

SKI:s yttrande över SKB:s redovisning av FUD-program 2004

Statens kärnkraftinspektion

Juni 2005

Datum/Date
2005-06-20

Vår referens/Our reference
SKI 2004/116

Ert datum/Your date

Er referens/Your reference

Till Regeringen
Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet
103 33 STOCKHOLM

Statens kärnkraftinspektions yttrande över Svensk Kärnbränslehantering AB:s Fud-program 2004

**Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering
och slutförvaring av kärnavfall, inklusive samhällsforskning**

SKI:s yttrande

Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, har lämnat in Fud-program 2004 till SKI för granskning enligt 12 § lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen).

Baserat på SKI:s granskning och inkomna remissyttranden bedömer SKI att:

- *Svensk Kärnbränslehantering AB, och därmed reaktorinnehavarna, har fullgjort sina skyldigheter enligt 12 § lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet*
- *Slutförvaring enligt KBS-3-metoden fortfarande framstår som det mest ändamålsenliga sättet att slutligt omhänderta det använda kärnbränslet från det svenska kärnkraftsprogrammet.*

SKI vill uppmärksamma regeringen på följande bedömningar och synpunkter.

Ansvar för förslutet slutförvar

- Frågan om vem som har ansvaret efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle behöver klargöras. Regeringen bör ta ställning i frågan.

SKB:s handlingsplan

- SKB:s handlingsplan är ofullständig och behöver struktureras bättre. Myndigheterna bör ha tillgång till en förbättrad handlingsplan i rimlig tid innan granskning av ansökningar om nya anläggningar påbörjas.
- I den reviderade handlingsplanen behövs en mer detaljerad redovisning av innehållet i det beslutsunderlag som SKB avser lämna vid olika redovisningstillfällen. Detta gäller särskilt resultat från teknikutveckling, långtidsförsök och annan forskning som SKB avser att bedriva i olika tidsskalor.

Teknikutveckling kapsel

- SKB bör snarast ta fram konstruktionsförutsättningar för kapseln och verifiera dessa i nästa planerade säkerhetsanalys 2006. Fortfarande saknas en klar och logisk koppling mellan de detaljerade konstruktionskraven för kapseln och kraven från långsiktig säkerhet i förvaret.
- SKB bör redovisa inom vilka gränser olika parametrar, som har betydelse för kapselns funktion, måste hålla sig. Redovisningen ska utgå från en kartläggning av vilka defekter som kan förekomma och deras konsekvenser för kapselns integritet och förvarets funktion.

Teknikutveckling slutförvar

- SKB bör förtydliga hur arbetet med KBS-3H (horisontell placering av kapslarna) skall drivas vidare. Det behövs en uppskattning av hur mycket tid och hur stora resurser som kan komma att erfordras för att få fram ett underlag som motsvarar det för KBS-3V (vertikal placering som är det hittills mest undersökta konceptet).
- SKB bör fortsätta delta och bidra till utvecklingen av metodik för kärnämneskontroll i samband med slutförvarsprocessen. Området är föremål för stort internationellt intresse och den internationella utvecklingen bör beaktas, särskilt processen i Finland.

Transporter

- SKB bör redan nu påbörja en analys för att bedöma tekniska skyddssystem för övervakning av kapslar med använt kärnbränsle i samband med transporter.

Säkerhetsanalys

- Området säkerhetsanalys är för närvarande väl omhändertaget. Nästa säkerhetsanalys (SR-Can) kommer inte att vara ett direkt underlag för en tillståndsansökan men myndigheterna kommer ändå att lämna synpunkter på SR-Can. SKB bör beakta synpunkterna, innan säkerhetsanalysen SR-Site färdigställs, som kommer att utgöra ett av underlagen för tillståndsansökan om slutförvaret.

Bränsle

- Bränsleområdet bör även fortsättningsvis prioriteras högt i SKB:s program. Kunskaperna om bränslets reaktion vid kontakt med grundvatten har förbättrats avsevärt under senare år. Kunskaperna behöver dock redovisas bättre i form av kvantitativa modellstudier av mekanismer och processer.

Buffert

- SKB behöver inför kommande ansökningar, genom praktiska experiment, visa att kunskaperna om och modellerna för buffertens funktioner är tillräckliga. SKB bör i detta sammanhang utvärdera behovet av kompletterande långtidsförsök.
- SKB behöver inför framtida ansökningar förtydliga och konkretisera kravspecifikationen för bufferten och se till att det finns underlag som motiverar tillhörande kriterier för buffertens funktion.

Återfyllning

- SKB bör inför kommande ansökningar presentera ett koncept för återfyllning av tunnlar som kan visas ha goda förutsättningar att uppfylla de krav som ställs på slutförvarets funktion. SKB behöver dessutom ta fram ett underlag som bättre motiverar dessa krav.
- SKB behöver visa hur resultat från Prototypförvaret i Äspölaboratoriet skall utnyttjas.

Geosfär

- Det saknas i Fud-program 2004 en tydlig koppling mellan platsundersökningar och forskning kring frågor av särskilt stor betydelse för bedömning av platsernas lämplighet i olika tidsskalor t.ex. förekomst av höga bergspänningar och salta grundvatten. SKB behöver redovisa behovet av ytterligare forskning kring sådana frågor.

Biosfär

- För biosfärsprogrammet saknas tydliga kopplingar mellan platsundersökningar och modellutveckling liksom en komplett beskrivning av modeller som ska användas i säkerhetsanalysen.
- Utvecklingen av modeller inom biosfärsområdet måste prioriteras och platsdata integreras i detta arbete för att verifiera modellerna i tid före tillståndsansökan. Myndigheterna förutsätter vidare att mer långsiktiga biosfärsfrågor beaktas i SKB:s nya handlingsplan.

- I biosfärsforskningen bör SKB beakta möjligheten att använda koncentrationer och flöden av radionuklider som komplementära säkerhetsindikatorer.

Klimat

- SKB bör tydligare klargöra hur man försäkras sig om att studerade klimatscenarier belyser de viktigaste påfrestningarna för barriärerna som beror på klimatet.

Alternativa metoder

- För att kunna följa den internationella utvecklingen och för att bibehålla och utveckla vetenskaplig och teknisk kompetens inom områden av betydelse för kärnsäkerheten finns motiv för att SKB:s och Sveriges insatser på området separation och transmutation upprätthålls på nuvarande nivå.
- Det finns behov av att förtydliga redovisningen av djupa borrhål inför slutligt val av slutförvarsmetod och inför miljöbalksprövningen. En jämförelse med KBS-3-metoden bör göras som utnyttjar säkerhetsanalytisk metodik inklusive enkla beräkningar.

Rivning

- SKB och tillståndshavarna för kärnkraftverken bör klargöra hur ansvaret fördelas såväl när det gäller val av metoder för rivning och avfallshantering som för kostnadsberäkningar.
- SKB bör intensifiera arbetet med rivningsfrågor för att i Fud-program 2007 kunna redovisa detaljerade planer och överväganden.
- SKB bör utreda vilken kortaste tid som krävs för att en tillståndsprocess för slutförvaring av rivningsavfall ska kunna påbörjas.

Låg- och medelaktivt avfall

- SKB bör i nästa Fud-program ge en mer detaljerad beskrivning av programmet för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet.
- SKB bör beakta att långtidslagring av avfall i avvaktan på ett slutförvar i möjligaste mån bör undvikas och ta hänsyn till detta i sin planering.

Samhällsforskning

- Det är positivt att SKB införlivat samhällsforskning i sitt program, eftersom resultaten från forskningen borde vara användbara för intressenterna i pågående och framtida samrådsprocesser för inkapslingsanläggning och slutförvar.
- SKB bör dock tydligare visa hur programmet för samhällsforskning skall användas i MKB-processen och även komma andra områden inom SKB:s forskningsprogram till godo.

Ärendet

SKB överlämnade 22 september 2004 Fud-program 2004 till SKI för granskning.

SKI har genomfört granskningen av SKB:s Fud-program 2004 på samma sätt som vid SKI:s tidigare granskningar av Fud-program. Programmet har sänts på remiss till ett sextiototal remissinstanser (myndigheter, universitet och högskolor samt miljöorganisationer m.fl.). Remissvar har inkommit från trettio av dessa.

Huvudpunkter i SKI:s överväganden och slutsatser

SKI bedömer att SKB redovisat ett forsknings- och utvecklingsprogram som uppfyller de grundläggande krav som ställs i 12 § lagen om kärnteknisk verksamhet.

Övergripande synpunkter på SKB:s program

Programmet är till sitt innehåll ändamålsenligt för fortsatt vidareutveckling av en metod för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall i svenskt urberg. Forskningen bedöms vara av god kvalitet.

SKI bedömer att slutförvaring enligt KBS-3-metoden i djupa geologiska formationer fortfarande framstår som det mest ändamålsenliga sättet att slutligt omhänderta det använda kärnbränslet från det svenska kärnkraftsprogrammet.

SKI anser att ansvarsfördelningen för ett förslutet slutförvar för använt kärnbränsle behöver tydliggöras vilket även framförts av några remissinstanser.

Handlingsplan

Av de krav som framfördes av myndigheterna beträffande SKB:s handlingsplan vid granskningen av Fud-program 2001 har endast redovisning av tidpunkter för olika aktiviteter i förhållande till beslutsprocessen genomförts på ett konsekvent och bra sätt.

SKI efterlyser fortfarande en bättre och mer detaljerad redovisning av innehållet i det beslutsunderlag som skall vara framme vid olika redovisningstillfällen. Detta gäller inte minst med hänsyn tagen till resultaten av forskning, teknikutveckling, långtidsförsök och acceptanskriterier för barriärsystemet inklusive sådan forskning som SKB avser att bedriva efter ansökan i olika tidsskalor fram till förslutning av slutförvaret.

Utgående från den framförda kritiken mot SKB:s redovisade handlingsplan önskar SKI att SKB snarast tar fram en förnyad plan baserad på en tillhörande analys av forskningsbehov. Myndigheterna bör ha tillgång till en förbättrad handlingsplan i rimlig tid innan granskning av tillståndsansökningar för nya anläggningar i systemet för använt kärnbränsle påbörjas.

Teknikutveckling kapsel

SKI vidhåller vikten av att konstruktionsförutsättningar för kapseln tas fram och verifieras i analysen för slutförvarets långsiktiga säkerhet. SKI saknar i Fud-program 2004 fortfarande en klar och logisk koppling mellan de detaljerade konstruktionskraven för kapseln och kraven från långsiktig säkerhet i förvaret.

SKB bör redovisa inom vilka gränser olika parametrar, som har betydelse för kapselns funktion, måste hålla sig. Redovisningen ska utgå från en kartläggning av vilka defekter som kan förekomma och deras konsekvenser för kapselns integritet och slutförvarets funktion. SKI anser att den preliminära gränsen för minsta tillåtna koppärtäckning är otydligt formulerad, vilket även flera remissinstanser framfört.

SKI ser positivt på det arbete som genomförts och som planeras för utvecklingen av provningsmetoder för svetsen, men vill påtala nödvändigheten av att SKB sammanfattar tekniskt genomförande och dokumenterar metoderna.

SKI anser att SKB:s arbete med kvalificering av tillverknings- och förslutningsmetoder liksom metoder för oförstörande provning nu bedrivs på ett systematiskt sätt.

SKI saknar en beskrivning av i vilket skede av processen verifieringen av termisk resteffekt kommer att ske, och om och hur detta skall kombineras med kontrollmätning av kärnämne.

Teknikutveckling slutförvar

SKB bör förtydliga hur arbetet med KBS-3H (horisontell placering av kapslarna) skall drivas vidare. Det behövs en uppskattning av hur mycket tid och hur stora resurser som kan komma att erfordras för att få fram ett underlag som motsvarar det för KBS-3V (vertikal kapselplacering).

SKB bör uppmärksamma att finska Posivas planerade säkerhetsanalys inte kan förväntas ge alla svar på vad KBS-3H-konceptet innebär för svenska förhållanden. En relevant fråga för Forsmark är t.ex. att genomförandet kan försvåras av ogynnsamt höga bergspänningar.

SKB bör fortsätta delta och bidra till utvecklingen av metodik för kärnämneskontroll i samband med slutförvarsprocessen. Området är föremål för stort internationellt intresse och den internationella utvecklingen bör beaktas, särskilt processen i Finland.

Transporter

Behovet av ett väl genomtänkt system för fysiskt skydd av kärnämne har accentuerats under senare år. SKI anser att SKB behöver flytta fram positionerna inom detta område.

Att analysera tänkbara hot och scenarier är främst en uppgift för myndigheter. Utrustning, teknik och taktik för övervakning av bränslet i samband med transport är dock områden som SKB bör utreda i större omfattning.

Säkerhetsanalys

SKI anser att området säkerhetsanalys för närvarande är väl omhändertaget. De granskningar som nyligen genomförts har visat vilka svagheter som är mest angelägna för SKB att åtgärda, t.ex. kvalitetssäkring samt metod för val av scenarier. Med den modifierade handlingsplanen kan SKB utveckla och pröva sin metod ytterligare innan den används vid en tillståndsprovning.

Nästa säkerhetsanalys (SR-Can) kommer inte att vara ett direkt underlag för en tillståndsansökan men myndigheterna kommer ändå att lämna synpunkter på SR-Can. SKB bör beakta synpunkterna, innan säkerhetsanalysen SR-Site färdigställs, som kommer att utgöra underlag för tillståndsansökan om slutförvaret. Vissa återstående frågor kring SKB:s metod för säkerhetsanalys respektive tolkningen av föreskrifter och allmänna råd bör kunna åtgärdas inom ramen för SKB:s samråd med SKI och SSI om system- och säkerhetsanalys. SKI vill påminna om betydelsen av att SKB tar fram lättillgängliga versioner av SR-Can och SR-Site som håller hög kvalitet.

Bränsle

SKI anser att bränsleområdet även fortsättningsvis skall prioriteras högt i SKB:s program. En hög tilltro till bränslets egen barriärfunktion medför betydande fördelar för säkerhetsanalysen.

SKI bedömer att kunskapen om bränslets reaktion med grundvatten förbättrats avsevärt under senare år, dock med reservation för att demonstrationen av denna förståelse i form av kvantitativa modellstudier av mekanismer och processer behöver redovisas bättre. Det finns också en viss brist på data för att motivera valet av flera av de viktigaste parametrarna för dos- och riskberäkningar.

Buffert

SKB behöver utvärdera behovet av kompletterande långtidsförsök, särskilt med tanke på det nyligen uppdagade problemet med mätutrustningen för en av kapselpositionerna i Prototypförvaret i Äspölaboratoriet. Inför kommande ansökningar finns ett starkt behov av att genom jämförelser med praktiska experiment demonstrera att SKB:s kunskaper och modellverktyg för bufferten är tillräckliga.

Kortsiktigt efterlyser SKI tydligare prioriteringar mot den utformning av bufferten som kommande tillståndsansökningar skall baseras på.

SKB behöver fortsätta arbetet med att förtydliga och konkretisera kravspecifikationen för bufferten och se till att det finns underlag som motiverar krav och tillhörande kriterier.

Om programmet med horisontell deponering skall drivas vidare behöver SKB ta ställning till vilka långtidsförsök som kommer att behövas för detta ändamål.

SKI stöder SKB:s planer på kunskapsöverföring från andra kärnavfallsprogram och anser att de utgör exempel på effektivt resursutnyttjande. Frågetecken finns dock för

huruvida dessa försök kan överföras till svenska förhållanden och utnyttjas i SKB:s säkerhetsanalys.

Återfyllning

SKI stöder SKB:s ambitioner att under de närmaste åren utvärdera alternativa utformningar av återfyllnaden. Det mest väsentliga inför kommande ansökningar är dock att SKB kan presentera ett koncept för återfyllning av tunnlar som kan visas ha goda förutsättningar att uppfylla ställda krav.

SKI anser att SKB behöver ta fram ett underlag som bättre motiverar kraven på återfyllnaden. Enligt SKI:s uppfattning bör SKB vid beskrivningen av återfyllnadens initialtillstånd beakta att kvalitet på material, hantering, applicering m.m. kan variera under den långa tid slutförvaret är i drift.

SKI anser att SKB på samma sätt som för bufferten systematiskt behöver analysera de egenskaper, händelser och processer som på sikt kan leda till en försämrad funktion.

SKI anser att SKB behöver visa hur resultat från försöket i Prototypförvaret i Äspölaboratoriet skall utnyttjas inför ansökan till SKI 2008 om uppförande av slutförvaret.

Geosfär

Avsnittet i Fud-programmet som beskriver initialtillståndet för geosfären är helt inriktat på att beskriva störningarna av den geohydrologiska och den geokemiska situationen vid platsen för ett kommande slutförvar. SKI anser att minst lika viktigt är att uppmärksamma de störningar i geosfären som sker genom utsprängning av förvaret som påverkar såväl temperatur som bergmekaniska egenskaper.

SKI saknar en tydlig koppling mellan pågående platsundersökningar och specifika frågor av särskild betydelse för bedömning av de olika platserna, t.ex. förekomst av höga bergspänningar och salta grundvatten. SKI anser att SKB i Fud-programmet närmare borde ha diskuterat hur de avser möta och hantera nu kända problem.

Biosfär

Myndigheterna ser positivt på att SKB under senare år ökat ambitionerna på biosfärsområdet. Fud-program 2004 ger dock ingen bra beskrivning av den forskning som bedrivs. Det saknas tydliga kopplingar mellan platsundersökningar och modellutveckling liksom en komplett beskrivning av modeller som skall användas i säkerhetsanalysen.

Myndigheterna anser att utvecklingen av modeller inom biosfärsområdet måste prioriteras och att platsdata integreras i detta arbete för att verifiera modellerna i tid före ansökan. SKI och SSI förutsätter vidare att mer långsiktiga biosfärsfrågor beaktas av SKB i en förnyad handlingsplan. I sin biosfärforskning bör SKB även beakta

möjligheten att använda koncentrationer och flöden av radionuklider som komplementära säkerhetsindikatorer.

Klimat

SKI anser att SKB bör tydliggöra på vilket sätt man kommer att tillförsäkra sig om att de valda klimatutvecklingarna verkligen belyser de viktigaste klimatrelaterade påfrestningarna på barriärernas funktion.

SKI saknar i Fud-programmets klimatkapitel en återkoppling till biosfär- och geosfärskapitlen och säkerhetsanalysen. Vid modelleringar av framtida klimatutveckling beaktas inte kommande förändringar i biosfär och geosfär i tillräcklig omfattning.

Alternativa metoder

För att kunna följa den internationella utvecklingen och för att bibehålla och utveckla vetenskaplig och teknisk kompetens inom områden av betydelse för kärnsäkerheten finns motiv för att SKB:s och Sveriges insatser på området separation och transmutation upprätthålls på nuvarande nivå.

SKI anser att det finns goda skäl att förtydliga redovisningen av djupa borrhål inför slutligt val av metod och inför miljöbalksprövningen. SKI delar SSI:s uppfattning att en noggrannare jämförelse bör ske med KBS-3-metoden. SKI anser att en sådan jämförelse bör ske med en systematik som bygger på samma principer som SKB utvecklat för säkerhetsanalys av andra slutförvar och instämmer med SSI om att jämförelsen kan illustreras av förenklade beräkningar.

Rivning

SKI:s sammanfattande bedömning av det som presenteras i Fud-program 2004 är att om SKB skall kunna leverera tillfredställande kostnadsberäkningar krävs att den viljeinriktning som presenteras i programmet för de kommande sex åren realiserar. SKI anser att särskilt följande behöver genomföras:

- SKB och de enskilda tillståndshavarna för kärnkraftverken bör klargöra hur ansvaret fördelas såväl när det gäller val av metoder för rivning och avfallshantering som för kostnadsberäkningar.
- SKB behöver intensifiera arbetet med rivningsfrågor och presentera resultatet i Fud-program 2007. Detta arbete bör bedrivas med beaktande av de avvecklingsplaner som reaktorinnehavarna är skyldiga att ta fram, t.ex. med avseende på analys av kompetens i rivningsfrågor samt anläggningarnas status och aktivitetsinnehåll.
- SKB och reaktorinnehavarna bör även utreda om vissa delar av rivningsarbetet kan tidigareläggas.

- SKB bör utreda vilken kortaste tid som krävs för att en tillståndsprocess för slutförvaring av rivningsavfall kan påbörjas.

SKI anser att byggande av ett nytt centralt mellanlager för rivningsavfallet bör undvikas, eftersom det medför ytterligare hantering av kärnavfall. Dessutom kan det leda till en fördyring av hela kärnavfallsprojektet. Ett mellanlager kommer därför sannolikt att medföra krav på att ytterligare medel behöver fonderas i Kärnavfallsfonden, eftersom någon sådan åtgärd inte ingår i vare sig Fud-programmet eller PLAN-rapportens kostnadsberäkning.

Låg- och medelaktivt avfall

SKI delar SSI:s bedömning att utformningen av ett slutförvar för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet bör förtydligas i forskningsprogrammet och att en sådan beskrivning bör framgå av Fud-program 2007.

SKI håller också med SSI om att långtidslagring av avfall i avvaktan på ett slutförvar i möjligaste mån bör undvikas. Därför bör SKB se över skälen till att vänta med ett slutförvar för långlivat avfall tills merparten av alla kraftverk har rivits.

Samhällsforskning

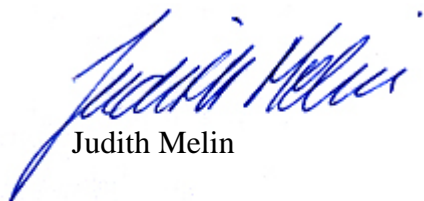
SKI noterar att SKB i Fud-program 2004 införlivat samhällsforskning som en ny disciplin i forskningsprogrammet. SKI ser fördelar med detta eftersom resultaten från forskningen borde vara användbara för intressenterna i pågående och framtida samrådsprocess. Dock efterlyser SKI, liksom flera remissinstanser, en redovisning av hur resultatet från programmet för samhällsforskning skall användas i MKB-processen och även komma andra programområden inom SKB till godo.

SKI kan konstatera att i SKB:s program för samhällsforskning kommer begränsade insatser att ägnas åt området omvärldsförändringar. Detta område borde ha förtjänat något större uppmärksamhet och omfattning, speciellt med tanke på den diskussion som pågår i internationella fora beträffande etablering av internationella slutförvar.

Ärendets beredning

Beslut i detta ärende har fattats av SKI:s styrelse. I beslutet deltog, förutom undertecknad ordförande, ledamöterna Andersson Öhrn, Axelsson, Dahllöf, Hagberg, Holm, Karlsson och Veiderpass samt tjänstemännen Westerlind och Toverud, den senare föredragande.

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION



Judith Melin



Öivind Toverud

Bilagor

Svensk Kärnbränslehantering AB:

Fud-program 2004. Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, inklusive samhällsforskning. September 2004.

Statens kärnkraftinspektion:

SKI:s yttrande över SKB:s redovisning av Fud-program 2004. SKI Rapport 05:31. Juni 2005.

Sammanställning av remissvar över SKB:s Fud-program 2004. SKI PM 05:10. Juni 2005.

Remissinstanser:

Originalhandlingar avseende yttranden från 30 remissinstanser enligt sändlista.

Sändlista för kännedomskopior av yttrande

Remissinstanser

Arbetsmiljöverket
Avfallskedjan och Oss
Avfallskedjans förening
Boverket
Energimyndigheten
Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen
Göteborgs universitet
Kemikalieinspektionen¹
Kärnkraftskommunernas samarbetsorgan, KSO
Linköpings tekniska högskola¹
Lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark
Lokala säkerhetsnämnden vid Ringhals kärnkraftverk
Luleå tekniska universitet
Länsstyrelsen i Uppsala län
Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning
Miljörörelsens kärnavfallssekretariat
Naturvårdsverket
Oskarshamns kommun
Riksantikvarieämbetet¹
Räddningsverket¹
Statens geotekniska institut
Statens strålskyddsinstitut
Stockholms universitet (Pereira - Mörner)
Sveriges geologiska undersökning

Totalförsvarets forskningsinstitut
Umeå universitet
Uppsala universitet
Westinghouse Electric Sweden AB¹
Vetenskapsrådet
Östhammars kommun

¹Avstår att yttra sig

För kännedom

AB SVAFO
Barsebäck Kraft AB
Beredskapsstyrelsen, Danmark
Forsmarks Kraftgrupp AB
KASAM
OKG AB
Riksdagens upplysningstjänst
Ringhals AB
Statens strålevern, Norge
Statsrådsberedningen
Studsvik Nuclear AB
STUK, Finland
Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB
Svenska IAEA-delegationen
Svenska OECD-delegationen
Sydkraft AB
Sydkraft Kärnkraft AB
Vattenfall AB

SKI:s utvärdering av SKB:s FUD-program 2004

Gransknings PM

Statens kärnkraftinspektion

Juni 2005

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
1 Inledning	13
1.1 Allmänt om programmet.....	13
1.2 SKI:s beredning av ärendet.....	13
2 Övergripande synpunkter på SKB:s program.....	15
2.1 Inledning	15
2.2 Inspektion av upprättande av Fud-program 2004	15
2.3 Rapportstruktur och innehåll.....	16
2.4 Resurser till myndigheter	18
2.5 Beslutsprocess.....	19
2.6 MKB-process	21
2.7 Ansvar för förslutet förvar	21
3 Synpunkter på SKB:s handlingsplan	23
3.1 Inledning	23
3.1.1 Bakgrund	23
3.1.2 Utveckling av SKB:s handlingsplan.....	23
3.1.3 SKI:s granskning	24
3.2 Program för använt kärnbränsle.....	24
3.3 Inkapsling.....	32
3.4 Slutförvaring	33
3.5 Program för låg- och medelaktivt avfall (Loma)	34
3.6 SKB:s modifierade handlingsplan	35
3.7 SKI:s sammanfattande bedömning av handlingsplanen	36
4 Teknikutveckling.....	39
4.1 Kapseldesign och tillverkning.....	39
4.1.1 Konstruktionsförutsättningar och acceptanskriterier.....	39
4.1.2 Kapselmaterial	41
4.1.3 Tillverkning och tillverkningskontroll	42
4.1.4 Kapselabrik	43
4.2 Förslutning av kapsel.....	44
4.2.1 Elektronstrålesvetsning - EBW	45
4.2.2 Friction stir welding - FSW	45
4.2.3 Metoder för oförstörande provning	46
4.3 Kvalificering av metoder	48
4.3.1 Kvalificering av metoder för tillverkning och förslutning	48
4.3.2 Kvalificering av metoder för oförstörande provning.....	49
4.4 Inkapsling.....	50

4.4.1	Inkapslingsanläggning	50
4.4.2	Kärnämneskontroll	53
4.4.3	Fysiskt skydd	54
4.4.4	SKI:s sammanfattande bedömning kapsel och inkapsling	55
4.5	Slutförvar	56
4.5.1	Teknik	56
4.5.2	Projektering	62
4.5.3	Övervakning, kärnämneskontroll och fysiskt skydd	64
4.5.4	SKI:s sammanfattande bedömning slutförvar	67
4.6	Transporter av inkapslat bränsle	69
5	Säkerhetsanalys	73
6	Forskning kring långsiktig säkerhet	79
6.1	Bränsle	79
6.1.1	Inledning	79
6.1.2	SKI:s sammanfattande bedömning bränsle	82
6.2	Kapsel som barriär	82
6.2.1	Initialtillstånd	82
6.2.2	Temperatur och värmetransport	83
6.2.3	Deformation av gjutjärnsinsats	84
6.2.4	Deformation av kopparhölje	85
6.2.5	Korrosion av gjutjärnsinsats och utveckling av skadad kapsel	86
6.2.6	Korrosion av kopparhölje	86
6.2.7	SKI:s sammanfattande bedömning kapsel som barriär	88
6.3	Buffert	88
6.3.1	Inledning	88
6.3.2	Krav på bufferten	89
6.3.3	Initialtillstånd för buffert	90
6.3.4	Värmetransport	92
6.3.5	Vattentransport	93
6.3.6	Gastransport	95
6.3.7	Svällning/Mekanisk växelverkan	95
6.3.8	Buffererosion	97
6.3.9	Kemisk omvandling av bufferten	98
6.3.10	Fältförsök för utvärdering av kopplade processer i bufferten	100
6.3.11	Integrerad modellering av THMC-processer	102
6.3.12	Övriga processer	103
6.3.13	SKI:s sammanfattande bedömning buffert	104
6.4	Återfyllning	106
6.4.1	Inledning	106
6.4.2	SKI:s sammanfattande bedömning återfyllning	109

6.5	Geosfär	109
6.5.1	Initialtillstånd för geosfären	110
6.5.2	Värmetransport	111
6.5.3	Grundvattenströmning	112
6.5.4	Gasströmning/gaslösning/gasbildning	114
6.5.5	Rörelser i intakt berg	115
6.5.6	Termisk rörelse	116
6.5.7	Reaktivering – rörelser längs befintliga sprickor samt ny sprickbildning	116
6.5.8	Tidsberoende deformationer	119
6.5.9	Erosion	120
6.5.10	Advektion/blandning - grundvattenkemi	120
6.5.11	Reaktioner med berget	121
6.5.12	Mikrobiella processer	122
6.5.13	Kolloidomsättning – kolloider i grundvatten och påverkan på radionuklidtransport	123
6.5.14	Metanisomsättning och saltutfrysning	124
6.5.15	Integrerad modellering – hydrogeokemisk utveckling	125
6.5.16	Integrerad modellering – radionuklidtransport	126
6.5.17	SKI:s sammanfattande bedömning geosfär	127
7	Biosfär	129
7.1	Inledning med allmänna synpunkter	129
7.1.1	Bakgrund	129
7.1.2	SKI:s granskning	129
7.2	Förståelse och konceptuella modeller	130
7.3	Modellutveckling	130
7.4	Transportprocesser	131
7.5	Terrestra ekosystem	132
7.6	Akvatiska ekosystem	132
7.7	Säkerhetsanalys	133
7.8	Stödande forskning för platsundersökningar	134
7.9	Myndigheternas sammanfattande bedömning biosfär	135
8	Klimat	137
9	Alternativa metoder	141
9.1	Inledning	141
9.2	Transmutation	142
9.3	Djupa borrhål	144
9.3	SKI:s sammanfattande bedömning alternativa metoder	146
10	Rivning	147
10.1	Inledning	147

10.2	Historik	148
10.3	SKI:s sammanfattande bedömning rivning	154
11	Låg- och medelaktivt avfall	155
12	Samhällsforskning	159
	Referenser	165

Sammanfattning

Granskningen av Fud-programmen (Forskning, Utveckling, Demonstration) från Svensk Kärnbränslehantering, SKB, är en återkommande myndighetsuppgift för Statens kärnkraftinspektion SKI och dess understödande remissinstanser varav den viktigaste är Statens strålskyddsinstitut SSI.

Yttrandet över det senaste programmet som granskats, Fud-program 2001, överlämnades till regeringen i mars 2002.

I varje ny granskning bedöms den utveckling av det svenska kärnavfallsprogrammet som ligger under SKB:s ansvar. Företaget är den viktigaste drivkraften i alla aktiviteter för att omhänderta kärnavfall i olika former och i detta sammanhang den viktiga frågan om hur det använda kärnbränslet långsiktigt skall hanteras och slutförvaras.

Kärnavfallsfrågan innehåller både tekniska, vetenskapliga, samhällsekonomiska och demokratiska utmaningar som skall hanteras av SKB. Alla dessa aspekter berörs i SKI:s yttrande till regeringen även om tonvikten av naturliga skäl hamnar i de tekniska och vetenskapliga problem som står i fokus för en myndighet som sysslar med säkerhetsfrågor och tillsyn av kärntekniska anläggningar.

SKI:s granskning är disponerad i enlighet med det program som lämnats av SKB och omfattar företagets handlingsplan, utvecklingen av teknik kring kapsel, slutförvar, transporter, säkerhetsanalys, bränslets egenskaper, deponeringsmetodik och buffert runt kapslarna, återfyllning av förvaret, de geologiska förhållandena i området för deponeringen (geosfären), mark och miljöpåverkan (biosfären) och påverkan av ändrat klimat. Dessutom redovisar SKB kunskap och forskning om alternativ till det geologiska slutförvaret.

Förutom denna inriktning på hantering av det använda kärnavfallet redovisar SKB också hur rivning av kärnkraftverken kan finansieras och genomföras samt hanteringen av långlivat låg- och medelaktivt avfall som bland annat uppstår som en följd av rivning av kärnkraftverken.

Nytt för i år är att SKB också införlivat samhällsvetenskap i sitt forskningsprogram. Själva grundproblematiken med högaktivt avfall som skall deponeras omfattar frågeställningar om beslutsprocesser, infrastruktur, ekonomi och politiskt beslutsfattande.

Denna sammanfattning av SKI:s gransknings-PM följer dispositionen i huvudtexten som i sin tur följer SKB:s redovisning i Fud-program 2004.

Ansvar för förslutet förvar

Ett grundläggande krav på det framtida slutförvaret för använt kärnbränsle är att det skall kunna lämnas förslutet och utan övervakning av framtida generationer. Samtidigt betyder det inte att övervakning eller institutionell kontroll från exempelvis staten är utesluten. I det sammanhanget måste också klargöras vem som bär ansvaret för slutförvaret efter förslutning.

SKI delar SKB:s uppfattning att någon form av institutionell kontroll kan antas krävas även efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle om inte annat med hänsyn till kärnämneskontroll och fysiskt skydd.

SKI har förståelse för de remissinstanser som efterfrågar en tydlig ansvarsfördelning efter att förvaret för använt kärnbränsle förslutits och stöder de remissinstanser som efterlyser ett besked i ansvarsfrågan.

SKB:s handlingsplan

Enligt SKI utgör SKB:s handlingsplan i Fud-program 2004 en bra och systematisk beskrivning av SKB:s tidsplaner och för hur olika delar av SKB:s program är beroende av varandra. Det är därför viktigt att SKB bibehåller och utvecklar sin handlingsplan som ett levande dokument så att den blir ett effektivt instrument för fortsatta samråd inför kommande beslutsprocesser.

Den allvarligaste kritiken från myndigheterna mot handlingsplanen i dess ursprungliga form, rörde kopplingen mellan ansökningarna för inkapslingsanläggning och slutförvar.

Denna fråga har under våren 2005 hanterats genom att SKB fört fram ett förslag till modifierad handlingsplan inom ramen för samrådet mellan SKI, SSI och SKB om säkerhets- och systemanalys.

SKB:s förslag innebär att ansökan enligt kärntekniklagen om inkapslingsanläggningen lämnas in separat 2006, men med en gemensam prövning av inkapslingsanläggning och slutförvar enligt kärntekniklag och miljöbalk i samband med ansökan om lokaliseringen av slutförvaret 2008.

Enligt SKI:s mening löses då huvudproblemet i det ursprungliga förslaget med två separata ansökningar och prövningstillfällen. Vissa detaljer återstår för SKB att bearbeta rörande redovisningens innehåll och omfattning vid olika tidpunkter.

Av de krav som framfördes av myndigheterna beträffande SKB:s handlingsplan vid granskningen av Fud-program 2001 har endast redovisning av tidsplaner för olika aktiviteter i förhållande till beslutsprocessen genomförts på ett konsekvent och bra sätt.

SKI efterlyser fortfarande en bättre och mer detaljerad redovisning av hur innehållet ser ut i de olika beslutsunderlag som skall vara framme vid olika redovisningstillfällen. Detta gäller inte minst med hänsyn till resultaten av forskning, teknikutveckling, långtidsförsök och acceptanskriterier för barriärer samt sådan forskning som SKB avser att bedriva efter ansökan i olika tidsskalor fram till förslutning av slutförvaret.

Bland övriga områden som SKB behöver arbeta vidare med i sin handlingsplan vill SKI särskilt framhålla att:

- SKB gör ytterligare anpassningar av de pressade tidsplanerna

- SKB utvecklar systemanalysen; dess roll och innehåll vid tiden för olika ansökningstillfällen
- SKB har en tillräcklig flexibilitet och variationsbredd i ansökningar för anläggningar
- SKB vidareutvecklar underlagen för den preliminära säkerhetsanalysen för inkapslingsanläggningen samt dess eventuella kopplingar till befintliga anläggningar.

Utgående från den framförda kritiken mot SKB:s redovisade handlingsplan önskar SKI att SKB snarast tar fram en förnyad plan. Myndigheterna bör ha tillgång till en förbättrad handlingsplan innan granskning av tillståndsansökningar för nya anläggningar i systemet för använt kärnbränsle påbörjas. En sådan önskan motiveras av att planering och genomförande av tillståndsprövning i en stegvis process under många år kräver kunskap om innehållet i ansökningshandlingar och dess underlag både översiktligt och på detaljnivå.

Kapsel

SKI anser att SKB:s arbete med utveckling av kapsel och inkapsling på ett tillfredsställande sätt drivits framåt. SKB har även efter det att Fud-program 2004 skrevs fortsatt utvecklingsarbetet. Det gäller särskilt arbetet med program för kvalificering och det genomförda valet av svetsmetod.

I granskningen av Fud-program 2004 har SKI ändå identifierat en del områden där SKB:s hittillsvarande redovisning antyder att det kan finnas brister i underlaget.

SKI vidhåller vikten av att konstruktionsförutsättningar tas fram. Dessutom skall anges inom vilka gränser olika parametrar, som har betydelse för förvarets funktion, måste hålla sig. SKI saknar i Fud-program 2004 fortfarande en klar och logisk koppling mellan de detaljerade konstruktionskraven för kapseln och kraven på långsiktig säkerhet i förvaret.

SKB bör redovisa inom vilka gränser olika parametrar, som har betydelse för kapselns funktion, måste hålla sig. Redovisningen skall utgå från en kartläggning av vilka defekter som kan förekomma och deras konsekvenser för kapselns integritet och slutförvarets funktion. SKI anser att den preliminära gränsen för minsta tillåtna koppertäckning är ottydligt formulerad, vilket även flera remissinstanser framfört.

Sedan Fud-program 2001 har SKB gjort stora framsteg i utvecklingen av friction stir welding som metod för att försluta kapseln, och i maj 2005 har denna metod valts som referensmetod för svetsen. SKI saknar dock fortfarande ett tillräckligt detaljerat underlagsmaterial med resultat från utvecklingsarbetet, men förutsätter att ett sådant presenteras senast i samband med ansökan om inkapslingsanläggningen. Särskilt återstår att visa om och i så fall hur svetsmaterialets egenskaper skiljer sig från grundmaterialets, samt inverkan av eventuella föroreningar i svetsen.

SKI ser positivt på det arbete som genomförts och som planeras för utvecklingen av provningsmetoder för svetsen, men vill påtala nödvändigheten att SKB tar ett samlat

grepp, dels tekniskt, dels med avseende på dokumentationen. Med SKB:s val av friction stir welding som referenssvetsmetod ser SKI det som angeläget att utvecklingen av provningsmetoder fokuseras på svetsar gjorda med denna metod.

SKI anser att SKB:s arbete med kvalificering av tillverknings- och förslutningsmetoder liksom för metoder för oförstörande provning nu drivs på ett systematiskt sätt. SKI ser positivt på att SKB etablerat kontakt med kvalificeringsorganet SQC, för att anpassa befintliga kvalificeringsordningar till ett kvalificeringsprogram för den oförstörande provningen.

SKI vill också påtala vikten av att SKB tar fram en strategi för hur sammansättningen av bränsleelement till kapslarna skall ske. Strategin måste ta hänsyn till såväl temperatur som kriticitet, och vara långsiktig så att alla relevanta typer av bränsle täcks in. Det gäller både det bränsle som finns nu och kommande förändringar i bränslegeometrier och sammansättningar.

Kärnämneskontroll

SKB har i sin redovisning redogjort för det nationella och internationella systemet för kärnämneskontroll på ett korrekt sätt. Det bör dock understrykas att det här rör sig om en helt ny typ av anläggning för vilken tidigare erfarenhet av kärnämneskontroll saknas. SKI saknar en beskrivning av i vilket skede av processen verifieringen av resteffekten kommer att ske, och om och hur detta skall kombineras med kontrollmätning av kärnämne.

Slutförvar

SKI förväntar sig, med hänvisning till gällande lagstiftning, att SKB fortsättningsvis använder begreppet slutförvar vid beskrivning av slutförvaret för använt kärnbränsle.

SKI anser att om SKB menar allvar med uppställt krav om begränsad påverkan på berget i slutförvaret bör SKB redan nu fastslå att mekanisk brytning (fullortsborrning) av såväl deponeringstunnlar som deponeringshål skall ske.

Beträffande horisontell deponering (KBS-3H) finns vissa farhågor för både praktiskt genomförande och långsiktig säkerhet. Möjligheterna att undvika (vattenförande) sprickor av varierande storlek och nedfallande block i tunneln minskar. Deponerings-sättet har också konsekvenser för bentonitens tätande förmåga. Även ogynnsamma höga bergspänningar kan medföra problem i såväl bygg- som deponeringsskede vilket medför krav på kompenserande åtgärder (förstärkning och injektering).

Andra frågor som behöver besvaras är vilken maximal borrhålsavvikelse som kan accepteras för införande av deponeringscontainern i tunneln. Ytterligare frågor som behöver besvaras är distansblockens funktion vid ojämn vätning, termo-mekanisk utveckling av deponeringscontainern, svälltryckets uppbyggnad och bentonitens funktion i övergången deponeringshål och tunnelperiferi.

SKB bör fortsätta delta och bidra till utvecklingen av metodik för kärnämneskontroll i samband med slutförvarsprocessen. Området är föremål för stort internationellt intresse och den internationella utvecklingen bör beaktas, särskilt processen i Finland.

Transporter

SKB:s redovisning av nuvarande regelverk på transportområdet är otydlig och delvis felaktig. Bland annat finns referenser till redan utgångna regelverk. Det är otydligt vad som kommer av regelverken för transport av farligt gods, och vad som kommer av kärnteknik- och strålskyddslagarna.

Dessutom utgår redovisningen från att SKI kommer att ställa samma villkor för kärnavfallstransporter som finns idag, vilket inte är självklart. När nuvarande tillståndsvillkor omnämns förbigås dessutom helt frågan om fysiskt skydd.

Behovet av ett väl genomtänkt system för fysiskt skydd av kärnämne har accentuerats under senare år. SKI delar därför den uppfattning som framförts av Totalförsvarets forskningsinstitut att SKB behöver flytta fram positionerna på detta område.

När det gäller att analysera tänkbara hot och scenarier, så är det främst en uppgift för myndigheter. Utrustning, teknik och taktik för övervakning av bränslet i samband med transport, är dock områden som SKB bör penetrera

Säkerhetsanalys

SKI anser att området säkerhetsanalys för närvarande är väl omhändertaget. De granskningar som nyligen genomförts har visat vilka svagheter som är mest angelägna för SKB att åtgärda, t.ex. kvalitetssäkring samt metod för val av scenarier. Med den modifierade handlingsplanen kan SKB utveckla och pröva sin metod ytterligare innan den används vid en tillståndsprövning.

Nästa säkerhetsanalys (SR-Can) kommer inte att vara ett direkt underlag för en tillståndsansökan men myndigheterna kommer ändå att lämna synpunkter på SR-Can. SKB bör beakta synpunkterna, innan säkerhetsanalysen SR-Site färdigställs, som kommer att utgöra ett av underlagen för tillståndsansökan om slutförvaret.

Vissa återstående frågor kring SKB:s metod för säkerhetsanalys respektive tillämpningen av föreskrifter och allmänna råd bör kunna åtgärdas inom samrådet för system- och säkerhetsanalys. SKI vill påminna om betydelsen av att SKB tar fram lätt-tillgängliga versioner av SR-Can och SR-Site som håller hög kvalitet.

Bränsle

SKI anser att bränsleområdet även fortsättningsvis skall prioriteras högt i SKB:s program. En hög tilltro till bränslets egen barriärfunktion medför betydande fördelar för

säkerhetsanalysen. SKI bedömer att förståelsen av bränslets reaktion vid kontakt med grundvatten förbättrats avsevärt under senare år, med reservation för att demonstrationen av denna förståelse i form av kvantitativa modellstudier av mekanismer och processer behöver redovisas bättre. Det finns också en viss brist på data för att motivera valet av flera av de viktigaste parametrarna för dos- och riskberäkningar.

Kapsel som barriär

SKI anser att SKB:s program för att ta fram kunskap om kapseln som barriär i huvudsak är ändamålsenligt. Det behöver dock klargöras vilka arbeten och projekt som måste ha avrapporterats för att kunna användas som underlag till ansökan om inkapslingsanläggningen.

SKI anser det nödvändigt att SKB redovisar en uppdaterad och sammanhållen beskrivning av temperaturutvecklingen hos kapseln, inklusive inverkan av osäkerheter. Detta måste ställas i relation till ett förtydligade av maximalt tillåten kapseltemperatur. På motsvarande sätt behöver en samlad redovisning av experiment och modellering av kryp (ett slags plastisk deformation) i koppar tas fram.

För SKB återstår att för flera områden visa hur resultaten från experiment och beräkningar skall användas i säkerhetsanalysen, och om den befintliga kunskapen är tillräcklig. Detta gäller inte bara kapseltemperaturer och kryp i koppar, utan också korrosion av gjutjärn och koppar.

För korrosion av koppar ser SKI fortfarande brister i underlaget för bedömning av spänningskorrosion, oxidskiktets betydelse för olika typer av korrosion, särskilt i klorid- och sulfidhaltiga vatten, samt mikrobers möjligheter att överleva i bentonitbufferten.

Buffert

SKI anser att SKB har ett bra program för buffertfrågorna samt att redovisningen av dessa i Fud-program 2004 är föredömligt tydlig. Betydande framsteg har uppnåtts under senare år för modellstudier, kodutveckling och experiment.

SKI anser dock att SKB behöver utvärdera behovet av kompletterande långtidsförsök, särskilt med tanke på det nyligen inträffade felet i mätutrustningen hos en kapselposition i Prototypförvaret. Inför kommande ansökningar finns ett starkt behov att genom jämförelser med praktiska experiment demonstrera att SKB:s kunskaper och modellverktyg för bufferten är tillräckliga.

Om programmet med horisontell deponering skall drivas vidare behöver SKB ta ställning till huruvida långtidsförsök kommer att behövas för detta ändamål. På lång sikt kommer SKB också behöva ta ställning till om det behövs långtidsförsök för utvärdering av betydelsen av betingelser på den plats där ett slutförvar förläggs.

SKI kan konstatera att SKB, jämfört med arbetet med kopparkapseln, inte kommit lika långt i utvecklingen av tillverkningsteknik och rutiner för den praktiska hanteringen. SKB har exempelvis ännu inte kunnat testa sin referensmetod för kompaktering av bentonitblock i fullskala (isostatisk pressning).

SKI är inte medveten om några stora praktiska svårigheter som behöver lösas i samband med bufferten, men det är ändå angeläget att kommande säkerhetsanalyser baseras på så välunderbyggd och realistisk information som möjligt. Under framtida rutinmässiga driftsförhållanden kan exempelvis ogynnsam kvalitet av bentonitblock eller en olämplig inplacering av block förekomma. Det är inte klart för SKI om SKB avser att beakta sådana praktiska problem explicit vid beskrivning av förvarets initialtillstånd eller om de kommer att uteslutas helt och i så fall på vilka grunder.

SKB har under de senaste åren gjort framsteg med att bredda sitt koncept till att innefatta flera buffertmaterial och den annorlunda buffertutformningen för KBS-3H. SKI anser att detta arbete långsiktigt är välmotiverat eftersom det medför en större handlingsfrihet och eventuellt förutsättningar för bättre ekonomi. Kortsiktigt efterlyser SKI dock tydligare prioriteringar mot det koncept som kommande ansökningar skall baseras på (enligt nuvarande tidsplan år 2006 och 2008). Utan tydlig prioritering finns en risk för att den begränsade kompetensen och resurserna som finns inom landet splittras för mycket.

SKI konstaterar att kravspecifikationen för bufferten är mångfacetterad och delvis svårtolkad. SKB behöver därför fortsätta arbetet med att förtydliga och konkretisera kravspecifikationen och se till att det finns underlag som motiverar krav och tillhörande kriterier.

SKI anser att SKB behöver påbörja en översiktlig planering av vilket underlag som kommer att behövas vid ansökan om drifttillstånd runt år 2020. Denna planering behöver bl.a. innefatta hanteringen av praktiska frågor kring tillverkning, hanteringsrutiner, provning, dokumentation och kvalitetsprogram samt långtidsförsök.

En bentonitbuffert är till skillnad från en kopparkapsel en komponent som finns med i de flesta andra länders kärnavfallsprogram. SKB har tidigare angivit att behovet av forskning och långsiktig demonstration delvis kan tillgodoses genom kunskapsöverföring från andra program och ett flertal exempel på detta finns redovisade i Fud-program 2004. SKI stöder dessa planer och anser att de utgör exempel på effektivt resursutnyttjande. För att SKI skall kunna ta ställning till värdet av information från internationella långtidsförsök krävs dock att SKB tydligare anger relevansen för ett KBS-3-förvar, samt beskriver kritiska skillnader som måste beaktas vid tolkning av data.

Återfyllning

SKI stöder SKB:s ambitioner att under de närmaste åren utvärdera alternativa utformningar av återfyllnaden. Det mest väsentliga inför kommande ansökningar är dock att SKB kan presentera ett koncept för återfyllning av tunnlarna som kan visas ha goda förutsättningar att uppfylla ställda krav.

SKI anser att SKB behöver ta fram ett underlag som bättre motiverar kraven på återfyllnaden. För att lättare kunna sätta in återfyllnaden i ett säkerhetsmässigt sammanhang krävs mera detaljerade analyser av hur olika tänkbara egenskaper i återfyllnadstekniken påverkar säkerhetsmålen. Enligt SKI:s uppfattning bör SKB vid beskrivningen av återfyllnadens initialtillstånd beakta att kvalitet på material, hantering, applicering m.m. kan variera under den långa tid slutförvaret är i drift.

SKI anser att SKB på samma sätt som för bufferten systematiskt behöver analysera de egenskaper, händelser och processer som på sikt kan leda till en försämrad funktion.

SKI anser att SKB behöver visa hur resultaten från försöket med återfyllnad och försöket i Prototypförvaret i Äspölaboratoriet skall utnyttjas inför ansökan till 2008 om uppförande av slutförvaret.

Geosfär

Avsnittet som beskriver initialtillståndet för geosfären är helt inriktat på att beskriva störningarna av den geohydrologiska och den geokemiska situationen vid platsen för ett kommande slutförvar. SKI anser att minst lika viktigt är att uppmärksamma de störningar som sker genom utsprängningen av förvaret. Arbetet kan påverka de bergmekaniska och termiska initialtillstånden.

Vidare saknar SKI en tydlig koppling till de pågående platsundersökningarna och de problem som var och en av platserna har och kan komma att inneha (t.ex. höga bergspänningar, salta grundvatten etc.).

SKI anser att SKB i Fud-programmet närmare borde diskutera hur man avser möta och hantera redan nu kända problem. SKB borde ha varit tydligare i att redovisa vilka resurser och vilken beredskap som finns för att ta hand om dessa platsspecifika frågor som kräver någon typ av forskningsinsatser.

En fråga som SKI ställer sig är om Fud-programmet är tillräckligt flexibelt för att på kort varsel kunna ta hand om nya uppkomna frågor i samband med platsundersökningarna och om det finns beredskap för detta. Avsaknaden av eller bristen på beredskap beträffande inhämtande av kunskap kan inverka på kommande ansökningar eftersom de uppsatta tidsplanerna för ansökan inte tillåter större fördröjningar i kunskapsinhämtande.

SKI anser att koppling mellan pågående platsundersökningar och relevanta forskningsinsatser behöver förtydligas.

Biosfär

Under senare år har SKB genomfört sin forskning på biosfärsområdet mer metodiskt och med högre ambition än vad som tidigare varit fallet. Statens strålskyddsinstitut (SSI) har välkomnat detta.

Tyvärr ger inte Fud-program 2004 en bra beskrivning av den biosfärsforskning som genomförs. Kopplingen mellan data från platsundersökningarna och de krav som de platsanpassade ekosystemmodellerna ställer måste vara tydlig. Det är oklart när exempelvis kritiska FoU-resultat och modeller måste finnas framtagna med hänsyn till behoven vid platsundersökningarna.

Det måste också finnas en fullständig dokumentation över de processer som ingår i de använda modellerna för biosfären på ett likartat sätt som är fallet för övriga förvarsdelar. Det behövs också en komplett beskrivning av samtliga modeller som ska användas i säkerhetsanalysen liksom redogörelser av hur väl de representerar de identifierade processerna i relevanta ekosystem.

SKB bör klargöra hur skyddet av miljön tas omhand i modellutvecklingen och i platsundersökningarna. SKB:s påstående att redan insamlade data från platsundersökningarna vida överstiger de behov som anges i EU:s FASSET-projekt behöver motiveras.

SKI vill därutöver särskilt påpeka att det av SKB:s redogörelse inte framgår klart hur de olika delarna av programmet för biosfären samordnas med varandra baserat på säkerhetsanalysens behov. Detta kan bero på en olämplig strukturering av materialet i Fud-program 2004. Det kan också återspegla behov av en bättre intern koordinering av SKB:s biosfärsprogram.

SKB skulle behöva förtydliga sitt program i dessa avseenden för att myndigheterna skall kunna avgöra om det kan leda fram till utsatta mål inom rimlig tid i förhållande till SKB:s övergripande handlingsplan. SKI förutsätter att dessa synpunkter beaktas i den handlingsplan som SKB skall presentera inför ansökan om inkapslingsanläggningen.

SKI vill även påminna om att biosfärsmodelleringen bör inkludera element som kan användas vid användning av komplementära säkerhetsindikatorer för slutförvaring såsom koncentrationer och flöden av radionuklider.

Klimat

SKI konstaterar att SKB i första steget av sina planer inriktar modellarbetet på att simulera den första nedisningsperioden. Det är dock viktigt att påpeka att denna utveckling bara är ett enda exempel på många olika tänkbara klimatutvecklingar. Även om SKB utgår från och utnyttjar kunskap om paleoklimatet har vi ringa kunskap om vad som kan ske i framtiden, exempelvis eftersom växthuseffektens påverkan på klimatet är svår att bedöma.

SKI anser också att SKB bör tydliggöra på vilket sätt man kommer att tillförsäkra sig om att de valda klimatutvecklingarna belyser de viktigaste klimatrelaterade påfrestringarna på barriärernas funktion.

Myndigheterna har tidigare konstaterat att i kustnära områden är strandlinjens framtida läge och dess betydelse för grundvattenförhållanden och biosfär en viktig fråga. Det är

därför tillfredställande att SKB startat flera projekt för att försöka förstå orsakerna till klimatvariationer och strandlinjens läge inom olika tidsperioder och därmed kunna göra antaganden om utvecklingen för en framtida strandlinje på respektive plats där platsundersökningar nu genomförs.

SKI saknar i klimatkapitlet en återkoppling till biosfär- och geosfärskapitlen och säkerhetsanalysen. I beräkningar av hur grundvattenflöde, vattenkemi, bergspänningar etc. kring ett kommande slutförvar kan komma att förändras så beaktas inte kommande förändringar i biosfär och geosfär i tillräcklig omfattning.

Alternativa metoder

SKI anser att för att kunna följa den internationella utvecklingen och för att bibehålla och utveckla vetenskaplig och teknisk kompetens inom områden av betydelse för kärnsäkerheten finns motiv för att SKB:s och Sveriges insatser på området separation och transmutation upprätthålls på nuvarande nivå.

Enligt SKI finns det goda skäl att förtydliga redovisningen av djupa borrhål inför slutligt val av metod och inför miljöbalksprövningen. SKI och SSI anser båda att en noggrannare jämförelse bör ske med KBS-3-metoden. En sådan jämförelse bör ske med en systematik som bygger på samma principer som SKB utvecklat för säkerhetsanalys av andra slutförvar. SKI delar SSI:s uppfattning om att jämförelsen kan illustreras av förenklade beräkningar.

Rivning

SKI:s sammanfattande bedömning av det som presenteras i Fud-program 2004 är att om SKB skall kunna leverera tillfredställande kostnadsberäkningar krävs att den viljeinriktning som presenteras i programmet för de kommande sex åren realiserats. SKI anser att särskilt följande behöver genomföras:

- SKB och de enskilda tillståndshavarna för kärnkraftverken bör klarlägga hur ansvaret fördelas såväl när det gäller val av metoder för rivning och avfallshantering som för kostnadsberäkningar
- SKB behöver intensifiera arbetet med rivningsfrågor och presentera resultatet i Fud-program 2007. Detta arbete bör bedrivas med beaktande av de avvecklingsplaner som reaktorinnehavarna är skyldiga att ta fram, t.ex. med avseende på analys av kompetens i rivningsfrågor samt anläggningarnas status och aktivitetsinnehåll
- SKB och reaktorinnehavarna bör även utreda om vissa delar av rivningsarbetet kan tidigareläggas
- SKB bör utreda vilken kortaste tid som krävs för att en tillståndsprocess för slutförvaring av rivningsavfall kan påbörjas.

Enligt SKI är det inte en prioriterad uppgift att göra en översyn av rivningslogistiken som bygger på ett antagande om att driften av kärnkraftverken förlängs från 40 till 60 år.

Någon sådan planeringsförutsättning finns vare sig i Fud-program 2004 eller PLAN 2004. En sådan åtgärd kan i själva verket visa sig vara kontraproduktiv eftersom det i praktiken kan leda till att tidsplanerna förskjuts vilket i sin tur medför att drifttagandet av slutförvaret för rivningsavfall försenas ytterligare ett par decennier.

Genom att studera en övergång från 40 till 60 års drift av kärnkraftverken kan en situation uppstå där de förberedelser som krävs för en framgångsrik rivningsplanering blir satta på undantag under en så lång tidsrymd att befintliga kunskaper går förlorade. Det är svårt att se hur en förskjutning på 20 år kan ske utan att ett nytt mellanlager för rivningsavfall måste byggas. SKI anser att byggande av ett mellanlager för rivningsavfallet bör undvikas, eftersom det leder till ytterligare hantering av kärnavfall och kan komma att leda till en fördyrning av hela kärnavfallsprojektet.

Byggande av ett mellanlager kommer sannolikt att medföra krav på att ytterligare medel behöver fonderas i Kärnavfallsfonden eftersom någon sådan åtgärd inte ingår i vare sig Fud-programmet eller PLAN-rapportens kostnadsberäkning.

Låg- och medelaktivt avfall

SKI saknar en tydlig forskningsplan för det låg- och medelaktiva avfallet och förutsätter att SKB redovisar detta i kommande Fud-program.

SKI är överens med SSI att utformningen av ett slutförvar för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet bör prioriteras i forskningsprogrammet och en sådan prioritering bör framgå av Fud-program 2007.

SKI anser att SKB bör redovisa hur det långlivade låg- och medelaktiva rivningsavfallet ska hanteras i det fall det uppstår tidigare än planerat.

Myndigheterna SKI och SSI:s gemensamma uppfattning är att långtidslagring av avfall i avvaktan på ett slutförvar i möjligaste mån bör undvikas och anser att SKB bör överväga om det verkligen finns skäl att vänta med ett slutförvar för långlivat avfall tills merparten av alla kraftverk har rivits.

Samhällsforskning

SKI noterar att SKB i Fud-program 2004 införlivat samhällsforskning som en ny disciplin i forskningsprogrammet. SKI ser fördelar med detta eftersom resultaten från forskningen borde vara användbara för intressenterna i pågående och framtida samrådsprocess. Dock efterlyser SKI, liksom flera remissinstanser, en redovisning av hur resultatet från programmet skall användas i MKB-processen och även komma andra programområden inom SKB till godo.

SKI konstaterar att begränsade resurser kommer att satsas på området omvärldsförändringar (ett projekt) i programmet för samhällsforskning. Detta område borde ha förtjänat något större uppmärksamhet och omfattning speciellt med tanke på den diskussion som pågår i internationella fora beträffande etablering av internationella förvar.

1 Inledning

1.1 Allmänt om programmet

Enligt kärntekniklagen skall innehavare av kärnkraftsreaktor vidta alla åtgärder som behövs för att ta hand om och slutförvara använt kärnbränsle och kärnavfall. I lagen finns krav på ett forskningsprogram som skall inges till behörig myndighet vart tredje år. Statens kärnkraftinspektion (SKI) är behörig myndighet som granskar och utvärderar programmet. SKI sänder programmet för granskning och eventuella synpunkter till en bred krets av remissinstanser bl.a. myndigheter, kommuner, universitet och högskolor samt miljöorganisationer.

Det svenska programmet för slutlig hantering av använt kärnbränsle påbörjades för ca 30 år sedan och enligt Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) kommer det planerade slutförvaret att förslutas först in på 2050-talet. Det krävs en serie av beslut innan målet är nått. Beslutsprocessen kan därför betecknas som en flerstegsprocess. I dessa steg kommer säkerheten att prövas och möjlighet finnas för ytterligare utvecklingsarbete och att välja förbättrade lösningar. SKI:s uppgift är att se till att säkerheten tillgodoses i alla dessa steg.

I regeringsbeslutet i december år 2002 fann regeringen att SKB:s program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, Fud-program 2001, uppfyller de krav som ställs i 12 § lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen). I beslutet tog regeringen fasta på vad SKI, Statens strålskyddsinstitut (SSI) och Statens råd för kärnavfallsfrågor (KASAM) uttalat rörande SKB:s tidsplanering och sambandet mellan olika delar av utvecklingsarbetet kring både en inkapslingsanläggning och en anläggning för slutförvar av använt kärnbränsle.

SKB:s nu ingivna program, som överlämnades till SKI 22 september 2004, är det sjunde ordinarie programmet i serien som inleddes med FoU-program 1986. Föregående Fud-program 2001 var koncentrerat på forskning och teknikutveckling. Fud-program 2004 är främst inriktat på att belysa utvecklingen av tillverkning och förslutning av kapslar för slutförvaring av använt bränsle. Utgående från myndighets- och regeringssynpunkter på föregående Fud-program presenterar SKB också den handlingsplan som då efterlystes.

1.2 SKI:s beredning av ärendet

SKI har genomfört granskningen av SKB:s Fud-program 2004 på samma sätt som vid SKI:s tidigare granskningar av Fud-program. SKI har sänt programmet på remiss till ett sextiototal remissinstanser (myndigheter, kommuner, universitet och högskolor, miljöorganisationer m.fl.). Remissvar har inkommit från 30 av dessa varav fem har avstått från att yttra sig över programmet. Cirka en tredjedel av remissvaren är fokuserade på frågor som berör alternativa metoder, samhällsvetenskaplig forskning, rivning och låg- och medelaktivt avfall. Ett motsvarande antal remissvar kommenterar rapportstruktur, läsbarhet och förståelse i redovisningen av programmet. Beslutsprocess inklusive handlingsplan och övervakning av slutförvar är också frekvent kommenterat. Ett färre antal remissinstanser framför synpunkter på redovisning av teknikområdet återfyllning och säkerhetsanalys. Fem remissvar berör kapselåterfyllning medan ett mindre antal remissinstanser kommenterar geosfärs- och biosfärsfrågor. Resurser till myndigheter,

regeringskansli och miljödomstol kommenteras av kommunerna Oskarshamn och Östhammar.

Utöver granskning av Fud-programmet har myndigheterna SKI och Statens strålskyddsinstitut (SSI) haft två möten (februari och mars månad 2005) med SKB om den handlingsplan som bilagts Fud-programmet och den reviderade handlingsplan som SKB redovisat efter att programmet inlämnades till SKI. Dessa möten har ägt rum inom ramen för det samråd om system- och säkerhetsanalys som regeringen beslutat om 1996 och 2001.

SKI:s styrelse informerades i februari om viktiga frågor som SKI valt att fokusera på i sin granskning. I april informerades styrelsen om innehållet i inkomna remissvar och några av SKI:s preliminära synpunkter på SKB:s program. SKI:s yttrande till regeringen och tillhörande granskningspromemoria har redovisats och behandlats av SKI:s styrelse i juni.

SKI nämner inledningsvis i varje kapitel i granskningspromemorian vilka delar av SKB:s program som kommenteras. Flertalet kapitel innehåller rubrikerna: SKB:s redovisning, remissinstansernas synpunkter och SKI:s bedömning. Några kapitel har dessutom rubriken SSI:s synpunkter och SKI:s sammanfattande bedömning.

Denna volym (SKI Rapport 2005:31) består av SKI:s yttrande till regeringen med tillhörande granskningspromemoria:

- SKI:s yttrande över SKB:s redovisning av Fud-program 2004 – program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, inklusive samhällsforskning
- SKI:s utvärdering av SKB:s Fud-program 2004

Dessutom överlämnas de fullständiga remissvaren till regeringen och en sammanställning av de remissyttranden som är refererade i granskningspromemorian (SKI-PM 2005:10).

2 Övergripande synpunkter på SKB:s program

SKI redovisar i detta kapitel resultatet av en genomförd inspektion av SKB:s process för upprättande av Fud-program 2004. SKI redovisar också synpunkter på disposition och innehåll i det nu aktuella programmet. SKI redovisar även synpunkter på vissa frågor som SKI tidigare uppmärksammat och som SKB valt att inte inkludera i detta program, t.ex. frågor som berör beslutsprocess och MKB-process.

2.1 Inledning

SKB har i Fud-program 2004 inriktat sin redovisning i första hand på frågor som rör teknikutveckling kopplade till inkapslingsanläggningen och slutförvaret. Anledningen är den ansökan om tillstånd för uppförande av en inkapslingsanläggning som SKB avser lämna in under den kommande programperioden (i mitten av 2006). Programmen för säkerhetsanalys och forskning om de långsiktiga processer som sker i slutförvaret länkas sedan ihop med programmen för teknikutveckling. En nyhet i detta Fud-program är en redovisning av ett program för samhällsvetenskaplig forskning som flera remissinstanser efterfrågade vid granskning av Fud-program 2001. SKB:s redovisningen är samlad i en volym där den efterfrågade fullständiga handlingsplanen redovisas som en bilaga. Till varje kapitel finns en omfattande referenslista.

Fud-program 2004 har disponerats på ett annorlunda sätt i förhållande till Fud-program 2001. Detta innebär att SKB har delat in rapporten i fyra olika delar som beskriver SKB:s program och handlingsplan (del I plus bilaga), teknikutveckling (del II), säkerhetsanalys och forskning (del III) och låg- och medelaktivt avfall (del IV).

För att underlätta för läsare och granskare ger SKB inledningsvis i varje kapitel en bakgrund om respektive forskningsområde. Därefter redovisas i varje avsnitt de myndighetssynpunkter som framförts i samband med granskning av Fud-program 2001. Slutligen redovisas nyvunnen kunskap sedan senaste Fud-programmet samt program för planerad forskning.

2.2 Inspektion av upprättande av Fud-program 2004

SKI har under hösten 2004 genomfört en inspektion vid SKB med syftet att inspektera hur SKB uppfyller kraven i lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet och kraven i förordningen till lagen vid processen för planering och upprättande av rapporten Fud-program 2004. En upprättad inspektionsplan har varit SKI:s utgångspunkt för granskning av hur SKB planerat, prioriterat och genomfört framtagande av rapporten samt hur SKB tillgodosett SKI:s rekommendationer och regeringens krav från tidigare granskningar.

Dokumentgranskning har skett av 17 olika dokument utgörande relevanta delar av SKB:s kvalitets- och ledningssystem, projektplan och övriga dokument för framtagning av Fud-rapporten. Den dokumentation som tillhandahållits av SKB har utgjort utgångspunkten för en upprättad frågelista, som använts vid intervjuer med fyra personer engagerade i projektet på SKB.

Vid inspektionen framkom att det finns etablerade rutiner för styrning, ledning och genomförande för upprättande av en Fud-rapport utifrån kraven i SKB:s formella system för genomförande av ett projekt. SKI bedömer att SKB:s Fud-verksamhet styrs och leds med stöd av ett kvalitetssystem och att ansvar och befogenheter definieras och dokumenteras.

Det framkom även vid inspektionen att det finns vissa rutiner för kompetensbedömning speciellt av anlitade konsulter och utvärdering av genomfört arbete inom projektet.

SKI kunde dock konstatera att det finns förutsättningar att förbättra rutinerna för upprättande av projektbeslut och projektplan, framförallt angående hur innehåll och organisation specificeras, samt hur och vilken extern kompetens som skall användas. SKI konstaterade även att de befintliga rutinerna för att hålla projektplanen levande genom revideringar bör användas i större utsträckning.

2.3 Rapportstruktur och innehåll

Remissinstansernas synpunkter

Avfallskedjan och Opinionsgruppen för säker slutförvaring anser att Fud-programmen bör omformas så de blir mer lättillgängliga och mindre tekniska och därmed göras mer tillgängliga för dem som saknar teknisk specialkompetens. Programmen bör även innehålla en redovisning av urvalskriterier, inriktning och målsättning som är avstämd mot gällande lagstiftning och uppsatta miljömål.

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen anser att rapporten präglas av oöverskådlighet och osorterad detaljrikedom. Här staplas uppgift på uppgift, stort som smått, utan den förståelseram som krävs för att kunna bedöma hur och i vilken grad enskildheterna bidrar till projektets måluppfyllelse. Folkkampanjen anser därmed att det saknas en övergripande strukturerad strategi.

Lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark anser att rapporten belyser det som faller inom nämndens kompetensområde på ett genomtänkt, överskådligt och, med några undantag, förståeligt sätt. Säkerhetsnämnden önskar dock en mer förståelig presentation av säkerhetsanalysen.

Naturvårdverket finner att SKB:s redovisning av nyvunnen kunskap inom olika delområden är mycket pedagogisk och ger en bra överblick över kunskapsläget. Däremot anser Naturvårdsverket att ansvarsfrågorna vid beslut, i händelse av olyckor vid rivning, transporter och etablering samt drift, bör ses över för att juridiskt säkerställa att tredje part blir skadelös. Naturvårdsverket finner att ansvarsfrågorna saknas i SKB:s plan och föreslår att SKB kompletterar Fud-programmet med forskning kring ansvarsskyldighet och försäkring i händelse av utsläpp från lagringen, all hantering av radioaktivt avfall, effekter på ekosystem och egendom samt hälsopåverkan på människa omkring och långt från avfallsanläggningarna.

Misterhultsgruppen och Samhällsgruppen i Oskarshamns kommun anser att rapporten är överskådligt upplagd och till stora delar tillgänglig och intressant även för "icke"-

experter. De anser också att programmet är väl skrivet och lättläst samt att de tekniska frågorna står i fokus.

Oskarshamns kommun pekar på svårigheten att få en samlad bild av SKB:s program genom att det presenteras i skilda sammanhang, varav Fud-processen är ett. Andra sammanhang är samrådsprocessen för miljökonsekvensbedömning (MKB) och platsundersökningsprogrammet. Kommunen konstaterar att problemet delvis är avhjälpt genom den handlingsplan SKB redovisar i bilaga till Fud-program 2004. Vad som fortfarande saknas är framför allt kopplingen mellan de olika delarna.

Statens strålskyddsinstitut (SSI) framför att för att uppfylla kraven i kärntekniklagen bör kommande Fud-redovisningar innehålla åtminstone en översiktlig beskrivning av samtliga delar av kärnavfallsprogrammet, vilket saknas i detta program.

SSI finner att beskrivningen av SKB:s platsundersökningsprogram är kortfattad och övergripande, i enlighet med vad SKB angivit i Fud-program 2001. SSI saknar dock en redovisning av vilka forsknings- och teknikutvecklingsfrågor som SKB behöver lösa och kopplingen mellan dessa och det fortsatta platsundersökningsprogrammet.

SSI understryker också att frågor av betydelse för platsvalet som rör strålskyddsmässiga (vetenskapliga och forskningsmässiga) överväganden även fortsättningsvis bör redovisas i Fud-programmet.

Totalförsvarets forskningsinstitut anser att rapporten på det hela taget är väl strukturerad och väl skriven. De fokuseringar i arbetet som har gjorts och som görs är tydligt motiverade, och i många fall lyckas SKB ändå hålla alternativa vägar öppna, om kommande forskningsresultat skulle påkalla detta.

Östhammars kommun anser att såväl sammanfattningen som handlingsplanen i rapporten är skrivna på ett sätt som är tillgängligt även för lekmän. Kommunen anser vidare att det därutöver är önskvärt att sammanhanget i övriga kapitel kan förstås av de politiker och tjänstemän som särskilt arbetar med frågan för kommunens räkning. Kommunen konstaterar att kapitel 14 om säkerhetsanalys är svårläst och inte ger kommunen överblick över säkerhetsanalysens metoder och syften. Kommunen noterar även att den svenska sammanfattningen av SKB:s SR-Can interimrapport ger en mer förståelig översikt över SKB:s metodik för säkerhetsanalysen.

SKI:s bedömning

SKI saknar en inledning med en sammanfattande helhetsbild av programmet som fokuserar på viktiga frågor för programmets framåtskridande. I rapporten kunde även en kort historisk återblick redovisats beträffande innehåll och viktiga framsteg i tidigare Fud-program. Innebörden av detta är att nytillkomna läsare av programmet inte behöver ifrågasätta sådant som redovisats i tidigare Fud-program, t.ex. hur SKB kommit fram till valda områden i de kommuner där platsundersökningar nu pågår.

SKI anser också att SKB tydligare kunde ha redovisat en mer övergripande strategi för respektive kapitelns måluppfyllelse. Det är även svårt för den oinvidige läsaren att bedöma vikten av enskildheters betydelse för att sedan kunna uppskatta hur och i vilken

grad dessa bidrar till projektets måluppfyllelse. Detta är brister som också Folk-kampanjen har noterat.

SKI anser, liksom SSI och Oskarshamns kommun, att SKB inledningsvis i rapporten tydligare borde ha framhållit att utöver Fud-processen pågår ytterligare tre viktiga aktiviteter för att uppnå målet - en säker slutförvaring av kärnavfallet; PLAN- och MKB-processen och platsundersökningar. Beträffande planprocessen (SKB:s årliga beräkning av kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter) kan SKB inte förutsätta att alla läsare av Fud-programmet känner till att en sådan process pågår. Den omnämns först under kapitel 24 om rivning. Beträffande MKB-processen kunde t.ex. utfallet av hittills genomförda samråd såsom ingående planerade utredningar kort ha redovisats och om hittills framkomna resultat i någon omfattning påverkat någon av processerna i Fud-programmet. Beträffande platsundersökningarna borde hittills uppnådda resultat kort ha sammanfattats även i inledningen av rapporten och mer utförligt i handlingsplanen i bilagan. Dessutom kunde hänvisningar ha gjorts till relevanta rapporter, t.ex. årsrapporterna för respektive plats. Det hade underlättat för den som vill fördjupa sig inom området.

2.4 Resurser till myndigheter

Remissinstansernas synpunkter

Oskarshamns kommun vill poängtera vikten av att regering, miljödomstol och myndigheter ser till att i god tid bygga upp kompetens och resurser som kommer att krävas för handläggning av denna kanske mest omfattande och komplexa miljöfråga vi haft att handlägga i landet. Myndigheterna måste ha resurser till en oberoende granskning och att med egen kapacitet själva genomföra kritiska delar av säkerhetsanalysen. Regeringskansliet måste ha resurser för att kunna samordna de två tillståndsärendena. Miljödomstolen behöver sätta sig in i ärendet och knyta till sig den kompetens som krävs. ”Som Oskarshamns kommun framfört vid flera tillfällen känner vi en oro för att samhället inte avsätter tillräckliga resurser för att skapa både den kompetens och den kapacitet som behövs. Detta gäller i synnerhet expertmyndigheterna SSI och SKI, men även miljödomstolens prövning och regeringens beredskap att samordna prövningarna enligt KTL (kärntekniklagen) och MB (miljöbalken)”. Naturvårdsverket är en viktig aktör vid behandlingen av ärendet enligt miljöbalken och även här känner kommunen en viss oro då Naturvårdsverket för närvarande är en osynlig aktör i kärnavfallsprocessen.

Statens strålskyddsinstitut (SSI) konstaterar att det fortfarande råder osäkerheter om SSI:s resurser är tillräckliga för att kunna genomföra kommande granskningar enligt SKB:s tidsplan.

Östhammars kommun noterar att de granskande myndigheternas SKI och SSI roll i kärnavfallsprogrammet är av avgörande betydelse för kommunens förtroende för processen. Båda myndigheterna har visat stort intresse för att kommunicera viktiga frågor i kommunen.

Frågor som i högsta grad och i ökande omfattning engagerar kommunmedborgarna rör biosfären och hur människor kan komma att påverkas av ett slutförvar. Enligt

kommunens bedömning kommer behovet av att diskutera och få dessa frågor belysta att öka i omfattning tills en ansökan för att få bygga ett slutförvar har behandlats. Kommunen identifierar därför ett ökande behov att kommunicera med SSI:s experter inom området.

Kommunen har vid upprepade tillfällen reagerat över att SSI inte har haft resurser att på likvärdig grund med övriga (SKI, kommunerna, SKB) delta i olika projekt. Kommunen anser därför att det är nödvändigt att tillräckliga resurser ställs till förfogande för myndigheten så att programmet får den genomlysning som kommunen kräver.

Miljödomstolen och regeringen är de instanser som slutligen kommer att ta ställning till ansökan om tillstånd att bygga inkapslingsanläggningen och slutförvaret. Kommunen vill i samband med detta yttrande framföra en oro över att dessa instanser inte kommer att vara tillräckligt förberedda inför omfattningen och komplexiteten i det underlagsmaterial som ligger till grund för ansökan. Det tar tid att sätta sig in i de olika delarna i slutförvarsprojektet och regeringskansliet bör snarast börja bygga upp kompetens inom kansliet för att kunna möta behovet 2006 och framåt.

SKI:s bedömning

SKI har tidigare i olika sammanhang redovisat att myndigheten under lång tid (10-15 år) på olika sätt bl.a. med hjälp av stödjande forskning satsat resurser på att förbereda sig för kommande granskningar av industrins planerade ansökningar om uppförande av nya kärntekniska anläggningar.

SKI undersöker för närvarande möjligheten att erhålla ekonomisk förstärkning, utöver normal forskningsbudget, i samband med granskning av planerade ansökningar från SKB. SKI för också en dialog med Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet om behovet av personella resursförstärkningar.

SKI anser det viktigt att samtliga deltagande aktörer i slutförvarsprocessen ges nödvändiga resurser för att bygga upp sin kompetens för att på ett kvalificerat sätt kunna delta och bidra till processens genomförande.

2.5 Beslutsprocess

Remissinstansernas synpunkter

Boverket konstaterar att SKB i sin tidsplan redovisar att ansökan om tillstånd för inkapslingsanläggningen skall föregå ansökan om slutförvar av utbränt kärnbränsle. Fattas beslut om tillstånd för inkapslingsanläggningen innan beslut om slutförvar tas, innebär det också en upplåsning i val av metod för omhändertagande av det utbrända bränslet.

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen konstaterar att politiker och myndigheter under den snart 30 år gamla processen (slutförvaring enligt KBS-3-konceptet) successivt har avsagt sig sin handlingsfrihet i kärnavfallsfrågan. Därmed har de försatt sig i en situation som kräver, inte endast klarsyn, utan också det kurage som behövs för

att ta sig ur det hela med hedern någorlunda i behåll, anser Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen.

Oskarshamns kommun konstaterar att inkapslingsanläggningen och slutförvaret skall prövas enligt både miljöbalken och kärntekniklagen som är ett oprövat förfarande. Den beslutsprocess som närmar sig är komplex och det gäller att klargöra den så långt som möjligt i förväg så att huvudparterna har en gemensam bild av processen. En anledning till komplexiteten är att miljöärendet, som hanteras av miljödomstolen, även omfattar kärnteknisk säkerhet och strålskydd, där SKI och SSI har ett huvudansvar. Enligt tidigare praxis har SKI i sitt yttrande till regeringen enligt kärntekniklagen föreslagit villkor för tillstånd att uppföra en kärnteknisk anläggning. Att miljödomstolen enligt miljöbalken på egen hand kan ställa villkor reser frågor om hur de båda tillståndsprocesserna skall samverka. Kommunen önskar att huvudparterna inklusive statsmakterna klargör dessa frågor i god tid innan beslutsprocessen påbörjas, dvs. så snart som möjligt.

Oskarshamns kommun anser att när ansökan om inkapslingsanläggningen formellt lämnats in finns det anledning att SKB, myndigheterna, kommunerna, miljödomstolen och regeringen inom den formella processen samråder kring hur prövningen och miljöprocessen i sin helhet kan utformas. Det är därför kommunens uppfattning att samråden behöver fortsätta och utvidgas även efter att den formella samrådsprocessen enligt miljöbalken avslutats.

Beträffande platsval framhåller Oskarshamns kommun att det är avgörande för beslutsprocessen att SKB:s värdering av platser görs på ett transparent sätt så att metod och kriterier för värdering framgår innan det faktiska valet av plats görs.

Oskarshamns kommun anser även att beslutsprocessen inför kommande prövningar av aktiv drift, full drift, kontrollprogram och förslutning också behöver klargöras. Klarläggandet av beslutsprocessen är en viktig förutsättning för kommunens förberedelser att medverka i processen och att ställa sina villkor inför beslut.

SKI:s bedömning

SKI konstaterar att utifrån SKB:s modifierade handlingsplan (se kapitel 3) behöver samråden om system- och säkerhetsanalys fortsätta intill dess att SKB lämnat en ansökan om slutförvaret och prövats enligt såväl kärntekniklag som miljöbalk. Behov av fortsatta samråd därefter bör bli föremål för diskussion mellan berörda myndigheter och SKB.

Samråd gällande pågående platsundersökningar bör enligt regeringsbeslut fortsätta fram till att SKB lämnat in ansökan om byggande av slutförvaret på en plats. Eventuella samråd därefter blir en fråga mellan berörda myndigheter, SKB och den kommun där slutförvaret placeras. SKI stöder därmed Oskarshamns kommun som anser att beslutsprocessen även inför kommande prövningar av aktiv drift, full drift, kontrollprogram och förslutning också behöver klargöras.

2.6 MKB-process

Remissinstansernas synpunkter

Avfallskedjan och Opinionsgruppen för säker slutförvaring konstaterar att miljöprövningen, som regleras av miljöbalken, EG-direktiven och Esbo-konventionen kommer att vara avgörande i tillståndsprocessen. Projektet kommer förhoppningsvis även att vägas mot miljömål och överenskommelser som Sverige har bundit sig till i olika miljökonventioner.

Miljörelsens kärnavfallssektariat (MILKAS) menar att processen för miljökonsekvensbedömning (MKB) inte bör handhas av SKB utan av en oberoende instans, vilket även framförts tidigare både till SKB och till ansvariga myndigheter.

MILKAS trycker också på behovet av att den pågående slut-/djupförvarsprocessen bromsas upp och revideras, att de missförhållanden som här tas upp ses över och görs något åt samt att ansvariga myndigheter utnyttjar sina mandat och inte bara följer SKB.

MILKAS anser också att kärnavfallsfrågan och MKB-förfarandet kring denna fråga är av sådan dignitet att den måste lyftas upp på en högre nivå än det kommunala planet och göras till en i mycket högre grad nationell fråga. MILKAS anser även att uppstyckningen av samråden med olika samråd för olika grupper skapar ytterligare förvirring och försvårar väsentligt seriösa överväganden om alternativa platser, metoder och strategier.

Miljöorganisationernas avfallsgranskning (MKG) anser att för att Fud-programmets relevans skall kunna bedömas är en precisering av slutförvarsprojektets miljömässiga uppgift och mål nödvändig. MKG anser vidare att en sådan precisering utgör ett omistligt steg i processen att genomföra en miljökonsekvensbedömning som uppfyller miljöbalkens krav.

SKI:s bedömning

I SKI:s granskning av Fud-program 2001 (SKI, 2002) konstaterade SKI att SKB har för avsikt att behandla alla frågor kopplade till lokaliseringsprocessen under MKB-processen och inte redovisa dessa frågor i kommande Fud-program. SKI utgick då från att SKB tydliggör vad som menas med begreppet *alla frågor kopplade till lokaliseringsprocessen* i den planering för MKB-processen som SKB avsåg att redovisa under år 2002. SKI anser fortfarande att SKB skall belysa Fud-programmets roll kontra MKB-samrådet för att åstadkomma en enhetlig och strukturerad beslutsprocess.

2.7 Ansvar för förslutet förvar

Remissinstansernas synpunkter

Oskarshamns kommun framhåller att det i den fortsatta dialogen med närboende, vid en eventuell etablering av slutförvaret i kommunen, är viktigt att det innan ansöknings-tillfället kommer besked i ansvarsfrågan på lång sikt. Frågan måste vara reglerad innan kommunen kan lämna sitt svar på ”vetofrågan” om uppförande av slutförvaret och

efterlyser ett uttalande från regeringen hur man avser ta hand om frågan. Kommunen noterar att det förhållningssätt som exempelvis uttrycks i det nyligen förelagda slutbetänkandet från Finansieringsutredningen (SOU 2004:125, sidan 48) inte är ett förhållningssätt som allmänheten och kommunen kan acceptera. Kommunen anser att det måste ges svar på konkreta frågor av typen: ”Vem har ansvar för vad och under vilken tid?”

Östhammars kommun anser att frågan om vem som ansvarar för slutförvaret efter förslutningen måste klargöras innan regeringen fattar beslut om tillstånd om att bygga slutförvaret.

SKI:s bedömning

SKI har stor förståelse för de remissinstanser som efterfrågar en tydlig ansvarsfördelning efter att förvaret för det högaktiva kärnavfallet förslutits och stöder de remissinstanser som efterlyser ett besked i ansvarsfrågan.

3 Synpunkter på SKB:s handlingsplan

3.1 Inledning

3.1.1 Bakgrund

I SKI:s yttrande över Fud-program 2001 efterlystes en bättre och mer detaljerad dokumentation av SKB:s planering inför kommande ansökningar. SKI påpekar bl.a. att ”behovet av planeringsinstrument i form av strategidokument, som beskriver hur SKB skall uppnå målet för en säker slutförvaring av kärnavfallet, har vuxit sig starkare i och med att SKB:s program nu kommit in i ett intensivare skede”. Vidare heter det att ”redan inom något år behöver berörda myndigheter få klarlagt vilka granskningar som förväntas under de närmaste 10 åren och hur de beror av varandra”.

Idén om strategidokument, eller snarare begreppet strategidokument, lanserades ursprungligen av den internationella granskningsgruppen för SKB:s säkerhetsanalys SR-97 (OECD/NEA, 2000). Den ursprungliga tanken var att SKB på systematiskt sätt skulle redovisa sin strategi för att uppnå en säker slutförvaring och då med fokus på utformning och analys av själva slutförvaret, inte på utvecklingsprogram eller beslutsprocess. Redovisning av en sådan slags strategi sker dock normalt i säkerhetsredovisningen för slutförvaret. Istället utvecklade SKI och SSI sin syn på vad SKB:s strategidokument borde innehålla. I stort sett var de båda myndigheternas synpunkter samstämmiga, men med den skillnaden att SKI fokuserade mer på innehållet i olika ansökningar och tidsplanen för dessa, medan SSI fokuserade på redovisning av när olika mål i forskning och utvecklingsarbetet skulle vara färdiga.

Bland de viktigaste kraven på SKB:s strategidokument som framfördes av myndigheterna vid granskningen av Fud-program 2001 bör framhållas:

- tidsplan, både en övergripande realistisk sådan och för kommande säkerhets- och systemanalyser
- målsättning för pågående och planerade långtidsförsök
- redovisning av när kritiska forskningsresultat och modeller måste vara framtagna
- innehållet i kommande redovisningar
- krav på de olika barriärerna i systemet och en tidsplan för när de skall visas vara uppfyllda
- tidsplanen för (”slutligt”) val av de tekniska barriärernas utformning.

Med utgångspunkt från myndigheternas yttrande framförde regeringen i sitt beslut från december 2002 att regeringen ”förutsätter att SKB för en dialog med berörda myndigheter och kommuner och att en redogörelse för SKB:s tidsplan med tillhörande handlingsplan rörande en säker slutförvaring av kärnavfallet ingår i Fud-program 2004”.

3.1.2 Utveckling av SKB:s handlingsplan

SKB tog fasta på myndigheternas yttrande och regeringsbeslutet om behovet av en mer detaljerad handlingsplan. Således lät SKB genomföra en revidering och förtydligande av sin egen interna planering och utarbete en version av denna som kunde uppfylla myndigheternas önskemål om strategidokument eller handlingsplan. Under 2003 fattade

dessutom SKB:s styrelse ett beslut om revidering av tidsplanen för slutförvaring av använt kärnbränsle.

SKB:s arbete med handlingsplanen har också vid ett antal tillfällen avrapporterats inom ramen för samrådet om säkerhets- och systemanalys med myndigheter och kommuner. Vid dessa tillfällen har alltså myndigheterna givits tillfälle att komma med synpunkter på SKB:s arbete med handlingsplanen. I efterhand kan dock SKI konstatera att även om de översikter som SKB presenterade vid dessa tillfällen verkade lovande så skulle antagligen resultatet ha vunnit på om SKB tidigt gjort en mer detaljerad redovisning än vad som nu blev fallet.

3.1.3 SKI:s granskning

Den granskning som gjorts av SKI följer i stort dispositionen av SKB:s handlingsplan såsom den redovisas i Bilaga A till Fud-program 2004. Detta upplägg har valts för att underlätta för läsaren genom att det medger detaljerade kommentarer på olika avsnitt i en spårbar ordningsföljd.

Denna disposition medför dock en svårighet när det gäller redovisning av remissinstansernas yttranden. Endast i undantagsfall innehåller remissvaren detaljerade kommentarer på enskilda avsnitt, och de viktigaste synpunkterna är av en generell natur som fokuserar på programmet för använt kärnbränsle. SKI har därför valt att, med något enstaka undantag, redogöra för alla remissvar i nästa avsnitt, 3.2.

I huvudtexten till Fud-program 2004 finns ett kapitel (kapitel 2 Handlingsplan) som sammanfattar SKB:s handlingsplan. SKI:s kommentarer i det följande utgår dock från den detaljerade planen i Bilaga A. SKI har inga särskilda synpunkter på kapitel 2 annat än att den utgör en tillräckligt utförlig beskrivning av handlingsplanen i dess stora drag såsom den nu är utformad i bilagan.

SKB:s utgångspunkter för handlingsplanen återfinns i avsnitt A1.2 av bilagan till Fud-program 2004. Av redaktionella skäl kommenteras detta avsnitt här under följande rubrik.

3.2 Program för använt kärnbränsle

SKB:s redovisning

I sina utgångspunkter för handlingsplanen (A1.2) framhåller SKB att kärnavfallsprogrammet idag är resultatet av närmare 30 års arbete. SKB redogör kortfattat för de framsteg som gjorts under denna tid t.ex. när det gäller förverkligandet av delar av ett system för omhändertagande av kärnavfall, hantering av finansieringsfrågan, tillkomsten av ett regelverk och den politiska uppslutningen för verksamheten. SKB anser att dessa framsteg som gjorts bör drivas vidare i ett program med en tillräcklig intensitet för att förhindra att de omintetgörs genom att kontinuiteten i processen bryts och kompetensen skingras. Vidare framhåller SKB att den stegvisa processen med insyn och engagemang från berörda kommuner har visat sig leda framåt, om än långsammare än vad som förutsågs från början. Sammanfattningsvis anser SKB att en vägledande

utgångspunkt för det fortsatta arbetet måste bygga på balans mellan å ena sidan berättigade krav på tid för beslutsprocesserna och å andra sidan krav på den kontinuitet och intensitet i programmet som måste finnas för att det skall kunna genomföras med gott resultat inom rimlig tid. SKB anser också att detta förutsätter en liknande inställning också hos övriga aktörer.

Inledningsvis redogör SKB i avsnitt A2 kortfattat för sitt program i två tidsperspektiv, fram till respektive 2017 och 2008. Huvudpunkterna är ansökningarna om lokalisering av inkapslingsanläggning och slutförvar som redovisas med var sin tidsplan. Framtagning av underlaget för ansökningar om dessa anläggningar är enligt SKB en omfattande och prioriterad verksamhet. SKB understryker betydelsen av kvaliteten i underlaget, myndigheternas resurser och den politiska viljan till beslut som styrande faktorer för den tid som prövning av ansökningarna kommer att ta. Schematiska framställningar av SKB:s övergripande långtidsplan med besluts- och MKB-processer hämtade från bilaga A i Fud-program 2004 återges i figur 1 och 2. I figur 2 framgår även en mycket summarisk sammanställning av underlaget till de olika ansökningarna. Av speciellt intresse är att enligt handlingsplanen i Fud-program 2004 förutsätts beslutstidpunkten för inkapslingsanläggningen inträffa före den för slutförvaret men först efter det att ansökan för slutförvaret inlämnats. SKB anger också som sin uppfattning att myndigheter och regering kan ta ställning till SKB:s val av metod i samband med prövningen av inkapslingsanläggningen, d.v.s. under 2009 enligt SKB:s plan. (Förutsättningarna för detta har dock ändrats sedan inlämnandet av Fud-program 2004, se 3.5.)

SKB redogör även kortfattat för beslutsprocessen när det gäller samråd och miljökonsekvensbeskrivning i avsnitt A.2.2. (även i detta fall har förutsättningarna ändrats under våren 2005.)

Följande avsnitt i SKB:s handlingsplan (A.2.3 Systemutformning) avhandlar i huvudsak systemanalys, principerna för den långsiktiga säkerheten och programmet för alternativet med horisontell deponering (KBS-3H). SKB beskriver systemanalysen som ett sätt att systematiskt ta fram och värdera olika alternativ för utformning av slutförvaret, t.ex. med hänsyn till säkerhet, miljö och genomförbarhet. Fokus för SKB:s intresse enligt denna sammanställning ligger på val av optimala alternativ för lokalisering av slutförvar, inkapslingsanläggning, total bränslemängd, deponeringsmetod, återtag och tidpunkt för förslutning. SKB anger också att reviderade systemanalyser kommer att redovisas, dels ”Sysinka” inför ansökan om inkapslingsanläggningen, och dels ”Sysdjup” inför ansökan om slutförvaret. Underlaget för systemanalyserna anges bestå av systembeskrivningar, anläggningsbeskrivningar, de preliminära säkerhetsredovisningarna (PSR) för respektive anläggningar, alternativutredningar och säkerhetsanalyser. I ett separat avsnitt (A.2.3.3) beskriver sedan SKB kortfattat de grundläggande säkerhetsprinciperna (sin säkerhetsfilosofi) för slutförvarets långsiktiga säkerhet. Avsnittet om systemutformning avslutas med en förhållandevis ingående beskrivning av alternativet med horisontell deponering (A2.3.4).

SSI:s synpunkter

Enligt SSI ger SKB:s handlingsplan en bra översikt av SKB:s tidsplaner för de olika delarna av kärnavfallsprogrammet och det ger intryck av ett systematiskt angreppssätt.

Denna översikt bör uppdateras och redovisas som en naturlig del av framtida Fud-program.

SSI saknar dock en beskrivning av kritiska utvecklingsfrågor som behöver lösas inför de successiva stegen i SKB:s program. Enligt SSI kompletterar inte heller huvudrapporten handlingsplanen i detta avseende. SKB bör således enligt SSI:s uppfattning på ett tydligare sätt kunna motivera sina FoU-insatser utifrån en analys av vilket underlag som behövs för säkerhetsbedömningarna vid kommande beslutstillfällen. Även målsättningarna för utvecklingsarbetet med metoder för säkerhetsanalys, modellutveckling och arbetet med alternativa utformningar behöver förtydligas på detta sätt. Enligt SSI:s uppfattning skulle ett förtydligande av SKB:s handlingsplan i dessa avseenden ge myndigheterna bättre möjligheter att i tid ge synpunkter på SKB:s arbete och därmed minska risken för att svårbedömda frågor ställer till problem vid framtida prövning av tillstånd.

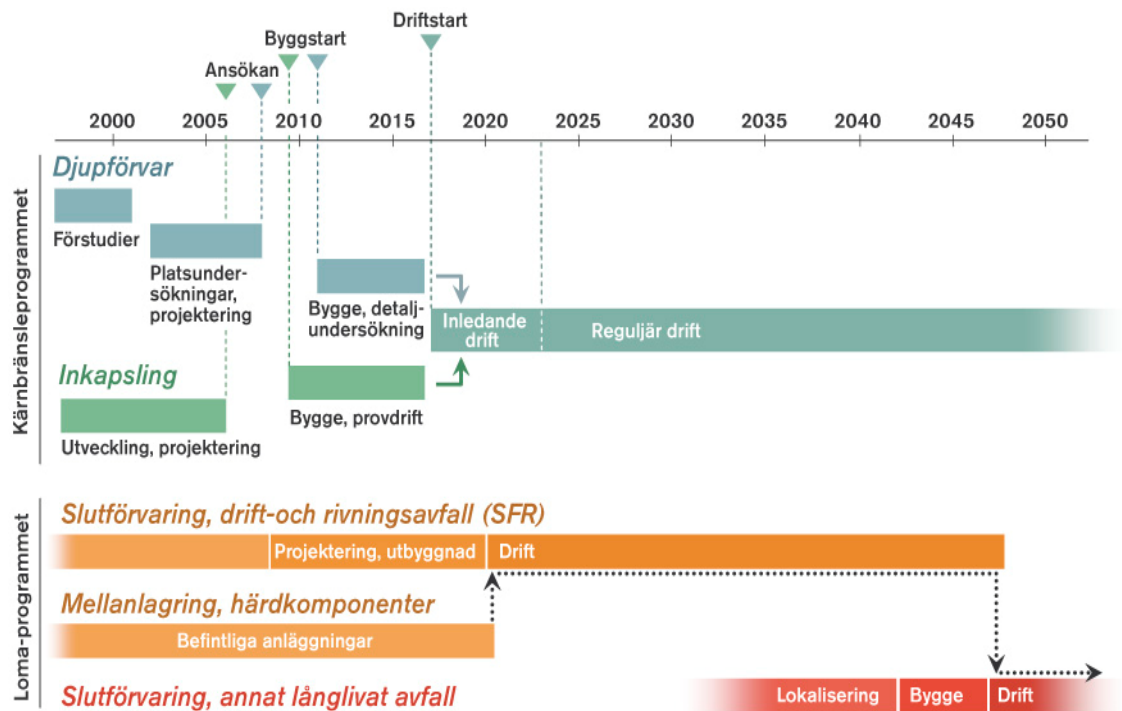
SSI framhåller att det är nödvändigt med en analys av behovet av olika typer av långtidsförsök utifrån ett betydligt längre tidsperspektiv. Detta gäller t.ex. de storskaliga experimenten Prototypförvaret samt återfyllnads- och pluggtestet. Det framgår inte vilka kriterier som måste uppnås för att SKB skall kunna anse att programmet kan gå vidare. Av de storskaliga försöken är det t.ex. bara en sektion av Prototypförvaret som kommer att drivas vidare efter 2008 och SSI ställer frågan om det inte vore mer optimalt att låta försöken pågå fram till ansökningar om att ta slutförvaret i drift. SSI saknar också en redovisning av vilka demonstrationsinsatser kring deponering och återfyllnad som SKB planerar innan den inledande driften påbörjas 2017 med kapslar innehållande använt kärnbränsle.

Utöver möjligheten att göra ytterligare långtidsförsök i Äspö, anser SSI att SKB bör utreda hur drifttiden (fram till förslutning) skulle kunna utnyttjas för att stärka kunskapen om barriärernas funktioner. SSI anser att SKB i sin handlingsplan bör visa att man övervägt för- och nackdelar med olika former av mätningar eller försök under driftperioden. SSI anser också att SKB bör klargöra målsättningarna med den utvärdering som planeras att ske efter den inledande driften innan fullskalig (reguljär) drift påbörjas 2023.

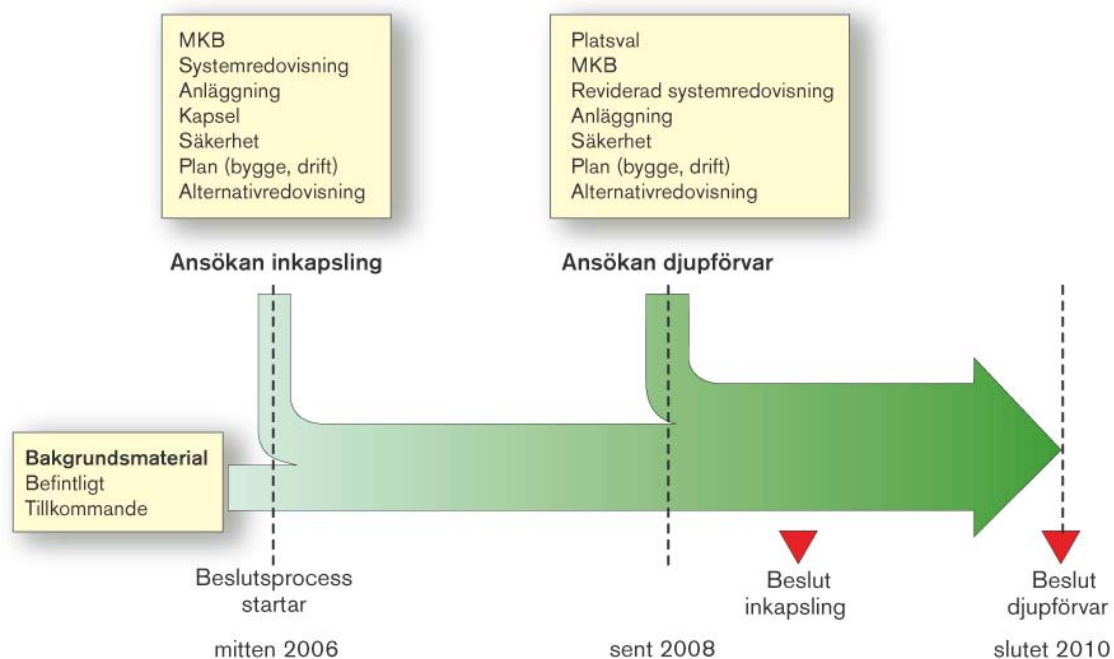
I ett särskilt avsnitt i sitt yttrande kommenterar SSI SKB:s systemanalys. SSI påpekar att SKB i Fud-program 2004 endast ger en mycket övergripande beskrivning av kommande redovisningar av systemanalysen. Som bakgrund till sina ställningstaganden hänvisar SSI till sina föreskrifter (SSI FS 1998:1) som innehåller krav på att en optimering av strålskyddet skall ske vid slutligt omhändertagande av kärnavfall och använt kärnbränsle. Detta innebär att SKB behöver redovisa hur olika alternativ beaktats för lokalisering, utformning och drift när det gäller slutförvarets skyddsförmåga.

Enligt SSI:s uppfattning är redovisningen av systemanalysen i Fud-program 2004 alltför kortfattad för att det skall vara möjligt att i detalj utläsa SKB:s ambitioner med de kommande systemredovisningarna. SSI framhåller särskilt betydelsen av kopplingar mellan olika systemdelar och hur driften av de olika anläggningarna skall utformas för att säkerställa att initialtillståndet hos slutförvaret blir det önskade.

Sammanfattningsvis anser SSI att SKB bör utveckla sin handlingsplan, och även redovisningen, i kommande Fud-program, med en bättre motivering av planerade Fud-insatser utifrån en analys av kritiska återstående forsknings- och teknikutvecklingsfrågor. Exempel på frågor som enligt SSI:s uppfattning bör lyftas fram på detta sätt är bl.a. acceptanskriterier för kapseln, långtidsförsök rörande funktion hos buffert och återfyllnad, demonstration av deponeringsmetoder, utvärdering av inledande driftfas (även med hänsyn till test av barriärernas funktion) samt behovet av modeller för biosfär, klimat och bergmekanik.



Figur 1. Huvuddragen i SKB:s långsiktiga plan (från SKB:s rapport Fud-program 2004).



Figur 2. Tillståndsansökningar och beslutsprocess för slutförvarssystemet (från SKB:s rapport Fud-program 2004).

Övriga remissinstansers synpunkter

Boverket noterar att det inte framgår av SKB:s handlingsplan varför SKB önskar att ett tillstånd om inkapslingsanläggningen (INKA) behöver föregå tillstånd om slutförvaret. Motivet är enligt muntliga uppgifter från SKB till Boverket att främst byggnadstekniska skäl (tidig byggstart) gör det angeläget med en prövning av INKA först för att de båda anläggningarna skall stå klara samtidigt. Boverket anser att det bör klaras ut när beslut skall fattas om val av metod. Boverket menar att om tillståndsbeslut om INKA behöver fattas före beslutet om slutförvaret bör frågan om val av metod också beslutas samtidigt som beslutet om INKA för att hushålla med resurser och tid.

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen noterar att SKB fortsätter att planera för att tillståndsprövning av INKA och slutförvaret skall äga rum vid separata tidpunkter. Folkkampanjen vill understryka vikten av att de båda anläggningarna betraktas som ett sammanhållet system och behandlas i ett sammanhang beträffande säkerhetsanalyser och miljökonsekvensbedömning, liksom även givetvis tillståndsärendet i övrigt. Folkkampanjen noterar också att SKB inte har kunnat framföra någon sakligt välgrundad motivering för att tillståndsprövningarna för de båda anläggningarna skall ske vid olika tillfällen.

Lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark anser att SKB:s handlingsplan på ett pedagogiskt sätt visar hur SKB avser att genomföra projektet.

Länsstyrelsen i Uppsala län betonar bestämmelserna i 16 kap. 7 § miljöbalken, som anger att ”vid prövningen enligt denna balk skall hänsyn tas till andra verksamheter

eller särskilda anläggningar som kan antas bli behövliga för att verksamheten skall kunna utnyttjas på ett ändamålsenligt sätt”. Enligt länsstyrelsen är det därför lämpligt med avseende på dessa bestämmelser att tillåtighets-/tillståndsprövningen enligt miljöbalken för en inkapslingsanläggning och för ett geologiskt slutförvar för använt kärnbränsle slutförs i ett sammanhang.

Miljörelsens Kärnavfallssektariat (MILKAS) anser att ansökningsförfarandet för INKA respektive slutförvaret måste samordnas. MILKAS anser vidare att det inte finns någon logik i att skilja på dessa eftersom en inkapslingsanläggning blir meningslös om inte KBS-3-metoden blir godkänd och omvänt. MILKAS anser också att ansökan gällande hanteringen av det låg- och medelaktiva avfallet även den bör inkorporeras i samma förfarande för miljökonsekvensbeskrivning då processen för detta annars skjuts orimligt långt fram i tiden. Uppstyckningen av samråden med olika samråd för olika grupper skapar ytterligare förvirring och försvårar väsentligt seriösa överväganden om alternativa platser, metoder och strategier.

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) noterar att SKB avser att hantera slutförvaret för kärnavfall och INKA som separata ansökningsärenden enligt lagstiftningen. Detta leder till orimliga konsekvenser beträffande tidsplan, samordning och inbördes påverkan, exempelvis genom att skapa förtida låsningar vid icke godkända slutförvarsmetoder. MKG anser att tillstånd att bygga en inkapslingsanläggning inte kan ges innan metodvalet är prövat i ett beslut om att bygga ett slutförvar för kärnavfall.

Stockholms universitet (Pereira) anser att åren 2006 och 2008 som årtal för ansökan av inkapslingsanläggningen respektive lokalisering och tillstånd för att uppföra ett slutförvar ligger alltför nära i tiden för att det skall vara ett realistiskt val.

Oskarshamns kommun anser att en uppdelning av ansökningarna för inkapslingsanläggningen och slutförvaret samt en separat granskningen av dessa med två års förskjutning har vissa fördelar eftersom det då blir möjligt för alla parter att under en längre tid genomföra granskningar och ta beslut som krävs, än att vid ett och samma tillfälle granska och pröva båda anläggningarna. Vid en samlad granskning ser kommunen en risk att inkapslingsanläggningen kan få lägre prioritet, få mindre resurser och hamna i skuggan av slutförvaret.

Kommunen anser dock att det är angeläget att diskutera hur kopplingar mellan de två anläggningarna skall hanteras och hur de olika alternativen skall redovisas och granskas både enligt kärntekniklagen och miljöbalken. När ansökan formellt lämnats in finns det således anledning att SKB, myndigheterna, kommunerna, miljödomstolen och regeringen inom den formella processen samråder kring hur prövningen och beslutsprocessen i sin helhet kan utformas. Det är således kommunens uppfattning att samråden behöver fortsätta och utvidgas även efter att den formella samrådsprocessen enligt miljöbalken avslutats.

Sammanfattningsvis ser Oskarshamns kommun fördelar med att ansökningarna delas upp så att granskningsprocessen kan påbörjas med en hanterbar del av systemet.

Östhammars kommun anser att utifrån ett kommunalt tidsperspektiv är tidsramarna i Fud-program 2004 knappa. SKB bör förutsätta att det planerade programmet kan fördröjas av många olika anledningar, av vilka några framförs i remissvaret till SKI.

Östhammars kommun noterar att det kan medföra problem att SKB först ansöker om tillstånd för inkapslingsanläggningen och i samband med denna ansökan redovisar metodval för slutförvaret. KBS 3-metoden kommer alltså att tas upp som grund för ansökningen, medan SKB har för avsikt att ta upp den frågan i kommande Fud-program inför ansökning om byggande av slutförvaret. Intentionen att ge myndigheterna längre tid att granska material som skall ligga till grund för ansökan om tillstånd att bygga slutförvaret är god. Man kan dock vänta sig att underlagsmaterialet förändras och förbättras fram till ansökningstillfället 2008. Frågan är då om myndigheterna kan avsätta resurser till att börja granska de delar av ansökan som eventuellt presenteras med ett bättre underlag vid 2008 års ansökan.

SKI:s bedömning

Inledningsvis vill SKI ge några generella kommentarer till SKB utformning av sin handlingsplan. Liksom SSI och Lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark anser SKI att handlingsplanen utgör en bra ansats för en systematisk beskrivning av SKB:s tidsplaner och hur olika delar av SKB:s program griper in i och beror av varandra. Enligt SKI:s uppfattning är det därför viktigt att SKB bibehåller handlingsplanen som ett levande dokument som uppdateras kontinuerligt.

Det är däremot svårt att se hur den nuvarande detaljerade strukturen hos handlingsplanen på ett effektivt sätt skall kunna fylla de syften som förutsattes i myndigheternas yttrande över Fud-program 2001. SKB verkar inte heller klart ha definierat sådana syften annat än när det gäller tidsplaner och tidsmässiga kopplingar till olika aktiviteter. SKI ser som en möjlig förklaring till detta att SKB har haft svårt att skilja ut handlingsplanens roll i förhållande till Fud-programmet. Denna uppfattning stöds även av SSI:s yttrande över bristande koppling mellan FoU och handlingsplan och även av de kommentarer om planens utformning i olika delar som lämnas i det följande. SKI har även funnit att planens olika delar inte heller har enhetlig struktur, vilket skulle ha underlättat spår- och läsbarhet. Klart uttalade syften och en läsanvisning eller beskrivning av strukturen i inledningen skulle ha varit välgörande i detta avseende.

I sin inledning uppehåller sig SKB vid behovet av kontinuitet i utvecklingsarbetet och tillståndsprocesserna och vill med detta av allt att döma motivera den ansträngda tidsplanen. SKI kan inse det berättigade i denna inställning från ett industriellt perspektiv och även när det gäller kontinuiteten i myndighetsarbetet. SKB framhåller dock även det viktiga i balans mellan kontinuiteten och den tid som avsätts för en bra beslutsprocess och för framtagande av tillräckligt underlag. SKI instämmer i detta synsätt och vill betona att denna balans inte får väga över till förmån för det rent industriella perspektivet. En ansträngd tidsplan, framförallt för tillståndsprövningen, kommer att leda till minskat förtroende för beslutsprocessen i samhället. Detta gäller även om tidsplanen efter hand förskjuts så att rimlig tid skapas för kompletteringar och andra aktiviteter. Ett sådant arbetssätt tar inte heller vara på myndigheternas begränsade resurser på ett effektivt sätt.

Enligt SKI:s uppfattning är SKB:s sammanfattande redovisning av sitt program för använt kärnbränsle på en lämplig nivå (jämförbart med kapitel 2). SKI anser dock att detta avsnitt av planen helst skulle ha utformats som en inledning till avsnitten A3-A4. Redogörelsen för underlaget till ansökningarna (i anslutning till Figur 3 i bilagan) borde enligt SKI:s mening ha fokuserat mer på dokumenten som ingår i underlaget och deras innehåll.

SKI delar ett stort antal remissinstansers uppfattning att SKB:s tidsplan verkar orealistisk med den korta tid som föreligger mellan inlämnande av ansökningarna för inkapslingsanläggning och slutförvar. SKI anser också att separata beslut för de två anläggningarna inte är rimligt med tanke på behovet av en samtidig prövning av både metodval och hela slutförvarssystemet i ett sammanhang. Det verkar enligt både SKI:s och SSI:s uppfattning inte heller möjligt att ta slutlig ställning i metodvalsfrågan skilt från lokaliseringen av slutförvaret. Detta har påtalats av myndigheterna också vid tidigare Fud-granskningar och SKI har stöd i denna uppfattning från många av remissinstanserna. Samtidigt håller SKI med Oskarshamns kommun om att det även kan finnas fördelar med separat prövning av inkapslingsanläggningen, t.ex. att denna får tillräcklig prioritet i förhållande till slutförvaret. Förutsättningarna för granskning av denna fråga har dock ändrats under våren 2005 genom att SKB föreslagit ändringar i sin handlingsplan när det gäller kopplingen mellan ansökningarna för inkapslingsanläggning och slutförvar, se därför vidare avsnitt 3.6.

SKI anser att SKB i handlingsplanen mera i detalj skulle ha redovisat frågor som hör till samråd och miljökonsekvensbeskrivning än vad som framgår av avsnitt A2.2. Framför allt gäller detta innehållet i underlagsrapporter och även själva innehållet i en MKB. SKB bör i god tid också planera för utformning av en slutlig MKB för inkapslingsanläggningen och Clab, se även 3.3. och 3.5. (F.ö. hänvisas till kapitel 2 i denna gransknings-PM.)

Enligt SKI:s uppfattning är redovisningen av systemanalysen m.m. i avsnitt A2.3 otillräcklig och strukturen är förbryllande. Konstruktionsförutsättningar, systemanalys, principer för slutförvaring och en oproportionerligt lång beskrivning av alternativet KBS-3H har sammanförts under en rubrik utan klart synbara sammanhang. Motiven för systemutformning hör knappast hemma i en handlingsplan av detta slag, utan mera i grunddokumentet för en ansökan eller som inledning till ett Fud-program eller en säkerhetsanalys. Som stöd för systemutformningen skall det sedan i och för sig finnas en redovisning av metodval och även en systemanalys som motivering för gjorda val. SKI instämmer med SSI i att detta är otillräckligt redovisat, men vill samtidigt påminna om det samråd som för närvarande pågår mellan SKB och myndigheterna i denna fråga.

I avsnittet om systemutformning ingår en beskrivning av utvecklingsplanen för alternativet med horisontell deponering, KBS-3H. Det är enligt SKI:s uppfattning i och för sig värdefullt med en sådan redovisning, men den förefaller att mer hör hemma i själva Fud-programmet än i handlingsplanen. I vilket fall adresseras här frågan om variationsbredden i en ansökan om slutförvaring. SKB bör noga tänka igenom innehållet i en ansökan från detta perspektiv och i tid få förankrat sina planer i dessa avseenden hos myndigheter och övriga aktörer i beslutsprocessen. SKB bör således i god tid innan ansökan inlämnas samråda om ansökans omfattning, avgränsningar och lämplig beslutsordning i händelse av önskemål om framtida förändringar i systemutformningen.

3.3 Inkapsling

SKB:s redovisning

I denna del av sin handlingsplan redovisar SKB både översiktligt och mera i detalj sitt program för utveckling av kapslar. SKB framhåller betydelsen av förslutningen av kapslar och kvalitetskontrollen av de färdiga kapslarna med oförstörande provning. I detta ligger även att genom tester fastställa risken för att kapslar som inte uppfyller de uppställda acceptanskraven passerar kontrollsystemet. De två tidsperspektiven 2017 och 2008 används också här för att beskriva vilka delmål i teknikutvecklingen som skall vara uppnådda vid olika tillfällen i en beslutsprocess

Projekteringsarbetet för inkapslingsanläggningen avhandlas mycket kortfattat i avsnitt A3.2.

En mer detaljerad beskrivning av metodutvecklingen för inkapsling och tillverkning av kapslar återfinns under avsnitt A3.3. I avsnitt A3.4 om säkerhetsanalys beskrivs kopplingarna mellan kapselutveckling och analysen av slutförvarets långsiktiga säkerhet (SR-Can) att inlämnas som underlag för ansökan om inkapslingsanläggningen. Kvalificering av tillverknings- och kontrollmetoder beskrivs mycket kortfattat i ett särskilt avsnitt A3.5. (Kopplingarna till målen inom detta program och olika ansökningstillfällen framgår dock tydligare av översikten i A3.1.)

SKI:s bedömning

Avsnittet om Inkapsling (A3) i SKB:s handlingsplan ger enligt SKI:s uppfattning i och för sig en bra bild av tidsplaner för inkapslingsanläggning och kapselutveckling. SKI anser dock att alltför lite information finns om innehållet i den dokumentation som skall vara framtagen vid olika tidpunkter. SKI:s uppfattning överensstämmer därmed med SSI:s. Dessutom anser SKI att SKB inte tydligt nog delat upp redovisningen av planerna för inkapslingsprocess, kapselutveckling och förberedelser inför ansökan om bygge av inkapslingsanläggningen. Dessa frågor måste givetvis ses i ett sammanhang, men den uppdelning SKB valt att göra medför att enskilda frågor blir svåra att spåra på olika nivåer.

SKI anser att avsnittet om anläggningsprojektering (A3.2) i handlingsplanen är ett typexempel på de svårigheter som SKB haft att logiskt strukturera sin plan. Avsnittet innehåller mycket lite information och verkar inte höra hemma i det aktuella sammanhanget. Kapseltillverkningen kommenteras både under detta avsnitt och under avsnitt A3.3.

Enligt SKI:s uppfattning förefaller textavsnittet om kapselutveckling vara en överflödigt upprepning av vad som redan framgår av Fud-programmet. En närmare koppling till tidsplanen enligt figur 8 i SKB:s plan och kommentarer till denna hade varit befogade.

Avsnitten om säkerhetsanalys (A3.4) och kvalificering (A3.5) passar inte heller in på ett bra sätt i en logisk struktur utan skulle ha varit underordnad avsnittet om kapselutveckling i anslutning till en tidsplan. I detta sammanhang vill SKI också påminna om

behovet av en rapport där konstruktionsförutsättningar/funktionskrav för kapseln härleds och det visas hur kapseln tillverkas så att funktionskraven blir uppfyllda (kapselrapport). Sedan färdigställandet av Fud-program 2004 har dock SKB aviserat att en sådan rapport håller på att tas fram och den är omnämnd i SKB:s reviderade handlingsplan (se 3.5).

Vad SKI kan förstå har SKB inte berört den preliminära säkerhetsrapporten för inkapslingsanläggningen i texten. Den återfinns endast som en markering i tidsplanen enligt figur 7, och den saknas synbarligen helt i planen enligt figur 8. Detta är mycket anmärkningsvärt, eftersom preliminär säkerhetsrapport (PSR) är ett av de viktigaste dokumenten i en ansökan om inkapslingsanläggningen. SKI vill i detta sammanhang också påminna om att en PSR numera även behöver utsättas för en oberoende säkerhetsgranskning och kopplas till ett underlag som beskriver hur en tillståndshavare uppfyller kraven enligt SKI:s föreskrifter från och med att tillstånd erhållits. Uppförande av en kärnteknisk anläggning räknas nämligen numera som kärnteknisk verksamhet enligt SKI:s föreskrifter (SKI FS 2004:1). Dessutom anser SKI att SKB bör beakta att i det fall inkapslingsanläggningen förläggs i anslutning till Clab dessa båda anläggningar kan och bör betraktas som en enda anläggning. En sådan integrering av dessa två verksamheter bör på lämpligt sätt ta hänsyn till de erfarenheter som finns från såväl drift av Clab som uppförande av Clab etapp 2.

3.4 Slutförvaring

SKB:s redovisning

Kapitel A4 ”Djupförvaring” inleds med ett antal kortfattade genomgångar av vad som skall uppnås beträffande teknikutveckling och framtagande av beslutsunderlag i olika tidsperspektiv. Planen illustreras av utförliga tidsplaner för olika aktiviteter för 2003-2023 respektive 2003-2008.

SKB presenterar i avsnitt A4.2 en redovisning av status och återstående arbete för platsundersökningarna i Forsmark och Oskarshamn. SKB anger i tabellform också ett antal återstående nyckelfrågor för respektive platsundersökningar.

Projekteringen av slutförvarsanläggningen behandlas relativt ingående i ett särskilt avsnitt (A4.3) med tabeller över vilka delmål och beslut som skall vara avklarade vid olika tidpunkter. En mycket komprimerad sammanfattning av programmet för teknikutveckling (jämför kapitel 10 i Fud-program 2004) presenteras i nästa avsnitt (A4.4) inklusive tidsplan och en detaljerad tabell (Tabell 5) som visar kopplingen mellan olika målsättningar och ansökningstillfällen. Återstående avsnitt i detta kapitel behandlar kortfattat status och planer för Säkerhetsanalys (A4.5) och platsval (A4.6). Avsikten med säkerhetsanalysen (för den långsiktiga säkerheten) vid ansökan om slutförvaret (SR-Site) anges av SKB vara att visa om slutförvaring på den valda platsen uppfyller myndighetskraven. Det framgår också att SKB:s avsikt är att genomföra säkerhetsanalysen för två platser. En mera entydig bild framgår av platsvalsavsnittet som enligt SKB kommer att bygga på en MKB för en enda plats där valet av plats också kommer att motiveras från andra perspektiv än den långsiktiga säkerheten.

SKI:s bedömning

Enligt SKI:s åsikt är SKB:s redovisning av planen för slutförvaret (A.4 ”Djupförvaring”) särskilt svår att kommentera på ett rättvist och rättvisande sätt. Å ena sidan innehåller detta avsnitt en bra översikt av planen i olika tidsperspektiv med lagom detaljerade och illustrativa tidsplaner för olika aktiviteter fram till ansökan och även för tiden därefter. Å andra sidan återfinns ett avsnitt av intresse mera för SKB:s interna planering (Anläggningsprojektering) samt redogörelser för säkerhetsanalys och platsundersökningar som inte utan vidare hör hemma i själva handlingsplanen. Det hade varit bättre om SKB fokuserat mera på innehållet i olika redovisningar och nyckelrapporter i anslutning till beslutsprocessen. Planen ger ej heller tillräckligt besked om innehållet i säkerhetsanalyserna på de båda platserna, t.ex. om det kommer att göras någon skillnad på den valda och den andra platsen.

Däremot anser SKI att avsnittet om teknikutveckling innehåller värdefull information som presenteras på ett användbart format både i en tidsplan och med en sammanfattande tabell (Tabell 5). Detta kan utgöra ett bra underlag för fortsatt samråd mellan SKB och myndigheterna. SKI håller dock med SSI om att när det gäller vilka resultat av teknikutveckling och storskaliga försök som skall vara framtagna vid olika tillfällen är informationen otillräcklig.

3.5 Program för låg- och medelaktivt avfall (Loma)

SKB:s redovisning

SKB:s plan för Loma innehåller bl.a. som huvudpunkter en framtida utbyggnad av SFR för att ta emot rivningsavfall från kärnkraftverken (klart 2020) samt lokalisering och bygge av ett särskilt djupt slutförvar för s.k. annat långlivat avfall (klart 2045; tidigare benämnt SFL3-5). Planen bygger på ett referensscenario där verken drivs i 40 år innan avveckling. Under denna förutsättning kommer utrymmena i befintligt SFR att räcka till för driftavfallet fram till 2025.

SKB redovisar planer på att mellanlagra annat långlivat avfall i ett utbyggt SFR efter 2020 i avvaktan på att det särskilda slutförvaret färdigställs. Lokalisering av detta slutförvar avser SKB att påbörja först någon gång 2025-2030. En preliminär säkerhetsbedömning är dock inplanerad till 2011.

(För mer detaljer kring detta program hänvisas till kapitel 11 i denna PM.)

Remissinstansernas synpunkter

SSI anser att utformningen av ett slutförvar för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet bör prioriteras i forskningsprogrammet. SKB bör även se över skälen till att vänta med ett slutförvar för långlivat avfall tills merparten av alla kraftverk har rivits.

SKI:s bedömning

SKI anser att avsnittet om låg- och medelaktivt avfall i handlingsplanen har en tillräcklig detaljeringsgrad med tanke på de tidsplaner som SKB har för närvarande. Enligt SKI:s uppfattning kan det dock finnas skäl till att se över dessa för slutförvaret för

rivningsavfall, inte minst med tanke på avställningen av Barsebäck 2. SKI inser samtidigt svårigheten att resursmässigt kunna hantera ansökan, projektering och byggande av mer än ett slutförvar. Om slutförvaret för rivningsavfall tidigareläggs i förhållande till SKB:s nuvarande handlingsplan medför detta också att planen tämligen snart behöver förbättras till samma nivå som den för programmet för använt kärnbränsle.

SKI vill även påminna om att både SKI och SSI numera kräver att tillståndshavare för kärntekniska anläggningar skall utarbeta avvecklingsplaner. Detta arbete kan komma att ställa större krav på en mer detaljerad handlingsplan från SKB:s sida när det gäller lagring och slutförvaring av olika slags rivningsavfall.

SKI delar SSI:s uppfattning om att tidsplanen för slutförvaring av det långlivade avfallet behöver omprövas. Lokalisering och projektering av detta förvar borde t.ex. om möjligt bättre kunna ta tillvara den kompetens och de resurser som byggts upp när det gäller slutförvaret för använt bränsle.

3.6 SKB:s modifierade handlingsplan

Bakgrund

I SKB:s handlingsplan till Fud-program 2004 förutsattes separata prövningar för inkapslingsanläggning och slutförvar enligt kärntekniklagen och miljöbalken. Ansökningar om tillstånd avsåg SKB att inlämna 2006 respektive 2008. Regeringsbeslut om inkapslingsanläggningen skulle då enligt planen kunna fattas under 2009 och för slutförvaret i slutet av 2010.

I en PM från SKB daterat 2005-03-18 (bilagt protokoll från samrådsmöte om system och säkerhetsanalys i mars 2004) framför SKB förslag om ändringar i planen enligt ovan. Som motiv till sitt förslag framför SKB ett antal frågor och synpunkter som framförts av SKB:s samrådsparter i olika sammanhang. SKB nämner bland annat:

- KBS-3-metoden förutsätter båda anläggningarna, vilket medför att regeringen inte förväntas ta separata beslut
- oklarheter om hur en pågående prövning av inkapslingsanläggningen inverkar på tillståndprocessen för slutförvaret
- oklarheter om myndigheternas resurser räcker till för handläggning enligt önskad tidsplan.

SKB:s förslag

I PM anger SKB att man gjort en förnyad analys av upplägget i handlingsplanen och därvid kommit fram till ett nytt och utvecklat förslag till upplägg enligt följande (direkt citerat efter PM):

2006 SKB ansöker om tillstånd enligt kärntekniklagen för inkapslingsanläggningen. SKB inger samtidigt till SKI följande handlingar, som tar syfte på inkapslingsanläggningens roll i KBS-3-systemet: en säkerhetsanalys med fokus på kapselns funktion i slutförvaret

(SR-Can), en systemanalys med fokus på inkapslingsanläggningens roll i KBS-3-systemet samt en redovisning av de planerade kapseltransporterna.

- 2008 SKB ansöker om tillstånd enligt kärntekniklagen för slutförvaret. SKB kompletterar samtidigt den ovannämnda ansökan för inkapslingsanläggningen utifrån de gransknings- och eventuella samrådsyttranden som inkommit under perioden 2006-2008 (SKB förväntar sig alltså inte något slutligt ställningstagande i inkapslingsärendet förrän denna komplettering gjorts). SKB ansöker om tillstånd enligt miljöbalken för inkapslingsanläggning och slutförvar.
- 2010 Regeringen får möjlighet att vid ett och samma tillfälle fatta beslut om tillstånd enligt kärntekniklagen och tillåtlighet enligt miljöbalken för alla ingående delar i KBS-3-systemet, d.v.s. för både inkapslingsanläggning och slutförvar. Ett beslutstillfälle möjliggör också gemensam remissbehandling av SKB:s ansökningar.

SSI:s synpunkter

SSI är positivt till det nya förslaget som bl.a. innebär att samtidiga beslut kan tas för båda anläggningarna på ett samlat underlag. Fortfarande kvarstår det dock enligt SSI osäkerheter om SSI:s resurser är tillräckliga för att kunna genomföra kommande granskningar enligt SKB:s tidsplan.

SKI:s bedömning

Även SKI är positiv till SKB förslag och av samma skäl som anges i SSI:s yttrande. SKI vill dock påminna om att det finns flera ytterligare frågor rörande tillståndprocessen för inkapslingsanläggningen som måste klaras upp innan SKB kan inkomma med en ansökan enligt kärntekniklagen. Exempel på såna frågor är:

- omfattning/avgränsning av preliminär säkerhetsrapport (PSR) och MKB i förhållande till Clab i det fall SKB ansöker om lokalisering vid Clab
- omfattning och innehåll i fullständig MKB för inkapslingsanläggning tillsammans med Clab som en anläggning
- redovisning av metodval och alternativ vid respektive ansökningstillfällen.
- redovisning av kapseln som en gemensam komponent för anläggningarna. (Särskild kapselrapport omnämnd i SKB:s PM.)

3.7 SKI:s sammanfattande bedömning av handlingsplanen

SKB:s handlingsplan i Fud-program 2004 utgör enligt SKI en bra utgångspunkt för en systematisk beskrivning av SKB:s tidsplaner och för hur olika delar av SKB:s program griper in i och beror av varandra. Det är därför viktigt att SKB bibehåller och utvecklar sin handlingsplan som ett levande dokument. Det är viktigt att SKB definierar målgrupperna för handlingsplanen så att den kan bli ett användbart och effektivt instrument för fortsatt samråd mellan SKB, myndigheter och andra aktörer i kommande beslutsprocesser. Enligt SKI:s uppfattning bör SKB inse att i fortsättningen är handlingsplanen, i varje fall i omvärldens ögon, det styrande dokumentet för all verksamhet som har med

tillståndsprocessen för kommande anläggningar att göra. Den del av SKB:s organisation som har ansvar för handlingsplanen och dess utformning bör därför vara centralt placerad och ha ansvar för koordinering av SKB:s hela verksamhet i anslutning till uppförande och drift av de nya anläggningarna.

Enligt SKI:s mening tycks SKB ha haft svårt att klart definiera syftena med handlingsplanen, inte minst i förhållande till Fud-programmet. SKI anser också att strukturen hos handlingsplanen behöver förbättras. SKB behöver därvid på ett logiskt och konsekvent sätt skilja på innehåll och underlag till planen och skilja på Fud-program och handlingsplan. Planen bör få en mer logisk och enhetlig hierarkisk struktur som är konsistent för olika nivåer inom olika delprogram.

Den allvarligaste kritiken mot handlingsplanen i dess ursprungliga form, som både SKI och SSI tidigt insåg, rörde kopplingen mellan ansökningarna för inkapslingsanläggning och slutförvar. Denna fråga har under våren 2005 hanterats genom att SKB fört fram ett förslag till modifierad handlingsplan inom ramen för samrådet om säkerhets- och systemanalys. SKB:s förslag innebär att ansökan om inkapslingsanläggning inlämnas separat 2006, men med en gemensam prövning tillsammans med prövning om ansökan om lokaliseringen av slutförvaret 2008. Enligt SKI:s mening löses huvudproblemet med samtidig prövning, men vissa detaljer återstår att bearbeta rörande redovisningens innehåll vid olika tidpunkter.

Av de krav som framfördes på SKB:s handlingsplan av myndigheterna vid granskningen av Fud-program 2001 har endast redovisning av tidsplaner för olika aktiviteter i förhållande till beslutsprocessen genomförts på ett konsekvent och bra sätt. Framför allt efterlyser SKI fortfarande en bättre och mer detaljerad redovisning av innehållet i det beslutsunderlag som skall vara framme vid olika tillfällen. Detta gäller med hänsyn till resultaten av forskning, teknikutveckling, långtidsförsök och acceptanskriterier för barriärsystemet, samt, inte minst, vilka försök och vilken forskning som SKB avser att bedriva efter ansökan i olika tidsskalor fram till förslutning av slutförvaret. SKI anser att dessa faktorer bör klart redovisas om inte i kvantitativa termer, så dock kvalitativt. Myndigheterna anser att detta är nödvändigt för att undvika onödiga krav på kompletteringar av underlag och därmed förseningar av beslutsprocessen. Analyser av vilka resultat som behövs, och därmed också av forskningsbehov, bör enligt SKI:s uppfattning tas fram och utgöra separata och gemensamma underlag till både handlingsplan och Fud-program.

Bland övriga frågor som SKB behöver arbeta vidare med inför kommande versioner av handlingsplanen vill SKI särskilt framhålla:

- nödvändiga modifieringar med tanke på den ansträngda tidsplanen och kopplingar mellan ansökningar och granskningar som kan förväntas leda till förseningar och andra svårigheter i beslutsprocessen. (Denna fråga är nu delvis löst enligt avsnitt 3.5)
- systemanalysen, dess roll och dess innehåll vid olika beslutstillfällen
- tillräcklig variationsbredd i ansökan
- preliminär säkerhetsanalys för inkapslingsanläggningen och dess koppling till befintliga anläggningar.

Kritiken enligt ovan mot SKB:s handlingsplan är så pass allvarlig att SKB snarast bör ta fram en förnyad plan. SKI kan knappast påbörja någon granskning av tillståndsansökningar för nya anläggningar i systemet för använt bränsle förrän en plan med godtagbar standard har inlämnats till SKI. Ett sådant ställningstagande motiveras inte minst av att planering och genomförande av tillståndsprövning i en stegvis process under många år kräver kunskap om innehållet i ansökningshandlingar och dess underlag både översiktligt och på detaljnivå.

4 Teknikutveckling

SKI kommenterar i avsnitt 4.1-4.4 SKB:s arbete med utveckling av kapsel och inkapsling som finns beskrivet i kapitel 5-8 i Fud-program 2004. Sedan Fud-programmet skrevs har SKB:s arbete fortsatt och i vissa fall tagit avsevärda steg framåt. Särskilt kan nämnas arbetet med programmen för kvalificering, och det genomförda valet av svetsmetod. I SKI:s bedömningar har dessa arbeten till viss del vägts in. Om senare material än beskrivningen i Fud-program 2004 tagits med, anges detta särskilt för respektive område.

4.1 Kapseldesign och tillverkning

4.1.1 Konstruktionsförutsättningar och acceptanskriterier

SKB:s beskrivning

SKB anger att konstruktionsförutsättningarna för kapseln utgår från rapporten om övergripande konstruktionsförutsättningar (SKB, 2002) samt Werme (1998). Sedan Fud-program 2001 har de övergripande konstruktionsförutsättningarna för djupförvaret i KBS-3-system sammanställts. Arbetet med att överföra konstruktionsförutsättningarna i databasform har också inletts.

Konstruktionsförutsättningarna för kapseln kommer att uppdateras inför ansökan om att få uppföra inkapslingsanläggningen. Sedan 2002 pågår forskning som syftar till att göra en probabilistisk analys av kapselns hållfasthet. Resultaten från detta projekt kommer att ligga till grund för att slutligt bestämma kapselinsatsens dimensioner.

När SKB tar fram acceptanskriterier för tillåtna defekter utgår SKB från en kartläggning av vilka diskontinuiteter som kan uppstå i de olika processtegen vid tillverkning av kapseln (defektbeskrivningar) samt hur dessa påverkar kapselns förmåga att uppfylla konstruktionsförutsättningarna (skadetålighetsanalys). Acceptanskriterierna skall primärt garantera den funktionella säkerheten hos kapseln. Samtidigt skall de svara mot tillverkningskvaliteten och möta kontrollmetodernas detektions- och upplösningsförmåga.

SKB anger vidare att acceptanskriterier för en elektronstrålesvetsad kapsel försluten genom elektronstrålesvetsning kommer att tas fram, utgående från livstidsbedömningen av nödvändig koppertjocklek (Ahonen m.fl., 2001), studier som visar att ytskador inte ökar koppars känslighet för lokal korrosion, samt brottseghetsmätningar som visar att det inte finns risk för spricktillväxt. Som ett preliminärt kriterium för största tillåtna diskontinuitet, i såväl förslutningssvetsar som i kopparhöljet i övrigt har SKB satt 3,5 cm i radiell utbredning.

Remissinstansernas synpunkter

Avfallskedjans förening noterar att SKB som ett preliminärt kriterium anger att minsta tillåtna koppertäckning är 1,5 cm vid en koppertjocklek på fem centimeter. Avfalls-

kedjan kritiserar SKB:s beskrivning av tjockleken på kopparhöljet som diffus och oprecis och menar att en lekman upplever det så att tjockleken på höljet kan variera mellan 1,5 cm och 5 cm. Vidare betvivlar man att 1,5 cm är tillräckligt motståndskraftigt mot korrosion och den utbuktning av materialet som kan ske av gastryck.

Säkerhetsgruppen i Oskarshamn kommun anser att beskrivningen av acceptanskriterier för kopparkapseln är svåröverskådlig. Vidare konstaterar Säkerhetsgruppen att kommunen länge har efterfrågat en förklaring till att 0,1% av kapslarna i säkerhetsanalysen antas ha tidiga defekter i ett slutförvar, och hälsar med tillfredsställelse att SKB nu tycks ha påbörjat ett program för att ge svar på frågan.

SSI framför att i underlaget för kommande tillståndsansökningar behöver SKB redovisa fastställda acceptanskriterier och klargöra hur dessa kopplar till metoder för oförstörande provning för att på så sätt kunna integreras i säkerhetsanalysen. Underlaget bör tas fram utgående från en kartläggning av de olika typer a defekter som kan förekomma.

Stockholms universitet (Pereira) noterar att acceptanskriterier för en kapsel som avslutits med elektronstrålesvetsning skall tas fram, men att det är oklart vad som gäller för friction stir welding och om detta kan bero på att det fortfarande saknas data för brottsegheten i en svets utförd med friction stir welding. Universitetet anser att det skall finnas en möjlighet att byta svetsmetod om en förfinad oförstörande teknik visar att en av metoderna är betydligt överlägsen den andra.

SKI:s bedömning

SKI har tidigare (bl.a. i granskningen av Fud-program 2001) påtalat vikten av att konstruktionsförutsättningar och acceptanskriterier tas fram och verifieras i säkerhetsanalysen (med konsekvensanalyser). Konstruktionsförutsättningarna bör också fungera som styrande för många andra aktiviteter. SKI saknar i Fud-program 2004 fortfarande en klar och logisk koppling mellan de detaljerade konstruktionskraven för kapseln och till kraven från förvaret. Sammanställningen av konstruktionsförutsättningar i en databas kan naturligtvis vara ett steg på vägen. Efter det att Fud-program 2004 skrevs har SKB initierat ett projekt, benämnt Dokap, med syfte att samla dokumentationen om kapseln. SKI ser detta som ett lovligt steg för att få den samlade redovisning som behövs till ansökan.

SKI anser att resultaten från den probabilistiska analysen av kapselns hållfasthet är värdefulla för att bestämma och kunna motivera insatsens dimensioner, som skall kunna visas tillräckliga för att klara de belastningar som uppkommer i förvaret. Vid beräkningarna av kapselns hållfasthet måste de dimensionerande lasterna tydligt anges. Vid dimensioneringen bör också hänsyn tas till att förhöjd temperatur råder under den inledande tidsperioden, och materialegenskapernas eventuella temperaturberoende behöver därför inkluderas.

SKI vill, i likhet med SSI, poängtera att acceptanskriterier skall vara grundade på och komma ifrån vilka konsekvenser en viss defekt kan ha på kapselns integritet och förvarets funktion. Begränsningar i kontrollmetodernas detekteringsförmåga eller tillverkningskvaliteten får inte vara avgörande för vilka acceptanskriterier som skall gälla.

När det gäller acceptanskriterier för förslutningssvetsen anser SKI att sådana måste redovisas för den referensmetod för förslutningssvetsen som väljs (vilken nu bestämts till FSW). Stockholms universitet (Pereira) har noterat att det i Fud-program 2004 anges att acceptanskriterier skall tas fram för elektronstrålesvetsar, men att det är oklart vad som gäller för "friction stir welding".

SKI anser att för att kunna visa att acceptanskriterier för största tillåtna defekter i kapselmaterialet (i tillverkade delar såväl som i svets) är tillräckligt, räcker det inte att visa konsekvenserna av större defekter, utan känsligheten måste visas genom att även effekten av mindre (även flera mindre) defekter analyseras.

Det preliminärt formulerade acceptanskriteriet om att minsta tillåtna koppartäckning är 1,5 cm (vid 5 cm koppartjocklek) anser SKI vara otydligt formulerat, vilket även flera remissinstanser framfört. En tydligare definition behöver t.ex. inkludera defektens andra dimensioner (längd och bredd).

Frågan om kvarstående ligament måste belysas från alla aspekter. Kraven på hur kapseln kan se ut utvändigt vid deponeringen kan komma från andra processer än korrosion. Vid bestämningen av största tillåtna defekt (eller uttryckt på annat sätt t.ex. som minsta tillåtna koppartäckning) behöver även hänsyn tas till möjligheten för dragspänningar, från pålastning eller vid senare lastomlagringar, vilka skulle kunna öppna en defekt.

Vid SKI:s och SSI:s granskning av SKB:s interimrapport för SR-Can (SKI, 2005) framförde myndigheterna att SKB bör motivera sin ansats (att endast 1 kapsel på 1000 har en koppartjocklek understigande 15 mm) utifrån en förutsättningslös diskussion om möjliga defekter. Myndigheterna ansåg även att SKB:s beskrivning av det kvarvarande ligamentets tjocklek som triangelfördelat är otillräckligt motiverad.

4.1.2 Kapselmateriäl

SKB:s beskrivning

Insatsen till kapseln är den tryckbärande komponenten och skall uppfylla de krav på hållfasthet som följer av detta. Insatsen tillverkas i gjutjärn. En omfattande materialprovning har utförts på ett antal gjutna insatser, både med vidgjutna provstavar och med provstycken från själva insatserna. SKB har kunnat konstatera relativt stor spridning i materialegenskaperna i flera enskilda insatser.

En viss förekomst av icke nodulär grafit samt gjutdefekter som små porositeter, slagpartiklar och enstaka större gjutfel kommer inte helt att kunna undvikas i ett så stort gjutstycke som insatserna representerar. I enstaka dragprovstavar, som tas ur olika lägen i insatser, kommer även mikroskopiska defekter att medföra förhållandevis låga värden på framför allt segheten. Detta kommer att ge en spridning hos erhållna data. Resultat från den probabilistiska hållfasthetsanalysen och tryckprov i en isostatpress indikerar dock att insatsen trots detta har en hållfasthet som med god marginal motsvarar konstruktionskraven. Det fortsatta arbetet kommer att vara inriktat på att fastställa nödvändiga materialkrav som skall säkerställa insatsernas hållfasthet.

När det gäller kopparmaterialet har SKB sammanställt en specifikation som anger att materialet skall uppfylla kraven enligt standarden EN 1976:1988 för Cu-OF1, men med flera tilläggskrav bl.a. att kornstorleken i smidda ämnen för lock och bottenar och i rör skall vara mindre än 360 µm. I motiveringarna för dessa tilläggskrav anger SKB bl.a. att stor eller ojämn kornstorlek är ogynnsamt för materialets egenskaper och medför också svårigheter vid ultraljudprovning. Tillåten kornstorlek i kopparhöljet har därför satts till högst 360 µm (medelkornstorlek enligt EN ISO 2624:1995)

SKB anger i sin beskrivning av val av korrosionsskyddande material att ren syrefri koppar skall användas. Tilläggskravet på maximal syrehalt jämfört med den använda standarden anges härröra från kravet att materialet skall kunna elektronstrålesvetsas.

Remissinstansernas synpunkter

SSI anser att kapselns materialsammansättning är av betydelse för både kapselns korrosionsegenskaper såväl som dess mekaniska egenskaper. Med tanke på att kapseln i området runt svetsen kan ha en annan struktur och sammansättning än den ursprungliga bedömer SSI att det kan vara nödvändigt med ytterligare undersökningar.

SKI:s bedömning

SKI håller med SKB om att i en så grov gjuten kropp som insatsen går det inte att uppnå en homogen mikrostruktur och likformig grafit överallt. Målsättningen skall vara att med de förväntade variationerna i mikrostruktur och förväntade defekter, kunna erhålla de erforderliga egenskaperna, i detta fall mekaniska egenskaper. SKI anser därför SKB:s inriktning och program ändamålsenligt.

SKI håller med om att en grov och ojämn kornstorlek i kopparn försämrar materialets egenskaper. Krav på kornstorlek är därför helt naturligt och i linje med vad SKI tycker. Däremot saknar SKI en fullständig redovisning som motiverar att en medelkornstorlek på 360 µm är vad som krävs för att materialet skall kunna ha helt tillfredsställande egenskaper. SKI saknar vidare angivelser om vilka krav friction stir welding ställer på syrehalten i koppar.

4.1.3 Tillverkning och tillverkningskontroll

SKB:s beskrivning

SKB har fortsatt arbetet med att vidareutveckla metoderna för tillverkning av de olika kapselkomponenterna. Resultatet finns sammanställt i en särskild rapport (Andersson m.fl., 2004). I utvecklingsarbetet med insatserna kan särskilt nämnas datorsimulering av gjutningsprocesserna och probabilistisk analys av insatsernas hållfasthet. I arbetet med kopparrör, lock och bottenar är viktiga delmoment att optimera verktyg, processparametrar, kontrollmetoder och tekniska specifikationer.

Metodik och utrustning för oförstörande provning med ultraljud som kontrollmetod utvecklas. Förutom detektering av diskontinuiteter i gjutgodset i insatsen, kommer

möjligheterna att undersöka nodulariteten hos grafiten i gjutjärnet respektive kornstorleken i koppar att studeras.

Utveckling av laserteknik för dimensionsmätning av kopparrör kommer att fortsätta.

SKB har kartlagt de metoder tillverkarna använder sig av för att prova kapselkomponenterna och ny kunskap har sammanställts om transmissionsprovning av segjärnsinsatsen.

Preliminära provningsprocedurer kommer att fastläggas under 2005. Som ett led i detta arbete kommer lämpliga referens kroppar att tas fram.

Remissinstansernas synpunkter

Säkerhetsgruppen i Oskarshamns kommun påpekar att SKB:s tidsprogram för utprovning av metoder för tillverkning och kvalitetskontroll tidigare har ifrågasatts av både myndigheter och kommunen, och menar att även Fud-program 2004 ger intrycket att mycket återstår innan SKB har en färdigutvecklad kapsel.

SSI anser att SKB inte ägnat tillräcklig uppmärksamhet åt hur kontrollen av botten-svetsen skall utföras.

SKI:s bedömning

SKI framförde i granskningen av Fud-program 2001 att SKB i större utsträckning borde verifiera insatsernas mekaniska egenskaper genom att undersöka tillverkade insatser mer ingående och att använda simuleringsprogram i utvecklingsarbetet. SKI ser med tillfredsställelse att SKB i sitt utvecklingsprogram infört detta arbetssätt.

SKI anser att beskrivningen av SKB:s arbete med tillverkning och utveckling av kontrollmetoder har en bra inriktning, men saknar ett komplett program för alla kapseldelar. Programmet behöver inkludera tillverkning av ett tillräckligt stort antal delar och undersökning med både förstörande och oförstörande provning. SKI ser, i likhet med Oskarshamns kommun, en farhåga i att tiden är knapp för genomförandet av detta.

4.1.4 Kapselabrik

SKB:s beskrivning

SKB planerar för en kapselabrik, där kapselkomponenter från olika underleverantörer färdigbearbetas, kontrolleras och sätts samman till färdiga tomma kapslar som transporteras till inkapslingsanläggningen.

SKB beskriver i Fud-program 2004 att vid utformningen av fabriken kommer hänsyn bl.a. att tas till:

- erfarenheterna från provtillverkning
- val av svetsmetod

- fastställande av acceptanskriterier och dess inverkan på kraven på metoder för provning.

En teknisk beskrivning av kapselfabriken kommer att bifogas ansökan om inkapslingsanläggningen. Lokaliseringsarbetet för kapselfabriken förväntas dock inte vara avslutat vid tiden för ansökan om djupförvaret.

Remissinstansernas synpunkter

Oskarshamns kommun menar att även tillverkning av kopparkapsel, insats, lock m.m. tillhör systemet och att en lokalisering av dessa verksamheter skall ingå i planeringen och samrådet om miljökonsekvensbeskrivning (MKB).

SKI:s bedömning

SKI ser SKB:s inriktning med arbetet med kapselfabriken som helt rimlig. SKI vill dock upprepa synpunkterna som framfördes i granskningen av Fud-program 2001, med hänvisning till den granskning SKI gjorde över SKB:s planerade kapseltillverkning (Lundin m.fl., 2001). En av synpunkterna som framfördes var att SKB bör se över fördelningen av vad som görs hos underleverantörer och vad som görs i kapselfabriken, i syfte att säkerställa kvaliteten hos kapslarna.

SKI saknar redovisning av hur de tomma kapslarna skall transporteras från kapselfabriken till inkapslingsanläggningen, och det eventuella behovet av särskilda transportanordningar, fordon etc.

SKI vill också påtala möjligheten av att kapselfabriken kan falla under IAEA-kontroll genom att produkten som tillverkas, kapsel/behållare för förvaring av bestrålat bränsle, omfattas av det s.k. tilläggsprotokollet. Detta innebär att produktionskapacitet och verklig produktion årligen rapporteras via SKI till IAEA. Anläggningen kan även komma att inspekteras av IAEA.

4.2 Förslutning av kapsel

SKB:s beskrivning

SKB anger i Fud-program 2004 att två olika metoder är aktuella för att försluta kapseln, friction stir welding (FSW) och elektronstrålesvetsning (EBW). SKB utreder metoderna parallellt. Vidare anges att SKB har för avsikt att välja en svetsmetod som referensmetod under våren 2005. SKB har följt planen och gjort valet i maj 2005, vilket innebär att FSW är referensmetod för förslutningssvetsen.

Vid tiden för ansökan om tillstånd för att få uppföra inkapslingsanläggningen sak SKB ha valt metoder för förslutning och provning. Anledningen är att metoderna påverkar utformningen av anläggningen. Vid denna tidpunkt skall även ett program för kvalificering av metoderna finnas. De övergripande milstolparna för arbetet inom förslutningsteknik och den oförstörande provningen är att:

- verifiera svetsprocessen, dvs. att identifiera de viktigaste processparametrarna och inom vilka gränser de kan tillåtas variera
- demonstrera svetsprocessen
- fastställa hur tillförlitlig den oförstörande provningen är
- välja referensmetod för att svetsa kapseln
- ta fram data för säkerhetsanalysen SR-Can.

4.2.1 Elektronstrålesvetsning - EBW

SKB:s beskrivning

SKB bedriver parallellt arbete med att utveckla utrustningen (ny typ av katod, oscillering av elektronstrålen, förbättrad vakuumnivå i svetskammaren) och själva svetsprocessen (svetshastighet, oscillering etc). Arbetssättet har inneburit problem med tillgängligheten, när obeprövade lösningar implementerats i systemet.

Svetsprocessen har utvecklats genom provsvetsningar, där lock i full skala satts ihop med avkortade cylindrar. En viktig del av utvecklingsarbetet är att fastställa hur ofta diskontinuiteter förekommer i svetsarna och under vilka förhållanden de bildas. Målet är att utforma svetsprocessen på ett sådant sätt att risken för att få defekter i svetsen blir mycket liten.

SKB beskriver i Fud-program 2004 att det nu är möjligt att åstadkomma svetsar av mycket hög kvalitet med homogent svetsgods och god svetsyta. De enstaka fel som förekommer beror företrädesvis på maskinfel.

SKI:s bedömning

SKI noterar att SKB gjort många framsteg och förbättringar, men att SKB ännu inte visat att tillförlitligheten för elektronstrålesvetsning, som möjlig svetsmetod för förslutningssvetsen, är tillfredsställande.

SKI anser att programmet för det fortsatta utvecklingsarbetet är för kortfattat beskrivet i Fud-program 2004, för att möjliggöra en bedömning av om arbetet är tillräckligt för att utveckla EBW till en användbar metod.

4.2.2 Friction stir welding - FSW

SKB:s beskrivning

SKB har bedrivit ett intensivt program för att utveckla svetsverktyget, såväl material och design av tappen, som material i skuldran. Det fortsatta arbetet rör framförallt materialet i tappen och dess geometri. SKB har överfört tekniken till Kapsellaboratoriet genom att köpa och ta i drift en ny svetsmaskin.

Förbättringar av övervakning och styrning av svetsprocessen pågår fortsatt. SKB har vidare tagit fram en lösning för avslutningen av svetsen, genom att ”parkera”

utgångshålet i kopparmaterial ovanför foglinjen och sedan maskinbearbeta bort detta material.

En viktig milstolpe i inkapslingstekniken har uppnåtts genom att en komplett fullstor kapsel tillverkats och förslutits med FSW enligt en kvalitetsplan. De ingående komponenterna har alltså uppfyllt SKB:s nuvarande kvalitetskrav. Inga betydande diskontinuiteter har kunnat påvisas i de utförda lock- och bottenhetsarna.

SKB sammanfattar erfarenheterna som att FSW-processen är robust och stabil. Den är emellertid inte färdigutvecklad när det gäller att fullständigt automatisera processen och därmed eliminera den mänskliga faktorn. En viktig fas av det fortsatta programmet är att optimera svetsparametrarna och fastställa toleranser för parametersättning.

Materialutvärdering som omfattar både oförstörande och förstörande provning kommer att genomföras för att utvärdera integriteten hos locksvetsar utförda med FSW. Resultaten från metallurgiska undersökningar jämförs även med resultaten erhållna i utvecklingen av teknikerna för oförstörande provning, för att få fram defektbeskrivningar.

Remissinstansernas synpunkter

Stockholms universitet (Pereira) anser att SKB bör göra en masspektroskopisk studie för att belysa mängden av föroreningsmaterial som kommer från svetskronan och dess eventuella inverkan på kopparkvalitén.

SKI:s bedömning

Sedan Fud-program 2001 har SKB gjort stora framsteg i utvecklingen av FSW som förslutningsmetod för kopparkapseln, inte minst genom installationen och drifttagandet av fullskalemaskinen i Kapsellaboratoriet. SKI anser att beskrivningen i Fud-program 2004 visar SKB:s arbete med utvecklingen på ett rimligt sätt, men saknar mer detaljerat underlagsmaterial med resultat från utvecklingsarbetet. SKI förutsätter att sådant underlagsmaterial presenteras senast i samband med ansökan om inkapslingsanläggningen.

Som tas upp av Stockholms universitet (Pereira), och som SKI tidigare framfört (i granskningen av Fud-program 2001) är en viktig del av analyserna att undersöka eventuella föroreningar i svetsen (från FSW-verktyget eller genom t.ex. oxidation) och deras inverkan på materialet. Analyser av det svetsade materialets egenskaper och eventuella andra avvikelser från grundmaterialets egenskaper, behöver naturligtvis också redovisas.

4.2.3 Metoder för oförstörande provning

SKB:s beskrivning

SKB:s arbete med utveckling av provningsmetoder för svetsen har fortgått parallellt med utvecklingen av svetsmetoderna. Eftersom svetsmetoderna är olika till sin karaktär, krävs olika metoder eller olika tillämpningar av metoderna för oförstörande provning.

En milstolpe som uppnått är att provningsprocedurer har fastställts för röntgen- och ultraljudsprovning av förslutningssvets gjord med elektronstrålesvets. För svetsar med FSW-teknik var utvärderingen fram till 2004 främst inriktad på att undersöka volumetriska fel med röntgenteknik. Inom utvecklingen av ultraljudstekniken för FSW-svetsar har ny utrustning införskaffats med bättre förutsättningar med avseende på programmering, frekvensomfång och fokuseringen av ljudstrålen för sådan provning.

Inom ultraljudsprovning har utvecklingsinsatserna varit att ta fram metoder för undersökning av svetsar gjorda med FSW. För att specificera lämplig provningsfrekvens har ljuddämpning- och ljudspridningsegenskaper studerats. Ultraljudsprovningen är baserad på "Phased array" teknik som i olika konfigurationer utvecklas för att finna diskontinuiteter med utbredning i tänkbara ledder och vinklar.

Av SKB:s beskrivning i Fud-program 2004 framgår att SKB arbetat med fördjupande studier av röntgentekniken, framförallt genom simulering, för att utreda tillförlitligheten och eventuella behov av anpassning för svetsning med FSW. Vidare har induktiva provningsmetoder studerats och resultat visar att provningstekniken inte är beroende av materialets struktur, dvs. svets och grundmaterial ger likvärdiga resultat.

Remissinstansernas synpunkter

Stockholms Universitet (Pereira) påtalar att tekniken för oförstörande provning för de båda svetsmetoderna inte svarat på hur små de defekter och diskontinuiteter är som man kan detektera med existerande metoder. Universitetet noterar att SKB skriver att inför ansökan om att få uppföra inkapslingsanläggningen måste metoderna för förslutning och oförstörande provning bestämmas. Universitetet frågar sig om tidtabellen för att ta detta specifika beslut (2006) är realistiskt och menar att forskning och utveckling om metoder för oförstörande provning kan och skall kunna fortgå efter beslutet, eftersom det knappast påverkar själva säkerhetsanalysen.

SKI:s bedömning

SKI ser positivt på det arbete som genomförts och som planeras för utvecklingen av provningsmetoder för svetsen, men anser beskrivningen av programmet för den fortsatta utvecklingen är otydlig. Det är nödvändigt att SKB tar ett samlat grepp, dels för det tekniska utvecklingsarbetet, dels med dokumentationen. Till ansökan om inkapslingsanläggningen måste det finnas en beskrivning av vilken/vilka provningsmetoder som skall användas för vald svetsmetod och hur provningen skall genomföras. Vad som skall uppnås och med vilken tillförlitlighet i svetsningen respektive provningen skall beskrivas, utgående från de konstruktionsförutsättningar och acceptanskriterier som skall verifieras i säkerhetsanalysen för långsiktig säkerhet. Kvalificeringsprogrammet redovisar hur tillförlitligheten skall kunna visas (se vidare avsnitt 4.3.2).

Med SKB:s val av FSW som referenssvetsmetod ser SKI det som mycket angeläget att utvecklingen av provningsmetoderna fokuseras på svetsar gjorda med FSW, och att provningsprocedurer tas fram såsom tidigare gjorts för EBW.

SKI kan vidare konstatera att den induktiva provningens fortsatta roll är otydlig i Fud-program 2004.

4.3 Kvalificering av metoder

SKB beskriver i Fud-program 2004 allmänt att metoder för tillverkning, svetsning och oförstörande provning skall kvalificeras innan inkapslingsanläggningen och kapsel-fabriken tas i drift. Kvalificeringen är dokumenterade undersökningar som säkerställer att de producerade kapslarna uppfyller det slutliga kravet att kapslarna är en tillförlitlig barriär i slutförvaret. Specificerade krav skall utarbetas för varje delprocess och kvalifi-ceringen skall ske mot dessa krav. Ett program för kvalificering skall tas fram och redovisas som underlag till ansökan för inkapslingsanläggningen.

4.3.1 Kvalificering av metoder för tillverkning och förslutning

SKB:s beskrivning

SKB anger att val av referenssvetsmetod skall vara gjord före ansökan, och att detta kan ses som ett första steg i en kvalificering. Bland kriterierna som används vid valet nämner SKB tillförlitlighet, robusthet, repeterbarhet och provningsbarhet. SKB har efter det att Fud-program 2004 skrevs (maj 2005) valt FSW som referenssvetsmetod.

SKB:s program de närmaste åren inkluderar att:

- ta fram ett program för tillverkningsmetodernas tillförlitlighet
- bättre kvantifiera vissa av de viktiga variablerna och fastställa optimala inställningar för stabil drift i svetsprocessen
- demonstrera att det går att svetsa med tillräckligt hög kvalitet under förhållande som liknar den seriemässiga förslutningen i inkapslingsanläggningen.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB:s arbete med kvalificering av tillverknings- och förslutningsmetoder bedrivs på ett systematiskt sätt.

De kvalificeringsprogram för tillverkning respektive förslutning som SKB ämnar ta fram till de närmast förestående ansökningarna 2006 och 2008 bör särskilt beskriva vilka processer och produkter som skall kvalificeras, hur och när underlag kommer att tas fram samt vilka insatser som förväntas från myndigheternas sida. Vidare underlättar det om de olika kvalificeringsprogrammen och tidsplanerna utformas på likartat sätt - utefter förutsättningarna för respektive kvalificering.

SKI håller med SKB om att kopplingen mellan kvalificering och säkerhetsanalys är viktig, och vill återigen påminna om att från grunden komma fram till förutsättningar för kapseltillverkningen. Detta innebär enligt SKI att utreda händelser och förhållanden, ta fram konstruktionsförutsättningar inklusive material- och miljödata, belastnings-underlag och hållfasthetsanalyser. Från detta underlag formas kraven på tillverkning och kontroll.

4.3.2 Kvalificering av metoder för oförstörande provning

SKB:s beskrivning

Metoderna för oförstörande provning är inte fastställda men utvecklingsarbete pågår inom framförallt röntgen- och ultraljudsprovning, och i viss mån för virvelströmsprovning. Kvalificeringen är det steg som visar att metoderna för oförstörande provning uppfyller de krav som de utvecklats för, så att metoderna slutligen säkerställer kvaliteten på kapseln. SKB anger att valet av metoder för oförstörande provning kommer att vara gjort vid tiden för ansökan om tillstånd för uppförandet av inkapslingsanläggningen, eftersom valet påverkar utformningen av anläggningen.

SKB anger att det i de diskussioner som förs med SKI (genom tekniska möten under samrådet för system- och säkerhetsanalys) successivt har framkommit behov av att förtydliga de olika stegen i kvalificeringsprogrammet, logiken i den underliggande dokumentationen samt kopplingar till säkerhetsanalyserna SR-Can och SR-Site.

SKI bedömer att när svetsmetoden är bestämd kommer modeller tillsammans med framtagning av testblock med möjliga svetsfel att ytterligare klargöra hur provningsmetoderna avser att användas enskilt och tillsammans. Arbetet med tekniska motiveringar och procedurer kommer därmed att bli tydligare och utifrån detta forma inriktningen på kvalificeringsunderlaget för kopparkapseln och kapselns övriga delar.

SKB har etablerat kontakt med kvalificeringsorganet SQC (SQC Kvalificeringscentrum AB), och riktlinjer har diskuterats för den kvalificeringsordning som kommer att redovisas i samband med tillståndsansökan. SKB:s huvudlinje är att ett kvalificeringsorgan skall genomföra kvalificeringen. Detta organ skall vara godkänt av SKI.

Metodutvecklingen pågår parallellt med att fastställa acceptanskriterier och kommer att redovisas inför tillståndsansökan för inkapslingsanläggningen. Bestämning av acceptansgränser för de oförstörande provningssystemen nämns som något som prioriteras, och SKB anger speciellt att dessa system behöver ha hög tillförlitlighet för att kunna sortera bort kapslar som inte uppfyller de uppställda acceptanskriterierna.

Ett program för att utreda provningsmetodernas tillförlitlighet pågår och omfattar kopplingen mellan systemen för oförstörande provning och matematiska modeller av dessa. Rekonstruktioner av verkliga defekter används som indata till modellerna. I SKB:s arbete med utredning av provningsmetodernas tillförlitlighet ingår även utvecklingsarbete inom radiografering och den digitala detektortekniken.

SKI:s bedömning

SKI håller med SKB om att det är viktigt att det tydliggörs vilken typ av underlag som kommer att ingå vid respektive milstolpe i tidsplaneringen för utvecklingen av den oförstörande provningen. SKI anser ändå att SKB i Fud-program 2004 tar kvalificeringsfrågorna på allvar, och på ett rimligt sätt beskriver det kommande arbetet.

SKI ser positivt på att SKB etablerat kontakt med kvalificeringsorganet SQC, för att anpassa befintliga kvalificeringsordningar till ett kvalificeringsprogram för den

oförstörande provningen. SKI ser det som värdefullt med kontinuerligt information om hur detta arbete fortskrider (genom t.ex. tekniska möten inom ramen för samrådet för system- och säkerhetsanalys).

SKI anser att användningen av matematiska modeller för att bestämma tillförlitligheten hos provningsmetoderna är nödvändigt, inte minst av ekonomiska skäl. För att modeller skall bli användbara måste de dock alltid verifieras. SKI ser att modellering kommer att bli en viktig fråga även för kvalificeringsorganet då tillförlitlighetsstudierna som är en del i kvalificeringsunderlaget skall granskas.

4.4 Inkapsling

4.4.1 Inkapslingsanläggning

SKB:s beskrivning

SKB:s huvudalternativ är att bygga inkapslingsanläggningen i anslutning till Clab. Olika lokaliseringalternativ har tidigare jämförts, och SKB studerar parallellt alternativet att inkapslingsanläggningen förläggs till Forsmark i fallet att även slutförvaret lokaliseras dit. SKB anger fördelarna med lokaliseringen till Clab, och nämner bl.a. erfarenheten av bränslehantering i Clab och möjligheten att utnyttja flera av de befintliga systemen och anläggningsdelarna på Clab.

Under projekteringen och uppbyggnaden kommer säkerhetsredovisningen att ske fristående från Clab. Därefter kommer säkerhetsredovisningen att integreras med redovisningen för Clab.

Till de övergripande produktionskraven på inkapslingsanläggningen hör att alla förekommande typer av använt bränsle som förvaras i Clab skall kunna hanteras och kapslas in. För en del udda bränsletyper räknar SKB med att kunna använda distansstycken för att anpassa utrymmet i insatsens kanaler. Skadat bränsle som eventuellt förvarats i skyddsboxar måste lyftas ur dessa.

En begränsande faktor för bränsleinnehållet i en kapsel är kapselhöljets yttemperatur i djupförvaret. Vid utformningen av inkapslingsanläggningen antas den maximalt tillåtna effekten i varje kapsel vara 1,7 kW. SKB skriver att innehållet i varje kapsel måste planeras noggrant för att maximalt kunna utnyttja kapslarna.

På Clab finns sedan 2003 en utrustning för att kalorimetriskt mäta resteffekten hos bränsleelement, kombinerat med mätning av gammaprober som mäter effektförluster som orsakas av gammastrålning. Planen är att mäta 15-20 bränsleelement per år, och jämföra med gammamätning. Avsikten är sedan att den beräknade resteffekten skall kunna verifieras med enbart gammamätning i samband med överflyttning av bränsleelement från förvaringskassett till transportkassett.

SKB beskriver att en handlingsplan kommer att utarbetas i syfte att beskriva vad det skulle innebära för inkapslingsverksamheten om den verifierande mätningen av bränsle som görs direkt före inkapslingen skulle visa på stora avvikelser i relation till de uppgifter som kärnkraftverken lämnade i samband med att bränslet överfördes till Clab.

Vidare har SKB påbörjat en utredning för att ta fram en långsiktig strategi för hur förändringar i bränslegeometri och källtermer kan påverka anläggningar och transportsystem (indikationer på sådana förändringar finns i kärnkraftföretagens planer).

SKB beskriver i Fud-program 2004 den tänkta hanteringen av kapseln i inkapslingsanläggningen. För den del av hanteringen som sker efter svetsningen anger SKB att kapseln först provas med oförstörande provning, och vid godkänt utfall transporteras till positionen för maskinbearbetning.

Remissinstansernas synpunkter

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning menar att den lagstadgade beslutsprocessen för val av metod och lokalisering försvåras av Fud-programmets otydlighet om mängden avfall, avfallens ursprung och innehåll. SKB AB:s ägare har stora mängder använt kärnbränsle av olika slag att ta hand om. Vilka typer som skall hanteras i slutförvarssystemet bör tydliggöras innan man väljer system. Faktorer som omfattningen av den framtida kärnkraftdriften i Sverige och import av kärnavfall gör att diskussionen om kärnavfallshanteringen i Sverige måste beakta större avfallsmängder än som varit aktuella hittills, längre driftsperioder samt frågan om eventuella nya förvar.

Oskarshamns kommun menar att möjligheten till förlängd drifttid av reaktorerna måste påverka SKB:s kommande ansökan så att redovisningen skall omfatta konsekvenserna av förlängd drifttid för inkapslingsanläggningen och slutförvaret. SKB behöver initiera frågan om utökad lagringsvolym under platsundersökningsarbetet. SKB bör även klargöra konsekvenserna av planerade effekthöjningar för mängden använt kärnbränsle och bränslets resteffekt samt redovisa resultaten till kommunen.

SSI efterlyser en fördjupad redovisning av de metoder och rutiner som SKB planerar att använda för att kontrollera bränslet och kapslarna under driften av kapselfabriken och inkapslingsanläggningen (inklusive Clab). SSI vill särskilt framhålla bestämning av bränslets resteffekt. De utredningar som SSI tagit del av tyder på att det, åtminstone för vissa typer av bränsle, kan bli svårt att uppfylla kriteriet 1700 W per kapsel, utan att behöva förlänga tiden för avklingning i Clab eller genom att vidta andra åtgärder (t.ex. ej fullständigt fyllda kapslar, större avstånd mellan deponeringshålen och konfiguration av bränsleelement).

SSI konstaterar vidare att eventuella behov av utbränningskreditering för att visa att kriticitet inte kan uppstå i kapseln ställer krav på att utbränningen hos varje bränsleelement är känt vid fyllning av kapslarna. SSI anser att SKB behöver beskriva hur den föreslagna mätningen av cesium-137 för att bestämma utbränningen skall kvalitets-säkras och vilken övrig information som behövs för bedömningen.

SSI menar också att SKB inte ger en entydig beskrivning av arbetsgången för den oförstörande provningen av förslutningssvetsarna i inkapslingsanläggningen. SSI anser att en slutkontroll av svetsen måste ske efter den slutliga maskinbearbetningen.

SSI noterar att SKB i rapportern påtalar att det, för att skydda personal och personer i omgivningen, ställs höga krav på säkerheten vid drift av anläggningen. SKB vidareutvecklar dock inte resonemanget med en beskrivning av kraven (externa, interna mm)

eller hur de skall uppfyllas. SSI saknar vidare en riskbedömning ur ett strålskyddsmässigt perspektiv, det vill säga en identifiering av riskmoment under driften.

Sammanfattningsvis anser SSI att SKB borde ha lagt större vikt vid att presentera en mer fördjupad, och entydig, redovisning av det pågående arbetet och de nuvarande planerna för inkapslingsanläggningen.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB:s föreslagna upplägg med en egen preliminär säkerhetsredovisning för inkapslingsanläggningen under projekterings- och byggskedena, och en senare integrering med säkerhetsredovisningen för Clab inför ansökan om drifttagning inte tar tillräcklig hänsyn till hur integrerade Clab och inkapslingsanläggningen kommer att bli, och det redan i ett tidigt skede. I andra sammanhang (än Fud-program 2004) anger SKB förestående ändringar av driftorganisationen vid Clab, liksom ändringar och översyner av säkerhetsredovisningen för Clab. SKB har i maj 2005 beslutat att driva Clab i egen regi. SKB har i samband med detta beslutat att etablera en ny avdelning för kärnteknisk säkerhet, som bl.a. skall ha ansvar för den fristående granskning som krävs enligt SKIFS. Vidare har SKB aviserat en modernisering av säkerhetsredovisningen för Clab (troligen under 2006), och att den återkommande helhetsbedömning som krävs enligt SKIFS 2004:1 skall lämnas senast utgången av 2009. SKI uppmanar SKB att se över strategin för hur den preliminära säkerhetsredovisningen för inkapslingsanläggningen skall samordnas med övrig säkerhetsredovisning för Clab.

SKI vill, i likhet med SSI, påtala vikten av att SKB tar fram en strategi för hur sammansättningen av bränsleelement till kapslarna skall ske. Strategin måste ta hänsyn till såväl temperatur (resteffekt) som kriticitet (utbränningsgrad, och eventuellt nödvändig utbränningskreditering), och vara långsiktig så att alla relevanta typer av bränsle täcks in, både det bränsle som finns nu (inklusive udda och skadat bränsle) och kommande förändringar i bränslegeometrier och sammansättningar. Delar av detta arbete är redan påbörjat, dels genom den omnämnda utredningen för att se inverkan av eventuella ändringar av bränslet från kraftverkens sida, dels genom att ett sådant strategiarbete presenterats i senare sammanhang än när Fud-program 2004 skrevs. Den handlingsplan SKB tar fram för hur inkapslingsverksamheten påverkas om stora avvikelser skulle föreligga mellan resteffektmätningarna och de uppgifter om bränslet som lämnats av kärnkraftverken, ser SKI som helt nödvändig.

SKB beskriver att alla typer av bränsle som hanteras i Clab skall kunna kapslas in, och att distansstycken kan användas för att anpassa utrymmet i insatserna. SKI saknar dock en beskrivning av om och i så fall vilka särskilda åtgärder som kan behöva vidtas i samband med inkapsling av udda bränsle och skadat bränsle som lyfts ut ur sina skyddsboxar.

SKI anser, i likhet med SSI, att SKB:s beskrivning av maskinbearbetningens roll i förhållande till den oförstörande provningen av förslutningssvetsen är otydlig. Det gäller både eventuella behov av maskinbearbetning före den oförstörande provningen och slutkontroll efter maskinbearbetningen, samt hur detta påverkar hantering och logistik i anläggningen.

4.4.2 Kärnämneskontroll

SKB:s beskrivning

SKB har i sin redovisning redogjort för det nationella och internationella kontrollsystemet såsom det ser ut idag, vilket dock inte ännu specifikt inkluderar anläggningar som en inkapslingsanläggning. SKB har genom sitt deltagande i de internationella fora som finns inom området möjlighet att både påverka och inhämta kunskap om vilka krav som kan komma att ställas på en inkapslingsanläggning. SKB konstaterar också att det för närvarande sker en utveckling och förändring av det internationella kärnämneskontrollsystemet vilket kommer att påverka kontrollen av inkapslingsanläggningen.

SKB avser ta hänsyn till de kommande kraven genom att ge så stor möjlighet och utrymme som idag kan förutses för att underlätta kontrollen och begränsa transportvägar för bränslet inom anläggningen. Anläggningen tänker endast genomföra gammamätningar för verifiering av bränslets resteffekt, och i beskrivningen anges att detta kommer att ske i inkapslingsanläggningen samt att möjlighet finns för kontrollorganen att "dela" på signalen från mätsonderna.

Vidare redogör SKB för att all data för bränslet är den som nu finns i Clab samt att dokumentation om bränslets placering i kapseln kommer att ske genom koppling till identitetsbeteckningar som avläses visuellt. Vidare förutsätter SKB att inkapslingsanläggningen bokföringsmässigt kommer att tillhöra Clabs MBA (Material Balance Area) om anläggningen placeras där. I annat fall blir den ett eget MBA.

Remissinstansernas synpunkter

Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) anser att SKB bör ta ansvar för utveckling och demonstration av hur kärnämneskontroll kan tillämpas i samband med hanteringen av kärnämne i samband med avfallshanteringen och inte bara följa den internationella utvecklingen.

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning pekar på att kommande krav på kontroll av kärnämne inför slutförvar kan påverka anläggningens utformning och därför bör klargöras.

Oskarshamns kommun har i sitt remissvar pekat på vikten av att informera närboende om vad kärnämneskontroll är och hur kontrollsystemet fungerar.

SKI:s bedömning

SKB har i sin redovisning redogjort för det nationella och internationella kontrollsystemet på ett korrekt sätt. Det bör dock understrykas att det här rör sig om en helt ny typ av anläggning för vilken tidigare erfarenhet av kärnämneskontroll saknas. SKB:s redogörelse för kärnämneskontrollen är fullständig vad gäller omfattningen av kontrollen, men däremot bör den vara mer detaljerad på vissa punkter.

Det saknas en beskrivning av i vilket skede av processen verifieringen av resteffekten kommer att ske. Detta är viktigt ur aspekten kärnämneskontroll, eftersom kunskapen om bränslet måste behållas om en kontrollmätning av kärnämne görs samtidigt. Bränslet

måste i så fall efter kontrollen förvaras under sigill och/eller kameraövervakning tills bränslet är inkapslat. Hur detta kan gå till behöver också beskrivas. Om mätningen av resteffekt görs i ett sent skede före inkapslingen måste SKB å andra sidan vara uppmärksam på att en viss minimitid kan krävas för kärnämneskontrollen innan bränslet kapslas in, vilket skulle kunna försvåra konceptet med kombinerad mätning.

Vidare saknar SKI redovisning för hur SKB kommer att verifiera att de data för bränslet som erhållits från kraftbolagen är korrekta eller om man enbart avser att förlita sig på uppgifterna från kraftbolagen och att dessa kommer att vara de data som sparas för framtiden. SKB kommer också att behöva beskriva hur man avser att hantera bränsle där dokumentation och mätresultat ger olika information. SKB har inte heller redovisat hur man tänker hålla bokföringen över kärnämnet, hur man avser presentera data för inspektörer och hur dessa data sparas för framtiden.

SKI noterar också att SKB inte heller har redovisat hur den visuella kontrollen av bränslet i anläggningen skall gå till. SKI vill dessutom påpeka att en noggrannare identitetskontroll av kapslar och transportbehållare än visuell identifiering kan behövas, för att säkerställa att inte hela enheter byts ut.

4.4.3 Fysiskt skydd

SKB:s beskrivning

SKB beskriver i Fud-program 2004 mycket kortfattat att fysiskt skydd omfattar den bevakning och de andra åtgärder som vidtas för att förhindra obehörig åtkomst eller yttre åverkan av kärnavfall eller kärnämne.

SKI:s föreskrifter för fysiskt skydd ingår som en konstruktionsförutsättning för inkapslingsanläggningen. SKB anger vidare att inkapslingsanläggningens byggnader kommer att integreras med Clabs skyddsområde och skalskydd, och att tillträde, inhägning, övervakning etc. kommer att regleras och utformas på motsvarande sätt som vid de kärntekniska anläggningar som drivs idag.

SKI:s bedömning

SKI:s krav på det fysiska skyddet framgår av den kommande föreskriften om fysiskt skydd av kärntekniska anläggningar (SKIFS 2005:1). Föreskriften har sänts till bl.a. SKB på remiss, med önskemål om svar senast 29 maj 2005.

SKI vill framhålla att det är viktigt att åtgärder för fysiskt skydd planeras i ett tidigt skede och ingår i den grundläggande designen av kommande kärntekniska anläggningar.

Av SKB:s redovisning framgår att kapslar som fyllts med bränsle skall placeras i transportbehållare. Dessa behållare skall sedan placeras i ett övervakat förråd i väntan på transport till slutförvarsanläggningen. Dock sägs inget om vilka åtgärder för fysiskt skydd som skall vidtas vid detta förråd.

4.4.4 SKI:s sammanfattande bedömning kapsel och inkapsling

SKI anser att SKB:s arbete med utveckling av kapsel och inkapsling på ett tillfredsställande sätt drivits framåt. SKB har även efter det att Fud-program 2004 skrevs tagit avsevärda steg framåt och särskilt kan arbetet med program för kvalificering och det genomförda valet av svetsmetod nämnas. SKI har i viss mån tagit hänsyn till dessa senare framsteg i kommentarerna till Fud-program 2004. Utmaningen för SKB ligger nu i att sammanställa hela det material som tagits fram och som skall utgöra underlag för ansökan om inkapslingsanläggningen. I granskningen av Fud-program 2004 har SKI ändå identifierat en del områden där SKB:s hittillsvarande redovisning indikerar brister i underlaget.

SKI vidhåller vikten av att konstruktionsförutsättningar och acceptanskriterier tas fram och verifieras i säkerhetsanalysen (med konsekvensanalyser). SKI saknar i Fud-program 2004 fortfarande en klar och logisk koppling mellan de detaljerade konstruktionskraven för kapseln och kraven från långsiktig säkerhet i förvaret.

Acceptanskriterier skall tas fram för valda referensmetoder för tillverkning och svets, och skall vara grundade på en kartläggning av vilka defekter som kan förekomma och deras konsekvenser för kapselns integritet och förvarets funktion. Det preliminärt formulerade acceptanskriteriet om att minsta tillåtna koppartäckning är 1,5 cm (vid 5 cm koppartjocklek) anser SKI är otydligt formulerat, vilket även flera remissinstanser framfört. Frågan om kvarstående ligament måste dessutom belysas från alla aspekter, eftersom även andra processer än korrosion kan ställa krav på hur kapseln ser ut utvändigt vid deponeringen.

Sedan Fud-program 2001 har SKB gjort stora framsteg i utvecklingen av friction stir welding som metod för att försluta kapseln, och i maj 2005 har denna metod valts som referensmetod för svetsen. SKI saknar dock fortfarande ett mer detaljerat underlagsmaterial med resultat från utvecklingsarbetet, men förutsätter att ett sådant presenteras senast i samband med ansökan om inkapslingsanläggningen. Särskilt återstår att visa om och i så fall hur svetsmaterialets egenskaper skiljer sig från grundmaterialets, samt inverkan av eventuella föroreningar i svetsen.

SKI ser positivt på det arbete som genomförts och som planeras för utvecklingen av provningsmetoder för svetsen, men vill påtala nödvändigheten att SKB tar ett samlat grepp, dels tekniskt, dels med avseende på dokumentationen. Med SKB:s val av friction stir welding som referenssvetsmetod ser SKI det som angeläget att utvecklingen av provningsmetoder fokuseras på svetsar gjorda med denna metod.

SKI anser att SKB:s arbete med kvalificering av tillverknings- och förslutningsmetoder liksom för metoder för oförstörande provning nu drivs på ett systematiskt sätt. SKI ser positivt på att SKB etablerat kontakt med kvalificeringsorganet SQC, för att anpassa befintliga kvalificeringsordningar till ett kvalificeringsprogram för den oförstörande provningen.

SKI vill också påtala vikten av att SKB tar fram en strategi för hur sammansättningen av bränsleelement till kapslarna skall ske. Strategin måste ta hänsyn till såväl temperatur (resteffekt) som kriticitet (utbränningsgrad, och eventuellt nödvändig

utbränningskreditering) och vara långsiktig så att alla relevanta typer av bränsle täcks in, både det bränsle som finns nu (inklusive udda och skadat bränsle) och kommande förändringar i bränslegeometrier och sammansättningar.

SKB har i sin redovisning redogjort för det nationella och internationella kontrollsystemet på ett korrekt sätt. Det bör dock understrykas att det här rör sig om en helt ny typ av anläggning för vilken tidigare erfarenhet av kärnämneskontroll saknas. SKI saknar en beskrivning av i vilket skede av processen verifieringen av resteffekten kommer att ske, och om och hur detta skall kombineras med kontrollmätning av kärnämne.

4.5 Slutförvar

SKI kommenterar i detta avsnitt SKB:s redovisning av slutförvaret som motsvarar kapitel 10 till 12 i Fud-program 2004.

SKI påtalade i granskningen av Fud-program 1998 med hänvisning till lagtexten att förvaret för använt kärnbränsle skall benämnas slutförvar (slutlig förvaring enligt lagtexten) vilket SKB ännu inte hörsammat. För att markera att det inte rör sig om ett oåterkalleligt slutförvar föredrar SKB fortfarande beteckningen djupförvar.

4.5.1 Teknik

Inför ansökan att få lokalisera förvaret fortsätter SKB teknikerarbetet med att välja metoder för att bygga och driva förvaret samt med att utforma olika delar av förvaret. Utvecklingsarbetet omfattar bl.a. bergbrytnings- och tätningsteknik för tunnlar, tillverkning och inplacering av buffert, deponeringsteknik för kapslar och buffert samt återfyllning och förslutning av deponeringstunnlar. SKB undersöker, i samarbete med SKB:s motsvarande organisation i Finland, Posiva Oy, också möjligheterna att modifiera referensmetoden KBS-3V och deponera kapslarna horisontellt, KBS-3H

SKB:s redovisning

Beträffande krav och förutsättningar för bergbyggnadsteknik anger SKB att byggande och drift skall ge begränsad påverkan på bergets och de övriga barriärernas säkerhetsfunktioner. SKB drar också slutsatsen att av två undersökta metoder för bergguttav gav mekanisk brytning en mindre skadezon i jämförelse med konventionell borrhning och sprängning (ZEDEX-försöket i Äspölaboratoriet).

SKB anser att handlingsfrihet gällande val av *metoder för drivning* av deponeringstunnlar och deponeringshål kommer att kvarstå även efter deponering. Utredning beträffande metoder/tekniker för bergguttav pågår i två steg fram till 2007. Beträffande konventionell borrhning och sprängning föreslås skonsam sprängning som preliminär referensmetod för alla tunneltyper i planerad Layout D1.

Beträffande *injektering* fokuserar SKB arbetet på att täta små mycket vattenförande sprickor. Cement med lågt pH för större sprickor – respektive ej cementbaserade (silica sol) material för mindre än 0,1 mm sprickor undersöks av SKB, Posiva och Numo

(Japan). SKB har också vid genomförda tester i Äspölaboratoriet (Emmelin m.fl., 2004) visat på begränsat behov av injekteringsbruk och god tätning.

Beträffande *tillverkningsteknik* för bentonitblock och ringar har SKB hittills i fullskaleformat använt enaxlig pressning. Med isostatpressningsteknik (SKB:s referensalternativ) har SKB hos keramikföretaget Ifö Chermics tillverkat block i skala 1:4 som visar att tekniken bör vara tillämplig även i större skala. SKB planerar nu utreda tillverkning av bufferten genom isostatisk pressning med målsättningen att ta fram processbeskrivning, materialhantering, pressning och hantering samt lagring av block och ringar. Enligt SKB:s handlingsplan skall konstruktion och tillverkning av hanteringsutrustning för buffert inledas i mitten av 2008.

SKB anser att utrustningen för hantering och inplacering av buffertenheter inte kommer att vara layoutstyrande medan det motsatta gäller för deponeringsmaskinen för kapslar. SKB planerar en konceptuell studie och senare demonstration av en hjulburen deponeringsmaskin i stället för den rälsbundna som finns i Äspölaboratoriet.

SKB utvecklar och provar packningsteknik och material för återfyllning i experimenten Återfyllning och pluggning och Prototypförvaret i Äspölaboratoriet. SKB presenterar ett nytt forskningsprogram (i samarbete med Posiva) med tre återfyllningskoncept i fyra steg där steg ett är genomfört. Pilotförsök planeras under 2005-2007 och storskaliga försök för tidsperioden 2008-2011.

Beträffande *förslutningsteknik* för tunnlar kommer enligt SKB valet av koncept för förslutningar bl.a. bero på vilken metod som används för uttag av berget och vilket återfyllningskoncept som används. I samarbete med Posiva har SKB identifierat två koncept för att applicera lerpluggar i undersökningsborrhål; tätning med förkompakterade block respektive kompakterade pellets. Ytterligare etapper av det påbörjade forskningsprogrammet kommer att genomföras under kommande Fud-period.

Beträffande *återtag* av kapslar krävs allt större insatser ju längre fram i tiden behovet uppmärksammas. SKB har studerat fyra olika metoder för återtag. Resultatet av genomförda tester tyder på att en hydrodynamisk metod (uppslamning i saltlösning) bör utvecklas och testas ytterligare. I myndigheternas föreskrifter finns inget formellt krav på återtag.

SKB bedriver tillsammans med Posiva ett program för *horisontell deponering* av kapslar omfattande tre områden; teknisk utveckling, förberedelser för en demonstration och inledande studier av konceptets långsiktiga säkerhet. En extern expertgrupp har bedömt konceptet tekniskt genomförbart och att de långsiktiga säkerhetskraven uppfylls och därmed kan utgöra ett referensalternativ till KBS-3V. En säkerhetsanalys för KBS-3H baserad på platsdata från Olkiluoto i Finland skall redovisas av Posiva 2007. Analysen skall föregås av identifiering av kritiska frågor såsom bentonitutsvällning genom den perforerade stålcontainern, tryckuppbyggnad p.g.a. korrosion av containern, kanalbildning (piping) och erosion av bentoniten.

Remissinstansernas synpunkter

Arbetsmiljöverket noterar med tillfredsställelse att arbetsmiljökraven ges en central plats då ett av planens huvudsyften beskrivs; att visa att ett djupförvar kan byggas och drivas

med känd teknik där högt ställda krav på personsäkerhet, arbetsmiljö, rationalitet och kostnadseffektivitet uppfylls.

Avfallskedjan och Opinionsgruppen för säker slutförvaring (Oss) konstaterar att SKB fortsätter att använda begreppet djupförvar i stället för slutförvar, vilket deras uppdrag syftar till. Avfallskedjan och Oss utgår ifrån att det är ett medvetet val från bolagets sida för att söka acceptans hos allmänhet och kommunpolitiker i de aktuella kommunerna och för att förvirra begreppen i diskussionerna kring djupa borrhål och alternativredovisningen.

Avfallskedjan och Oss noterar också att återtagbarhet har blivit en nyckelfråga för SKB i diskussionen om metodvalet trots att kärntekniklagen kräver slutförvaring och kärnämneskontroll och trots att miljölagen kräver minimering av riskerna. Inför bolagets metodredovisning står det klart att återtagbarheten är den enda faktorn som talar för KBS-3-metoden, samtidigt som möjligheten till återtag kan vara metodens största miljömässiga svaghet eftersom både ett medvetet och omedvetet intrång kan innebära att radioaktivt material sprids på markytan på ett icke önskvärt sätt.

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen noterar att SKB:s grund för påståendet att KBS-3-systemet inte förutsätter några långsiktigt bestående tätningsåtgärder saknas. Folkkampanjen noterar också att SKB tycks mena att i den mån man inte ser någon möjlighet att åstadkomma kontrollerade förhållanden ens i hundraårsperspektivet, bäst löser det hela genom att lämna saken därhän.

Folkkampanjen noterar även att i Fud-program 2004 tycks intresset för ett eventuellt återtagande av kapslar begränsa sig till den allra närmaste tiden efter deponering (inom 5 år), och med stor sannolikhet kommer en återfylld tunnel innebära att sent upptäckta kapselskador eller andra problem som borde föranleda ett återtagande inte kommer att åtgärdas om man ser någon som helst möjlighet att undvika det.

Luleå tekniska universitet framför att kunskap om drivningsmetoder och förstärkningsmetoder, erfarenheter av konstruktioner på stora djup samt höga säkerhetskrav kan inhämtas från gruvindustrin. Universitetet konstaterar också att nya krav på berganläggningar samt de ökande brytningsdjupen kan medföra att ny kunskap som är användbar för slutförvaret med eller utan modifiering, kan komma att utvecklas oberoende av de forskningsprogram som utförs inom ramen för SKB:s ansvar.

SSI stöder det forskningsprogram för horisontell deponering av kapslar (KBS-3H) som SKB bedriver. SSI anser att om KBS-3H ska kunna utgöra ett acceptabelt alternativ måste SKB demonstrera att man praktiskt har löst de särskilda problem som gör sig gällande under deponeringsförfarandet liksom att de identifierade problemen med erosion och kanalbildning kan lösas.

Statens geotekniska institut (SGI) saknar i Fud-programmet en beskrivning av vilka metoder/koncept som kommer att tillämpas för att uppskatta erforderlig typ och mängder av bergförstärkning. SGI:s rekommendation är att traditionella metoder för att uppskatta bergförstärkning kompletteras med probabilistiska verktyg för prognoser av blockutfall på grund av ogynnsam sprickgeometri. Sådana verktyg gör det möjligt att ta fram jämförbara prognoser för att hitta den mest optimala orienteringen

(orienteringarna) på deponeringstunnlar och uppskatta nödvändig bergvolym för djupförvar. Sannolikheten för ostabila block kan också skattas och senare inkluderas i beslutsmodeller för att testas mot uppställda misslyckandekriterier och tolerabla risknivåer.

Stockholms universitet (Mörner) noterar att SKB har slutat tala om slutförvar och använder i stället begreppet djupförvar. Vidare hävdar SKB – efter uppmaning - att avfallet är återtagbart. Universitetet noterar vidare att om det är fråga om ett återtagbart djupförvar så är det ju inte längre ett slutförvar i ordets (och lagens) ursprungliga mening.

SKI:s bedömning

Metod för berguttag

Om SKB menar allvar med uppställt krav om begränsad påverkan på berget bör SKB fastslå att mekanisk brytning av såväl deponeringstunnlar som deponeringshål skall ske. Metoden ger minst skadezon runt öppningarna, bäst möjliga väggstabilitet, minimal bergförstärkning och sannolikt mindre tätningsbehov. SKI håller därmed inte med SKB att handlingsfrihet finns beträffande metod för berguttag ända fram till uttag av deponeringstunnlar och deponeringshål och även efter påbörjad deponering.

SKI anser vidare att det är tveksamt om skonsam sprängning kan genomföras under konventionell produktionsborrning. Tidigare sprängskadeförsök i Äspölaboratoriet (Olsson m.fl., 1996) visade på svårigheterna med att spränga ut speciellt sulan i tunneln på ett effektivt sätt.

Att välja borrning och sprängning i layoutförslag i designsteg D1 kan dock försvaras mot bakgrund av att tekniken är den mest använda i svenskt undermarksbyggande i dag. Däremot anser SKI att SKB skall redovisa ett alternativ i sitt kommande layoutförslag D2 där berguttag sker med enbart mekaniska metoder.

SKI anser att bergbultning, sprutbetongförstärkning, metallnätning med eller utan kombination med sprutbetong samt konventionella betongkonstruktioner kommer att krävas under bygg- och driftskedena. SKI har därför uppfattningen att SKB bör öka sina forskningsinsatser inom bergförstärkning (och injektering) och för SKI presentera ett mer detaljerat program för forskning och utveckling av bergförstärkning.

Injektering

SKI är positiv till SKB:s stöd till injekteringsforskningen i Sverige (som resulterat i licenciat- och doktorsavhandlingar) eftersom tätning av berget med injekteringsmedel är en av de mest osäkra momenten i planeringen och byggandet av slutförvaret. Stora inläckage kan leda till problem med utsprängning och deponering och genom grundvatteninträngning/grundvattensänkning ökar risken för inläckage av djupa grundvatten med hög salthalt med åtföljande risk för förvarets funktion, speciellt för återfyllningen i tunnlarna.

SKI noterar att genomförd och pågående forskning har fokuserat på att utveckla såväl cementbaserade bruk som ej cementbaserade material med god förmåga till inträngning i fina sprickor. För de cementbaserade bruken är pågående forskning beträffande

brukens filtreringsstabilitet avgörande för möjligheten att använda bruksblandningar baserade på finmald cement i avsikt att nå bästa möjliga inträngning i fina sprickor.

Om forskningen med att utveckla ej cementbaserade material med god inträngning i fina sprickor respektive utveckling av cementbaserade bruk som ger lakvatten med pH lägre än 11 inte uppnås, bedöms det vara av utomordentlig vikt att hela tätningsarbetet i förvaret genomförs genom systematisk förinjektering. Syftet med förinjektering är att så långt möjligt undvika inläckage som medför en ökad grundvattenströmning genom förvaret och därmed en ökad urlakning.

SKI konstaterar att arbetet med att utveckla teknik för att täta större sprickor och sprickzoner, som kommer att krävas under byggskedet, har varit eftersatt. SKI anser därför att tätning av större sprickzoner inte får försummas i SKB:s fortsatta forskningsprogram om injektering.

Vidare ifrågasätter SKI om SKB kommer att hinna ta fram kunskap, material, metoder och utrustning för injektering som kommer att krävas fram till inledning av byggandet, som enligt SKB:s plan beräknas påbörjas 2011. Mot den bakgrunden önskar SKI se ett mer detaljerat program för tätning av berget med injektering redan i Fud-program 2007.

Tillverkningsteknik

SKI noterar att SKB är sena med arbetet trots SKI:s positiva syn på isostatpressning av bentonitblock vid granskning av Fud-program 2001. Tiden är nu knapp att hinna med skisserat program eftersom en isostatpress för fullskaleblock ännu inte finns tillgänglig. Dessutom är det ett rimligt krav att fälttester med isostatpressade block utförs, dock inte i samma omfattning som skett för enaxligt pressade block.

Deponeringsteknik

SKI kan se vissa fördelar med hjulburen deponeringsutrustning för kapslar eftersom eventuell betongplatta/syllar i deponeringstunneln då inte förefaller behövas. Däremot kan positioneringsproblem uppstå. SKI konstaterar att utformningen av den slutliga versionen av deponeringsmaskin för kapslar blir styrande för layouten av tunnlar oberoende av deponeringsmetod. SKI stöder SKB:s uppfattning om att en demonstration för att verifiera vald metod och utrustning av deponering kommer att behövas.

Teknik för återfyllning

SKI konstaterar att inga resultat från hittills genomförda tester i Äspölaboratoriet redovisas i Fud-rapporten. Däremot redovisas resultat från Återfyllning och pluggningstestet med bentonit och bergkross i förhållandet 30/70 (koncept A) i rapporten av Gunnarsson m.fl. (2004). Resultat från tester med kompakterad Friedlandlera redovisas av Pusch (2001) respektive Johannesson och Börgesson (2002).

Redovisade parametrar för blandningen bentonit/bergkross uppfyller angivna krav med undantag av hydraulisk konduktivitet som är något för hög ($4 \cdot 10^{-10}$ m/s). Det är troligt att återfyllning i försöket inte skulle motsvara kraven på tillräcklig täthet. Faktorer som bidrar till detta är potential för ojämn kornstorleksfördelning, kanalbildning och erosion samt en salthalt i grundvattnet över 1,2 %. I genomförda tester med Friedlandlera uppnåddes tillräcklig täthet men däremot inte tillräcklig låg kompressibilitet. I fälttestet fanns vissa praktiska problem med kompakteringen, speciellt nära tunneltaket.

SKI anser att SKB behöver presentera ett alternativ för återfyllning av tunnlar som kan visas ha goda förutsättningar att uppfylla ställda krav. Med tanke på att resultat från nya storskaliga tester inte kommer att genomföras förrän år 2008-2011 (Gunnarsson m.fl., 2004) behöver SKB särskilt analysera betydelsen av osäkerheter för återfyllnadens egenskaper och funktion i slutförvaret. Sådana analyser bör senast redovisas i samband med ansökan 2008.

Förslutningsteknik

I granskningen av Fud-program 2001 påtalade SKI att SKB bör utreda varför betongpluggen i Återfyllningsexperimentet i Äspölaboratoriet inte uppfyller täthetskravet. SKI konstaterar att SKB ännu inte redovisat några resultat från driftförslutning i form av pluggar i fullskaleexperimenten Återfyllning och pluggning respektive Prototypförvaret i Äspölaboratoriet.

Beträffande förslutningsteknik för tunnlar och speciellt borrhål är det knappast rimligt att SKB skall kunna presentera en slutlig lösning innan ansökan om slutförvaret lämnas till SKI. Vad respektavstånd anbelangar har SKB upprättat en PM (redovisad vid samrådsmöte med SKI och SSI) att inga respektavstånd från borrhål till deponeringshål behövs. Samtidigt säger SKB i Fud-programmet att frågan om avstånd mellan borrhål och deponeringshål skall hanteras i säkerhetsanalys och projektering. SKI upprepar, liksom SSI, sin rekommendation från granskning av Fud-program 2001 att SKB behåller någon form av respektavstånd mellan borrhål och deponeringshål. SKI anser dessutom att frågorna kring tätning av borrhål på stort djup där ”coredisking” och ”breakouts” förekommer närmare bör belysas i SKB:s program.

Återtag

I SKI:s föreskrifter och allmänna råd (SKI, 2002) anges i 8 § att ”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 skall analyseras och redovisas till Statens kärnkraftinspektion”. I de allmänna råden till 8 § anges att ”Åtgärder kan också vidtas under uppförande och drift med främsta syftet att underlätta återtagande av deponerat kärnämne och kärnavfall från slutförvaret, antingen under driftperioden eller efter förslutning”. För dessa åtgärder gäller att det bör framgå av säkerhetsredovisningen för anläggningen enligt 9 § att åtgärderna antingen har en liten och försumbar inverkan på slutförvarets säkerhet, eller att åtgärderna medför en förbättring av säkerheten, jämfört med fallet att åtgärderna ej vidtagits”.

Horisontell kapseldeponering

SKI avvaktar planerad säkerhetsanalys innan någon bedömning/värdering görs av långsiktig säkerhet och teknisk genomförbarhet av KBS-3H. SKB nämner ett antal kritiska frågor som behöver besvaras. Utöver dessa kan redan nu vissa farhågor väckas såsom begränsad flexibilitet att undvika (vattenförande) sprickor av varierande storlek och nedfallande block i tunneln och dess konsekvenser för bentonitens tätande förmåga. Även ogynnsamma höga bergspänningar kan medföra problem i såväl bygg- som deponeringsskede vilket medför förstärknings- och injekteringsbehov. Andra frågor som behöver besvaras är vilken maximal borrhålsavvikelse som kan accepteras för införande av deponeringscontainern i tunneln. Ytterligare frågor som behöver besvaras är distans-

blockens funktion vid ojämn vätning, termo-mekanisk utveckling av deponeringscontainern, svälltryckets uppbyggnad och bentonitens funktion i övergången mellan deponeringshål och tunnelperiferi.

4.5.2 Projektering

Projektering är en samlingsterm för de aktiviteter där tekniskt underlag samlas, bearbetas och analyseras för att sedan omsättas i bl.a. anläggningsbeskrivningar. Dessa utgör viktiga underlag för planering av byggskedet, säkerhetsanalys under drift, systemanalys, säkerhetsanalys för långsiktig säkerhet samt miljökonsekvensbeskrivning. De anläggningsbeskrivningar som tas fram efter inledande platsundersökningar i Forsmark och Simpevarp/Laxemar bildar sedan underlag för SKB:s ansökan om tillstånd att få påbörja byggandet av slutförvaret enligt miljöbalken och kärntekniklagen.

SKB:s redovisning

SKB nämner i kapitel 11 i Fud-rapporten att framtagning av huvud- och konstruktionshandlingar påbörjas under ansökningstiden och kommer sedan att fortsätta under byggskedet.

För utformningen av undermarksdelens bergrum i slutförvaret har SKB tagit fram ett dokument (SKB, 2004) som beskriver metodiken för projekteringen. I dokumentet anges också vilka av bergrumsprojekterings delresultat som ska kontrolleras av beställaren innan arbetet kan fortsätta.

SKB har i sin projekteringsmetodik för layout D1 byggt upp metodiken kring ett antal kritiska frågor som man senare systematiskt behandlar i ett antal projekteringssteg från A till L (SKB, 2004). För att lösa de enskilda projekteringsstegen refererar SKB sedan till metodikavsnitt för vardera bergmekanik och hydrogeologi.

SKB anser att projekterings uppgift är att anpassa anläggningen till den information om platsen som kommit fram. Samtidigt skall projekteringen lämna önskemål om hur fortsatta platsundersökningar skall genomföras med hänsyn till dess behov.

Konstruktionsförutsättningarna utgör en nödvändig grund för projektering och byggande. SKB delar in konstruktionsförutsättningarna för förvaret i krav samt i tekniska (bränsle) och naturliga förhållanden (platsen) och egenskaper som styr utformningen av anläggningen och processer som påverkar förvarets säkerhetsfunktioner och långsiktiga utveckling. Kraven kan brytas ned i intressentkrav, systemkrav (delsystemkrav) och utformningskrav.

SKB nämner i avsnittet 11.2.1 gällande konstruktionsförutsättningar hur de övergripande konstruktionsförutsättningarna som presenterades 2002 kommer att granskas och revideras och integreras med designarbetet. Ett datorprogram har anskaffats för att sköta den systematiska kravhanteringen.

SKB konstaterar att projekteringen av slutförvarsanläggningen sker stegvis och inför varje nytt steg i projekteringen uppdateras metodik och förutsättningar i takt med att

resultaten av platsundersökningarna blir tillgängliga, metoderna utvecklas och säkerhetsanalysen ger ny information.

Remissinstansernas synpunkter

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning anser att de särskilda regler som begränsar ägande och kontroll av klyvbart material kan även innebära begränsningar beträffande slutförvarets utformning och funktion.

SKI:s bedömning

Handlingar och projekteringsmetodik

SKI konstaterar att det inte går att utläsa av SKB:s beskrivning vilka huvud- och konstruktionshandlingar som SKB avser leverera före respektive efter ansökan om tillstånd att uppföra slutförvarsanläggningen. SKI anser det vara viktigt att SKB lämnar en mer detaljerad plan för vilka huvud- respektive konstruktionshandlingar man avser lämna som underlag till ansökan.

Beträffande SKB:s projekteringsmetodik anser SKI att det finns ett alternativt sätt att genomföra projekteringen genom att behandla var och en av systemdelarna ramp, schakt, bergrum, tunnlar, deponeringshål etc. och belysa de kritiska frågorna och föreslå utformning och placering med hänsyn till de geologiska förutsättningarna. Inför arbetet med projekteringen av layout D2 bör SKB utvärdera erfarenheterna av projekteringsarbetet för layout D1 och samtidigt överväga en mer systematisk layoutmetod.

I samband med platsundersökningarna presenterar SKB platsbeskrivande modeller inom var och en av disciplinerna geologi, hydrogeologi, bergmekanik, termiska egenskaper, transport, hydrokemi och ekosystem. SKI anser att för projekteringen av layout D1 har utformningen med hänsyn till bergets termiska egenskaper fått en alltför undanskymd plats eftersom de termiska egenskaperna hos berget och bränslekapslarnas värmeinnehåll har en mycket viktig roll för layoutarbetet. SKI vill därmed betona vikten av att de termiska frågorna vid förvarsutformningen ges ökat utrymme i det fortsatta projekteringsarbetet.

Som nämnts ovan anser SKB att projekteringsens uppgift är att anpassa anläggningen till den information om platsen som kommit fram samtidigt som projekteringen skall lämna önskemål om hur fortsatta platsundersökningar skall genomföras med hänsyn till projekteringsens behov. SKI anser detta vara en delikat uppgift/balansgång för SKB eftersom projekteringsbehoven i ett tidigt skede av undersökningarna inte får bli alltför styrande på bekostnad av platskaraktiseringen.

SKB har anskaffat ett datorprogram för att sköta den systematiska kravhanteringen (konstruktionsförutsättningarna). SKI avser följa arbetet med att utveckla databasverktyget för de övergripande konstruktionsförutsättningarna och dess användning för projekteringen av undermarksdelen i D2 samt löpande ta del av SKB:s arbete med ett system för digitalt ritnings- och dokumenthanteringssystem. Inte minst ur kärnämneskontrollsynpunkt är det viktigt att en tillförlitlig dokumentation av anläggningen finns lätt tillgänglig.

Beträffande styrning och kontroll avseende projektering instämmer SKI helt i SKB:s plan att projekteringen skall kunna drivas med tydliga gränssnitt (stegvis beslutsprocess), effektivitet och spårbarhet. SKI håller också med SKB att det är viktigt att all information av betydelse för slutförvarsprojektet dokumenteras och bevaras. SKI har i detta skede heller inga omedelbara invändningar mot SKB:s förslag beträffande slutförvarets principiella anläggningsutformning med ramp, skipschakt, hisschakt och tre ventilationsschakt.

Beträffande genomförande av slutförvarsprojektet som en stegvis (projekterings)process har SKI inget att invända mot detta. SKI noterar också att förutsättningarna förändras i takt med att ny information successivt blir tillgänglig. Detta innebär att handlingsutrymmet för möjliga framtida förändringar begränsas alltmer i projekteringen och att tidiga (tvetydiga) val blir svåra att åtgärda i ett senare skede.

4.5.3 Övervakning, kärnämneskontroll och fysiskt skydd

Det ideala förhållandet är att slutförvaret skall konstrueras så att det är säkert även utan övervakning och/eller underhåll såväl under drift som efter förslutning. Det internationella regelverket, liksom det svenska regelverket, förespråkar dock långtidsobservationer under alla steg i genomförandet av slutförvaret med begränsningen att det förslutna förvarets säkerhet inte skall vara beroende av långtidsobservationer eller av kommande underhåll. De steg och åtgärder som vidtas, för att genomföra långtidsobservationer, skall antingen ha en liten eller försumbar påverkan på förvarets säkerhet eller medföra en förbättrad säkerhet.

Långtidsobservationer och mätningar krävs för att öka den vetenskapliga förståelsen för platsen och förvaret. SKB har därför mot denna bakgrund utarbetat riktlinjer för att genomföra långtidsobservationer (kontrollprogram) under platsundersöknings-, bygg- och driftskedena. Kraven på icke-spridningskontroll av klyvbart material (safeguards) och på fysiskt skydd av detsamma är också höga.

SKB:s redovisning

SKB:s specifika syften med långtidsobservationer är att: erhålla kunskap om ostörda förhållanden i naturen och dess säsongsvariationer, stärka förståelsen av slutförvarssystemets funktion, följa förvarets miljöpåverkan, ge underlag för kontroll av arbetsmiljön och visa att krav på kärnämneskontroll uppfylls.

SKB:s programplan är att under platsundersökningarna samla information om t.ex. markanvändning, ytnära ekosystem, geologi, hydrogeologi, bergmekanik och hydrokemi. Under byggskedet fortskrider detaljerade undersökningar av berget från ytan samtidigt som undermarksdelen anläggs och berget undersöks. Under driftskedet kan långtidsobservationer av temperatur, mikroseismik, grundvattentryck etc. pågå liksom kontroll av återmättnad och tryckuppbyggnad i återfyllningen.

Sverige har accepterat att allt kärnämne står under internationell kontroll. Kontrollen utförs av Euratom och IAEA och på nationell nivå av SKI. Det finns ett policydokument hos IAEA från 1997 där IAEA konstaterar att safeguards för slutförvaret kommer att krävas så länge kärnämneskontroll tillämpas. Vidare pågår internationell aktivitet för

framtagande av mekanismer för kontrollen. SKB konstaterar att kapseln måste kunna identifieras och att någon form av verifiering behövs av att kapseln som placeras i slutförvaret är oförändrad sedan inkapslingen.

SKB framhåller även vikten av att djupförvarets konstruktion måste kunna kontrolleras av kontrollorganen så att den överensstämmer med redovisad konstruktion under såväl byggnation, drift som återförslutning.

Slutligen konstaterar SKB att utvecklingen av kärnämneskontrollen kan medföra att nya tekniker såsom omgivningsprovtagning och satellitövervakning kan komma att användas vilket i sin tur kan komma att påverka utformningen av kontrollkraven. SKB avser att följa den internationella utvecklingen men avser inte själva bedriva någon utvecklingsverksamhet inom området.

Fysiskt skydd omfattar den bevakning och andra åtgärder som vidtas för att skydda bränslet och annat radioaktivt material från tillgrepp eller yttre påverkan.

Remissinstansernas synpunkter

Avfallskedjan och Oss noterar att för boende i området och kommunpolitiker där slutförvaret planeras ligga är frågan om lokaliseringens imagepåverkan viktig. Avfallskedjan anser därför att SKB snarast måste redovisa hur man tänker sig märka ut slutförvarsplatsen så att den avskräcker till intrång och fungerar som kärnämneskontroll, samt redovisa hur detta skall kunna ske utan att man samtidigt stigmatiserar området.

Folkkampanjen för kärnkraft-kärnvapen noterar att sedan förvaret väl tillslutits skall, såvitt man kan förstå, långtidsobservationer upphöra. Den enda framtida övervakningen och kontrollen skall därmed begränsas till eventuell övervakning av tillträde till området och kärnämneskontroll som SKB tänker sig kunna ske med satellitövervakning.

Folkkampanjen ställer två frågor till SKB;

- 1) Är det ansvarsfullt och rimligt att kallsinnigt frånhända de generationer som kommer efter oss varje möjlighet att kunna kontrollera det potentiella hot mot deras livsmiljö som detta långtidsexperiment utgör?
- 2) Borde inte vårt ansvar i stället kräva att vi vidtog varje tänkbar åtgärd för att projektet skulle kunna följas och övervakas så långt in i framtiden som möjligt och därmed minska riskerna för kommande generationer och samtidigt ge dem möjligheten att få ovärderlig praktisk erfarenhet av detta koncept för kärnavfallsförvaring i berg?

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) anser att frågan om hur övervakning av slutförvaret skall utformas efter tillslutning och hur en sådan övervakning skall finansieras måste lösas innan beslut om metod och lokalisering fattas. MKG anser att Fud-programmet bör beakta denna frågeställning på allvar.

Naturvårdsverket finner det särskilt viktigt för SKB att ytterligare utveckla arbetet med genomförande av miljökonsekvensstudier under planerings-, etablerings- och byggskedena av avfallsupplag och långsiktigt under driftperioden. Dessutom bör SKB ta fram program för miljöövervakning och fortlöpande tolka insamlade data och avrapportera dessa för eventuella åtgärder.

SSI framhåller att det kan tyckas att frågeställningar beträffande långtidsövervakning efter förvarets förslutning ligger för långt in i framtiden för att kräva en belysning, men SSI uppfattar att här finns ett stort allmänt intresse. En samsyn från flera håll behövs, där SSI utgör en aktör. SSI menar t.ex. att sådan övervakning som har liknande syften som den miljöövervakning och utsläppskontroll som beskrivs i Euratomfördragets artiklar 36 och 37 rimligen kan övertas av staten genom den relevanta myndigheten i ett skede efter förslutning. (SSI utför denna kontroll och rapportering i dagsläget.)

SSI framhåller vidare att det är klart att sådan information som hör till kärnämneskontroll också kan utgöra information i ett informationsbevarandeperspektiv. SSI noterar att den internationellt arkiverade kärnämneskontrollinformationen utgör, tillsammans med övrig rapportering inom IAEA:s s.k. avfallskonvention en värdefull komponent i ett framtida arkiv över avfallsförvar.

Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) anser det vara oroande att SKB inte planerar någon egen utveckling eller demonstration av utrustning för fysisk säkerhet (safeguard) under perioden 2005-2010, utan endast avser följa den internationella utvecklingen.

FOI anser vidare att SKB bör studera och ta fram metoder för att verifiera att det material som kommer fram till slutförvaret överensstämmer med det som lämnat inkapslingsanläggningen. Samverkan bör i detta arbete ske med SKI och andra ansvariga myndigheter.

Oskarshamns kommun ser det som angeläget att formerna för övervakning/kontroll av eventuella läckage av radioaktiva ämnen från slutförvaret utreds i god tid innan ansökan. Detta gäller såväl under deponeringsfasen som efter förslutningen. Möjligheterna till långsiktig övervakning bör utvecklas och vara föremål för samråd med närboende. Detta samråd bör även inbegripa myndigheterna som behöver fördjupa sitt engagemang i frågan och föra en dialog med allmänheten.

Kommunen noterar vidare att kunskapen om kärnämneskontroll, hur de är uppbyggda, vilka myndigheter, nationella och internationella, som har ansvaret osv. är låg bland de närboende. Detta behöver avhjälpas genom insatser från myndigheterna. Även dokumentationen av slutförvaret på både kort och lång sikt är mycket viktig. Närboende har genom Misterhultsgruppen visat intresse av att medverka i diskussioner om dokumentation/markering på lång sikt.

SKI:s bedömning

I myndigheternas föreskrifter, särskilt SSI:s, förespråkas långtidsobservationer under alla steg i genomförandet av slutförvaret. Det förslutna förvarets säkerhet skall dock inte vara beroende av långtidsobservationer eller av kommande underhåll.

SKI anser det rimligt att SKB mer detaljerat redovisar sina planer för typ och frekvens av framtida monitorering som planeras under såväl byggskedet som inledande driftskede.

SKI konstaterar att långtidsobservationer i form av mätningar görs för att bestämma successiva förändringar i miljön. En av de svåraste uppgifterna i övervakningsarbetet under bygg- och driftskedet är att bestämma olika tröskelvärden, larmnivåer och åtgärdsprogram i den händelse åsatta gränsvärden och larmnivåer överskrids. SKI

uppmanar därför SKB att fortsätta det inledande arbetet inom detta område i takt med att designarbetet fortskrider.

SKI finner att i tabell 4-1 i SKB R-04-13 (Bäckblom och Almén, 2004) som redovisar möjliga övervakningsaktiviteter för olika skeden av utbyggnaden av ett förvar saknas bl.a. ett övervakningssystem för deformationsmätningar i anslutning till större sprick- och svaghetszoner vilket SKI anser motiverat att etablera.

SKI delar SKB:s uppfattning att någon form av institutionell kontroll kan antas pågå även efter förslutning om inte annat med hänsyn till kärnämneskontroll och fysiskt skydd.

SKI kan också konstatera att SKB har för avsikt att vid utformningen av slutförvaret kommer hänsyn tas till problematiken beträffande kärnämneskontroll redan vid designstadiet och beakta tillsynsorganens (IAEA, SKI) synpunkter på t.ex. placering av övervakningsutrustning.

SKI anser att SKB väl beskrivit läget av internationell kärnämneskontroll vid slutförvar men konstaterar att beskrivningen är allmänt hållen vilket är förståeligt eftersom det här rör sig om en ny typ av anläggning för vilket en utarbetad kärnämneskontroll inte finns. SKB påpekar att det pågår arbete inom området och att SKB deltar i ett flertal fora vilket är viktigt för kunskapsinhämtande och för möjligheten att påverka kontrollen så att den blir realistisk och genomförbar.

SKI anser det vara bra att SKB pekar på vikten av att verifiera designen av anläggningen men SKB borde här även nämna arbetet som pågår i Finland där IAEA, EU-kommisionen och STUK (Finlands strålskydds- och kärnsäkerhetsmyndighet) bereds möjlighet att följa konstruktionen av det planerade slutförvaret i anslutning till befintliga kärnkraftsreaktorer i Olkiluoto. SKI rekommenderar SKB att noga följa den processen eftersom där kan prejudicerande koncept för kärnämneskontroll för slutförvar skapas.

SKB bör också, i enlighet med FOI:s remissvar, närmare beskriva hur man kommer att försäkra sig om att materialet kommer fram till slutförvaret i oförändrat skick.

SKI:s krav på det fysiska skyddet framgår av den kommande föreskriften om fysiskt skydd av kärntekniska anläggningar (SKIFS 2005:1). Föreskriften har sänts till bl.a. SKB på remiss under våren 2005.

SKI vill framhålla att det är viktigt att åtgärder för fysiskt skydd planeras i ett tidigt skede och ingår i den grundläggande designen av slutförvaret.

4.5.4 SKI:s sammanfattande bedömning slutförvar

SKI förväntar sig, med hänvisning till gällande lagstiftning, att SKB fortsättningsvis använder begreppet slutförvar vid beskrivning av förvaret för utbränt kärnbränsle.

Om SKB menar allvar med uppställt krav om begränsad påverkan på berget i slutförvaret bör SKB fastslå att mekanisk brytning av såväl deponeringstunnlar som

deponeringshål skall ske. Metoden ger minst skadezon runt öppningarna, bästa möjliga väggstabilitet, minimal bergförstärkning och sannolikt mindre tätningsbehov. SKI håller därmed inte med SKB att handlingsfrihet finns beträffande metod för berguttag ända fram till uttag av deponeringstunnlar och deponeringshål och även efter påbörjad deponering.

Om forskningen med att utveckla ej cementbaserade material med god inträngning i fina sprickor respektive utveckling av cementbaserade bruk som ger lakvatten med pH lägre än 11 inte uppnås, bedöms det vara av utomordentlig vikt att hela tätningsarbetet i förvaret genomförs genom systematisk förinjektering. Syftet att så långt möjligt undvika inläckage som medför en ökad grundvattenströmning genom förvaret och därmed en ökad urlakning.

SKI konstaterar att injekteringsarbetet hittills i första hand varit inriktat på tätning av enskilda små sprickor och spricksystem. Arbetet med att utveckla teknik för att täta större sprickor och sprickzoner, som kommer att krävas under byggskedet, har varit eftersatt. SKI anser att tätning av större sprickzoner också måste ingå i SKB:s forskningsprogram om injektering.

Trots SKI:s positiva syn på isostatpressning av bentonitblock vid granskning av Fud-program 2001 är SKB sena med arbetet. Tiden är nu knapp att hinna med skisserat program eftersom en isostatpress för fullskaleblock ännu ej finns tillgänglig.

SKI upprepar synpunkten från senaste Fud-granskningen att val av återfyllning bör ske i god tid före ansökan om byggande av slutförvaret inlämnas till SKI, som enligt SKB:s plan skall ske 2008. SKI anser att SKB behöver presentera ett alternativ för återfyllning av tunnlar som kan visas ha goda förutsättningar att uppfylla ställda krav.

SKI ser nu uppenbara svårigheter för SKB att hinna genomföra tillräckligt omfattande tester för återfyllningen innan ansökan lämnas 2008. Detta framgår också av rapporten från Gunnarsson m fl. (2004) där storskaliga tester planeras först 2008-2011.

Beträffande horisontell deponering finns vissa farhågor för såväl praktiskt genomförande som långsiktig säkerhet såsom begränsad flexibilitet att undvika (vattenförande) sprickor av varierande storlek och nedfallande block i tunneln och dess konsekvenser för bentonitens tätande förmåga. Även ogynnsamma höga bergspänningar kan medföra problem i såväl bygg- som deponeringsskede vilket medför förstärknings- och injekteringsbehov. SKI anser att andra frågor som SKB behöver besvara är vilken maximal borrhålsavvikelse som kan accepteras för införande av deponeringscontainern i tunneln. Ytterligare frågor som behöver besvaras är distansblockens funktion vid ojämn vätning, termo-mekanisk utveckling av deponeringscontainern, svälltryckets uppbyggnad och bentonitens funktion i övergången deponeringshål och tunnelperiferi.

SKI upprepar sin rekommendation från granskning av Fud-program 2001 att SKB behåller någon form av respektavstånd mellan borrhål och deponeringshål.

SKI anser det vara viktigt att SKB lämnar en mer detaljerad plan för vilka huvud- respektive konstruktionshandlingar man avser lämna som underlag till ansökan.

SKI anser att för projekteringen av layout D1 har utformningen med hänsyn till bergets termiska egenskaper fått en alltför undanskymd plats eftersom de termiska egenskaperna hos berget och bränslekapslarnas värmeinhåll har en mycket viktig roll för layoutarbetet. SKI vill därmed betona vikten av att de termiska frågorna vid förvarsutformningen ges ökat utrymme i det fortsatta projekteringsarbetet.

Som nämnts ovan anser SKB att projekteringsuppgiften är att anpassa anläggningen till den information om platsen som kommit fram samtidigt som projekteringen skall lämna önskemål om hur fortsatta platsundersökningar skall genomföras med hänsyn till projekteringsbehov. SKI anser detta vara en delikat uppgift för SKB eftersom projekteringsbehoven i ett tidigt skede av undersökningarna inte får bli alltför styrande på bekostnad av platskaraktäriseringen.

SKI anser det rimligt att SKB mer detaljerat redovisar sina planer för typ och frekvens av framtida monitoring som planeras under såväl byggskedet som inledande driftskede.

SKI delar också SKB:s uppfattning att någon form av institutionell kontroll kan antas pågå även efter förslutning om inte annat med hänsyn till kärnämneskontroll (safeguards) och fysiskt skydd.

SKI rekommenderar SKB att noga följa processen vid konstruktion av Posivas anläggning för slutförvar i Finland eftersom där kan prejudicerande koncept för kärnämneskontroll för slutförvar skapas.

SKB bör också närmare beskriva hur man kommer att försäkra sig om att materialet från inkapslingsanläggningen kommer fram till slutförvaret i oförändrat skick.

SKI vill också framhålla att det är viktigt att åtgärder för fysiskt skydd planeras i ett tidigt skede och ingår i den grundläggande designen av slutförvaret.

4.6 Transporter av inkapslat bränsle

SKI kommenterar i detta avsnitt kapitel 9 Transporter i SKB:s Fud-program 2004.

SKB:s redovisning

I jämförelse med Fud-program 2001 ger SKB i 2004 års program bränsletransporter ett större utrymme. SKB:s beskrivning av hur transporter av inkapslat bränsle kan komma att gå till utgår från att inkapslingsanläggningen blir belägen intill Clab i Simpevarp. SKB berör även möjligheten till en placering av inkapslingsanläggningen intill ett djupförvar i Forsmark.

Oavsett om djupförvaret placeras i Simpevarp eller Forsmark blir landtransporterna begränsade till några kilometer. Landtransporterna kommer därför att göras med de terminalfordon som används för att köra av och på Sigyn eller hennes efterföljare. Sjötransport blir endast aktuell om förvaret placeras i Forsmark. Det handlar då om minst tjugo transporter per år, med upp till tio transportbehållare per transport. Dessa transporter adderas till de, åtminstone i början av driften, samtidigt pågående trans-

porterna från kraftverken till Clab och SFR. För närvarande är det i genomsnitt ca trettio stycken transporter per år.

SKB anger att en projektering av kapseltransportbehållare har påbörjats under 2004. SKB framhåller att den kommande transportverksamheten i stort kommer att bygga på redan känd teknik och avses genomföras på ett sätt som liknar dagens transporter till Clab. Nuvarande internationella och nationella regler för transport av radioaktivt material beskrivs i grova drag.

Remissinstansernas synpunkter

Den remissinstans som givit mest utrymme åt transportfrågorna är Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI). FOI menar att även om SKB visar att man kommer att klara av sin uppgift att slutförvara avfallet från kärnkraften på ett ur miljösynpunkt säkert sätt, så belyser SKB alltför begränsat risken för spridning av kärnämne och därmed spridning av kärnavapen till terrorister eller kriminella. FOI menar att SKB bör beakta tre områden:

- analysera tänkbara hot genom att ta fram ett antal realistiska scenarier
- bedöma tekniska skyddssystem i form av utrustning, teknik och taktik för övervakning av radioaktivt material i samband med transport
- bedöma tekniska verifikationssystem som skall kontrollera att transportbehållarna vid ankomst innehåller samma material som när de sändes.

Naturvårdsverket menar att ansvarsfrågorna i händelse av olyckor i samband med bl.a. transporter behöver ses över. Naturvårdsverket finner det särskilt viktigt att minimera riskerna för människa och miljö och vidta nödvändiga säkerhetsåtgärder för undvikande av icke-planerade störningar vid transporter av radioaktivt material.

Oskarshamns kommun menar att transporter av kärnavfall i största möjliga utsträckning bör ske utanför det allmänna vägnätet och att alternativet med ett tunnelsystem direkt från inkapsling till slutförvar särskilt bör belysas.

SSI konstaterar att antalet kapslar som kommer att transporteras från inkapslingsanläggningen till slutförvaret ställer helt nya krav på dimensionering av transportsystemet. Slutförvarssystemets känslighet för störningar av transporterna måste beaktas.

En andra fråga som SSI berör är att redovisning till myndigheterna av en specifik transport bör ske först efter det att kapseln de facto är försluten och innehållet därmed definitivt är klart.

SSI nämner också de svårigheter med längre landtransporter som måste beaktas om slutförvarets plats blir någon annan än Simpevarp eller Forsmark.

SKI:s bedömning

Det är ett omfattande arbete att projektera, tillverka och certifiera en transportbehållare av typ B. Det är bra att SKB har påbörjat detta arbete, men man bör även fastställa en tidsplan för hela tillverknings- och certifieringsproceduren så att inte brist på godkända transportbehållare blir en flaskhals. Det finns i dag inte några behållare på världsmarknaden som är konstruerade för kopparkapslar med bränsle.

Antalet transportbehållare som skall transporteras per år kommer att bli i storleksordningen tre till fyra gånger så många som idag. Detta är en avsevärd transportverksamhet. Det förefaller därför som en underdrift när SKB skriver att dessa transporter "varken tekniskt eller organisatoriskt innebär någon principiell skillnad jämfört med idag". SKI delar dock SKB:s uppfattning att det främst är fråga om att utvidga ett befintligt transportsystem och att det inte borde finnas några okända tekniska hinder för detta.

SKB:s redovisning av nuvarande regelverk på transportområdet är otydlig och delvis felaktig. Bland annat refererar SKB till redan utgångna regelverk. Det är otydligt vad som kommer av regelverken för transport av farligt gods, och vad som kommer av kärnteknik- och strålskyddslag. Dessutom utgår redovisningen från att SKI kommer att ställa samma villkor för transporterna som SKI gör idag, vilket inte är självklart. När nuvarande tillståndsvillkor omnämns förbigås dessutom helt frågan om fysiskt skydd.

Behovet av ett väl genomtänkt system för fysiskt skydd av kärnämne har som bekant accentuerats under senare år. SKI delar därför den uppfattning som framförts av FOI att SKB behöver flytta fram positionerna på detta område. När det gäller att analysera tänkbara hot och scenarier, är det främst en uppgift för myndigheter. Utrustning, teknik och taktik för övervakning av bränslet i samband med transport är dock områden som SKB bör penetrera.

Till transporter hör även lastning och lossning. SKB bör redovisa hur dessa moment skall gå till, t.ex. vad som behöver automatiseras eftersom strålningsnivån blir för hög för människor att arbeta i.

5 Säkerhetsanalys

I detta avsnitt kommenteras kapitel 14 Säkerhetsanalys i SKB:s Fud-program 2004. SKI har beaktat att förutsättningarna har ändrats något efter det att Fud-programmet färdigställts.

SKB:s redovisning

SKB diskuterar i huvudsak tre planerade säkerhetsanalyser:

- SR-Can som kommer att färdigställas under 2006. Analysen kommer att tillhöra bakgrundsmaterialet till ansökan om att få uppföra en inkapslingsanläggning. Enligt SKB:s modifierade handlingsplan framtagen våren 2005 kommer dock SR-Can inte vara ett direkt underlag för ansökan.
- Posivas säkerhetsanalys för horisontell deponering (KBS-3H) som kommer att färdigställas under 2007. Analysen kommer att tas fram i samarbete med SKB och metodiken kommer delvis baseras på SR-Can. Analysen behöver särskilt fokusera på de aspekter för vilka det finns betydande skillnader mellan de två deponeringsmetoderna.
- SR-Site som kommer att färdigställas under 2008. Denna analys bildar del av underlag för ansökan om att få uppföra ett slutförvar och enligt SKB:s modifierade handlingsplan även inkapslingsanläggningen.

SKB har nyligen redovisat förbättringar inom säkerhetsanalysmetodik i interimrapporten för SR-Can (SKB, 2004).

Inom området integrerad modellering har SKB utvecklat en systemutvecklingsmodell för tekniska barriärer i närområdet av ett slutförvar. Denna modell innehåller en starkt förenklad representation av termiska, hydrauliska, mekaniska och kemiska processer som påverkar de tekniska barriärernas förmåga att isolera det använda bränslet. Syftet med att ta fram denna modell är att förbättra möjligheterna till kontroll av hanteringen av enskilda processer, kvalitetssäkring, samt probabilistiska beräkningar. De förenklade modellerna är ett komplement snarare än en ersättare av detaljerade processmodeller.

Området radionuklidtransport- och dosberäkningar kan grovt delas in i delområdena närområdet, fjärrområdet samt biosfären. Ett underlag för samtliga dessa delar utgörs av grundvattenflödesberäkningar som genomförs separat. SKB har sedan länge kopplat samman när- och fjärrområde samt genomfört probabilistiska beräkningar med Proper-paketet. För att öka flexibiliteten inför SR-Can har nu programpaketet Tensit implementerats som kan köras i PC-miljö. Tensit är baserat på Matlab. För probabilistiska beräkningar kommer SKB även att använda programmet @risk. För närområdesmodellen används såsom tidigare Comp23. Detta program har dock utvecklats för att kunna hantera advektion och delade lösligheter. För fjärrområdet skall liksom tidigare Farf31 användas. Nytt för biosfärsberäkningar är att man kan beakta att människor exponeras för radionuklider från flera ekosystem samtidigt. För denna typ av beräkningar kommer Matlab/Simulink att användas. Processmodeller kommer att komplettera de kompartmentbaserade biosfärsmodeller som använts tidigare.

SKB har tagit fram analytiska/förenklade versioner av när- och fjärrområdesmodellerna. Dessa kommer användas som komplement till de detaljerade numeriska modellerna.

Remissinstansernas synpunkter

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen anser att kunskapsunderlaget för säkerhetsanalys är förvånansvärt ojämnt. Detta bedöms få effekten att en förståelse för delsystemens samverkan inte kan uppnås och därmed är utvärderingen av risk och säkerhet knappast möjlig. Folkkampanjen anser vidare att Fud-programmet är oöverskådligt samt påminner om att brister identifierats i samband med granskning av SKB:s senaste säkerhetsanalys för SFR (SAFE).

Lokala säkerhetsnämnden i Östhammars kommun anser att SKB:s redovisning som inskränker sig till beräkningsteknik är otillräcklig. Nämnden hade önskat en redovisning av hur analysarbetet byggts upp för att möta gällande krav som miljöbalken samt SKI:s och SSI:s föreskrifter.

Miljörörelsens kärnavfallssektariat saknar en systemanalys som behandlar scenarier för händelser och incidenter som kan inträffa under den tid avfallet är livsfarligt.

Oskarshamns kommun anser att det är viktigt att myndigheterna redogör för sin uppfattning om hur långt SKB:s program behöver ha kommit innan en ansökan kan handläggas.

Oskarshamns kommun undrar varför inte SKB redogör för uppdaterade föreskrifter (SKIFS 2004:1) och nya allmänna råd (till SSI FS 1998:1). SKB borde visa att man har en beredskap för den betydande påverkan dessa kan ha för säkerhetsanalysens genomförande.

Oskarshamns kommun efterfrågar också en metodik för dialog om säkerhetsanalysen. Mot bakgrund av detta anser man att det är otillfredsställande att kapitel 14 i Fud-programmet är inriktat mot detaljer i beräkningsmodeller. Det hade varit mera angeläget att redovisa en övergripande metodik på ett sådant sätt att den kan användas av ickeexperter. En dialog behövs t.ex. avseende valet av scenarier. Kommunen efterfrågar vidare en större tydlighet om kopplingen mellan säkerhetsanalys och platsundersökningar.

Statens strålskyddsinstitut (SSI) har förståelse för att SKB inte fullständigt redovisat metodutvecklingen för säkerhetsanalys i Fud-programmet med tanke på att en sådan redovisning finns i interimrapporten till SR-Can. SSI anser dock att SKB borde ha haft med en kort sammanfattning i Fud-programmet.

SSI påpekar att det finns ett behov av att åtgärda de brister i SKB:s metodik som bl.a. framförts vid samrådet för system- och säkerhetsanalys. SSI ser därför positivt på att myndigheterna enligt SKB:s modifierade handlingsplan kommer att ges tillfälle att kommentera SR-Can innan SKB:s metod för säkerhetsanalys används som underlag för en ansökan.

SSI anser att det är bra att SKB utvecklar förenklade modeller för en integrerad beskrivning av processer av betydelse för slutförvarets utveckling samt radionuklidtransport. SSI önskar dock att SKB förtydligar vilken användning dessa kommer ha i säkerhetsanalys. SSI önskar dessutom att SKB beskriver hur alla SKB:s modeller kopplar till varandra.

Enligt SSI är det bra att SKB vidareutvecklat COMP23 men SKB bör i sitt fortsatta arbete förtydliga betydelsen av konceptuella förenklingar för närområdesmodellen. SKB bör särskilt utreda giltigheten av de transportresistanser som används för övergången mellan litet hål i kapseln och bufferten samt bufferten och en spricka i berget.

Stockholms universitet (Pereira) frågar sig vilka steg SKB behöver ta för att kunna tillgodogöra sig Posivas säkerhetsanalys av horisontell deponering vid Olkiluoto.

Östhammars kommun anser att kapitel 14 i Fud-programmet inte ger en bra överblick om säkerhetsanalysens metoder och syften. Kommunen anser vidare att det saknas en systematisk genomgång över hur aktuella föreskrifter och allmänna råd kommer att hanteras. Även om denna information kan vara tillgänglig i andra dokument anser man att Fud-programmet bör innehålla en översikt över dessa områden.

SKI:s bedömning

SKI bedömer att SKB lämnat tillräcklig information om den pågående utvecklingen av säkerhetsanalys, t.ex. säkerhetsanalysmetodik samt dess koppling till föreskrifter och allmänna råd. Bakgrunden till detta är de aktiviteter som genomförts inom det pågående samrådet och system- och säkerhetsanalys med SKI, SSI, SKB och de berörda kommunerna (som deltar som observatörer). En särskilt viktig del av detta arbete har varit SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s interimrapport för SR-Can (SKI och SSI, 2005) och den internationella expertgranskning som genomförts (Sagar m.fl., 2005). I och med att SR-Can inte kommer att utgöra ett direkt underlag (enligt SKB:s modifierade handlingsplan) till en ansökan kommer det att finnas ytterligare möjligheter för myndigheterna att följa upp SKB:s tolkning av föreskrifter och allmänna råd innan de tillämpas fullt ut. En fråga som SKB särskilt bör observera är flexibilitet i tidsplanering för att kunna ta omhand granskningskommentarer inför färdigställandet av SR-Site.

SKI har förståelse för att flera remissinstanser anser att SKB:s redovisning om säkerhetsanalys är ofullständig i Fud-program 2004. Det är inte uppenbart varför SKB särskilt valt att fokusera på beräkningsmodeller. SKI anser att en något mera utförlig redovisning om säkerhetsanalysmetodik och kommande säkerhetsanalyser hade varit befogad. Särskilt viktigt i detta sammanhang är att SKB beaktar de starka önskemål från flera remissinstanser att säkerhetsanalysfrågor också skall presenteras på ett sätt som är förståeligt för icke-expert. SKI anser att SKB bör lägga ner ett omsorgsfullt arbete på att ta fram en tillgänglig framställning av SR-Can och SR-Site, så att både problem och möjligheter som SKB har att ta ställning till presenteras på ett allsidigt sätt.

Beträffande utvecklingen av koder anser SKI att SKB bör se över rutiner och instruktioner för dokumentationen, då vissa tidigare brister har identifierats (Hicks, 2005). Särskilt om det förekommit upprepade uppdateringar och modifieringar har det visat sig

svårt att bilda sig en uppfattning om fullständighet och relevans av åberopad dokumentation.

SKI anser att SKB:s förenklade modeller för förvarets utveckling och radionuklidtransport ökar förutsättningarna för flexibilitet, integration och kvalitetssäkring. SKI håller dock med SSI om att SKB bör redogöra för modellernas begränsningar och bättre beskriva de konceptuella förenklingarna som utnyttjas. Såsom SSI påpekar är transportresistanser för gränsen mellan kapsel och buffert, samt buffert och berg mycket betydelsefulla parametrar för beskrivningen av radionuklidtransport.

SKI anser, liksom SSI, att SKB behöver utveckla sin metod för säkerhetsanalys inför kommande ansökningar. I myndigheternas granskning av interimrapporten drogs slutsatsen att många väsentliga förbättringar genomförts sedan SKB:s senaste säkerhetsanalys SR 97 men inom vissa områden krävs det dock ytterligare förbättringar eller förtydliganden avseende t.ex.:

- metod för val av scenarier och dess tillämpning
- val av scenarievarianter och beräkningsfall för en fullständig riskanalys
- hanteringen av ogynnsamma FEPs, även de som utesluts på ett tidigt stadium
- hanteringen av avvikelser i initiala tillståndet och mänskligt felhandlande
- kartläggning av koder och dess inbördes förhållande
- klarläggande av användning av funktionsindikatorer och preliminära utvärderingar
- iterativt förfarande i säkerhetsanalys
- kvalitetssäkring av säkerhetsanalys
- presentation av argument för kravuppfyllelse.

För vissa av dessa punkter kommer kompletterande redovisningar tas fram inom samråd för system- och säkerhetsanalys (t.ex. kvalitetssäkring, metod för val av scenarier), medan andra sannolikt inte kan bedömas förrän den fullständiga SR-Can finns tillgänglig (t.ex. beräkningsfall fullständig riskanalys, iterativt förfarande).

SKI håller med Stockholms universitet (Pereira) om att det inte är helt klart hur Posivas säkerhetsanalys för horisontell deponering kommer att användas av SKB. Behöver analysen anpassas med information från de svenska platsundersökningarna innan SKB har tillräckligt underlag för att fatta beslut om att gå vidare med KBS-3H? Finns det platsspecifika förhållanden som kan försvåra genomförandet och som inte beaktas tillräckligt av Posivas analys (t.ex. höga bergspänningar)?

SKI uppmanar SKB att i säkerhetsanalysens huvudrapport mer utförligt hantera förvarets isolerande fas eftersom den motsvarar en tyngdpunkt i SKB:s koncept för demonstration av säker slutförvaring.

SKI avser att genomföra en inledande granskning efter att en ansökan lämnats in. Målet är att bedöma om det finns behov av kompletteringar (omfattning eller innehåll ej enligt förväntningar). Detta utesluter naturligtvis inte att behov av kompletteringar identifieras i senare skeden av granskningen. För SR-Can, som enligt nuvarande plan inte kommer vara ett direkt underlag för ansökan, har SKI föreslagit att utfrågningar av SKB genomförs under våren 2007.

SKI bedriver i samarbete med främst SSI en rad aktiviteter för att förbereda kommande granskningar. Dessa aktiviteter har dessutom givit myndigheterna många möjligheter att uppmärksamma SKB på brister i tillgängligt material. Exempel är:

- workshops med särskilda teman av stor vikt för säkerhetsanalys (ex. SKI 2002, 2003, 2004, 2004a). Vid fyra av sex tillfällen har utfrågningar av SKB genomförts
- utveckling av oberoende modelleringsverktyg för att bedöma SKB:s säkerhetsanalys (Maul m.fl., 2003)
- granskning av SKB:s beräkningar (Maul och Robinson, 2005)
- granskning av SKB:s kvalitetssäkring av koder (Hicks, 2005)
- granskning av SKB:s platsundersökningar inom ramen för INSITE (SKI:s expertgrupp) och OVERSITE (SSI:s expertgrupp).

SKI har intentionen att driva vidare samtliga dessa aktiviteter och avser inom det närmsta året att ta fram granskningsplaner för kommande säkerhetsanalyser.

SKI:s sammanfattade bedömning säkerhetsanalys

SKI anser området säkerhetsanalys för närvarande är väl omhändertaget. De granskningar som nyligen genomförts har visat vilka svagheter som är mest angelägna för SKB att åtgärda, t.ex. kvalitetssäkring samt metod för val av scenarier (SKI och SSI, 2005; Sagar m.fl., 2005). Med den modifierade handlingsplanen kan SKB utveckla och pröva sin metod ytterligare innan den används vid en tillståndsprövning.

I och med att SR-Can nu inte kommer vara ett direkt underlag för en ansökan bör SKB ta väl vara på möjligheten att tillägna sig en ny myndighetsgranskning innan SR-Site färdigställs. Vissa återstående frågor kring SKB:s metod för säkerhetsanalys respektive tillämpningen av föreskrifter och allmänna råd bör kunna åtgärdas inom samrådet för system- och säkerhetsanalys. SKI vill påminna om betydelsen av att SKB tar fram tillgängliga versioner av SR-Can och SR-Site som håller hög kvalitet.

6 Forskning kring långsiktig säkerhet

SKI redovisar i detta kapitel synpunkter på SKB:s övergripande prioritering för forskning kring långsiktig säkerhet som redovisas under Del III i Fud-program 2004. Under underrubrikerna bränsle, kapsel som barriär, buffert, återfyllning och geosfär kommenterar SKI SKB:s motsvarande kapitel 15-19 i Fud-program 2004.

Remissinstansernas synpunkter

Enligt SSI:s uppfattning bör SKB tydligare presentera de viktigaste återstående forskningsfrågorna utifrån en analys av deras betydelse för det långsiktiga strålskyddet och genomförandet av slutförvarsprogrammet. Det bör för dessa frågor framgå vilka mål som behöver uppnås och när de behöver uppnås för att få ett tillräckligt underlag inför de olika milstolparna i SKB:s program för utveckling av ett slutförvar. SSI anser också SKB bör redovisa en särskild analys avseende behovet av olika typer av långtidsförsök, bl.a. för att demonstrera de tekniska barriärernas funktioner. Huruvida redovisningen är en del av huvudrapporten eller sorteras in under en handlingsplan är av mindre betydelse. Det viktiga är att informationen finns med.

6.1 Bränsle

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 15 i Fud-program 2004.

6.1.1 Inledning

Inom bränsleområde ingår karakteriseringen och beskrivningen av alla bränsletyper som kommer att placeras i förvaret. Nytt för Fud-program 2004 är att SKB även tar upp mera udda bränsletyper som MOX. Den forskningsfråga som behandlas mest ingående är vad som händer när det använda bränslet kommer i kontakt med grundvatten i en havererad kapsel. Den stora svårigheten ligger i att extrapolera de relativt korta mätserier som går att genomföra under olika försök, till de mycket långa tidsperspektiv som säkerhetsanalysen behöver ta hänsyn till. Andra frågor inom bränsleområdet rör t.ex. det totala radionuklidinventariet, halveringstider, kriticitet samt inventariet av snabbt tillgängliga radionuklider.

SKB:s redovisning

Det mest omfattande delen av SKB:s redovisning avser bränslets matrisupplösningshastighet. En särskilt högt prioriterad fråga är betydelsen av redoxförhållanden och eventuell närvaro av oxidanter. I laboratorieförhållanden är det svårt att helt utestänga luftsyre, vilket medför att bränslet oxideras och reagerar snabbare än vid förväntade syrefria förhållanden i förvarsmiljö. Dessutom bildas syre och andra oxidanter pga. alfa, beta- och gamma-strålning via radiolys i närheten av bränslets yta.

SKB har under den gångna perioden studerat upplösning med bränslefragment och U-233-dopad urandioxid. Det sistnämnda materialet används för att isolera inverkan av alfa-radiolys som förväntas vara den enda radiolyformen som kan ha betydelse i ett långsiktigt perspektiv. Stora ansträngningar har gjorts för att undvika inverkan av luftsyre. Försök har dessutom genomförts under höga vätgasövertryck för att simulera

den förväntade miljön i en skadad kapsel där inträngande grundvatten reagerar med gjutjärn under vätgasutveckling. SKB har studerat bränsle med olika utbränningsgrad, betydelsen av grundvatten med olika pH, salthalt, och karbonathalt.

Resultaten visar att förekomst av höga vätgasstryck motverkar oxidantbildning från radiolys, vilket förhindrar snabb upplösning orsakad av oxidation av urandioxid. Förklaringen anses vara att det reaktionströga vätet aktiveras av oxiderande radikaler samt att det eventuellt har en katalytisk effekt av urandioxidens yta. Generellt sätt visar försöksresultaten att mycket små mängder aktiveringsprodukter frigörs från bränslet under reducerande betingelser. pH anses ha liten betydelse för bränsleupplösning. Inverkan av temperatur och salthalt kommer att studeras under den kommande Fud-perioden

Deltagande i EU projekt har fått en ökande betydelse för SKB:s program för använt bränsle. Under den gångna perioden har flera kritiska bränslefrågor studerats inom projekten SFS (Spent fuel stability under repository conditions) och InCan (In Can processes). Dessa projekt har slutförts men har inte slutligt avrapporterats. I den kommande perioden planeras flera studier bedrivs inom EU-projektet NF-Pro.

SKB avser att arbeta vidare med udda bränsletyper såsom MOX-bränsle, för att få ett fullgott underlag för samtliga bränsletyper.

Försök med använt bränsle och vätgasmättad lösning för undertrycka matrisupplösning och därmed kunna få fram bättre data för den snabba eller momentana nuklidfrigörelsen har varit svårare än beräknat. SKB testar metoder och hoppas kunna påbörja en systematisk studie. SKB avser även studera inverkan av icke-radioaktiva fissionsgaser.

Bränsleförsök med den s.k. CHEMLAB-sonden har försenats.

Remissinstansernas synpunkter

SSI anser att SKB behöver ytterligare studera nuklidinventariets inverkan av utbränningsgrad ytterligare samt även bränslets ursprungliga materialsammansättning och dess betydelse för inventariet av aktiveringsprodukter.

SSI anser att SKB behöver göra en översyn av vilken betydelse utbränningsgraden har för bränslets resteffekt. Förutsättningarna att uppfylla kriteriet 1700W per kapsel med bränsle med högre utbränningsgrad behöver beaktas. SSI påpekar att MOX-bränslet påverkar kapslarnas genererade värmeeffekt.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB:s redovisade försök att undersöka matrisupplösningen är ändamåls- enliga och överlag framgångsrika. Beträffande det planerade fortsatta programmet, anser SKI att det är bra att SKB genomför nya försök inom ramen av EU-projektet NF-Pro. Detta projekt bedöms vara inriktat på angelägna frågor för SKB, som t.ex. inverkan av salthalt, temperatur samt karakterisering av vätgaseffektens mekanismer. SKI anser dock att SKB även behöver redovisa betydelsen av bränsleupplösning vid reducerande betingelser men i frånvaro av höga vätgasstryck (som framförallt kan byggas upp i fall med ett litet hål i kapseln). Detta beror på att fall med en större deformation av kapseln

(t.ex. på grund av jordskalv och skjuvrörelser i berget) för närvarande finns med som tänkbart scenario i kommande säkerhetsanalyser.

SKB har nyligen publicerat en rapport som sammanställer användbara litteraturdata för att bestämma parametrar för säkerhetsanalysens behov (Werme m.fl., 2004). SKI anser att denna rapport är en bra sammanfattning av kunskapsläget inom området. Inför kommande säkerhetsanalyser (t.ex. SR-Site) finns dock ett behov av en systematisk redogörelse av samtliga antaganden och osäkerheter som behövs för att motivera hanteringen av bränslets reaktion med grundvatten. I Werme m.fl. (2004) redovisas ett begränsat urval av förekommande försöksdata. SKI utesluter inte att det finns/behöver finnas andra experimentella studier som kan stärka underlaget för säkerhetsanalys samt annan information såsom naturliga analogier.

I samband med SR-97 motiverade SKB bränsleupplösningshastighet utgående från en matematisk modell av radiolys (Eriksen, 1996) av vatten invid bränsleytorna, reaktioner mellan radiolysprodukter i vatten och oxidation av urandioxid ($UO_2(s)$). Denna modell kriterades då för en bristfällig analys av osäkerheter och otillräckligt dokumentation (SKI & SSI, 2000). SKI anser trots detta att SKB behöver fortsätta att utveckla och använda processmodeller samt redogöra för resultaten i säkerhetsanalyssammanhang. Det primära målet behöver inte vara såsom för SR-97 att specificera en enskild upplösningshastighet, utan kan t.ex. vara att demonstrera en förståelse av processer för extrapolation mot långa tidsskalor samt utgöra underlag för känslighetsanalyser och karakterisering av osäkerheter.

SKI anser att någon av CHEMLAB-sonderna bör användas för bränsleförsök snarare än aktinidförsök. Med tanke på de redovisade svårigheterna att uppnå representativa förhållanden i labbmiljö för karakteriseringen av bränsleupplösning skulle experimentella in-situ mätningar vara av stort värde. SKI har förståelse för alla praktiska problem som måste lösas, men det vore värdefullt om de första resultaten kunde utnyttjas i någon av de kommande säkerhetsanalyserna.

I säkerhetsanalysen kommer betydelsen av en enskild barriärfunktion att påverkas av i vilken mån det finns spårbara och kvalitetssäkrade dataset som stöder ett slutligt val av parametrar i dos och riskberäkningar. En stor del av arbetet med använt bränsle har varit inriktat mot behovet att förstå grundläggande processer. SKI anser dock att SKB inför kommande tillståndsansökningar bör ägna mer uppmärksamhet på kvalitén, omfattningen och spårbarheten för de experimentella data som kommer utnyttjas. Det finns exempelvis brist på data för den snabba frigörelsen av vissa radionuklider från bränsle som för vissa nuklider kan ha ett stort genomslag i konsekvensberäkningar (t.ex. I-129). SKB behöver därför i tillämpliga fall att stärka det experimentella underlaget för vissa parametrar. I andra fall kanske bör det vara tillräckligt att se över dokumentation och spårbarhet av redan befintliga data.

SKI håller med SSI om att det för ett begränsat antal nuklider finns betydande osäkerheter i bränsleinventariet såsom $Cl-36$ och $Se-79$ (Grambow, 2000). Detta behöver beaktas vid valet av parametrar till säkerhetsanalys. SKI håller även med SSI att SKB behöver som del av beskrivningen av initialtillståndet redovisa den förväntade variabiliteten hos bränslets egenskaper. Beträffande inverkan av parametrar som utbränningsgrad och linjär effekttäthet kan SKB t.ex. behöva beakta påverkan på

bränslekutsarnas reaktiva yta vid val av andelen lättillgängliga radionuklider ("instant release fractions"). För MOX-bränsle finns det mera betydande skillnader i inventariet och fördelningen av radionuklider. SKI rekommenderar SKB att i första hand följa arbetet i länder som har mera omfattande MOX-program (t.ex. Loida m.fl., 1997).

SKI anser att SKB behöver redovisa rutiner för att säkerställa att inplacering av bränsleelement sker på ett sätt att den termiska effekten för varje kapsel håller sig inom givna gränser. Bränslets totala resteffekt har vidare betydelse för förvarets storlek, då avståndet mellan deponeringshål behöver regleras för att undvika för höga temperaturer. SKI kommenterar SKB:s temperaturberäkningar närmare i avsnitten om kapsel, buffert och geosfär (avsnitt 6.2.2, 6.3.4, 6.5.2).

6.1.2 SKI:s sammanfattande bedömning bränsle

SKI anser att bränsleområdet även fortsättningsvis skall prioriteras högt inom SKB:s program. En hög tilltro till bränslets egna barriärfunktion medför betydande fördelar för säkerhetsanalys. SKI bedömer att förståelsen av bränslets reaktion med grundvatten förbättrats avsevärt under senare år, dock med reservation för att demonstrationen av denna förståelse i form av kvantitativa modellstudier av mekanismer och processer behöver redovisas bättre. Det finns också en viss brist på data för att motivera valet av flera av de viktigaste parametrarna för dos- och riskberäkningar (t.ex. Werme m.fl., 2004).

6.2 Kapsel som barriär

6.2.1 Initialtillstånd

Till variabeln kapselgeometri hör förekomsten av eventuella initiala defekter i förslutningen, vilket SKI kommenterar under avsnittet om acceptanskriterier, se avsnitt 4.1.1. Kommentarer till variabeln materialsammansättning ges som synpunkter på materialval, se avsnitt 4.1.2.

SKB:s beskrivning

SKB anger under variabeln "strålintensitet" att ytdosraten på kapseln inte får överstiga 1 Gy/h. I Werme (1998) anges att detta innebär en minsta total väggtjocklek på 100 mm.

Angående mekaniska spänningar anger SKB att storleken på och betydelsen av eventuella restspänningar i förslutningssvetsar utförda med "friction stir welding" bör utredas under perioden.

Remissinstansernas synpunkter

SSI påtalar att SKB i Fud-program 2004 inte beaktat de synpunkter på kriteriet för maximal ytdosrat vilka framfördes i SSI:s yttrande över Fud-program 2001. SSI menar att den effekt som kan leda till att ett högt sekundärelektronflöde alldeles vid kapselytan inte utan vidare kan bortses från vid bedömningen av strålinducerade effekter, som

radiolys. Särskilt påtalar SSI risken för att dosraten i vattenkaviteter när ytan på kapseln överstiger dosratskriteriet i ett litet område närmast kapseln.

SKI:s bedömning

SKI anser att tillräckligheten hos kravet på ytdosrat skall visas i analysen av strål-skyddet under drift och i säkerhetsanalysen för långsiktig säkerhet. Inverkan av radiolys, inklusive gränsyteseffekter i vattenkaviteter nära kapselytan behöver beskrivas och eventuellt utredas ytterligare. Uppdaterade beräkningar av dosrater skall baseras på aktuell kapseldesign.

SKI håller med om att förekomsten av eventuella restspänningar i svetsar utförda med friction stir welding bör utredas.

6.2.2 Temperatur och värmetransport

SKB:s beskrivning

Variabeln temperatur tas upp i avsnitt 15.1.4 (d.v.s. under bränsle), där SKB beskriver att nya resultat från mätningar visar på en mycket låg emissivitet i infrarödområdet hos koppar. Denna sägs dock enbart ha betydelse innan full vattenmättnad skett.

Remissinstansernas synpunkter

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen påpekar, med hänvisning till erkänd osäkerhet om luftspalternas inverkan på värmeavledningen, att en mindre kapselvolym skulle ge bättre värmeavledning och därmed ökad säkerhet.

SSI kommenterar att SKB nu och även tidigare angivit att kapselns temperatur inte får överstiga 100°C, men att detta inte är i överensstämmelse med den diskussion som SKB framförde i interimredovisningen av SR-Can, där SKB angav att temperaturen kan tillåtas överstiga 100°C för tiden innan systemet är övermättat. SSI anser det angeläget att SKB förtydligar de planer man har och klarlägger vilken ytterligare forskning som en eventuell förändring föranleder.

Vetenskapsrådet påpekar att värmekapaciteten i berget varierar som en funktion av mineralsammansättningen, och menar att det inte framgår vad ett annat värde på bergets värmekapacitet skulle innebära för temperaturen på kapseln.

SKI:s bedömning

SKI framförde i granskningen av Fud-program 2001 att en mer detaljerad beskrivning av studierna av emissivitet och temperaturutvecklingen i kapseln saknades. SKI konstaterar att enstaka resultat av mätningar av emissivitet har presenterats, liksom beräkningar av temperaturutvecklingen med den systemanalytiska modellen som presenterats i Hedin (2004). Som framförts av SSI och SKI i granskningen av SR-Can interimrapport (SKI, 2005) är det dock fortfarande oklart hur osäkerheterna i värmeöverföring förs vidare i säkerhetsanalysen. Osäkerheterna härrör t.ex. från emissiviteten hos ytorna, innehållet (luft eller vakuum, vatten etc.) i olika spalter och den tid som värmeöverföringen sker i omättat tillstånd. SKI och SSI konstaterade vidare

i granskningen att det finns en glidning i formuleringarna om maximal kapseltemperatur mellan angivelsen i Fud-program 2004 (max 100°C vilket är i överensstämmelse med tidigare krav) och angivelsen i interimredovisningen för SR-Can, om att temperaturen kan tillåtas överstiga 100°C för tiden innan systemet uppnår full vattenmättnad. Myndigheterna konstaterade i sin granskning att detta kan uppfattas som en förändring av KBS-3-metodens grundläggande funktioner och att detta tydligt bör motiveras.

SKI uppmanar SKB att presentera en uppdaterad och sammanhållen beskrivning av temperaturutvecklingen hos kapseln, inklusive inverkan av osäkerheter. Detta måste kopplas till förtydligade planer angående maximalt tillåten kapseltemperatur (för alla tidpunkter och förhållanden). Som SSI kommenterar måste SKB även klargöra hur detta kommer att hanteras i kommande säkerhetsanalyser.

6.2.3 Deformation av gjutjärnsinsats

SKB:s beskrivning

Kapseln med insats har kontrollberäknats för skjuvrörelser, som eventuellt kan uppkomma vid jordskalv (Börgesson m.fl., 2003). Beräkningarna har gjorts med finita-element-koden Abacus och uppdaterade materialdata för bentonit har använts. Resultaten visar att inverkan är störst av buffertens densitet och skjuvplanets läge, men att även skjuvhastigheten och storleken hos skjuvrörelsen har betydelse.

Under 2003 startade SKB ett stort program för probabilistisk analys av kapselhållfasthet. Till detta program tas materialdata från tillverkade kapslar fram. Provtryckning av kapselsektioner ingår också.

Remissinstansernas synpunkter

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) påpekar att extralasterna från inlandsis vid kommande istider måste beaktas noga vid metodvalet, och framför att SKB:s beskrivning i Fud-program kan tolkas som att SKB ser istider som extremfall för vilka inga extra säkerhetsmarginaler krävs. MKG menar att eftersom istider inom ett antal tusen år är troliga förefaller riskbedömningen tveksam.

Säkerhetsgruppen i Oskarshamns kommun anser att det framgår av avsnitt 16.2.4 att frågan om gjutjärnsinsatsens hållbarhet vid tektoniska rörelser behöver analyseras mer och poängterar betydelsen av att konsekvenserna av jordskalv efter en istid får en tillfredsställande behandling i SKB:s program och att resultaten kommuniceras med allmänheten på ett tydligt sätt.

SKI:s bedömning

SKI framförde i granskningen av Fud-program 2001 att det är angeläget med nya beräkningar av den mekaniska hållfastheten för kapseln, och att såväl materialdata (för bentonit och gjutjärn, inklusive defektbeskrivningar) som tänkbara belastningar borde uppdateras.

SKI konstaterar att SKB gjort förnyade beräkningar av effekten på insatsen av skjuvrelser (som kan uppträda vid jordskalv), samt att SKB startat ett program för probabilistisk analys av kapselhållfasthet, inklusive provtryckning av en (kortare) kapsel.

SKI välkomnar SKB:s nya beräkningar och pågående studier av hållfastheten hos insatsen. Förutom beräkningarna av skjuvning har få resultat från studierna redovisats. SKI kan därför inte uttala sig om hur långt resultaten från hållfasthetsstudierna kommer att räcka. SKI ser försöken med provtryckning av kapslar med full diameter men kortare längd som värdefullt. Redovisningen av resultaten bör inkludera beräkningarna som visar hur resultaten från provtryckningen av en kortare kapsel kan användas för en fullängdskapsel.

När det gäller bentoniten behöver materialparametrarnas känslighet för omvandlingar (illitiserings, cementering etc., se vidare avsnitt 6.3.9) belysas även i skjuvberäkningarna för kapseln. SKB bör också överväga möjligheterna att verifiera skjuvegenskaperna hos insatserna med experiment i större skala, se även avsnitt 6.3.7.

Vid redovisningen av kapselns hållfasthet bör även kapseltemperaturens inverkan på materielegenskaperna redovisas.

6.2.4 Deformation av kopparhölje

SKB:s beskrivning

Kopparhöljet utsätts i första hand för mekaniska belastningar genom yttre övertryck. Uppbyggnaden av korrosionsprodukter mellan gjutjärnsinsatsen och kopparhöljet kan leda till ett inre övertryck. Skillnaden i längdutvidgningskoefficient mellan gjutjärn och koppar kan leda till töjningar i kopparkapseln. Inverkan av det sistnämnda på hållfastheten är försumbar enligt SKB.

SKB anger att programmet för krypprovning kommer att fortsätta under den kommande treårsperioden. Modelleringar av krypdeformation av kopparkapseln under långsam pålastning övervägs.

Konsekvenserna av uppbyggnad av korrosionsprodukter i spalten mellan kopparhöljet och gjutjärnsinsatsen har studerats experimentellt, men ingen tryckuppbyggnad kunde påvisas. Även arkeologiska analogier har studerats, men inte heller här har några kraftigare deformationer kunnat påvisas.

SKI:s bedömning

SKI saknar en samlad redovisning av experiment och modellering av kryp i koppar, och hur dessa resultat skall användas i säkerhetsanalysen.

Det framgår inte heller av Fud-program 2004 hur SKB tänker ta hand om de experimentella resultaten att tryckuppbyggnad från korrosionsprodukter inte äger rum i den omfattning man tidigare antagit.

6.2.5 Korrosion av gjutjärnsinsats och utveckling av skadad kapsel

SKB:s beskrivning

SKB har genomfört och genomför ett flertal studier för att belysa korrosionshastigheter på gjutjärn. SKB drar bl.a. slutsatserna att korrosionshastigheten sjunker när en oxidfilm bildas, men att den är oberoende av om materialet är helt eller delvis nedsänkt i vatten och oberoende av omgivande vätgastryck. Inverkan av närvaro av bentonit har inte klarlagts. Även experiment för att studera galvaniska effekter har genomförts, men inte slutrapporterats.

SKB beskriver i Fud-program 2004 mycket översiktligt hur en skadad kapsel utvecklas genom vatteninträning, gasutveckling och korrosion av gjutjärn. Vidare anger SKB att långtidsförsök (5-10 år) med miniatyrkapslar skall startas i Äspölaboratoriet.

SKI:s bedömning

Korrosionen av gjutjärn uppmärksammades i granskningen av Fud-program 2001. SKI uppmanade SKB till studier av korrosionshastigheter och inverkan av karbonat och sulfid i vattnet i spalten mellan järn och koppar, radiolys av vatten, metallisk koppling (galvanisk korrosion), korrosionsprodukter med inslag av U(VI), liksom transportegenskapernas inverkan.

SKI anser dock som tidigare att vilka och hur stora insatser som behövs inom områdena korrosion av gjutjärn (inklusive spänningskorrosion) och galvaniska kopplingar mellan järn och koppar, beror på vilken roll en kapsel med ett genomgående hål i kopparn (skadad kapsel) ges i säkerhetsanalysen. SKI anser att denna roll inte är klarlagd i Fud-program 2004.

6.2.6 Korrosion av kopparhölje

SKB:s beskrivning

SKB beskriver i Fud-program 2004 att studier genomförts för kopparkorrosion i alkaliskt vatten. Arbete pågår för att undersöka korngränskorrosion i svetsat material, studera korrosion i kloridhaltiga vatten, studera mekanismerna för sulfidpåverkan på koppar och utveckla en modell för att förutsäga långtidsbeteendet för kopparkapslar i djupförvarsmiljö. Sedan flera år tillbaka pågår ett program för att kartlägga förutsättningarna för bakteriell korrosion av koppar, där resultaten fortsatt visar att sulfatreducerande bakterier inte kan vara aktiva i kompakterad bentonit. Dessutom planeras studier för att belysa egenskaperna hos kopparoxidfilmer och särskilt inverkan av klorid- och sulfidjoner.

När det gäller spänningskorrosion beskriver SKB situationen som att dragspänningar i kopparkapseln är en nödvändig förutsättning för spänningskorrosion. Eftersom kapseln är utsatt för yttre tryck är det inte troligt att spänningskorrosion skulle kunna leda till genombrott på kapseln. SKB anger också att man genomfört studier med elektrokemiskt

brus, som visade sig vara oanvändbart, och att man planerar studier med akustisk emission från spricktillväxt.

Remissinstansernas synpunkter

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen noterar att SKB i sin beräkning av kapselns livslängd (King m.fl., 2001) anger en miljon år, medan andra internationella forskare har rapporterat avsevärt högre korrosionshastigheter än de som redovisas i SKB:s beräkningar. Vidare undrar Folkkampanjen vilken grund SKB har för antagandet att syret i deponeringsförvaret kommer att vara ”förbrukat” redan efter 3000 år, och vilken påverkan det syre som tillförs får, t.ex. syrerikt vatten vid avsmältningen från kommande istider. Folkkampanjen saknar också korrosionsstudier på kapslarnas svagaste punkter och på svetsfogarna för lock och botten. När det gäller svetsfogarna hänvisar Folkkampanjen till att dessa fogar innehåller dislokationer och andra defekter i kristallstrukturen som därmed ger högre korrosionshastighet.

Göteborgs universitet framför att de planerade försöken med mikrobiella processer är intressanta. Sveriges geologiska undersökning anser det positivt att betydelsen av mikrobiella processer uppmärksammas så starkt.

Uppsala Universitet anser att studier av korrosivt angrepp på avfallsbehållarna även fortsättningsvis bör belysas.

SKI:s bedömning

SKI välkomnar SKB:s fortsatta studier av kopparkorrosion. De nya kunskaperna som kommer fram behöver på ett systematiskt och överblickbart sätt samlas för att kunna användas i säkerhetsanalysen. I samband med Fud-program 2001 gjorde SKB tillsammans med Posiva en sammanställning av kunskapsläget för kopparkorrosion (King m.fl., 2001). Det vore därför önskvärt att SKB uppdaterar denna sammanställning med nyvunna kunskaper.

Det mer precisa behovet av ytterligare studier av kopparkorrosion beror på hur kopparkorrosionen hanteras i säkerhetsanalysen. Till frågan om vad som behöver studeras kopplas också frågan om när ytterligare studier kan vara klara, särskilt i förhållande till de kommande säkerhetsanalyserna SR-Can och SR-Site.

SKI vill dock fortsatt uppmärksamma SKB på brister i underlaget som rör spänningskorrosion och oxidskiktens betydelse för olika typer av korrosion, särskilt i klorid- och sulfidhaltiga vatten. Det finns även brister i underlaget som rör mikrobers möjligheter att överleva i bentoniten, särskilt för sulfatreducerande bakterier. SKI vill också påminna om betydelsen av andra randvillkor än bara korrosionsmekanismer och vattenmiljö, som t.ex. materialegenskaper och tillgänglig syremängd. Detta påpekar också Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen. Även inverkan av eventuell heterogenitet i egenskaper behöver belysas.

Spänningskorrosion kan inte omedelbart uteslutas med hänvisning till att kapseln är utsatt för yttre tryck, eftersom detta tryck även kan ge dragspänningar i höljet när locket trycks in. Istället måste alla de nödvändiga faktorerna (dragspänningar, potential och vattenmiljö) bedömas i tid och rum, om spänningskorrosion skall kunna uteslutas.

I takt med att kännedomen om mikrobers överlevnadsförmåga utökas tycks det bli allt svårare att utesluta mikrobiell aktivitet genom miljöfaktorer. SKI anser att det därför är nödvändigt att i säkerhetsanalysen visa på effekterna av mikrobiell aktivitet. Med fallet korrosion på koppar är det därvid inte tillräckligt att studera processerna i huvuddelen av bentoniten, utan även gränsskiktprocesser behöver analyseras, t.ex. möjligheten av förekomsten av en biofilm på kapselytan.

6.2.7 SKI:s sammanfattande bedömning kapsel som barriär

SKI anser att SKB:s program för att ta fram kunskap om kapseln som barriär är ändamålsenligt, men vill påpeka att SKB behöver klargöra vilka arbeten och projekt som måste avklaras (till någon viss punkt) och avrapporteras för att kunna användas som underlag till ansökan om inkapslingsanläggningen.

SKI anser det nödvändigt att SKB redovisar en uppdaterad och sammanhållen beskrivning av temperaturutvecklingen hos kapseln, inklusive inverkan av osäkerheter. Detta måste kopplas till förtydligade planer angående maximalt tillåten kapseltemperatur. På motsvarande sätt behöver en samlad redovisning av experiment och modellering av kryp i koppar tas fram.

För flera områden återstår för SKB att visa hur resultaten från experiment och beräkningar skall användas i säkerhetsanalysen och om den befintliga kunskapen därvid är tillräcklig. Det gäller såväl de ovan nämnda områdena temperaturutveckling och kryp i koppar som korrosion av gjutjärn och koppar. För korrosion av koppar ser SKI fortfarande brister i underlaget för bedömningen av spänningskorrosion, oxidskiktens betydelse för olika typer av korrosion, särskilt i klorid- och sulfidhaltiga vatten, samt mikrobers möjligheter att överleva i bentoniten.

6.3 Buffert

6.3.1 Inledning

I detta avsnitt kommenteras kapitel 17 Buffert i SKB:s Fud-program 2004 samt vissa delar av SKB:s handlingsplan som beskriver långtidsförsök med koppling till bufferten. Till viss del har SKI beaktat resultat från pågående försök som kommit fram efter att Fud-program 2004 publicerats.

Bufferten består av ringar och block av kompakterad bentonitlera som placeras i deponeringhålen med det främsta syftet av skydda kapseln mekaniskt och kemiskt och därmed bidra till barriärsystemets isolerande funktion. Ett sekundärt syfte är att begränsa spridningen av radionuklider om isoleringen skulle brytas. Såsom SKI tidigare påpekat (SKI, 2002) har SKB haft en tendens att betrakta bufferten som underordnad kapseln och berget. Detta är inte relevant eftersom alla tre är lika nödvändiga komponenter i KBS-3-systemet.

6.3.2 Krav på bufferten

SKB:s beskrivning

SKB redogör i Fud-program 2004 för de krav på bufferten som skall vara uppfyllda, vilka till stor del redan tidigare har specificerats i t.ex. SKB (2002). Kraven har även kopplingar till flera av de funktionsindikatorer som SKB introducerade i samband med interimrapporten SR-Can (SKB, 2004). Exempel på krav som skall vara uppfyllda är:

- grundvattenflöde i bufferten skall vara försumbart (transport skall endast vara möjlig via diffusion)
- buffertens dimensioner skall vara stabila
- bufferten skall ha förmåga att självläka
- buffertens fysikaliska och kemiska egenskaper i ett långtidsperspektiv
- deformerbarheten måste vara tillräcklig för att inte mindre rörelser i berggrunden skall kunna skada kapseln
- deformerbarheten får inte vara så stor att kapseln sjunker igenom bufferten
- bufferten skall kunna släppa igenom gas.

SKB anger dessutom att det är önskvärt att mikrobiella processer inte förekommer i bufferten samt att bufferten bör filtrera kolloider.

För vissa krav/önskemål anger SKB kvantitativa kriterier, t.ex. att bakterietillväxt endast är möjlig för en densitet lägre än 1700 kg/m^3 , medan det i andra fall är svårare att specificera t.ex. att kompakterad bentonit skall bibehålla sina gynnsamma egenskaper under en rad olika kemiska och termiska förhållanden.

Remissinstansernas synpunkter

Avfallskedjans förening påpekar att giftiga metaller som bundits i bentonitlera så småningom kommer ut i geosfären och biosfären.

Oskarshamns kommun anser att kraven på bufferten är omfattande och att betydelse av denna komponent för slutförvarets säkerhet är större än den allmänna uppfattningen. Kommunen efterfrågar svar på sin tidigare framförda fråga om det finns kriterier för vattentillgång i berget med anledning av buffertens mättnadsförlopp

SSI anser att det ur SKB:s redovisning är svårt att få en uppfattning om de viktigaste återstående FoU-frågorna samt vilka kunskaper och data anser sig behöva innan kritiska tillfällen i programmet, t.ex. ansökan om inledande drift.

SSI anser att SKB bättre borde ha beskrivit planerna för att ta fram acceptanskriterier för bufferten.

SKI:s bedömning

SKI konstaterar att kraven på bufferten är mera mångfacetterade och delvis mer svårtolkade än för andra tekniska barriärer. De ovan redovisade kraven överlappar delvis med funktionsindikatorerna som SKB presenterade i samband med interim-

rapporten SR-Can. Där angavs att kriterierna inte nödvändigtvis behöver vara uppfyllda, utan att ett brott mot kriterierna i första hand indikerar ett behov av en mer omfattande analys. SKB bör därför vara försiktig vid specifikationen av krav så att det görs en åtskillnad mellan vad som är krav som med stor säkerhet måste visas vara uppfyllda under hela den period som säkerhetsanalysen täcker in och vad som är mer att betrakta som ideala förutsättningar för bufferten. För specifikationen av kraven för bufferten krävs redovisning av vilka data och teorier som motiverar dessa. Betydelsen av kraven kan variera och ett överskridande kan resultera i skador på kapsel och berg av mer eller mindre allvarlig art, vilket bör illustreras.

Enligt SKI:s uppfattning bör SKB stärka underlaget för hur gränsvärden och kriterier för kraven fastställs. I samband med SKI:s och SSI:s granskning av SKB:s interimrapport för SR-Can (SKI och SSI, 2005) framfördes en liknande kommentar till kriterierna för funktionsindikatorer. Det finns exempel i Fud-program 2004 där formuleringarna kring kraven är så allmänt hållna (t.ex. långtidsstabilitet, gaskonduktivitet) att det kan bli svårt att ta ställning till om de kan anses uppfyllda eller inte. Det är därför angeläget att SKB förtydligar och konkretiserar kraven.

SKI noterar att vissa egenskaper hos bufferten (t.ex. förekomst av mikrobiell aktivitet) formulerats som önskemål snarare än krav och undrar om detta innebär att fall för vilka egenskapen inte är uppfylld kommer att ges större tyngd i säkerhetsanalys (t.ex. analys av betydelsen av mikrobiell aktivitet i bufferten för kopparkorrosion). En fråga som borde ha diskuterats i detta avsnitt är kravet att bufferten inte får frysas/upptinas. Tidigare har SKB preliminärt angivit att buffertens och återfyllnadens gynnsamma egenskaper inte kan garanteras efter ett sådant förlopp.

6.3.3 Initialtillstånd för buffert

SKB:s beskrivning

I Fud-program 2004 specificeras variabler för beskrivningen av buffertens initialtillstånd, t.ex.:

- buffertens geometriska utformning
- buffertens mineralogiska sammansättning och dess koppling till val av material
- buffertens densitet och porstruktur
- hydrovariabler
- föroreningshalter.

SKB har studerat alternativ till det sedan länge använda referensmaterialet MX-80 (från Wyoming, USA), bl.a. material från Milos (Grekland) och Buj (Indien). Gynnsamma laboratorieresultat visar att även de alternativa materialen uppvisar likartade svällnings-egenskaper och kan därför tänkas användas som buffert. Det återstår dock för SKB att utvärdera de alternativa materialen i mera storskaliga försök (s.k. LOT-försök i Äspölaboratoriet) samt få fram tydliga samband mellan mineralogiska och kemisk/fysikaliska egenskaper. De alternativa materialens kemiska långtidsstabilitet och innehåll av accessoriska material kommer att behöva undersökas mera detaljerat. SKB:s

målsättning med detta arbete är att framöver ha tillräckligt underlag för att ta ställning till vilka material som kan komma ifråga vid en framtida upphandling.

SKB avser att närmare studera montmorillonitens sammansättning och dess påverkan på buffertens nyckelegenskaper (t.ex. svälltryck). Däremot anses inte accessoriska mineral, vid förekommande halter, utgöra något problem. SKB avser inte att specificera haltintervall för accessoriska mineral på samma sätt som för montmorillonit.

SKB avser att närmare studera isostatisk pressning i syfte att undersöka lämpligheten av högre och större block.

Remissinstansernas synpunkter

SSI anser att SKB bedriver ett systematiskt arbete för att karakterisera buffertens initialtillstånd. SKB:s redovisning bedöms innehålla en öppen beskrivning av de processer som skulle kunna försämra buffertens funktion. SSI anser dock att en brist är att de olika variablernas betydelse för den långsiktiga säkerheten inte redovisas fullt ut.

SSI anser att SKB borde ha beskrivit de fortsatta insatserna efter år 2008 för andra material än MX-80.

SKI:s bedömning

Enligt SKI:s uppfattning ger SKB:s studier av alternativa buffertmaterial förutsättningar för säkrare leveranser och bättre ekonomi. För att få fram tillräckligt underlag inför framtida beslut behöver SKB undersöka dessa alternativ i god tid och dessutom ha tid för att genomföra långtidsförsök (t.ex. LOT-försök). Det finns dock inget krav att dessa alternativa material skall vara fullt utreda inför de närmast kommande ansökningarna. SKI anser därför att SKB den närmaste tiden i första hand bör prioritera demonstrationen av att ett referenskoncept med ett referensmaterial (troligtvis MX-80) uppfyller kraven på långsiktig säkerhet. Beträffande de alternativa materialen är försiktighet befogad med tanke på att de jämförelsevis litet antal tester som hittills genomförts (SKI, 2004).

SKI saknar i Fud-program 2004 detaljerade redovisningar om optimeringen av buffertens egenskaper och tillverkning. Det förs visserligen en diskussion om inverkan av bentonitblockens storlek, men frågor återstår kring t.ex. tillverkningsmetod för bentonitblock, hantering, samt kombinationer av densitet och vattenkvot. Vid en SKI workshop om tillverkningsfrågor arrangerad av SKI (SKI, 2004a) konstaterades att SKB ännu inte kunnat utvärdera sin egen referensmetod (isostatisk pressning) för tillverkning av bentonitblock i full skala, vilket måste betraktas som en brist. SKB bör vid valet av sina referensmetoder ta hänsyn till vilket underlag som finns för utvärderingen av genomförbarhet.

SKI anser att SKB inför kommande ansökningar närmare behöver beskriva stegen i den praktiska hanteringen av bentonitblock, eftersom det finns skäl att anta att färdigtillverkade bentonitblock kan vara känsliga för omgivningens påverkan. Möjliga kontroller och kvalitetssäkring behöver illustreras. SKB behöver också, på samma sätt som i utvecklingen av kopparkapseln, utvärdera risken för att kritiska parametrar hamnar

utanför det önskvärda intervallet i en rutinmässig och storskalig hantering. Dessutom behöver SKB redogöra för vilka konsekvenser detta skulle kunna medföra.

SKI anser fortfarande att mer arbete krävs för att undersöka föreningar och accessoriska mineral. Vissa komponenter är mera reaktiva än andra och även mineral med låga koncentrationer kan ha en stor påverkan på den geokemiska utvecklingen i bufferten (t.ex. sulfider och karbonatmineral). För samtliga förekommande komponenter (även mindre reaktiva) krävs en kvalitativ redovisning av på vilket sätt de kan påverka långsiktig säkerhet.

6.3.4 Värmetransport

SKB:s beskrivning

SKB anger att förståelsen för värmetransport genom bufferten är god för vattenmättade förhållanden. För omättade förhållanden är dock denna process svårare att hantera. SKB anger att det primära kriteriet vid utvärdering av värmetransport är kapselns yta maximalt får vara 100°C för att undvika kokning. Exempel på faktorer som påverkar temperaturutvecklingen är:

- bränslets resteffekt
- buffertens värmeledningsförmåga och dess funktion av vattenhalt, densitet m.m.
- tiden till full återmättnad
- temperatursprånget över det luftfyllda gapet mellan kapsel och buffert, som finns under buffertens återmättnad (förutsätts för närvarande vara mindre än 17°C)
- det omgivande bergets värmeledningsförmåga (som kan vara inhomogen i olika skalor)
- avståndet mellan deponeringshål och deponeringstunnlar.

I viss mån kommer valet mellan KBS-3V och KBS-3H påverka analysen av värmetransport.

SKB avser att följa upp försöken i Äspölaboratoriet (prototypförvaret) och närmare utreda om temperatursprånget mellan buffert och kapsel kan begränsas till 10°C. SKB kommer också att utveckla beräkningsmodellerna för att kunna ta hänsyn till variabla kapselavstånd samt inhomogeniteter i bergets värmeledningsegenskaper.

Remissinstansernas synpunkter

SSI finner att SKB gör en bra genomgång av området i Fud-program 2004 och har ett ändamålsenligt program för temperaturmodellering och fältförsök. SSI önskar dock att SKB klargör effekter på bufferten vid temperaturer över 100°C, eftersom SKB inte utslutit att ett begränsat antal kapslar kan exponeras för sådana temperaturer.

SKI:s bedömning

SKI anser att området värmetransport i princip är väletablerat och nya insatser bör kunna begränsas till att anpassa beräkningar till aktuell design och platsspecifika

egenskaper. Möjligheten att påverka avståndet mellan kapselpositioner och resteffekt för varje kapsel innebär att frågan bör kunna hanteras utan problem. Frågan är dock vilka säkerhetsmarginaler som behövs med tanke på osäkerheter, t.ex. temperatursprånget mellan buffert och kapsel. SKI anser att SKB vid utformningen av förvarets design bör ta hänsyn till de eventuella praktiska svårigheterna att hantera ett litet gap mellan kapsel och buffert under en rutinmässig hantering.

SKB har tidigare föreslagit att närmast aktuella säkerhetsanalyser kan förutsätta ett något större avstånd mellan kapselpositioner för att öka säkerhetsmarginalerna och begränsa behovet av detaljerade beräkningar. SKI bedömer att detta är en lämplig metod att hantera de återstående osäkerheterna kopplade till de ännu så länge begränsade kunskaperna om berget samt luftspalternas inverkan. Denna metod utesluter inte att kapselavstånden kan minskas i ett senare skede om mer precisa data och beräkningsmodeller kan tas fram.

SKB har även tidigare föreslagit (SKB, 2004) att temperaturkriteriet för kapseln yta (100°C) endast bör gälla efter det att kapseln kommer i kontakt med grundvatten och inte för den initiala fasen direkt efter deponeringen. SKI har vissa reservationer mot denna modifierade tolkning av temperaturkriteriet eftersom förutsättningar och konsekvenser för den initiala fasen inte har redovisats. För torra deponeringshål finns osäkerheter kring denna fas och utvärderingen av kravuppfyllelse kan därför komma att försvåras. SKI anser därför att SKB antingen bör välja att tillämpa ett entydigt temperaturkriterium eller redovisa ett utförligare underlag för den tid kriteriet inte behöver vara uppfyllt. Analyser av buffertens omvandling, eventuell påverkan på kapselns yta och andra möjliga negativa effekter behöver redovisas.

6.3.5 Vattentransport

SKB:s beskrivning

Vattentransport hanteras på olika sätt beroende på om bufferten är mättad eller omättad. Liksom för värmetransport är processen mer komplicerad att hantera för det omättade tillståndet, för vilket det kapillära undertrycket driver vattenupptaget från det omgivande berget. Mättnadsförloppet för bufferten kan begränsas av tillförseln från berget och av denna anledning är de hydrauliska förhållandena i närberget avgörande.

SKB har studerat vattenupptag vid ett flertal olika försök:

- Prototypförvaret vid Äspölaboratoriet
- Återtagsförsöket
- TBT (Temperature Buffer Test)-försöket, för vilket högre temperaturer används vilket leder till en större uttorkning nära kapselytan
- Skalförsök för KBS-3H (i skala 1:10)

SKB har också skaffat en ny kod, Code Bright, som kompletterar den tidigare använda Abaqus-koden. Beräkningar av vattenupptag och flöden i ovanstående experiment har genomförts, liksom för det spanska FEBEX-försöket och det planerade Lasgit-försöket. Utvärdering av resultaten pågår.

För det vattenmättade tillståndet finns en liten risk för att ett s.k. flyttillstånd (eng. liquifaction) uppstår vid ett jordskalv. SKB avser att studera detta fenomen i ett simulerat deponeringshål (i skala 1:40).

Remissinstansernas synpunkter

SSI efterlyser ett bättre underlag för bedömningen av risken för flyttillstånd och en beredskap för hantering i säkerhetsanalys.

SSI anser också att SKB borde ha sammanställt de viktigaste återstående problemen med att åstadkomma en jämn återmättnad av bufferten under realistiska betingelser.

SKI:s bedömning

SKI bedömer att återmättnadsförloppet och den tidiga utvecklingen av de tekniska barriärerna bör behandlas mera ingående i kommande säkerhetsanalyser jämfört med t.ex. SR 97 (se även THMC-modellering). Återmättnaden kan visserligen vid normala betingelser betraktas som en kort transient fas av mindre betydelse för förvarets långsiktiga utveckling. Däremot för relativt torra deponeringshål utan större vattenförande sprickor kan återmättnaden pågå under en längre period (SKB, 2003) som delvis sammanfaller med förvarets termiska fas. Dessa torrare förhållanden måste beaktas särskilt ingående om det blir aktuellt att lokalisera ett förvar i den sprickfattiga Forsmarkslinsen. En osäkerhet som föreligger är i vilken utsträckning grundvatten i bergmatrisen, oberoende av flöde i vattenförande sprickor, kan bidra till buffertens återmättnad.

SKI bedömer att mättnadsförloppet och den tidiga utvecklingen av de tekniska barriärerna bör behandlas mera ingående i kommande säkerhetsanalyser jämfört med t.ex. SR 97 (se även THMC-modellering). Återmättnadsförloppet kan visserligen vid normala betingelser betraktas som en kort transient fas av mindre betydelse för förvarets långsiktiga utveckling. För relativt torra deponeringshål utan större vattenförande sprickor kan däremot återmättnaden pågå under en längre period (SKB, 2003) som delvis sammanfaller med förvarets termiska fas. Dessa torrare förhållanden måste beaktas särskilt ingående om det blir aktuellt att lokalisera ett förvar i den sprickfattiga Forsmarkslinsen. En osäkerhet som föreligger är i vilken utsträckning grundvatten i bergmatrisen, oberoende av flöde i vattenförande sprickor, kan bidra till buffertens och återfyllnadens återmättnad.

SKI har vid tidigare Fud-granskningar och i andra sammanhang påpekat att konsekvenserna av en långsam vattenmättnadsfas måste utvärderas. SKB har vid olika workshops som SKI organiserat (t.ex. SKI, 2004) framfört att tätare deponeringshål och långsam återmättnad inte har någon negativ påverkan utan snarare kan betraktas som en säkerhetsmässig fördel. Enligt SKI:s uppfattning bör SKB styrka denna tes genom att systematiskt identifiera skillnaderna i systemutvecklingen jämfört med deponeringshål med mera normalt vatteninflöde. Skillnader kan t.ex. vara att en mer omfattande uttorkning är möjlig för de innersta skikten i bufferten, att uppbyggnad av ett homogent svälltryck samt förslutning av spalter och sprickor går långsammare, att en mer betydande ackumulation nära kapselytan kan förekomma, att återfyllnaden vattenmättnas snabbare än bufferten och fukten tillförs ovanifrån osv. Möjliga fördelar bör självfallet

också övervägas, långsammare radionuklidtransport, mindre tillförsel av korroderande ämnen i grundvatten etc.

SKI anser att SKB har höga ambitioner vad beträffande modellutveckling. Särskilt positivt är att SKB har skaffat sig en bredare uppsättning modellverktyg i och med införskaffandet av Code Bright. SKI bedömer att denna kod bör vara mycket användbar vid tolkningen av SKB:s långtidsförsök som t.ex. prototypförvaret. Av Fud-program 2004 framgår det dock att ganska omfattande experimentella studier behövs för att ge tillräcklig indata till Code Bright.

6.3.6 Gastransport

SKB:s beskrivning

Om grundvatten kommer in i en skadad kopparkapsel måste den vätgas som bildas vid korrosion av gjutjärnsinsatsen kunna transporteras genom bufferten. En fråga som behöver besvaras är i vilken mån uppkomna vätgastryck och gastransport kan skada bufferten och det omgivande berget. SKB analyserar för närvarande detta fenomen genom:

- försök i laboratorieskala
- försök i fullskala
- utveckling av matematiska modeller för gastransport i bentonit.

SKB bedömer baserat på hittills erhållna resultat att bufferten inte kommer skadas av gastransport. Man anser dock att befintliga experimentella data inte är tillräckliga för att ge entydig bild av hur gastransporten går till. SKB har därför påbörjat ett omfattande projekt för att studera fenomenet i Äspölaboratoriet (Lasgit).

SKI:s bedömning

SKI är mycket positiv till att SKB beslutat att genomföra försöket i fullskala. SKI har förståelse för att de praktiska utmaningarna är stora, men konstaterar att det skulle vara av stort värde om de första resultaten kunde utnyttjas som underlag till SR-Site. SKB bör givetvis arbeta vidare med den matematiska modelleringen och den teoretiska förståelsen av processen för att på bästa sätt kunna tolka experimentella data som så småningom kommer att finnas tillgängliga.

6.3.7 Svällning/Mekanisk växelverkan

SKB:s beskrivning

Flera av buffertens gynnsamma egenskaper (täthet, självläkning, deformerbarhet, låg vattenaktivitet) är kopplade till utvecklingen av ett lämpligt svälltryck samt att buffertens densitet kan upprätthållas i ett långsiktigt perspektiv. Följande exempel på processer av stor betydelse för säkerhetsanalys kommenteras nedan:

- omgivningens påverkan på svälltrycket (grundvattensammansättningen, temperatur)
- uppträngning av buffertmaterial i återfyllda deponeringstunnlar
- eventuell sjunkning av kapsel genom bufferten
- skjuvrörelser över bufferten orsakade av jordskalv.

SKB har arbetat med laboratorieförsök med bl.a. olika buffertdensiteter och natriumkloridkoncentrationer. De experimentella resultaten kan förklaras med en teoretisk modell som baseras på orörliga joner med olika laddning (Donnanjämvikt). Effekt av hög salthalt under långa tidsperioder har studerats genom en naturlig analogi (Barra projektet). Under nästa period kommer försöken inriktas på andra motjoner än natrium, effekt av buffertdensitet, effekt av en förhöjd temperatur samt andra material än MX-80.

SKB har undersökt kompressionsegenskaperna för Friedlandlera med syfte att bedöma dess lämplighet som återfyllnad. Erhållna resultat visar att bufferten kommer att tränga upp mer i återfyllnaden än vad som kan anses önskvärt. Detta innebär att buffertens övertäckning måste ökas väsentligt. SKB avser studera kompressionsegenskaperna för andra återfyllnadsmaterial och studera denna process i fält när prototypförvaret bryts.

Kapselns rörelse i bentonitbufferten förväntas, baserat på modeller för krypning i lera, endast bli några millimeter. SKB anser dock att det finns en osäkerhet eftersom resultaten måste extrapoleras i längre tidsskalor än normalt. Effekten av skjuvning i berget har simulerats med laboratorieförsök (mätning av deformerbarhet och skjuvhållfasthet) samt finita-element-beräkningar med koden Abaqus.

Remissinstansernas synpunkter

SSI anser att SKB:s program avseende mekanisk växelverkan innehåller en bra beskrivning av processer men i övrigt är svårbedömt. SSI saknar bl.a. redovisning om kunskapsläget och återstående osäkerheter (t.ex. beträffande ojämn återmättnad, bergskjuvning, kapselsjunkning). Enligt SSI borde SKB ha beskrivit kunskapsläget för mekanisk växelverkan mellan buffert och en återfyllnad bestående av bergkross/bentonitblandning (referensutformningen).

SSI saknar en översiktlig beskrivning av salthaltens påverkan på bentonitlerans återmättnad och långsiktiga funktion, med hänsyn till grundvattnets naturliga variationer (kontakt med salta djupgrundvatten alternativt jonsvaga glaciala smältvatten).

Stockholms universitet (Pereira) tar upp problemet med deformationen av bufferten och uppträningen av material i återfyllnaden. Universitetet anser att detta fenomen bör belysas genom beräkningar i säkerhetsanalysen, vilka särskilt bör inkludera risken av att den hydrauliska konduktiviteten ökar.

SKI:s bedömning

SKI anser att inverkan av grundvatten med höga salthalter bör studeras ytterligare, särskilt med tanke på kandidatplatsernas lokalisering i kustnära lägen. Målet inför kommande säkerhetsanalyser bör vara en god teoretisk förståelse och gediget experimentellt underlag. Det är därför bra att SKB studerar påverkan under så realistiska betingelser som möjligt och kommer att inkludera förhöjd temperatur samt

påverkan på en buffert efter jonbyte med kalcium. Frågan kring hög salthalt har kopplingar till kemiska omvandlingar av bufferten såsom jonbyte med kalcium. SKI anser att kriteriet för maximal salthalt (100 g/dm^3) behöver ett mera utförligt underlag.

Effekten av salta grundvatten kan komma att ha en betydande påverkan på förvarets utformning, och därmed få betydande ekonomiska konsekvenser. Frågan kan också komma att påverka behovet av förståelse för kandidatplatsernas geokemiska utveckling. Dessa båda aspekter bör dock främst gälla återfyllnaden som behöver hanteras i större volymer och som påverkas mera av grundvattnets jonstyrka (se avsnitt 6.4).

SKI är inte övertygad om att det räcker att beakta den högsta salthalten som dimensionerande. SKB bör därför även utvärdera om betydande massförluster under perioder med mycket utspädda grundvatten kan föreligga (se buffererosion), liksom om det finns effekter av en gradvis variation mellan söta och salta grundvatten (baserat på en bedömning av tänkbara klimatutvecklingar vid aktuella platser).

Enligt SKI:s uppfattning bör svårigheten att visa upprätthållande av en homogen och hög buffertdensitet inte underskattas. En fråga rör i vilka tidsskalor buffertdensitet och svälltryck homogeniseras, t.ex. beroende på initiala defekter i bufferten eller ojämn grundvattentillförsel. Kopplingen till återfyllnaden, som beror på uppträngning av bufferten i deponeringstunneln, ökar analysens svårighetsgrad. En annan fråga rör i vilken mån erosion och/eller kemiska omvandlingar kan introducera heterogeniteter i systemet (se avsnitt 6.3.8 och 6.3.9).

SKI anser att SKB borde redovisa konkreta åtgärder för att förbättra förståelsen av kapselns rörelse i bufferten i mycket långa tidsskalor. En osäkerhet antyds av att interimrapporten SR-Can saknade en gräns för lägsta buffertdensitet. Processen skulle i princip kunna påverka bl.a. korrosionsförloppet för samtliga kapslar. SKI anser därför att det särskilt viktigt att det finns en övertygande strategi för hanteringen i säkerhetsanalys, även om det i princip förefaller mycket osannolikt att en kapsel kan sjunka ända ner mot botten av ett deponeringshål. SKB skulle bl.a. behöva utreda vid vilken densitet allvarliga problem kan uppstå, för bedömningen av säkerhetsmarginalerna för det nuvarande konceptet med en densitet runt 2000 kg/m^3 .

Beträffande effekten av skjuvrörelser i berget på kapseln och bentonitens skyddande roll anser SKI att en storskalig experimentell validering av beräkningsresultat (t.ex. Börgesson m.fl., 2003) skulle kunna ge värdefullt underlag för framtida säkerhetsanalyser. Det bör dock påpekas att behov och eventuell utformning av ett sådant försök bör utvärderas utifrån en bedömning av den typ av skalv som är rimligt sannolika på aktuella platser. Det finns också många praktiska frågor som behöver besvaras kring ett sådant försök, liksom frågor kring representativitet av förväntade resultat.

6.3.8 Buffererosion

SKB:s beskrivning

Buffererosion kan uppstå: 1) på kort sikt under återmättnadsfasen pga. grundvattenflöde i spalten mellan buffert och berg 2) på lång sikt t.ex. under inverkan av mycket utspädda glaciala smältvatten. Den förstnämnda erosionsprocessen har upptäckts i

samband med utvärderingen av KBS-3H medan den sistnämnda har varit känd sedan länge. SKB har studerat buffererosion i laborieförsök och i Äspölaboratoriet (Kolloidprojektet). Resultaten antyder att någon form av teknisk modifikation av KBS-3H måste övervägas för att förhindra buffererosion. Beträffande den långsiktiga erosionen förväntas ingen erosion äga rum om kalciumkoncentrationen överstiger 1 mM. SKB planerar att fortsätta försöken med KBS-3H och ta fram en modell för att kvantifiera borttransport av bentonit.

Remissinstansernas synpunkter

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen anser att bentonit är ett dåligt materialval eftersom den spontant bildar kolloider som kan transportera radionuklider.

Stockholms universitet (Pereira) understryker att SKB bör följa frågan kring kanalbildning och erosion av bufferten särskilt noga och diskutera beräkningsfall inom säkerhetsanalysen som tar hänsyn till detta.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB inför ansökan om att få uppföra ett slutförvar år 2008 i första hand bör utforska betydelsen av buffererosion och kanalbildning för KBS-3V. Visserligen är kanske potentialen för initial buffererosion mindre än för KBS-3H, men SKB behöver ta ställning om det krävs några särskilda kriterier eller ingenjörsmässiga åtgärder för att bemästra problemet för referenskonceptet. Beträffande den långsiktiga erosionen kan SKI inte utesluta perioder av betydande erosion om tillräckligt utspädda glaciala grundvatten kan nå förvarsdjup. SKI utgår ifrån att SKB tar fram ett genomarbetat underlagsmaterial till kommande säkerhetsanalyser.

6.3.9 Kemisk omvandling av bufferten

SKB:s beskrivning

Kemiska processer i bufferten kan involvera både huvudkomponenten montmorillonit och mineral som förekommer i små mängder (accessoriska mineral). Kemiska omvandlingar kan ha alltifrån mycket kraftig till endast marginell påverkan på buffertens funktioner. Beträffande montmorillonitomvandling har SKB i samband med Ecoclay-projektet studerat påverkan av cementporvatten. Resultaten visar att avsevärd försämring uppstår vid pH 13-14, medan lägre pH ger en gynnsammare utveckling. SKB avser att gå vidare med ytterligare modelleringsstudier, experiment med bentonit av lägre kvalitet samt särskilda studier av hur reaktioner med järn påverkar bentoniten.

SKB har studerat kemiska processer i bentonit med en temperaturgradient (LOT-försöken) och även gjort experimentella studier av jonbytesprocesser (natrium mot kalcium). Under de närmaste åren kommer SKB att bryta ytterligare LOT-försök för att bl.a. studera omfördelning av mineral (gips, kalcit, kiselföreningar m.m.) samt ta fram jämviktskonstanter för bentonit vid förhöjd temperatur.

Remissinstansernas synpunkter

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen påpekar att cement försämrar bentonitens egenskaper.

SSI anser att SKB bör utgå från en ökning av den hydrauliska konduktiviteten av bufferten i fall illitiserings inte kan uteslutas.

SKI:s bedömning

SKI konstaterar att det ännu inte är möjligt att ta ställning till om lågalkalisk cement helt kan lösa problemet med bentonitombvandling pga. högt pH. SKB behöver redovisa vilka ytterligare studier som behövs för att ge underlag för ett mera definitivt val av cementtyp. Lågalkalisk cement måste till att börja med visas ha tillräckligt goda konstruktionsegenskaper för aktuella tillämpningar. Dessutom bör reaktionerna mellan cementporvatten av olika pH (motsvarande utlakningsfaserna från aktuella cementslag) och bentonit studeras experimentellt. Det erfordras även modellsimuleringar för relevanta tidsskalor (t.ex. Benbow mfl., 2004). Denna typ av underlag behövs för att motivera antaganden om bentonitens långtidsombvandlingar. Cement kan komma att behövas för flera viktiga funktioner i slutförvaret och inför planeringen av förvarets konstruktion behöver SKB ta ställning till om cement behöver undvikas/begränsas i närområdet kring buffert och kapsel.

SKI:s konsulter (Arthur m.fl., 2005) anser att SKB bör implementera en metod för modellering av bentonit som explicit tar hänsyn till termodynamiska egenskaperna för komplexa lermineral. Författarna till denna rapport anser att modeller som enbart baserats på jonbyte, ytkomplexering och illitiserings inte utgör tillräcklig grund för att en utesluta betydande ombvandling av smektitlerans struktur i tidsskalor av en miljon år.

SKI bedömer att det behövs ytterligare studier av hur den initiala fasen med förhöjd temperatur påverkar buffertens egenskaper. Det faktum att SKB inte kunnat notera någon betydande cementering av bentonit under LOT-försöken är ett positivt resultat, men det behöver inte betyda särskilt mycket i en tidsskala över flera tusen år (period med förhöjd temperatur) om inte observationerna kan kopplas till modelleringsresultat. Det är angeläget att visa att en initial cementering och/eller ombvandling till icke-svällande lermineral inte påtagligt försämrar buffertens egenskaper.

Med anledning av ovanstående kommentarer bör SKB lämpligen göra en översyn och extern granskning av den strategi för hantering av buffertens ombvandlingsprocesser som presenterades i interimprocessrapporten för SR-Can (SKB, 2004). Modelleringsstrategin kan t.ex. tänkas behöva kompletteras så att den innehåller en kombination av vetenskapligt grundläggande angreppssätt för demonstrationen av vetenskaplig förståelse och enklare robustare modeller, t.ex. för att visa begränsat massutbyte med omgivande grundvatten.

SKI anser det vara möjligt att mineralogiska förändringar av bufferten måste beaktas i de mycket långa tidsskalorna för säkerhetsanalys (uppåt en miljon år). En fullständig konvertering av smektitlera är förmodligen extremt osannolik men ombvandlingsprocesser skulle kunna äga rum i dels i närheten av kapseln (som varit utsatt för de

högsta temperaturerna), dels i den yttre randen i kontakt med omgivande grundvatten. Detta skulle ge bufferten en lagrad struktur, vilket eventuellt kan innebära att hänsyn måste tas till en viss försämring av buffertens egenskaper.

6.3.10 Fältförsök för utvärdering av kopplade processer i bufferten

SKB:s beskrivning

Pågående experimentella studier av THM-processer innefattar Prototypförvaret, Återtagningsförsöket och TBT-försöket (avser THM processer vid högre temperaturer än normalt, ca 130°C). Inga särskilda resultat rapporteras i Fud-program 2004, men SKB avser att jämföra modelleringsresultat med mätresultat och observationer vid demontering av försöken med modelleringsresultat. Yttre sektionen i Prototypförvaret och Återtagningsförsöket kommer att brytas 2007-2008.

I mindre skala pågår laboratoriestudier bl.a. för förbättrad förståelse av utvecklingen av svälltryck vid olika porvattenundertryck. SKB har gjort mätningar i ett KBS-3H försök i reducerad skala (1:10). I detta försök utvärderades bl.a. distansblocken och den perforerade stålbehållaren. Ett tjeckiskt laboratorieförsök med ett något annorlunda buffertmaterial har också startas. SKB avser att gå vidare med labförsök inriktad mot förbättrad förståelse av THM-processer för omättad bentonit. Ett laboratorieförsök i nära fullskala för KBS-3H kommer att etableras och bevättningsförloppet kommer att följas.

Remissinstansernas synpunkter

SSI påpekar att de pågående experimenten i Äspölaboratoriet kommer ge ett mycket begränsat statistiskt underlag för bedömningen av kopplade processer. SKB bör därför överväga att utöka sitt program för fältförsök på Äspö. SKB bör även ta fram en tabell som visar vilka processer inklusive osäkerheter som pågående försök förväntas ge information och när denna information förväntas bli tillgänglig.

SSI bedömer att SKB generellt för området kopplade processer har ett ambitiöst program för laboratorieförsök.

Enligt SSI är det också av stor vikt att SKB utreder cementering av bufferten pga. långvarig värmeexponering. Studier av naturliga analogier kan ge värdefulla data för detta ändamål.

SSI anser vidare att SKB beskriver området långtidsförsök för summariskt och önskar sig en tydligare redovisning av förväntade resultat, en bedömning av tillräckligheten av befintliga experiment samt kriterier för utvärdering.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB generellt har en bra uppsättning försök i Äspölaboratoriet. Försöken har givit och kommer troligtvis att ge mycket värdefull information om individuella processer under in-situ betingelser. Dessutom medför de goda möjligheter att bedöma

den integrerade funktionen av förvaret i ett initialskede samt testa de kopplade modeller som SKB utvecklat under många år.

SKI har dock noterat de tekniska problem som uppstått för Prototypförvaret under senare tid (elektriska värmare för en kapsel av sex havererade i samband med trycksättning av Prototypförvaret under senare delen av 2004). Det finns en risk att de långa tidsserier med resultat från Prototypförvaret inte kan levereras i tillräcklig omfattning och vid de tillfällen där behov föreligger. Detta gäller särskilt om ytterligare tekniska problem skulle uppstå. SKI anser därför att SKB behöver ha beredskap för att påbörja kompletterande och modifierade långtidsförsök, i avvaktan på utfallet av nya försök i prototypförvaret (t.ex. strypning av dränering). Det bör påpekas att dessa problem avser instrumentering och artificiell uppvärmning av Prototypförvaret. Problemen är därför inte direkt relevanta för ett verkligt KBS-3-förvar.

SKI bedömer, liksom SSI, att det oberoende av ovannämnda tekniska problem skulle vara värdefullt för SKB att göra en genomgång av programmet i Äspölaboratoriet. SKB bör överväga om de pågående experimenten kan behöva kompletteras för att ge ett tillräckligt underlag för kommande beslutstillfällen. De minst ytterligare 15 år som finns tillgängliga i SKB:s nuvarande tidsplan bör ge SKB goda möjligheter att få fram resultat inför en driftansökan, vilket SKB bör utnyttja om behov skulle identifieras (SKI, 2004). SKB bör om projekten kring horisontell deponering skall drivas vidare analysera vilka fältförsök som kan ge information om de frågor som är specifika för detta koncept och hur länge sådana försök i så fall skulle behöva drivas (t.ex. för studier av kanalbildning/erosion, distanspluggarnas och den perforerade stålcyklinderns funktioner). SKB bör även överväga om det finns försök som kan behöva upprepas på en efter 2008 utpekad plats. Detta torde bli mest aktuellt om förvaret lokaliseras till Forsmarkslinsen som har en mera avvikande hydrogeologi än Laxemar, i jämförelse med Äspölaboratoriet.

SKI anser, liksom SSI, att det skulle vara värdefullt om SKB tog fram en mer detaljerad redovisning av förväntade resultat från pågående långtidsförsök (ett visst underlag finns i SKB:s handlingsplan som bifogas Fud-programmet) som kan utnyttjas som underlag för kommande ansökningar. Ett sådant underlag skulle bl.a. underlätta myndigheternas planering av granskning och oberoende utvärdering av dessa försök. För detta ändamål erfordras detaljerade planer över vilka mätningar som kommer att genomföras vid demontering av de yttre kapselpositionerna inför ansökan 2008. Det skulle också vara värdefullt om SKB skulle kunna precisera den förväntade användningen av experimentella resultat från långtidsförsök inom andra kärnavfallsprogram (som beskrivs i Fud-program 2004). Dessa kan väsentligt öka det experimentella underlaget för att testa kopplade modeller, men det behöver särskilt uppmärksammas att betingelserna för dessa försök kan skilja sig väsentligt från KBS-3, vilket kan minska dess användning som direkt beslutsunderlag.

SKI bedömer att det sannolikt är orealtiskt att experimentellt verifiera långtidsutvecklingen av barriärsystemet för alla uppsättningar av betingelser som behöver beaktas. Dessa variationer kan förväntas vara stora, t.ex. med avseende på hydrauliska betingelser i närheten av deponeringshålen. Detta understryker vikten av att SKB har tillgång till välutvecklade simuleringsverktyg, vilka bör kunna ge svar på frågor om betydelsen av de betingelser som inte kunnat testas genom experiment.

6.3.11 Integrerad modellering av THMC-processer

SKB:s beskrivning

SKB har använt Code bright för att studera THM-processer för det pågående TBT-försöket samt modellerat vattenmättnadsförloppet för KBS-3V. Fortsättningsvis kommer SKB arbeta experimentellt för att ta fram materialparametrar för Code Bright. Ett omfattande samarbete planeras också avseende modellering av försök som bedrivs i Andras och Enresas regi. I takt med att implementering av Code Bright och Abaqus vidareutvecklas kommer försöken i Äspölaboratoriet simuleras. Även simulering av storskaliga försök i Canada och Schweiz planeras.

Remissinstansernas synpunkter

SSI är positiv till SKB:s utveckling av kopplade modeller.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB:s planer för det fortsatta arbetet med modellering av kopplade processer i bufferten är detaljerade och ändamålsenliga. Det framgår dock att ett omfattande arbete kvarstår. SKB bör därför i första hand koncentrera sig på de studier som har bäst förutsättningar att ge användbara underlag för kommande ansökningar.

SKI saknar en redovisning av hur kemiska processer skall integreras i SKB:s arbete med kopplade processer. I Fud-program 2004 saknar SKI också en beskrivning över modellverktygen som kan hantera kemiska processer och aktuella tillämpningar. Ett uppenbart exempel är analysen av hur utfällningsreaktioner drivna av temperaturgradienten kan påverka buffertens långtidsegenskaper.

SKI efterlyser en strukturerad modellering av tänkbara förlopp som skulle kunna leda till avvikelser i förhållande till SKB:s centrala utgångspunkt att buffertens homogenitet kommer att garanteras av smektitlerans svällande egenskaper. Några exempel är:

- ojämnt mättnadsförlopp beroende på fördelningen av sprickor i deponeringshålen, eller tillförsel av grundvatten via återfyllnaden
- uttorkning för delar av bufferten närmast kapselytan i torra deponeringshål och dess betydelse för fortsatt värmetransport
- utvecklingen av buffertens densitet nära återfyllnaden beroende på växelverkan mellan buffert och återfyllnad samt dess påverkan av mättnadsförloppet
- eventuella förändringar av buffertens mekaniska och hydrauliska egenskaper nära kapseln och i gränsytan mot berget pga. kemiska omvandlingar
- eventuella massförluster av bentonit nära buffertens gränsyta mot berget, t.ex. förslutning av hålrum efter kanalbildning/erosion
- betydelsen av processer i sprickor och spalter och tider till förslutning av dessa.

SKB behöver ta ställning till hur viktigt det är för förvarets långsiktiga säkerhet att homogenitet i bufferten uppnås inom en given tid. Detta ställningstagande avgör i vilken omfattning det behöver finnas experiment och modellstudier som kan ge information avvikelser som kan ge upphov till heterogeniteter. Den nödvändiga

omfattningen för studierna av buffertens utveckling beror också på hur pass väl buffertens omgivning kan specificeras (berg och grundvattnen).

6.3.12 Övriga processer

SKB:s beskrivning

SKB har studerat mekanisk växelverkan mellan buffert och närfältsberg för KBS-3H alternativet. Korrosion av den yttre perforerade stålcyklern förväntas inte medföra några problem i detta avseende. Man har även experimentellt studerat utträngningen av bentonit genom perforeringen. SKB avser att gå vidare med ett fullskaleförsök för att studera hur svälltryck byggs upp i fallet KBS-3H alternativet (Big Bertha experimentet).

Mikrobiella processer kan ha betydelse för bildning av sulfider nära kapseln. SKB bedömer dock baserat på tidigare experiment att mikrobiell aktivitet i bufferten är försumbar tack vare begränsad tillgång på vatten, näringsämnen och utrymme. SKB avser att bryta ett 5-årigt bufferttest vid Äspölaboratoriet (LOT-försöket) under 2005, vilket förväntas ge information om frågan.

Radionuklidtransport via diffusion går snabbare för vissa positivt laddade joner (alkalimetaller, alkaliska jordartsmetaller), vilket benämns ytdiffusion och beror på växelverkan med negativt laddade mineraljoner. Det motsatta fenomenet, anjon-exklusion, innebär långsammare transport för anjoner. Ytdiffusion och anjonexklusion minskar i betydelse vid höga jonstyrkor och lägre ytätthet. SKB har studerat dessa processer under in-situ betingelser (CHEMLAB-sonden och LOT-försök) och bland annat funnit att perteknetatjoner (TcO_4^-) transporteras snabbare än förväntat p.g.a. reaktionströghet. Beträffande transporten av andra joner (Sr^{2+} , Cs^+ , Co^{2+} , I^-) finns en överensstämmelse mellan under in-situ betingelser och lab-betingelser. SKB planerar att utvärdera beskrivning av diffusionsprocessen i bentonit med jonjämvikter, vilket skulle kunna vara en ur teoretisk synvinkel mer gångbar metod jämfört med nuvarande metod. SKB planerar även att experimentellt studera transportmotstånd mellan bentonit och vattenförande spricka.

SKB har studerat diffusion av vissa organiska kolloider (humussyror) och funnit att dessa inte förhindras av kompakterad bentonit på samma sätt som vissa oorganiska kolloider. Dessa organiska ämnen komplexbinder vissa metaller och snabbar på deras transport (Eu(III), Co(II)). SKB aviserar ytterligare insatser inom området.

SKB beskriver kortfattat processer som stråldämpning, termisk expansion, advektion, diffusion, strålinducerad montmorillonitomvandling, och radiolys av porvatten. Kunskapen bedöms vara tillräcklig och inte direkta insatser planeras.

Remissinstansernas synpunkter

Avfallskedjans förening påpekar att organiska kolloider har visat sig kunna passera genom kompakterad bentonit och bedömer detta vara mycket otillfredsställande. Föreningen menar att detta skulle kunna vara en anledning att välja bort slutförvaring i grundvattenförande urberg.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB har ett bra program för studier av mikrobiell aktivitet i bufferten. Även om SKI bedömer att det finns argument för att utesluta betydande mikrobiell aktivitet finns behov av att fortsätta studierna med tanke på frågans stora betydelse för analysen av kopparkorrosion.. Det kan finnas ett behov att bättre definiera säkerhetsmarginalerna med tanke på att vissa försämringar av bufferten kanske inte kan uteslutas i en tidsskala av en miljon år. Det skulle t.ex. vara värdefullt att veta vilken effekt en mikrobiell aktivitet i bufferten skulle ha om den teoretisk förutsattes vara möjlig. Vad skulle begränsa aktiviteten av t.ex. sulfatreducerande bakterier i en sådan situation? Frågan har en koppling till risken av att hålrum uppstår i bufferten (pga. av t.ex. erosion eller olämplig inplacering av bentonitblock) men kan också betraktas som ett rent hypotetiskt fall för att förstå denna buffertfunktion.

SKI saknar en beskrivning av vilka insatser som kommer att genomföras för att bättre förstå hur bufferten påverkas av frysning/upptining. Enligt SKB:s nuvarande hantering av denna process i säkerhetsanalysen (att bufferten förlorar alla sina gynnsamma egenskaper efter en period av permafrost) behöver det ställas stora krav på underlaget för att utesluta permafrost. SKI rekommenderar att SKB överväger experimentella studier för att se hur bentonitens (buffert och återfyllnad) gynnsamma egenskaper förändras efter en cykel med frysning/upptining. Detta gäller särskilt i fall där mer än obetydliga osäkerheter kvarstår efter analysen av maximalt permafrostdjup.

SKI anser att SKB har ett bra program för studier av radionuklidmigration i bufferten, särskilt genom möjligheten till att genomföra in-situ försök i Äspölaboriet (LOT-försök och CHEMLAB-sonden). Att ytterligare förbättra förståelsen av särskilda fenomen som ytdiffusion, anjonexklusion och komplexbildning med organiska ämnen förefaller vara en riktig prioritering. Generellt bedömer SKI behoven av ytterligare kunskap kopplad till radionuklidmigration som betydligt mindre än behovet av kunskap kopplad till buffertens förmåga att skydda kapseln.

6.3.13 SKI:s sammanfattande bedömning buffert

SKI anser att SKB har ett bra program för buffertfrågorna samt att redovisningen av dessa är föredömligt tydlig i Fud-program 2004. Betydande framsteg har uppnåtts under senare år för såväl modellstudier och kodutveckling (Code Bright, Abaqus) som experiment. SKI anser dock att SKB behöver utvärdera behovet av kompletterande långtidsförsök, särskilt med tanke på tekniska problem för en av kapselpositionerna i Prototypförvaret. Inför kommande ansökningar finns ett tydligt behov av att genom jämförelser med praktiska experiment demonstrera att SKB:s kunskaper och modellverktyg för bufferten är tillräckliga. Om programmet med horisontell deponering skall drivas vidare behöver SKB ta ställning till vilka långtidsförsök som kan behövas för detta ändamål. På lång sikt kommer SKB också behöva ta ställning till om ytterligare långtidsförsök behövs på den plats där ett slutförvar till sist kommer att förläggas.

SKI konstaterar att SKB, jämfört med arbetet med kopparkapseln, inte kommit lika långt i utvecklingen av tillverkningsteknik och rutiner för den praktiska hanteringen. SKB har exempelvis ännu inte kunnat testa sin referensmetod för kompaktering av bentonitblock i fullskala (isostatisk pressning). SKI är inte medveten om några stora

praktiska svårigheter som behöver lösas, men det är ändå angeläget att kommande säkerhetsanalyser baseras på så välunderbyggd och realistisk information som möjligt. Under framtida rutinmässiga driftförhållanden kan exempelvis ogynnsam kvalitet av bentonitblock eller en olämplig inplacering av block förekomma. Det är inte klart för SKI om SKB avser att beakta sådana praktiska problem explicit vid beskrivning av förvarets initialtillstånd eller om de kommer att uteslutas helt och i så fall på vilka grunder.

SKB har under de senaste åren gjort framsteg med att bredda sitt koncept till att infatta flera buffertmaterial och den annorlunda buffertutformningen för KBS-3H. SKI anser att detta arbete har varit framgångsrikt och är långsiktigt väl motiverat eftersom det medför en större handlingsfrihet och eventuellt förutsättningar för bättre ekonomi. Kortsiktigt efterlyser SKI dock tydligare prioriteringar mot det koncept som kommande ansökningar skall baseras på (enligt nuvarande tidsplan år 2006 och 2008). Utan tydlig prioritering finns en risk för att den begränsade kompetensen och resurserna som finns inom landet splittras för mycket.

SKI konstaterar att kravspecifikationen för bufferten (SKB, 2002) är mångfacetterad och delvis svårtolkad. SKB behöver fortsätta arbetet med att förtydliga och konkretisera kravspecifikationen samt se till att det finns underlag som motiverar krav och tillhörande kriterier. SKB har uppenbarligen haft utgångspunkten att samtliga kriterier kommer att vara uppfyllda under en miljon år och inga försämringar av bufferten behöver beaktas. SKI är inte övertygad om att alla tänkbara försämringar/förändringar (upprätthållande av densitet, homogenitet, mekaniska egenskaper etc.) helt kan uteslutas. Detta innebär dock inte att alla försämringar/förändringar behöver ha någon avgörande inflytande på den långsiktiga säkerheten. SKI anser att SKB behöver illustrera effekterna av potentiellt ogynnsamma buffertegenskaper, händelser och processer (FEPs) om dessa inte kan avföras på goda grunder. Framtagning av underlag till kommande säkerhetsanalyser som motiverar hanteringen av ogynnsamma buffert-FEPs bör prioriteras högt.

SKI anser att SKB behöver påbörja en planering av vilket underlag som kommer att behövas vid ansökan om drifttillstånd runt år 2020. Denna planering behöver bl.a. innefatta hanteringen av praktiska frågor kring tillverkning, hanteringsrutiner, provning, dokumentation och kvalitetsprogram samt långtidsförsök.

En bentonitbuffert är i motsats till en kopparkapsel en komponent som finns med i de flesta andra länders kärnavfallsprogram. SKB har tidigare angivit att behovet av forskning och långsiktig demonstration delvis kan tillgodoses genom kunskapsöverföring från andra program och ett flertal exempel på detta finns i Fud-program 2004. SKI stöder dessa planer och anser att de utgör exempel på effektivt resursutnyttjande. Det finns dock frågetecken kring i vilken utsträckning dessa försök verkligen utnyttjas i SKB:s säkerhetsanalyser. För att SKI skall kunna ta ställning till värdet av ett experimentellt utbyte av information från internationella långtidsförsök krävs att SKB anger relevansen av för ett KBS-3-förvar, eventuella kritiska skillnader som måste beaktas vid tolkningen samt om tiden för försöket medger att informationen kan bli del av ett beslutsunderlag för det svenska programmet.

6.4 Återfyllning

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 18 Återfyllning i Fud-program 2004.

6.4.1 Inledning

SKI påpekade i sin granskning av Fud-program 2001 att återfyllningen är en förutsättning för att bufferten skall fungera som avsett och att närområdesberget inte kortsluts som barriär mot grundvattenströmning. SKI uppmanade SKB att fastlägga de krav och kriterier som måste ställas på återfyllnadsmaterialet. Inför en tillståndsprövning skall underlag och metoder finnas framme som visar hur dessa krav kan uppfyllas, t.ex. materialval, applikationsteknik och kontrollmetoder. Det bör då ha gjorts ett val av lämpligt återfyllnadsmaterial.

SKB:s redovisning

SKB:s krav på återfyllningen är att den:

- skall ha en styvhet som minimerar buffertens expansion uppåt i tunneln (däri genom bibehålls buffertens täthet)
- skall ha en hydraulisk konduktivitet som är jämförbar med omgivande berg (annars kan deponeringstunnlarna utgöra vägar för vattenomsättningen i förvaret)
- skall uppnå ett visst svälltryck mot tunneltaket (för att bibehålla en svällförmåga som kan täta eventuella effekter av kanalbildning och kryprörelser i återfyllningen).

SKB konstaterar att salthalten i grundvattnet har stor betydelse för återfyllningens egenskaper såsom svälltryck och hydraulisk konduktivitet. För en bentonitblandad återfyllning finns fortfarande ett antal osäkerheter med avseende på dessa parametrar.

SKB bedömer att det för de packningsresultat som idag kan uppnås finns risk för betydande försämring av återfyllningens funktion redan vid relativt låga salthalter i grundvattnet (några procent TDS). SKB konstaterar också att nuvarande packningsteknik av återfyllnadsmaterial i en deponeringstunnel inte ger tillräckligt hög montmorillonittäthet för att klara säkerhetsmarginalerna vid havsvattenförhållanden. Den bentonitblandade återfyllningen i Backfill and Plug Test i Äspölaboratoriet ger en uppmätt permeabilitet som i allmänhet är högre än den teoretiskt beräknade. Den uppmätta hydrauliska konduktiviteten för sektionen med 100 procent bergkross är alltför hög (ca 10^{-7} m/s) och för blandningen 30/70 för bentonit/bergkross uppgår konduktiviteten till ca 10^{-8} - 10^{-9} m/s. SKB bedömer att den senare ligger på gränsen för uppställda acceptanskrav och därför motiverar/kräver ytterligare tester.

Resultat från laboratorieförsök och fälttester med Friedlandlera tyder på svårigheter vid fältförsöken att uppnå tillräcklig kompressibilitet för att förhindra att uppsvällning av bufferten i deponeringshålen blir för stor.

SKB:s fortsatta studier av återfyllningen kommer huvudsakligen att fortsätta drivas inom tre olika projekt: Backfill and Plug Test, Prototypförvaret och Återfyllning och förslutning av tunnlar och bergrum.

Vid hittills genomförda fas för projektet Återfyllning och förslutning av tunnlar och berggrum har SKB, som genomför projektet tillsammans med Posiva, kommit fram till att fortsätta projektet med tre alternativa koncept för återfyllning:

- in-situ-kompakterad 30/70 bentonit/bergkross (referenskonceptet)
- in-situ-kompakterad Friedlandlera
- förkompakterade block.

Projektet skall genomföras i fyra faser där fas två pågår till 2005 och där fas fyra enligt SKB:s handlingsplan avslutas 2012.

Remissinstansernas synpunkter

Med hänvisning till SKB:s redovisning av genomförda och planerade tester av återfyllningen uttalar Avfallskedjans förening att det under hela försöksprocessen verkar ha varit besvärligt med återfyllnadstekniken. Så besvärligt att man inte hittills har kunnat anse att tekniken fungerar. Föreningen ifrågasätter om återfyllningen någonsin kommer att fungera utifrån de förutsättningar som finns då man bytt och provat många olika fyllningsmaterial.

Avfallskedjan och Opinionsgruppen för säker slutförvaring (Oss) påpekar beträffande återfyllning och förslutning den absoluta nödvändigheten av att alla säkerhetslösningar som har koppling till den valda KBS-3-metoden måste vara testade och redovisade innan tillståndsansökan för metoden lämnas in. Därför är det inte acceptabelt att så mycket återstår att utreda och redovisa när metodredovisningen enligt bolaget skall vara klar hösten 2005.

Avfallskedjan och Oss anser också att SKB tydligare måste redovisa hur man ska förhindra att tilloppstunnlar och olika schakt inte kan utvecklas till kapillära system som leder radioaktiva ämnen upp till markytan när barriärerna runt kapslarna inte längre fungerar som det är tänkt.

SSI anser det är bra att SKB nu intensifierat sitt FoU-program för att få fram ett fungerande koncept för återfyllning av tunnlar. SSI konstaterar dock att det återstår att utreda ett antal kritiska osäkerheter, t.ex. kring det mekaniska samspelet mellan buffert och återfyllnad, betydelsen av salta grundvatten och risk för kanalbildning under deponering. Med tanke på att SKB dessutom ännu inte valt slutligt koncept för återfyllning och att redovisningen av det fortsatta programmet är vag, är SSI inte övertygat om att SKB kommer att få fram tillräckliga resultat i tid för tillståndsansökan om ett slutförvar 2008. SSI anser därför att SKB bör ta fram en utförligare handlingsplan som beskriver vad som behöver uppnås inför val av referenskoncept i tillståndsansökan 2008 samt vilka ytterligare fullskaleförsök, för det valda konceptet, som kan behövas inför ansökan om inledande drift.

Stockholms universitet (Pereira) observerar att när det gäller återfyllning av tunnarna är erfarenheterna av tätning fortfarande bristfällig. Därför anser universitetet att det krävs ett resonemang om hur man i säkerhetsanalysen skall kunna hantera eventuella scenarier eller variationsberäkningar som tar hänsyn till långa kanaler i tunneltaken, något som medför högre konduktivitet än i resterande delar av tunnarna.

Beträffande genomförda och pågående experimentella arbeten i Äspölaboratoriet efterlyser Stockholms universitet (Pereira) ett nytt dokument (utöver årsrapporter) med en sammanhållen beskrivning av den kunskap som har nåtts hittills och den som eftersträvas med fokus både på den nationella och internationella verksamheten.

Säkerhetsgruppen i Oskarshamns kommun konstaterar att för återfyllningen återstår mycket arbete och test i Äspölaboratoriet. Gruppen pekar på en i sammanhanget aktuell fråga huruvida saltvatten i systemet kan försämra svällningen i leran vilket skulle försämra återfyllningens funktion. Gruppen frågar vilken betydelse effekten har och hur den kan motverkas.

SKI:s bedömning

SKI drar liksom SKB slutsatsen att ren bergkross utesluts som återfyllning i deponeringstunnlar medan alternativet med blandningen bentonit och bergkross 30/70 behöver utredas ytterligare. Med tanke på att inga entydiga resultat finns framme för detta koncept stöder SKI SKB:s planer att även utreda alternativen Friedlandlera och kompakterade block. Det mest väsentliga inför kommande ansökningar är dock att SKB kan presentera ett alternativ för återfyllning av tunnlar som kan visas ha goda förutsättningar att uppfylla ställda krav.

SKI anser att SKB behöver ta fram ett underlag som bättre motiverar kraven på återfyllnaden. För att lättare kunna sätta in återfyllnaden i ett säkerhetsmässigt sammanhang erfordras mer detaljerade analyser av implikationerna av ett spektrum av tänkbara egenskaper. SKB behöver analysera både återfyllnadens betydelse för övriga barriärkomponenter samt för dos och riskberäkningar. Tidigare säkerhetsanalyser t.ex. SR 97 behandlade inga detaljer för denna komponent i slutförvaret. Ett kriterium för återfyllnadens hydrauliska konduktivitet behöver motiveras med utgångspunkt från grundvattenflödessimuleringar. Dessa simuleringar bör t.ex. belysa betydelsen av återfyllnadens egenskaper för ett mycket tätt berg såsom Forsmarkslinsen.

SKI anser att SKB på samma sätt som för bufferten behöver systematiskt analysera FEPs som på sikt kan leda till en försämrad funktion, t.ex.:

- höga salthalter som leder till minskat svälltryck mot omgivande berg (SKB bör tydligare motivera kriteriet för högsta salthalt som för närvarande satts till 35 g/l)
- kanalbildning/erosion efter förslutning av en deponeringstunnel som leder till förlust av material
- erosion under perioder då mycket utspädd grundvatten kan nå förvarsdjup som leder till förlust av material
- minskat svälltryck pga. kemiska omvandlingar såsom illitisering av återfyllnadens bentonitkomponent
- inverkan av cement på främst återfyllnadens bentonitkomponent.

Eftersom sannolikt ingen av dessa processer kan uteslutas helt behöver SKB ta fram analyser som visar att omfattningen av dessa processer är begränsad och inte på ett avgörande sätt inverkar på förvarets långsiktiga säkerhet. SKB behöver utreda betydelsen av heterogeniteter som dessa processer kan ge upphov till.

Enligt SKI:s uppfattning bör SKB vid beskrivningen av återfyllnadens initialtillstånd beakta att kvalitén på material, hantering, applicering m.m. kan variera under den långa tid slutförvaret behöver vara i drift. SKB bör även redovisa vilken funktion kvalitets-säkring och kontroller kan komma att få i detta sammanhang.

SKI konstaterar att i försöket i Prototypförvaret där Milosbentonit (natriumkonverterad kalciumbentonit) är ingående lerkomponent i återfyllningen uppnås inte tillräcklig täthet i förhållande till uppställda krav. SKB anser detta bero på packningsproblem relaterade till mängden instrument och kablar i återfyllningen. Detta medför att ytterligare tester krävs innan Milosbentoniten kan anses vara ett alternativ till MX-80.

6.4.2 SKI:s sammanfattande bedömning återfyllning

SKI stöder SKB:s ambitioner att under de närmaste åren utvärdera alternativa utformningar av återfyllnaden. Det mest väsentliga inför kommande ansökningar är dock att SKB kan presentera ett alternativ för återfyllning av tunnlar som kan visas ha goda förutsättningar att uppfylla ställda krav.

SKI anser att SKB behöver ta fram ett underlag som bättre motiverar kraven på återfyllnaden. För att lättare kunna sätta in återfyllnaden i ett säkerhetsmässigt sammanhang erfordras mer detaljerade analyser av implikationerna av ett spektrum av tänkbara egenskaper. Enligt SKI:s uppfattning bör SKB vid beskrivningen av återfyllnadens initialtillstånd beakta att kvalitén på material, hantering, applicering m.m. kan variera under den långa tid slutförvaret behöver vara i drift.

SKI anser att SKB på samma sätt som för bufferten systematiskt behöver analysera FEPs som på sikt kan leda till en försämrad funktion.

SKI anser att SKB behöver visa hur resultat från försöken för såväl Backfill and Plug Test som försöken i Prototypförvaret skall utnyttjas inför ansökan 2008 om uppförande av slutförvaret.

6.5 Geosfär

SKI redovisar i detta avsnitt synpunkter på kapitel 19 Geosfär i SKB:s Fud-program 2004.

Några remissinstanser har lämnat synpunkter av allmän karaktär på geosfärskapitlet varför dessa redovisas inledningsvis i detta avsnitt.

Remissinstansernas allmänna synpunkter

Göteborgs universitet (GU) anser att SKB i stort tagit sitt ansvar för de geovetenskapliga frågor som är aktuella för lokaliseringen av ett slutförvar. GU anser att SKB närmare bör redovisa vad man avser med ”granitisk sammansättning” och varför just granitiska bergarter är de lämpligaste för att förlägga ett slutförvar.

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning anser att vissa delar av innehållet i kapitlet om geosfären är inomvetenskapligt specifika och att innehållet troligen bara kan förstås av specialister inom respektive ämnesområden.

Stockholms universitet (Pereira) är undrande om tidsplanen 2006/2008 är realistisk i och med att flera frågor inte kan anses vara triviala. Universitetet menar att även om SKB kan hålla tidsplanen genom att fördubbla insatsen måste arbetet granskas med bibehållen kvalitet och detta under en alltför pressad tidsplan.

Sveriges geologiska undersökning anser att kapitel 19 i Fud-program 2004 ger en samlad och pedagogiskt överskådlig bild av geosfären.

Östhammars kommun saknar en tydlig koppling till platsundersökningen och miljökonsekvensbeskrivningen.

Lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark ser särskilt positivt på den nyvunna kunskap som redovisas i avsnitten Geosfär och Biosfär.

6.5.1 Initialtillstånd för geosfären

SKB:s redovisning

SKB inleder med att definiera vad initialtillståndet i geosfären är och hur det påverkas av olika processer under förvarets livslängd. SKB understryker betydelsen av resultaten från platsundersökningarna som utgör det viktigaste underlaget för att bestämma geosfärens tillstånd efter förslutning (initialtillståndet). SKB hänvisar till andra rapporter utanför Fud-redovisningen som presenterar programmet för pågående platsundersökningar.

Remissinstansernas synpunkter

Sveriges geologiska undersökning ser med tillfredsställelse att goda insatser gjorts för att öka kunskapen om strukturgeologin med bl.a. fokusering på nybildning, datering av spricksystem samt reaktivering av befintliga spricksystem. Erhållna kunskaper tillsammans med resultaten från platsundersökningarna utgör viktigt underlag för att på bästa sätt bestämma geosfärens initialtillstånd innan ett förvar anläggs.

SKI:s bedömning

Avsnittet som beskriver initialtillståndet för geosfären är helt inriktat på att beskriva störningarna av den geohydrologiska och den geokemiska situationen vid platsen för ett kommande slutförvar. SKI anser att minst lika viktigt är att uppmärksamma de störningar som sker genom utsprängningen av förvaret, vilket påverkar de bergmekaniska och termiska initialtillståndet.

SKB borde även ha varit tydligare i att redovisa vilka resurser samt vilken beredskap och flexibilitet som finns för att ta hand om platsspecifika frågor som kräver någon typ av forskningsinsatser. Avsaknaden av eller bristen på beredskap beträffande inhämtande

av kunskap kan inverka på kommande ansökningar eftersom de uppsatta tidsplanerna för ansökan inte tillåter större fördröjningar i kunskapsinhämtande. Koppling mellan forskningsinsatser och pågående platsundersökningar behöver förtydligas enligt SKI.

Vidare saknar SKI en tydlig koppling till de pågående platsundersökningarna och de problem som var och en av platserna har och kan komma att inneha (t.ex. höga bergspänningar, salta grundvatten etc.). SKI anser att SKB i Fud-programmet närmare borde diskutera hur man avser möta och hantera nu kända problem. SKB borde även ha varit tydligare i att redovisa vilka resurser och vilken beredskap som finns för att ta hand om dessa platsspecifika frågor som kräver någon typ av forskningsinsatser.

6.5.2 Värmetransport

SKB:s redovisning

SKB kommer bl.a. att utöka och bättre samordna analysarbetet för att bestämma avståndet mellan kapslar, beräkna effekterna av förskjutna kapselpositioner samt i olika skalor undersöka numeriskt och analytiskt hur bergets termiska egenskaper påverkar kapselavståndet.

Arbetet med att utveckla, kalibrera och verifiera metoder för bestämning av termiska egenskaper fortsätter, liksom arbetet med att omsätta resultatet till termiska modeller i olika skalor.

En termisk modell för Prototypförvaret i Äspölaboratoriet kommer att upprättas med syftet att pröva och värdera användbarheten och tillförlitligheten hos den termiska modellen.

Prototypförvaret och Återtagsförsöket i Äspölaboratoriet modelleras med kopplade THMC koder. Syftet är enligt SKB att pröva och verifiera modeller som samtidigt beskriver transport av värme, vatten, ånga, gas och lösta salter i den delvis omättade bufferten.

Remissinstansernas synpunkter

Stockholms universitet (Pereira) framför att den förväntade utvecklingen av tätningsförloppet, som beror på den höga temperaturen på kapselytan (80 °C) och vattenmättnad är otydlig. Universitetet anser att detta borde analyseras med hjälp av modellering som stöder sig på pågående fullskaleförsöken Prototypförvaret, Återtagsförsöket och TBT. Information från dessa försök bör enligt universitetet tillåta en förfining av modelleringen med hjälp av datorprogrammet Abacus.

Vetenskapsrådet anser att tillräckligt med beräkningar av värmetransport med värmeledningsmodeller verkar ha gjorts och att det fortsatta programmet verkar välmotiverat. Rådet diskuterar även olika ansatta värden på bl.a. värmekapaciteten och hur dessa kan påverka exempelvis yttemperaturen på kapseln. Rådet framför även en alternativ förklaring till den 25-procentiga skillnaden mellan uppmätta K-värden och laboratoriebestämda K-värden.

SKI:s bedömning

SKI kan konstatera att SKB modifierat sina forskningsinsatser i förhållande till Fud-program 2001. SKI anser att SKB med de nu delvis genomförda och ökade insatserna har en bättre ambitionsnivå i sitt program för att lösa viktiga kvarstående frågor inom värmetransportområdet.

När det gäller värmetransporten i berget har SKI:s rådgivande grupp i platsundersökningsfrågor, INSITE, tidigare påpekat vikten av att SKB studerar inverkan av anisotropin och att SKB aktivt fortsätter med framtagningen av ett fältinstrument som kan bestämma bergmassans termiska egenskaper i borrhål.

SKI vill också understryka vikten av att fortsätta med de pågående temperaturmätningarna i Prototypförvaret för att ge möjlighet till kalibrering av de nu använda termiska modellberäkningarna samt utnyttja/använda de termiska parametervärdena från laboratorietesterna vid Statens Provningsanstalt.

6.5.3 Grundvattenströmning

SKB:s redovisning

SKB påpekar att den utveckling som sker inom området grundvattenströmning främst är kopplad till utveckling av beräkningsverktyg (Connectflow och DarcyTools), men att vissa studier har utförts för att få en ökad kunskap om specifika frågeställningar som ytnära grundvattenströmning samt storskalig grundvattenströmning för att utreda problematiken kring in- och utströmningsområden.

Beträffande problematiken kring in- och utströmningsområden har SKB genomfört och redovisat två modelleringsstudier, en för Östra Götaland (Follin och Svensson, 2003) och en för norra Uppland (Holmén m.fl., 2003). SKB har även redovisat en sammanfattande rapport där man diskuterar betydelsen av grundvattnets strömningsförhållanden och salthalt för lokaliseringen av ett slutförvar (SKB, 2003a). Studierna visar enligt SKB att lokala strömningsmönster, orsakade av förhållandet mellan lokala och regionala gradienter, dominerar grundvattenströmningen ner till typiska förvarsdjup, samt att förekomsten av salta grundvatten mot djupet kan verka som ett golv för grundvattenflödet.

Remissinstansernas synpunkter

Avfallskedjan och Oss vill att Fud-program 2004 kompletteras med en överskådlig och begriplig redogörelse för grundvattenströmningen och in- och utströmningsproblematiken i de aktuella områdena, och att de i enlighet med miljölagstiftningen jämförs med inlandsalternativ där det kan förväntas att de miljömässiga förutsättningarna är bättre.

Göteborgs universitet finner det planerade programmet för grundvattenströmning tillfredsställande, men påpekar betydelsen av att konkret geologisk information tas fram.

Lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark noterar att SKI och SSI har påpekat för SKB att ytterligare analyser behövs för att öka förståelsen för den regionala grundvattenströmningen, samt att SKB har startat ett projekt för att tillmötesgå myndigheternas synpunkter. Man anser vidare att SKB har en hög ambitionsnivå för att höja kunskapsnivån inom området.

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning noterar att det i SKB:s redovisning saknas en diskussion om in- och utströmningsproblematiken och dess koppling till lokaliseringen.

Beträffande in- och utströmningsproblematiken och kopplingen till frågan om lokalisering av slutförvar vid kusten eller i inlandet, skriver Oskarshamns kommun i sitt yttrande att kommunen ser ett stort behov av klargörande på två punkter: (i) En klar och tydlig redogörelse för den regionala grundvattenmodelleringen för Småland, samt (ii) En sammanhållen beskrivning av alla faktorer som påverkar en förläggning av ett slutförvar till inlandet respektive kusten och hur SKB väger samman dessa faktorer i platsvalet.

Statens strålskyddsinstitut (SSI) ser positivt på att SKB vidareutvecklar sina hydrologimodeller för att bättre kunna utvärdera betydelsen av heterogeniteter i olika skalor. SSI betonar även vikten av att SKB verifierar och dokumenterar de nyutvecklade modellerna innan de används för kommande tillståndsansökningar. Vidare anser SSI att det är bra att SKB planerar olika studier för att belysa den tidsberoende utvecklingen av grundvattnets salthalt.

Beträffande SKB:s rapporter som belyser problematiken kring in- och utströmningsområden hänvisar SSI till sin granskningsslutsats, dvs. att studieresultaten är otillräckliga för att kunna utesluta möjliga fördelar med en inlandslokalisering och att SKB bör genomföra en mer genomgripande analys. SSI noterar sedan att SKB nu har startat ytterligare en modelleringsstudie för Östra Götaland.

Sveriges geologiska undersökning (SGU) noterar att studier och modellering av grundvatten/grundvattenströmning utförts i olika skalor och på olika djup, och påpekar att det är angeläget att dessa kan fogas samman för att tillsammans med studier och modellering av radionuklidtransport och fastläggningsprocesser ge en enhetlig bild där såväl området närmast de tänkta förvarerna som regionen i sin helhet representeras på ett adekvat sätt. SGU påpekar vidare att det är nödvändigt att man vid modelleringsarbetet gör många realiseringar för att se olika möjliga utfall och därigenom ta hänsyn till de osäkerheter som kvarstår. SGU anser också att betydelsen av större diskontinuiteter i berget, liksom inverkan av skillnader i genomsläpplighet längs enskilda sprickor för strömbilden bör belysas. Modelleringen bör även täcka in övergången till jordlager och betydelsen av lager med högre genomsläpplighet i jord. SGU påpekar vidare att det måste klargöras om det behövs restriktioner för borrhning och i så fall inom vilket område och till vilket djup.

Vetenskapsrådet påpekar att det för modelleringen av grundvattenströmning inte bara är väsentligt med småsprickor som i större skala kan approximeras till kontinuummodeller, utan även de stora sprickzonerna som finns i allt berg.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB:s redovisning i Fud-program 2004 ger en bra sammanfattning och lägesredovisning av de modellverktyg som används för att beskriva grundvattenströmningen. SKI anser att SKB redovisar ett väl genomtänkt och ambitiöst program för utveckling av beräkningskoderna Connectflow och DarcyTools, samt att det är en fördel att SKB använder och testat dessa koder inom platsmodelleringsprojekten och inom säkerhetsanalysen.

Liksom i granskningen av interimrapporten SR-Can (SKI och SSI, 2005) vill SKI liksom SSI dock påpeka att det är av stor vikt att SKB avsätter tillräcklig tid för att utvärdera och dokumentera de olika modellerna inför tillämpningen i SR-Can och så småningom i SR-Site.

SKB:s beräkningar av grundvattenströmningen baseras på ett antal förenklade antaganden om det naturliga systemet (t.ex. gällande randvillkor vid ytan och sjöbottnar samt bergets heterogenitetsstrukturer och de kvartära avlagringarna). Dessa antaganden anser SKI inte är motiverade och konfirmerade ännu. SKI anser därmed att Fud-programmet saknar en plan för hur SKB skall ta fram data för att testa och verifiera ovan nämnda modeller. Utan sådana data bör modellresultaten inte användas som tillförlitliga prediktioner.

Beträffande in- och utströmningsproblematiken efterlyste både SSI och SKI i granskningen av Fud-program 2001 en redogörelse av SKB. Som svar på myndigheternas förfrågan har SKB nu genomfört och redovisat två modellstudier (Follin och Svensson, 2003 och Holmén m.fl., 2003), samt en sammanfattande rapport (SKB, 2003). Myndigheterna har i sin tur redovisat sina kommentarer och sin kritik av dessa studier (SSI, 2004 och SKI 2004c) varför SKB nu planerar ytterligare en modelleringsstudie för Östra Götaland för att tillmötesgå myndigheternas synpunkter. SKI noterar att dessa planerade aktiviteter inte finns redovisade i det aktuella Fud-programmet eftersom beslutet att genomföra studien togs efter det att detta Fud-program författats. SKI är dock sedan tidigare informerad om och ser positivt på dessa planer och avvaktar de kommande resultaten.

6.5.4 Gasströmning/gaslösning/gasbildning

SKB:s redovisning

SKB konstaterar att behovet av forskning inom detta område är begränsat. SKB avser dock att utreda om det finns förutsättningar för att det kan utvecklas en fri gasfas i geosfären och i så fall krävs experimentellt verifierade modeller för s.k. bubbelflöde. Ytterligare en fråga som behöver utredas är om tvåfasflöde (dvs grundvatten och en gasfas) behöver inkomponeras i analysen av förvarets återmättnad.

SKB avser att bygga på databasen för lösta gaser i grundvatten dels med data från pågående platsundersökningar, dels med data från Åspölaboratoriet. Nya metoder för extraktion och analys av gaser har utvecklats.

SKI:s bedömning

SKI anser att gasströmning i geosfären sannolikt har små konsekvenser för slutförvarets säkerhet. Gasströmning i närområdet av ett slutförvar skulle dock kunna påverka de tekniska barriärerna, vilket behöver belysas. SKI anser att SKB skulle vara betjänt av att ha verktyg för överslagsberäkningar tillgängliga för hanteringen i t.ex. processrapporten. SKB bör även utreda om det kan finnas en koppling mellan gasströmning och kolloidtransport (kolloider kan ackumuleras i gränsskiktet mellan två faser).

SKI anser att SKB behöver fortsätta forskningen kring samspelet mellan lösta gaser och mikrobiella processer i djupa grundvatten.

SKI anser även att det är bra att SKB avser att beakta tvåfasflöde i analysen av förvarets återmätnad, eftersom denna fas inträffar under den tid då en förhållandevis detaljerad analys av förvarets utveckling krävs (t.ex. de första tusen åren enligt SSI:s föreskrift 1998:1).

6.5.5 Rörelser i intakt berg

SKB:s redovisning

SKB har utvecklat en strategi för att ta fram en platsbeskrivande modell som beskriver de grundläggande frågorna om karakterisering av bergets mekaniska egenskaper. Strategin tillämpas och utvecklas i samband med pågående platsundersökningar. SKB har även genomfört en genomgripande översyn av metoder för bergspänningsmätningar och hur dessa skall utvärderas.

I det pågående APSE-försöket i Äspölaboratoriet har en detaljerad karakterisering och modellering av spänningar och deformationer utförts. Under 2005 görs en fullständig utvärdering av försöket som sedan skall utgöra grunden för en fördjupad analys med syftet att jämföra prognostiserade egenskaper hos bergmassan och utfall av experimentet.

SKI:s bedömning

SKI har, med stöd av SKI:s rådgivande grupp INSITE, i samband med sin löpande uppföljning av pågående platsundersökningar framfört synpunkter på SKB:s platsbeskrivande bergmekaniska modeller samt metoder för bergspänningsmätningar. SKI anser att utarbetade rutiner för återkoppling till SKB fungerat väl i detta fall.

SKI anser att SKB:s redovisning i Fud-program 2004 av APSE-försöket är mycket kortfattad, vilket gör det svårt för SKI att bedöma genomförbarhet liksom slutmål och slutresultat. SKI anser emellertid att med den information som SKI fått om APSE-försöket i annat sammanhang bör utvärderingen och den fördjupade analysen av försöket med största sannolikhet bli mycket användbar i det fortsatta arbetet.

SKI anser vidare att det pågående APSE-projektet är viktigt för SKB:s bedömning av kommande bergutfall runt deponeringshålen och effekterna av bentoniten som

förstärkningsselement och bromsare av kontinuerligt bergutfall med tiden. SKI vill dock påpeka att resultaten är beroende av geologin och att situationen kan komma att vara en annan vid någon av de andra platserna (Forsmark och Laxemar). Mot bakgrund av de avvikande bergspänningssituationerna i Simpevarp (mycket låga magnituder) och Forsmark (mycket höga magnituder), sett i relation till den normala bergspänningssituationen i Fennoscandia, understryker det betydelsen av att dessa frågor ytterligare måste belysas och ges en rimlig förklaring. De platsspecifika aspekterna beträffande bergspänningarna och berghållfastheterna behöver därför analyseras vidare enligt SKI.

6.5.6 Termisk rörelse

SKB:s redovisning

SKB anser att risken för kapselskador på grund av termomekanisk belastning i praktiken kan sättas till noll. Det förutsätter att man kan räkna med att inga kapselhål kommer att skäras av sprickor med en utsträckning som är större än 700 m i stupningsriktningen.

SKB planerar att inom ramen för APSE-försöket fortsätta med analyser av de termiskt genererade rörelserna och spänningsförändringar. Inom ramen för platsundersökningarna/projekteringen görs även termomekaniska numeriska analyser där platsspecifika data utnyttjas.

SKI:s bedömning

SKI vill framhålla att SKB ännu inte visat att inga kapselhål kommer att skäras av sprickor med en utsträckning som är större än 700 m i stupningsriktningen. Det återstår enligt SKI:s uppfattning även en del arbete för SKB att demonstrera att sprickor med en mindre utsträckning inte behöver beaktas i analysen.

Beträffande termiskt inducerade rörelse vill SKI påpeka att de eventuella termiska rörelser i bergmassan som uppkommer i Prototypförvaret också bör tas till vara för kalibrering och eventuell modifiering av de kopplade beräkningarna och simuleringarna som planeras för respektive plats inom ramen för platsundersökningarna.

Avslutningsvis kan SKI konstatera att det ännu finns en del pågående experiment som behöver avslutas och analyseras innan man kan dra definitiva slutsatser om termiskt inducerade rörelser i bergmassan.

6.5.7 Reaktivering – rörelser längs befintliga sprickor samt ny sprickbildning

SKB:s redovisning

I Fud-programmet 2004 räknar SKB upp nyvunnen kunskap sedan 2001. Exempelvis nämns insatser som fört kunskapen framåt om spricksystemets roll för deformationer i närområdet vid tunneluttag och borring av deponeringshål. SKB redovisar bl.a. slutsatsen att spricksystemets roll för deformationer vid uttag av bl.a. ZEDEX-tunneln i

Äspölaboratoriet kan vara mindre än man tidigare antagit, vilket enligt SKB bekräftas av bl.a. resultaten från tunnelutsprängningen för APSE-försöket.

Seismiskt inducerade skjuvrörelser hos sprickor har i motsats till SR 97 (icke dynamisk analys) analyserats dynamiskt. Resultaten antyder enligt SKB att det statiska bidraget till den inducerade sprickrörelsen dominerar, vilket möjligen kan innebära att det för djupförvaret räcker att genomföra rent statiska analyser såsom gjorts i analyserna som redovisades i SR 97. Detta skulle förenkla det fortsatta arbetet enligt SKB, speciellt för analysen av inverkan av stora skalv.

Termohydromekaniska effekter av framtida glaciationer på ett slutförvar har även studerats inom ramen för DECOVALEX-projektet.

SKB:s fortsatta program inom detta område innehåller dessutom frågor som diskuterats i olika sammanhang mellan SKI och SKB. Exempelvis samverkan mellan mindre sprickor, respektavstånd, analys av mekanismerna för postglacial förkastningar, risken att förvaret själv kan komma att fungera som ett svaghetsplan samt smällberg. SKB avser fortsätta arbetet med att utveckla modeller för att kunna bedöma brott och sprickpropagering för vilket APSE-försöket är en viktig kunskapskälla.

Remissinstansernas synpunkter

Göteborgs universitet (GU) anser att SKB bör verifiera reaktivering av befintliga sprickor genom detaljerade mineralogiska studier av sekundära mineral och omvandlingar runt sprickor. Sådana studier bör enligt GU göras utifrån en sprickzon (och på flera ställen utefter en sådan) i syfte att även kunna uppskatta hur långt ifrån en sådan sprickzon förvaret bör placeras. Detta är viktigt för att kunna bestämma det s.k. respektavståndet.

Stockholms universitet (Pereira) framför att med den kunskap man har om paleoseismiska jordskalv i samband med senaste istiden bör SKB:s jordskalvscenario revideras. Universitetet anser också att de respektavstånd som SKB nämner bör revideras.

Uppsala universitet (UU) understryker vikten av att sprickzoner och dess egenskaper blir mycket noga undersökta i områden tänkta för ett slutförvar. UU framhåller även att effekterna av eventuella tektoniska rörelser, inklusive jordbävningar behöver bedömas. Eftersom dessa rörelser är långsamma och episodiska i sin karaktär, behövs långsiktiga mätningar av eventuella deformationer.

Säkerhetsgruppen i Oskarshamns kommun poängterar betydelsen av att konsekvenserna av jordskalv efter en istid får en tillfredställande behandling i SKB:s arbeten. Detta särskilt då man konstaterar att SKB beskrivning inte ger tydliga svar på frågan om konsekvenserna av stora jordskalv och att det tycks finnas osäkerhet om hur stora skalv (större än magnitud 6) skall kunna analyseras p.g.a. beräkningstekniska svårigheter.

SKI:s bedömning

De förkastningsrörelser som kan tänkas uppkomma i samband med ett jordskalv med magnitud 6 på 200 m avstånd från skalvets centrum har beräknats till 6,5 cm. Om SKB

avser fortsätta med denna typ av analyser föreslår SKI att de maximala förskjutningarna som kan uppkomma redovisas i diagramform där skalvets magnitud, avstånd från skalvcentrum och förskjutningsbelopp redovisas grafiskt. Enligt SKI blir det då lättare att bedöma hur dessa parametrar varierar och hur de är beroende utav varandra. Vidare bör SKB genomföra denna typ av analyser med hänsyn tagen till sannolika spänningstillstånd både beträffande magnitud och riktning.

SKI konstaterar att SKB:s slutsatser vad gäller sprickrörelser i samband med jordskalv med magnitud 6 och större fortfarande är förknippade med osäkerheter som bl.a. framgår av skrivningar som ..resultaten antyder ...möjligen kan detta innebära.... Enligt SKI:s uppfattning krävs fortsatta insatser inom dessa områden innan resultaten kan omsättas i ett hållbart koncept samt hur dessa frågor kan komma att tas om hand i kommande säkerhetsanalyser. Av SKB:s program framgår att SKB planerar fortsatta insatser som rör dessa frågor. De kommer även tas upp i SSI:s och SKI:s pågående projektet (hösten 2005) om expertbedömningar som rör jordskalvsproblematiken. Vissa frågor har även tagits upp av Stockholms universitet (Mörner) som ifrågasätter SKB:s antaganden och analyser.

SKI saknar även förslag på studier som belyser och bestämmer de större sprickornas och sprickzonernas hållfasthet och deformationsegenskaper. Sådana studier kan betraktas som angelägna särskilt mot bakgrund av de regionala och lokala modelleringarna som krävs för analys av spänningstillstånd, bergmassans hållfasthet och frågor kring kopplade processer.

SKB berör i detta avsnitt inte frågan om störda zonen (EDZ) kring olika öppningar i en kommande anläggning. Det är enligt SKI fortfarande en öppen fråga som behöver tas hänsyn till i kommande analyser. Om uppsprickning sker i närområdet kring tunnlar och deponeringshål kan permeabiliteten öka flera storleksordningar. SKI anser att SKB behöver vidareutveckla metodik som visar på eventuell existens av flödesvägar i störda zonen längs med tunnelutsträckningen och ta fram metoder som minimera/förhindrar förhöjda flöden. SKB bör därför redovisa sin syn på störda zonen och dess eventuella effekter samt dess betydelse för säkerheten hos ett slutförvar i form av en sammanhållen redovisning.

Avsnittet i Fud-program 2004 som behandlar sprickbildning är enligt SKI:s uppfattning viktigt. SKB avser göra fortsatta analyser och modelleringar med tillämpningar av Fracod och PFC koderna. I SKB:s redovisning berörs krypning i bergmassan men inget sägs om subkritisk sprickbildning, dvs. sprickbildning som sker under långa tidsrymder och vid belastningar långt under normal brottgräns.

SKB bör analysera inverkan av krypning både för sprickor och intakt berg samt redovisa betydelsen av subkritisk sprickbildning och dess tillskott av nya mikrosprickor som funktion av tiden (Atkinson 1984 och 1987). Tillskottet av mikrosprickor över långa tidsrymder har betydelse för bedömning av förändringarna av permeabiliteten kring deponeringshål och tunnlar. Inverkan av subkritisk sprickbildning är med sannolikhet störst för platser med höga bergspänningar, som fallet är i Forsmark. Detta kommenteras ytterligare av SKI även i nästa avsnitt som diskuterar tidsberoende deformationer.

SKI anser att SKB:s planer som redovisas under rubrik program är rimliga i tillägg till de kommentarer som lämnats ovan. Programmet kommer att bidra med värdefull kunskap i frågor som tas upp i fortlöpande kontakter mellan SKI och SKB och som kräver mer uttömmande svar än vad som hittills kunnat ges. SKI delar SKB:s åsikt att APSE-försöket har en viktig roll genom att bidra med data och ny kunskap i flera av de aktiviteter SKB planerar genomföra under nästa treårsperiod.

6.5.8 Tidsberoende deformationer

SKB:s redovisning

SKB har sedan Fud-program 2001 bedrivit arbete om hur man kan hantera och kontrollera långsamma kryprörelser i förvarsberget runt upptagna hålrum t.ex. tunnlar och deponeringshål som återfylls på olika sätt. En litteraturstudie av kryp i bergmassor har genomförts som indikerar att spänningshållfasthetsförhållandet måste överstiga vissa tröskelvärden för att kryp skall ske.

Målet med nu föreslagna program är att kunna gränssätta de spänningsförändringar som berget kan komma att utsättas för över tiden till följd av långsamma tektoniska rörelser. Vidare vill SKB kunna gränssätta den konvergens av tunnlar och deponeringshål som kan tänkas ske under tusentals år till följd av bergmassans inneboende tidsberoende materialegenskaper.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB:s föreslagna program är rimligt.

SKI anser emellertid att de höga spänningsmagnituderna på föreslagna deponeringsnivåerna i Forsmark talar för att subkritisk sprickbildning kan komma att inträffa. Subkritisk sprickbildning är relaterad till den hastighet med vilken sprickbildningen sker och redovisas ofta i diagramform som sprickhastigheten som funktion av den brottmekaniska parametern brottseghet (benägenhet att brista). För bergmaterial gäller att brottsegheten avtar med minskad deformationshastighet. Ju långsammare deformationen sker desto mer sannolikt att brott sker. Vad SKI känner till har dessa samband hittills inte studerats och testats av SKB.

Det SKB hittills gjort är en litteraturstudie av normal krypning av bergmassor (rapporten finns bara i preliminär form) och det är en annan fråga som kräver andra analyser. SKI anser därför att SKB bör utreda om subkritisk sprickbildning kan få betydelse för mikrosprickbildningen kring öppningar i ett kommande slutförvar och i så fall hur man avser behandla denna fråga i sitt fortsatta arbete.

6.5.9 Erosion

SKB:s redovisning

En skattning av den glaciala erosionens omfattning har genomförts av SKB. SKB konstaterar att den mest omfattande erosionen av berggrunden antas uppkomma i samband med glaciationer.

SKI:s bedömning

SKB hänvisar till sitt Klimatprogram som hanterar frågor som rör erosion. SKI saknar emellertid specifika studier som rör denna process i SKB:s Klimatprogram. Behovet att SKB studerar/redovisar processens eventuella betydelse för ett slutförvars funktion kvarstår därmed. SKI vill även påminna SKB om lämnade granskningskommentarer i samband med Fud-program 2001.

6.5.10 Advektion/blandning - grundvattenkemi

SKB:s redovisning

SKB har tagit fram en modell, den s.k. M3-koden, för blandningsberäkningar baserat på olika s.k. typvatten (t.ex. nederbörd, havsvatten, glaciala smältvatten, djupa mycket salta grundvatten). Denna kod har använts med grundvattenkemidata för många platser i landet. SKB har även deltagit i en internationell arbetsgrupp för modellering av grundvattenflöde utgående både från hydrologisk och geokemisk information.

SKB avser att inom de närmaste åren uppgradera M3-koden. Blandningsberäkningar kommer att utföras med data från de pågående platsundersökningarna. Syftet är bl.a. att undersöka utvecklingen av salthalt under långa tidsperioder med omfattande klimatförändringar. Man kommer även att arbeta vidare på en förbättrad integration mellan hydrokemi och hydrogeologi inom ramen för den pågående platsmodelleringen.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB genom tidigare grundvattenkaraktisering av flera platser i landet är väl förberedd inför den pågående tolkningen grundvattenkemidata från platsundersökningarna. M3-koden har visat sig vara ett värdefullt verktyg för förståelsen av hur grundvatten av olika sammansättning bidrar till den komplexa grundvattenkemin särskilt på vissa kustnära platser. En försiktighet i tolkningen är dock nödvändig då osäkerheten för en i grunden statistisk metod snabbt ökar när det finns en brist på primära data. Tolkningsproblem kan relateras till en i berggrunden ojämn fördelning av datapunkter respektive språngvisa förändringar istället för gradvisa.

SKI konstaterar att om den omfattande geokemiska informationen som tas fram inom platsundersökningarna skall komma till nytta erfordras en långtgående integration mellan olika discipliner. Även om SKB anger att det möjligt att integrera hanteringen av hydrologiska och kemiska data kvarstår alltid i viss mån svårigheter att utesluta alternativa tolkningar av grundvattenflödessituationen som kan ha olika implikationer för säkerhetsanalys. SKB behöver fortsätta arbetet med att utöka dataunderlaget och ta fram

bättre modeller för advektion/blandning så att t.ex. de paleohydrologiska tolkningarna blir mera trovärdiga och kvantifierbara. Dessa tolkningar kan sedan bli användbara för att motivera intervall för t.ex. framtida salthaltsförändringar. SKB:s expertis inom geokemi behöver utnyttjas inte bara för etablerandet av grundvattneflödesmodeller utan även för val av scenarier och varianter inom säkerhetsanalys.

6.5.11 Reaktioner med berget

SKB:s redovisning

SKB har studerat s.k. matrisvatten vars sammansättning i högre utsträckning än vatten i sprickor förväntas styras av kemiska vittringsprocesser. I det s.k. matrisförsöket i Äspö-laboratoriet har man dock kommit fram till att den större delen av matrisvattnet har en relativt snabb omsättning via diffusion och endast en liten komponent domineras av långsamma reaktioner med berget. Eftersom berget i Äspölaboratoriet har relativt hög permeabilitet kan betingelserna vara annorlunda på andra platser. Matrisförsöket kommer därför att upprepas som en del av pågående platsundersökningar.

SKB redogör för problemet med syresatta grundvatten som dels förekommer i anslutning till byggnation och drift av förvaret, dels skulle kunna förekomma i samband med avsmältning av en inlandsis. SKB anser det vara olyckligt att bekräftade fall av glacialt smältvatten på stora djup tolkas som att också syre förekommit på stora djup. SKB bedömer baserat på resultat från Rex-projektet att mikrobiella processer snabbt konsumerar tillgängligt syre. Beträffande buffertkapaciteten för konsumtion av syre kan den uppskattas för oorganiska reaktioner medan det däremot finns frågetecken kring kapaciteten hos mikrober. SKB har under den innevarande perioden studerat vittringen av mineralet klorit, eftersom denna process kan konsumera syre.

SKB har arbetat inom EU-projekt med indikatorer på nuvarande och tidigare grundvattenkemi (Equip och Padamot). Kalcit framstår som det mest användbara mineralet men även sulfider och järnhydroxider bedöms vara av intresse. Den paleohydrogeologiska bilden vid Äspö/Laxemar har kartlagts och zoner med olika geokemiska betingelser för reaktioner med kalcit har identifierats. Fortsättningsvis kommer järnoxiderna på Äspö att studeras. SKB avser även gå vidare med flera studier av järnhaltiga sprickfyllnadsmineral och nya beräkningar avseende inträngning av syre kommer att genomföras.

Remissinstansernas synpunkter

Göteborgs universitet anser att förståelse för grundvattenkemins utveckling, reaktioner med sprickfyllnads mineral samt sprickfyllnadsmineralens ålder är av stor vikt.

Vetenskapsrådet framhåller betydelsen för att förvaret förblir syrefritt och undrar över SKB:s beredskap för att hantera ett syresatt förvar. Information saknas även avseende betydelsen av oavsiktliga utsläpp av kemikalier.

I samband med betydelsen av redoxbuffring för sprickmineral, påpekar Vetenskapsrådet att epidot innehåller trevärt järn och därför inte kan bidra till redoxbuffringen.

SKI:s bedömning

SKI anser att matrisvattnets påverkan på barriärsystemet kan vara av betydelse för ett förvar i Forsmarkslinsen eftersom det finns få vattenförande sprickor. SKB:s aviserade insatser bör betraktas som angelägna. SKB behöver även utvärdera användbarhet och representativitet av matrisvattnen som extraheras ur borrhålskärnor för olika geokemiska parametrar.

Den konceptuella förståelsen för utbytet mellan bergmatrisen och grundvattenförande sprickor kan även ha andra tillämpningar. Eventuellt kan ny information behöva beaktas vid modelleringen av matrisdiffusion. Faktorer som kan vara av betydelse är inverkan av mikrosprickor samt skillnaden mellan lab- och in-situ-betingelser.

SKI har inte uppfattningen att förekomst av glaciala smältvatten på förvarsdjup utgör ett bevis på att också syre förekommit på detta djup. Däremot demonstrerar denna observation ett behov att utvärdera eller utesluta potentiellt ogynnsamma effekter av grundvatten med glacialt ursprung på slutförvarets funktion, såsom effekter av syre liksom eventuell erosion av buffert och återfyllnad. SKI påminner om att SKB:s egen studie visade att penetration av syre i princip var möjlig om än för höga grundvattenflödes hastigheter (Guimera m.fl., 1999). Det kan påpekas att författarna till denna studie inte kunde utesluta att den geokemiska modellen var optimistisk. Mot bakgrund av detta vill SKI framhäva betydelsen av en ny modellstudie som kan användas som underlag för SKB:s kommande säkerhetsanalyser. Platsspecifik information bör om möjligt utnyttjas i denna modellering, då det inte kan uteslutas att skillnader föreligger mellan olika platser. SKB bör även utvärdera användbarheten av annan geokemisk information för denna fråga såsom resultat från karakterisering av sprickfyllnadsmineral.

SKI anser även att SKB bör ta fram noggrannare uppskattningar av vilka mängder syre som kan bli kvar efter byggnation/drift. Beständighet och kemisk påverkan av konstruktionsmaterial är ytterligare en fråga för vilken det behövs underlag till säkerhetsanalysen. Det har bl.a. föreslagits att cementporvatten kan förändra förutsättningarna för matrisdiffusion.

6.5.12 Mikrobiella processer

SKB:s redovisning

SKB har studerat mikrobernas inverkan på redoxprocesser inom Rex-projektet. Mikrober bidrar till konsumtion av syre och när syre inte finns tillgängligt utnyttjas t.ex. sulfatjoner, löst järn (III) samt mangan (IV). Vissa mikrober bryter ner organiska kolföreningar medan andra utnyttjar vätgas och metan. Beräkningar visar att den mikrobiella syre konsumtionen är störst till att börja med medan oorganiska reaktioner tar över i långa loppet. SKB avser att gå vidare och studera aktiviteten av metanoxiderande bakterier.

SKB studerar biologiska järnoxider (Bios) och har funnit att de bidrar väsentligt till retardation av spårmetaller. De förväntas koncentrera rörliga radionuklider mer än oorganiska radionuklider.

En motsatt effekt av mikrober är att vissa organismer utsöndrar komplexbildare som snabbar på transporten av radionuklider. Försök har hittills genomförts i aerob miljö men nu skall SKB gå vidare och studera effekter under anaeroba förhållanden, t.ex. med anaeroba biofilmer. SKB studerar de mikrobiella processerna under in-situ-betingelser i Äspölaboratoriet på 400 m djup.

SKB gör för närvarande beräkningar av sulfatreduktion nära deponeringshål.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB har ett bra program för studier av mikrobiella processer. Av särskild vikt är mikrobiella processer för vilka det kan finnas en misstanke om att de negativt inverkar på någon barriärfunktion. SKB bör därför i första hand utvärdera processer som sulfatreduktion i närheten av deponeringshål, inverkan av komplexbildare från mikrobiell aktivitet, begränsning av matrisdiffusion pga. biofilmer etc. SKI bedömer dock att det finns trovärdiga resultat kopplade till effekter av mikrober som har positiv inverkan på förvarets säkerhet, t.ex. konsumtion av syre, utnyttjande av reducerande kapacitet från vätgas och metan, biosorption av metaller. I vilken grad dessa utnyttjas i säkerhetsanalys måste, som för alla andra processer, bedömas med utgångspunkt från det tillgängliga underlaget, t.ex. förståelsen för processerna, tillgång till konceptuella matematiska modeller och tillgängligt dataunderlag för beräkningar.

6.5.13 Kolloidsättning – kolloider i grundvatten och påverkan på radionuklidtransport

SKB:s redovisning

SKB har mätt upp bakgrundskoncentrationer av kolloider i Äspö och funnit att halterna är låga och minskar med ökande djup. Särskilda reaktorer har installerats för studier av eventuell frigörelse av bentonitkolloider. Resultaten visar att kolloidproduktionen är liten.

SKB avser eventuellt genomföra ett spårämnesförsök med kolloider i fält.

SKB har utvecklat en numerisk variant av Farf31 som använder samma konceptualisering av kolloidtransport som SKI tidigare redovisat (Klos m.fl., 2002). Simlueringsresultat visar att kolloider kan ha en betydelse för vissa parameterkombinationer. Särskilt filtreringshastigheten visade sig vara viktig att få information om.

Remissinstansernas synpunkter

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen anser att SKB i sin redovisning helt har negligerat problemet med snabbt kolloidalt utläckage.

Stockholms universitet anser att tätning av tunnlar och borrhålen är ett ingenjörstekniskt problem som kräver mer forskning och utveckling, och påpekar att kolloid formation är en viktig fråga i detta sammanhang. Universitetet noterar också att SKB i sin redovisning nämner att ytterligare insatser kommer att krävas beträffande

förståelsen av kolloiders egenskaper i bentonit, men att dessa insatser inte finns specificerade eller beskrivna.

Vetenskapsrådet anser att försöken med kolloidtransporterade radionuklider är av mycket stor betydelse. Vetenskapsrådet frågar sig också om salthaltens inverkan på transportmekanismer även inkluderat kolloidtransport.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB har en mera fullständig och välutvecklad förståelse för kolloider jämfört med för några år sedan, då enbart uppmätta kolloidkoncentrationer åberopades som argument. Resultaten från bentonitförsöken är värdefulla, men det kan även krävas studier av grundvatten med lägre jonstyrka. Eventuellt kan även cement ha betydelse för bildningen kolloider i närområdet av ett slutförvar.

SKI bedömer att spårämnesförsöket med kolloider i fält kan ge ett värdefullt bidrag till förståelsen av kolloidmigration. SKB bör utforma sina försök så att kritiska parametrar kan utvärderas samt så att nyligen utvecklade modeller (Cvetkovic, 2003) kan testas.

En av de största osäkerheterna i samband med utvärdering av kolloidernas betydelse är dess växelverkan med radionuklider. I motsats till den konventionella radionuklidtransporten, ger en fullständigt reversibel sorption en försumbar effekt av kolloider medan en mera irreversibel process kan ge ett större bidrag till dos (Klos m.fl., 2002). SKI rekommenderar SKB att utföra studier av växelverkan mellan radionuklider och kolloider för att bättre förstå denna aspekt.

6.5.14 Metanisomsättning och saltutfrysning

SKB:s redovisning

SKB konstaterar att vid låg temperatur och högt tryck kan metanis bildas under permafrostliknande förhållanden.

SKB noterar också att då saltvatten fryser långsamt tvingas lösta ämnen (salter) ut i lösning. Processen kan ha betydelse i samband med kallt klimat, t.ex..under en period med permafrost.

SKB har studerat båda dessa processer i Lupingruvan i Kanada men inte kunnat påvisa några av processerna/effekterna. Undersökningarna i Lupingruvan planeras emellertid fortsätta.

Remissinstansernas synpunkter

Stockholms universitet (Mörner) framför att explosiv dehydrering av metanis skulle kunna utgöra en ny faktor som kräver forskningsinsatser.

SKI:s bedömning

SKI delar SKB:s syn att kunskapen om dessa processer behöver förbättras. SKI kan däremot inte bedöma om Lupingruvan är det bästa stället/sättet att åstadkomma detta.

6.5.15 Integrerad modellering – hydrogeokemisk utveckling

SKB:s redovisning

SKB:s program för grundvattenkemi syftar till att leverera information som behövs för säkerhetsanalys och projektering av slutförvaret. Förståelse av grundvattensystemets variationer på förvarsdjup är av betydelse både för förståelsen av barriärsystemets isolerande funktion och för radionuklidtransport.

Hyrokemimodelleringen utgår från fördelningen av både grundvattnets huvudkomponenter respektive stabila och radioaktiva isotoper. Statistisk bearbetning av data sker bl.a. med M3-koden (se avsnitt 6.5.10). Avvikelser mellan beräknade och uppmätta halter tolkas för vissa komponenter som ett resultat av kemiska processer. Resultatens rimlighet kontrolleras med andra koder som explicit representerar dessa processer t.ex. PHREEQC.

En viktig fråga är hur representativa grundvattenprover är för förhållanden på det djup där de tas. Studier av sprickfyllnadsmineral kan ge kompletterande information om tidigare och nuvarande grundvattenkemi på olika djup.

SKB anger att dagens förhållanden förväntas råda i ett 1000-års perspektiv, medan landhöjningen blir av stor betydelse i ett 10 000-års perspektiv. I ett 100 000-års perspektiv anger SKB att klimatförändringar blir helt avgörande.

Ingen ytterligare metodutveckling sker särskilt inom detta område, utan allt arbete utförs inom ramen för pågående platsundersökningar.

SKI:s bedömning

SKI har svårt att bedöma insatserna inom detta område eftersom den mest intensiva fasen av platsspecifik modellering och integration med säkerhetsanalys fortfarande pågår. Det måste ännu så länge betraktas som en öppen fråga hur tolkningen av den geokemiska informationen kommer att tillgodogöras i säkerhetsanalys. Det bör finnas goda förutsättningar att dra slutsatser kring utvecklingen av grundvattenkemi och hydrologi under långa tidsskalor, om nya data gradvis kan eliminera osäkerheter/alternativ i tolkningen av situationen specifika bergvolymmer.

SKB behöver andra verktyg än M3 för förståelsen av processer som involverar reaktiva komponenter i grundvattnet PHREEQC m.fl. SKI är osäker på SKB:s ambitioner inom detta område, eftersom inga detaljer finns redovisade i Fud-program 2004. SKI anser också att en angelägen fråga, som inte redovisas, är hur information om geokemiska data kan användas för att dra slutsatser kring ut- och inströmningsområden och grundvattenflödesriktning både i lokal och i regional skala.

6.5.16 Integrerad modellering – radionuklidtransport

SKB:s redovisning

SKB redovisar att arbete pågår för att studera hur olika modeller som baseras på data från kortsiktiga fältundersökningar kan prediktera radionuklidtransport vid extrapolation till de tids- och rumsskalor som är relevanta för säkerhetsanalysen. Arbete pågår även för att visa vilka typer av undersökningsdata som är användbara och utslagsgivande vid modellering.

Inom SR-Can projektet sker en utveckling av metodologin för att analysera flöde och transport genom återfyllda tunnlarna, samt transportberäkningar där detaljerad information från diskreta nätverksmodeller rörande sprickor och flöden i kapselskala förs över till koderna för nuklidtransport i när- och fjärrområdet.

SKB har även utvecklat en numerisk variant av Farf31 som kan användas för att studera mer komplexa förhållanden än de som är möjliga i standard versionen av Farf31. SKB konstaterar att man i en studie visar att effekten av en endimensionell Farf31-liknande approximation jämfört med en tvådimensionell lösning är förhållandevis liten t.ex. med avseende på det resulterande transportmotståndet.

Remissinstansernas synpunkter

Miljörörelsens Kärnavfallssektariat menar att den mycket viktiga frågan om hur snabbt utläckaget via de med lera och bergkross återslutna schakten och tunnlarna beräknas ske är obesvarad.

SSI är positiv till att SKB vidareutvecklar modeller för att kunna ta hänsyn till heterogenitet utmed transportvägarna i berget, men noterar att heterogeniteten och variabiliteten hos retentionsparametrar inte har inkluderats i studien pga. brist på data. SSI anser därför att SKB bör utreda i vilken utsträckning sådana data kan erhållas i platsundersökningarna, samt att man i de fall platsspecifika data inte kan tas fram redovisar vilka osäkerheter detta leder till och hur dessa kommer att tas om hand i säkerhetsanalysen. Slutligen anser SSI att SKB bör utreda effekterna av de förenklingar som radionuklidtransportmodellerna är förknippade med.

Beträffande tätning av tunnlarna och borrhål anser Stockholms universitet (Pereira) att modellerna för nuklidtransport i närområdet måste ta hänsyn till inhomogen konduktivitet. Universitetet anser vidare att resultaten från SKB:s planerade experiment för att undersöka transportmotståndet för radionuklider i gränssnittet mellan bentonit och vattenförande spricka är viktiga. Det gäller speciellt om det visar sig att användningen av transportresistenser i de aktuella matematiska modellerna är optimistiska.

SKI:s bedömning

SKI anser att SKB:s program vad gäller modeller för radionuklidtransport är ändamålsenligt samt att man har ett ambitiöst program vad gäller fältstudier. SKI kan

även konstatera att SKB:s aktiviteter inom området geosfärstransport överensstämmer med resultaten från EU-projektet RETROCK (SKB, 2004a).

SKI liksom SSI ser det som positivt att SKB utvecklar modeller för att kunna ta hänsyn till heterogenitet utmed transportvägarna i berget. Vidare instämmer SKI med SSI om att SKB bör utreda i vilken utsträckning data kan erhållas i platsundersökningarna som möjliggör att heterogenitet och variabilitet hos retentionsparametrar kan inkluderas. I de fall platsspecifik data inte kan tas fram anser SKI, i likhet med SSI, att SKB bör redovisa vilka osäkerheter detta leder till och hur dessa osäkerheter kommer att tas om hand i säkerhetsanalysen.

Myndigheten anser att det arbete som utförs inom ramen för Äspö Task Force (Task 6) ger ett värdefullt bidrag för att öka kunskapen inom området. Dessutom ser SKI positivt på att SKB har utvecklat en mer flexibel numerisk variant av Farf31 för att undersöka alternativa antaganden och konceptuella modeller.

6.5.17 SKI:s sammanfattande bedömning geosfär

SKI saknar en tydlig koppling till de pågående platsundersökningarna och de problem som kan kopplas till var och en av platserna (t.ex. höga bergspänningar, salta grundvatten etc.). SKI anser att SKB i FUD-programmet närmare borde diskutera hur man avser möta och hantera nu kända problem. SKB borde även ha varit tydligare i att redovisa vilka resurser och vilken beredskap som finns för att ta hand om platsspecifika frågor som kräver forskningsinsatser.

SKI konstaterar att SKB:s slutsatser vad gäller sprickrörelser i samband med jordskalv med magnitud 6 och större fortfarande är förknippade med osäkerheter, som bl.a. framgår av skrivningar som ..resultaten antydermöjligen kan detta innebära.... Enligt SKI:s uppfattning krävs fortsatta insatser inom dessa områden innan resultaten kan omsättas i ett hållbart koncept samt hur dessa frågor kan komma att tas om hand i t.ex. kommande säkerhetsanalyser. Av SKB:s program framgår att SKB planerar fortsatta insatser som rör dessa frågor.

Tillskottet av mikrosprickor över långa tidsrymder har betydelse för bedömning av förändringarna av permeabiliteten kring deponeringshål och tunnlar. SKI anser därför att SKB bör utreda om subkritisk sprickbildning kan få betydelse för mikrosprickbildningen kring öppningar i ett kommande slutförvar och i så fall hur man avser behandla denna fråga i sitt fortsatta arbete.

SKI anser att redovisningen i SKB:s Fud-program 2004 ger en bra sammanfattning och lägesredovisning av de modellverktyg som används för att beskriva grundvattenströmningen. SKI liksom SSI anser att det är viktigt att SKB avsätter tillräcklig tid för att utvärdera och dokumentera de olika modellerna inför tillämpningen i SR-Can och SR-Site.

Beträffande in- och utströmningsproblematiken har SKB nu genomfört och redovisat två modellstudier samt en sammanfattande rapport. Myndigheterna har i sin tur framfört sina kommentarer och sin kritik av dessa studier varför SKB nu planerar ytterligare en

modelleringsstudie för Östra Götaland för att ta om hand om myndigheternas synpunkter.

SKI anser att SKB:s program vad gäller modeller för radionuklidtransport är ändamålsenligt samt att man har ett ambitiöst program beträffande fältstudier.

7 Biosfär

I detta kapitel kommenteras kapitel 20 Biosfär i Fud-program 2004.

7.1 Inledning med allmänna synpunkter

7.1.1 Bakgrund

Biosfären är den del av jordklotet där växter, djur, människor och andra organismer lever och förökar sig. Den omfattar inte bara land och hav utan sträcker sig upp i atmosfären och ner under jordytan. Utsläpp av radioaktiva ämnen från ett slutförvar måste bedömas utifrån kunskap om biosfären, inte bara om hur biosfären påverkas radiologiskt utan också och om hur spridningen av radioaktiva ämnen påverkas av levande och döda organismer. Bedömningen av ett slutförvars skyddsförmåga bygger således på en analys av hur radioaktiva ämnen sprids vid övergång från geosfär till biosfär och deras transportvägar i olika ekosystem som kan leda till exponering av människor och övriga livsformer för joniserande strålning.

7.1.2 SKI:s granskning

SKI har gjort en översiktlig granskning av innehållet i SKB:s redovisning av biosfären, främst med hänsyn till koppling mot övriga områden inom säkerhetsanalysen. I övrigt har SKI byggt sitt yttrande på SSI:s bedömning av SKB:s program för biosfären. Detta motiveras helt naturligt av att biosfären ligger inom SSI:s ansvarsområde och SKI inte heller har någon egen oberoende kompetens eller forskningsprogram inom detta område. SKI rekommenderar därför SKB och övriga deltagare i beslutsprocessen för slutförvarsprogrammet att ta del av SSI:s yttrande för mer detaljerade kommentarer .

SSI:s allmänna synpunkter

SSI konstaterar att SKB sedan några år gör betydande insatser inom biosfärsområdet. Samtidigt konstaterar dock SSI att redogörelsen i Fud-program 2004 inte återspeglar detta. Till exempel anser SSI att avsnittet om modellutveckling är svårtolkat med en oklar målsättning om hur modeller och beräkningsverktyg kommer att knytas samman. Det saknas en plan över kommande insatser som bygger på framtagna forskningsresultat och en beskrivning av återstående centrala frågor.

Övriga remissinstansers allmänna synpunkter

Östhammars kommun ställer sig frågan om SKB:s data från biosfärsundersökningarna skall ge svar på frågor om kortsiktig påverkan vid bygge av ett slutförvar eller om det gäller perspektiv på tusentals år eller kanske båda delarna.

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen framför kritik mot avsaknaden av referat och sammanfattning. I avsnitt 20.11 skriver SKB på 15 rader om ”Nyvunnen kunskap sedan Fud-2001” med hänvisning till inte mindre än 24 underrapporter.

7.2 Förståelse och konceptuella modeller

SKB:s redovisning

SKB har påbörjat en sammanställning av processbeskrivningar för biosfären på samma sätt som för barriärerna i slutförvaret. En processrapport kommer att tas fram bl.a. till SR-Can. SKB har också fortsatt att anpassa ett systemekologiskt synsätt för beskrivning av radionuklidernas omsättning i biosfären.

SSI:s synpunkter

SSI stöder den metodik som SKB valt för att konceptuellt beskriva ekosystem och påpekar behovet av en komplett dokumentation av processerna i biosfären. SSI hyser dock oro för tidsplanen i SKB:s utvecklingsarbete och framhåller betydelsen av den konceptuella analysen för platsundersökningarna. SSI har tidigare påpekat behovet av ett detaljerat undersökningsprogram med kopplingar till strålskyddskrav och säkerhetsanalys. Något sådant program har dock inte SKB presenterat, varken inför övergång till de kompletta platsundersökningarna eller i sin handlingsplan.

SKI:s bedömning

SKI instämmer med SSI:s synpunkter och finner det anmärkningsvärt att SKB inte följt SSI:s uppmaning att redovisa de planer som SSI efterlyst.

7.3 Modellutveckling

SKB: redovisning

SKB avser att utveckla och använda processbaserade modeller som bygger på transport i ekosystem där flöden av radioaktiva ämnen kopplas till flöden av i första hand organiskt material. De systemekologiska modellerna avser SKB att vidareutveckla för sjö och land. Modeller för brunnar, bevattning och dos till människa kommer också att utvecklas, liksom metoder för att använda platsspecifika data. Målet anges vara att ha en fullt fungerande simuleringsmiljö inför SR-Can.

SSI:s synpunkter

SSI anser att de systemekologiska modellerna är ett bra komplement till de hittills använda kompartment-modellerna. Samtidigt påpekar SSI att det ändå kvarstår osäkerheter som gör att de processbaserade modellerna inte nödvändigtvis på ett avgörande sätt förbättrar prediktionsförmågan. Den totala osäkerheten i konsekvensberäkningarna kan vara betydande och med biosfärsmodelleringen som en dominerande faktor.

SSI anser också att det är oklart hur de modelleringsverktyg (Biomat och Tensit) som SKB avser att ta fram kommer att användas i det fortsatta arbetet. Enligt SSI saknas det en komplett beskrivning av samtliga modeller som skall användas i säkerhetsanalysen, vilket gör det svårt att förstå sambandet mellan dem. Det saknas även redogörelser för hur väl modellerna representerar relevanta ekosystem.

SKI:s bedömning

SKI stöder SSI:s bedömning och har inga andra synpunkter utöver vad som framgår av denna.

7.4 Transportprocesser

SKB:s redovisning

SKB redogör översiktligt för ett antal projekt som huvudsakligen fokuserat på transportprocesser där utströmningen från ett slutförvar förutsätts ske via havsbotten. Bland dessa projekt hänvisar även SKB till en modelleringsstudie där man drar en mer generell slutsats om att utströmningen sker i lågpunkter i terrängen, t.ex. sjöar och vattendrag, oberoende av förhållandena nära markytan. SKB drar slutsatsen att detta stöder användningen av hittills använda spridningsmodeller. SKB avser att utvärdera denna slutsats med hydrologimodeller som inkluderar både den ytnära och den djupa grundvattenströmningen i samma modell. Modellstudier kommer att göras där spridningen i biosfären påverkas av partikelbunden transport. Vidare avser SKB att genomföra en studie av hur människan själv kan bidra till spridning över större områden genom transport av födoämnen och material.

SSI:s synpunkter

SSI påpekar att man i tidigare granskningar kritiserat SKB för att ha försummat viktiga processer för spridning av radionuklider vid övergång från geosfär till biosfär, t.ex. ackumulering av radioaktiva ämnen i sediment. SSI ser därför positivt på SKB:s planerade insatser inom detta område.

Vad gäller den ovan refererade modelleringsstudien manar SSI till försiktighet i tolkningen med hänsyn till möjliga skillnader i grundvatten- och ytvattendelare samt modellens begränsning i yta och djup. SSI ser också ett behov av samordning mellan modelleringsarbete och platsundersökningar.

SSI framhåller vidare betydelsen av den ytnära hydrologin för spridning av radioaktiva ämnen från ett slutförvar och betydelsen av kvartära avlagringar i detta avseende. SSI saknar fortfarande en tydlig plan för hur SKB tänker bedriva forskning på detta område. SSI ser positivt på SKB:s planerade studier av hur stora populationer som kan beröras av ett kontaminerat område, men saknar en tidsplan. SSI understryker att sådana resultat behövs redan under platsundersökningskedet för att kunna jämföra platser från detta perspektiv.

SKI:s bedömning

SKI delar helt SSI:s uppfattning om SKB:s insatser på transportprocesser i övergången mellan geosfär och biosfär. Liksom SSI är SKI bekymrad över att detta område uppmärksammats sent i SKB:s program och befärar att detta kan leda till förseningar i kommande beslutsprocesser. Enligt SKI:s uppfattning är det nämligen mer än troligt att ackumulation av radioaktiva ämnen i sediment och organiska avlagringar (t.ex. torv och botten slam) kommer att visa sig dominera när det gäller exponering av individer i en framtida population, framförallt till följd av mänsklig påverkan. Detta är f.ö. också den

slutats som SKB själva framförde i SR 97. SKI ställer sig av denna anledning något frågande till att SKB håller denna redogörelse åtskild från den som gäller de s.k. terrestra ekosystemen (se nästa avsnitt).

SKI vill i detta sammanhang även understryka betydelsen av att SKB utvecklar sina modeller för transport och ackumulation så att de kan användas vid tillämpning av s.k. komplementära säkerhetsindikatorer i termer av koncentrationer och flöden av radionuklider. Detta område är f.n. under snabb utveckling och en konsensus om användbarheten av sådana indikatorer för mycket långa tidsperspektiv (> ca 10 000 år) håller på att utbildas i internationella fora. Möjligheten att använda sådana indikatorer påtalas f.ö. också i båda myndigheternas allmänna råd till respektive föreskrifter om slutförvaring (i SSI:s fall ännu så länge förslag till allmänna råd). SKI vill framhålla att detta är det hittills enda verktyg som på ett tillnärmelsevis trovärdigt sätt kan ersätta dos och risk som säkerhetsindikatorer för de avlägsna tidsrymder då vi rimligen inte kan göra oss en föreställning om de verkliga förhållandena i miljön eller i en eventuell framtida mänsklig civilisation. Planer på detta område saknas av allt att döma i SKB:s program vilket är en allvarlig brist enligt SKI:s uppfattning.

7.5 Terrestra ekosystem

SKB:s redovisning

Skogar i sänkor, s.k. sumpskogar, samt myrar och våtmarker i allmänhet anser SKB är särskilt viktiga recipienter för de aktuella lokaliseringarna av slutförvar. SKB redogör för hur modeller för sådana våtmarksområden kommer att utvecklas baserat på studier av våtmarkers hydrologi och deras utnyttjande av människan.

SSI:s synpunkter

SSI anser att SKB:s studier inom detta område är väl motiverade och även SSI påpekar att de högsta stråldoserna är att förvänta i dessa ekosystem, framför allt när t.ex. sediment övergår i våtmark för att därefter övergå i skog. SSI framhåller att detta är i enlighet med vad SSI argumenterat för i tidigare granskningar.

SKI:s bedömning

SKI är enig med SSI att detta är ett viktigt forskningsområde, särskilt med hänsyn till vad SKI framfört i föregående avsnitt.

7.6 Akvatiska ekosystem

SKB:s redovisning

SKB anser att kunskaperna om ämnestransport i akvatiska system (vattendrag, sjöar och hav) är relativt goda. Arbetet fokuseras på utveckling av modeller och insamling av data för att kunna använda dessa. Platsundersökningar förväntas kunna ge kunskap om fördelning av sediment och ackumulationshastigheter. Andra viktiga områden enligt

SKB är bl.a. utveckling av en systemekologisk modell för sjöar och för sorptionsprocesser i mindre rinnande vattendrag.

SSI:s synpunkter

Enligt SSI omfattar SKB:s planerade forskning flera viktiga områden. SSI välkomnar särskilt studierna av sedimentens betydelse för exponering av människa och miljö. SSI anser dock att det oklart hur denna forskning passar in i ett större perspektiv.

SKI:s bedömning

SKI delar SSI:s uppfattning att akvatiska ekosystem är ett viktigt område. Liksom SSI undrar också SKI hur detta forskningsområde kan åtskiljas från vissa andra områden, t.ex. det som SKB redogör för under rubriken Transportprocesser (avsnitt 20.5 i Fud-program 2004), jmf SKI:s bedömning enligt 6.4 och 6.5 ovan.

7.7 Säkerhetsanalys

SKB:s redovisning

Avsikten med SKB:s program för biosfären är att kunna hantera tidsberoende och kopplade ekosystem i kommande säkerhetsanalyser. Viktiga inslag är hur processer och platsspecifika data kan hanteras i säkerhetsanalysen. Metoder kommer att utvecklas baserat på resultat som tagits fram inom EU-projekten Erica och Fasset.

SSI:s synpunkter

SSI anser att SKB under senare år höjt ambitionen i syfte att förbättra analysen av biosfären som en viktig del av säkerhetsanalysen. SSI anser det därför förvånande att biosfären inte finns med i den översikt som beskriver forskningen kring den långsiktiga säkerheten.

I granskningen av Fud-program 2001 efterfrågade SSI hur resultaten från bl.a. Fasset kommer att användas vid säkerhetsanalys och inom platsundersökningsprogrammet liksom hur miljöskyddsaspekterna kommer att tillgodoses i platsundersökningarna. SKB:s påstående att redan insamlad data från platsundersökningarna vida överstiger behoven enligt Fasset behöver motiveras, anser SSI.

Övriga remissinstansers synpunkter

Avfallskedjan och Opinionsgruppen för säker slutförvaring (Oss) anser att SKB:s ensidiga fokus på bygg- och driftskedet innebär att diskussionen kring biosfären begränsas till områdena i anslutning till lokaliseringen. Avfallskedjan och Oss menar att som en konsekvens av metodens utspädningsprincip och av lokaliseringen till kusten, måste biosfärsdiskussionen utvidgas till att gälla även diffusa utsläpp till Östersjön.

Även Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) tar upp frågan utspädning i havet som en av principerna för KBS-metoden. En havsnära lokalisering som vid läckage leder till snabb utspädning i havet leder till att avfallet utsätter många människor och organismer för joniserande strålning och kollektivdosen kan bli mycket hög. För att möjliggöra en etisk (inklusive ekonomisk) avvägning mellan

säkerhetsåtgärder och framtida skador behövs beskrivningar av förväntade framtida kollektivdoser och antal dödande och skadade i olika scenarier, anser MKG.

SKI:s bedömning

SKI har inget att tillägga till SSI:s bedömning.

SKI vill dock i detta sammanhang ta upp frågan om biosfärens roll för val av plats och metod för slutförvar. Det är enligt SKI:s bestämda uppfattning orimligt att tilldela biosfären någon roll som barriär i ett slutförvarssystem. Samtidigt är det ofrånkomligt att olika slags biosfärer medför olika exponering av miljö och människor. Utspädning av radioaktiva ämnen i biosfären är oftast fördelaktigt medan ackumulation kan vara ofördelaktigt ur denna synpunkt. SKI anser att SKB bör utveckla sin strategi kring hur dessa frågor skall hanteras i platsvalet för olika tidsskalor, både inom ramen för säkerhetsanalysen och mer övergripande bedömningar.

7.8 Stödjande forskning för platsundersökningar

SKB:s redovisning

Enligt SKB kommer huvuddelen av datainsamlingen att ske inom SKB:s organisation för platsundersökningar. Under den kommande perioden behövs därför insatser för att stödja analysarbetet av insamlade data, men även för att mäta processhastigheter in-situ. Samordning är nödvändig mellan forskning, säkerhetsanalys och platsundersökningar. Dessutom kommer informationsutbyte att ske i form av workshops och möten.

SSI:s synpunkter

SSI har tidigare påtalat behovet av samordning mellan modellutveckling för biosfären och platsundersökningar, senast vid granskningen av Fud-program 2001. SSI ser därför positivt på att SKB beskriver ett nära samarbete mellan forskning, säkerhetsanalys och platsundersökningar. SSI saknar dock fortfarande en tydlig handlingsplan för detta område och en dokumentation av den konkreta kopplingen mellan modellutveckling och platsundersökningarna.

Övriga remissinstansers synpunkter

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen (FKK) beklagar att intresset för biosfären väckts så sent i Fud-programmet. Att först vid en utvald plats intressera sig för de faktorer som avgör ett tänkt djupförvars inverkan på biosfären upplevs om bakvänt av FKK. Ett förvars interaktion med biosfären bör ju utgöra ett kriterium för platsvalet.

Folkkampanjen yrkar på omprövning av myndigheternas godkännande av att SKB hänskjutit biosfärforskningen till PLU och redovisningen därav till MKB-förfarandet i samband med tillståndsprövningen. Folkkampanjen yrkar vidare på ett uppehåll i platsundersökningarna i avvaktan på den ekologiska forskningens resultat.

SKI:s bedömning

SKI har inget att tillföra SSI:s bedömning.

7.9 Myndigheternas sammanfattande bedömning biosfär

Med hänvisning till de utgångspunkter för SKI:s granskning som redovisats i avsnitt 6.1 ovan återges här SSI:s sammanfattande bedömning av SKB:s program för biosfären in extenso. Därpå följer SKI:s egna kommentarer.

”SKB:s forskning på biosfärsområdet har under senare år genomförts mer metodiskt och med högre ambition än vad som varit fallet tidigare. SSI har välkomnat detta. Tyvärr ger inte Fud-program 2004 en bra beskrivning av den biosfärsforskning som genomförs.

Kopplingen mellan data från platsundersökningarna och de krav som de platsanpassade ekosystemmodellerna ställer måste vara tydlig. Det är oklart när exempelvis kritiska FoU-resultat och modeller måste finnas framtagna med hänsyn till behoven vid platsundersökningarna.

SSI anser att det måste finnas en fullständig dokumentation över de processer som ingår i de använda interaktionsmatriserna för biosfären på ett likartat sätt som är fallet för övriga förvarsdelar. Det behövs också en komplett beskrivning av samtliga modeller som skall användas i säkerhetsanalysen liksom redogörelser av hur väl de representerar de identifierade processerna i relevanta ekosystem.

SKB bör klargöra hur skyddet av miljön tas omhand i modellutvecklingen och i platsundersökningarna. SKB:s påstående att redan insamlade data från platsundersökningarna vida överstiger de behov som anges i EU:s FASSET-projekt behöver motiveras.”

SKI stöder SSI:s bedömning enligt ovan. SKI vill därutöver särskilt framhålla att det inte klart framgår i SKB:s redogörelse hur de olika delarna av programmet samordnas med varandra baserat på säkerhetsanalysens behov. Detta kan bero på en olämplig strukturering av materialet i Fud-program 2004. Det kan dessvärre också återspegla behov av en bättre intern koordinering SKB:s biosfärsprogram. I vilket fall skulle SKB behöva förtydliga sitt program i dessa avseenden för att myndigheterna skall kunna avgöra om det kan leda fram till utsatta mål inom rimlig tid i förhållande till SKB:s övergripande handlingsplan. SKI förutsätter att dessa synpunkter beaktas i den redan i den förbättrade handlingsplan som SKI skall presentera inför ansökning om inkapslingsanläggningen.

SKI vill även påminna om att biosfärsmodelleringen bör inkludera element som kan användas vid användning av komplementära säkerhetsindikatorer för slutförvaring såsom koncentrationer och flöden av radionuklider.

8 Klimat

SKI redovisar i detta kapitel synpunkter på kapitel 21 Klimat i Fud-program 2004.

Klimatförändringar kan med stor säkerhet förväntas i det mer än hundraåriga tidsperspektiv som slutförvarets säkerhet skall analyseras. En god förståelse och bra beskrivning av tänkbara klimatförändringar är därför nödvändig. För att kunna tillämpa kunskapen i en säkerhetsanalys behöver dessutom dessa förändringars påverkan på förvarets funktion kunna kvantifieras. Kunskaper om vad en lämplig plats för ett slutförvar genomgått under tidigare klimatcykler utgör en viktig pusselbit för förståelsen av möjliga framtida klimatförändringar. Denna kunskap är viktig att sammanställa och utnyttja i beskrivningen av klimatets påverkan på ett slutförvar.

I granskningen av föregående Fud-program saknade SKI en tydlig plan för hur SKB ämnade bedriva forskningen inom klimatområdet. Dessutom underströks strandlinjeförskjutningens betydelse mot bakgrund av att två kustnära områden Simpevarp/Laxemar och Forsmark studeras som möjliga platser för ett slutförvar. SKI och SSI påtalade också behovet av att växthuseffektens betydelse för klimatutvecklingen bör belysas närmare. Dessutom påpekade SKI att SKB bör utreda vad smältvattenproduktion vid botten av en inlandsis betyder för hydrologi och grundvattensammansättning.

SKB:s redovisning

SKB fokuserar sina forskningsinsatser inom klimatområdet på att identifiera och förstå förhållanden och processer inom tre olika klimattillstånd (glaciat-, permafrost- och tempererat/borealt tillstånd) som har betydelse för förvaret och dess säkerhet. SKB konstaterar att inlandsisens utbredning är avgörande för rådande klimattillstånd varför simuleringar av den skandinaviska inlandsisen med hjälp av numerisk modellering är ett nyckelprojekt. En väl underbyggd beskrivning av den senaste glaciala perioden – Weichsel – är nödvändig för att tolka och förstå dagens förhållanden och för att studera flera av de klimatrelaterade processer som är av vikt för ett slutförvars tillstånd och säkerhet (i ett långsiktigt tidsperspektiv).

Frågor av särskild betydelse för SKB att utreda är t.ex. förekommande vattentryck och vattenflöden och möjlig nedträngning av glacialt (syresatt) smältvatten samt upptransport av djupa salta grundvatten under perioder med glaciala betingelser. Utöver detta planerar SKB även utreda bottenförhållanden och smältvattenproduktionens betydelse för såväl termiska som mekaniska förhållanden varav t.ex. hydromekaniska modelleringar redovisas redan i detta Fud-program.

SKB:s program för det glaciala tillståndet uppdelas i delprogrammen skandinaviska inlandsisar, spänningstillstånd i jordskorpan och strandlinjeförskjutning. Avsikten med respektive delprogram är att kunna utvärdera data platsspecifikt. Detta innebär att data som tas fram inom platsundersökningarna samtidigt kan stödja inlandsisprojektet och tolkas mot bakgrund av projektets resultat.

SKB konstaterar att kunskaperna om förekomst av permafrost i Skandinavien i ett långt tidsperspektiv är begränsade. Förekomst av permafrost påverkar de hydrologiska förhållandena och grundvattensammansättningen. SKB genomför nu en studie

(numerisk modellering) för att kartlägga i vilken omfattning permafrost och frusen mark i en framtid kan tänkas förekomma i Simpevarp/Laxemar respektive Forsmark.

SKB anser att strandlinjeförskjutning är den process som har störst betydelse för slutförvaret inom dagens tempererade/boreala tillstånd.

Remissinstansernas synpunkter

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) anser att extralasterna från inlandsis vid kommande istider måste beaktas noga vid metodval. SKB:s redovisning kan tolkas som att man ser istider som extremfall för vilka inga extra säkerhetsmarginaler krävs. MKG noterar att eftersom istider inom ett antal tusen år är troliga förefaller denna riskbedömning vara tveksam.

Miljörelsens Kärnavfallssektariat menar med hänvisning till Mörner (2003) att SKB omedelbart måste se över jordbävningsscenarioet och säkerhetsavståndet till förkastningar. Ytterligare en fråga är konsekvenser av metangassprängning i samband med en deglaciation.

Beträffande klimat gör SSI en hänvisning till remissversionen av de allmänna råden till sin föreskrift SSI FS 98:1. I råden framgår att SSI förutsätter att SKB väljer att belysa: ”de mest betydelsefulla och rimligt förutsägbara sekvenserna av framtida klimattillstånd och deras påverkan på slutförvarets skyddsförmåga och omgivningskonsekvenser” (SSI, 2004). SSI noterar att detta också är SKB:s strategi: ”Om det kan visas att förvaret är säkert, givet de olika tänkbara klimattillstånden, har den faktiska utvecklingen mindre betydelse” (Fud-program 2004, s 292). SSI anser att är en betydande förbättring från den i tidigare redovisningen från kompletteringen till Fud-program 98, där utspädningen i marina miljöer var en central komponent.

SSI stöder också SKB i avgränsningen av frågor som är av speciellt intresse i samband med glaciation och konstaterar att sammantaget utgör SKB:s ambitioner en allsidig ansats.

SSI noterar vidare att det är angeläget att belysa framtida havsnivåförändringar, eftersom SKB fokuserar på två kustnära platser i sitt program, Det är av skäl som är relaterade till de strålskyddsmässiga konsekvenserna från ett utsläpp. SSI har tidigare påpekat betydelsen av att SKB fördjupar kunskapen om möjligheten för utspädning av ett utsläpp i Östersjön och betydelsen av en sådan utspädning.

SSI erinrar också om betydelse för de radiologiska konsekvenserna från t.ex. frigörelse av radionuklider som tidigare ackumulerats i havssediment. Detta är en fråga som dels berör en allmän komponent inom ekologin, betydelsen av ekosystemförändringar, men som bör ha en naturlig plats inom studier av strandlinjeförskjutning.

Säkerhetsgruppen i Oskarshamns kommun poängterar betydelsen av att konsekvenserna av jordskalv efter en istid får en tillfredsställande behandling i SKB:s program och att resultaten kommuniceras med allmänheten på ett tydligt sätt. Säkerhetsgruppen noterar att det också finns andra frågor (än jordskalv) i anslutning till framtida klimatförändringar, t.ex. permafrostens djup, största storleken hos en inlandsis, och

uppträngning av djupa saltvatten, som kräver mer underbyggda kunskaper för att säkerhetsanalysen skall bli trovärdig.

SKI:s bedömning

SKI konstaterar att SKB i huvudsak hörsammat de synpunkter som framfördes i granskningen av Fud-program 2001 (se inledning ovan). Enligt SKI är det bra att SKB i ett första steg inriktar simuleringarna på Weichselglaciationen. För denna period finns en väl underbyggd beskrivning, för vilken modelleringen kan kalibreras och valideras mot omfattande geologisk information. Resultaten bör ge indata till studier av strandlinjeförskjutning, förekomst av postglaciala skalv, studier av erosion samt inlandsisens hydrologiska system. Indata bör också kunna erhållas till modellering av både periglacial och subglacial permafrost.

Det är dock viktigt att påpeka att denna utveckling bara är ett exempel på en tänkbar utveckling. Även om SKB utgår från och utnyttjar kunskap om paleoklimatet kommer betydande osäkerheter föreligga om den framtida klimatutvecklingen inte minst pga. växthuseffektens påverkan. SKB behöver därför åtminstone översiktligt redogöra för några alternativa klimatutvecklingar. Det behöver göras troligt att dessa inte har någon väsentligt annorlunda påverkan på slutförvarets långsiktiga säkerhet.

SKI och SSI konstaterade i granskningen av SKB:s Fud-program 2001 att i kustnära områden är strandlinjens framtida läge och dess betydelse för grundvattenförhållanden och biosfär en viktig fråga. Det är därför med tillfredsställelse SKI konstaterar att SKB initierat flera projekt för att förstå orsakerna till klimatvariationer och strandlinjens läge inom olika tidsperioder. Som resultat kan SKB därmed kunna postulera utvecklingen för en framtida strandlinje på respektive plats där platsundersökningar nu genomförs.

Noterbart är dock att en framtida temperaturhöjning på tre grader skulle kunna innebära en avsmältning av Grönlandsisen. Skulle även isen i Västantarktis smälta innebär detta en total havsyttehöjning på ca 10 m. Avsmältningen av dessa ismassor och dess konsekvenser för slutförvarsplatserna behöver därför redovisas i kommande säkerhetsanalyser och Fud-program.

SKI kan konstatera att beskrivningen av permafrost är knapphändig och motsvarar vad som kan återfinnas i en normal uppslagsbok. SKB borde ha redovisat en fylligare beskrivning av permafrost inte minst därför att SKB anser att permafrost på ett avgörande sätt kan påverka buffertens säkerhetsfunktioner. SKI noterar att kontinuerlig permafrost anses förekomma ner till ca 300 m djup (figur 21-4 i Fud-rapporten). Osäkerheterna i denna prognos bör värderas noga, särskilt för ett slutförvar i Forsmark på ca 400 m.

SKI konstaterar att SKB endast kortfattat redovisar hur förändringar i hydrologi under permafrost och glaciala tillstånd kommer att hanteras. Det viktigaste målet bör vara att identifiera skillnader mellan ett framtida klimattillstånd jämfört med modellering av befintligt klimat och analysera dess konsekvenser (t.ex. saltutfrysning och kanalisering av grundvattenflöde).

SKI anser också att SKB bör tydliggöra på vilket sätt man kommer att se till att de valda klimatutvecklingarna belyser de viktigaste klimatrelaterade påfrestningarna på framför

allt de tekniska barriärernas funktion (t.ex. hydrostatiska trycket, grundvattenkemi, grundvattenflöden, berg rörelser pga. jordskalv). SKB bör kunna demonstrera betydelsen av processer som buffererosion, effekt av hög salthalt på bufferten, penetration av glacialt syresatt smältvatten, som samtliga allvarligt kan äventyra de grundläggande barriärfunktionerna. Detta gäller även om plats specifika data indikerar att dessa processer sannolikt inte har förekommit.

SKI saknar en återkoppling till biosfär- och geosfärskapitlen och säkerhetsanalysen. I beräkningar av hur grundvattenflöde, vattenkemi, bergspänningar etc. kring ett kommande slutförvar kan komma att förändras så beaktas inte kommande förändringar i biosfär och geosfär i tillräcklig omfattning.

SKI konstaterar att viktiga resultat kan förväntas från det glacial-hydrologiska projekt som har igångsatts och delvis avrapporterats. Dessa resultat kan tillsammans med isutbredningsscenarier generera nya vattentrycks- och gradientmodeller för grundvattenflöde i kontakten mellan is och underliggande mark som SKB behöver ta hänsyn till.

SKI:s sammanfattande bedömning klimat

SKI anser det vara bra att SKB i ett första steg inriktar simuleringarna på Weichsel-glaciationen. Det är dock viktigt att påpeka att denna utveckling bara är ett exempel på en tänkbar utveckling. Även om SKB utgår från och utnyttjar kunskap om paleoklimatet kommer betydande osäkerheter att föreligga om den framtida klimatutvecklingen inte minst pga. växthuseffektens påverkan. SKB behöver därför åtminstone översiktligt redogöra för alternativa klimatutvecklingar.

SKI anser också att SKB bör tydliggöra på vilket sätt man kommer att tillförsäkra sig om att de valda klimatutvecklingarna belyser de viktigaste klimatrelaterade påfrestningarna på barriärernas funktion (t.ex. hydrostatiska trycket, grundvattenkemi, grundvattenflöden, berg rörelser pga. jordskalv).

SKI och SSI konstaterade i granskningen av SKB Fud-program 2001 att i kustnära områden är strandlinjens framtida läge och dess betydelse för grundvattenförhållanden och biosfär en viktig fråga. Det är därför med tillfredsställelse SKI konstaterar att SKB initierat flera projekt för att förstå orsakerna till klimatvariationer och strandlinjens läge inom olika tidsperioder och därmed kunna postulera utvecklingen för en framtida strandlinje på respektive plats där platsundersökningar nu genomförs.

SKI saknar i klimatkapitlet en återkoppling till biosfär- och geosfärskapitlen och säkerhetsanalysen. I beräkningar av hur grundvattenflöde, vattenkemi, bergspänningar etc. kring ett kommande slutförvar kan komma att förändras så beaktas inte kommande förändringar i biosfär och geosfär i tillräcklig omfattning.

9 Alternativa metoder

SKI redovisar i detta kapitel synpunkter på kapitel 23 Alternativa metoder i Fud-program 2004.

9.1 Inledning

I sin inledning till granskningen av Alternativa metoder, kapitel 12 i Fud-program 2001 (SKI, 2002), redogjorde SKI ingående för bakgrund och anledningar till redovisningen av alternativa metoder i SKB:s program. Det framgår att det i lagstiftningen finns tre krav på alternativredovisning, ett enligt kärntekniklagen och två enligt miljöbalken. Ett av de senare kraven avser det s.k. noll-alternativet, som alltså innebär att den planerade åtgärden inte kommer till stånd. Noll-alternativet hanteras inom ramen för pågående samråd och MKB-processer. Alternativredovisningen enligt kärntekniklagen kommer sig av kravet på allsidighet hos det program för forskning och utveckling som behövs för att ta omhand av kärnavfall och använt kärnbränsle. Även enligt miljöbalken skall det valda utförandet motiveras genom jämförelse med alternativ i en miljökonsekvensbeskrivning.

SKB framhåller inledningsvis att vi i Sverige redan prioriterat geologisk deponering för att ta hand om använt kärnbränsle. Samtidigt kommer dock SKB att följa och stödja utvecklingen av alternativa metoder, mest intressanta är separation och transmutation samt deponering i djupa borrhål.

Remissinstansernas allmänna synpunkter

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen har i tidigare Fud-remisser återkommande påpekat svagheter i KBS-3-konceptet, vilket nu upprepas. Folkkampanjen yrkar därför återigen på att SKB ingående undersöker de möjligheter som kan finnas för en torr-förvaring, dvs. att förvaret placeras ovanför grundvattennivån. Enligt Folkkampanjens uppfattning har torr-förvaring så många fördelar framför deponering i grundvatten att det måste ses som en grov underlåtenhet att inte utreda torr-förvaring närmare.

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) anser att Fud-programmets ambitionsnivå ifråga om alternativa metoder är alltför låg. Endast två alternativ omnämns – djupa borrhål och transmutation – och alternativet djupa borrhål behandlas alltför kortfattat och något noll-alternativ behandlas inte. MKG konstaterar att SKB ensidigt har inriktat sig på att utveckla endast en metod, vars värde i förhållande till andra metoder aldrig har prövats på allvar.

Oskarshamns kommun konstaterar att enligt regeringsbeslut skall frågan om vilka alternativa metoder som skall redovisas i MKB bli föremål för ingående överväganden i MKB-samrådet. Eftersom samrådet nu övergår i mer detaljerade diskussioner om bl.a. alternativ väntar sig kommunen att det blir tydligare hur detta kommer att hanteras av SKB och övriga samrådsparter. Oskarshamns kommun menar också att SKB har för låg ambitionsnivå för redovisning av alternativa metoder. De bör redovisas med större bredd och djup än vad SKB avser att göra, förslagsvis i SKB:s systemanalys.

Stockholms universitet anser att den s.k. DRD-metoden (Dry Rock Deposit) erbjuder många fördelar framför KBS-3-metoden, bl.a. tillgänglighet och kontrollmöjlighet i kombination med ett tillförlitligt skydd, och att priset för ett sådant förvar är avsevärt mycket billigare.

Enligt Statens strålskyddsinstitutets (SSI) tolkning är det övergripande syftet med alternativredovisningen att kunna styrka att huvudförslaget både har goda förutsättningar att klara uppställda krav och att andra alternativ totalt sett inte uppvisar påtagliga strålskyddsmässiga fördelar framför huvudalternativet. Nivån på alternativredovisningen bör därför vara sådan att det går att göra en jämförelse mellan alternativens grundläggande skyddsfunktioner.

Umeå universitet tillstyrker att s.k. alternativa metoder hålls under uppsikt även i framtiden. Universitetet tänker närmast på transmutation och möjligen element av upparbetning. Att följa utvecklingen på olika håll i världen och i synnerhet det som sker i EU-länderna, i ungefär samma omfattning som hittills skett, bör medge att man kan uppmärksamma de framsteg och de eventuella genombrott som görs.

9.2 Transmutation

Syftet med transmutation är i korthet att genom neutronbestrålning och kärnklyvning omvandla långlivade atomkärnor till kortlivade. Därigenom skulle den radiologiska farligheten hos radionuklider i använt kärnbränsle kunna minskas högst avsevärt. Det kommer dock fortfarande att bildas avfall som behöver slutförvaras i djupa geologiska formationer. Transmutation kan ske i kärnreaktorer eller i acceleratordrivna system. Energiöverskottet från kärnklyvning skulle kunna utnyttjas för t.ex. elproduktion. Innan transmutation kan genomföras måste de långlivade ämnena i det använda kärnbränslet separeras från uran och fissionsprodukter. Detta sker genom att först upparbeta bränslet och därefter genom ytterligare förfinade separationsprocesser. Separationen måste vara mycket effektiv och endast mycket små mängder långlivade nuklider får gå med avfallet för att någon vinst skall uppnås med transmutationen ur skyddssynpunkt.

SKB:s redovisning

SKB redogör inledningsvis för slutsatserna från granskningen av Fud-program 2001 och för resultatet av ett antal studier (från OECD/NEA, USA och EU) som blivit tillgängliga sedan 2001. Därpå följer i separata avsnitt redogörelser för forskningen på transmutation och separation, inom EU och i Sverige. SKB finansierar t.ex. sedan 1991 forskning på separation på institutionen för kärnkemi vid Chalmers. Forskningen vid institutionen för kärn- och reaktorfysik vid KTH fokuseras huvudsakligen på acceleratordrivna system och den stöds sedan 1993 av SKB. Vid The Svedberg-laboratoriet och institutionen för neutronfysik vid universitet i Uppsala pågår mätningar av reaktionstvårsnitt för högenergetiska neutroner. Denna forskning har bekostats genom bidrag från SKB, kärnkraftsbolagen och SKI.

SKB redogör även för den framtida utvecklingen internationellt sett och framhåller de uppenbara svårigheter som finns i och med att kraftindustrin i de flesta länder visar ett begränsat intresse för området, (utom möjligen i Frankrike där det finns ett lagstadgat

krav på transmutationsforskning). Det är därigenom svårt få en enad syn på vilka system som skall prioriteras i forskningen.

SKB anger att målsättningen för forskningen på separation och transmutation är att granska hur tekniken utvecklas och bedöma om, hur och när den skulle kunna användas i system för sluthantering av kärnbränsle från svenska kärnkraftverk. SKB refererar till hanteringen av frågan om en rimlig omfattning av de svenska insatserna på detta område i anslutning till granskningen av Fud-program 2001. SKB:s insatser har under senare år hållit sig kring ca 5 miljoner kronor per år. SKB anser att denna nivå är lagom och inte behöver ökas med tanke på f.n. med tanke på planerad (för)studie av en experimentanläggning med ADS inom EU:s sjätte ramprogram samt utvärderingen av det franska programmet 2006.

Remissinstansernas synpunkter

Avfallskedjan och Opinionsgruppen för säker slutförvaring anser att transmutation inte är ett alternativ till KBS-3-metoden. Det är en fråga som måste ligga utanför kärnavfallsprocessen så att den inte tar uppmärksamhet från redovisningen av verkliga alternativa lösningar. I Fud-program 2004 avhandlas transmutation på drygt 12 sidor att jämföras med 2 sidor för djupa borrhål.

Oskarshamns kommun anser att transmutation och upparbetning enligt de forskare i EU som arbetar med alternativet inte är en metod som kan realiseras i dagsläget. En satsning på detta alternativ kan vara befogad i ett långsiktigt perspektiv, när samhället står inför ett beslut att försluta ett slutförvar om kanske femtio år. En utveckling av metoden förutsätter internationellt samarbete och utgör därmed inte ett alternativ som Sverige skulle kunna utveckla på egen hand.

SSI anser att separation och transmutation bl.a. innebär alternativa metoder för minimering av långlivat avfall från kärnbränslecykeln. De kan dock inte helt ersätta behovet av ett slutförvar för långlivat kärnavfall. Metoden förutsätter dock både upparbetning av bränsle, samt någon form av reaktor för transmutationen av långlivade radionuklider till mer kortlivade. SSI anser att det är naturligt att SKB följer arbetet med transmutation, men SSI:s bedömning är att det inte är ett rimligt alternativ till slutförvaring.

Vetenskapsrådet anser att det är viktigt att det satsa mer resurser på området separation och transmutation då även den internationella forskning som utförs i ett flertal länder har lett till nya framsteg under de senaste åren. Acceleratordrivna system som skall användas till transmutation av kärnavfall kan erbjuda ett rejält energitillskott vid sidan av konventionella termiska reaktorer i synnerhet om man använder det redan befintliga kärnavfallet. Vetenskapsrådet anser också det vara önskvärt att SKB satsade på forskning relaterad till de nuklider och reaktioner som ingår i nya, avancerade bränslecykler.

SKI:s bedömning

SKI är ense med remissinstanserna och även SKB om att separation och transmutation inte inom överskådlig tid kommer att vara ett realistiskt alternativ för hantering av svenskt använt kärnbränsle. SKI instämmer därmed med de remissinstanser, däribland

Avfallskedjan och Oss, som anser att redovisningen av SKB:s program för området tagit oproportionerligt stor plats i av Fud-program 2004. Enligt SKI:s mening kompenseras detta dock delvis av att redovisningen ger en god överblick av ett komplext forskningsområde.

Enligt SKI:s uppfattning är det dock motiverat att SKB:s och Sveriges insatser på detta område upprätthålls på nuvarande nivå. Detta är nödvändigt för att kunna följa den internationella utvecklingen. Det är även nödvändigt för att bibehålla och utveckla vetenskaplig och teknisk kompetens inom områden av betydelse för kärnsäkerhet, inklusive slutförvaring, såsom reaktorfysik, neutronfysik och kärnkemi.

9.3 Djupa borrhål

Vid förvaring av använt kärnbränsle i djupa borrhål deponeras kapslar med använt bränsle på mellan två till fyra kilometers djup där grundvattenförhållandena troligen är mycket stabila. Berget utgör den viktigaste barriären för att isolera avfallet medan funktionen hos andra tänkbara barriärer såsom lerbuffert och kapsel blir svårare att förutsäga pga. höga bergtryck, hög temperatur och salthaltigt grundvatten.

SKI pekade redan i sitt yttrande över SKB:s komplettering till Fud-program 1998 på de svårigheter som en satsning på alternativet djupa borrhål skulle medföra t.ex. valet av systemutformning, förhållanden på förvaringsnivå och behov av teknikutveckling för barriärer, borr- och deponeringsteknik.

SSI menade i sin granskning av Fud-program 2001 att en redovisning som bl.a. omfattade en säkerhetsanalys av djupa borrhål skulle kunna motsvara kravet på alternativredovisning som omnämns i miljöbalken. SKI ansåg i sin granskning av samma program att behov och omfattning av en säkerhetsanalys för djupa borrhål borde diskuteras inom ramen för MKB-samrådet mellan SKB och myndigheterna som regeringen beslutat om 1996 och 2001. SKI kan nu konstatera att ett sådant samråd tagits upp under hösten 2004 och fullföljts under våren 2005.

KASAM ansåg i sitt yttrande över Fud-program 2001 att det saknas tillräckliga skäl att genomföra det skisserade Fud-programmet för djupa borrhål och föreslog SKB att i stället fortsätta utvecklingsarbetet med inriktning på direktdeponering enligt KBS-3-metoden.

SKB:s redovisning

SKB konstaterar att i praktiken har vi i Sverige redan prioriterat geologisk deponering för att ta hand om använt kärnbränsle och att vi följer en huvudlinje med ett system som baserar sig på djupförvaring enligt KBS-3-metoden. SKB hänvisar till tidigare utredningar (Harrison, 2000) som visat att alternativet djupa borrhål skulle ta drygt 30 år att genomföra och kosta fyra miljarder kronor för att nå samma kunskapsnivå som KBS-3.

SKB:s bedömning av djupa borrhål är att det inte finns något som talar för att säkerheten ökar eller kostnaderna minskar om det använda kärnbränslet i stället förvaras i djupa borrhål och att det därför inte finns någon anledning att genomföra programmet.

Sedan föregående Fud-program har SKB genomfört en litteraturstudie (Smellie, 2004) för att komplettera tidigare insamlad geovetenskaplig information om förhållandena på djupet i jordskorpan. SKB konstaterar efter den genomförda studien att den förenklade bilden av hur förhållandena på stora djup borde vara inte får något fullständigt stöd av de studier som utförts i de djupa borrhålen på Kolahalvön i Ryssland och i Tyskland.

SKB noterar att litteraturstudien sammanfattar de nyaste resultaten och drar en serie allmänna slutsatser om vad detta innebär för deponering i djupa borrhål. Bland annat är det svårt att uppskatta temperatur och värmeledningsförmåga i heterogena bergarter på stora djup. Hydrauliskt sett synes nära nog stagnanta förhållanden råda i grundvattnet på stora djup orsakade av höga salthalter. Det finns dock indikationer på att relativt snabba transporter av lösningar kan vara möjliga även i miljöer med koncentrerade saltlösningar (brines). Påståenden om att det förekommer flöde och transport över stora avstånd nere på kilometers djup kan därför vara svåra att motbevisa. Bakterieförekomst på fyra kilometers djup vid uppskattade temperaturer på mindre än 115 °C skulle vara fullt möjlig vilket inte tyder på någon steril miljö på dessa djup.

Remissinstansernas synpunkter

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) noterar att metoden djupa borrhål innebär att ett slutförvar för kärnavfall förläggs på ett djup av ca 4 km. SKB har genom åren genomfört ytliga studier av metoden djupa borrhål inom sitt alternativprogram och konsekvent betonat metodens eventuella nackdelar och inte uppmärksammat dess fördelar. MKG menar att en förutsättningslös prövning av alternativet djupa borrhål behövs för att kunna göra den beskrivande jämförelse mellan metoder för slutförvaring av kärnavfall som erfordras i miljöbalken. Görs inte detta uppfylls därför inte lagstadgade krav.

Miljörörelsens kärnavfallssektariat (MILKAS) anser att det idag inte finns någon allsidig information eller diversifierat underlag beträffande förvaringsmetod för kärnavfallet och konstaterar att bara KBS-3-metoden finns. MILKAS anser vidare att de alternativredovisningar som SKB tagit fram är otillräckliga och ofullständiga.

Oskarshamns kommun önskar en mer ingående redovisning av djupa borrhål – inte minst med hänvisning till att SSI tidigare har efterlyst en (säkerhets-) analys av denna metod.

SSI ser positivt på att SKB, i enlighet med SSI:s önskemål, planerar att genomföra en utredning av alternativet djupa borrhål, och lämna en redovisning under hösten 2005. Vid de samrådsmöten som har hållits har SSI framfört att jämförelsen mellan djupa borrhål och KBS-3 bör utgå ifrån de olika metodernas olika möjligheter att uppnå de ställda strålskyddskraven och att jämförelsen bör illustreras med enkla beräkningar.

SKI:s bedömning

SKI håller med de remissinstanser som anser att alternativet djupa borrhål beskrivits alltför kortfattat i förhållande till transmutation i Fud-programmet.

SKI konstaterar att den enda barriär som kan antas fungera för konceptet djupa borrhål är berget, förutsatt att bergarten på försvarsdjup är relativt homogen. Egenskaper på kort och lång sikt hos bentonit eller andra buffertmaterial i borrhålet, när det gäller att skydda kapseln mot större bergrörelser och kemiska angrepp, är svåra att bedöma på stora djup. Likaså är kapselns täthet även för kortare tider svår att förutsäga beroende på rådande höga bergtryck och den av allt att döma aggressiva kemiska miljön på försvarsdjup.

SKI:s bedömning från granskningen av kompletteringen till Fud-program 1998 kvarstår därför. Det vill säga att alternativet djupa borrhål är förknippat med så stora osäkerheter, att det inte bör betraktas som ett realistiskt alternativ till KBS-3-metoden.

Baserat på tillgänglig kunskap kan det redan från deponeringstillfället vara svårt att tillgodogöra sig mer än berget som barriär. SKI vill erinra om att detta i så fall står i strid med SKI:s föreskrifter (SKI FS 2002:1) om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall. SKI upprepar därmed sin fråga från granskningen av Fud-program 2001 angående hur väl ett huvudalternativ till vald utformning i en MKB måste kunna visas uppfylla principiella krav och föreskrifter. Frågan kvarstår också om i vilken utsträckning ett sådant alternativ skall vara tillgängligt och utprovat till rimliga kostnader.

Enligt SKI finns det dock ändå goda skäl att förtydliga redovisningen av djupa borrhål inför det slutliga metodvalet och inför miljöbalksprövningen. SKI delar följaktligen SSI:s uppfattning att en noggrannare jämförelse bör ske med KBS-3-metoden. SKI anser att en sådan jämförelse bör ske med en systematik som bygger på samma principer som SKB utvecklat för säkerhetsanalys av andra slutförvar och instämmer med SSI att det är tillräckligt om jämförelsen illustreras av förenklade beräkningar.

SKI stöder på så sätt helt SSI:s förslag som innebär att SKB skall genomföra en begränsad säkerhetsanalys med befintliga data som ett led i en bredare diskussion av olika alternativ såsom förutsätts i miljöbalken. Som SKI tidigare påpekat kan det då ändå inte bli tal om en fullständig säkerhetsanalys i den mening som gäller för KBS-3-liknande förvar.

9.3 SKI:s sammanfattande bedömning alternativa metoder

Enligt SKI:s uppfattning är det motiverat att SKB:s och Sveriges insatser på området separation och transmutation upprätthålls på nuvarande nivå. Detta är nödvändigt för att kunna följa den internationella utvecklingen och för att bibehålla och utveckla vetenskaplig och teknisk kompetens inom områden av central betydelse för kärnsäkerhet.

Enligt SKI finns det goda skäl att förtydliga redovisningen av djupa borrhål inför slutligt val av metod och inför miljöbalksprövningen. SKI delar SSI uppfattning att en noggrannare jämförelse bör ske med KBS-3-metoden. SKI anser att en sådan jämförelse bör ske med en systematik som bygger på samma principer som SKB utvecklat för säkerhetsanalys av andra slutförvar och instämmer med SSI om att jämförelsen kan illustreras av förenklade beräkningar.

10 Rivning

SKI redovisar i detta kapitel synpunkter på kapitel 24 Rivning i SKB:s Fud program 2004.

10.1 Inledning

De anläggningar som omfattas av SKB:s Fud-program är dels de svenska kärnkraftverken, dels SKB:s egna anläggningar. När det gäller omhändertagande av radioaktivt avfall kommer även avfall från Studsvik, Westinghouse bränslefabrik, Ranstadverket och Ågesta kraftvärmeanläggning att inkluderas.

SKB ansvarar i detta fall endast för att samarbeta med de övriga aktörerna för att behandlingen av det svenska rivningsavfallet optimeras. Samtliga innehavare av kärntekniska tillstånd behöver samarbeta för att se till att endast ett slutförvar för rivningsavfall byggs vilket är det enda samhällsekonomiskt effektiva för Sveriges förväntade volymer av rivningsavfall från kärnkraftverken och de kärntekniska anläggningarna.

När och hur kärnkraftverken skall rivras påverkas av en rad olika faktorer. SKB framhåller att rivningen av ett kärnkraftverk kan genomföras på ett säkert sätt en kort tid efter dess avställning, men det finns argument som även talar till förmån för en senarelagd rivning (SKB, 2004, 2000, 2004a). Den tidigaste tidpunkten för rivning styrs i dagsläget av iordningställandet av anläggningar för hantering av rivningsavfallet och handläggningen av dessa tillståndsfrågor, samt av att datumen för avställning av de olika reaktorerna är mer eller mindre okända.

Under perioden från det att reaktorn tas ur drift till dess att rivningen påbörjas sker bortforsling av bränsle, dekontaminering, dvs. rengöring för att avlägsna ytlig radioaktiv förorening, samt förberedelse för rivning (SKB, 2004). SKB benämner denna tidsrymd för avställningsdrift under tiden bränsle är kvar på anläggningen och tiden därefter betecknas som servicedrift. SKB anger att längden av servicedrift kommer att variera beroende på förväntad rivningstidpunkt. SKB poängterar att i läget för servicedrift kommer personalstyrkan att vara begränsad. SKB bedömer att det egentliga rivningsarbetet beräknas ta fem år per reaktorläggning och sysselsätta i genomsnitt ett par hundra man (SKB, 2004, 2004b).

Det radioaktiva avfallet från rivningarna är genomgående låg- och medelaktivt. Avfallet med den högsta aktiviteten, dvs. reaktortankens interna delar, förutsätts kunna mellanlagras innan det slutdeponeras i slutförvaret för långlivat låg- och medelaktivt avfall (2004). Övrigt radioaktivt rivningsavfall antas kunna transporteras direkt till ett slutförvar för rivningsavfall och deponeras där. SKB anser att en stor mängd rivningsavfall kan komma att friklassas, eventuellt efter dekontaminering. SKB beräknar referensscenariot i PLAN kalkylerna med traditionell kostnadskalkylering. Det är en deterministisk teknik som innebär att varje objekt tilldelas en beräknad eller skattad kostnad i svenska kronor. Dessa kalkyler genomgår sedan en bedömning av en expertgrupp som fastställer förväntat värde och gränsvärden för bästa respektive värsta utfall (SKB, 2004c, 2004d, 2000a).

SKB redovisar aktuellt läge såsom det var vid inlämnandet av Fud-programmet i september 2004. Sedan dess har den svenska regeringen beslutat att Barsebäcks andra reaktor (B2) skall ställas av permanent. Studsvik Nuclear AB avser att ställa av reaktorerna R2/R2-0 permanent i juni år 2005. Konsekvenserna av stängningen av Studsviks reaktorer finns inte redovisade. De härmed ändrade förhållandena gör att vissa bedömningsgrunder föreligger som av förklarliga skäl inte har varit möjliga att redovisa i rapporten. Tidsplanen för rivning av de svenska kärnkraftsreaktorerna bygger på en sannolik drifttid på 40 år eller mer (SKB, 2004, 1999, 2000b, 2001, 2002, 2003). Effekthöjningar planeras de närmaste åren vid flera reaktorer med en väsentligt ökad mängd kärnavfall som följd.

Respektive tillståndshavare för de kärntekniska anläggningarna ansvarar för rivning av de egna anläggningarna. SKB:s roll är att genomföra generella rivningsstudier och att säkerställa att teknik och kompetens finns. SKB ansvarar för omhändertagande av avfallet.

De medel som behövs för rivning av de svenska kärnkraftverken fonderas i Kärnavfallsfonden och regleras genom finansieringslagen och förordningen till denna lag¹. Detta system innebär att varje reaktorinnehavare årligen, i samråd med övriga reaktorinnehavare, skall beräkna kostnaderna för omhändertagandet av använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall från kärnkraftsreaktorer och rivning av dessa. Detta arbete sker årligen inom ramen för den s.k. PLAN-rapporten som SKB samordnar tillsammans med reaktorinnehavarna. Det som presenteras i Fud-program 2004 under rubriken rivning är i princip en allmän sammanfattning av det material som ingår i PLAN-rapporten. De senaste beräkningarna finns presenterade i PLAN 2004, Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter, från juni 2004 (SKB, 2004).

10.2 Historik

En förändring i tidsplanen lanserades av SKB i PLAN 99 (SKB, 1998, 1999) och innehöll ett nytt scenario för avveckling och rivning av kärnkraftverken. I detta scenario skulle en period på 15 år förflyta mellan avställningstidpunkt och rivningsstart. SKI beräknade och föreslog avgifter utifrån ett scenario där den tidigare nämnda perioden begränsades till 5 år efter det att reaktorns bränsle förts bort och systemdekontaminering genomförts (SKI, 1999). I tidigare års studier hade beräkningarna inte gjorts på denna detaljnivå. Som en planeringsförutsättning för kalkyleringen beslöt SKI att anta att ett slutförvar för rivningsavfall skulle kunna tas i bruk år 2010 (SKI, 1999, 2000). Beräkningen som baseras på ett planeringsantagande om 15-års period benämndes fall A, medan beräkningen med en 5-års period fall B. Samma principer för beräkningarna användes i PLAN 2000 (SKB, 2000b).

I PLAN 2001 (SKB, 2001) utgick SKB i sitt referensscenario från att reaktorerna drivs i 40 år och att rivning inte behöver påbörjas förrän tidigast år 2016, då även slutförvaret för rivningsavfallet beräknas stå klart. SKI använde däremot i sina beräkningar samma

¹ Lag (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m. samt förordning (1981:671) finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m.

scenario som användes föregående år, dvs. att ett slutförvar för rivningsavfall skulle kunna tas i bruk år 2010.

SKB använde i den efterföljande PLAN 2002 (SKB, 2002) samma antagande som i PLAN 2001. SKI valde att genomföra en ändring i kalkylen, på så sätt att ett slutförvar för rivningsavfall skulle kunna tas i bruk år 2015 (SKI, 2002). Detta medförde att rivningskostnaderna kom att beräknas utifrån att rivning påbörjas år 2015 för alla reaktorer. För Barsebäck fixerades dock rivningstidpunkten till år 2017 för att beräkningen skulle överensstämma med det avtal som tecknats mellan Staten, Vattenfall och ägarna. Den anpassning av tidpunkten för rivningsstart som gjordes i PLAN 2002 innebar att en harmonisering mellan kostnadskalkyleringen enligt finansieringslagen och Fud-program 2001.

I PLAN 2003 (SKB, 2003) anges för fall B att rivningar påbörjas år 2015, med undantag för Barsebäck där rivningar förutsätts inledas år 2017. I den komplettering till avgiftsunderlagsbeloppet för fall B, som inkom till SKI den 9 oktober 2003, hade SKB flyttat fram tiden för driftstart av ett slutförvar för rivningsavfall till 2020, och härigenom kom rivningskostnaderna att beräknas utifrån att rivning påbörjas år 2020 (SKI, 2003).

SKI framhåller att en grundläggande princip för finansieringslagen är att skapa ett robust och uthålligt finansieringssystem som inte riskerar att övervältra kostnader på kommande generationer. Det är därför nödvändigt att de åtgärder som planeras i Fud-program 2004 verkligen genomförs.

Beräkningen av avgiftsunderlaget har hittills utgått från att varje reaktor skall kunna ställas av efter 25 års drift, och att en fullständig fondering då skall ha inträtt så att pengar finns för att ta hand om använt kärnbränsle och kärnavfall samt riva kärnkraftverken. SKI:s senaste förslag och beräkningar baseras på detta antagande och på den tidsplanering som finns i Fud-program 2004. SKI anser att det i kalkyleringsarbetet är mindre lämpligt att använda en planeringsförutsättning som bygger på att rivning av kärnkraftverk kommer att påbörjas innan dess att ett slutförvar har iordningställt (SKI, 2004). SKI anser därför att SKB:s antagande om drifttagning av ett slutförvar för rivningsavfall i Fud-program 2004 är ändamålsenlig, vilket innebär att den tidigaste tidpunkten för rivning är år 2020, i det fall att inget mellanlager för rivningsavfall tillkommer.

SKB:s redovisning

SKB redovisar i Fud-programmets kapitel 24 under rubriken ”rivning av de svenska kärnkraftverken” en sammanställning av hur hanteringen av radioaktivt avfall från rivning av de svenska kärnkraftverken samt SKB:s egna planerade insatser på rivningsområdet planeras ske.

SKB konstatera att erfarenheterna från tidigare av rivning av kärntekniska anläggningar i Sverige inskränker sig till forskningsanläggningen R1 vid KTH. Ett mångårigt projekt med sanering av ACL (allmänna centrallaboratoriet) med tillhörande fläktbyggnad (ACF) i Studsvik har pågått under flera år. SKB har följt dessa arbeten.

SKB redovisar rivningslogistik med utgångspunkt från reaktoreernas starttidpunkt. SKB bedömer en genomsnittlig avstämningsperiod på ca 13 år som tillämpbar på den svenska rivningsplaneringen.

SKB redovisar även vissa internationella erfarenheten från rivningar av kärnkraftverk, som innefattar en normativ diskussion om när en kärnteknisk anläggning kan rivas. SKB anför att den internationella utvecklingen visar en tendens mot tidig avveckling och rivning jämfört med en senarelagd rivning. SKB framhåller dock att det finns variationer mellan länder. SKB presenterar ett antal skäl som talar till förmån för en tidig rivning. Så nämns exempelvis att det kan finnas behov till alternativ användning av marken, att den tidiga rivningen innebär möjlighet till att använda den kärntekniska kompetens som finns vid anläggningen eller att rivning sker i ett demonstrationssyfte.

SKB redovisar effekten av systemdekontamination av aktiva system och komponenter. SKB beskriver rivningsprocessen med omhändertagande av aktiva komponenter innan konventionell rivning kan ske av byggnaderna. SKB uppskattar den genomsnittliga tiden för aktiv rivning till ca 6 år per reaktorblock.

SKB beskriver den teknikutvecklingen som ägt rum, och som finns dokumenterad i studier från svenska såväl som utländska anläggningar. Både SKB och kraftbolagen planerar att genomföra rivningsstudier. SKB anför att det finns tillgänglig teknik för rivning och omhändertagande av avfallet. SKB anser att det kritiska arbetet är att göra en optimering och anpassning av befintlig teknik så att goda förutsättningarna skapas för rivning av de svenska kärnkraftverken. SKB gör utifrån vald teknik en uppskattning av den tidsåtgång, de kostnader och de avfallsmängder som är förknippade med rivningen.

Projektering och tillståndsprocess för slutförvaring av det radioaktiv avfallet från rivningen kräver en för landet gemensam planering. SKB pekar på att det finns samordningsvinster bl.a. i tillgången till specialutrustning för rivning. En grundprincip för planeringen är att inget block skall rivas så länge drift pågår i ett närliggande block. SKB anser att rivning inte kan inledas förrän någon gång efter år 2015 och troligen inte förrän en bit in på 2020 talet. SKB påpekar att det är tillståndshavarna som har huvudansvaret för planering och genomförande av den fysiska rivningen. I ansvaret ingår även att fastställa strategi för vald tidpunkt och vald teknik för rivningen. Behandlingen av det radioaktiva avfallet skall planeras och genomföras i samarbete med SKB.

SKB har ansvaret för omhändertagande av det uppkomna avfallet. Slutförvar för rivningsavfall måste byggas och ett därtill anpassat transportsystemet behöver implementeras. För SFL avfallet behöver mellanlagring ske fram tills dess ett slutförvar står färdigt.

Remissinstansernas synpunkter

Boverket noterar att genom att Barsebäcks andra reaktor stängs under 2005 kommer frågan om rivning av kärnkraftverket att aktualiseras relativt omgående. Boverket anser att det finns risk för att förvaringen av långlivat låg- och medelaktivt avfall, som till stor del kommer från rivning av kärnkraftverk, blir en flaskhals i slutförvarskedjan. Boverket menar därför att SKB bör redovisa hur det långlivade låg- och medelaktiva radioaktiva avfallet ska hanteras i det fall det uppstår tidigare än planerat. Ett s.k. noll-

alternativ bör även redovisas i konsekvensbeskrivningen dvs. vad som händer om inget görs.

Kärnkraftskommunernas samarbetsorgan (KSO) konstaterar att efter regeringsbeskedet om att även Barsebäck 2 skall stängas under år 2005 aktualiseras frågan om kärnkraftskommunernas inställning till den förestående rivningen av anläggningarna och den berörda kommunens önskemål om den framtida markanvändningen. KSO erinrar om kommunernas planmonopol. Det innebär att kommunerna skall ha det avgörande inflytandet i fråga om framtida markanvändning i hela kommunen, också för de områden där kärnkraftverken ligger. Med den förtida avveckling som nu kommer att äga rum för Barsebäck 1-2 och som Kävlinge kommun på skilda sätt avrått ifrån med hänsyn till såväl miljön som kapitalförstörelsen, kräver KSO att SKB i sitt Fud-program snarast undersöker möjligheterna till en snabbare rivning och återställning av området än vad som redovisas i Fud-program 2004.

Lokala säkerhetsnämnden vid de kärntekniska anläggningarna i Forsmark instämmer helt i KSO:s anförda yttrande angående skyndsamt friställande av ytor som upptas av stängda kärnkraftverk. Detta innebär att såväl anläggningsägare som SKB har att välja på tidigareläggning av anläggningar eller byggande av mellanlager.

Områden som Naturvårdsverket finner det särskilt viktigt att utveckla ytterligare är att vid rivning av anläggningar planera miljöarbetet och noggrant övervaka för minsta möjliga påverkan på människans hälsa och ekosystem.

Oskarshamns kommun framhåller att kommunen liksom övriga kärnkraftskommuner önskar en bredare dialog kring rivningsplaner, tidpunkter för rivning och hur rivningsavfall skall tas omhand.

Umeå universitet frågar sig om det som hänt (stängning av Barsebäck 1, planerad stängning av Barsebäck 2) föranleder en omprövning så till vida att planering för rivning av reaktorerna bör tidigareläggas. Universitetet framhåller också om det existerar goda planer för rivning av kärnkraftverk, och detta kan demonstreras genom professionell och säker rivning av Barsebäck i tid, skulle det säkerligen tala till fördel för kärnkraftssektorns ansvarskänsla och betjäna dess intressen för övrigt.

Umeå universitet finner utifrån redovisade planer i Fud-programmet att avställda reaktorer i Barsebäck skall stå i malpåse mycket länge. Universitetet frågar sig då om det inte finns skäl i dag att höja ambitionsnivån gällande rivning, då vi kanske inom kort har ett helt kärnkraftverk som upphör med elproduktion. Universitetet anser även att det kanske också är motiverat att tillse att ansvarsfördelningen inte är oklar mellan SKB och ägarna till kärnkraftverken.

Östhammars kommun instämmer i det som KSO anför i sitt för kommunerna gemensamma yttrande, avseende kommunernas inflytande över den framtida markanvändningen i hela kommunen och att det finns ett behov att snabbt friställa ytor som upptas av stängda kärnkraftverk.

Detta innebär att både anläggningsägare och SKB bör planera för tidigareläggning av anläggningar, eller byggande av mellanlager för att ta hand om rivningsavfallet.

Erfarenheten visar att det tar lång tid att realisera planer av den här typen. Kommunen menar därmed att man redan nu skulle kunna redovisa en plan för hela kärnavfallsprogrammet.

Statens strålskyddsinstitut (SSI) anser att SKB skall ta fram en bättre redovisning av strategi och tidsplaner för rivning och omhändertagande av avfall från rivning, bl.a. mot bakgrund av beslutet att stoppa Barsebäck 2.

Vidare anser SSI att även tillståndshavarna för kärnkraftverken skall lämna tydligare redovisning hur de avser att genomföra avveckling och rivning. SSI anser även att ansvarsförhållandet mellan kärnkraftsföretagen och SKB måste tydliggöras.

Med anledning av stängningen av Barsebäcks andra reaktor bedöms planeringsförutsättningarna för rivning ha ändrats. SSI anser därför att utgångspunkten bör vara tidig rivning av Barsebäcksreaktorerna. Förutsättningen för detta är att ett slutförvar för kortlivat låg- och medelaktivt rivningsavfall finns för att undvika mellanlagring. Mot bakgrund av detta anser SSI att utformningen av ett slutförvar för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet bör prioriteras i forskningsprogrammet och att detta skall framgå av kommande Fud-program 2007.

SKI:s bedömning

Fud-program 2004 speglar läget från Fud-program 2001 fram till september 2004. Efter det att Fud-program 2004 lämnades in så har den svenska regeringen beslutat att Barsebäcks andra reaktor skall ställas av permanent. Vidare så har Studsvik Nuclear AB beslutat att ställa av reaktorerna R2/R2-0 under juni månad 2005. SKI anser att frågan om rivning av kärntekniska anläggningar tydligt har aktualiserats av dessa två händelser. SKI framhåller i detta sammanhang att det i SKB:s redovisning talas om tidig rivning efter slutlig avställning av en anläggning. SKI har noterat att även flera remissinstanser ser att rivningsfrågorna nu behöver aktiveras och tydliggöras samt att frågan kring tidig eller fördröjd rivning måste utvärderas.

SKI instämmer i de flesta remissinstansernas bedömningar som sammanfattningsvis innebär att SKB rekommenderas att ta fram en tydligare och mer konsistent redovisning av val av strategi med tillhörande tidsplaner för rivning och behandling av avfall från rivning. Dessutom bör möjligheterna kartläggas för en snabbare rivning och därmed tidigare återställning av markområdena än vad som redovisats av SKB. Vissa remissinstanser önskar se en fördjupad dialog kring rivningsplaner, tidpunkter för rivning samt omhändertagande av rivningsavfallet. SKI anser att det är väsentligt att berörda parter för en aktiv dialog, och att denna bör fördjupas under de kommande åren så att nedläggnings- och rivningsfrågor tydliggörs i kärnavfallsprojektet.

SKI noterar att när det gäller framtagningen av ett slutförvar för rivningsavfall så anger SKB att detta behövs innan den första rivningen av ett kärnkraftverk kan genomföras. I dagsläget planeras detta ske tidigast år 2020. Det kortlivade avfallet skall enligt planerna deponeras i SFR. SKI vill framhålla att en förnyad licensiering av SFR för att kunna ta emot det kortlivade rivningsavfallet bör utredas redan under de kommande åren. En sådan åtgärd skulle kunna medföra att rivningsavfall från reaktorerna kan deponeras direkt i SFR. SKI bedömer att det kortlivade rivningsavfallet från reaktorn

vid Barsebäck troligen kan rymmas i redan godkända typbeskrivningar för avfall avsett för SFR.

SKI anser, mot bakgrund av det ovan förda resonemanget, att arbetet med rivningsfrågorna behöver intensifieras under de kommande åren med målsättningen att en tydligare planering kan presenteras i Fud-program 2007. SKI menar att SKB och reaktorinnehavarna redan nu bör påbörja arbetet med att se över möjligheterna att tidigarelägga vissa av de processer som leder till snabbare rivning och omhändertagande av avfallet.

SKI anser att ansvarsförhållandet mellan SKB och delägarföretagen bör förtydligas i den omfattningen att gränssnittet mellan ren rivningsteknik och rivningskostnader blir mer klart. Dessa två delar av processen är visserligen ömsesidigt beroende men kräver olika kompetenser och har olika metodik.

SKI vill framhålla att det ur ett internationellt perspektiv finns omfattande erfarenheter av rivning av kärntekniska anläggningar. För de svenska förhållandena behöver tekniken och även logistiken med behandling av rivningsavfall definieras och preciseras innan det överhuvudtaget mås anses vara möjligt att övergå till en skarp rivningsprocess. SKI vill påminna om att en fullständig MKB skall vara framtagen och godkänd innan rivning kan påbörjas. För att anpassa planeringen till de ändrade omvärldsförhållanden som följt av de beslut som fattats om permanenta avställningar av kärnkraftverk i Sverige anser SKI att rivningsplanering behöver sättas igång ganska omgående eftersom det är en komplex, tidskrävande och mångfaldig process som ännu inte har genomförts i Sverige i full skala. SKI menar att en utveckling är behövlig så att beredskapen för rivning av kärnkraftverken har samma kvalitet som utvecklingen av ett slutförvar.

SKI vill förtydliga att rivning av kärnkraftverk har två sidor, där den ena är av teknisk och den andra av finansiell natur. Den senare utgör en ovillkorlig förutsättning för att en rivning skall kunna genomföras ett säkert omhändertagande av rivningsavfallet. Vid direkt rivning är det troligt att de finansiella riskerna blir mindre eftersom handlingarna sker i en nära framtid med kända metoder och tekniker, priser och regelverk. SKI bedömer därför att en tidig rivning är att föredra.

SKI anser att det mot bakgrund av den ovan beskrivna verkligheten är värdefullt att SKB genomför de åtgärder som planeras i Fud-program 2004, så att tillförlitligare och robustare beräkningar av de framtida rivningskostnaderna och en mer detaljerad rivningsplanering kan skapas och presenteras i Fud-program 2007.

SKI vill avslutningsvis framhålla att tillräckliga medel måste fonderas i Kärnavfallsfonden för att möjliggöra rivning i enlighet med nuvarande finansieringslag. Det innebär att medel har fonderats baserat på en intjänandetid på 25 år plus ytterligare år som reaktorn är i drift. Även om industrin idag kalkylerar på en driftstid på minst 40 år så finns det medel fonderade i Kärnavfallsfonden som möjliggör direkt rivning av kärnkraftverken efter det att respektive verks intjänandetid har förlupit. Detta gäller med undantag från reaktorerna i Barsebäck som har en något annorlunda tidsplan beroende på den förtida permanenta avställning som gjordes av Barsebäcks första reaktor.

10.3 SKI:s sammanfattande bedömning rivning

SKI:s sammanfattande bedömning är att om SKB skall kunna leverera ett gott resultat avseende kostnadsberäkningar krävs att den viljeinriktning som presenteras i Fud-program 2004 för de kommande sex åren realiserar. Om de planerade aktiviteterna genomförs så kan tillförlitligare kostnadsberäkningar framställas för rivning av kärnkraftverken och SKB:s anläggningar. I detta sammanhang är det speciellt viktigt, från ekonomisk synvinkel, att en total rivningsstudie genomförs under perioden, så att detaljerade beräkningar av rivningskostnader finns tillgängliga för varje enskilt kärnkraftverk senast 2010.

SKI anser att särskilt följande behöver genomföras under de kommande sex åren:

- SKB och de enskilda tillståndshavarna för kärnkraftverken bör klargöra hur ansvaret fördelas såväl när det gäller val av metoder för rivning och avfallshantering som för kostnadsberäkningar
- SKB behöver intensifiera arbetet med rivningsfrågor och presentera resultatet i Fud-program 2007. Detta arbete bör bedrivas med beaktande av de avvecklingsplaner som reaktorinnehavarna är skyldiga att ta fram, t.ex. med avseende på analys av anläggningarnas status, aktivitetsinnehåll och kompetens i rivningsfrågor
- SKB och reaktorinnehavarna bör även påbörja arbetet med att se över om vissa delar av rivningsarbetet kan tidigareläggas
- SKB bör utreda hur snart en tillståndsprocess för slutförvaring av rivningsavfall kan påbörjas, om möjligt inom de närmsta åren.

SKI anser att det inte kan vara en prioriterad uppgift att göra en översyn av rivningslogistiken som bygger på ett antagande om att driften av kärnkraftverken förlängs från 40 år till 60 år, eftersom någon sådan planeringsförutsättning finns vare sig i Fud-program 2004 eller PLAN 2004. En sådan åtgärd kan i själva verket visa sig vara rent kontraproduktiv, eftersom det i praktiken kan leda till att tidsplanerna förskjuts som i sin tur kan medföra att drifttagandet av slutförvaret för rivningsavfall försenas ytterligare ett par decennier.

Genom att studera en övergång från 40 till 60 års drift kan en situation skapas där de mentala förberedelser som krävs för en framgångsrik rivningsplanering blir satt på undantag under en så lång tidsrymd att befintliga kunskaper går förlorade. Det är svårt att se hur en förskjutning kan ske utan att ett mellanlager för rivningsavfall måste byggas. SKI anser att byggande av ett mellanlager för rivningsavfallet bör undvikas, eftersom det leder till ytterligare hantering av kärnavfall samt kan komma att leda till en fördyring av hela kärnavfallsprojektet. Byggande av ett mellanlager kommer sannolikt att medföra krav på att ytterligare medel behöver fonderas i Kärnavfallsfonden eftersom någon sådan åtgärd inte ingår i vare sig Fud-programmet eller PLAN-rapportens kostnadsberäkning.

11 Låg- och medelaktivt avfall

SKI redovisar i detta kapitel synpunkter på kapitel 25 i Fud-program 2004.

Inledning

Förutom det använda kärnbränslet skall även låg- och medelaktivt omhändertas.

Det kortlivade låg- och medelaktiva avfallet kommer från drift, underhåll av kärnkraftverken och avfall från industri, forskning och sjukvård. Detta avfall deponeras i slutförvaret för radioaktivt driftavfall, SFR 1. Vid rivning av kärnkraftverken uppstår även kortlivat låg- och medelaktivt avfall som är planerat att slutförvaras i en utbyggnad till SFR 1.

Det långlivade låg- och medelaktivt avfallet består i huvudsak av två grupper:

- hårdkomponenter, vissa av reaktorns interna delar och underhåll samt rivning av kärnkraftverken
- långlivat avfall från industri, forskning och sjukvård.

Det långlivade avfallet från driften kärnkraftverken mellanlagras i Clab alternativt vid kärnkraftverken. Avfallet vid rivningen av kärnkraftverken kommer att först mellanlagras på ännu inte fastställd plats, för att sedan deponeras i slutförvaret för annat långlivat avfall, SFL 3-5.

SKB har ännu inte beslutat om SFL 3-5 skall lokaliseras i anslutning till SFL 2, vid SFR 1 eller på en helt annan plats. Enligt SKB:s tidsplaner kommer denna fråga inte avgöras förrän kring år 2025-2030.

SKB har studerat två möjliga utformningar av SFL 3-5-förvaret med antingen bentonit eller grus som återfyllnad. Den primära barriären mot uttransport av radionuklider är inneslutningar av betong.

SKB:s redovisning

För det kortlivade rivningsavfallet tänker sig SKB att det skall slutförvaras i en utbyggnad av SFR, någon gång i mitten av 2020-talet. En ny preliminär säkerhetsbedömning kommer att göras innan nästa Fud-redovisning. Det långlivade rivningsavfallet kommer att slutförvaras i SFL 3-5 omkring 2045.

För att minska osäkerheterna kring innehållet av viktiga ämnen i avfallets radionuklidinnehåll har SKB inriktat sin forskning på en rad områden. Det har resulterat i att en förbättrad detektionsmetod för nickel-59 i stålmaterial har utvecklats. Ett projekt har startat som kommer att mäta kol-14 i jonbytarmassor från svenska reaktorer. SKB har också påbörjat mätningar av klor-36 i stålmaterial från svenska reaktorer.

SKB redovisar de processer som funnits vara av betydelse för barriärernas långtidsegenskaper och som har tagits fram av SKB understödd forskning samt av internationella utredningar på området. Följande nya områden har kommit till sedan förra Fud-programmet:

- betongens gradering i saltvatten
- radionuklidsorptionen påverkan av organiska tillsatsmedel i cementen.
- sorptionsegenskaper hos färsk och åldrad betong
- betydelsen av isotoputbyten och samfällning för fördröjningen av lågsorberande radionuklider.

I SKB:s program för det låg- och medelaktiva avfallet under de närmaste åren (2005-2010) prioriteras följande områden:

- ett system för torr mellanlagring av hårdkomponenter
- förberedelser för framtida säkerhetsanalyser
- hantering och lagring av avfallet
- en preliminär säkerhetsbedömning för slutförvaring av kortlivat drift- och rivningsavfall i SFR
- studera förutsättningarna för mycket lågaktivt rivningsavfall
- betongens och bergets diffusions- och sorptionsegenskaper vid höga pH och inverkan av organiska ämnen
- modeller för betongnedbrytning och effekter av saltvattenpåverkan
- metallers korrosion i betongmiljö
- studier av reaktioner mellan lakvatten från betongen och det omgivande gruset i förvaret
- naturliga analogier till alkaliska betongmiljöer.

SSI:s synpunkter

SSI anser att SKB i sin planering bör beakta att det kan vara olämpligt ur strålskydds-synpunkt att t.ex. ”spara” plats i Silon för framtida behov genom att placera avfall som ursprungligen var tänkt att hamna i Silon i en förvarsdelen med lägre skyddsegenskaper.

SSI anser att långtidslagring av avfall i avvaktan på ett slutförvar i möjligaste mån bör undvikas och att SKB därför bör se över skälen till att vänta med ett slutförvar för långlivat avfall tills merparten av alla kraftverk har rivits.

SSI påpekar att det långlivade låg- och medelaktivt avfallet som idag främst mellanlagras vid Studsvik, i Clab och vid kärnkraftverken, i många fall har segmenterats och förpackats i olika typer av emballage. SSI anser därför att så länge inget trovärdigt slutförvarskoncept tagits fram är risken stor att detta avfall kommer att behöva omkonditioneras inför deponering, vilket kan leda till onödiga stråldoser i samband med hanteringen. SSI anser mot bakgrund av detta att utformningen av ett slutförvar för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet bör prioriteras i forskningsprogrammet och en sådan prioritering bör framgå av Fud-programmet 2007.

Övriga remissinstansers synpunkter

Avfallskedjan och Oss saknar en genomarbetad säkerhetsanalys av slutförvaret för det långlivade låg- och medelaktivt avfallet, SFL 3-5.

Boverket påpekar att i och med rivningen av kärnkraftverken i Barsebäck kan detta avfall bli en flaskhals i slutförvarskedjan. Boverket menar därför att SKB bör redovisa hur det långlivade låg- och medelaktivt radioavfallet skall hanteras i det fall det uppstår

tidigare än planerat. Ett s.k. noll-alternativ bör även redovisas i konsekvensbeskrivningen dvs. vad som händer om inget görs.

Oskarshamn kommun önskar en bredare dialog kring rivningsplaner, tidpunkter för rivning och hur rivningsavfall skall tas omhand. Kommunen efterlyser ett förtydligande av SKB:s avsikter om en eventuell samlokalisering av SFL 3-5 förvaret med slutförvaret för använt kärnbränsle även om SKB tidigare sagt att SFL 3-5 förvarets placering är oberoende av nuvarande platsval.

SKI:s bedömning

SKI ser positivt på att SKB denna gång även tagit med det kortlivade avfallet i den nuvarande redovisningen av systemet för omhändertagande av det låg- och medelaktiva avfallet.

I SKI:s yttrande över SKB:s redovisning av Fud-program 2001 efterlyste SKI en redovisning av vad som kommer att ingå i den kommande säkerhetsanalysen för det långlivade låg- och medelaktivt avfallets slutförvaring. Någon sådan redovisning har inte gjorts i nuvarande Fud-program. SKI uppmanar därför SKB att i Fud-programmet 2007 ge en väl sammanhållen redovisning som motiverar vilka konstruktionskrav som måste ställas på förvaret utifrån perspektivet långsiktig säkerhet.

Frågor som behöver belysas i större detaljeringsgrad omfattar t.ex.:

- val av förvarsdjup
- ett eventuellt separationsavstånd mellan slutförvaret för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet (SFL 3-5) och slutförvaret för det använda kärnbränslet (SFL 2)
- återfyllnadsmaterial och principen med hydraulisk bur
- förvarets dimensioner
- mängd cement och val av cementtyp.

Dessutom bör SKB redovisa vilka krav som måste ställas på en tänkbar kandidatplats för att den skall motsvara kraven som ställs på den föreslagna utformningen av SFL 3-5 (SKI, 2001). För att SKI skall kunna bedöma rimligheten i inriktningen i den kommande säkerhetsanalysen (en säkerhetsbedömning är aviserad att redovisas 2011) anser SKI att SKB bör redovisa detta i Fud-program 2007.

SKI håller med SSI att ett välunderbyggt förslag till en utformning av ett slutförvar för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet bör framgå av Fud-program 2007.

SKI delar också SSI:s åsikt att mellanförvaring av avfall i avvaktan på ett slutförvar i möjligaste mån bör undvikas och att SKB därför bör överväga om planering och projekteringen av ett slutförvar för långlivat avfall kan påbörjas tidigare.

SKI håller med Boverket om att SKB bör redovisa hur det långlivade låg- och medelaktiva rivningsavfallet skall hanteras i det fall det uppstår tidigare än planerat och ett s.k. noll-alternativ bör redovisas, dvs. vad som händer om inget görs.

De forskningsinsatser som har gjorts både för det kortlivade och långlivade avfallet redovisas i Fud-program 2004. SKI saknar dock redovisning av en forskningsstrategi inom området. Till denna strategi hör den koppling som finns mellan resultat från färdigställda säkerhetsanalyser och den ytterligare forskning som kan behöva göras. I Fud-programmet sägs endast att insatserna är främst till för att ta fram data till de modeller som skall analysera den långsiktiga säkerheten. Inget sägs om behovet av ytterligare modellutveckling. SKI anser att det är viktigt att de prioriteringar som SKB gjort inom olika områden redovisas.

SKB redovisar vilka experiment som bedrivs för att undersöka hur lakningsprodukter från cement reagerar med bergets mineraler. De olika referenser till undersökningar som gjorts är publicerade i internationella tidskrifter. SKI anser att det vore värdefullt om SKB ställde samman de resultat som hittills erhållits och redovisar hur resultaten kommer att användas i de kommande säkerhetsanalyserna för det låg- och medelaktiva avfallet samt om ytterligare forskning behövs inom området.

SKB antar att betongkonstruktionen (gäller både SFR och SFL 3-5) kan ha sprickor redan från början och anser att detta inte påverkar den långsiktiga säkerheten negativt. SKI anser (liksom i granskningen av Fud-program 2001) att SKB bör genomföra en analys som visar hur stora och hur många sprickor man kan tillåta i olika tidsrymder utan att betongens skyddande förmåga mot utläckage av radionuklider avsevärt försämras. Det bör etableras någon form av kvantitativt krav och en analys av kravuppfyllelse för bedömningen om betongens fysikaliska integritet kan tillgodoräknas i säkerhetsanalys.

I programmet för det låg- och medelaktivt avfallet redovisar SKB vilka forskningsinsatser som kommer att behövas de närmaste fem åren. Redovisningen för hur rivningsavfallet från de kärntekniska anläggningarna skall tas hand om behöver fortsättningsvis bli mer utförliga. Exempelvis är strecksatserna (sid. 334 i Fud-programmet) alltför summariska för att belysa vilken strategi SKB har i frågan.

12 Samhällsforskning

SKI redovisar i detta kapitel synpunkter framförda i första hand av remissinstanserna på kapitel 22 Samhällsforskning i Fud-program 2004.

I samband med granskningen av Fud-program 2001 framförde flera remissinstanser synpunkter på hur samhällsfrågorna, huvudsakligen beslutsprocesser, miljökonsekvensbeskrivningar och psykosociala frågor borde studeras. Flera remissinstanser ville att SKB skulle komplettera den tekniska redovisningen med en samhällsvetenskaplig del med forskning om exempelvis attityder, beslutsfattande i komplicerade samhällsfrågor och samhällsutveckling på lång sikt. SKB har hörsammat önskemålet och inkluderat samhällsvetenskaplig forskning i Fud-program 2004.

SKB:s redovisning

SKB har sänt ut en intresseförfrågan om deltagande inom fyra generella relevanta forskningsområden för ett samhällsvetenskapligt program till universitet och högskolor. Av de svar som kom in beviljade åtta forskningsprojekt, fördelade på sju universitet och högskolor, medel för en projektperiod på 1-2 år. Forskningsområden, projektnamn och syfte med projekten är:

Socioekonomisk påverkan – samhällsekonomiska effekter

Lokal utveckling och regional mobilisering kring tekniska och storskaliga projekt (Institutionen för ekonomisk historia vid Umeå universitet). Syftet är att bygga upp kunskap kring hur enskilda orters socioekonomiska struktur påverkas av att en ny, stor och tekniskt avancerad anläggning etableras.

Långsiktiga socioekonomiska effekter av stora investeringar på små och medelstora orter (Kulturgeografiska institutionen vid Umeå universitet), där syftet är att analysera investeringars långsiktiga lokala effekter på befolkning och sysselsättning.

Beslutsprocesser

Allmänhet, expertis och deliberation (Forskningscentrum Människa-Miljö-Teknik vid Örebro universitet) där syftet med projektet är att bidra med kunskap om hur allmänhetens och experters olika förståelse och bedömningar kombineras i samråds- och beslutsprocesser knutna till etableringen av ett slutförvar.

Resurs eller avfall? Internationella beslutsprocesser kring använt kärnbränsle (Avdelningen för teknik och vetenskapshistoria vid KTH). Projektet syftar till att klarlägga och analysera beslutsprocesser kring kärnavfallet i ett internationellt och historiskt perspektiv.

Opinion och attityder – psykosociala aspekter

Identitet och trygghet i tid och rum – kulturteoretiska perspektiv på kärnavfallsfrågan (Humanekologiska avdelningen vid Lunds Universitet). I projektet skall outtalade symboliska och upplevelserelaterade aspekter av debatten kring anläggningar för hantering och förvaring av kärnavfall studeras i tid och rum.

Kärnavfallet – från energireserv till kvittblivningsproblem (Tema Teknik och social förändring vid Linköpings universitet) där syftet är att studera hur den mediala opinionsbildningen kring kärnavfallsfrågan har förändrats på det nationella planet från 1950-talet fram till idag.

Attityder till slutförvar av använt kärnbränsle (Centrum för riskforskning vid Handelshögskolan i Stockholm). Projektet skall bidra till en bättre förståelse av risk och policyattityder som i sin tur är en förutsättning för en bättre och mer effektiv riskkommunikation.

Omvärldsförändringar

Nationell kärnbränslepolitik i en europeisk union (Juridiska institutionen vid Handelshögskolan vid Göteborgs universitet). Syftet med denna studie är att klarlägga och analysera det rättsliga läget på både svensk nationell och europeisk gemensamrättslig nivå när det gäller ansvaret för och befogenheter över kärnavfallets omhändertagande.

Remissinstansernas synpunkter

Avfallskedjan och Opinionsgruppen mot säker slutförvaring (Oss) noterar att erfarenheterna från tidigare utredningar inom området samhällsforskning tydligt visar att SKB utnyttjar dessa utredningar som partsinlagor för att höja eller säkerställa acceptansen för projektet i de aktuella kommunerna. Avfallskedjan och Oss anar att detta kan vara huvudanledningen till att SKB nu medvetet lägger mycket arbete på samhällsaspekterna, samtidigt som man på detta sätt tillmötesgår kommunernas tydligaste partsintressen i projektet. Avfallskedjan och Oss anser att samhällsutredningar rimligen inte bör ligga inom SKB:s ansvarsområde när det sker på bekostnad av miljökonsekvensbeskrivningens kvalitet, och att sådana aspekter i stället kan handhas av t.ex. KASAM.

Boverket noterar att SKB har och kommer att bedriva samhällsanknuten forskning bl.a. som underlag för den MKB som skall ingå i ansökan om slutförvar av utbränt kärnbränsle. Boverket menar att det är positivt att SKB ser brett på hanteringen av denna fråga och att det kommer att ge bättre grund för och underlag i dialogen inför kommande beslut.

Kärnkraftskommunernas samarbetsorgan tillstyrker Fud-programmets avsikter att också låta samhällsforskare belysa de samhällseliga konsekvenserna i bred bemärkelse av såväl etablering av storskaliga industrier som kärnkraftsanläggningar som rivning av desamma.

Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning anser att SKB:s program för samhällsforskning bör omorganiseras så att den vetenskapliga integriteten garanteras i högre grad. En möjlighet är att en från SKB fristående stiftelse hanterar medlen för samhällsforskning, alternativt att dessa medel ställs till Vetenskapsrådets förfogande.

Naturvårdsverket anser att förutom ytterligare tekniska och naturvetenskapliga forskningsstudier bör även den samhällsvetenskapliga inriktningen stärkas inte minst

med tanke på kontakt med allmänheten. Riskbedömningar för t.ex. olyckor, olaga intrång, sabotage, förändrade samhällssystem och felaktiga beslut bör utföras.

Oskarshamns kommun anser att det är positivt att SKB nu har lagt in en samhällsvetenskaplig del i sitt Fud-program. Samhällsforskningsprogrammet innehåller relevanta områden och har vällovlighet i bredd. Viktiga områden för Oskarshamns kommun är MKB-processen, integration av de tekniska och samhällsliga aspekterna, uppföljningen av kommunens villkor, kopplingen mellan forskning och utredning och dess påverkan på platsundersökningsprogrammet och samråden.

Samhällsgruppen i Oskarshamns kommun anser att de olika forskningsområdena inom samhällsprogrammet som identifierats är alla relevanta. Väsentliga frågeställningar tas upp och komplexiteten i samhällspåverkan synliggörs. Beskrivningen omfattar sammantaget mer än vad beviljade forskningsprojekt behandlar. Därför är det viktigt att SKB tillsammans med övriga parter fortsätter att bygga ut och fördjupa forskningen såsom planerats. Ett konkret område att diskutera vidare, liksom studera tidigt i processen, är omvärldsförändringar på kortare och längre sikt. Det gäller exempelvis kärnkraftens vara och utveckling i Sverige eftersom den tydligt påverkar kärnavfallsprogrammet. En av Oskarshamns kommuns utgångspunkter är att effekter av ett eventuellt slutförvar bör kartläggas på olika nivåer. Kunskapen om påverkan lokalt, kommunalt och regionalt är central för att se variationer mellan nivåerna. Den behövs för att resultaten skall bli konkreta och begripliga för beslutsfattare, berörda organisationer och inte minst intresserad allmänhet.

Att samhällets syn på kärnavfallsprogrammet, liksom samhällsutvecklingen, utgör de största osäkerhetsfaktorerna enligt både SKB och kommunen utgör ett starkt motiv att studera dem grundligt. Samhällsgruppens anser att det är bra att befintliga projekt representerar en mångfald discipliner och vetenskapliga angreppssätt. En brist är att få förefaller bygga vidare på förstudieerfarenheterna eller platsspecifika förhållanden i Oskarshamn respektive Östhammar. Det finns utforskade fält och centrala perspektiv som kunde tillföras som förstärkning av programmet. Ett sådant är det genusvetenskapliga som tar upp skillnader i mäns och kvinnors uppfattningar om kärnavfall.

Gruppen noterar att kärnavfallsfrågan är ett stort miljöprojekt som sällan kopplas till begreppet hållbar utveckling. Därför känns det angeläget att koppla kärnavfallsfrågan till detta begrepp och den allmänna miljödiskussionen som förs. Även här gäller det att belysa begreppet i lokal, kommunal och regional skala.

Samhällsgruppen noterar också att även statsvetenskapliga perspektiv som analyserar (parti)politiken kan vara fruktbara. Detsamma gäller granskningar av den pågående informationsspridningen, inte minst mediebehandlingen av kärnavfallsfrågan. Det är angeläget eftersom SKB parallellt med samråden, liksom andra aktörer, bedriver en ”omfattande informationsverksamhet”.

Gruppen anser vidare att det vore bra om SKB tydligare kunde beskriva hur avgränsningen gjorts mot humanistisk forskning. Filosofiska, historiska och kulturanalytiska (etnologiska) synsätt på slutförvaringen och lokaliseringen förefaller exempelvis relevanta. Eftersom Sverige internationellt sett ofta framhålls som förebild

vore det också önskvärt att bjuda in samhällsvetare och humanister från andra länder forska kring den svenska processen.

Den samhällsvetenskapliga forskningen syftar till att höja kvalitén på beslutsunderlaget och MKB-dokument samt att ”ge djupare kunskap och bättre underlag för plats- och projektknutna utredningar och analyser”. För att uppnå detta önskar Samhällsgruppen en redogörelse av hur SKB i konkreta ordalag ser att forskningens resultat kan komma att påverka programmet. Det gäller också utredningsresultaten. Forskningen och utredningarna överlappar i hög utsträckning varandra och det finns mycket att vinna på att de olika projekten kommunicerar. Huvudinriktningen är tillämpad forskning som skall kunna omsättas i praktisk tillämpning. Samhällsforskningen och utredningarnas respektive roll i platsundersökningarna och i MKB-processen bör därför göras tydligare i sin koppling till beslutsprocessen. Processen blir mer genomskinlig och begriplig om det finns beskrivet vilket underlag som kan finnas tillgängligt när och även för vem det är ämnat.

Slutligen konstaterar Samhällsgruppen att Fud-programmet överlag genomsyras av en hög prioritering av de tekniska frågorna och en målsättning att följa tidsplanen. De samhällsrelevanta platsundersökningarna och MKB-processen tas upp kortfattat i bilaga. Samhällsutredningarna finns inte medtagna. Sammantaget ger detta intryck av att utrymmet för samhällsforskningens, men även utredningarnas, påverkan på programmet och (besluts) processen i övrigt riskerar att bli minimal. En sådan utveckling vore olycklig eftersom integrationen av de tekniska och samhälleliga delarna är själva nyckeln för en bra lokaliseringsprocess. Samhällsgruppen efterlyser därför också en samlad beskrivning som tar upp helhet och integration mellan de olika tekniska och samhälleliga processerna och delarna i SKB:s program.

Umeå universitet noterar att då universitetet tidigare dragit uppmärksamhet till frågor som rör det mänskliga samhällets förändringsprocesser ser universitetet med uppskattning att även samhällsforskning nu blivit en del i projektet. Även i detta sammanhang bör man ha beredskap för överraskningar. Likaså kan man förvänta sig att en del av det som man nu planerar i en framtid kan komma att falsifieras.

Östhammars kommun noterar att SKB under år 2004 startat ett forskningsprogram inom den samhällsvetenskapliga sektorn, vilket Östhammars kommun efterfrågade i sitt remissvar på Fud-program 2001. Utöver forskningsprogrammet och därmed utanför beskrivningen för Fud-program 2004, låter SKB göra en rad samhällsutredningar inom ramen för platsundersökningarna. I motsats till vad som är fallet för dessa utredningar är det svårt att konkret uppfatta hur resultaten av samhällsforskningen skall komma SKB:s program till godo. Forskningen har nyligen startat och det är endast två respektive fyra år kvar till dess SKB avser att lämna in ansökningarna om tillstånd att bygga de båda aktuella anläggningarna. SKB bör tydligt redovisa hur forskningen kommer SKB, myndigheterna och kommunen till del inom de avsedda tidsramarna.

SKI:s bedömning

SKI noterar att SKB i Fud-program 2004 införlivat samhällsforskning som en ny disciplin i forskningsprogrammet. SKI ser fördelar med detta eftersom resultaten från

forskningen borde vara tillämplig för intressenterna i pågående och framtida samrådsprocess.

SKI noterar att begränsade resurser kommer att satsas på området omvärldsförändringar (ett projekt) i programmet för samhällsforskning. Detta område borde möjligen ha förtjänat något större uppmärksamhet och omfattning speciellt med tanke på den diskussion och aktivitet som pågår, såväl inom som utom EU, beträffande internationella förvar.

SKI noterar också att processen och tillvägagångssättet för vilka intressenter som beviljats medel bättre kunde ha beskrivits i rapporten. Det framgår heller inte på vilka kriterier de sökande beviljats medel. I ett första påseende kan det verka som att SKB eftersträvat en geografisk spridning av projekten där etablerade universitet och högskolor har sina säten.

SKI, liksom flera remissinstanser, efterlyser hur resultatet av programmet skall användas i MKB-processen och komma andra programområden inom SKB till godo. SKI anser därmed att det hade varit befogat med en preliminär plan för hur resultaten av forskningsprojekten avses tas om hand och hur resultaten skall ge återkoppling till samrådsprocessen och andra processer inom SKB:s program.

Referenser

Kapitel 2

SKI (2002). *SKI:s yttrande över SKB:s redovisning av FUD-program 2001*. SKI Rapport 02:9. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Kapitel 3

OECD Nuclear Energy Agency (2000). *SR 97: Post-closure Safety of a Deep Repository for Spent Nuclear Fuel in Sweden, An international Peer Review*. ISBN 92-64-18261-6. Paris.

SKB (2005). *Protokoll över samrådsmöte om system- och säkerhetsanalys 30 mars 2004*. 2005-05-04. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKI (2004). *Statens kärnkraftinspektions föreskrifter om säkerhet i kärntekniska anläggningar, Allmänna råd om tillämpningen av Statens kärnkraftinspektions föreskrifter enligt ovan, SKIFS 2004:1*. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SSI (1998). *Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall, SSI FS 1998:1*. Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.

Kapitel 4

Andersson, C-G., Eriksson, P., och Westman, M. (2004). *Lägesrapport kapseltillverkning*. SKB R-04-14. Svensk Kärnbränslehantering AB. Stockholm.

Bäckblom, G. and Almén, K-E. (2004) *Monitoring during stepwise implementation of the Swedish deep repository for spent fuel*, SKB Report R-04-13. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm.

Emmelin, A., Eriksson, M. and Fransson, Å. (2004). *Characterisation, design and execution of two grouting fans at 450 m level, Äspö HRL*, SKB Report R-04-58. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm.

Gunnarsson, D., Börgesson, L., Keto, P., Tolpannen, P., and Hansen, J. (2004). *Backfilling and closure of the deep repository. Assessment of backfill concepts*. SKB Report R-04-53. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm.

Johannesson, L.-E., and Börgesson, L. (2002). *Äspö Hard Rock Laboratory: Laboratory tests on Friedland Clay. Friedland Clay as backfill material. Results of laboratory tests and swelling/compression calculation.*, International Progress Report IPR-02-5. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm.

King, F., Ahonen, L., Taxén, C., Vuorinen, U., och Werme, L. (2001). *Copper corrosion under expected conditions in a deep geologic repository*. SKB TR-01-23. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Lundin, M., Gustafsson, O., von Brömssen, B., och Troell, E. (2001). *Granskning av SKB:s förslag till inkapslingsteknik*. SKI Rapport 01:9. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Olsson, O., Emsley, S., Bauer, C., Falls, S. and Stenberg, L. (1996). *ZEDEX - A study of the zone of excavation disturbance for blasted and bored tunne.*, SKB International Cooperation Report 96-03, Vol. 1-3. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm.

Pusch, R. (2001). *Äspö Hard Rock Laboratory: Field compaction test of Friedland Clay at Äspö HRL.* International Progress Report IPR-01-36. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm.

SKB (2002). *Övergripande konstruktionsförutsättningar för djupförvaret i KBS-3-systemet.* SKB R-02-44, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2004). *Deep repository. Underground design premises. Edition D1/1.* SKB Report R-04-60. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm.

SKI (2002). *Statens kärnkraftinspektions föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall. Allmänna råd om tillämpning av Statens kärnkraftinspektions föreskrifter enligt ovan, SKIFS 2002:1.* Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2005). *Granskning av SKB:s SR-Can interimrapport: SKI:s och SSI:s bedömning av SKB:s uppdaterade metoder för säkerhetsanalys.* SKI Rapport 2005:06, SSI Rapport 2005:03. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Werme, L. (1998). *Konstruktionsförutsättningar för kapseln.* SKB R-98-08. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Kapitel 5

Hicks T.W. (2005). *Review of SKB's Code Documentation and Testing.* SKI Rapport 2005:05. Statens Kärnkraftinspektion, Stockholm.

Maul P., Robinson P., Avila R., Broed R., Pereira A., Xu S. (2003). *AMBER and Ecolego Intercomparisons - using Calculations from SR 97.* SKI Rapport 2003:28, SSI Rapport SSI 2003:11. Statens kärnkraftinspektion, Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.

Maul P., Robinson P. (2005). *An Assessment of SKB's Performance Assessment Calculations in the Interim Main Report for the Safety Assessment SR-Can.* SKI Rapport 2005:07. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Sagar B., Bailey L., Bennett D.G., Egan M., Röhlig K. (2005). *International Peer Review of Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company's SR-Can interim report.* SKI Rapport 2005:02, SSI Rapport 2005:02. Statens kärnkraftinspektion, Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.

SKB (2004). *Interim main report of the safety assessment SR-Can.* SKB Technical Report TR-04-11. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKI (2002). *Radionuclide Transport Modelling: Current Status and Future Needs.* SKI Rapport 02:30. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2003). *Long-term Integrity of the KBS-3 Engineered Barrier System.* SKI Rapport 2003:29. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2004). *Performance Confirmation for the Engineered Barrier System.* SKI Rapport 2004:49. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2004a). *Engineered Barrier System - Manufacturing, Testing and Quality Assurance.* SKI Rapport 2004:26. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI och SSI (2005). *Granskning av SKB:s SR-Can interimrapport: SKI:s och SSI:s bedömning av SKB:s uppdaterade metoder för säkerhetsanalys*. SKI Rapport 2005:06, SSI Rapport 2005:03. Statens kärnkraftinspektion, Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.

Kapitel 6

Arthur R., Apted M., Stenhouse M. (2005). *Comment on the Long-term Chemical and Mineralogical Stability of the Buffer*. SKI Rapport 2005:09. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Atkinson, B.K. (1984). *Subcritical crack growth in geological materials*. *Journal Geophysical Research*. 89: 4077-4114. 1984.

Atkinson, B.K. (1987). *Introduction to fracture mechanics and its geophysical applications*. In B.K. Atkinson (Ed) *Fracture mechanics of rock*. Academic Press Geology Series. Academic Press. 1987.

Benbow S., Watson S., Savage D., Robinson P. (2004). *Vault-Scale Modelling of pH Buffering Capacity in Crushed Granite Backfills*. SKI Rapport 2004:17. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Börgesson, L., Johannesson, L-E och Hernelind, J. (2003). *Earthquake induced rock shear through a deposition hole*. SKB TR-04-02. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Eriksen T. (1996). *Radiolysis of water within a ruptured fuel element*. SKB PR U 96-29. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Follin S., and Svensson U. (2003). *On the role of mesh discretisation and salinity for the occurrence of local flow cells. Results from a regional-scale groundwater flow model of Östra Götaland*. SKB R-03-23. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Grambow B. (2000). *Review of Spent Fuel Related Issues om SKB's SR97, In: Opinions on SKB's Safety Assessments SR 97 and SFL 3-5*. SKI Rapport 2000:47. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Guimerá J., Duro L., Jordana S., Bruno J. (1999). *Effects of ice melting and redox front migration in fractured rock of low permeability*. SKB TR-99-19. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Hedin, A. (2004). *Integrated near-field evolution model for a KBS-3 repository*. SKB R-04-36. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Holmén J., Stigsson M., Marsic N., and Gylling B. (2003). *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*. SKB R-03-24. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

King, F., Ahonen, L., Taxén, C., Vuorinen, U., och Werme, L. (2001). *Copper corrosion under expected conditions in a deep geologic repository*. SKB TR-01-23. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Klos R. A., White M. J., Wickham S. M., Bennett D. G., Hicks T. W. (2002). *Quantitative Assessment of the Potential Significance of Colloids to the KBS-3 Disposal Concept*. SKI Rapport 2002:34. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Loida A., Grambow B., Karsten G., Dressler P. (1997). *Radionuclide release from spent MOX-fuel, In: Scientific Basis for Nuclear Waste Management XXI, MRS Symposium Series*. Volume 506, pp. 923-924..

SKB (2002). *Övergripande konstruktionsförutsättningar för djupförvaret i KBS-3-systemet*. SKB rapport R-02-44. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2003). *Planning report for the safety assessment SR-Can*. SKB Technical Report TR-03-08. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2003a). *Grundvattnets regionala flödesmönster och sammansättning – betydelse för lokalisering av djupförvaret*. SKB R-03-01. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2004). *Interim main report of the safety assessment SR-Can*. SKB Technical Report TR-04-11. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2004a). *RETROCK, Project. Treatment of geosphere retention phenomena in safety assessments. Scientific basis of retention processes and their implementation in safety assessment models (WP2). Work Package 2 report of the RETROCK Concerted Action*. SKB Report R-04-48. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2005). *International Joint Committee (IJC) Meeting and Technical Evaluation Forum (TEF) Äspö HRL, May 24-26, 2004, Backfill and Plug Test*. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company. Stockholm.

SKI och SSI (2000). *SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport 97, Granskningsrapport*. SKI Rapport 00:39, SSI-rapport 2000:17. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2002). *SKI:s yttrande över SKB:s redovisning av FUD-program 2001*. SKI Rapport 02:09. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2004). *Engineered Barrier System - Manufacturing, Testing and Quality Assurance*. SKI Rapport 2004:26. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2004a). *Performance Confirmation for the Engineered Barrier System*. SKI Rapport 2004:49. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2004b). *Grundvattnets regionala flödesmönster samt betydelsen av salt respektive söta grundvatten på förvarsdjup – SKI:s bedömning*. SKI brev daterat 2004-09-28, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI och SSI (2005). *Granskning av SKB:s SR-Can interimrapport: SKI:s och SSI:s bedömning av SKB:s uppdaterade metoder för säkerhetsanalys*. SKI Rapport 2005:06, SSI Rapport 2005:03. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SSI (2004). *SSI:s synpunkter på SKB:s redovisning av grundvattnets regionala flödesmönster och sammansättning, och deras betydelse för lokalisering av ett slutförvar*. SSI-PM daterat 2004-08-31, Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.

Werme, L., 1998, *Konstruktionsförutsättningar för kapseln*. SKB R-98-08, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Werme, L O., Johnson, L H., Oversby, V M. King, F., Spahiu, K., Grambow, B., and Shoesmith, D W. (2004). *Spent fuel performance under repository conditions: A model for use in SR-Can*. SKB TR-04-19. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm.

Kapitel 8

Mörner, N.- A. (2003). *Paleoseismicity of Sweden – a novel paradigm. A contribution to INQUA from its Sub-commission of Paleoseismology*. Reno 2003. ISBN-91-631-4072-1, 230 pp., Stockholm.

SSI (2004). *Remiss om Statens strålskyddsinstituts allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall (SSI FS 1998:1)*. Statens strålskyddsinstitut. SSI Dnr 2004/3790-26, Stockholm.

Kapitel 9

Harrison, T. (2000). *Very deep borehole. Deutag's opinion on boring, canister emplacement and retrievability*. SKB R-00-35. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm.

SKI (2002). *SKI:s yttrande över SKB:s redovisning av FUD-program 2001*. SKI Rapport 02:9. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2002). *Statens kärnkraftinspektions föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall. Allmänna råd om tillämpning av Statens kärnkraftinspektions föreskrifter enligt ovan, SKIFS 2002:1*. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Smellie, J. (2004). *Recent geoscientific information relating to deep crustal studies*. SKB R-04-09. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm.

Kapitel 10

Lag (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m. Stockholm.

Förordning (1981:671) finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m. Stockholm.

SKB (2004) *SKB PLAN 2004, Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter*. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2000) *Teknik och kostnader för rivning av svenska kärnkraftverk*, SKB R-00-18. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2004a) *Teknik och kostnader för rivning av svenska kärnkraftverk*, SKB R-04-44. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2004b) *SKB PLAN 2004 – Supplement, juni 2004*. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2004c) *Underlag för kostnadsberäkning PLAN 2004, Beskrivning av kalkylsystemet med särskilt underlag och dokumentförteckning (SKB Projekt PM TA-04-02)*. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2004d) *Analysgruppen i SKB:s PLAN process, Gruppens roll och sammansättning samt referat från möten avseende PLAN 2004 (SKB Projekt PM TA-04-03)*. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2000a) *Tillämpningen av successiv kalkyl i beräkningen av kostnaderna för kärnkraftens restprodukter*, SKB PM KS-00-04. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (1998) *SKB PLAN 98, Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter*. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (1999) *SKB PLAN 99, Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter*. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2000b) *SKB PLAN 2000, Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter*. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2001) *SKB PLAN 2001, Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter*. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2002) *SKB PLAN 2002, Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter*. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKB (2003) *SKB PLAN 2003, Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter*. Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

SKI (1999) *Förslag till avgifter och säkerhetsbelopp för år 2000 enligt lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m.* (finansieringslagen), SKI Rapport 99:40. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2000) *Förslag till avgifter och säkerhetsbelopp för år 2001 enligt lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m.* SKI Rapport 00:40, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2002) *Förslag till avgifter och säkerhetsbelopp för år 2003 enligt lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m.* SKI Rapport 02:47. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2003) *Förslag till avgifter och säkerhetsbelopp för år 2004 enligt lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m.* SKI Rapport 2003:39. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

SKI (2004) *Förslag till avgifter och säkerhetsbelopp för år 2005 enligt lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m.* SKI Rapport 2004:39. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

Kapitel 11

SKI (2001). *SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SBK:s preliminära säkerhetsanalys för slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall.* SKI Rapport 01:14, SSI-rapport 2001:10. Statens kärnkraftinspektion, Stockholm.

www.ski.se

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION
Swedish Nuclear Power Inspectorate

POST/POSTAL ADDRESS SE-106 58 Stockholm

BESÖK/OFFICE Klarabergsviadukten 90

TELEFON/TELEPHONE +46 (0)8 698 84 00

TELEFAX +46 (0)8 661 90 86

E-POST/E-MAIL ski@ski.se

WEBBPLATS/WEB SITE www.ski.se