risk för radiologiska olyckor, och dess konsekvenser, vid uppförande och drift av anläggningarna

I MKB 8.1.5.2 (Clab), 9.1.5.2 (inkapslingsanläggningen), 10.1.5 (slutförvarsanläggningen) redovisar SKB till viss del slutsatser från säkerhetsanalyserna för störningar (händelser som kan inträffa någon gång under anläggningens livstid, t.ex. komponentfel, datorbortfall) och missöden (osannolika händelser som inte förväntas inträffa någon gång under anläggningens livstid, t.ex. en brand av större omfattning eller en jordbävning).

På SSM:s begäran har SKB kompletterat beskrivningen i MKB med viss ytterligare information avseende omgivningskonsekvenser till följd av händelser som bedöms ha låg sannolikhet att inträffa, men där konsekvenserna kan bli stora (Bilaga K:2, SKBdoc 1382754). För Clink hänvisar SKB även till en uppdaterad redovisning av radiologiska konsekvenser i samband med mellanlagring och inkapsling (Bilaga K:23, SKBdoc 1467351).

5.2.2.1 Clab

SKB konstaterar att de missöden som identifierats och analyserats i säkerhetsredovisningen för Clab visar på mycket små utsläpp och bedöms inte orsaka några allvarliga konsekvenser för omgivningen. Händelser med mekanisk skada på bränsle orsakar enligt SKB:s beräkningar radioaktiva utsläpp som med god marginal underskrider acceptanskriteriet för omgivningsdos. Beräknad maximal individdos



uppkommer vid missödet ”tappad bränslekassett”. I Bilaga K:23, som utgör referens till Tilläggs-MKB, anges att maximal omgivningspåverkan om en bränslekassett tappas i vatten är 0,39 mSv och att gällande acceptanskriterier för Clab därmed kommer att uppfyllas med god marginal.

Enligt Bilaga K:23 ger ökad mellanlagring i Clab en ökad resteffekt och större kylbehov då den totala mängden använt kärnbränsle ökar i anläggningen. Vid störningar och missöden som resulterar i bortfall av resteffektkylning och spädmatning innebär det ett snabbare förlopp innan vattennivån i bassänger når till kritisk nivå. SKB bedömer sannolikheten för friläggning av det använda kärnbränslet vara försumbar även vid mellanlagring av 11 000 ton (Bilaga K:23, avsnitt 7.1.4).

Marginalen mot kriticitet kommer enligt SKB att vara oförändrad (inom acceptanskriteriet) beaktat omlastning till kompaktkasseter, ökad hantering och flyttning av kärnbränsle i samband med utökad mellanlagring av bränsle. Resultat från beräkningar redovisas i Bilaga K:23.

5.2.2.2 Inkapslingsanläggningen

Omgivningspåverkan vid missöden i inkapslingsanläggningen beskrivs i MKB 9.1.5.2. För de händelser som beräknas ge störst dos till en person i omgivningen underskrids enligt SKB:s beräkningar acceptanskriteriet med god marginal.

I Tilläggs-MKB för Clink anges att anläggningen har konstruerats för att dos till kritisk grupp inte ska överskrida SSM:s aviserade nya referensvärden (SSM2013-5169-4). SKB menar att Clink därmed kommer att ha en mycket hög tålighet mot störningar och missöden vilket medför att även osannolika händelser inte kommer att leda till oacceptabla utsläpp.

MKB hänvisar efter komplettering till Bilaga K:23 (SKBdoc 1467351). Enligt Bilaga K:23 ger tappad kassett i inkapslingsanläggningen det största dosbidraget och uppgår till 0,44 mSv total effektiv dos till personal. Högsta effektiva dos till kritisk grupp beräknas till mindre än 0,006 mSv för den dimensionerande händelsen med tappad transportkassett i hanteringscell i Clink, vilket betyder att acceptanskriteriet, enligt SKB:s beräkningar, underskrids med god marginal såsom anges i MKB.

Radiologisk påverkan på ekosystemet har utretts och för händelsen ”tappad kopparkapsel eller transportkasset” som SKB bedömer ge det största utsläppet. Hänvisning sker till rapporten SKB R-10-53 Radiologisk påverkan från växter och djur från Clink under drift.

När det gäller kriticitet anger SKB i Bilaga K:23 att genomförd kriticitetsanalys visar att PWR- och BWR-bränsle med upp till fem procent anrikning kan hanteras och förvaras med tillräcklig marginal mot kriticitet i Clink, med beaktande av osäkerhetsfaktorer.

SKB för i Bilaga K:23, avsnitt 7.2, ett resonemang om vilka analyser som SKB anser är möjliga att göra i detta skede av prövningen utan ett mer detaljerat underlag avseende anläggningens utformning.

5.2.2.3 Slutförvarsanläggningen

Radiologisk säkerhet under drift redovisas för slutförvarsanläggningen i MKB (SKB MKB, 10.1.5.3). SKB hänvisar i avsnittet till kap. 8 i säkerhetsredovisningen för drift och uppförande av slutförvarsanläggningen (SR-Drift). I SR-Drift har SKB bl.a. analyserat händelser som explosion, ventilationsfel, brand och bortfall av elförsörjning.

SKB anger i MKB att anläggningen och dess utrustning är konstruerad så att kapseln ska klara alla händelser vid normal drift och vid missöden utan genomgående skada på



kapselns kopparhölje. Inget radioaktivt utsläpp kan därmed förekomma i slutförvarsanläggningen förutsatt att anläggningen, dess utrustning, transportbehållare och kapseln har uppfyllt acceptanskriterierna.

Enligt SKB kan missöden och störningar i slutförvarsanläggningen leda till ökad individdos hos personalen i anläggningen p.g.a. ökad hantering av kapslar, men ger inga utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen då kapseln förblir intakt. Inte heller i händelse av en radiologisk olycka i närbelägna reaktorer finns enligt SKB förutsättningar för utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen från slutförvarsanläggningen.

SKB anger vidare att den typen av missöden och störningar som leder till att de tekniska barriärerna byts eller till att deponeringshåll överges inte heller ger påverkan på den långsiktiga säkerheten. ”Förutsatt att alla typer av missöden och störningar har identifierats i säkerhetsanalysen samt att de upptäcks och hanteras rätt, påverkas inte den långsiktiga säkerheten av störningar och missöden”.

5.2.2.4 Transport mellan anläggningarna

För radiologisk risk i samband med transporter mellan anläggningarna hänvisas till MKB samt Tilläggs-MKB. Se även avsnitt 9 nedan.

5.2.3 Redovisning av skadeförebyggande åtgärder i MKB

Negativa konsekvenser hanteras genom dels val av plats och utformning av anläggning, dels genom försiktighetsmått för att reducera effekter som återstår vid den valda platsen med den föreslagna utformningen. De sistnämnda åtgärderna beskrivs i detta avsnitt. För en mer utförlig redovisning av åtgärder för att minimera utsläpp från anläggningarna med vald plats och utformning hänvisas till Bilaga K:23, teknisk beskrivning och i säkerhetsanalyserna (SKBdoc 1467351).

5.2.3.1 Clab

För fortsatt mellanlager i Clab redovisas antagande om ökat utsläpp på grund av ständigt ökande koncentration av Cs-137 och ökat driftsavfall (jonbytarmassor). Vidare ökar belastningen på reningssystemen då inkapslingsanläggningen ansluts. Härtill kommer ökning av mellanlagrets maximala mängd. Slutsatsen redovisas, att sammantaget ökar detta märkbart de framtida utsläpp om inte särskilda åtgärder vidtas (MKB, avsnitt 8.1.3.3 jämfört med Bilaga K:24, teknisk beskrivning, SKBdoc 1469192, avsnitt 4.1 och 4.3.3). Utgångspunkt är att Clabs åldringsprogram, modernisering och underhåll genomförs så att säkerheten i anläggningen bibehålls eller förbättras (Bilaga K:23, avsnitt 2.1).

5.2.3.2 Clink

Pågående, planerade och tänkbara uppgraderingar av reningssystemen för Clink beskrivs översiktligt, med referens till särskild utredning 9-11 (MKB avsnitt 8.1.3.3, 9.1.3.4 jämfört med Bilaga K:24 avsnitt 4.1).

För rening av luft beskrivs höjda krav på filter som tänkbar åtgärd för att reducera utsläppen (MKB, avsnitt 9.1.3.4). För reningen av processvatten i förvaringsbassängerna på Clab anges att membranfilteranläggning ska installeras för att rena vatten från aktiva silverjoner (Bilaga K:24 avsnitt 4.1). Vidare redovisas antagande om reduktion upp till 99 % av utsläpp till vatten om samtliga i utredningen föreslagna åtgärder genomförs.

Det redovisas generellt förbehåll att ytterligare utredning och tester måste visa att anläggningens säkerhet m.m. inte påverkas av åtgärderna (MKB, avsnitt 9.1.3.4). Slutsatsen redovisar att ytterligare ändringar kan behövas i reningsanläggningar, som behövs stämmas av med SSM i samband med preliminär säkerhetsredovisning (PSAR) för Clab 11000 ton (Bilaga K:24 avsnitt 4.1).



5.2.3.3 Slutförvarsanläggningen

Enligt SSM gäller skadeförebyggande åtgärder för slutförvaret- utöver val av plats och metod- dels åtgärder för att minimera utsläpp under uppförande och drift, dels åtgärder för att säkerställa initialtillståndet för slutförvaret.

MKB ger översikt av rutiner för hantering och kontroll samt försiktighetsmått för arbetarskydd (MKB, avsnitt 10.1.3.5) vid slutförvarsanläggningen.

I Bilaga VU till ansökan enligt kärntekniklagen utvecklas överväganden om kontrollsystem samt återstående teknikutveckling och tester av betydelse för långsiktig säkerhet (SKBdoc 1199888). Kontroller under driften beskrivs i SR-Drift (SKBdoc 1091959 avsnitt 3 samt SKBdoc 1091845 avsnitt 3).

På SSM:s begäran har SKB kompletterat MKB med klargörande av betydelsen av åtgärder och kontroller för att säkerställa och verifiera initialtillståndet för slutförvaret samt en översiktlig redovisning av teknikutvecklingsfrågor och tester av betydelse för slutförvarets långsiktiga funktion (SKBdoc 1356032 avsnitt 15, 265:13 och 265:14).

MKB:n redovisar inga åtgärder för att förhindra att händelser inom bergarbetsidan kan ge påverkan på deponeringssidan och kapslarna. Detta redovisas i SR-Drift (SKBdoc 1091960).

5.2.4 Strålsäkerhet efter förslutning

SKB:s redovisning med avseende på den långsiktiga strålsäkerheten sker huvudsakligen i säkerhetsanalysen SR-Site (SKB TR-11-01) (se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*). Samtliga krav som är relevanta för säkerhetsanalysen bedöms av SKB vara uppfyllda.

5.2.4.1 SKB:s övergripande slutsatser i MKB

Påverkan på människors hälsa

SKB redovisar i MKB den övergripande slutsatsen att SSM:s riskkriterium underskrids med god marginal för ett slutförvar i Forsmark (MKB kap. 10.1.6.4).

SSM:s riskkriterium innebär att slutförvaret ska utformas så att den årliga risken för skadeverkningar efter förslutning högst blir 10^{-6} för en representativ individ i den grupp som utsätts för den största risken. Individrisken beräknas som ett årligt medelvärde utifrån en uppskattning av livstidsrisken för samtliga relevanta exponeringsvägar för varje individ.

SKB anger i MKB att riskkriteriet förenklat innebär att människor i förvarets närhet inte får utsättas för större risker än de som motsvarar en stråldos på ungefär en hundradel av den naturliga bakgrundsstrålningen i Sverige idag. Observera att riskkriteriet inte sätter en högsta tillåten dos, utan även tar hänsyn till sannolikheten för att en dos uppstår. Se SSM:s föreskrifter SSMFS 2008:37 om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall.

Påverkan på miljön

Utsläpp av radionuklider från förvaret efter förslutning beräknas av SKB inte ge upphov till några biologiska effekter på arter i området. SKB:s beräkningar av doser till biota visar att de högsta dosraterna fås för korrosionsscenarioet. Dessa är dock enligt SKB långt under gränsvärdet 10 mikrogray per timme och utsläpp av radionuklider beräknas därmed inte ge upphov till några biologiska effekter på arter i området.

Uppdaterade slutsatser

SKB har i Bilaga K:2 (SKBdoc 1382754 avsnitt 10) inför prövningen av miljöbalksansökan utökat beskrivningen av barriärerna i ett KBS-3-förvar samt utförda analyser i SR-Site. SKB har även sammanfattat kompletteringar som har begärts av SSM inom ramen för ansökan enligt kärntekniklagen, sammanfattat kompletterande analyser och uppdaterat slutsatser. SKB:s slutsats att ett säkert förvar kan uppföras i Forsmark kvarstår.

5.2.4.2 SKB:s metodik/beräkningar mot riskkriteriet

En referensutveckling har analyserats där de yttre förhållandena under den första glaciationscykeln liknar de som rådde under den senaste glaciationscykeln, och att detta upprepas fram till en miljon år. Även en variant av referensutvecklingen har analyserats där det framtida klimatet under de inledande 50 000 åren antas vara starkt påverkat av mänskligt orsakade utsläpp.

Referensutvecklingarna ligger till grund för två huvudscenarier som SKB menar ger en rimlig bild av hur förvaret skulle kunna utvecklas. För att säkerställa att alla osäkerheter som inte hanterats i huvudscenarierna tas omhand utreder SKB i ett antal egna scenarier kritiska frågor kopplade till förvarets säkerhet, t.ex. om bufferten skulle frysa eller kapseln korrodera sönder. Om det bedöms finnas en möjlighet att ett scenario kan inträffa tas konsekvenserna av det scenariot med i en risksummering för förvaret där den sammanlagda risken jämförs med SSM:s riskkriterium. I annat fall betraktas det som ett restscenario.

I analysen av referensutvecklingen identifierar SKB två förlopp, i ett miljonårsperspektiv, för vilka det inte fullständigt kan uteslutas att kapselskador uppkommer. Det ena fallet handlar om korrosion av kapseln med anledning av möjligheten att bufferten eroderar bort då den utsätts för utspädd grundvatten efter långa perioder av tempererat klimat eller under glaciala förhållanden. SKB:s analyser visar att i medeltal mindre än en av 6000 kapslar kan skadas till följd av ett sådant förlopp efter hundratusentals år fram till en miljon år⁹. Det andra rör kapselskador till följd av stora jordskalv i förvarets närhet. Analyserna visar att sannolikheten för att en enda sådan skada ska ha inträffat bland 6000 kapslar efter en miljon år är mindre än en på tio.

Resultat från scenarieanalyserna redovisas samt resultat från analysen av förvarets förmåga att fördröja eventuella utsläpp av radionuklider, den s.k. sekundära säkerhetsfunktionen. Doser har beräknats till en representativ individ i gruppen som exponeras för störst risk. Den mest exponerade gruppen definieras som en grupp som maximalt utnyttjar och exponeras för ett ekosystem av en given storlek. I det inkluderas till exempel intag av kontaminerad mat och vatten, inandning av kontaminerad luft och extern strålning från kontaminerade områden.

5.2.4.3 SKB:s slutsatser från scenarioanalyserna

SKB:s slutsatser är att scenarioanalyserna visar att kapselbrott under de första tusen åren kan uteslutas, med undantag för en minimal sannolikhet på en av fyrtio tusen för skador på grund av jordskalv. Den radiologiska risken från erosion/korrosion bedöms vara obefintlig i tiotusentals år efter förslutning, högst en hundradel av riskgränsen på hundratusen års sikt och under en tiondel av riskgränsen på en miljon års sikt. Den sammanlagda risken för ett slutförvar i Forsmark hamnar med marginal under SSM:s riskkriterium även på en miljon års sikt och SKB:s slutsats från SR-site är därför att ett långsiktigt säkert förvar kan byggas i Forsmark.

⁹ Observera att endast deponeringshål anslutna till vattenförande sprickor ingick i beräkningarna, d.v.s. 1 175 deponeringshål

5.2.4.4 Oavsiktligt intrång i förvaret

Oavsiktliga intrång betraktas som restscenarier som inte ingår i säkerhetsanalysens riskbedömning. SKB redogör i MKB (10.1.6.3) för olika fall som kan leda till oavsiktligt intrång i förvaret, men redovisar inga resultat i MKB. Bolaget hänvisar i komplettering (SKBdoc1356032) till den redovisning som finns i SR-Site (SKB TR-11-01) avsnitt 14.2, Scenarier relaterade till framtida mänskliga handlingar och därtill hörande referenser.

SKB:s slutsatser i SR-Site är att ett öppet borrhål ner i förvaret allvarligt skulle skada människor som använder sig av vatten från borrhålet eller mark som påverkats av förorenat vatten från borrhålet. Det skulle däremot ha en försumbar inverkan på hela förvarets strålsäkerhet.

5.2.4.5 Illustrering med worst-case

I SR-Site används s.k. worst-case för att illustrera förvarets skyddsförmåga. SSM noterar att avsnittet i Bilaga K:2 (SKBdoc 1382754) även innehåller en redovisning av s.k. worst-case scenarier. I det hypotetiska fallet där samtliga kapslar och all buffert förlorat sina funktioner initialt och kapslarna antas ha en större genomgående skada redan vid exponeringen överskrider enligt SKB:s beräkningar dosen från den naturliga bakgrundsstrålningen (1 mSv/år) med cirka en faktor tre efter något hundratals år. Med tiden (flera tusentals år) avtar dosen för att på lång sikt bli omkring tre gånger högre än den som motsvarar SSM:s riskkriterium (avsnitt 10.2.2, Figur 10-5). Observera att denna beräkning i sin tur bygger på vissa antaganden om t.ex. bränsleupplösning. I SR-Site (SKB TR-10-50, avsnitt 6.5) redovisas ett antal olika scenarier för att illustrera barriärernas funktion där det även finns liknande scenarier med högre doser än den ovan angivna.

5.2.4.6 Det använda bränslets farlighet på mycket lång sikt

SSM har efterfrågat tydligare beskrivning i MKB av hur farligheten avtar på mycket lång sikt (efter en miljon år). SKB har utökat beskrivningen, se Bilaga K:3 (avsnitt 15.11, SKBdoc1356032).

5.3 SSM:s bedömning

Myndigheten har granskat SKB:s beskrivning i MKB av verksamhetens omgivningspåverkan utifrån flera perspektiv. Dels som underlag för myndighetens bedömning av strålsäkerhet, dels som ett centralt underlag för allmänhet och beslutsfattare där SSM har en särskild roll som beredande myndighet inför regeringens beslut om MKB kan godtas som underlag för prövning.

Avgörande för bedömningen av MKB är att de aspekter denna ska beskriva återfinns i MKB eller i övriga delar av ansökan. Myndighetens bedömning bygger därmed även på granskning av kvaliteten i andra underlag. Nedan görs först en bedömning av avgränsning och tydlighet i MKB när det gäller strålsäkerhet och sedan en bedömning av redovisningens kvalitet/riktighet.

5.3.1 Bedömning av relevans och tydlighet när det gäller strålsäkerhet i beskrivningen av verksamhet och konsekvenser i MKB med kompletteringar

SSM bedömer sammantaget att MKB efter kompletteringar tillräckligt beskriver verksamheten, med avseende på strålsäkerhet, genom uppgifter om lokalisering, utformning och omfattning. MKB med tillägg innehåller även icke-tekniska sammanfattningar enligt krav i miljöbalken. Myndigheten har dock synpunkter på vissa delar av redovisningen, bl.a. avseende MKB:s syfte att möjliggöra en samlad bedömning.

Nedan tar myndigheten upp frågor där MKB-dokumenterna i sig inte har varit avgörande för SSM:s granskning då underlaget finns i andra delar av ansökan, men där SSM bedömer att



MKB kunde ha varit tydligare. Detta med anledning av MKB:s funktion som ett centralt underlag för allmänhet och beslutsfattare med syfte att möjliggöra en samlad bedömning.

SSM har i detta avsnitt valt att lyfta och tydliggöra vissa frågor och uppgifter om utsläpp och konsekvenser där myndigheten anser att detta inte har framgått tydligt av beskrivningarna i MKB. Myndigheten tar även upp vissa frågor som bedöms vara av allmänt intresse eller som remissinstanser har lyft.

5.3.1.1 Tydlighet med koppling till avgränsning av MKB

Oundvikliga osäkerheter och utvecklingsbehov

Projektets art och tid för genomförande innebär att vissa frågor inte kan klarläggas förrän längre fram i tiden. Den principiella situationen är inte unik, även om komplexiteten och tidsperspektiven i detta projekt är unika. Det långa tidsperspektivet i sig (hundrausentals år) innebär svårigheter att nå visshet om konsekvenser längre fram i tiden. Även SKB uttrycker i Bilaga K:2 att initialtillståndet, de inre processerna och den yttre påverkan, samt de sätt på vilka dessa faktorer tillsammans bestämmer förvarets utveckling, aldrig till fullo kan beskrivas eller förstås (avsnitt 10.2.1).

Det kommer således alltid att finnas osäkerheter med den valda metoden som måste ställas i relation till eventuella fördelar med andra strategier och metoder för att omhänderta det använda kärnbränslet (som i sin tur har andra osäkerheter och risker). Denna insikt måste finnas när beslut fattas och SSM ser det som viktigt att MKB är tydlig på denna punkt.

För MKB är frågan dels att identifiera relevanta kunskapsluckor, dels att ange hur kunskap framöver ska säkerställas, så långt som möjligt, och påverka genomförandet. Detta finns (i huvudsakliga frågor) beskrivet i andra delar av ansökan, bl.a. när det gäller slutförvarets initialtillstånd i SR-Site (SKB TR-11-01) och Bilaga VU till ansökan enligt kärntekniklagen (SKBdoc 1199888).

SSM bedömde att inlämnad MKB inte tydligt lyfte fram vilken kunskap som kan förväntas i olika skeden och vilka osäkerheter som är oundvikliga med den valda metoden. Inte heller uppföljningen var tydlig i MKB, dvs. vilka frågor som kan vara väsentliga i olika skeden och hur ny kunskap då kan tas om hand. Dessa uppgifter är principiellt viktiga för att allmänheten ska kunna få en överblick.

SSM efterlyste därmed ett uttryckligt klagörande i MKB av betydelsen av åtgärder och kontroller för att säkerställa och verifiera initialtillståndet för slutförvaret samt en översiktlig redovisning i MKB av teknikutvecklingsfrågor och tester av betydelse för slutförvarets långsiktiga funktion. SKB har kompletterat i Bilaga K:3 265:13 och 265:14. SSM bedömer att beskrivningen med de kompletteringar som har gjorts är tillräcklig för att ge den insikt som beslutsfattare och allmänhet bör få på en översiktlig nivå.

Informationsbevarande

Frågan om informationsbevarande behandlas i säkerhetsanalysen SR-Site (SKB TR-11-01) och ur strålsäkerhetsperspektiv har inte SSM ställt krav på sådan redovisning i MKB. Betydelsen av informationsbevarande för slutförvarsprojektet bör ändå uppmärksammas. Se granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet* del 2, avsnitt 2.8.

Risk för radiologiska olyckor i anläggningarna och dess konsekvenser

De uppgifter som ingick i den ursprungliga MKB var enligt SSM:s bedömning bristfälliga i fråga om konsekvenserna till följd av radiologiska olyckor och att inlämnad MKB i alltför hög utsträckning berörde byggandets traditionella effekter. SSM bedömde att detta var otillräckligt med tanke på projektets syfte, art och omfattning och begärde kompletteringar.



När det gäller händelser med låg sannolikhet och stora konsekvenser har SKB i komplettering 2013-04-02 vidhållit att det inte ska tas upp i MKB. I Bilaga K:2 (SKBdoc 1382754) har viss ytterligare information ändå lämnats och för Clink hänvisar SKB, utöver de ursprungliga skrivningarna i MKB, också till bilaga K:23 (SKBdoc 1467351).

SSM kan konstatera att SKB ger en godtagbar redovisning av konsekvenserna för händelser och missöden med en högre sannolikhet, men att det av MKB inte framgår att verksamheten, i samband med mycket osannolika händelser, även kan ge upphov till större omgivningskonsekvenser än de beskrivna (s.k. H5-händelser), vilket redovisas i säkerhetsanalysen för inkapslingsanläggningen, se 5.3.2.2 nedan.

SSM delar till viss utsträckning SKB:s bedömning att en noggrann analys av konsekvenserna av sådana missöden kan kräva ett mer detaljerat underlag avseende anläggningens utformning än vad som nu finns framtaget, men SSM anser att det är otydligt att MKB med kompletteringar i detta avseende inte ger beslutsfattare och allmänhet en fullständig bild av vilka risker med dess konsekvenser som den sökta verksamheten omfattar, även om det handlar om mycket osannolika händelser.

Konsekvenser av oavsiktligt intrång i förvaret

SSM har även efterfrågat en beskrivning av de möjliga konsekvenserna av oavsiktliga intrång efter förslutning redovisade i MKB, dvs. slutsatserna från det underlag som finns i SR-Site (SKB TR-11-01). Risken för konsekvenser vid oavsiktliga intrång kan ha betydelse vid val av plats och utformning av slutförvar, något som ska hanteras i MKB.

Redovisning av skadeförebyggande åtgärder i MKB

Skyddsåtgärder (reningsutrustning) för att minimera utsläpp från driften av Clink beskrivs på ett rimligt sätt. MKB-dokumentet med kompletteringar innehåller beskrivningar av möjliga skadeförebyggande åtgärder för att minska utsläpp från drift av Clink. Åtgärderna är beskrivna mer i detalj i säkerhetsredovisningarna, tekniska beskrivningen och i bilaga K:23 (SKBdoc 1467351).

När det gäller försiktighetsåtgärder för att minimera risker vid uppförandet av inkapslingsanläggningen har SSM begärt kompletteringar. Myndigheten bedömer att redovisningen efter kompletteringar är tillräcklig i detta avseende.

Bilaga VU (SKBdoc 1199888), SR-Drift (SKBdoc 1091960) samt produktionslinjerapporterna (SKB TR-10-12 till SKB TR-10-18) och kompletteringar i Bilaga K:2 (SKBdoc 1382754) klargör huvudsakliga frågor om skadeförebyggande i olika skeden med avseende på slutförvarets långsiktiga funktion. Det är enligt SSM rimligt att den grundläggande frågan om strålsäkerhet i initialskedet inte fördjupas i MKB med avseende på detaljerade åtgärder utan att detta hanteras i andra delar av ansökan. SSM anser att dock att MKB kunde ha varit tydligare med betydelsen av sådana åtgärder.

5.3.1.2 Avgränsning av MKB

Transporter som följdverksamhet

Avgränsningen av driftskedets påverkan omfattar transporter som så kallad följdverksamhet, dvs. verksamhet som ur visst perspektiv ska ingå i tillståndsprövning (jämför NJA 2004 s 421). SSM bedömer det relevant att transporter behandlas i MKB samt finner att strålsäkerhet i detta avseende redovisats tillräckligt i MKB.

Kapsel fabriken

Avgränsningen av systemet innebär att kapsel fabriken inte tas upp i MKB. Kapseln är en avgörande del av strålskyddet, långsiktigt och vid olyckor. Även om det i andra delar av

ansökan finns information om strålsäkerhet med avseende på kapslarnas egenskaper och funktion saknas det i MKB en beskrivning av hur kapseltillverkningen påverkar den långsiktiga strålsäkerheten. SKB har i Bilaga K:2 (SKBdoc 1382754, avsnitt 3.1.2) kompletterat ansökan med en kortfattad beskrivning av kapseltillverkningen, fabriken lokaliserings och påverkan.

Andra planerade projekt

När det gäller avgränsningen i förhållandet till andra planerade projekt och beskrivningen av kumulativa effekter kan SSM konstatera att SKB har inkluderat SFR och dess planerade utbyggnad, vilket myndigheten bedömer som relevant. Som skäl anges dels det samtidiga planerade uppförandet av slutförvaren inklusive den efterföljande driften, dels att modelleringarna indikerar att påverkansområdet avseende grundvattnet delvis överlappar.

Arbetsmiljö

SSM finner det positivt att SKB har valt att på ett tydligt sätt i MKB ta upp arbetsmiljö, som formellt exkluderats från miljöbalkens tillämpning, då dos till personal är en relevant aspekt vid utvärderingen av den föreslagna verksamheten och dess alternativ.

5.3.2 Överensstämmelsen mellan MKB och säkerhetsredovisningarna samt SSM:s bedömning av redovisningens kvalitet/riktighet

SSM bedömer övergripande att de resultat som redovisas i MKB överensstämmer med vad som redovisats i övriga delar av ansökan och att resultaten understöds av säkerhetsanalyserna.

För SSM:s bedömning av analyser avseende arbetsmiljö, som ligger till grund för resultat som presenteras i MKB, hänvisas till kap. 6 i granskningsrapport *inkapslingsanläggning och Clab* och kap. 5 i granskningsrapport *uppförande och drift av slutförvarsanläggning*.

5.3.2.1 Befintligt mellanlager Clab samt ombyggnad till Clink

SSM bedömer att underlaget är tillräckligt för myndighetens bedömning. Myndighetens bedömning avseende redovisade risker med uppförandet av nya anläggningsdelar intill befintlig anläggning Clab görs i del 2, avsnitt 3 *val av plats och metod inkapslingsanläggningen*.

När det gäller påverkan av ökad mellanlagring konstaterar SSM att trots att dostillskottet till allmänhet beräknas som litet är utsläppet av tritium i sig av betydelse. Påverkan av ökad mellanlagring bedöms i del 2, avsnitt 4 *utökad kapacitet i Clab*.

5.3.2.2 Inkapslingsanläggningen

SKB:s redovisningar i ansökan om inkapslingsanläggningen har bedömts som tillräckliga som grund för SSM:s bedömning i detta skede av den successiva tillståndsprovning som tillämpas enligt kärntekniklagen. Det innebär att SSM:s bedömningar av underlagets tillräcklighet grundar sig på att SKB är beroende av att få myndighetens godkännande för verksamheten även efter att beslut har fattats om MKB och att det då kommer att krävas ett mer utvecklat underlag.

Nedan återges SSM:s bedömningar med avseende på inkapslingsanläggningen och med koppling till resultat i MKB.

Redovisning av påverkan och konsekvenser vid normaldrift och förväntade driftstörningar

När det gäller redovisningen av de förväntade utsläppen under normaldrift och vid förväntade driftstörningar bedömer SSM överensstämmelsen av redovisade värden mellan



F-PSAR och MKB som acceptabel, även om det finns vissa skillnader i hur värdena är presenterade (avsnitt 5.5 i granskningsrapport *inkapslingsanläggning och Clab*). SSM bedömer att SKB genom beräkningar har visat att dosbegränsningen kan förväntas innehållas.

SSM har granskat SKB:s analyser av den radiologisk omgivningspåverkan som driften av anläggningen och störningar i verksamheten kan ge upphov till (avsnitt 4.8 i granskningsrapport *inkapslingsanläggning och Clab*). Analyserna baseras på den händelseklassning av inledande händelser som redovisats i ansökansunderlaget och beräkningsförutsättningarna är, med vissa anpassningar, i överensstämmelse med internationell praxis. SKB:s analysresultat visar också att de i inriktningsdokument (SSM2013-5169-4) av SSM föreslagna referensvärdena för värdering av radiologiska omgivningskonsekvenser i de flesta fall innehålls.

SSM bedömer att analysförutsättningar, analysmetodik och analysresultat presenteras på ett godtagbart sätt med referenser till underliggande tekniska analysrapporter. Myndigheten identifierar samtidigt utvecklingsbehov och vissa brister i ansökan som behöver åtgärdas inför kommande steg i tillståndsprövningen enligt kärntekniklagen (avsnitt 12.2 i granskningsrapport *inkapslingsanläggning och Clab*).

Bedömning av SKB:s redovisning av risk för radiologiska olyckor, och dess konsekvenser, vid mindre sannolika störningar och missöden

När det gäller mindre sannolika störningar och missöden i händelseklass H3 och H4 bedömer SSM att SKB i MKB med dess kompletteringar har redovisat radiologiska omgivningskonsekvenser i tillräcklig omfattning i detta skede av den successiva tillståndsprövningen. SSM kan konstatera att samtliga analyserade händelser enligt SKB:s redovisning beräknas uppfylla kriteriet för H3-händelser. Vissa brister i metodik och analyser har dock konstaterats (avsnitt 4.8 i granskningsrapport *inkapslingsanläggning och Clab*). SSM utesluter inte att en uppdatering av redovisningen inför ett nästa steg i prövningen enligt kärntekniklagen kan komma att påverka de beräknade omgivningskonsekvenserna, men bedömer att det finns förutsättningar att gällande referensvärden kan uppfyllas för H3- och H4-händelser.

När det gäller SKB:s genomförda analys av H5-händelser, vilken behöver utvecklas inför ett nästa steg i prövningen, konstaterar SSM att vissa händelser potentiellt kan ge upphov till betydande utsläpp, i nivå med det för nya anläggningar angivna referensvärdet för händelseklassen. Myndighetens reglering av utsläpp i detta avseende beskrivs i Bilaga 2.

Eftersom de potentiella utsläppen innebär frigörelse av bl.a. den relativt långlivade nukliden cesium-137 (med en halveringstid på drygt 30 år) kan inte markbeläggning uteslutas vid händelse av friläggning av bränslet. Myndigheten konstaterar att vidareutvecklingen av analyserna kan innebära att dosberäkningarna kommer att revideras både uppåt och nedåt. Exempelvis är det scenario som illustrerar feed-and-boil i lagringsbassängerna tidsbegränsat till den tid som vattenkällan räcker för att ersätta det bortkokade vattnet. Vilka konsekvenser som inträffar efter torrläggning redovisas inte. Samtidigt noterar myndigheten att SKB har för avsikt att se över denna händelsekonsekvens för att exempelvis säkerställa att bränslet förblir under vatten och på så sätt reducera mängden utsläpp Cs-137 vid en sådan händelse.

SKB har på en detaljerad nivå redogjort för kriticitetssäkerhet, både för verksamhet i befintlig Clab med utökad lagring och dess följder samt för Clink. SSM bedömer att redovisningen är tillräcklig i detta skede av tillståndsprövningen.



Konsekvenser för miljön vid drift av Clink

Påverkan på växter och djur från Clink under drift redovisas i MKB. I de kompletteringar som senare inkommit för att ansökan också ska omfatta en utökad mellanlagring i Clab och Clink hänvisar SKB till den ursprungliga MKB vad gäller beskrivning av radiologisk påverkan på växter och djur. Redovisningen i MKB är mycket kortfattad och bygger helt på den analys som redovisas i underlagsrapporten Radiologisk påverkan på växter och djur från Clink under drift (SKB R-10-53) och som myndighetens bedömningar har utgått ifrån. I granskningen har också ingått att bedöma om den genomförda analysen kan anses relevant också för den förändrade ansökan som omfattar utökad mellanlagring.

SSM konstaterar (avsnitt 5.7 i granskningsrapport *inkapslingsanläggning och Clab*) att uppgifterna i MKB (SKB 2011 sid 186) om utsläpp av radioaktiva ämnen till naturmiljön är i överensstämmelse med de uppgifter som ligger till grund för myndighetens bedömningar.

SSM har dock konstaterat att SKB vid beräkning av utsläpp i Hamnefjärden utgår från förhållande då OKG:s reaktorer är i drift och därmed späder utsläppen. Genom att utföra egna överslagsberäkningar som tar hänsyn till ett minskat flöde av kylvatten från OKG:s reaktorer bedömer myndigheten att det finns förutsättningar för SKB att driva Clink utan oacceptabla risker för miljön, men SKB behöver inför ev. kommande steg i prövningen enligt kärntekniklagen förfina beräkningarna av den förväntade situationen i Hamnefjärden. Sådana beräkningar måste inkludera en situation när kärnkraftsreaktorerna i området stängts och kylvatteninflödet till Hamnefjärden begränsats till flödet från Clink-anläggningen själv, vilket innebär att utspädningen/vattenomsättningen i Hamnefjärden minskar kraftigt.

Se vidare avsnitt 5.7 i granskningsrapport *inkapslingsanläggning och Clab* om SSM:s bedömning av SKB:s metodik, dess tillämpning, SKB:s ingående data som grund för utvärderingen samt SSM:s egna beräkningar.

Avveckling av Clink

Myndighetens föreskrifter (9 kap. SSMFS 2008:1) ställer krav på att innan en anläggning uppförs ska en avvecklingsplan tas fram för den framtida avvecklingen av anläggningen. Den ska bland annat innehålla en beskrivning av förekomsten av radioaktiva ämnen efter slutlig avställning och hur det radioaktiva materialet ska omhändertas. Myndigheten bedömer att SKB har förutsättningar att uppfylla kravet avvecklingsplan för Clink (se kap. 7 granskningsrapport *inkapslingsanläggning och Clab*).

Redovisning av hur omgivningen kan påverka anläggningen

Enligt 6 kap. 3§ miljöbalken är syftet med en MKB för en verksamhet som kan medföra allvarliga kemikalieolyckor också att identifiera och bedöma faktorer i omgivningen som kan påverka säkerheten. För kärntekniska anläggningar finns inget sådant uttryckligt krav i miljöbalken, men i 4 kap. 2 § Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i kärntekniska anläggningar SSMFS 2008:1 ställs krav på redovisning av hur förläggningsplatsen och dess omgivning från säkerhetssynpunkt kan påverka anläggningen.

Syftet är att säkerställa att vald plats erbjuder tillräckligt skydd mot negativa effekter från joniserande strålning för personal, allmänhet och miljö utifrån den verksamhet som ska bedrivas vid anläggningen. Det innebär att förhållanden som kan påverka strålsäkerheten vid den kärntekniska verksamheten analyseras och värderas. Förhållanden i omgivningen som kan påverkas av radiologiska utsläpp, både från normaldrift och från missöden, analyseras. Dessa förhållanden övervakas och utvärderas sedan fortlöpande under anläggningens drifttid.

SSM bedömer att redovisning i ansökan är tillräcklig i detta avseende. SKB har utformat F-PSAR med hänsyn till IAEA:s riktlinjer. Det innebär att SKB utifrån vald förläggningsplats bl.a. redogör för de faktorer (exempelvis angränsande verksamheter och meteorologiska och hydrologiska förhållanden som kan påverka Clink), de angränsande verksamheter och den befolkning som kan påverkas av drift och missöden vid Clink samt att ovanstående kommer att följas upp inom ett program. Även i MKB (bl.a. avsnitt 5 och 7) finns viss redovisning av platsspecifika förutsättningar, men delvis i annat syfte.

5.3.2.3 Slutförvarsanläggningen

SSM anser att underlaget i ansökan är tillräckligt för att i detta skede bedöma rimligheten i SKB:s analyser av slutförvarsanläggningens barriärer och funktioners förmåga att, dels förebygga radiologiska olyckor och lindra konsekvenser om olyckor ändå sker, dels säkerställa att etablering av slutförvaret utförs på ett sådant sätt att erforderliga barriär- och säkerhetsfunktioner för strålsäkerheten efter förslutning inte äventyras.

SSM bedömer att SKB:s slutsatser är rimliga, det vill säga att anläggningens konstruktion uppfyller myndighetens krav avseende barriärfunktion och ett anpassat djupförsvaret samt att de händelser som har identifierats och analyserats inte orsakar mekaniska skador på kapseln som medför utsläpp av radioaktiva ämnen till omgivningen. Se vidare granskningsrapport *uppförande och drift av slutförvarsanläggning*, avsnitt 3.3.

SSM instämmer i SKB:s bedömning att inget kärnavfall bör uppkomma vid normaldrift av slutförvarsanläggningen. Vid framtida prövningar av anläggningen behöver SKB ta fram en mer detaljerad avfallsplan för det avfall som skulle kunna uppkomma vid kontaminerad kapsel eller transportbehållare.

När det gäller fysiskt skydd anser SSM att omfattningen och detaljeringsgraden i detta skede av redovisningen är tillräckliga, se granskningsrapport *uppförande och drift av slutförvarsanläggning*, avsnitt 7.2.

5.3.2.4 Strålsäkerhet efter förslutning

SSM bedömer att sammanfattningen av SR-Site som finns i MKB (SKB 2011a) sammanfattar säkerhetsanalysen SR-Site på ett bra sätt. Det finns dock vissa scenarier som SKB inte har tagit med i analysen av den långsiktiga strålsäkerheten kopplat till kapseln och dess konstruktionsförutsättningar där SSM ser ett behov av att SKB utökar scenario- och analysberäkningarna i en förnyad säkerhetsanalys (PSAR) som ska tas fram inför kommande steg i den stegvisa prövningen enligt kärntekniklagen. Dessa scenarier finns inte heller återgivna i MKB. Se vidare granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*, sammanvägd bedömning.

SKB har i Bilaga K:2 (SKBdoc1382754, avsnitt 10) sammanfattat kompletteringar som har begärts av SSM inom ramen för ansökan enligt kärntekniklagen samt sammanfattat bolagets kompletterande analyser. SKB har även uppdaterat slutsatser. SSM bedömer att det ger en riktig bild av vilka kompletteringar som har begärts och av vad som inkommit till myndigheten från SKB.

SSM har granskat SKB:s beräkningar av den radiologiska effekten på människor och andra organismer för de huvudsakliga, de hypotetiska och de restscenarier som presenteras i SKB:s konsekvensanalys (se kapitel 7, granskningsrapport *långsiktig strålsäkerhet*). Detta har bl.a. gjorts med stöd av SSM:s oberoende modellering både av intern och extern expertis. SKB har utvecklat en metodik för konsekvensanalys under många år och myndigheten har också följt utvecklingen genom granskning av tidigare säkerhetsanalyser. SSM bedömer att metodiken överensstämmer med internationell utveckling inom området och är i linje med OECD/NEA:s rekommendationer.

SKB påpekar att farligheten hos det använda kärnbränslet efter ca 100 000 år är jämförbar med den hos naturlig uranmalm som används för att producera bränslet. Myndigheten vill i sammanhanget påpeka att i liknelsen jämför SKB farligheten i samtliga fraktioner i kärnbränslecykeln med farligheten i motsvarande mängd naturlig uran, vilket inte ger en helt korrekt bild. Dessutom jämförs material med mycket olika halter av radioaktiva ämnen.

6 MKB:s syfte att möjliggöra en samlad bedömning

Detta avsnitt handlar om MKB, efter kompletteringar, uppfyller kravet att möjliggöra en samlad bedömning av projektets påverkan på miljö och hälsa. Nu gäller det inte underlagens innehåll i sak, som teknisk kvalitet, bredd och djup i analyser av effekter, utan det handlar framförallt om tydlighet för att söka, jämföra och ta ställning. SSM utgår i bedömningen från strålsäkerhet.

6.1 Krav

Ett övergripande syfte med MKB är möjliggöra en samlad bedömning av effekter på människors hälsa och miljön, så att berörda och allmänhet ska få en samlad bild av projektet och dess effekter (6 kap. 3 § miljöbalken).

Bedömningen om MKB kan ge underlag för samlad bedömning får ta stöd av mer än det dokument som betecknas MKB i ansökan (MÖD 2009:14). Det innebär att även kompletteringar av ansökan normalt får och ska beaktas. När det gäller samråd och alternativ finns dock begränsad möjlighet att beakta kompletteringar.

I Sverige finns inte formellt krav att sammanställa en slutlig MKB. Frågan om godtagbar omfattning och utformning av kompletteringar av MKB har ännu inte klagats av praxis, men har tagits upp av underinstanser. I ett fall övervägdes avvisning av ansökan på grund av otydligheter genom omfattande kompletteringar (Mark- och miljö-domstolens i Vänersborg dom 2012-12-06 i M 1429-11). I annat fall avvisades ansökan bl.a. på grund av ändringar och kompletteringar av MKB i sent skede (Mark- och miljödomstolens i Östersund slutligt beslut 2015-03-17 i M 1754-10).

6.2 Underlag från SKB

Mark- och miljödomstolen och SSM har fått samma MKB inlämnad med ansökningarna enligt miljöbalken respektive kärntekniklagen. Båda ansökningarna har kompletterats i flera omgångar, under de år som ärendena har handlagts. Kompletteringarna gäller ansökan, dvs. tillskott och ändringar av tekniska underlag, MKB och bilagor till dessa, men också med koppling till respektive ansökans huvudinlaga, som innehåller yrkanden, motiveringar m.m.

De första kompletteringarna gavs in till mark- och miljödomstolen våren 2013 och sommaren 2013. Till SSM gavs underlagen in hösten 2014. Kompletteringsproceduren beskrivs förutom i Bilaga K:10 även i andra sammanhang, t.ex. i sökandens följebrev och i sammanfattande inlagor till prövningsmyndigheterna.

Bilaga K:10 (SKBdoc 1440053) visar hur ansökan och kompletteringar förhåller sig till varandra. I Bilaga K:2 (SKBdoc 1382754) ger SKB en sammanfattning av de viktigaste resultaten i SR-Site samt de svar som SKB lämnat på kompletteringar kring slutförvarets långsiktiga säkerhet som SSM har begärt inom ramen för prövningen enligt kärntekniklagen fram till mars 2015. Syftet är enligt SKB att ge en lättillgänglig sammanfattning av det material som ligger till grund för SSM:s bedömning av



ansökningarna enligt kärntekniklagen. SKB beskriver på en övergripande nivå hur slutsatser har påverkats efter att ansökan lämnades in.

SSM:s bedömning av om MKB möjliggör en samlad bedömning utgår främst från kompletteringen Bilaga K 10 (SKBdoc 1440053), som är avsedd att ge överblick och struktur. Vidare ingår komplettering K:2 (SKBdoc 1382754) och K:3 (SKBdoc 1356032), som ska ge svar på ställda frågor dels ämnesvis och dels utifrån vem som frågat. Även andra delar av underlagen ingår i bedömningen, som samråd och alternativ. Den ursprungliga MKB som gavs in med ansökan har varit utgångspunkten.

6.3 SSM:s bedömning

Ett syfte med MKB är att berörda och allmänhet ska få en samlad bild av den sökta verksamheten och dess effekter på hälsa och miljö. SSM har begärt flera kompletteringar av denna anledning. Även utvärderingen av alternativ bygger på att möjliga konsekvenser, även konsekvenser med låg sannolikhet, är tydliga och jämförbara.

Efter att SKB kompletterat ansökan med bilagorna K:2 och K:3 samt läsanvisningen K:10 ger detta tillräckligt stöd för myndigheten att se vilket underlag i ansökan som åberopas av SKB för att kunna göra en samlad bedömning med avseende på strålsäkerhet. Samtidigt är myndigheten tveksamt till om kompletteringarna gör det tillräckligt tydligt med avseende på syftet att bereda allmänheten möjlighet att ta del av konsekvensbeskrivningen.

Den MKB som inkom till SSM med ansökan 2011 har enligt SSM ett till stora delar pedagogiskt upplägg för att underlätta en samlad bedömning. Praxis att också att MKB godtas även om kunskap finns i andra delar av ansökan. Det godtas även normalt att kompletteringar läggs till som separata dokument. I detta fall bedömer dock SSM att avgränsningen mellan MKB och andra delar av ansökan leder till vissa oklarheter och splittring av underlaget som, tillsammans med de omfattande kompletteringarna och dubbelprovningen, påverkar möjligheten att få överblick och att dra slutsatser.

SSM har förståelse för svårigheten att hantera ett så stort och komplicerat underlag på ett enkelt sätt, men bedömer ändå att uppgifterna som behövs för att göra en samlad bedömning är så splittrade att det är tveksamt om tydligheten har rimlig nivå för sökt verksamhet av denna omfattning. Slutförvarsansökan är ett unikt fall, där omfattningen och behovet av allmänhetens, domstolens, myndigheters och regeringens förståelse gör att kravet på tydlighet och möjliggörandet av en samlad bedömning kan förutsätta ett samlat MKB-dokument där SKB, med utgångspunkt i föreliggande MKB, för in kompletterande redovisning och förtydliganden, reviderar tidigare texter samt drar slutsatser utifrån det samlade resultatet.

SSM har även tidigare framfört liknande synpunkt till mark- och miljödomstolen (SSM2015-2076-2, SSM2013-3169-4), liksom till SKB. Vid yttrandet till mark- och miljödomstolen den 24 juni 2015 bedömde SSM att MKB kunde kungöras, men påpekade samtidigt att MKB skulle tjäna på att revideras.

7 MKB-samrådet

7.1 Krav

Enligt 6 kap. 4–5 och 9 §§ miljöbalken ska den som avser att bedriva en verksamhet samråda med länsstyrelsen, tillsynsmyndigheten och enskilda som kan antas bli särskilt berörda samt med övriga statliga myndigheter, kommuner, allmänhet och organisationer



som kan antas bli berörda, eftersom verksamheten antas medföra en betydande miljöpåverkan.

Samråd ska genomföras i god tid och i behövlig omfattning innan ansökan om tillstånd görs och miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) upprättas. Samrådet ska avse verksamhetens lokalisering, omfattning, utformning och miljöpåverkan samt innehåll och utformning av MKB.

Före samrådet ska den som avser att bedriva verksamheten lämna uppgifter om den planerade verksamhetens lokalisering, omfattning och utformning samt dess förutsedda miljöpåverkan. Uppgifterna ska lämnas till länsstyrelsen, tillsynsmyndigheten och enskilda som särskilt berörs. Länsstyrelsen ska under samrådet verka för att MKB får den inriktning och omfattning som behövs.

Det finns inte detaljerade regler om genomförande av samråd. Förarbeten anger att samråd ska anpassas i varje enskilt fall efter det planerades art och omfattning (Prop. 1997/98:45 del 2 s 59). Ett antal rättsfall gäller anpassningen av samråd.

Ett syfte med samråd är att möjliggöra för allmänheten, myndigheter och organisationer att på tidigt stadium påverka den planerade verksamheten och MKB. För att ett samråd ska fylla sin funktion måste det inledas innan låsningar om lokalisering och utformning eller projektet i övrigt fått en mer bestämd utformning (prop. 1997/98:45 del 2 s 59, MÖD 2002:15, 2003:88). Samråd ska komma i så tidigt skede att även mer grundläggande förändringar är praktiskt möjliga (se HD T 3126-07, 2009). Det finns dock ingen skyldighet för verksamhetsutövare att förändra efter samråd. Beslutsmyndigheten ska vid prövningen av ansökan beakta samråd (6 kap 9 § 2 st. miljöbalken). Ansökan ska innehålla uppgift om samråd som skett (22 kap 1 § 3 p miljöbalken). Detta innebär att samråd ingår i utvärderingen av verksamhetsutövarens bevisbörda.

Samråd ska vara en integrerad del av arbetet med att upprätta MKB och brister i processen kan i princip inte avhjälpas i efterhand. Brister i genomförande av samråd kan därför innebära att en ansökan ska avvisas, även om kunskapsunderlag kan kompletteras (jämför bl.a. MÖD 2002:15, 2003:88 och M 1859-14). Samråd med andra länder hanteras av Naturvårdsverket och tas inte upp här.

7.2 Underlag från SKB

SKB inledde 2002 samråd med myndigheter, organisationer och allmänheten i både Östhammar och Oskarshamn. Det avslutades i maj 2010. Samrådet har gällt anläggningar och verksamheter för inkapsling och slutförvar. Samrådet avsåg både ansökningar enligt miljöbalken och kärntekniklagen. Då gällande regler krävde samråd i två steg, men för fall med betydande miljöpåverkan har det inte betydelse. Grundläggande krav har inte ändrats.

Samrådet har varit både skriftligt och muntligt. Ett sextiotal möten har hållits med olika teman. Av SKB:s samrådsredogörelse framgår att mötena inte var begränsade till angivet tema, utan det har funnits möjlighet att ställa andra frågor och lämna synpunkter på övrigt underlag. Synpunkter har även kunnat lämnas i slutet av samrådet med stöd av en preliminär MKB.

Tre år efter ansökan om tillstånd aktualiserade SKB behovet av ökad mellanlagring i Clab. För ansökans revidering hölls samråd hösten 2014. Yrkanden om mellanlagring och ansökan har ändrats och kompletterats, bl.a. med tillägg till MKB.



Skriftliga och muntliga samråd sammanfattas i MKB kapitel 4. Bilagt MKB finns en samrådsredogörelse, som avser att ge en samlad bild av samrådets genomförande samt av hanteringen av synpunkter. Samrådsredogörelsen visar teman, tidpunkter och deltagande parter i möten. Löpande förändringar beskrivs, exempelvis ändrat ansökningsförfarande, tidplan och kompletterande utredningar om t.ex. metoder och lokalisering. Bilagor till samrådsredogörelsen redovisar frågor och svar.

Ansökans redovisning av samråd har kompletterats (del av bilaga K:2, K:3) bl.a. beskrivs genomförande av möten, tillgängligt underlag och tidsramar. Utöver ansökan finns årliga sammanställningar av årets aktiviteter för samråd, bl.a. sammanfattning av frågor och svar vid möten.

Vid granskningen har SSM, andra myndigheter och organisationer efterfrågat information om hur samrådets synpunkter har påverkat den planerade verksamheten och MKB. Särskilt när det gäller principiella synpunkter på metod- och platsval och säkerhetsanalys efterfrågades spårbarhet för att klargöra hur synpunkter har påverkat.

I Bilaga K:2 (SKBdoc 1382754) och K:3 (SKBdoc 1356032) sammanfattar SKB hur och när synpunkter har bemötts och hur avgränsningen av MKB har utvecklats, t.ex. att metodval och slutförvarets långsiktiga miljöpåverkan fördjupas i andra delar av ansökan.

7.3 SSM:s bedömning

7.3.1 Sammantagna bedömning

SSM gör den sammantagna bedömningen att samrådet kan godtas avseende strålsäkerhetsfrågor. Myndigheten konstaterar att samråd har skett i tid, med rätt parter och har behandlat de frågeställningar som samråd ska ta upp. SSM har haft möjlighet att ge synpunkter under samrådet och SKB har bemött myndighetens synpunkter. Eventuella brister i samrådet som framkommer under prövningsprocessen, t.ex. om andra aktörer har frågor som inte har bemötts, kommer SSM att beakta inför yttrandet till regeringen.

7.3.2 Samrådets genomförande

SKB har genomfört en omfattande samrådsprocess. SSM bedömer att berörda aktörer har getts möjlighet att delta och att de olika formerna för samråd har varit lämpliga.

Oklarhet har rätt om vissa möten har varit avsedda att ingå i det formella samrådet för MKB. SKB har i bilaga K:2 (SKBdoc 1382754) förtydligat detta.

Begränsat och sent underlag till möten har kritiserats, särskilt när det gäller konsekvenser kopplade till slutförvarets långsiktiga funktion och alternativ till KBS-3. SSM konstaterar att det inte finns krav på särskilda underlag till återkommande möten under en längre samrådsprocess. Uttryckliga krav på underlag syftar på den inledande informationen då samrådsprocessen startar. Samrådets genomförande ska emellertid anpassas till verksamhetens art och omfattning. Det får anses rimligt i detta fall att det löpande samrådet ska ta stöd av både skriftlig och muntlig information. Tillsammans med mötenas information och den preliminära MKB bedömer myndigheten att underlaget har varit tillräckligt.

Samråd ska hållas innan ansökan lämnas in, men när det gäller utökad mellanlagring i Clab har det bedömts vara lämpligt med en gemensam handläggning. Samråd efter huvudsakliga ansökan kan därför godtas.

7.3.3 Samrådets påverkan

Lagstiftarens förväntan om påverkan genom samrådet är inte begränsad till att utredningar ska göras för att svara på en fråga. Syftet är att möjliggöra för allmänheten, myndigheter och organisationer att på tidigt stadium kunna påverka både den planerade verksamheten och innehållet i MKB. För att samrådet ska kunna fylla denna funktion ska det därför inledas innan lösningar om lokalisering och utformning eller projektet i övrigt fått en mer bestämd utformning (se MÖD 2002:15, 2003:88). Myndigheten noterar att aktiviteter motsvarande det formella samrådet har hållits under en lång tidsperiod innan formella samråd för MKB krävdes.

När det gäller bedömningen av hur långt synpunkter ska beaktas finns det ingen absolut skyldighet för verksamhetsutövaren att förändra efter synpunkter som lämnats vid samråd. Bedömningen av samrådet utgör istället en integrerad del av den allmänna utvärderingen av att behövt underlag till ansökan och MKB har tagits fram och att detta återspeglar att rimlig hänsyn tagits.

Vid utvärderingen av samrådet måste uppmärksammas hur alternativ har bemötts. Verksamhetsutövaren är inte skyldig att utreda alla föreslagna alternativ, men måste bemöta synpunkterna även om alternativen inte är realistiska. Sökanden ska i MKB bl.a. redogöra för olika möjligheter och motivera varför ett alternativ inte har följts upp (NJA 2009:34).

SSM konstaterar att MKB innehåller översiktlig jämförelse av flera alternativ och motiv varför de avfärdats. Mer underlag om alternativen finns i andra delar av ansökan. Vissa förslag bedöms av SKB inte vara alternativ i lagens mening, t.ex. andra metoder än KBS-3. Det finns dock beskrivning av förslagen i ansökan. Dessa förhållanden försvårar spårbarhet från förslag till bemötande, men SSM konstaterar att samrådet ändå har omfattat väckta förslag, SSM:s frågor har besvarats och förslag har i olika utsträckning utretts, oavsett om de har betecknats som alternativ eller inte. SSM:s slutsats är att förslag under samrådet har bemötts tillräckligt för att uppfylla kraven i praxis.

8 Transporter mellan anläggningarna

Vid prövning enligt miljöbalken ska enligt 16 kap. 7 § hänsyn tas till andra verksamheter eller särskilda anläggningar som kan antas bli behövligen för att verksamheten ska kunna utnyttjas på ett ändamålsenligt sätt. Dessutom ska MKB enligt 6 kap. 3 § möjliggöra en samlad bedömning av projektet och dess effekter på hälsa och miljön. I miljöbalkens 6 kap. 7 ställs krav på innehåll i MKB.

SSM bedömer att transporter av radioaktiva ämnen mellan de planerade kärntekniska anläggningarna utgör en sådan verksamhet som är behövlig för slutförvarssystemet och som ska beaktas enligt 16 kap. 7 § miljöbalken samt redovisas i MKB. SSM, som remissinstans till mark- och miljödomstolen, tar därför ställning till om SKB utifrån strålsäkerhet har redovisat transporter enligt kraven i miljöbalken samt om SKB har visat att det finns förutsättningar att genomföra transportverksamheten på ett strålsäkert sätt. Även om följdverksamheter inte nämns specifikt i samband med prövning enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen) är det också rimligt att SSM yttrar sig i denna fråga till regeringen.

8.1 Krav

Transport av använt kärnbränsle (kärnämne) samt kärnavfall är i Sverige en dubbelreglerad verksamhet. Tillstånd krävs dels för transporterna enligt kärntekniklagen med följdförfattningar, vilket även innebär att strålskyddslagens bestämmelser tillämpas,



dels krävs att alla villkor i transportregelverken för transport av farligt gods följs. De senare är ADR-S för vägtrafik samt IMDG-koden för sjöfart utgivna av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap respektive Transportstyrelsen med stöd i lagen (2006:263) om transport av farligt gods. SSM är både behörig myndighet samt tillsynsmyndighet för en av de nio klasserna av farligt gods, nämligen klass 7 radioaktiva ämnen. De två regelverken ställer detaljerade krav på säkerheten vid transport av radioaktiva ämnen, medan SSM med stöd av kärntekniklagen huvudsakligen reglerar fysiskt skydd för transporter.

En transport börjar enligt de modala transportregelverken (ADR-S m.fl.) hos avsändaren när kollit packas och förbereds för transport, och avslutas hos mottagaren när kollit mottagits och packats upp. Transport av radioaktiva ämnen som utgör kärnämne kräver att alla tillämpliga transportbestämmelser i de s.k. modala transportregelverken (enligt lagen om transport av farligt gods) samt tilläggskrav för kärnämnestransporter fattade med stöd av kärntekniklagen kan uppfyllas. Detta är ett villkor för att kunna uppfylla de vidare kraven enligt miljöbalken.

SSM, eller i vissa fall regeringen, meddelar tillstånd och villkor för transport av radioaktiva ämnen. SSM utövar tillsyn av verksamheten, bland annat genom granskningar och inspektioner.

8.2 Underlaget från SKB

Det tilltänkta transportsystemet beskrivs i huvudsak i miljökonsekvensbeskrivningen (SKB, 2011a) samt tillhörande referensdokument (SKB R-10-01, SKBdoc 1171993). Se även komplettering Bilaga K:2 (SKBdoc 1382754).

Dokumentationen beskriver det befintliga och det planerade svenska transportsystemet för använt kärnbränsle och kärnavfall. Fartygstransport med det specialbyggda INF-3-klassade fartyget M/S Sigrid är huvudalternativet för transport mellan den planerade inkapslingsanläggningen i Oskarshamn och den planerade slutförvarsanläggningen i Östhammar.

8.3 SSM:s bedömning

SSM bedömer att SKB:s redovisning av de planerade transportererna mellan anläggningarna uppfyller kraven i 6 kap. 3 § och 7 § miljöbalken. Myndigheten anser att underlaget i MKB och ansökan ger en tillräcklig och korrekt bild av både den nuvarande transportverksamheten av använt kärnbränsle och kärnavfall mellan kärnkraftverken och Clab/SFR samt av de transporter som den utökade sökta verksamheten kommer att innebära. Denna verksamhet beskrivs i principiella termer, även avseende transportförpackningar för kopparkapslar. De senare måste designas och certifieras av en behörig myndighet i tillverkningslandet eller i Sverige. Kompletteringarna till MKB beskriver även det uppdaterade transportsystemet med det nya INF-3 klassade fartyget M/S Sigrid.

SKB har ännu inte redovisat hur transportbehållarna för kopparkapslar ska konstrueras i detalj. Denna typ av transportbehållare bedöms dock av SSM inte vara problematiska att konstruera, tillverka och få licensierade då de bygger på vedertagna koncept hos de stora utländska tillverkarna.

Med erfarenhet från hur SKB har hanterat transporter sedan Clab och SFR togs i drift på 1980-talet bedömer SSM att det är troligt att SKB kommer att kunna uppfylla



transportbestämmelserna i de modala transportregelverken (enligt lagen om transport av farligt gods) samt tilläggskraven för kärnämnestransporter.

SKB:s uppgradering av transportsystemet med det nya fartyget M/S Sigrid bedöms höja den totala strålsäkerheten vid transporter och minska miljöpåverkan genom att den större transportkapaciteten bör ge färre transporter. Fartyget innebär också att en säkrare konstruktion än tidigare används. M/S Sigrid är av högsta nukleära säkerhetsklass (INF3) som tillsammans med de omfattande internationella kraven för transport av ”farligt gods klass 7 radioaktiva ämnen” i IMDG-koden bedöms ge förutsättningar för en mycket god säkerhet. Enligt SKB:s redovisning kommer landtransporter att ske endast mycket korta sträckor, främst inom anläggningarna och med specialfordon som framförs med låg hastighet (ca 10 km/h)

Sjötransporter med specialtonnage enligt ovan bedöms generellt av SSM som det från strålsäkerhetssynpunkt bästa alternativet för transporter av använt kärnbränsle i Sverige. Alternativen vore järnvägs- eller långväga landsvägstransporter. Järnvägstransporter är sårbara för störningar som kan påverka säkerheten. Erfarenhet finns till exempel från transporter av högaktivt kärnavfall från Frankrike till mellanlager i Tyskland. Landsvägstransporter är mycket resurskrävande då transportkollina med lastbärare väger mer än 80 ton per fordon. Förutom de nackdelar som finns från miljösynpunkt, bedöms landsvägstransporter av SSM vara olämpliga av säkerhetsskäl.

All hantering av använt kärnbränsle innebär en risk och bör således minimeras. Behovet av transporter och i vilken form bränslet transporteras är viktiga parametrar vid val av plats och utformning av inkapslingsanläggningen. Det övervägda alternativet att förlägga inkapslingsanläggningen vid slutförvaret, och därmed i större utsträckning hantera och transportera använt kärnbränsle som inte är inneslutet i en kopparkapsel, innebär ett extra risktillskott vid in- och urlastning jämfört mot att det sker inkapslat. Samtidigt är det av största vikt att kopparkapseln inte skadas under transporten så att initialtillståndet påverkas, vilket kan ha betydelse för den långsiktiga strålsäkerheten.

Enligt SSM:s bedömning förväntas kapseltransportbehållaren under transport ge ett mycket gott skydd även mot mekanisk påverkan av kapseln. Trots detta är det helt nödvändigt att kopparkapseln efter urlastning från transportbehållaren i omlastningshallen i slutförvaret (här upphör transportoperationen) genomgår en ingående mottagningskontroll avseende mekaniska skador. Hantering av den relativt mjuka kopparkapseln vid in- och urlastning ur transportbehållaren skulle kunna ge skador/mindre defekter i kopparytan, som teoretiskt skulle kunna påverka långtidssäkerheten (korrosionsangreppspunkter m.m.). För myndighetens bedömning avseende kontroller vid in- och urlastning av kapseln samt möjligheter att returnera en skadad kapsel, se rapport uppförande och drift av slutförvarsanläggningen samt rapport inkapslingsanläggningen.

Bilaga 1: Redovisningar och myndighetens ställningstaganden avseende metodval vid olika Fud-programmen

FoU 86

I sitt yttrande över det första forsknings- och utvecklingsprogrammet (FoU) som inlämnades 1986 finner SKI att den avvägning som SKB gör av FoU-satsningen på olika alternativ verkar rimlig, men framhåller att säkerhetsaspekten vid det slutliga valet av plats och metod är den dominerande faktorn och att denna faktor måste ges en tillräcklig tyngd vid val av alternativ (SKI 1987). Vidare framhåller SKI att även om inte upparbetning av använt kärnbränsle idag framstår som ett realistiskt alternativ är det inte självklart att samma bedömningar av detta alternativ kommer att göras vid den tidpunkt då ett slutförvar står färdigt.

I motsvarande uttalande tolkar Statens strålskyddsinstitut (SSI) kravet på allsidighet i kärntekniklagen att SKB i sin forsknings och utvecklingsverksamhet ska redovisa och följa upp de alternativa hanterings- och förvaringsmetoder som framkommer under den fortsatta utvecklingen på avfallsområdet (SSI 1987). SSI framför att ett underlag som medger en utvärdering av mer än ett alternativ inför ett slutligt ställningstagande bedöms värdefullt. Att SKB avser att studera möjligheten till borrhålsförvaring på större djup betraktas av SSI som positivt.

FoU 89

Alternativen var föremål för synpunkter även i den efterföljande redovisningen i FoU 89. Främst diskuterades alternativen WP-Cave, djupa borrhål och deponering i långa tunnlar under Östersjöns botten som hade utvärderats av SKB i en jämförelse med KBS-3-metoden. I sin granskning uttalar SKI kritik mot att SKB med angivande av bristande kunskapsunderlag väljer bort ett alternativ som djupa borrhål (SKI 1990). SKB bör, enligt SKI, fortsätta med vissa insatser för detta alternativ.

SSI påpekar att regeringen i tidigare beslut uttalat att slutligt ställningstagande till hanteringsmetod kommer att tas först sedan erfarenheter vunnits och slutsatser kunnat dras från den kunskap och förbättrade teknik som nationellt och internationellt utvecklingsarbete ger (SSI, 1990). I sin granskning konstaterar SSI att SKB ämnar fortsätta studier kring djupa borrhål, vilket stöds av myndigheten. Även Statens kärnbränslenämnd (SKN) riktar synpunkter mot att SKB tenderat att värdera alternativen efter KBS-3:s förtjänster, inte efter alternativens egna (SKN, 1990). Av regeringsbeslutet framgår att fortsatt forskningsarbete bör omfatta en redovisning och en uppföljning av alternativa hanterings- och förvaringsmetoder. Regeringen betonar att någon bindning till en viss bestämd hanterings- eller förvaringsmetod inte bör ske förrän de säkerhets- och strålskyddsproblem som kan föreligga kan överblickas (Regeringsbeslut 21, 1990-12-20).

Fud-program 92

Till Fud-program 1992 har SKB genomfört en jämförande utvärdering av olika alternativa utformningar inom ramen för den s.k. PASS-studien (SKB, 1992).

SKI konstaterar i sin granskning att kärntekniklagen och krav på att ta fram en miljökonsekvensbeskrivning (som hade införts i naturresurslagen, miljöskyddslagen och vattenlagen 1991) kräver allsidighet respektive alternativredovisning i SKB:s FoU-program, vilket innebär att olika alternativa metoder ska följas upp och studeras samt vara utredda så långt att det slutgiltiga valet kan motiveras på ett hållbart sätt (SKI rapport 93:14). För att på ett trovärdigt sätt avvisa ett alternativ krävs, enligt SKI:s mening, att SKB kan visa antingen att alternativet är mindre lämpligt än det valda huvudalternativet eller att de resurser som behövs för att utreda lämpligheten hos ett alternativ är orimligt höga i förhållande till den förväntade nyttan.

Samtidigt menar SKI att det av resursskäl inte är rimligt att under lång tid parallellt bedriva omfattande teknisk utveckling av alternativa metoder. Därför bedöms att det är

nödvändigt att programmet alltmer inriktas mot en metod och en systemutformning. SKI finner det rimligt att KBS-3 utgör huvudalternativ och referenssystem för de fortsatta Fud-insatserna (SKI rapport 93:14). SKI betonar dock att ställningstagandet för KBS-3 som ett huvudalternativ inte innebär att myndigheten accepterar att detaljutformningen låses för tidigt utan en väl genomarbetad och samlad överblick över de relevanta säkerhets- och strålskyddsfrågorna. Enligt SKI bör ett KBS-3 liknande förvar kunna utformas så att det kan erbjuda en rimlig avvägning mellan övergivbarhet, återtagbarhet och oåtkomlighet för det klyvbara materialet.

Dessutom framhåller SKI att för ett slutligt val av metod är det nödvändigt att rimligt omfattande insatser görs för att belysa och jämföra olika alternativ samt att överväganden och beslut tydligt dokumenteras. En kunskapsmässig handlingsberedskap att ompröva valt huvudalternativ bör upprätthållas så långt rimligen är möjligt. Därför anser SKI att SKB bör fortsätta att bevaka internationell utveckling av alternativa metoder och komplettera analyserna i PASS-rapporten.

I granskningen av Fud-program 92 diskuterar SSI alternativen för geologisk deponering tillsammans med ett separations- och transmutionsalternativ och ett alternativ i form av ett övervakat ytnära förvar med inkapslat avfall (SSI, 1993). SSI konstaterar att SKB:s motiv att avfärda djupa borrhål som alternativ snarare baseras på brist på kunskap om alternativet, snarare än på dess direkta svagheter. I granskningen pekar SSI också på ett antal frågeställningar som mer av politisk natur och som behöver utvärderas inför en slutlig jämförelse mellan KBS-3 och djupa borrhål: a) svåråtkomlighet, b) återtagbarhet, och c) reparerbarhet.

I beslutet om Fud-program 92 (Regeringsbeslut 40, 1993-12-16) anger regeringen att ”... även om KBS-3 skulle visa sig vara ett rimligt val för demonstrationsdeponering bör SKB inte binda sig för någon specifik hanterings- och förvaringsmetod innan en samlad och ingående analys av tillhörande säkerhets- och strålskyddsfrågor redovisats”.

Fud-program 95

I granskningen av SKB:s Fud-program 95 bedömer SKI att KBS-3-metoden även fortsättningsvis bör utgöra huvudinriktning för SKB:s arbete (SKI rapport 96:48). SSI kommenterade inte alternativfrågan.

I beslutet om framför regeringen flera remissinstansers önskemål om en samlad redovisning av det slutförvarssystem som SKB planerar, inklusive en redovisning av alternativ till den föreslagna metoden (Regeringsbeslut 25, 1996-12-19).

Fud-program 98

Den systemredovisning som lämnades tillsammans med Fud-program 98 granskades gemensamt av de dåvarande myndigheterna SKI och SSI. SKI anger i yttrandet att slutförvaring i djupa geologiska formationer framstår som den mest ändamålsenliga metoden för slutligt omhändertagande av det använda bränslet (SKI rapport 99:16). Förvaring ovan jord under lång tid skulle innebära att ansvar lastas över på kommande generationer i en utsträckning som inte skulle vara etiskt försvarbar. När det gäller transmution har SKI uppfattningen att denna strategi kan avföras från SKB:s program som ett realistiskt alternativ till ett slutförvar. SKI påpekar dock att en tydligare motivering till valet av KBS 3 än vad som hittills gjorts kräver ytterligare underlag, bl.a. i form av en mer systematisk jämförelse mellan olika strategier för geologisk förvaring baserad på något mer fördjupade bedömningar av de olika alternativens för- och nackdelar.

SSI anger i yttrandet att SKB:s val av strategi för avfallets omhändertagande, vilken utgår från geologisk slutförvaring, är ett riktigt val och att KBS-3-metoden förefaller rimlig mot

bakgrund av hittills redovisade forskningsresultat (SSI, 1999). Däremot bör SKB, enligt SSI:s uppfattning, i en komplettering av programmet redovisa en systemanalys omfattande en samlad bedömning av strålskydds- och säkerhetsaspekterna för de olika aktuella strategierna för omhändertagande av det använda kärnbränslet liksom av alternativa metoder inom dessa strategier. Det ska tydligt framgå av redovisningen på vilka grunder valet gjorts av de olika alternativen.

Komplettering av Fud-program 98

I den komplettering av Fud-program 98 (vanligen benämnd Fud-K) som inlämnades inför val av platser för platsundersökningar efterfrågade SKB ett ställningstagande från regeringen och granskande myndigheter om att KBS-3-metoden utgör det lämpligaste alternativet och att den därmed utgör en grundläggande förutsättning för platsundersökningsarbetet.

I granskningen anser SKI att SKB har redovisat metodvalet på ett avsevärt förbättrat sätt i jämförelse med redovisningen i Fud-program 98 (SKI rapport 01:20). SKI ser ingen anledning att ändra inställning till KBS 3 som det lämpligaste och enda realistiska planeringsförutsättningen inför platsundersökningar. Redovisningen av metodvalet bedöms tillräcklig för att inleda platsundersökningar men behöver förnyas ytterligare inför kommande beslutstillfällen. Mot denna bakgrund anser SKI att SKB bör fortsätta bevaka teknikutvecklingen avseende olika alternativ.

SSI pekar på att en strålskyddsmässig optimering förutsätter att det finns olika alternativ att värdera mot varandra och att djupa borrhål bör vara det alternativ till huvudförslaget som miljöbalken kräver (SSI, 2001). SSI anser att SKB:s redovisning av alternativa systemutformningar, inklusive det forskningsprogram som krävs för att nå en god kunskapsnivå för alternativet är i överensstämmelse med vad regeringen begärt och godtagbar. Däremot efterlyser SSI en fördjupad analys av den långsiktiga säkerheten och strålskyddet för djupa borrhål till den planerade ansökan. Upparbetning/transmutation bedöms inte som en framkomlig väg för Sverige, bl.a. av formella skäl.

I beslutet över Fud-K anger regeringen att ”... *bolaget bör använda KBS-3-metoden som planeringsförutsättning för de platsundersökningar som nu avses. Regeringen understryker dock att ett slutligt godkännande av viss metod för slutförvaring inte kan göras förrän i samband med ett framtida ställningstagande till ansökningar om tillstånd enligt miljöbalken och kärntekniklagen att uppföra ett slutförvar för använt kärnbränsle*” (Regeringsbeslut 22, 2001-11-01). Regeringen erinrar om tidigare regeringsbeslut rörande alternativa metoder och på kraven på alternativredovisning i samband med att en MKB upprättas. Bolaget bör därför fortsättningsvis inom ramen för Fud-programmen bevaka teknikutvecklingen avseende olika alternativ för omhändertagande av kärnavfall.

Fud-program 2001-10

I granskningen av de redovisningar av Fud-programmet som lämnades in under perioden har såväl SSI/SKI/SSM återkommande pekat på behovet av att SKB tar fram ett bra underlag till tillståndsansökan för att kunna motivera metodvalet. Regeringen har gett stöd för de synpunkter som myndigheterna fört fram.

I beslutet om Fud-program 2001 förutsätter regeringen att frågor om vilka alternativ som skall redovisas i miljökonsekvensbeskrivningen blir föremål för ingående överväganden i samband med det föreskrivna samrådet (Regeringsbeslut 7, 2002-12-12). I beslutet om Fud-program 2004 påpekar regeringen att SKB bör förtydliga redovisningen av alternativa metoder inför miljöbalksprövningen och att en jämförelse mellan alternativen bör göras som bl.a. utnyttjar säkerhetsanalytisk metodik (Regeringsbeslut 21, 2005-12-01).

Bilaga 2 Reglering av utsläpp vid normaldrift och i samband med olika störningar och missöden

SSM har presenterat ett inriktningsdokument av vilket det framkommer vilka radiologiska omgivningskonsekvenser som SSM anser kan godtas för sådana kärntekniska anläggningar som nu är föremål för prövning (SSM2013-5169-4). Den metodik som avses att användas är samma som myndigheten tidigare har tillämpat för befintliga kärnkraftsreaktorer vilken innebär att händelser som kan leda till radiologiska omgivningskonsekvenser ska identifieras. De identifierade händelserna ska delas in i händelseklasser beroende på hur frekventa de är. Tillståndshavaren ska sedan genom analyser klarlägga att de radiologiska omgivningskonsekvenserna understiger de av SSM fastställda referensvärdena.

Den grundläggande tanken är att ju mer sällsynt en händelse är, desto större påverkan på omgivningen kan accepteras. Detta gäller upp till en viss högsta nivå över vilken det normalt inte är berättigat att planera för att bedriva en verksamhet. För vissa verksamheter kan dock inte händelser uteslutas som ligger utanför vad anläggningen har konstruerats för (s.k. restrisker). Om sådana verksamheter kan anses berättigade är föremål för regeringens ställningstagande i samband med tillåtlighetsprövningen. Eftersom restriskerna faller utanför vad anläggningar konstrueras för finns inget mål för de radiologiska omgivningskonsekvenserna och således inget referensvärde.

Händelseklassen normaldrift (H1) avser normal drift av anläggningen och har inget frekvensintervall. Regleringen utgår från EU-direktiv vilket anger att en person ur allmänheten inte ska erhålla en årlig effektiv dos som är högre än 1 mSv från verksamhet med strålning. Denna dosgräns är jämförbar med den del av miljöbetingade årsdosen som inte går att påverka, radon undantaget. Eftersom flera verksamheter kan ge ett dosbidrag till en enskild individ, har SSM utfärdat särskilda föreskrifter som anger en begränsning av stråldos för varje enskild verksamhet. För kärntekniska anläggningar gäller att utsläpp inte får ge upphov till en årsdos till allmänheten som är högre än 0,1 mSv.

Händelseklassen förväntade händelser (H2) avser händelser med en årlig sannolikhet på 1 till 0,01. Händelserna kan därför förväntas inträffa under en anläggnings livstid. Målet är därför detsamma som för normaldrift, dvs. störningar som förväntas inträffa ska inte leda till någon större radiologisk omgivningspåverkan än vad som skulle godtas under normaldrift.

Händelseklassen ej förväntade händelser (H3) avser händelser med en årlig sannolikhet på 0,01 till 10^{-4} . Målet vid ej förväntade händelser är att skyddsåtgärder utanför anläggningen inte ska behöva vidtas. Med utgångspunkt från rekommendationerna från den internationella strålskyddskommittén (ICRP) har SSM angett referensvärdet för ej förväntade händelser bör sättas till 1 mSv/år. Med målet 1 mSv/år blir skyddsåtgärder, varken på kort eller lång sikt, sannolikt berättigade.

Händelseklassen osannolika händelser (H4) avser händelser med en årlig sannolikhet i intervallet 10^{-4} till 10^{-6} . Målet för osannolika händelser är att omflyttning (en icke akut utrymning av människor i syfte att undvika exponering från strålning på lång sikt) utanför anläggningen inte ska vara nödvändigt, däremot kan andra skyddsåtgärder vara motiverade i syfte att begränsa stråldosen, t.ex. inomhusvistelse eller utrymning (akut evakuering av människor i syfte att undvika eller reducera exponering från strålning på kort sikt). SSM har angett referensvärdet för händelseklassen till 20 mSv/år.

Händelseklassen mycket osannolika händelser (H5) avser händelser med en årlig sannolikhet i intervallet 10^{-6} till 10^{-7} . Målet för mycket osannolika händelser är att det inte ska uppstå deterministiska (förväntade) strålskador utanför anläggningen. ICRP anger att



gränsen för deterministiska skador är vid ca 100 mSv. Vid mycket osannolika händelser är skyddsåtgärder utanför anläggningen motiverade i syfte att begränsa bestrålningen. Målet med de åtgärder som kan behöva vidtas är att begränsa den årliga stråldosen till allmänheten så långt som möjligt, men minst under 20 mSv.



Referenser

Arnold B W, Brady P V, Bauer S J, Herrick C, Pye S, Finger J, 2011. Reference design and operations for deep borehole disposal of high level radioactive waste. SAND2011-6749, Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico.

Beswick J, Gibb F G F, Travis K P, 2014. Deep borehole disposal of nuclear waste: engineering challenges. Proceedings of the ICE – Energy 167, 47-66.

Brady P V, Arnold B W, Freeze G A, Swift P N, Bauer S J, Kanney J L, Rechar R P, Stein J S, 2009. Deep borehole disposal of high-level radioactive waste. Sandia report SAND2009-4401, Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico.

Erlström M, Persson L, Sivhed U, Wickström L, 2009. Beskrivning till regional berggrundskarta över Gotlands län, Sveriges geologiska undersökning K 221, 66 s.

Europeiska Unionens Råd, Direktiv 2011/70/EURATOM, av den 19 juli 2011 om inrättande av ett gemenskapsramverk för ansvarsfull och säker hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall.

Förordning 2001:512 om deponering av avfall. Svensk författningssamling. Miljö- och energidepartementet.

INSITE M-09-06. INSITE Core Group. SDM-Site Forsmark – Review of SKB TR-08-05 and supporting documentation. Strålsäkerhetsmyndigheten, 2009.

INSITE M-09-07. INSITE Core Group. SDM-Site Laxemar – Review of SKB TR-09-01 and supporting documentation. Strålsäkerhetsmyndigheten, 2009.

Lindström M, Lundqvist J, Lundqvist T, 2000. Sveriges geologi från urtid till nutid. Andra upplagan, studentlitteratur.

Marsic N, Grundfelt B, 2013. Modelling of thermally driven groundwater flow in a facility for disposal of spent nuclear fuel in deep boreholes. SKB P-13-10. Svensk Kärnbränslehantering AB.

NWTRB, 2016. Technical Evaluation of the U.S. Department of Energy Deep Borehole Disposal Research and Development Program. U.S. Nuclear Waste Technical Review Board report to the U.S. Congress and the Secretary of Energy, January 2016.

Prop. 1997/98:45. Regeringens proposition Miljöbalk. Miljö- och energidepartementet.

Prop. 1997/98:145. Regeringens proposition Svenska miljömål. Miljöpolitik för ett hållbart Sverige. Miljödepartementet.

Prop. 2001/02:65. Regeringens proposition. Ändrad ordning för utdömande av vite enligt miljöbalken m.m. Miljödepartementet.

Prop. 2004/05:129. Regeringens proposition En effektivare miljöprövning. Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet.

Regeringsbeslut 21, 1990-12-20. Program för forskning m.m. angående kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. M90/1165/6, Dossie 6242.



Regeringsbeslut 40, 1993-12-16. Program för forskning m.m. angående kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. M92/705/6, M92/3114/6, M92/3462/6, M92/3589/6, M93/48/6, M93/451/6, M93/1349/6, M93/2525/6.

Regeringsbeslut 11, 1995-05-18. Komplettering av program för forskning m.m. angående kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. M93/1228/5, M93/4176/5, M94/3127/5, M94/43450/5.

Regeringsbeslut 25, 1996-12-19. Program för forskning m.m. angående kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring. M96/2261/5, M95/2472/5, M95/4251/5, M95/4471/5, M96/579/5.

Regeringsbeslut 1, 2000-01-24. Program för forskning, utveckling och demonstration för kärnavfallets behandling och slutförvaring. Fud-program 98. M1999/2152/Mk, M1999/3940/Mk.

Regeringsbeslut 22, 2001-11-01. Komplettering av program för forskning, utveckling och demonstration för kärnavfallets behandling, Fud-program 98. M2001/2840/Mk, M2001/2757/Mk, M2001/1469/Mk.

Regeringsbeslut 7, 2002-12-12. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, Fud-program 2001. M2002/1287/Mk, M2002/2317/Mk.

Regeringsbeslut 21, 2005-12-01. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, inklusive samhällsforskning, Fud-program 2004. M2005/3965/Mk.

SKB, 1992. Projekt AlternativStudier för Slutförvar (PASS). Slutrapport. Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992.

SKB, 1995. Översiktsstudie 95 - Lokalisering av djupförvar för använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995.

SKB, 2000. Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.

SKB, 2011a. Miljökonsekvensbeskrivning: Mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, mars 2011.

SKB, 2011b. Ansökan om tillstånd enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet till uppförande, innehav och drift av en kärnteknisk anläggning för slutförvaring av använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, mars 2011 (SSM2011-1135-1).

SKB, 2014. SKB:s komplettering av Ansökan om tillstånd enligt kärntekniklagen Inkapslingsanläggning och centralt mellanlager för använt kärnbränsle vid Simpevarp, Oskarshamns kommun. Svensk Kärnbränslehantering AB, december 2014 (SSM2015-279-2).

SKBdoc 1025277. Protokoll expertmöte om inkapslingsanläggningen. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2004-05-28.



SKBdoc 1091845. Säkerhetsredovisningen för drift av slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle (SR-Drift) kapitel 5 – Anläggnings- och funktionsbeskrivning, version 3.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, augusti 2010 (SSM2011-1135-1).

SKBdoc 1091959. Säkerhetsredovisningen för drift av slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle (SR-Drift) kapitel 4 – Kvalitetssäkring och anläggningens drift, version 3.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, juni 2010 (SSM2011-1135-1).

SKBdoc 1091960. Säkerhetsredovisningen för drift av slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle (SR-Drift) kapitel 1 – Introduktion, version 3.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, augusti 2010 (SSM2011-1135-1).

SKBdoc 1171993. Transport av inkapslat bränsle till slutförvaringen i Forsmark, version 3.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010-07-12.

SKBdoc 1199888. Bilaga VU: Verksamhet, ledning och styrning – Uppförande av slutförvarsanläggningen, version 1.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, februari 2011.

SKBdoc 1205118. F-PSAR Allmän del kapitel 3 – Säkerhetsprinciper, säkerhetskrav och konstruktionsförutsättningar, version 9.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, december 2014 (SSM2015-279-9).

SKBdoc 1205123. F-PSAR Allmän del kapitel 5 – Anläggnings- och funktionsbeskrivning, version 9.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, december 2014 (SSM2015-179-11) (*skyddat dokument*).

SKBdoc 1208614. Bilaga AH: Verksamheten och de allmänna hänsynsreglerna – slutförvarssystemet, version 1.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, februari 2011 (SSM2015-279-18).

SKBdoc 1356032. Bilaga K:3 Frågor och svar per remissinstans, version 4.0 , Svensk Kärnbränslehantering AB, september 2015 (SSM2011-2426-235).

SKBdoc 1382754. Bilaga K:2 Ämnesvisa svar på kompletteringsönskemålen, version 3.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, mars 2015 (SSM2011-2426-228).

SKBdoc 1387244. Sammanställning av SKB:s svar på SSM:s begäran om komplettering av ansökan avseende uppförande och drift av Central anläggning för mellanlagring och inkapsling av använt kärnbränsle (Clink), version 2.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, december 2014 (SSM2015-279-3).

SKBdoc 1392898. Svar till SSM på begäran om komplettering rörande planer för demonstrationsdeponering, version 1.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, juni 2013 (SSM2011-2426-130).

SKBdoc 1417006. Effects of weathering of silicate materials and cation-exchange on the geochemical safety indicators during the hydrogeochemical evolution at Forsmark, version 1.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, december 2013 (SSM2011-2426-152).

SKBdoc 1440497. SKB:s jämförande bedömningar av andra studerade metoder än den valda metoden, KBS-3, version 1.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, september 2014 (SSM2011-2426-199).



SKBdoc 1440053. Bilaga K:10 Summering av inlämnade dokument, rättelser och kompletterande information i ansökan om tillstånd enligt miljöbalken - hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle, version 3.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, september 2015 (SSM2011-2426-235).

SKBdoc 1440540. Svar till SSM på begäran om komplettering rörande Hultsfred som alternativ plats, version 1.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, september 2014 (SSM2011-2426-195).

SKBdoc 1459765. Bilaga K:20 Tilläggs-MKB avseende förändringar i Clink och utökad mellanlagring, version 1.0. Svensk Kärnbränslehantering AB, mars 2015 (SSM2015-279-18).

SKBdoc 1467351. Bilaga K:23 Radiologiska konsekvenser i samband med mellanlagring och inkapsling av använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, mars 2015 (SSM2015-279-18).

SKBdoc 1469192. Bilaga K:24 Teknisk beskrivning avseende förändringar i Clink och utökad mellanlagring, version 1.0 (Revidering av SKB R-10-01). Svensk Kärnbränslehantering AB, mars 2015 (SSM2011-2426-235).

SKB Fud-Program 92. Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring – Program för forskning, utveckling, demonstration och övriga åtgärder. Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992.

SKB P-13-08. Odén A. Förutsättningar för borring av och deponering i djupa borrhål. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2013.

SKB P-13-13. Grundfelt B. Radiological consequences of accidents during disposal of spent nuclear fuel in a deep borehole. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2013.

SKB P-13-33. Forsström H. Utveckling av snabba reaktorer. Påverkan på det svenska systemet för hantering av använt bränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2103.

SKB P-14-20. Uppdatering av rapporten Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2014.

SKB P-14-21. Uppdatering av rapporten Jämförelse mellan KBS-3-metoden och djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010.

SKB R-00-12. Axelsson C-L, Follin S, Årebäck M, Stigsson M, Isgren F, Jacks G. Förstudie Hultsfred. Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.

SKB R-00-29. Systemanalys. Omhändertagande av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.

SKB R-00-32. Systemanalys. Val av strategi och system för omhändertagande av använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.

SKB R-03-01. Grundvattnets regionala flödesmönster och sammansättning – betydelse för lokalisering av djupförvaret. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2003.



SKB R-03-23. Follin S, Svensson U. On the role of mesh discretisation and salinity for the occurrence of local flow cells. Results from a regional-scale ground-water flow model of Östra Götaland. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2003.

SKB R-03-24. Holmén J G, Stigsson M, Marsic N, Gylling B. Modelling of groundwater flow and flow paths for a large regional domain in northeast Uppland. A three-dimensional, mathematical modelling of groundwater flows and flow paths on a super-regional scale, for different complexity levels of the flow domain. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2003.

SKB R-05-53. Fredriksson A, Johansson S-E, Niklasson B. Inkapslingsanläggning. Reviderad byggarhetsanalys av bergschakt. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2005.

SKB R-06-64. Ericsson L O, Holmén J, Rhén I, Blomquist N. Storregional grundvattenmodellering – fördjupad analys av flödesförhållanden i östra Småland. Jämförelse av olika konceptuella beskrivningar. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2006.

SKB R-08-82. Confidence assessment. Site descriptive modelling, SDM-Site Forsmark. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2008.

SKB R-08-116. Underground design Forsmark. Layout D2. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2009.

SKB R-09-20. Joyce S, Simpson T, Hartley L, Applegate D, Hoek J, Jackson P, Swan D, Marsic N, Follin S. Groundwater flow modelling of periods with temperature climate conditions - Forsmark. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010 (uppdaterad augusti 2013).

SKB R-10-01. Teknisk beskrivning – mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010.

SKB R-10-08. Ramprogram för detaljundersökningar vid uppförande och drift av slutförvar för använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010.

SKB R-10-12. Grundfelt B. Principer, strategier och system för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010.

SKB R-10-13. Jämförelse mellan KBS-3-metoden och djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010.

SKB R-10-25. Metodval – utvärdering av strategier och system för att ta hand om använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010.

SKB R-10-40. Utvecklingen av KBS-3-metoden. Genomgång av forskningsprogram, säkerhetsanalyser, myndighetsgranskningar samt SKB:s internationella forskningssamarbete. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010.

SKB R-10-42. Platsval – lokalisering av slutförvaret för använt kärnbränsle. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010

SKB R-10-43. Ericsson L O, Holmén J. Storregional grundvattenmodellering – en känslighetsstudie av några utvalda konceptuella beskrivningar och förenklingar. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010.



SKB R-10-53. Hallberg B, Aquilonius K, Skoog S, Huutoniemi T, Torudd J. Radiologisk påverkan på växter och djur från Clink under drift. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2010.

SKB R-98-16. Leijon B. Nord-syd/kust-inland. Generella skillnader i förutsättningar för lokalisering av djupförvar mellan olika delar av Sverige. Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

SKB R-98-56. Bergman T, Johansson R, Lindén A H, Lindgren J, Rudmark L, Wahlgren C-H, Isaksson H, Lindroos H. Förstudie Oskarshamn. Jordarter, bergarter och deformationszoner. Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998.

SKB TR-08-05. Site description of Forsmark at completion of the site investigation phase, SDM-Site Forsmark. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2010 (uppdaterad augusti 2013).

SKB TR-09-01. Site description of Laxemar at completion of the site investigation phase, SDM-Site Laxemar. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2009.

SKB TR-09-22. Design premises for a KBS-3V repository based on results from the safety assessment SR-Can and some subsequent analyses. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2009 (Uppdaterad januari 2013).

SKB TR-10-12. Design and production of the KBS-3 repository. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2010.

SKB TR-10-13. Spent nuclear fuel for disposal in the KBS-3 repository. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2010.

SKB TR-10-14. Design, production and initial state of the canister, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2010.

SKB TR-10-15. Design, production and initial state of the buffer. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2010.

SKB TR-10-16. Design, production and initial state of the backfill and plug in deposition tunnels. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2010.

SKB TR-10-17. Design, production and initial state of the closure. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2010.

SKB TR-10-18. Design, construction and initial state of the underground openings. SR-Site. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2010.

SKB TR-10-47. Buffer, backfill and closure process report for the safety assessment SR-Site. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2010 (uppdaterad januari 2014).

SKB TR-10-50. Radionuclide transport report for the safety assessment SR-Site. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2010 (uppdaterad maj 2015).

SKB TR-10-54. Comparative analysis of safety related site characteristics. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 2010 (uppdaterad februari 2013).



SKB TR-11-01. Long-term safety for the final repository for spent nuclear fuel at Forsmark. Main report of the SR-Site project. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co (uppdaterad maj 2015).

SKB TR-92-25. Ahlbom K, Leijon B, Liedholm M, Smellie J. Gabbro as a host rock for a nuclear waste repository. Svensk Kärnbränslehantering AB, 1992.

SKB TR-99-06. Deep repository for spent nuclear fuel. SR 97 - Post-closure safety. Main report - Vol. I, Vol. II and Summary. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 1999.

SKB TR-99-28. Deep repository for long-lived low- and intermediate-level waste. Preliminary safety assessment. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, 1999.

SKI, 1987. Granskning av SKBs FoU-Program 86. Teknisk rapport SKi 87:2. Statens kärnkraftinspektion.

SKI, 1990. Granskning av SKBs FoU-Program 89. Teknisk rapport SKi 90:5. Statens kärnkraftinspektion.

SKI Rapport 93:14. SKIs utvärdering av SKBs Fud-Program 92. Statens kärnkraftinspektion, 1993.

SKI Rapport 96:48. SKIs utvärdering av SKBs Fud-program 95. Statens kärnkraftinspektion, 1996.

SKI Rapport 99:16. SKIs utvärdering av SKBs Fud-program 98. Statens kärnkraftinspektion, 1999.

SKI Rapport 01:20. SKI:s yttrande över SKB:s Kompletterande redovisning till Fud-program 98. Statens kärnkraftinspektion, 2001.

SKN, 1990. Statens kärnbränslenämnd utvärdering av FoU-program 89. SKN dnr 93/89, Statens kärnbränslenämnd, 1990.

SSI, 1978. Upparbetning av använt kärnbränsle från Ringhals 3 och slutförvaring av högaktivt avfall (SSI:s remissvar enligt villkorslagen). SSI:1978-021, Statens strålskyddsinstitut, 1978.

SSI, 1987. Kärnavfallens behandling och slutförvaring – Program för forskning, utveckling och övriga åtgärder. SSI dnr 8204/818/86, Statens strålskyddsinstitut, 1987.

SSI, 1990. Statens strålskyddsinstituts yttrande över FoU 89. SSI dnr 8204/1912/89, Statens strålskyddsinstitut, 1990.

SSI, 1993. Statens strålskyddsinstituts yttrande över Fud-program 92. SSI dnr 8200/1813/92, Statens strålskyddsinstitut, 1993.

SSI, 1999. Statens strålskyddsinstituts yttrande över Fud-program 98. SSI dnr 6240/2745/98, Statens strålskyddsinstitut, 1999.

SSI, 2001. Yttrande inom ramen för SKB:s kompletterande redovisning till Fud-program 98. SSI dnr 6240/3487/00, Statens strålskyddsinstitut, 2001.



SSI Rapport 2007:11. Dverstorp B. SSI:s granskning av SKB:s storregionala grundvattenmodellering för östra Småland, Statens strålskyddsinstitut, 2007.

SSM2011-3656-18. TPP Clink (Tillståndsprövningsprojektet) Kompletteringar till granskningen centralt mellanlager och inkapslingsanläggningen. Granskningsrapport, Begäran om kompletteringar. Strålsäkerhetsmyndigheten, 2011.

SSM2013-3169-4. Delyttrande angående inkomna kompletteringar. Strålsäkerhetsmyndigheten, 2013-09-30.

SSM2013-5169-4. Inriktning avseende referensvärden för nya kärntekniska anläggningar och ESS. Strålsäkerhetsmyndigheten, 2014-03-07.

SSM2014-5770-2. Samlade strålsäkerhetsvärdering Svensk Kärnbränslehantering AB (Clab och SFR). Strålsäkerhetsmyndigheten, 2015-05-28.

SSM2015-2076-2. Delyttrande över underlaget i ansökan om slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. Strålsäkerhetsmyndigheten, 2015-06-24.

SSM2015-2864-1. Föreläggande om redovisning av Svensk Kärnbränslehantering AB:s förbättringsarbete. Strålsäkerhetsmyndigheten, 2015-06-15.

SSM2015-2865-17. Uppföljande verksamhetsbevakning av SKB:s program för förebyggande underhåll vid Clab. Strålsäkerhetsmyndigheten, 2016-03-22.

SSM Rapport 2010:30. Chapman N, Bath A, Geier J, Stephansson O, Tirén S and Tsang CF. INSITE Summary Report. Strålsäkerhetsmyndigheten, 2010.

SSMFS 2008:1. Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i kärntekniska anläggningar. Strålsäkerhetsmyndigheten.

SSMFS 2008:12. Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om fysiskt skydd av kärntekniska anläggningar. Strålsäkerhetsmyndigheten.

SSMFS 2008:21. Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall. Strålsäkerhetsmyndigheten.

SSMFS 2008:23. Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid utsläpp av radioaktiva ämnen från vissa kärntekniska anläggningar. Strålsäkerhetsmyndigheten.

SSMFS 2008:26. Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om personstrålskydd i verksamhet med joniserande strålning vid kärntekniska anläggningar. Strålsäkerhetsmyndigheten.

SSMFS 2008:37. Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall. Strålsäkerhetsmyndigheten.

Teknisk rapport SKi 87:2. Granskning av SKBs FoU-Program 86. Statens kärnkraftinspektion, 1987.

Teknisk rapport SKi 90:5. Granskning av SKBs FoU-Program 89. Statens kärnkraftinspektion, 1990.



Tsang C-F, Niemi A, 2013. Deep hydrogeology: a discussion of issues and research needs. *Hydrogeology Journal* 21, 1687-1690.