

Innehåll

| | |
|---|----|
| 1 Inledning | 1 |
| 1.1 Allmänt om programmet | 1 |
| 1.2 SKIs beredning av ärendet | 2 |
| 2 SKIs bedömning och förslag till beslutsprocess | 5 |
| 2.1 Inledning | 5 |
| 2.2 SKIs bedömning | 5 |
| 2.2.1 Metodval och systemanalys | 5 |
| 2.2.2 Inriktningen av FUD-programmet och KBS-3-metodens genomförbarhet | 7 |
| 2.2.3 Säkerhetsanalyser | 7 |
| 2.2.4 Lokalisering | 9 |
| 2.3 Beslutsprocess | 9 |
| 2.3.1 Utgångspunkter | 9 |
| 2.3.2 SKIs slutsatser rörande fortsatt handlingsväg | 11 |
| 2.3.3 SKIs förslag till ställningstaganden av regeringen i metodvalsfrågan | 11 |
| 2.3.4 SKIs förslag till klarställande av vissa frågor rörande den fortsatta beslutsprocessen, inklusive MKB-förfarandet | 13 |
| 3 Metodval och systemanalys | 15 |
| 3.1 Inledning | 15 |
| 3.2 SKBs redovisning | 16 |
| 3.3 Remissinstansernas synpunkter | 18 |
| 3.4 SKIs bedömning | 21 |
| 3.5 SKIs och SSIs gemensamma granskning | 30 |
| 3.6 SKIs sammanfattande bedömning | 31 |
| 4 Lokalisering | 33 |
| 4.1 Inledning | 33 |
| 4.2 MKB-dokument och samråd | 33 |
| 4.3 Översiktsstudier och förstudier | 39 |
| 4.3.1 Inledning | 39 |
| 4.3.2 Nord-syd/Kust-inland | 40 |
| 4.3.3 Länsvisa översiktsstudier | 42 |
| 4.3.4 Förstudier | 44 |
| 4.4 Val av områden för platsundersökningar | 46 |
| 4.4.1 Underlag inför platsval | 46 |
| 4.4.2 Urvalsprocedur och kriterier | 50 |
| 4.5 Platsundersökningar och platsutvärdering | 53 |
| 4.5.1 Geovetenskapligt platsundersökningsprogram | 54 |
| 4.5.2 Platsutvärdering | 57 |

| | |
|--|-----------|
| 4.6 SKIs sammanfattande bedömning | 58 |
| 4.6.1 MKB-dokument och samråd | 58 |
| 4.6.2 Översiktsstudier och förstudier | 60 |
| 4.6.3 Val av områden för platsundersökningar | 62 |
| 4.6.4 Platsundersökningar och platsutvärdering | 63 |
| 5 Teknisk utveckling | 65 |
| 5.1 Inledning | 65 |
| 5.2.Kapsel | 65 |
| 5.2.1 Konstruktionsförutsättningar | 65 |
| 5.2.2 Materialval | 67 |
| 5.2.3 Referenskapselns utformning | 70 |
| 5.2.4 Förslutning | 69 |
| 5.2.5 Oförstörande provning | 69 |
| 5.2.6 Provtillverkning av fullstora kapslar | 70 |
| 5.2.7 Kvalitetssäkring | 72 |
| 5.2.8 Provning av teknik i full skala | 73 |
| 5.2.9 SKIs bedömning av kapseln | 73 |
| 5.3 Inkapsling | 75 |
| 5.4 Transporter | 77 |
| 5.5 Slutförvarsteknik | 78 |
| 5.5.1 Allmänna synpunkter | 78 |
| 5.5.2 Utformning av slutförvaret | 79 |
| 5.5.3 Provning av teknik i full skala | 81 |
| 5.5.4 SKIs bedömning av slutförvarsteknik | 82 |
| 5.6 Återtagning av deponerade kapslar, övervakning | 83 |
| 5.6.1 Allmänna synpunkter | 83 |
| 5.6.2 Teknik för återtag | 83 |
| 5.7 Kärnämneskontroll och fysiskt skydd | 85 |
| 5.7.1 Kärnämneskontroll (safeguard) | 85 |
| 5.7.2 Fysiskt skydd | 86 |
| 5.8 SKIs sammanfattande bedömning | 86 |
| 5.8.1 Allmänna synpunkter | 86 |
| 5.8.2 Kapsel | 87 |
| 5.8.3 Inkapsling | 88 |
| 5.8.4 Transporter | 88 |
| 5.8.5 Slutförvarsteknik | 88 |
| 5.8.6 Återtagning och övervakning | 89 |
| 5.8.7 Kärnämneskontroll och fysiskt skydd | 89 |
| 6 Säkerhetsanalyser | 91 |
| 6.1 Inledning | 91 |
| 6.2. Metodik för säkerhetsanalys | 91 |
| 6.2.1 Systembeskrivning | 91 |
| 6.2.2 Scenarier | 93 |
| 6.2.3 Modeller för säkerhetsanalys | 95 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6.2.4 | Hantering av osäkerheter | 100 |
| 6.2.5 | Kvalitetssäkring | 102 |
| 6.3 | Program för säkerhetsredovisningar | 103 |
| 6.4 | SKIs sammanfattande bedömning | 106 |
| 6.4.1 | Metodik för säkerhetsanalys | 106 |
| 6.4.2 | Program för säkerhetsredovisningar | 107 |
| 7 | Forskning | 109 |
| 7.1 | Inledning | 109 |
| 7.2 | Använt bränsle | 110 |
| 7.2.1 | Inledning | 110 |
| 7.2.2 | Experimentella och teoretiska studier av bränsleupplösning | 110 |
| 7.2.3 | SKIs sammanfattande bedömning av använt bränsle | 112 |
| 7.3 | Kapselmaterial | 113 |
| 7.3.1 | Korrosion | 113 |
| 7.3.2 | Materialprovning | 114 |
| 7.3.3 | Oförstörande provning | 115 |
| 7.3.4 | SKIs sammanfattande bedömning av kapselmaterial | 115 |
| 7.4 | Buffert och återfyllning | 116 |
| 7.4.1 | Inledning | 116 |
| 7.4.2 | Funktionskrav på buffertmaterial och återfyllning | 116 |
| 7.4.3 | Resultat från studier av buffert- och återfyllnadsmaterial | 118 |
| 7.4.4 | SKIs sammanfattande bedömning av buffert och återfyllning | 121 |
| 7.5 | Strukturgeologi och bergets mekaniska stabilitet | 121 |
| 7.6 | Vattenflöde i berg | 125 |
| 7.7 | Grundvattenkemi | 127 |
| 7.7.1 | Inledning | 127 |
| 7.7.2 | Analys av grundvattentyper | 128 |
| 7.7.3 | Kemiska och biologiska processer i grundvatten | 130 |
| 7.7.4 | SKIs sammanfattande bedömning av grundvattenkemi | 131 |
| 7.8 | Radionuklidemi, sorption och diffusion | 132 |
| 7.8.1 | Inledning | 132 |
| 7.8.2 | Radionuklidkemi | 132 |
| 7.8.3 | Sorption och diffusion | 133 |
| 7.8.4 | Inverkan av kolloider, mikrober och betong | 134 |
| 7.8.5 | SKIs sammanfattande bedömning av radionuklidkemi, sorption och diffusion | 135 |
| 7.9 | Biosfären | 135 |
| 7.10 | Annat avfall | 137 |
| 7.10.1 | Inledning | 137 |
| 7.10.2 | SFR-avfall | 137 |
| 7.10.3 | Annat långlivat avfall, SFL 3-5 | 138 |
| 7.10.4 | SKIs sammanfattande bedömning av annat avfall | 139 |
| 7.11 | Alternativa metoder | 140 |
| 7.11.1 | Separation och transmutation | 140 |
| 7.11.2 | Deponering i djupa borrhål | 143 |
| 7.11.3 | SKIs sammanfattande bedömning av S&T och djupa borrhål | 144 |

| | |
|--|------------|
| 7.12 Äspölaboratoriet | 145 |
| 7.12.1 Inledning | 145 |
| 7.12.2 Verifiering av förundersökningsmetoder – etappmål 1 | 145 |
| 7.12.3 Fastställa detaljundersökningsmetodik – etappmål 2 | 146 |
| 7.12.4 Test av modeller för beskrivning av bergets barriärfunktion – etappmål 3 | 148 |
| 7.12.5 Demonstration av teknik för och funktion hos viktiga delar i förvarssystemet – etappmål 4 | 149 |
| 7.12.6 SKIs sammanfattande bedömning av verksamheten i Äspölaboratoriet | 150 |
| 7.13 Naturliga analogier | 152 |
| 7.13.1 Inledning | 152 |
| 7.13.2 Maqarin, Jordanien | 153 |
| 7.13.3 Oklo, Gabon | 153 |
| 7.13.4 Palmottu, Finland | 153 |
| 7.13.5 SKIs sammanfattande bedömning av naturliga analogier | 154 |
| 7.14 Paleohydrologiskt program | 155 |
| 7.15 Djupborring Laxemar | 155 |
| 7.16 Vetenskapsinformation | 156 |
| 7.17 SKIs sammanfattande bedömning av SKBs forskningsprogram | 157 |
| 8 Rivning av kärntekniska anläggningar | 163 |
| 8.1 Allmänt | 163 |
| 8.2 SKIs sammanfattande bedömning | 163 |
| Referenser | 165 |
| Remissinstanser | 169 |

1 Inledning

1.1 Allmänt om programmet

Enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen) har ägarna av de svenska kärnkraftreaktorerna det fulla ansvaret för en säker hantering och slutlig förvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. Ägarna skall också enligt den s.k. finansieringslagen (1992:1537) svara för att medel avsätts för framtida kostnader för hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall. Ägare av kraftreaktor skall vidare bedriva och vart tredje år redovisa ett forsknings- och utvecklingsprogram för hantering av det använda kärnbränslet och kärnavfallet. Programmet skall också omfatta de åtgärder som behövs för att riva de kärntekniska anläggningarna.

I förordningen till kärntekniklagen föreskrivs att programmet skall inlämnas till SKI senast den sista september vart tredje år för utvärdering. SKI skall med eget yttrande överlämna handlingarna till regeringen. Ägarna av kärnkraftreaktorerna har bildat ett gemensamt bolag, Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, som på ägarnas uppdrag fullgör ägarnas lagstadgade skyldigheter vad gäller att ta om hand och slutligt förvara använt kärnbränsle och kärnavfall, och bedriva därmed sammanhängande forskning och utveckling.

SKBs nu ingivna program är det senaste i den serie som inleddes med FoU-program 86. Redan 1984 hade emellertid SKBs program utvärderats i samband med att KBS-3 presenterades för första gången som underlag för tillstånd att starta kärnkraftreaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3. Nu föreliggande program ingavs i september 1998 och har beteckningen FUD-program 98 (Forskning, Utveckling och Demonstration).

I regeringsbeslutet 19 december 1996 om FUD-program 95 anger regeringen bl.a. att SKB skall ”genomföra en systemanalys av hela slutförvarssystemet (inkapslingsanläggning, transportsystem och slutförvar). Denna systemanalys skall medge en samlad säkerhetsbedömning av hela slutförvarssystemet inklusive hur principerna för säkerhet och strålskydd praktiskt tillämpas i säkerhetsanalysarbetet. I systemanalysen skall vidare ingå en redovisning av de alternativa lösningar till KBS-3-metoden som SKB redovisat i tidigare forskningsprogram eller som aktualiserats i internationella studier. Även olika varianter av KBS-3-metoden bör redovisas. I redovisningen skall vidare ingå konsekvenserna för det fall att det planerade slutförvaret inte alls kommer till stånd (nollalternativet) liksom det pågående internationella arbetet med transmutation”.

Regeringen framhöll i sitt beslut om FUD-program 95 att innan platsvalsprocessen kan övergå i platsundersökningar på minst två platser, så bör berörda kommuner ”ha tillgång till SKBs samlade redovisning av översiktsstudier, förstudier och annat bakgrundsmaterial och jämförelsematerial, som SKB, efter samråd med den av regeringen tillsatta nationelle samordnaren på kärnavfallsområdet, kan vilja redovisa. Dessutom bör SKB för den planerade slutförvarsmetoden kunna redovisa kriterier för utvärdering av platserna och därvid redovisa vilka faktorer som utesluter fortsatta studier på en plats”. Regeringen uttalade vidare att innan platsundersökningar påbörjas bör SKB samråda med SKI och SSI om de förutsättningar som bör gälla för undersökningsarbetet.

Vad gäller förstudiearbetet utgår regeringen vidare från ”att SKB i samråd med berörda kommuner skall ges tillfälle att bedriva platsanknutna förstudier på ett sådant sätt att ett bra beslutsunderlag finns tillgängligt inför SKBs samråd med SKI och SSI om platsundersökningarna. SKB bör vinnlägga sig om att berörda kommuner ges ett så bra underlag som möjligt inför olika ställningstaganden i lokaliseringsarbetet”.

SKB har i det ingivna FUD-programmet framhållit att man särskilt välkomnar synpunkter på

- om djupförvaring¹ enligt KBS-3-metoden även i fortsättningen ska vara den metod som prioriteras
- det underlag som SKB tar fram inför valet av platser för platsundersökningar
- vad som ska ingå i kommande miljökonsekvensbeskrivningar.

FUD-program 98 har i högre grad än tidigare program en inriktning mot metod- och platsval och frågor om beslutsprocessen vilket är naturligt, eftersom avgörande beslut närmar sig.

1.2 SKIs beredning av ärendet

Den nu föreliggande rapporten ”FUD-program 98” kompletteras av en underlagsrapport ”Detaljerat program för forskning och utveckling 1999-2004” samt ett antal huvudreferenser ”Systemredovisning”, ”Alternativa metoder”, Kriterier för platsutvärdering” och rapporten ”Nord-syd/Kust-inland”. Därutöver finns ett antal referenser i form av länsöversikter, förstudierapporter, m.m.

Flera av rapporterna kom SKI tillhanda först i ett ganska sent skede (Nord-syd/Kust-inland först under januari 1999), vilket har givit problem för SKI och många remissinstanser i granskningsarbetet.

SKI har sänt FUD-program 98 till sextiotre remissinstanser för synpunkter. Fyrtiofem svar har inkommit. Bland remissinstanserna återfinns universitet och högskolor, lokala säkerhetsnämnder, kärnkraftkommuner och förstudiekommuner samt många myndigheter såsom länsstyrelser, Naturvårdsverket, Boverket och SSI.

SKI anordnade under oktober 1998 ett möte för remissinstanserna där SKB gavs möjlighet att redogöra för programmet och SKI redogjorde för uppläggningsplanerna inklusive tidplaner.

Remissvaren är i huvudsak fokuserade mot frågor om beslutsprocessen inklusive frågor om metodval och platsval, särskilt valet av platser för platsundersökningar. Flera remissinstanser, framförallt universitet och högskolor har också lämnat synpunkter av teknisk-vetenskaplig natur.

¹ För att markera att det inte rör sig om ett oåterkalleligt slutförvar föredrar SKB numera beteckningen *djupförvar*. I lagstiftningen talas dock om slutlig förvaring. SKI använder med hänvisning till lagstiftningen begreppet *slutförvar* (refererad text undantagen). Oberoende av vilken beteckning som används kan olika grad av *återtagbarhet* diskuteras.

SKIs granskning har inriktats mot frågan om programmet kan anses uppfylla kärntekniklagens krav på ett program som kan leda till förverkligande av lösningar för slutförvaring av det använda kärnbränslet från det svenska kärnkraftprogrammet, samt vilka villkor SKI anser bör gälla för SKBs fortsatta arbete.

SKIs yttrande till regeringen skall enligt SKIs instruktion behandlas av SKIs styrelse. SKIs yttrande till regeringen innefattar "Sammanfattningar och slutsatser" av föreliggande "Gransknings-PM". I "Gransknings-PM" gör SKI en genomgång av SKBs FUD-program 98 och tar också upp synpunkter från remissinstanserna. Vidare har SKI låtit sammanställa remissinstansernas synpunkter i en särskild rapport "Sammanställning av remissinstanserna synpunkter". Dessutom har SKI och SSI gemensamt tagit fram en rapport med rubriken "SKIs och SSIs granskning av SKBs systemredovisning i FUD-program 98".

2 SKIs bedömning och förslag till beslutsprocess

2.1 Inledning

SKBs program närmar sig tidpunkter för beslut av stor betydelse för både SKB och berörda kommuner om hur SKB skall gå vidare i processen att välja plats för ett slutförvar. Detta avspeglas i uppläggningsprogram 98 där frågor om beslutsprocessen fått en betydligt mer framträdande roll än i tidigare FUD-program, som varit mer inriktade på tekniska frågeställningar. Detta belyses också genom de tre frågor som SKB anser bör belysas: metodval, underlag för val av platser för platsundersökningar samt innehåll i en miljökonsekvensbeskrivning (MKB). Det är också helt uppenbart att remissinstanserna fokuserat sin granskning på beslutsprocessen.

SKB framför att man vill gå vidare med platsundersökningar på minst två platser under förutsättning att de berörda kommunerna samtycker. SKB vill inför detta skede ha tydliga besked från myndigheter och regering att ett geologiskt djupförvar (slutförvar) av KBS3-typ är den lämpligaste lösningen för Sverige. Detta betonas även av förstudiekommunerna som framhåller vikten av att SKI och SSI samt regeringen gör tydliga uttalanden om metoden. Detta framhålls vara en förutsättning för att komma vidare i den kommunala beslutsprocessen. Flera av miljöörelserna är emellertid starkt kritiska till SKBs arbete och anser att platsvalet inte ska fortsätta förrän metodvalet avgjorts i en separat process.

2.2 SKIs bedömning

2.2.1 Metodval och systemanalys

SKI bedömer, liksom SSI, att någon form av slutförvaring i djupa geologiska formationer framstår som den mest ändamålsenliga metoden för att slutligt omhänderta det använda kärnbränslet och långlivat kärnavfall från det svenska kärnkraftprogrammet med hänsyn tagen till etablerade etiska principer och teknisk genomförbarhet inom överskådlig tid.

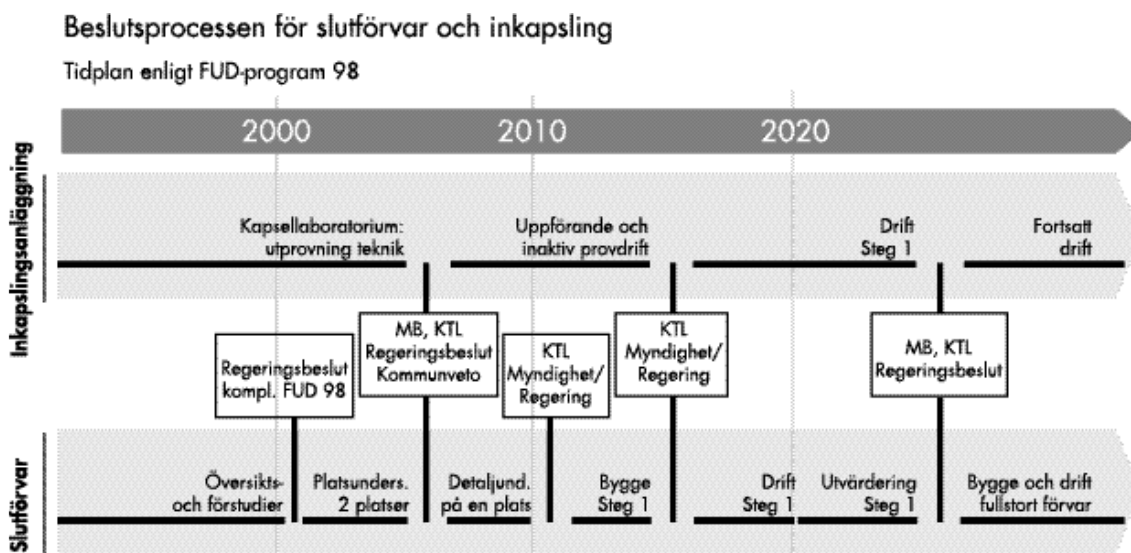
Förvaring ovan jord under lång tid skulle innebära att ett ansvar lastas över på kommande generationer vilket inte är etiskt försvarbart. Metoder byggande på upparbetning och transmutation är fortfarande förknippade med stora tekniska och ekonomiska osäkerheter som sannolikt kräver decennier av teknisk utveckling att överbrygga, vilket också skulle innebära att ansvar vältras över på kommande generationer. Anläggningarna blir också sannolikt så stora och komplicerade att Sverige inte ensamt förmår utveckla, bygga och driva dem: det rör sig om en kombination av en stor accelerator, en reaktor och en upparbetningsanläggning. Det bör också framhållas att någon form av slutförvaring ändå kommer att behövas, eftersom allt långlivat avfall inte kan elimineras.

SKI finner, liksom SSI, det nödvändigt med en bra systemanalys för att motivera valet av metod. SKI och SSI har i en PM (SKI dnr: 5.8 971083, SSI dnr: 6220/1994/97 från 5

mars 1998) angivit vad som förväntas ingå i en systemredovisning från SKB. Sammanfattningsvis anser SKI och SSI att den ingivna systemanalysen har brister framför allt vad gäller presentation av resonemang för metodvalet. SKB har inte fullt ut beaktat de anvisningar som myndigheterna givit. SKB behöver därför göra en komplettering av systemanalysen.

SKI vill erinra om att inriktningen av FUD-programmet, valet av metod och valet av plats samt prövning av tillstånd till aktuella kärntekniska anläggningar är en process som omfattar många beslutssteg som sträcker sig över närmare ett sekel, om man räknar från den tidpunkt då den svenska strategin för att ta om hand och slutligt förvara använt kärnbränsle och kärnavfall började utvecklas genom den s.k. AKA-utredningen i början på 1970-talet och fram till den tidpunkt då ett beslut om ev. förslutning av det färdiga förvaret kan tas. Figur 2.1 belyser var vi nu befinner oss i denna process och några av de kommande beslutsstegen, såsom SKI beskrev dem i sitt yttrande över FUD-program 95.

Utifrån en allmän inriktning på slutförvaring i djupa geologiska formationer är det uppenbart att den närmare utformningen av metoden behöver prövas vid flera olika tillfällen. I tidigare FUD-granskningar har SKBs huvudinriktning av forsknings- och utvecklingsarbetet på KBS-3-metoden prövats. Som ovan nämnts anser såväl SKB som berörda förstudiekommuner liksom SKI att det nu behövs en förnyad prövning av KBS-3-metoden inför nästa steg i platsvalsprocessen, nämligen inledandet av platsundersökningar. Metoden skall sedan prövas ånyo i samband med prövning av tillstånd enligt miljöbalk och kärntekniklag för berörda anläggningar (inkapslingsanläggning och slutförvarsanläggning). Innan använt kärnbränsle förs till den första etappen av en slut-



Figur 2.1
Översiktlig modell av beslutsprocessen för de olika stegen av lokalisering och bygge av inkapslingsanläggning och slutförvar. För varje beslutspunkt anges enligt vilka lagar tillståndsprövning ska ske (KTL står för Kärntekniklagen och MB för Miljöbalken). I de stora beslutsstegen, t.ex. tillståndsansökan för detaljundersökningar och uppförande av inkapslingsanläggning samt för utbyggnad av fullstort förvar, kommer det krävas regeringsbeslut. I vissa beslutssteg kan det räcka med en myndighetsprövning. SKI har i detta yttrande föreslagit att SKB, som villkor för att påbörja platsundersökningar, ska inge kompletterande redovisningar till FUD-program 98 (se Tabell 4.1) och att detta underlag ska godkännas av regeringen.

förvarsanläggning och innan utbyggnad sker till ett fullstort slutförvar kommer ytterligare prövningar att ske.

Innan anläggningarna fått tillstånd och byggts är de formella och ekonomiska bindningarna till en viss metod begränsade. Framtida förändringar i valet av metod skulle naturligtvis innebära en avsevärd fördröjning av slutmålet – ett färdigt förvar. Merkostnader kan dock i betydande grad kompenseras av att avsätta medel i kärnavfallsfonderna då skulle förräntas under längre tid.

2.2.2 Inriktningen av FUD-programmet och KBS-3-metodens genomförbarhet

SKI finner att Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, redovisat ett forsknings- och utvecklingsprogram som uppfyller de grundläggande krav som ställs i 12 § kärntekniklagen. Innehavarna av kärnkraftreaktorerna har därmed genom SKB för aktuell tidsperiod uppfyllt sina skyldigheter enligt 11-12 §§ kärntekniklagen.

Programmet är i huvudsak ändamålsenligt när det gäller att utveckla och utprova en metod för slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall i svenskt urberg. Den stödjande forskningen är av god kvalitet. I jämförelse med andra metoder och baserat på tillgängligt underlag bedömer SKI programmets fokusering på KBS-3-metoden som lämplig. Även SSI stöder i sitt yttrande över FUD-program 98 SKBs metodval.

Som framgår av kapitel 5 och 7 nedan återstår enligt SKIs bedömning av KBS-3-metoden en hel del tekniskt utvecklings- och utprovningsarbete såväl vad gäller kapsel (tillverkning, förslutning och kontroll) som vad avser bentonit och slutförvarsteknik i övrigt. SKI bedömer dock att kunskapsläget är sådant att KBS-3-metoden bör kunna förverkligas som ett tekniskt projekt. Likväl är det väsentligt att metoden utsätts för stegvisa, kritiska granskningar med stöd av bl.a. system- och säkerhetsanalyser.

SKBs forskning till stöd för utvecklingen av KBS-3-metoden är allmänt av god kvalitet och har i stor utsträckning inriktats mot frågor som identifierats som väsentliga vid tidigare säkerhetsanalyser. SKI kan konstatera att det även på lång sikt kommer att finnas behov av fortsatt forskning, bl.a. för att gradvis kunna förbättra underlaget till framtida säkerhetsanalyser. SKI förutser att ett slutförvar under sin drifttid fram till en ev. förslutning kommer att bli föremål för flera återkommande säkerhetsgranskningar på samma sätt som dagens kärnkraftreaktorer. Det är därför väsentligt att SKB kan utveckla och bevara sin kompetens i ett tillräckligt långt tidsperspektiv. SKI anser att så långt som möjligt bör SKB söka en förankring av sina forskningsresultat i det övriga forskarsamhället, t.ex. genom att publicera särskilt viktiga resultat i vetenskapliga tidskrifter.

2.2.3 Säkerhetsanalyser

Bedömning av säkerheten i alla delar av slutförvarssystemet (inkapslingsanläggning, transporter, slutförvar) och som helhet måste ske med hög kvalitet. Metodik för detta måste finnas och finns också redan till stor del. Speciellt viktigt är att ett slutförvars

långtidsegenskaper kan utvärderas och att detta sker på ett sätt som ger förtroende för säkerhetsanalysen. System- och säkerhetsanalyserna bör särskilt belysa frågor kring återtagbarhet i olika tidsperspektiv och hur detta kan påverka systemsäkerheten.

För ett driftskede finns möjlighet till erfarenhetsåterföring och omedelbara korrigerande åtgärder om detta skulle visa sig nödvändigt. Detta gäller t.ex. för driften av inkapslingsanläggning, vid transporter samt vid driften av slutförvaret (så länge slutförvaret hålls öppet). Enligt SKIs uppfattning har SKB de nödvändiga kunskaperna och erfarenheterna för säkerhetsanalyser och säkerhetsövervakning (safety management) under driftskedet, bl.a. från driften av CLAB och SFR samt från transporter.

SSI har under 1998 gett ut föreskrifter (SSI FS 1998:1) om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall. Föreskrifterna ställer bl. a. krav på begränsning av den årliga risken för individen i den mest utsatta gruppen. SKI arbetar f.n. med föreskrifter med krav på hur långsiktig säkerhet för ett slutförvar skall åstadkommas genom en kombination av tekniska och naturliga barriärer, samt på hur säkerhetsanalyser skall vara utformade för att visa hur kraven uppfylls. En allmän beskrivning av kravbilderna i dessa kommande SKI-föreskrifter har redovisats i SKI-PM 97-17 som remissbehandlats. SKIs kommande föreskrifter avstäms med SSIs ovannämnda föreskrifter om riskbegränsning.

För att SKI skall kunna bedöma KBS-3-metoden innan platsvalsprocessen löper vidare med val av platser för platsundersökningar behöver SKB med en aktuell säkerhetsanalys bl.a. visa att det finns förutsättningar att finna en plats i svensk berggrund som uppfyller myndigheternas krav på långsiktig säkerhet och strålskydd (se vidare avsnitt 6.2.2). Inom SKB pågår nu ett arbete med att utveckla metoder för säkerhetsanalys av slutförvarets långtidsegenskaper (SR 97). Rapporten kommer enligt SKB att presenteras sommaren 1999 (augusti). Genom SKIs försorg kommer en internationell granskning av SR 97 att ske under slutet av år 1999. Även SKI kommer att utvärdera SR 97.

SSI har i sitt remissyttrande över FUD-programmet pekat på att SKB behöver fördjupa sina studier av biosfären som underlag för modellering och beräkningar i säkerhetsanalyserna. SKI ger i kapitel 6 ytterligare synpunkter på SKBs arbete med säkerhetsanalyser.

Som redan nämnts kommer säkerhetsanalyser att behöva presenteras som underlag för beslut i olika steg av utvecklingen av slutförvarssystemet (figur 2.1). Sådana steg, som redan nu kan förutses, är:

1. Ställningstagande (långsiktig säkerhet) till metod inför val av plats för platsundersökningar.
2. Säkerhetsanalyser i samband med prövning av tillstånd enligt miljöbalk och kärntekniklag till inkapslingsanläggning, transporter etc.
3. Ställningstagande i samband med prövning av tillstånd enligt miljöbalk och kärntekniklag till detaljundersökning (sänkning av schakt till förvarsdjup, m.m.) som första steg i byggande av ett slutförvar.
4. Säkerhetsanalys i samband med prövning av tillstånd enligt miljöbalk och kärntekniklag till drifttagning av slutförvarets steg 1 (demonstrationsförvar).

5. Ny säkerhetsanalys i samband med prövning av tillstånd enligt miljöbalk och kärntekniklag för tillstånd till slutförvarets steg 2 (fullstort förvar).
6. Ny säkerhetsanalys inför eventuellt beslut om förslutning av förvaret.

2.2.4 Lokalisering

Lokaliseringen av slutförvaret sker enligt SKBs planer i en stegvis process. Underlag för val av platser för platsundersökningar är bl.a. översiktliga studier över Sveriges geologi, regionala geologiska studier, en studie om betydelsen av lokalisering nord/syd respektive kust/inland samt de förstudier som SKB genomfört och genomför i ett antal kommuner samt de ytterligare kommuner där SKB kan komma att inleda förstudier. Därutöver kommer också de geologiska platsundersökningar som SKB tidigare genomfört på ett antal platser i Sverige.

SKI bedömer att SKBs planerade redovisningar inför övergången till platsundersökningar har en rimlig omfattning och kan, med beaktande av vad som framförs i detta granskningsyttrande, förväntas ge ett tillräckligt underlag för myndighetsuttalanden om både slutförvarsmetod och val av platser för platsundersökningar.

SKI betonar, i likhet med Oskarshamns kommun och lokala säkerhetsnämnden vid Oskarshamns kärnkraftverk, vikten av att SKB redovisar hur man väger samman de olika lokaliseringsfaktorerna säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle vid val av områden för platsundersökningar. Det är också nödvändigt att SKB utifrån en aktuell säkerhetsanalys (SR 97) stämmer av och tydligt redovisar de minimikrav och diskriminerande faktorer som avgör om en plats kan bedömas som lämplig för ett slutförvar.

Sammanfattningsvis är det viktigt att det kompletterande underlaget från SKB inför beslut om att inleda platsundersökningar omfattar dels en tydlig redovisning av mätprogram för platsundersökningarna, bl.a. baserat på insikter från säkerhetsanalysen, dels en samlad utvärdering av slutförda förstudier och övrigt platsvalsunderlag med en bedömning av lämpligheten av de platser som redovisas i de förstudier som ingår i underlagsmaterialet för val av platser för platsundersökningar, samt slutligen SKBs planering för hur samråd ska ske i olika faser av lokaliseringen.

2.3 Beslutsprocess

2.3.1 Utgångspunkter

SKB, liksom många remissinstanser, bl.a. berörda förstudiekommuner, anser att det behövs ett tydligare nationellt ställningstagande till KBS-3-metoden innan man går vidare med platsundersökningar. SKI delar denna uppfattning. Inledande av platsundersökningar innebär att ett viktigt beslutssteg passeras i den stegvisa process som skall leda fram till ett färdigt slutförvar.

Ett eventuellt positivt ställningstagande till KBS-3-metoden skall därvid inte ses som ett slutligt godkännande av metoden utan som ett led i en stegvis prövningsprocess, där

nästa steg skulle bli prövning av tillstånd till de anläggningar som ingår i systemet. För det geologiska slutförvaret innebär detta närmast prövning av tillstånd för detaljundersökningar (sänkning av schakt till försvarsdjup).

Med utgångspunkt i vad som framförts i remissyttrandena och vad SKI i övrigt erfarit kan följande tre principalternativ för den fortsatta prövnings- och beslutsprocessen urskiljas:

- Komplettering av beslutsunderlaget inför val av platser för platsundersökningar.
- Ett särskilt förfarande inleds vid sidan av SKBs FUD-program för att genomföra en s.k. strategisk miljöbedömning (SMB) av val av metod.
- SKBs platsvalsprocess avbryts och ansvaret för att ta fram en metod för slutlig förvaring lyfts över på en ny organisation som skall arbeta förutsättningslöst.

Som redan nämnts anser SKI att granskningen av SKBs FUD-program visar att SKB och därmed innehavarna av kärnkraftreaktorerna har uppfyllt sina skyldigheter enligt 11-12 §§ kärntekniklagen. SKI finner därmed inga skäl för att välja det tredje principalternativet.

Flera remissinstanser, däribland Boverket och Naturvårdsverket anser att ett beslut i metodvalsfrågan bör bygga på någon form av strategisk miljöbedömning (SMB) enligt det andra principalternativet. Varken begreppet SMB eller förfarandet är dock definierat i svensk lag. Eftersom begreppet SMB-förfarande inte finns definierat i svensk lagstiftning finner SKI att exempelvis ett regeringsuppdrag till en myndighet eller särskild kommitté att driva ett sådant förfarande skulle skapa oklara ansvarsförhållanden gentemot SKB och dess skyldigheter enligt 11-12 §§ kärntekniklagen. Ett omfattande och komplicerat SMB-förfarande som sträcker sig över många år skulle vidare fördröja och enligt förstudiekommunerna försvåra den redan inledda platsvalsprocessen.

I detta sammanhang vill SKI framhålla att det återkommande, offentliga gransknings- och remissförfarande som stipuleras i 12 § kärntekniklagen och dess föregångare och som pågått i två decennier innehåller många av de element som enligt pågående diskussioner förutsätts ingå i en s.k. strategisk miljöbedömning med tillhörande offentligt samråd. Syftet är ju att säkerställa, att ett tillräckligt allsidigt och väl underbyggt beslutsunderlag föreligger.

Med hänvisning till det anförda avstyrker SKI förslag om att införa nya förfaranden utan stöd i gällande svensk lagstiftning eller EU-rättsakter. SKI anser att 12 § kärntekniklagen ger regeringen tillräckliga möjligheter att genom att begära kompletteringar säkerställa att ett tillräckligt allsidigt och väl underbyggt beslutsunderlag föreligger inför principbeslut om metodval och inledande av platsundersökningar. SKI föreslår hur ett sådant förfarande bör utformas i det följande.

2.3.2 SKIs slutsatser rörande fortsatt handlingsväg

Villkorsinstrumentet i 12 § kärntekniklagen bildar rättslig grund

Den rättsliga grunden för SKIs förslag till handlingsväg är 12 § kärntekniklagen enligt vilken regeringen i samband med granskningen och utvärderingen av FUD-programmet får ställa upp sådana villkor som behövs avseende den fortsatta forsknings- och utvecklingsverksamheten.

En rimlig tillämpningstolkning är enligt SKIs mening att regeringen kan utnyttja villkorsinstrumentet för att se till att berörda förstudiekommuner får ett allsidigt och väl underbyggt beslutsunderlag för sina ställningstaganden i platsvalsprocessen. Kommunalt samtycke behövs ju för den fortsatta lokaliseringsprocessen, som enligt SKBs redovisning är ett viktigt inslag i det fortsatta FUD-programmet. Det finns vidare en koppling mellan kärntekniklagen och finansieringslagen. Det är därför enligt SKIs mening också rimligt att regeringen kan föreskriva villkor rörande vilken typ av underlag som skall föreligga i granskad och godkänd form innan man går vidare med programmet, med hänsyn till att verksamheten bestrids med fondmedel som står under statlig förvaltning.

Kompletteringar av beslutsunderlag tas fram med remiss- och samrådsförfaranden

De kompletteringar av underlaget som enligt ovan behövs, dels för ställningstaganden av regeringen och centrala myndigheter, dels för förstudiekommunernas ställningstagande till att ev. gå vidare med platsundersökningar, bör enligt SKIs mening tas fram med tillämpning av ett remiss- och samrådsförfarande som i skälig utsträckning anknyter till vad som föreskrivs om utökat samråd med miljökonsekvensbedömning enligt 6 kap. 4-6 §§ miljöbalken. I detta sammanhang kan erinras om att artikel 2.7 i Esbokonventionen, som Sverige ratificerat, stadgar att "Parterna skall i skälig utsträckning sträva efter att tillämpa principerna om miljökonsekvensbedömningar även på politiska riktlinjer, planer och program". Med det föreslagna förfarandet skulle med fog kunna hävdas att Esbokonventionens krav är uppfyllda i rimlig grad, särskilt om man beaktar alla föregående offentliga gransknings- och remissförfaranden av FUD-programmet enligt 12 § kärntekniklagen.

2.3.3 SKIs förslag till ställningstaganden av regeringen i metodvalsfrågan

SKI föreslår att ett regeringsbeslut i FUD-98 ärendet tas under tidig höst 1999 och innehåller följande element för att tillgodose olika synpunkter på den fortsatta processen som kommit fram i granskningen:

1. SKI föreslår att regeringen konstaterar att SKB, och därmed reaktorinnehavarna, hittills fullgjort sina skyldigheter enligt 12 § kärntekniklagen.
2. Som villkor för att påbörja platsundersökningar föreslår SKI att regeringen föreskriver att regeringen skall ha godkänt det ytterligare underlag SKI enligt detta yttrande anser bör föreligga, innan platsundersökningar inleds (se figur 4.1), nämligen:

- En komplettering av analysen av alternativa systemlösningar, inkl. det s.k. ”noll-alternativet”. Syftet är att verifiera på ett tydligare sätt att väsentligt bättre metod än KBS-3 inte rimligen står till buds för svenskt vidkommande.
- En ingående säkerhetsanalys av KBS-3-metoden. Syftet är att göra troligt att KBS-3-metoden har goda förutsättningar att uppfylla de säkerhets- och strålskyddskrav som SKI och SSI preciserat de senaste åren. Säkerhetsanalysen skall undergå en internationell expertgranskning.
- En tydlig redovisning av mätprogram för platsundersökningarna, bl.a. baserat på insikter från säkerhetsanalysen.
- Övrigt underlag, som enligt SKB skall ligga till grund för SKBs val av platser för platsundersökningar, liksom SKBs planering för hur samråd ska ske i olika faser av lokaliseringen.
- En samlad utvärdering av slutförda förstudier och övrigt platsvalsunderlag med en bedömning av lämpligheten av de platser som redovisas i de förstudier som ingår i underlagsmaterialet för val av platser för platsundersökningar.

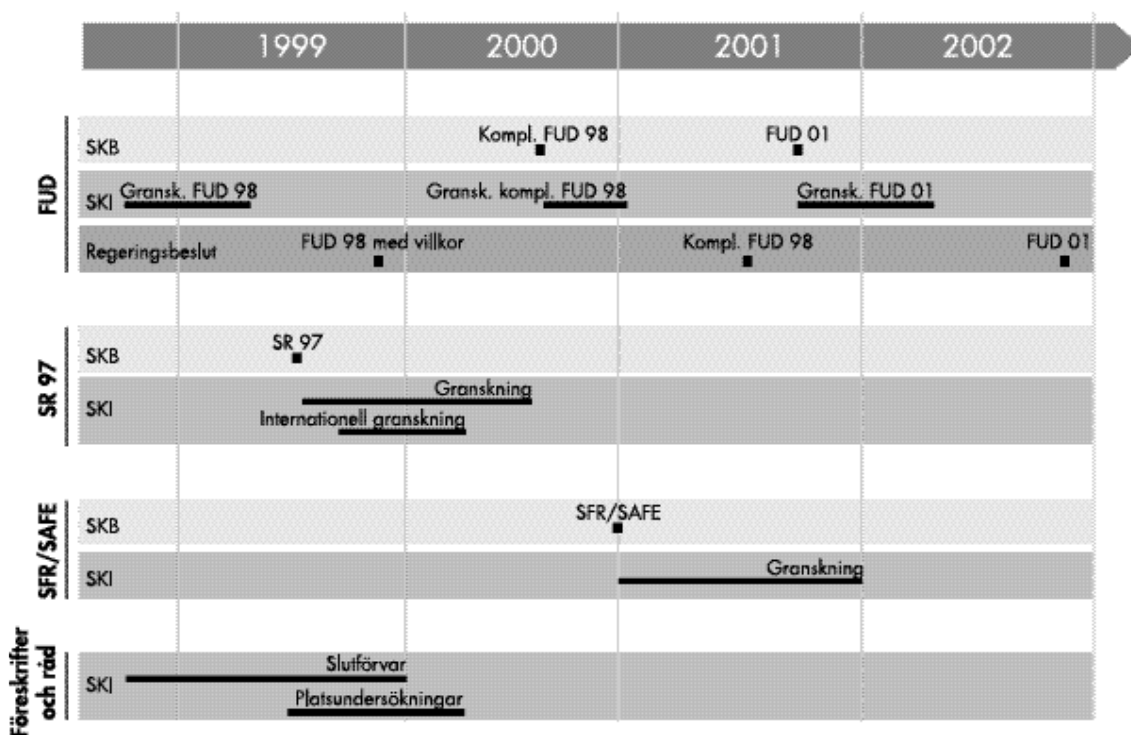
Regeringens godkännande av detta ytterligare underlag skulle innebära ett principgodkännande av KBS-3-metoden som grund för det fortsatta teknikutvecklings- och platsvalsarbetet, men det bör samtidigt understrykas att detta på intet sätt föregriper eller binder en fullständig tillståndsprovning enligt kärntekniklagen och miljöbalken av kommande anläggningar.

3. Som ytterligare villkor föreslår SKI att regeringen föreskriver att SKB skall samråda om det kompletterande underlaget med berörda kommuner (d.v.s. förstudiekommunerna), länsstyrelser och myndigheter m.fl. enligt intentionerna för utökat samråd med miljökonsekvensbedömning enligt 6 kap. 4-5 §§ miljöbalken. De MKB-fora som etablerats i berörda län och kommuner bör utnyttjas i största möjliga utsträckning. En beskrivning av denna samrådsprocess och vad som kommit fram i den bör ingå i det kompletterande underlag som SKB skall inge.
4. Regeringen föreslås uppdra åt SKI att granska det kompletterande underlaget, inklusive hur synpunkter som kommit fram i samrådet tagits om hand. I SKIs granskning bör ingå inhämtande av remissyttranden. SKI bör härvid - på motsvarande sätt som skedde i CLAB etapp 2-ärendet - anordna offentliga möten i berörda kommuner för att ytterligare främja att alla relevanta synpunkter och frågor tas om hand i SKBs underlag samt i SKIs och andra myndigheters granskningsyttranden.

Någon tidsgräns för det kompletterande underlaget behöver regeringen i och för sig inte sätta. Det ligger enligt ovan i SKBs och berörda kommuners eget intresse att processen inte drar ut på tiden. Ett skäl för att ändå ange tidpunkt är att regeringen markerar gentemot kommunerna att den känner ansvar för att processen går framåt. Siktet bör i så fall vara inställt på ett regeringsbeslut senast den 30 juni 2001 (se figur 2.2).

SKI anser att det särskilt bör påpekas i regeringens beslut att tidigare FUD-granskningar har inneburit flera samrådstillfällen av den art som antyds i punkt 3 och 4 ovan, och att det nu inte rör sig om en ny process utan mer om en slutlig avstämning och komplettering inför ett viktigt beslutssteg i platsvalsprocessen och det fortsatta FUD-programmet.

SKI-granskningar inför start av platsundersökningar



Figur 2.2

Översikt över större granskningar av SKBs redovisningar som SKI kommer att ställas inför under de närmaste fyra åren. Figuren bygger på att SKB i enlighet med förslaget i detta yttrande åläggs av regeringen att inge kompletterande underlag till FUD-program 98 inför start av platsundersökningar. Förutom SKBs FUD-redovisningar och den nya säkerhetsanalysen för slutförvar (SR 97) ska SKI under perioden även granska SKBs förnyade säkerhetsredovisning (SAFE) för slutförvaret för radioaktivt driftavfall i Forsmark (SFR).

2.3.4 SKIs förslag till klarställande av vissa frågor rörande den fortsatta beslutsprocessen, inklusive MKB-förfarandet

Från och med den 1 januari 1999 skall miljöbalken tillämpas. Miljöbalken ställer krav på att SKB skall redovisa en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) som ett underlag för beslut om planerade kärntekniska anläggningar (slutförvar och inkapslingsanläggning). Miljöbalken ställer krav både på innehållet i MKB och på själva förfarandet att ta fram MKB, vilket för kärntekniska anläggningar skall ske genom ett s.k. utökat samrådsförfarande enligt 6 kap. 5 § miljöbalken.

Berörda kommuner önskar i remissyttranden större klarhet kring när ett formellt MKB-förfarande börjar. Under flera år har en "MKB-liknande" process pågått i Oskarshamn kommun under ledning av länsstyrelsen i Kalmar (jämför regeringsbeslut från 18 maj 1995). Denna process har drivits på frivillig väg utan krav i lagar och förordningar. Genom denna process har frågor om innehållet i kommande MKB-dokument kunnat diskuteras på ett konstruktivt sätt mellan företrädare för SKB, kommunen, länsstyrelsen, SKI och SSI. Liknande grupper har även inrättats i anslutning till SKBs övriga förstudier. En god grund har således lagts för att driva ett utökat samrådsförfarande enligt miljöbalken

Enligt 6 kap. 4-5 §§ miljöbalken och MKB-förordningen (1998:905) skall ett formellt förfarande med utökat samråd med miljökonsekvensbedömning inledas genom beslut av berörd länsstyrelse när SKB anmäler sin avsikt att förbereda en ansökan om lokalisering av en anläggning för hantering eller förvaring av använt kärnbränsle i kommun inom länet. Enligt SKIs mening bör detta tolkas så att detta utökade samråd bör inledas i samband med att SKB påbörjar platsundersökningar, eftersom syftet med dessa är att förbereda en lokaliseringsansökan för en av kommunerna. Genom det utökade samrådsförfarandet ges berörda kommuner, jämte SKI, SSI och andra berörda myndigheter möjlighet att påverka innehållet i den MKB som skall fogas till en kommande ansökan om tillstånd enligt miljöbalk och kärntekniklag.

SKBs förslag till innehållsförteckning i en MKB omfattar miljöbalkens obligatoriska frågeställningar med en tillräcklig grad av anpassning till slutförvarsfrågan. SKI anser att SKBs förslag till innehållsförteckning kan utgöra ett underlag för fortsatta diskussioner med berörda aktörer inom ramen för det utökade samrådsförfarandet enligt miljöbalken.

En oklar fråga idag är hur samordningen skall ske mellan tillåtlighetsprövning enligt miljöbalken och tillståndsprövning enligt kärntekniklagen för kommande anläggningar ingående i slutförvarssystemet. Det är angeläget att såväl miljödomstol, berörda kommuner som regeringen har tillgång till fackmyndigheterna SKIs och SSIs fullständiga granskningsyttranden i kärntekniklagsärendet i samband med sina ställningstaganden i tillåtlighetsprövningen enligt miljöbalken. Inte minst gäller detta kommunerna som då kan utöva sin s.k. vetorätt. En möjlighet är att regeringen tar samtidigt beslut i frågan om miljöbalkens tillåtlighetsprövning och i prövningen enligt kärntekniklagen. SKI önskar liksom många remissinstanser ett klarläggande från regeringen hur samordningen ska ske. Detta är enligt SKIs mening nödvändigt för att styra upp den enligt tidigare regeringsbeslut önskvärda samordningen av prövningen även i lägre instans, eftersom tillåtlighetsprövningsärendet nu bereds i miljödomstol och inte av myndigheter och departement. Flera kommuner har också önskat ytterligare klarhet om hur den s.k. vetoventilen kan komma att tillämpas.

SKIs förslag

För att skapa klarhet om reglerna för den fortsatta beslutsprocessen, vilket har efterfrågats av flera remissinstanser, föreslår SKI att regeringen, utöver ställningstaganden i tidigare regeringsbeslut:

- Föreslår Riksdagen att införa en bestämmelse i kärntekniklagen enligt vilken regeringens prövning av tillstånd enligt kärntekniklagen att uppföra kärntekniska anläggningar skall ske samordnat med tillåtlighetsprövning enligt miljöbalken.
- Ytterligare tydliggör vilka kriterier som skall gälla för tillämpning av den s.k. vetoventilen.
- Uttalar att inledandet av platsundersökningar skall ses som ett första steg i SKBs förberedande av en ansökan om tillstånd enligt kärntekniklagen och miljöbalken för ett slutförvar. Utökat samråd med miljökonsekvensbedömning inför tillståndsprövning enligt 6 kap. 4-5 §§ miljöbalken skall därmed inledas.

3 Metodval och systemanalys

Detta kapitel tar upp frågorna kring metodval, som redovisas i kapitel 2 av FUD-program 98 och i rapporten om Alternativa metoder (Ekendahl och Papp, 1998), samt systemanalys, som SKB i första hand redovisar i avsnitt 3.2 av FUD-program 98 och rapporten om Systemredovisning av djupförvaring enligt KBS-3-metoden (SKB, 1998). Till den senare rapporten finns ett antal underlagsrapporter: Säkerheten vid drift av in-kapslingsanläggningen (Gillin, 1998), Säkerheten vid transport av inkapslat bränsle (Ekendahl och Pettersson, 1998), Säkerheten vid drift av djupförvaret (Lönnerberg och Pettersson, 1998) och Konstruktionsförutsättningar för kapsel för använt kärnbränsle (Werme, 1998). Dessutom har övervakad lagring redovisats av SKB bl.a. i underlagsrapporten Kontrollerad långtidslagring i CLAB (Söderman, 1998).

3.1 Inledning

I detta kapitel redovisas SKIs granskning av SKBs val av metod för omhändertagande av använt kärnbränsle och långlivat kärnavfall. Enligt SKIs uppfattning, och som f.ö. delas av SSI (se nedan), bör en sådan granskning utgå från regeringsbeslutet angående FUD-program 95 (1996-12-19) om att SKB i sitt fortsatta arbete skall genomföra en systemanalys av hela slutförvarssystemet och att i systemanalysen skall ingå en redovisning av alternativa metoder. Denna tankegång om att redovisningen av metodvalet bör ingå som en del av SKBs systemredovisning har därefter utvecklats och förtydligats i en PM som tagits fram gemensamt av SKI och SSI (SKI dnr: 5.8-971083, SSI dnr: 6220/1994/97, från 5 mars 1998). Granskningen av metodval och systemanalys behöver därför ske i ett sammanhang.

Med hänvisning till ovannämnda PM vill SKI betona att systemanalysen bör ses som ett verktyg för att:

- motivera valet av strategi och metod för att ta om hand kärnbränsle och kärnavfall
- visa hur krav på säkerhet och strålskydd tillgodoses av den valda metoden.

Att metodvalet på detta sätt ses som en del av systemanalysen bör medföra en ökad tydlighet i redovisningen. Dessa möjligheter har dock inte kunnat utnyttjas fullt ut av SKB i FUD-program 98. Redan tidigt under 1998 stod det klart att SKBs systemredovisning inte skulle kunna bli fullständig i FUD-program 98, t.ex. saknas den viktiga säkerhetsanalysen av slutförvaret för använt kärnbränsle, SR 97.

SKIs och SSIs uppfattning om innehållet i en systemredovisning har trots detta använts som en utgångspunkt för granskningen. En viktig anledning till detta är att SKBs systemanalys kommer att behöva redovisas flera gånger i beslutsprocessen, bl.a. kommer den att behövas som underlag till ansökan om att bygga planerade anläggningar. Det är därför väsentligt att myndigheternas synpunkter redan nu beaktas av SKB i det fortsatta arbetet. En ytterligare anledning är de krav på ställningstagande till metodvalet som framkommit på senare tid och som också framgår av remissinstansernas kommentarer. SKI anser att systemanalysen och systemredovisningen såsom de definierats i

myndigheternas gemensamma PM bör kunna användas som verktyg för att tydliggöra motiveringen av metodvalet.

Förutom att bedöma rimligheten i SKBs val av metod mot bakgrund av befintlig kunskap har ett huvudsyfte med granskningen varit att bedöma och kommentera fullständigheten i SKBs systemredovisning. Detta har alltså gjorts trots att det från början stått klart att SKBs redovisning inte skulle bli fullständig i FUD-program 98.

Det bör för tydlighets skull tilläggas att en systemanalys i syfte att välja den lämpligaste metoden inte nödvändigtvis behöver visa att säkerhet och strålskydd tillgodoses. Däremot måste en systemanalys av ett slutligt valt alternativ, och som ligger till grund för den fortsatta beslutsprocessen, t.ex. val av platser för platsundersökningar, bygga på säkerhetsredovisningar för systemets delar som tillsammans visar att kraven på säkerhet och strålskydd kan uppnås med det valda systemet. Detta är i överensstämmelse med regeringens beslut om FUD-program 95.

Myndigheterna, d.v.s. SKI och tidigare även SKN (Statens kärnbränslenämnd) liksom regeringen, har i sina tidigare uttalanden om SKBs program till synes haft en avvaktande attityd till valet av metod och framhållit behovet av fortsatta studier av alternativa metoder. Detta har främst två orsaker:

- dels ställer kärntekniklagen krav på allsidighet i forskningsprogrammet, vilket också framgår av förordningen till kärntekniklagen där det explicit ställs krav på utvärdering av alternativa metoder
- dels ville SKI undvika att ta ställning och därmed binda sig till en metod som man senare skulle få anledning att granska i samband med tillståndsansökningar.

Denna försiktighet har kunnat missuppfattas så att det skulle råda oklarhet om att KBS-3-metoden hela tiden ansetts som det lämpligaste alternativet för det fortsatta utvecklingsarbetet.

3.2 SKBs redovisning

SKBs redogörelse för metodvalet är frikopplad från systemredovisningen. I rapporten om alternativa metoder hänvisar SKB dock till regeringsbeslutet om FUD-program 95 där det sägs att det i systemanalysen skall ”ingå en redovisning av de alternativa lösningar till KBS-3-metoden som SKB redovisat i tidigare forskningsprogram eller som aktualiserats i internationella studier”. Eftersom SKB hittills valt att inte koppla systemanalys och metodval mer än i detta hänseende delas genomgången nedan upp i två delar, en för metodvalet och en för systemanalysen. I granskningsavsnittet (3.4) görs dock inte samma uppdelning.

Metodval

SKB börjar sin redogörelse för metodvalet (kapitel 2 i FUD-program 98) med en översiktlig genomgång av föreslagna alternativa metoder eller strategier. (Avsnittet har dock fått den något förbryllande rubriken ”Olika moment i hanteringen”.) SKB kommer fram

till att det går att urskilja ”fyra huvudsakliga moment eller metoder” som kan användas. Efter en kortfattad beskrivning av dessa går SKB vidare med två avsnitt (2.3 Att välja huvudalternativ och 2.4 Det svenska huvudalternativet) varav det senare utgör redogörelsen för det egentliga metodvalet.

SKB definierar fyra tänkbara ”program eller strategier”, vilka alltså motsvarar de moment och metoder som nämnts ovan:

- övervakad lagring, innebärande senarelagt beslut om fortsatt hantering
- direktdeponering i djupförvar
- upparbetning (ev. med transmutation) och deponering i djupförvar
- kvittblivning.

SKB kommer fram till KBS-3-metoden genom att resonemangsvist först eliminera upparbetning med hänvisning till att Sverige valt att inte upparbeta bl.a. med tanke på risken för kärnavapensspridning. SKB fortsätter med att konstatera att i Sverige är avsikten att genomföra geologisk deponering, vilket bygger på värderingen att det är dagens generation som ska ta om hand avfallet, eftersom det dels är dagens generation som dragit nytta av kärnkraften, dels att det ligger en osäkerhet i den framtida samhällsutvecklingen som talar mot att avvakta.

SKB väljer sedan geologisk miljö med hänvisning till att kristallin berggrund är vanligast i Sverige och att det är lämpligt ur teknisk-vetenskaplig synvinkel. Valet av förvarsutformning, som alltså utmynnar i KBS-3-metoden, motiveras kortfattat med hänvisning till gjorda utredningar och jämförelser med andra alternativ beträffande genomförbarhet, kort- och långsiktig säkerhet samt kostnader.

Därpå följande avsnitt i FUD-program 98 om den historiska bakgrunden (avsnitt 2.5) ger en översiktlig beskrivning av utvecklingen under drygt 25 år. Kortfattat berörs AKA-utredningen (1972-76), som lade grunden till den kommande utvecklingen, liksom utredningarna KBS-1, KBS-2 och KBS-3. FoU- resp. FUD-programmen, 1986, 1989, 1992 och 1995 får en något fylligare beskrivning, och där alternativstudier och redogörelser för myndighets- och regeringsbeslut står i fokus.

Alternativrapporten (Ekendahl och Papp, 1998) har enligt SKB till syfte att utgöra en sammanställning av tekniskt och säkerhetsmässigt underlag till den diskussion om alternativ och metodval som presenteras i FUD-program 98 och systemredovisningen för KBS-3 (SKB, 1998). Rapporten inleds med nästan samma innehåll som i huvudrapportens kapitel 2 om metodval, men går sedan över till att mer ingående beskriva alternativa metoder för slutförvaring i kristallint berg (kapitel 4). Även studier i andra länder redovisas översiktligt. SKB skiljer här mellan å ena sidan KBS-3-liknande utföranden, såsom ”två kapslar per hål” och ”korta horisontella hål”, och å andra sidan utförande med medellånga tunnlar (MLH). I ett separat kapitel (5) redovisas andra slutförvarskoncept: djupa borrhål (VDH), långa horisontella hål (VLH) och varma torra förvar (WP-Cave och Dry Rock Disposal, varav det senare dock är att betrakta som en form av mellanlagring). Rapporten innehåller också en redogörelse för utländska alternativ som bygger på annan geologi än kristallint berg (icke-vattenmättat berg, saltformationer, lersediment). I rapporten återfinns slutligen en bilaga som redogör för

separation och transmutation. Denna bilaga är i huvudsak en ordagrann återgivning av motsvarande kapitel i det detaljerade FoU-programmet.

Systemanalys och systemredovisning

SKB redogör för systemanalysen i avsnitt 3.2 i FUD-program 98. SKB hänvisar till regeringens beslut om FUD-program 95 att SKB ska ”genomföra en systemanalys av hela slutförvarssystemet (inkapslingsanläggning, transporter och slutförvar). Denna systemanalys skall medge en samlad säkerhetsbedömning av hela slutförvarssystemet inklusive hur principer för säkerhet och strålskydd praktiskt tillämpas i säkerhetsanalyserarbetet.” SKB anger att huvudsyftet med systemanalysen är att visa att driftsäkerheten är uppfylld i alla led. Ett annat syfte, enligt SKB, är att visa att systemet ger en rimlig balans mellan olika hanteringssteg och säkerhet hos slutförvar efter förslutning. Systemanalysen syftar även till att redovisa flexibilitet eller handlingsfrihet i systemet då det gäller t.ex. detaljutformning och tidplaner.

SKBs systemanalys framgår av rapporten Systemredovisning av djupförvaring enligt KBS-3-metoden (SKB, 1998).

3.3 Remissinstansernas synpunkter

Nyköpings och Oskarshamns kommuner liksom de lokala säkerhetsnämnderna vid de kärntekniska anläggningarna i Studsvik och vid Oskarshamns kärnkraftverk framför i sina yttranden i huvudsak samma åsikter. (Dessa instanser kallas i detta stycke ”kommunerna”.) Kommunerna anser det nödvändigt att såväl regering, departement som myndigheter tydliggör om man anser att KBS-3-metoden är säker och en möjlig metod att använda inför platsundersökningar. Vidare framhåller kommunerna att metod- och alternativfrågan under förstudiearbetet av många har upplevts som oklar, och att denna oklarhet inte kan kvarstå inför beslut om platsundersökningar. Ett beslut att säga ja till en platsundersökning innebär att ett stort moraliskt och politiskt ansvar måste tas både av beslutsfattare och kommuninvånare. I korthet framförs tre tänkbara ställningstaganden i denna fråga:

- att KBS-3-metoden bedöms vara den lämpligaste metoden för att lokalisera behövliga anläggningar och att därmed myndigheterna med dagens kunskap bedömer att detta system kan realiseras och göras säkert
- att KBS-3-metoden är lovande men att en eller flera oklarheter resulterar i att också andra metoder måste studeras vidare
- att KBS-3-metoden är behäftad med så stora oklarheter att andra metoder kan vara lika bra eller bättre, vilket innebär att det är för tidigt att göra ett metodval.

Oskarshamns kommun stöder sitt yttrande bl.a. på uttalanden från olika kommunala arbetsgrupper. Dessa framför att SKB mycket tydligare borde redovisa både fakta och värderingar som ligger till grund för att man valt KBS-3. Enligt arbetsgrupperna ger det en felaktig bild att förespegla omvärlden att det enbart är ett tekniskt beslut. Frågan ställs också om SKB valt KBS-3 därför att alla andra metoder är sämre, d.v.s. enligt utslutningsmetoden.

Östhammars kommun och lokala säkerhetsnämnden vid Forsmarksverket anser att SKB tagit klar ställning i metodvalsfrågan och att forskning på alternativ görs för att fullgöra lagens krav på allsidighet hos forskning och utveckling. Kommunen och nämnden påpekar också att SKB själva håller öppet för förändringar i programmet under lång tid, kanske ett tiotal år.

Enligt Malå kommun förefaller den aktuella tidplanen för start av platsundersökningar något optimistiskt bl.a. med tanke på att beslut saknas om KBS-3 som slutgiltig metod. Kommunen anser också att så snart materialet kompletterats bör regeringen kunna fastställa KBS-3 som metod för hanteringen eller förkasta densamma med angivande av annan inriktning.

Tierps kommun anser det förståeligt att myndigheterna inte kan ge sitt definitiva godkännande av metodvalet förrän detta prövats i sin helhet, men att det inte heller är möjligt för en kommun att ensam acceptera en fortsatt undersökning om inte statsmakten tydligt talat om att det är KBS-3 som metod, som skall studeras närmare. Kommunen ger också kommentaren att det framgår dåligt av SKBs underlag vilken enorm och komplicerad kärnkraftsindustri som en transmutationsanläggning innebär.

Kärnkraftskommunernas samarbetsorgan (KSO) delar förstudiekommunernas kritiska syn på metodfrågan. KSO anser att särskilt de kommuner som väljs ut för platsundersökningar måste ha både statsmakternas och expertmyndigheternas klara stöd för att föreslagen metod är både säker och genomförbar. KSO efterlyser därför ett förtydligande om metodfrågan.

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen (FMKK) drar slutsatsen att SKBs FoU-verksamhet inte syftar till en säker slutförvaring av använt kärnbränsle så som kärntekniklagen föreskriver. Som skäl till denna uppfattning anger FMKK bl.a. att SKB synes föreställa sig att [djupförvars-]projektet går ut på att bygga ett temporärt mellanlager och inte ett slutförvar. Ett annat skäl är enligt FMKK att SKB förklarat att deras undersökningar av alternativen präglas av "skeptisk nyfikenhet" och att redovisningen i alternativrapporten R-98-11 vittnar om att ambitionerna inte sträcker sig längre än så. Vad systemanalysen beträffar anser FMKK att rapportens (SKB, 1998) innehåll inte medger några som helst möjligheter att dra några bestämda slutsatser om huruvida några bestämda säkerhetskrav är uppfyllda eller ej. I korthet framför också FMKK följande uppfattningar om alternativa metoder:

- djupa borrhål bör ägnas ett större intresse, eftersom mycket talar för att det alternativet har en avsevärt större säkerhetspotential än KBS-3-metoden
- slutförvaring över grundvattennivån bör undersökas
- SKB bör utreda torr mellanlagring som nollalternativ i jämförelse med lagring i CLAB.

Miljöförbundet Jordens Vänner (MJV) anser inte att det finns någon helt tillfredsställande metod. MJV ser två grundkriterier för metodvalet: att framtida generationer ska lastas så lite som möjligt, och att avfallet inte ska utgöra en lättillgänglig källa till plutonium för framtida nukleära stridsmedel. MJV framför vidare farhågor om att ett officiellt godkännande av en metod innan kärnkraftens avveckling skulle kunna nyttjas

som slagträ i ett försök att återupprätta kärnkraftsprogrammet "(nu är ju avfallsproblemet löst!!)".

Sveriges geologiska undersökning (SGU) stöder KBS-3-konceptet under förutsättning att de geologiska aspekterna vägar tungt vid val av plats för slutförvar.

Statens geotekniska institut samtycker till inriktningen och har inga kommentarer av geoteknisk art.

Länsstyrelsen i Kalmar län anser att jämförelser mellan olika metoder är svår att göra baserat på FUD-program 98. För att en korrekt jämförelse skall kunna göras krävs en likvärdig och jämförbar systemanalys och tillhörande miljökonsekvensbeskrivning för de olika alternativen. Länsstyrelsen efterlyser ett tydligare ställningstagande från statsmakter och myndigheter för KBS-3-metoden för att lokaliseringsarbetet skall kunna drivas framåt.

Boverket anser att metodvalet bör hanteras i en "strategisk miljöbedömning" med de olika alternativen klart redovisade med fördelar och nackdelar.

Miljöpartiet de Gröna, Tierp, anser att FUD-program 98 angriper alternativfrågan på ett oseriöst sätt, och att alternativen till KBS-3 huvudsakligen anges till uppskjutning i rymden och transmutation. Miljöpartiet saknar vidare en diskussion av djupa förvar och av förvar under sedimentära lager ("caprock") samt i gabbro. Dessutom vill Miljöpartiet se en diskussion om olika metoder för mellanlagring, eftersom en utökad sådan kommer att behövas om slutförvaret slutligen inte uppfyller myndigheternas säkerhetskriterier.

Avfallskedjan anser att SKB varken har motiverat metodval eller platsval på ett vetenskapligt acceptabelt sätt: istället för att först välja en metod och sen lägga all kraft på att försöka visa att den på detta sätt valda metoden duger, måste ett val av metod baseras på de funktionsvillkor man anser att slutförvar ska uppfylla. Avfallskedjan framför att innan ett godkänt metodval har skett är det meningslöst att arbeta med platsvalet annat än vad avser principer och processens uppläggning.

Opinionsgruppen mot Kärnavfall i Malå anser att SKB totalt har låst sig fast i KBS-3-konceptet och säger sig uppleva en klar och tydlig motvilja hos SKB att fördjupa sig i alternativa metoder till KBS-3. Som stöd för detta anför opinionsgruppen följande citat från FUD-rapporten: "man kan säga att 'skeptisk nyfikenhet' präglar våra egna undersökningar av alternativen". Gruppen rekommenderar följaktligen att satsningen på KBS-3 bör tonas ner under de närmaste åren till förmån för mer satsning på alternativforskning.

Greenpeace sammanfattar sina kommentarer angående metodvalet med att det skulle vara önskvärt att inte ta hänsyn till SKBs begäran om regeringens och myndigheternas acceptans av KBS-3-metoden. Vidare anser Greenpeace att myndigheterna bör ge ett utlåtande om metodval, innan lokaliseringsarbetet fortsätter. Ett sådant utlåtande skulle behöva baseras på bl.a. en fullständig säkerhetsredovisning och miljökonsekvensbeskrivning för metoden utan platsanknytning, samt ett slutfört och redovisat fullskaligt deponerings- och återtagningsförsök och avslutad annan forskning. Greenpeace anser

vidare att SKB inte bör bedriva lokaliseringsarbete utan koncentrera sig på metodutveckling och att regeringen bör ge metoden ett formellt godkännande innan MKB på en särskild plats inleds. Dessutom framhåller Greenpeace att man bör överge ambitionen att den föreslagna metoden inte lägger ansvar på kommande generationer, eftersom detta inte går att kombinera med principen om återtagbarhet och kravet på fysiskt skydd. Greenpeace framför slutligen åsikten att SKB bör genomföra en mycket mer grundlig analys av möjligheterna för en långsiktig mellanförvaring av använt kärnbränsle i fall den föreslagna slutförvaringsmetoden inte blir godkänd.

Uppsala universitet (UU) anser det mycket tillfredsställande att SKB nu talar om djupförvar snarare än slutförvar med innebörden att det skulle finnas möjlighet till återtag. Enligt UU är detta en betydelsefull strategiförändring som lämnar utrymme för att tillämpa framtida teknikutveckling. Det skulle då var möjligt att med hänsyn till tekniska, politiska, ekonomiska eller miljömässiga förhållanden i framtiden inte låsa framtidens generationer till dagens kunskapsnivå. UU anser det vidare förvånande att SKB inte ägnar större uppmärksamhet åt alternativa metoder, speciellt sådana som innebär att kraven på djupförvaret kan reduceras [underförstått separation och transmutation].

Svenska Naturskyddsföreningen (SNF) framför i sina slutsatser beträffande val av slutförvaringsmetod vikten av att såväl SKI som regeringen uttryckligen avvisar SKBs önskan om godkännande av KBS-3-konceptet som slutförvaringsmetod eftersom FUD-program 98 inte är ett beslutsunderlag, utan endast är en redovisning av avfallsfrågans status i enlighet med kraven enligt kärntekniklagen. SNF framhåller också behovet av en värdering och avvägning mellan de delvis motstridiga kraven på svåråtkomlighet och återtagbarhet för avfallet. SNF anser vidare att det saknas relevant jämförelseunderlag mellan ett KBS-förvar och förvar på större djup, slutförvar under sedimentära formationer och slutförvar i djupa borrhål.

SSI ställer sig bakom SKBs val av strategi, geologisk slutförvaring, och anser även att SKBs val av KBS-3 som metod ter sig rimligt mot bakgrund av de gjorda redovisningarna. Enligt SSI bör dock SKB utveckla sin systemanalys för olika strategier och alternativ i ett kompletterande FUD-program. SSI tar vidare ställning mot upparbetning och transmutation som strategi. SSI motiverar detta ställningstagande med osäker genomförbarhet, strålskyddsmässiga skäl och den fördröjning av programmet som strategin skulle innebära. Vidare anser SSI att SKB bör fortsätta att forska kring och fördjupa sina kunskaper om alternativet djupa borrhål.

3.4 SKIs bedömning

SKIs synpunkter som anges nedan sammanfaller med de synpunkter som framgår av SKIs och SSIs gemensamma granskning av systemanalys och metodval (SKI och SSI, 1999). Huvuddelen av texten är också hämtad från denna PM, men återges i en i stora delar omredigerad och förkortad form.

Modell för systemanalys och metodval

Utgångspunkten för myndigheternas granskning har varit de synpunkter som framgår av SKIs och SSIs gemensamma PM från mars 1998 (SKI och SSI, 1998). Den modell för

systemanalys och metodval som presenteras där återges i detta avsnitt i något mer utvecklade form.

Definitioner av vissa begrepp inom systemanalysen återfinns i faktarutan nedan.

Systemanalys, analys av komplexa system som underlag för beslut, ofta med matematiska hjälpmedel. De system som är aktuella kan vara industriella tillverkningssystem, transportsystem etc. men även t.ex. ekologiska system. Avsikten med en systemanalys är att fastställa hur de resurser man förfogar över ska utnyttjas för att målen ska uppfyllas på bästa möjliga sätt" (Nationalencyklopedin)

I det här aktuella sammanhanget har SKI och SSI föreslagit definitioner av följande begrepp:

Systemanalys: genomförandet av en analys av ett totalt system för omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall. Analysen bör bl.a. omfatta en studie av hur skydds- och säkerhetsmålen är uppfyllda i olika tidsperspektiv och för olika anläggningar. Alternativt menas en jämförande studie mellan olika systemalternativ. Systemanalysen kan i princip sägas bestå av två delar: systembeskrivning och systemutvärdering.

Systembeskrivning: beskrivning av ett (eller flera alternativa) system som grund för systemutvärderingen.

Systemutvärdering: är den del av systemanalysen där man (i detta fall) gör en samlad bedömning av strålskydd och säkerhet för olika hanteringssteg och tidsperioder.

Systemredovisning: presentation av en systemanalys i en eller flera rapporter/underlagsrapporter.

I den terminologi som används här bör termen *strategi* reserveras för en allmän principiell inriktning för avfallens omhändertagande. Till strategier hör kvittblivning, övervakad lagring, upparbetning/transmutation och geologisk slutförvaring. Varje strategi kan förverkligas med användande av *alternativa metoder*, som utgör ett tekniskt mera detaljerat val inom en viss strategi. KBS-3-metoden är således en metod inom strategin geologisk slutförvaring. Varje metod kan dessutom utföras i ett antal varianter som inom sig kan ha undervarianter.

Det är lämpligt att genomföra metodvalet i flera steg, såsom framgår av figur 3.1. Det kan förutsättas att strategivalet inte behöver baseras på mer än översiktliga systembeskrivningar och att det i första hand kan göras efter andra principer än säkerhet och strålskydd. I det aktuella fallet kvarstår de tre senare strategierna för fortsatt analys, men av olika skäl:

- *Övervakad lagring* kan visserligen inte betraktas som en varaktig lösning, främst på grund av att problemet överlämnas till kommande generationer, men fortsatt lagring i CLAB är ett alternativ som behöver redovisas enligt kraven på MKB ("nollalternativet").

- *Upparbetning (och ev. transmutation)* är i strid med nu gällande svensk policy, men eftersom transmutation rönt stort intresse hos allmänhet och i forskarvärlden finns det regeringsbeslut på att också detta alternativ behöver redovisas mera utförligt.
- *Geologisk slutförvaring* är då den strategi som kvarstår som lämpligast, och som f.ö. förutsätts i kärntekniklagens (1984:3) 10 §. Krav på slutförvaring av radioaktivt avfall ställs också i strålskyddslagens 13 §.

För strategierna ovan kan det vara nödvändigt att närmare diskutera flera alternativa metoder. Ett eller flera av dessa alternativ från varje strategi väljs sedan ut för den jämförande systemanalysen. Varje sådan alternativ metod behöver en systembeskrivning och dessa beskrivningar bör vara av jämförbar detaljeringsgrad. Den systemutvärdering som följer ska leda fram till en motivering för valet av huvudalternativ.

Det sista steget i systemanalysen är en detaljerad systemutvärdering av huvudalternativet, där bl.a. syftet är att visa att de olika delarna (anläggningarna) är anpassade till varandra, vilken grad av handlingsfrihet som systemet medger, och att systemet är optimerat med hänsyn till säkerhet och strålskydd så långt det rimligen är möjligt. För detta steg är myndigheterna och SKB av samma uppfattning om innehållet av systemanalysen.

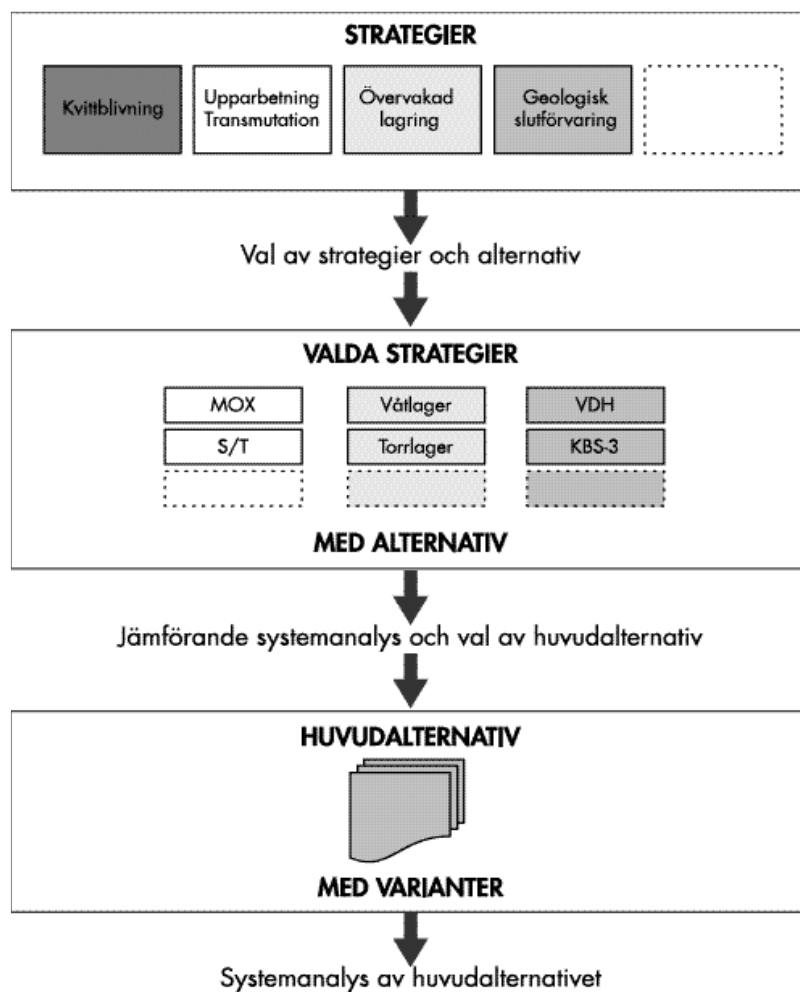
Kommentarer till SKBs presentation av metodvalet

I ingressen till kapitel 2 i FUD-program 98 anger SKB några viktiga utgångspunkter för hanteringen av använt kärnbränsle:

- att det inte bara är tekniska värderingar som avgör valet av metoder
- att huvudinriktningen är ”att använt kärnbränsle, efter en tids övervakad lagring, ska deponeras djupt ner i berggrunden” och att ”den innebär att dagens generation ska ta ett konkret ansvar för avfallsförvaringen”
- att man måste inse att kommande utveckling kan komma att leda till en omvärdering av dagens val av metod.

SKI och SSI instämmer i dessa principer. Det hade dock varit bra att påminna om kärntekniklagens (1984:3, 10 §) krav på att svara för att de åtgärder vidtas som behövs för bl.a. ”att på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall eller däri uppkommet kärnämne som inte används på nytt”.

SKI och SSI anser att SKBs redogörelse för metodvalet i kapitel 2 av FUD-program inte är tillräckligt logisk och pedagogisk och att den därmed inte fyller sitt syfte att för breda kretsar i samhället på ett klart sätt motivera valet av metod. I sak har SKI inte mycket att anmärka på, men uppläggningsen är svåröverskådlig och terminologin vacklande. Ett exempel på detta är den ovan kommenterade sammanblandningen av begreppen ”moment” (i en hanteringskedja) med ”metod” eller ”alternativ”. SKI kan visserligen förstå SKBs ambition att utgå från en allmängiltig översikt av olika hanteringssteg, som i sig kan utföras enligt olika metoder. Resultatet blir dock förvirrande och innebär att samma fråga på ett irriterande sätt tas upp i onödan gång på gång, t.ex. gäller detta upparbetning och transmutation. Figur 2-1 i FUD-program 98 är antagligen också svårbegriplig för lekmän på området. I detaljer och i sak finns dock inga väsentliga invändningar mot



Figur 3.1

Figuren åskådliggör den av SKI och SSI föreslagna modellen för samband mellan systemanalys och metodval.

I ett första steg (översta rutan: STRATEGIER) definieras ett antal strategier. Dessa beskrivs översiktligt men ändå så fullständigt att det går att göra ett första väl underbyggt val av strategi(er) med alternativ.

Därefter följer "Val av strategier och alternativ", som egentligen består av två delsteg, först strategival och sedan val av alternativ inom en eller flera strategier att gå vidare med till nästa steg. Att flera strategier kvarstår beror bl.a. på att olika slags kriterier används: tekniska, ekonomiska, etiska, juridiska och rent allmänintresse. I det aktuella fallet sorteras strategin Kvittblivning bort såsom varande orealistisk.

I det tredje steget (mellersta rutan: VALDA STRATEGIER MED ALTERNATIV) definieras och beskrivs de utvalda alternativen så fullständigt och med en sådan detaljeringsgrad att en jämförande systemanalys är möjlig.

I det fjärde steget ("Jämförande systemanalys och val av huvudalternativ") utvärderas konsekvenserna av de olika alternativen så att en utvärdering med hänsyn till olika bedömningsgrunder, inklusive säkerhet och strålskydd, är möjlig.

I nästa steg (nedersta rutan: HUVUDALTERNATIV MED VARIANTER) definieras och beskrivs huvudalternativet i huvudsak så som framgår av SKBs systemredovisningsrapport för KBS-3, inklusive säkerhetsrapporter för de olika anläggningar som ingår i systemet.

I det sista steget utförs systemanalysen av huvudalternativet. Analysen ska bl.a. visa att kraven på säkerhet och strålskydd är tillgodosedda för systemets alla delar och att säkerhet och strålskydd är rimligt fördelat mellan olika anläggningar och olika tider. Denna systemanalys ska också ge motivering till val eller prioritering av varianter (t.ex. horisontella eller vertikala deponeringshål för KBS-3-metoden) inom huvudalternativet.

detta avsnitt, även om det ur pedagogisk synpunkt kunde ha varit bättre att behandla transmutation tillsammans med upparbetning och återvinning.

Själva redogörelsen för och motivering av val av metod (huvudalternativ) återfinns i avsnitt 2.3 och 2.4 i FUD-program 98. Även här finns utrymme för förbättringar i pedagogiskt avseende. Tabell 2-1 med för- och nackdelar för strategier ger dock en bra överblick och är i själva verket mycket bättre ur pedagogisk synpunkt än texten.

Alternativrapporten (Ekendahl och Papp, 1998) innehåller mycket av de resonemang som kan begäras av en systematisk redovisning av metodvalet, men även här behöver framställningen struktureras bättre. SKB har fokuserat på en redovisning av alternativa metoder för geologisk slutförvaring. SKB har också tagit upp utvecklingen i utlandet även av metoder som av rent geologiska skäl inte kan bli aktuella i Sverige. En sådan internationell överblick är visserligen värdefull i sig (och efterfrågas också i regeringsbeslutet om FUD-program 95), eftersom den visar att Sverige och SKB inte ensamt utvecklar metoder för slutförvaring utan att denna utveckling i stora delar sker i internationellt samarbete. I en rapport med syfte att redovisa strategi- och metodval kan detta dock verka något förvirrande.

Historik

Den historik över det svenska arbetet med kärnavfallsfrågorna som SKB presenterar i avsnitt 2.5 av FUD-program 98 ger en klar och koncis bild av utvecklingen. SKI och SSI anser att detta arbete är en god början, men att det bör både fördjupas och också breddas till ta upp den utveckling i samhället som är av betydelse för hithörande frågor. Detta innebär antagligen att historiken bör beskrivas i en separat rapport. En historik som omspannar såväl yttranden av myndigheter och regering som teknisk utveckling och den politiska och ekonomiska bakgrunden är nödvändig för att ge en rättvisande bild av metodvalet.

Kommentarer till SKBs val av strategier och alternativa metoder

SKB definierar fyra strategier för att ta om hand det använda kärnbränslet: kvittblivning, upparbetning/transmutation, övervakad lagring och geologisk slutförvaring.

Liksom SKB anser SKI att kvittblivning, t.ex. utskjutning i rymden eller deponering i djuphavssediment, kan avföras från vidare diskussion som en orealistisk strategi.

Upparbetning och transmutation borde av SKB klart ha uttalats som en kvarstående alternativ strategi endast av skälet att det krävs enligt regeringsbeslut, men att den annars hade diskvalificerats såsom varande emot den svenska policyn som ju är emot upparbetning och långsiktig fortsatt användning av kärnkraft. SKI och SSI konstaterar vidare att system med upparbetning/transmutation fått en alltför summarisk beskrivning för att det för alla skall framgå vad en sådan strategi innebär, en uppfattning som också delas av Tierps kommun. Den bilaga som finns i Ekendahl och Papp (1998) (även i avsnitt 9.4 i FUD-program 98 och i avsnitt 13.1 i underlagsrapporten Detaljerat program för forskning och utveckling 1999-2004) ger en koncis framställning av forskningsläget och framtidsutsikter men utgör inte en pedagogisk beskrivning av tänkbara system.

SKI delar SSI:s uppfattning att denna strategi kan avföras från SKB:s program som ett realistiskt alternativ till geologisk slutförvaring. Transmutation i full skala är förknippad med stora tekniska och ekonomiska osäkerheter som sannolikt kräver decennier av teknisk utveckling att överbrygga. En sådan fördröjning skulle innebära att ansvar överförs till kommande generationer och det skulle ändå inte vara säkert att denna metod går att realisera. Anläggningarna blir stora och komplicerade och kan i praktiken inte förverkligas utan en fortsatt användning och utbyggnad av kärnkraften: det rör sig om en kombination av en stor accelerator, flera reaktorer (varav en snabb) och en (eller flera) anläggningar för upparbetning, separation och bränsletillverkning. Det bör även framhållas att någon form av slutförvaring ändå kommer att behövas, eftersom alla långlivade radioaktiva ämnen inte kan elimineras. SKB behöver i samband med nästa systemredovisning dock presentera vad transmutation innebär för en bredare krets än myndigheterna och motivera varför denna strategi inte är lämplig för svenska förhållanden. (Liksom SSI och bl.a. KTH anser dock SKI att forskningen på detta område bör hållas på samma nivå som tidigare, se avsnitt 7.11).

Övervakad lagring anses av SKB inte som en separat strategi utan som ett led i övriga strategier. Detta kan enligt SKI och SSI vara korrekt ur teknisk synpunkt, men med tanke på att övervakad lagring har framförts som ett alternativ även för obestämd tid, t.ex. i form av nollalternativ, bör denna strategi behandlas och beskrivas separat. (Se vidare nedan.)

Sammanfattningsvis har SKI liksom SSI inga invändningar mot SKB:s strategival i sak. Däremot lider SKB:s redovisning av ett antal brister vad gäller presentationen som bör rättas till i det fortsatta arbetet, se nedan.

Inför den jämförande systemanalys, som ska redovisas senast i samband med valet av platser för platsundersökningar, är det rimligt att ett urval görs av de metoder som diskuterats under åren. Detta urval behöver motiveras utifrån översiktliga systembeskrivningar. Alternativrapporten (Ekendahl och Papp, 1998) innehåller en god början till redovisning av ett sådant urval.

Bland de alternativ till huvudalternativet KBS-3 som SKB presenterar kan nämnas "Deponering i mycket djupa borrhål" (VDH), "Deponering i långa horisontella hål" (VLH) och "Varma torra förvar" (WP-Cave). SKB gör inget definitivt uttalande om val av något av dessa alternativ för vidare analys, men för VDH anger SKB att man fortlöpande kommer att bevaka teknikutvecklingen och att en "särskild studie planeras beträffande genomförbarheten av och den långsiktiga säkerheten hos ett VDH-förvar". SKI och SSI anser att detta av allt att döma är ett riktigt val, som bl.a. motiveras av de teoretiska möjligheter till en mer fullständig isolering av det använda bränslet som denna metod kan erbjuda. Det är å andra sidan viktigt att också belysa nackdelarna såsom mycket stora svårigheter vid återtagning och de osäkerheter och tekniska svårigheter som är förknippade med deponering på stora djup.

Remissyttrandet från Oskarshamns kommun m.fl. om nödvändigheten av ett ställningstagande i metodfrågan uppfattar SKI som att det uttrycker ett behov av en försäkran om att den valda metoden är den bästa tillgängliga och att den är tillräckligt väl utvecklad som underlag i den fortsatta lokaliserings- och beslutsprocessen. I sin tur går denna

process i steg, varför också godkännandet av metod bör betraktas som en stegvis process. För varje steg, varav beslut om platsundersökningar är ett, måste bekräftas att den valda metoden uppfyller de krav som kan ställas vid respektive beslutstillfälle. Det godkännande som kan komma på tal för ett enskilt steg kan bara vara giltigt för just detta steg. Även om ett tillstånd att bygga anläggningar kan uppfattas som ett i viss mening slutligt godkännande kommer det att krävas återkommande säkerhetsredovisningar och omprövningar mot ny kunskap så länge systemet i fråga är i drift.

Oskarshamns kommun m.fl. anser att inför övergång till platsundersökningar måste KBS-3-metoden kunna bedömas "vara den lämpligaste metoden för att lokalisera behövliga anläggningar och att därmed myndigheterna med dagens kunskap bedömer att detta system kan realiseras och göras säkert". En sådan bedömning inför beslut om platsundersökningar låter sig inte göras på grundval av redovisningen i FUD-program 98. Systemredovisningen behöver kompletteras, främst med säkerhetsrapporten för slutförvaret, SR 97. Däremot bedömer SKI, med dagens kunskap, att KBS-3-metoden i förhållande till övriga alternativ fortfarande är lämpligast som huvudinriktning för det fortsatta arbetet.

Även om det i FUD-program 98 saknas systematiska och fullständiga motiveringar för ett val av alternativ inför en fortsatt jämförande systemanalys anser SKI följaktligen att de resonemang SKB för, inklusive val av KBS-3 som huvudalternativ, förefaller vara riktiga. Denna bedömning grundar sig inte bara på redovisningen i anslutning till FUD-program 98 utan tar hänsyn också till redovisningar och diskussion av metodval i samband med de föregående granskningarna av SKBs program.

Sammanfattningsvis anser SKI liksom SSI att SKB bör göra följande förbättringar i sin presentation av metodvalet:

- Den övergripande strukturen för systemredovisningen måste förbättras. I samma rapport och/eller samma kapitel förs nu resonemang och beskrivs system på flera olika nivåer, t.ex. om strategier, metoder (alternativ) och varianter (t.ex. inom ett huvudalternativ), och möjligheten till en god överblick försämras av upprepningar.
- Mer fullständiga motiveringar, både för valet av strategier, och för valet av alternativ, behövs i framtida systemanalyser.
- Strategivalet bör avhandlas skilt från den fortsatta mer ingående analysen av valda alternativ.
- Den internationella och den historiska utvecklingen bör beskrivas var för sig i separata rapporter.

Systembeskrivningar och jämförande systemanalys

Vad beträffar de systembeskrivningar som behövs inför en jämförande systemanalys saknas de i stort sett utom för huvudalternativet. De övriga beskrivningar som finns är ofullständiga i och med att de endast fokuseras på en eller ett par av de steg eller anläggningar som ingår i respektive metod när det alltså är det totala systemet för omhändertagande som bör beskrivas. Dessa brister har redan påtalats ovan för transmutation. Det är nödvändigt att denna systembeskrivning görs med jämförbar grad av fullständighet och detaljering för de olika alternativen. En sådan presentation av systemen

har också ett stort pedagogiskt värde när det gäller att för en vidare krets förklara och motivera metodvalet.

SKB har valt att behandla nollalternativ, dvs. förlängd mellanlagring av använt kärnbränsle i den händelse slutförvaring inte kan genomföras eller blir avsevärt försenat, inom ramen för systemredovisningen av KBS-3-metoden (SKB, 1998). De metoder som diskuteras är våtlagring, i praktiken fortsatt lagring i CLAB, och torrlagring. SKB diskuterar dels principiella frågeställningar och problem i samband med förlängd mellanlagring, dels sammanfattas för CLAB de analyser som gjorts för både fortsatt kontrollerad drift och konsekvenserna av övergiven anläggning. SKI och SSI bedömer att SKBs redovisning av nollalternativet är tillräcklig och väl underbyggd med underlagsrapporter.

SSI och SKI anser dock att SKB bör utarbeta en separat rapport kring nollalternativen, som innehåller dels relevanta delar av föreliggande systemredovisning, dels sammanfattar underlagsrapporterna "Kontrollerad långtidslagring i CLAB" (Söderman, 1998), "Konsekvenser av ett övergivet CLAB" (Birgersson et al., 1998), samt "Jämförelse mellan våt och torr lagring av använt kärnbränsle" (Söderman, 1998b). En sådan samlad redovisning är inte en förutsättning för myndigheternas granskningar men bör vara värdefull för en bredare läsekrets eftersom förlängd mellanlagring ofta debatteras och därvid ibland framhålls som ett alternativ till t.ex. slutförvaring.

Den jämförande systemanalysen som skall motivera valet av huvudalternativ saknas i stort sett i FUD-program 98, även om resonemang med den innebörden förs av SKB i alternativrapporten (Ekendahl och Papp, 1998).

För alternativa strategier och metoder andra än huvudalternativet är således redovisningen av konsekvenser mycket begränsad. För att underlätta en bedömning av de olika alternativen menar SKI liksom SSI att även en kvalitativ uppskattning och jämförelse av konsekvenserna, på såväl kort som lång sikt, för olika alternativ är värdefull. SKB anger man kommer att fortsätta att utvärdera t.ex. upparbetning och transmutation samt deponering i djupa borrhål. För dessa metoder är det därför särskilt angeläget att redovisningen av konsekvenser utökas.

Systembeskrivning och systemanalys av huvudalternativet

Systembeskrivning och systemanalys av huvudalternativet, d.v.s. KBS-3-metoden, beskrivs utförligt i SKBs systemredovisningsrapport (SKB, 1998). SKI liksom SSI anser att systembeskrivningen i denna rapport tillsammans med de separata säkerhetsrapporterna för systemets delar är av tillräcklig omfattning, även om detaljeringsgraden förutsätts öka för varje steg i programmets genomförande.

En förhållandevis stor del av rapporten ägnas åt beskrivning av handlingsfriheten i frågor rörande såväl lokalisering och tidplaner som den tekniska utformningen av delkomponenter. Myndigheterna ser det som väsentligt att SKB för resonemang av det här slaget som uppdateras i takt med utvecklingen. Inför nästa sådan revidering bör SKB beakta följande:

- Utgångspunkt för en systemanalys är en definition av det system som ska analyseras. I rapporterna SKB (1998), Ekendahl och Papp (1998) samt FUD-program 98 framstår det dock inte helt klart om exempelvis medellånga tunnlår ingår i KBS-3-metoden eller om det ska betraktas som en alternativ deponeringsmetod. Detta bör klargöras bättre av SKB. Frågan hänger ihop med hur stor handlingsfrihet, d.v.s. alternativbredd, i fråga om teknisk utformning som SKB anser sig behöva vid olika ansökningstillfällen.
- För- och nackdelar och konsekvenser av de olika varianterna behandlas mycket översiktligt i rapporten om alternativa metoder. I viss mån gäller detsamma även för varianterna i systemredovisningsrapporten. Myndigheterna efterlyser därför en fördjupad redovisning och en konsekvensanalys som visar hur val av olika varianter i de olika delsystemen påverkar varandra.

I systemrapporten diskuterar SKB återtag av deponerade kapslar vid olika tillfällen under deponeringsprocessen. Flera metoder för återtagning redovisas också och det beskrivs översiktligt hur ett tänkt mellanlager för återtagna kapslar kan se ut. Även konsekvenser för kapslarna vid ett eventuellt återtagande beskrivs. SKB kommer i sitt fortsatta utvecklingsarbete att bl.a. vidareutveckla tekniken för att ta tillbaka deponerade kapslar vilket myndigheterna anser nödvändigt.

Det är angeläget att också redovisa uppskattade konsekvenser från olika anläggningar och verksamheter. För KBS-3-metoden har SKB redovisat uppskattade konsekvenser (stråldoser) och möjliga missöden i de olika hanteringsstegen. Ett viktigt strålskyddskrav, som ställs i SSI FS 1998:1 är att hela systemet (dvs. CLAB, inkapsling, transporter och slutförvaring) ska ha ett optimerat strålskydd. SKB för inga längre resonemang om detta utan konstaterar endast att "en god balans kan uppnås mellan de olika hanteringsstegen". SSI och SKI förstår att en djupare diskussion kring optimering för närvarande är svår att föra, t.ex. finns ännu inte SR 97 och även erfarenheterna som erhålls vid såväl Kapsellaboratoriet som i samband med försöken med fullskaledeposering i Äspö bör bli värdefulla. SSI och SKI vill dock betona vikten av att SKB uppdaterar systemredovisningen i detta i avseende i takt med att erfarenheter erhålls.

De säkerhetsrapporter för olika anläggningar som ingår i underlaget till systemredovisningen är nödvändiga både för en systemutvärdering av huvudalternativ och som underlag för ansökningar. De utgör därför också underlag i framtagandet av den MKB som ska ingå i ansökningar. Den granskning som nu genomförts av säkerhetsrapporterna har fokuserats på fullständigheten hos det presenterade materialet. I andra hand har materialets allmänna kvalitet beaktats. På det här stadiet har det alltså inte bedömts meningsfullt att företa en granskning av säkerhets- och strålskyddsfrågor. Detta kan bara ske då materialet kompletterats inför nästa redovisningstillfälle och då också den viktiga säkerhetsrapporten för SFL 2 efter förslutning finns tillgänglig och även har blivit internationellt granskad i särskild ordning.

SKIs och SSIs intryck av SKBs arbete hittills med säkerhetsrapporterna är att det håller en överlag hög och jämn kvalitet.

3.5 SKIs och SSIs gemensamma granskning

Detta avsnitt utgörs av större delen av den sammanfattande bedömningen från SKIs och SSIs gemensamma gransknings-PM av SKBs systemredovisning (SKI och SSI, 1999).

SKI och SSI vidhåller sin uppfattning, och som framfördes i PM i mars 1998 (SKI och SSI, 1998), att metodval och systemanalys bör ses som två sammanhörande aktiviteter och att redovisning av metodval därför bör ses som en del av systemredovisningen. Myndigheterna har haft detta som utgångspunkt vid sin gemensamma granskning.

Enligt SKI och SSI presenterar SKB en god början av arbetet på en fullständig systemanalys. Att systemredovisningen inte skulle bli fullständig i samband med FUD-program 98 stod klart redan i början av 1998.

SKB har på ett överskådligt sätt beskrivit metodvalet dels i huvudrapporten FUD-program 98 och dels i rapporten Alternativa metoder (Ekendahl och Papp, 1998). I sak har SKI och SSI inget att invända mot SKBs strategival. Däremot behöver redovisningen av valet mellan olika strategier motiveras och förbättras vad gäller logik och pedagogik.

När det gäller valet av alternativa metoder inför en systemanalys är det svårt att av det nu presenterade materialet avgöra hur detta val har gjorts. En mer systematisk jämförelse efterlyses baserad på något mer fördjupade bedömningar av de olika alternativen fördelar och nackdelar än vad som nu framgår av Ekendahl och Papp (1998).

Utom för huvudalternativet (KBS-3) saknas det tillräckliga systembeskrivningar för de alternativ som skall jämföras i systemanalysen. Dessutom saknas själva den jämförande analysen baserad på bl.a. utvärdering av konsekvenser för säkerhet och strålskydd. SKI och SSI anser dock, liksom i anslutning till samtliga tidigare redovisningar av SKBs program, att geologisk slutförvaring är ett riktigt val av huvudstrategi, och att även SKBs val av huvudalternativ, KBS-3-metoden, mot bakgrund av tillgängligt material är ett rimligt val. Det blir dock en viktig uppgift för myndigheterna att granska SKBs kommande systemredovisning och ta ställning till om denna uppfattning då kan bekräftas eller ej.

Redovisningen av systemanalysen för huvudalternativet är i det närmaste fullständig i sin omfattning och väl strukturerad. I underlaget saknas dock ännu den viktiga säkerhetsrapporten för SFL 2, SR 97, och en separat säkerhetsrapport för SFL 3-5. Det behövs också ett utförligare resonemang om hur en balans vad avser säkerhet och strålskydd uppnås i systemet. De säkerhetsrapporter för olika anläggningar som redovisats i samband med FUD-program 98 har överlag en bra struktur och bra innehåll. Det är dock inte möjligt, och har heller inte varit ett syfte, att på detta stadium uttala sig i vad mån dessa rapporter visar hur gällande krav på säkerhet och strålskydd kan uppfyllas.

SKI och SSI ger i sin sammanfattning också synpunkter på hur SKBs arbete bör fortsätta, vilka återges i slutet av avsnitt 3.6.

3.6 SKIs sammanfattande bedömning

Metodvalet omfattar flera steg varav det första innebär val av strategi, d.v.s. huvudprincipen för omhändertagande av det använda kärnbränslet och långlivat låg- och medelaktivt avfall. Här anser SKI, liksom SSI, att SKB gjort ett riktigt val i geologisk slutförvaring. Även när det gäller val av huvudalternativ, KBS-3-metoden, anser SKI att detta val förefaller vara det lämpligaste i förhållande till andra alternativ. Denna slutsats baserar sig främst på tillämpning av grundläggande etiska principer och vad som är känt om de olika alternativens tekniska genomförbarhet samt möjligheten till återtagning av deponerat använt kärnbränsle.

SKI delar SSIs uppfattning att en strategi som bygger på transmutation kan avföras från SKBs program som ett realistiskt alternativ till slutförvaring. Transmutation som metod är förknippad med stora tekniska och ekonomiska osäkerheter som sannolikt kräver decennier av teknisk utveckling att överbrygga, vilket också skulle innebära att ansvar överförs till kommande generationer. Anläggningarna blir sannolikt så stora och komplicerade att Sverige inte ensamt förmår utveckla, bygga och driva dem: det rör sig om en kombination av en stor accelerator, en eller flera reaktorer och en uppberedningsanläggning. Det bör framhållas att någon form av slutförvaring ändå kommer att behövas, eftersom alla långlivade radioaktiva ämnen inte kan elimineras. SKB behöver i samband med nästa systemredovisning dock presentera vad transmutation innebär för en bredare krets än myndigheterna och motivera varför denna strategi inte är lämplig för svenska förhållanden.

SKBs systemredovisning är ännu inte fullständig, men det material som presenterats i FUD-program 98 kan ses som en god början. Även om SKBs presentation av systemredovisning och metodval är ofullständig inom ramen för FUD-program 98 innebär detta inte att motiveringar saknas i SKBs underlag sett över den hela tid som SKBs program redovisats sedan 1984. Det viktiga är att allt detta material nu samlas och redovisas i ett sammanhang på ett sätt som är lättillgängligt för en bredare publik än expertmyndigheterna. Det är också viktigt att SKB presenterar sitt metodval grundat på systemanalyser.

Vad som saknas i FUD-program 98 är framförallt fullständiga systembeskrivningar och systemanalyser för de övriga alternativ som det av olika skäl kan vara nödvändigt att gå vidare med i systemanalysen: separation/transmutation, övervakad lagring, och något geologiskt alternativ till KBS-3, t.ex. djupa borrhål. Det saknas också säkerhetsrapporter för slutförvaren SFL 2 (SR 97) och SFL 3-5.

Remissinstansernas krav på godkännande av metod bör enligt SKIs uppfattning tolkas så att det uttrycker ett behov av en försäkran om att den valda metoden är den bästa tillgängliga och att den är tillräckligt utvecklad för att man skall kunna använda den som utgångspunkt i den fortsatta stegvisa beslutsprocessen. Detta bör då också innebära att godkännandet av metod är en stegvis process där man för varje steg måste bekräfta att inget bättre alternativ framkommit och att den valda metoden uppfyller de krav som kan ställas.

Nästa steg i denna process blir när SKB vill gå vidare med platsundersökningar. Senast i samband med val av platser för platsundersökningarna behöver alltså SKB komplettera sin redovisning och myndigheterna ta ställning till detta nya material. Det godkännande som då kan komma på tal är återigen bara giltigt för just detta steg. En i viss mening ”slutligt godkännande” kan uppnås först efter granskning av en ansökan om tillstånd till detaljundersökningar (se kapitel 2). Det kommer emellertid att krävas återkommande säkerhetsbedömningar av slutförvaret och systemet så länge det är i drift, bl.a. inför den planerad driften i full skala och inför förslutning av slutförvaret.

SKI liksom SSI ser det som angeläget att SKB under den närmaste perioden i dialog med myndigheterna utreder och definierar sin syn på systemanalysen. I det arbetet bör SKB klargöra hur man avser att redovisa motiveringar till metodvalet och val av varianter till huvudalternativet. Det bör också framgå hur detaljerat man avser redovisa konsekvenser av gjorda val och hur handlingsfriheten inom olika delsystem påverkar varandra och systemet som helhet samt hur denna förändras med tiden.

En fördjupad och breddad historik över metodvalet och granskningen av detta bör publiceras i en separat rapport, som förklarar skeendet på ett pedagogiskt sätt för breda kretsar i samhället. Även den internationella utvecklingen bör presenteras på liknande sätt i en separat rapport.

SKB bör i samband med val av platser för platsundersökningar:

- Redovisa en fullständig systemanalys omfattande en samlad bedömning av strålskydds- och säkerhetsaspekterna för de olika aktuella strategierna för omhändertagande av det använda kärnbränslet (upparbetning/transmutation, övervakad lagring, geologisk slutförvaring) liksom av utvalda alternativa metoder inom dessa strategier. Det skall tydligt och klart framgå av redovisningen på vilka grunder valet gjorts av de olika alternativen.
- Redovisa en fullständig systemanalys av huvudalternativet.

4 LOKALISERING

I detta kapitel redovisas SKIs synpunkter på SKBs arbete med lokalisering som presenteras i kapitel 6 i FUD-program 98.

4.1 Inledning

Frågor kring lokalisering av de anläggningar som behövs för slutligt omhändertat använt kärnbränsle och kärnavfall har ägnats stor uppmärksamhet av såväl SKB som remissinstanserna. De största frågorna är för närvarande vilket underlag som ska ligga till grund för SKBs val av två platser för platsundersökningar samt hur valet ska gå till.

Förstudiekommuner, SKB och andra har uttryckt att platsundersökningar är ett så pass stort steg att myndigheter och regering tydligt bör redovisa sin syn på såväl metod- som platsval. SKI delar denna uppfattning och SKIs bedömningar i detta kapitel avser därför i stor utsträckning det underlag som bör finnas inför platsundersökningar. I avsnitt 4.2 redovisas remissinstansernas och SKI synpunkter på ett antal frågor relaterade till MKB.

Även tidigare FUD-program med tillhörande remissförfaranden och regeringsbeslut har ägnat relativt stor uppmärksamhet åt olika aspekter på lokalisering. I beslutet om FUD-program 95 krävde regeringen t.ex. att SKB senast i samband med FUD-program 98 mer ingående ska redovisa de faktorer som bör styra valet av en plats lämplig för slutförvaring. Sådan redovisning, t.ex. rapporten om skillnader i lokalisering till norra respektive södra Sverige och skillnader mellan en kust- respektive inlandslokalisering (Leijon, 1998), har inkommit och kommenteras nedan. Regeringen har också särskilt betonat vikten av att berörda kommuner, inför sina ställningstaganden till ev. platsundersökningar, har tillgång till SKBs samlade redovisning. SKIs synpunkter på det underlag som bör föreligga i samband med valet av platser för platsundersökningar redovisas i avsnitt 4.4.2.

Regeringen har även uttalat sig när det gäller MKB och platsvalsprocess. En viktig utgångspunkt för de regionala samråden kring MKB har varit regeringens beslut 18 maj 1995 över kompletteringen till FUD-program 92, som betonar länsstyrelsernas uppgift att samordna kontakter mellan kommuner, myndigheter m.fl. i samband med SKBs förstudier och kommande plats- och detaljundersökningar. SKIs uppfattning är att de olika s.k. "MKB-processernas" betydelse måste ses mot bakgrund av detta tydliga uttalande från regeringen.

4.2 MKB-dokument och samråd

SKBs redovisning

SKBs redovisning av MKB-relaterade frågor i FUD-program 98 kan något förenklat delas i in två delar, dels innehållet i MKB-dokument, dels en beskrivning av de pågående samråden kring MKB-frågor. Beskrivningen av de pågående samråden, som

idag sker på nationell, regional och lokal nivå är en översiktlig lägesbeskrivning utan någon djupare analys. Ett viktigt konstaterande som SKB drar gällande de lokala samråden, dvs. de som sker i förstudiekommunerna, är att de har och även fortsättningsvis bör utformas så de passar respektive kommuns behov och förutsättningar.

När det gäller MKB-dokument presenterar SKB i en bilaga till FUD-program 98 ett förslag till ”innehållsförteckning till miljökonsekvensbeskrivning vid lokalisering av ett djupförvar”. SKB betonar att syftet med förslaget inte är att slå fast en struktur för MKB-dokumentet utan avsikten är att initiera en diskussion med berörda parter. SKB menar därvid att det breda remissförfarande som FUD-program 98 genomgår är ett lämpligt tillfälle att tidigt inhämta synpunkter på förslaget.

Remissinstansernas synpunkter

Många remissinstanser diskuterar i sina yttranden MKB-frågor, både dokument och samrådsförfarande. I de flesta yttranden är MKB-frågorna starkt kopplade till valet av metod för att ta hand om det använda kärnbränslet m.m. och/eller till den lokaliseringsprocess som ska leda fram till att de anläggningar som behövs för omhändertagande kan lokaliseras, byggas och drivas.

Några instanser tar i generella ordalag (förstudiekommuner, länsstyrelser, Greenpeace m.fl.) upp nödvändigheten av väldefinierade former för MKB-förfarandet, t.ex. att startpunkten behöver vara tydlig och att deltagande parter behöver definieras. Det framförs också viss kritik att SKB tolkar MKB på ett alltför generöst sätt och att det kan riskera att urholka dess betydelse. T.ex. anför Oskarshamn att SKBs kommuninformation inte kan anses utgöra en del av ett systematiskt MKB-samråd. Greenpeace framför också kritik mot framför allt SKBs beskrivning av det s.k. nationella MKB-samrådet, som man menar inte anser vara ett MKB-förfarande.

SSI uttalar att ”Nationellt MKB-forum”, som verkat under en tid under ordförandeskap av den Nationelle samordnaren på kärnavfallsområdet, inte skall ses som ett formellt samråd i miljöbalkens mening, vilket beskrivningarna i FUD-program 98 kan ge intryck av.

SSI diskuterar också MKB-förfarandet och föreslår att SKB inför platsundersökningar ska ha redovisat sin planering för hur olika samråd ska ske i olika skeden av lokaliseringen. SSI menar att SKB därvid ska utgå från miljöbalkens krav.

SSI anser att regeringen bör klargöra vilka former som kan tänkas för att ge miljöorganisationer möjlighet tillgodogöra sig och bedöma beslutsunderlag. SSI pekar i detta sammanhang på att förstudiekommuner får ersättning ur kärnavfallsfonden för informationsinsatser och kompetensuppbyggnad medan det normala är att varken kommuner eller organisationer får bidrag i samband med industrilokaliseringar. Flera miljöorganisationer nämner också behovet av resurser för att kunna vara verksamma i anslutning till SKBs platsvalsprocess.

Flera organisationer förespråkar att metodval och platsval separeras (Greenpeace, Opinionsgruppen mot Kärnavfall i Malå, Avfallskedjan), dvs. att först ska en metod utvecklas, prövas och godkännas och därefter kan platsvalet inledas. I detta fall ska beslut

om metod fattas på grundval av bl.a. en icke-platsspecifik MKB. Till denna grupp av yttrande kan också föras de (Boverket och Naturvårdsverket) som föreslår att en så kallad strategisk miljöbedömning bör ligga till grund för metodvalet.

Även SSI tar upp strategiska miljöbedömningar och menar sammanfattningsvis att man är tveksamma till att utveckla ett sådant förfarande. SSI bedömer att strategiska miljöbedömningar som nämns i Esbo-konventionen (SÖ 1992:13) inte är tillämplbara mot privaträttsliga objekt som t.ex. SKB. SSI betonar att miljöbalkens anvisningar ska ligga till grund för MKB-förfarandet. SKB har etablerat ett samarbete med kommuner och länsstyrelser i samband med förstudierna som ger möjligheter för regionala och lokala organ att få insyn i SKBs verksamheter. ”SSI bedömer att SKBs arbete sker i former som ger länsstyrelserna och berörda kommuner en tillfredsställande utgångspunkt för att göra en senare bedömning såsom förutses i miljöbalken.”

SSI pekar vidare på att viss tveksamhet råder om den formella statusen av de samråd som idag pågår. Därför bör det enligt SSI ”så snart som möjligt närmare redovisas hur ett samråd bör genomföras, och det är angeläget att denna fråga ytterligare belyses före val av plats för platsundersökningarna”. Vidare framförs att ”SKB - i enlighet med sökandens ansvar för bl.a. att ett tillräckligt samråd har genomförts - tidigt redovisar systematiken, strukturen och omfattningen av hur detta samråd planeras ske i de former (information, tidigt samråd, utökat samråd) och med alla de intressen som räknas upp i miljöbalken. Detta kan lämpligen ske i samband med ett kompletterande FUD-program, vilket kommer att remitteras brett, till såväl myndigheter, berörda förstudiekommuner och andra organisationer. SSI inser att MKB av många intressen i samhället tillmätts en mycket stor betydelse och anser därför att det är ytterst viktigt att det finns en klar och tydlig struktur i MKB-förfarandet där parterna kan förutse de olika stegen och får en reell möjlighet till samråd. En låg tilltro till MKB-förfarandet påverkar tilltron till hela slutförvarsprogrammet.”

Ett par remissinstanser (Avfallskedjan, Opinionsgruppen mot kärnavfall i Malå och Miljöpartiet de Gröna i Tierp) förespråkar att ett oberoende organ ges ansvaret för framtagande av MKB.

Det framförs också i några yttranden att beslut om vilken organisation som ska driva platsvalsprocessen ska fattas efter beslut om metodval, alternativt att SKB inte bör ha denna uppgift.

Många remissinstanser (t.ex. Oskarshamns kommun, länsstyrelsen i Västerbotten, Folkampanjen och KTH) betonar att MKB ska avse hela systemet för omhändertagande, d.v.s. samtliga verksamheter och anläggningar som krävs.

Behovet av att i MKBn behandla olika alternativ, avseende såväl olika metoder som lokalisering tas också upp av flera remissinstanser.

De remissinstanser (SSI, Oskarshamns kommun, länsstyrelsen i Kalmar län, Naturvårdsverket m.fl.) som kommenterar SKBs förslag till innehållsförteckning i en MKB är generellt sett försiktigt positiva. Man menar att förslaget följer t.ex. miljöbalkens krav men betonar samtidigt att MKBns innehåll och utformning ska utformas via samråd.

Greenpeace å andra sidan menar att innehållsförteckningen är irrelevant eftersom den inte tillgodoser önskemålen på separation av metod- och platsval.

SKIs bedömning

Frågor som rör MKB har föranlett många synpunkter från olika remissinstanser. MKB har stark koppling till beslutsprocessen som behandlas i kapitel 2. SKIs bedömningar i detta avsnitt bör således beaktas tillsammans med bedömningarna i kapitel 2.

En ny förutsättning jämfört med tidigare FUD-program är att miljöbalken trädde i kraft 1 januari 1999, och innehåller nya regler för MKB. Detta betyder att SKBs FUD-program 98 till fullo inte återspeglar miljöbalkens krav. Remissinstansernas synpunkter avser i viss utsträckning också miljöbalkens betydelse för MKB och beslutsprocess. Även SKI har flera frågor kring balkens innehåll och tillämpning. Dessa rör bl.a. MKB men också hur samordning mellan kommande tillståndsprövningar enligt balk respektive kärntekniklag ska ske.

SKI anser, i likhet med flera remissinstanser, det mycket angeläget att regeringen i sitt beslut om FUD-program 98 ger sin syn på miljöbalkens tillämpning i anslutning till SKBs pågående platsvalsprocess och inför framtida tillståndsprövningar.

Några remissinstanser ifrågasätter SKBs beskrivning av de lokala, regionala och nationella s.k. MKB-samråden (hittills ofta kallade MKB-processer). SKI vill därför klargöra sin syn på dessa olika samråd.

SKI liksom remissinstanserna anser att en klar och tydlig roll- och ansvarsfördelning mellan olika aktörer är en nödvändighet. Enligt såväl kärntekniklagen som miljöbalken är det entydigt att ansvaret för att ta fram en MKB samt för att initiera och genomföra olika samråd åvilar SKB. En fråga som berörs i yttranden och som regelbundet diskuteras på olika möten är när MKB-förfarandet inleds. Med tidigare lagstiftning (naturresurslagen) var detta väsentligen odefinierat, det enda som krävdes var att en MKB skulle tas fram och utgöra ett av beslutsunderlagen vid tillståndsprövningen. I olika förstudiekommuner och länsstyrelser togs därför initiativ till olika samråd i syfte att uppfylla intentionerna med MKB.

SKIs uppfattning är att de samråd som pågår i anslutning till förstudier överlag fungerar bra och bedrivs i enlighet med syftena med MKB. SKI bedömer dock att miljöbalken kräver en i framtiden mer stringent användning av MKB-begreppet för att undvika oklarheter. Oskarshamns synpunkt att SKBs informationsverksamhet i förstudiekommuner inte kan anses som en del i ett systematiskt MKB-förfarande illustrerar denna risk för oklarheter. SKI stöder kritiken och menar att SKB bättre bör hålla isär MKB och informationsverksamhet i sina redovisningar.

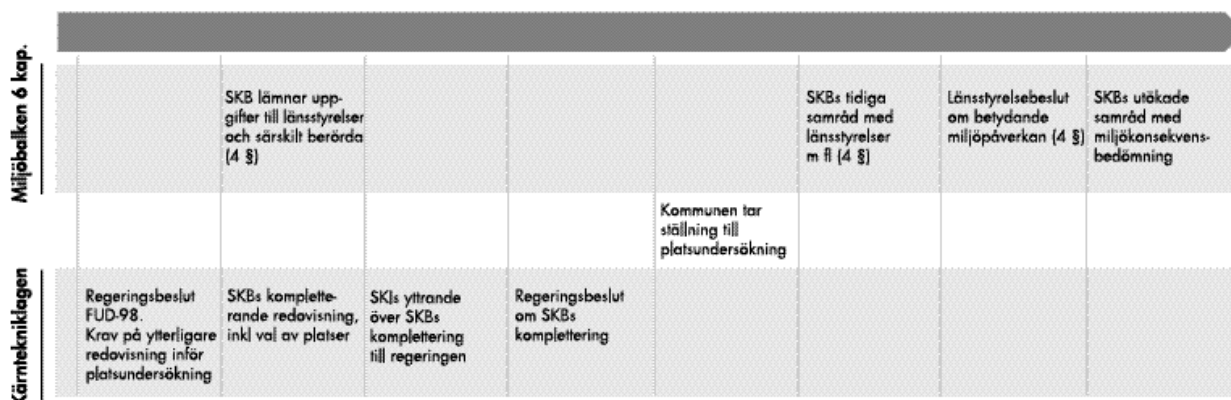
Den nationella samordnaren på kärnavfallsområdet bedriver sedan 1997 ett "Nationellt MKB-forum på kärnavfallsområdet". Enligt SKIs uppfattning, vilken sammanfaller med SSIs, ska detta forum ses mot bakgrund av samordnarens uppgift att främja samordningen av de informations- och utredningsinsatser som förstudiekommuner finner nödvändiga och därvid föreslå former för informationsutbyte samt vara beredd att koordinera kontakter mellan kommuner och länsstyrelser. Det är således inte ett forum som

etablerats för att uppfylla lagstiftningens formella krav på MKB. Det ska dock framhållas att deltagarna i det nationella MKB-forat strävat att arbeta i ”MKB-anda” och att MKB-frågor har haft stort utrymme i de diskussioner som förts.

I och med miljöbalkens ikraftträdande finns numera vissa riktlinjer för MKB-förfarandet. Enligt miljöbalken ska först SKB ha ett tidigt samråd med länsstyrelsen och enskilda som kan antas särskilt berörda (6 kap. 4 §). Länsstyrelsen ska därefter fatta beslut om utökat samråd (6 kap. 5 §). Ett sådant beslut måste fattas, eftersom anläggningar för hantering, bearbetning, lagring eller slutförvaring av använt kärnbränsle eller kärnavfall alltid ska antas medföra betydande miljöpåverkan (förordning (1998:905) om miljökonsekvensbeskrivningar). Före det tidiga samrådet ska SKB lämna uppgifter om verksamhetens lokalisering, omfattning och utformning samt om dess förutsedda miljöpåverkan. Dessa uppgifter kommer att ingå i de redovisningar som ska ligga till grund för motiveringen av valet av platser för platsundersökningar. Förstudiekommunerna kommer att ta ställning till ev. platsundersökning baserat på dessa redovisningar och myndigheternas granskningar.

SKI anser att SKBs tidiga samråd med aktuella länsstyrelser skulle kunna ske i samband med att berörda kommuner tar ställning till att medverka i platsundersökningar. Eftersom det tidiga samrådet ska följas av länsstyrelsens beslut erhålls en tydlig och formell start för miljöbalkens krav på utökat samråd med miljökonsekvensbedömning. En översikt över SKIs förslag till möjlig beslutsprocess inför platsundersökningar ges i figur 4.1. SKI ser det som en fördel att ett sådant beslut fattas i anslutning till det viktiga steg i SKBs program som platsundersökningar innebär. På motsvarande sätt kan en process för SKBs planerade inkapslingsanläggning genomföras.

Möjliga steg i beslutsprocessen inför platsundersökningar



Figur 4.1

SKIs förslag till beslutsprocess inför start av platsundersökningar. Figuren visar schematiskt hur olika aktiviteter och beslut skulle kunna koordineras för att uppfylla kraven i Kärntekniklagen och Miljöbalken samt tillgodose önskemålen om en tydlig beslutsprocess. SKI anser att SKBs tidiga samråd med aktuella länsstyrelser skulle kunna ske i samband med att berörda kommuner tar ställning till eventuell medverkan i platsundersökningar. Detta skulle ge en tydlig formell startpunkt på MKB-förfarandet för slutförvaret eftersom detta tidiga samråd enligt Miljöbalken ska följas av länsstyrelsens beslut om utökat samråd med miljökonsekvensbedömning.

SSI har föreslagit att SKB bör åläggas att tillsammans med övrigt underlag, som ska ligga till grund för SKBs val av platser för platsundersökningar, redovisa sin planering för hur olika samråd ska ske i olika faser av lokaliseringen. SKI stöder detta förslag och föreslår att regeringen utfärdar ett villkor för SKBs fortsatta arbete med denna innebörd.

Som nämnts ovan har flera remissinstanser föreslagit att ett förfarande med strategisk miljöbedömning bör införas. Gemensamt för dessa yttranden är åsikten att en sådan bedömning kan ligga till grund för valet av metod för slutligt omhändertagande. SKI delar uppfattningen att kärnavfallsfrågan omfattar många frågeställningar av strategisk karaktär, i första hand metodvalet. Valet av metod diskuteras grundligt i kapitel 3 ovan och upprepas inte här. Strategiska frågor diskuteras idag ofta i "MKB-processerna" i anslutning till SKBs förstudier. Sådana frågor har också uppmärksammats i tidigare FUD-program med tillhörande granskningar och inte minst i regeringens beslut. Till exempel anser SKI att regeringens krav på en systemanalys av hela slutförvarssystemet inklusive en redovisning av alternativa lösningar till KBS-3-metoden måste anses utgöra ett viktigt underlag för att ta ställning till om SKBs program har rätt strategisk inriktning (se kapitel 3 ovan). SKI förutsätter och förespråkar att SKB i kommande MKB-förfaranden beaktar att även metodval och systemanalys utgör en del av underlaget till MKBn.

I ett par yttranden hänvisas till det arbete som sedan flera år pågår inom EG-kommissionen med att utarbeta ett direktiv om strategisk miljöbedömning. Ett reviderat förslag till direktiv redovisades av kommissionen i mars 1999 (EG-kommissionen, 1999). Förslaget ska därefter genomgå sedvanlig behandling. Det är alltså frågan om en lång process innan ett sådant direktiv eventuellt antas och ännu längre tid innan det kan bli infört i svensk lagstiftning. SKI bedömer att frågorna kring direktivet och dess tillämpning är många. Det är därför enligt SKI inte rimligt att idag utveckla en svensk process för kärnavfallsfrågan utgående från förslaget till direktiv. SKI anser dock att förslaget kan utgöra en hjälp och inspiration för SKB, myndigheter, kommuner och andra berörda när MKB-förfaranden utformas.

Nära knutet till frågan om strategisk miljöbedömning är de förslag till inrättande av ett särskilt organ för att bevaka och/eller ansvara för MKB. SKI stöder inte detta förslag. Det avgörande är enligt SKI att det finns klara och tydliga roller och ansvar för de olika aktörerna i kärnavfallsfrågan. Rollerna är idag tillräckligt tydliga i såväl kärntekniklagen som miljöbalken. Det är entydigt SKB som har ansvar för att ta fram såväl MKB som annat beslutsunderlag inför en tillståndsansökan. Med miljöbalken har det också förtydligats att det är SKB som har ansvaret för att initiera, genomföra och dokumentera de nödvändiga samråden med myndigheter, de kommuner, den allmänhet och de organisationer som kan antas vara berörda.

SKI anser att de myndigheter som har ansvar för tillsyn och granskning, enligt olika lagar och förordningar, av den planerade verksamhet också har ansvar att bevaka att MKB-förfarandet genomförs på ett bra sätt. SKI anser att förstudiekommunernas ökande krav på säkerhets- och strålskyddsmyndigheterna stöder att det är just gransknings- och tillsynsmyndigheternas medverkan och stöd till kommuner m.fl. som krävs. Detta uttrycks också av KSO som uttalar att det är myndigheterna som bör ha ansvaret för beslutsprocess, MKB m.m. Sammanfattningsvis anser SKI att någon slags MKB-kommis-

sion på kärnavfallsområdet inte behövs utan tvärtom att ett sådant organ skulle medföra otydligheter i förhållande till den lagstiftade och etablerade ansvarsfördelningen.

En aktiv medverkan i MKB-förfaranden förutsätter att berörda parter har tillräckliga resurser. I samband med att SKB inledde förstudier uppmärksammades kommunernas behov av resurser för information till allmänheten. Detta ledde fram till ändringar i finansieringslagen med förordning så att SKI sedan 1995 kan bevilja kommuner, där förstudier pågår eller har pågått, ersättning för informationskostnader med upp till 2 miljoner kr. per kalenderår. Ersättning kan alltså utgå fram till dess det står klart att en kommun inte är aktuell för fortsatta undersökningar. Enligt SKIs uppfattning är det idag väl sorjt för ersättning till förstudiekommunerna, även om ersättningsnivån kan behöva justeras i framtiden.

Miljöorganisationer har såväl tidigare som i samband med remissbehandlingen av FUD-program 98 framfört önskemål om medel för egen verksamhet i anslutning till SKBs platsvalsprocess. SKI avstyrkte 1998 en sådan ansökan från Avfallskedjans förening eftersom finansieringslagen och finansieringsförordningen endast omfattar ersättning till kommuner. Miljöbalken tillmäter emellertid miljöorganisationer betydligt större betydelse än tidigare lagstiftning, i propositionen står t.ex. att ”bland organisationer som kan vara berörda kan nämnas miljö- och naturvårdsorganisationer.” SSI föreslår i sitt yttrande att regeringen belyser hur resurser skulle kunna ställas till miljöorganisationers förfogande. Mot bakgrund av den ändrade lagstiftningen ansluter sig SKI till SSIs förslag att regeringen utreder möjligheterna att ge stöd till miljöorganisationer med särskilt engagemang i kärnavfallsfrågan.

SKBs förslag till innehållsförteckning i en MKB omfattar miljöbalkens obligatoriska frågeställningar med en tillräcklig grad av anpassning till slutförvarsfrågan. SKI anser liksom flera remissinstanser att SKBs förslag till innehållsförteckning kan utgöra ett underlag för fortsatta diskussioner med berörda.

4.3 Översiktsstudier och förstudier

4.3.1 Inledning

I samband med granskningen av SKBs komplettering av FUD-program 92 efterfrågade många remissinstanser en samlad redovisning av studier som gjorts i nationell skala. Regeringen ställde i sitt beslut 18 maj 1995 krav på sådan redovisning i anslutning till kommande FUD-program och 1995 presenterade SKB Översiktsstudie 95 (SKB, 1995a). I sin granskning av FUD-program 95 menade SKI att Översiktsstudien behövde kompletteras med bl.a. en redovisning av för- och nackdelar med en lokalisering till södra respektive norra Sverige samt för en kustnära respektive en inlandsförläggning. I sitt beslut från 19 december 1996 ställde regeringen som villkor att SKB ska ”komplettera Översiktsstudie 95 genom att på ett mer ingående sätt än vad som gjorts redovisa de faktorer som bör styra valet av en plats lämplig för ett slutförvar”. För att uppfylla regeringens krav och andra synpunkter har SKB nu i en särskild rapport redovisat de generella skillnaderna i förutsättningar för lokalisering av djupförvar till olika delar av

Sverige (nord-syd/kust-inland; Leijon, 1998). SKB har dessutom påbörjat länsvisa översiktsstudier för samtliga län utom Gotland.

SKB har hittills avslutat två förstudier (Storuman och Malå; SKB, 1995b resp. 1996), preliminära slutrapporter finns för Nyköping och Östhammar (SKB, 1997a resp. 1997b), arbete pågår i Oskarshamn och sedan en kort tid tillbaka även i Tierp. I granskningen av FUD-program 95 stödde SKI att det finns flera fördelar med att arbeta i kommunskala men underströk samtidigt att det finns geovetenskapliga förhållanden som kräver studier i större regioner. SKB har påbörjat sådana studier i och med de länsvisa översikter som successivt presenteras.

SKB redovisar i tabell 6-2 i FUD-program 98 en översikt av lokaliseringsunderlaget. Jämfört med tidigare FUD-program har tillkommit nord-syd/kust-inland-rapporten, länsvisa översikter samt ytterligare förstudier och diskussionen nedan avser detta material. Det övriga lokaliseringsunderlaget, inklusive bl.a. platsvalsfaktorer och platsundersökningsprogram, behandlas i avsnitt 4.4.

4.3.2 Nord-syd/Kust-inland

SKBs redovisning

SKBs redovisning av generella skillnader i förutsättningar för lokalisering av djupförvar mellan olika delar av Sverige, nord-syd/kust-inland-rapporten, identifierar ett flertal viktiga faktorer som spelar roll vid bedömningen av förvarets säkerhet, teknik och för mark och miljö. Enligt SKB har ett viktigt inslag i utredningen varit att bedöma vad generella variationer av ovan identifierade faktorer kan betyda för djupförvaret, i relation till de variationer som för många faktorer uppträder i lokal skala. Utredningens huvudslutsats är att det, utifrån generella jämförelser och överväganden i vald översiktlig skala, inte går att prioritera varken den norra eller södra delen alternativt kust eller inland, med avseende på lokalisering. Detta är en följd av att många viktiga lokaliseringsfaktorer uppvisar stora lokala variationer. SKBs bedömning är att lämpligheten istället måste grundas på studier av konkreta områden.

Remissinstansernas synpunkter

”Sveriges geologiska undersökning (SGU) instämmer i SKBs bedömning att det utifrån generella jämförelser och överväganden i översiktlig skala inte går att i nuläget förorda eller utesluta en kustnära lokalisering, relativt en lokalisering till inlandet, inte heller en nordlig lokalisering relativt en sydlig lokalisering.” SGU konstaterar dock att ”områden med förhöjd frekvens av jordskalv och berggrörelser efter senaste istiden är koncentrerade till de fyra norrlandslänen. Detta pekar mot vissa nackdelar med en nordlig lokalisering.” SGU upprepar vad myndigheten sade redan vid remissvaret på FUD-program 95 att det från hydrogeologisk synpunkt finns flera omständigheter som talar för att ett slutförvar bör förläggas vid kusten inom de södra delarna av landet (låg hydraulisk gradient, lindrigast framtida nedisning).

SKIs bedömning

SKB har valt att basera sin redovisning på data i en översiktlig nationell skala. Vald detaljeringsnivå (skala) på indata och redovisning medför stora osäkerheter och svårig-

heter med tolkningen av resultaten. SKI kan således konstatera att med valt angreppssätt, innebärande kvalitativa resonemang, har SKB svårigheter att dra några entydiga slutsatser om för- och nackdelar med olika lokaliseringar. Ett problem i detta sammanhang är enligt SKI att SKB inte gjort några tydliga försök att sätta upp mätbara mål som redovisningen ska försöka ge svar på och vägledning vid en framtida lokalisering.

SKI anser att de av SKB behandlade faktorerna är helt relevanta att ta upp i detta sammanhang. SKI saknar emellertid en djupare analys som belyser faktorernas betydelse ur lokaliseringssynpunkt. SKB för endast ett kvalitativt resonemang om faktorernas eventuella positiva eller negativa påverkan. SKI saknar enkla kvantitativa analyser i ändamålsenlig skala som underbygger de slutsatser SKB drar i rapporten, t.ex. vad gäller in- och utströmningsproblematiken eller klimatpåverkan etc. Exempelvis skulle en modellering baserad på parametrar som regional sprödteknik, vattenföring i regionala zoner och regional topografisk gradient ge anvisning om var omsättningen av grundvatten är stor samt var regionala utströmningsområden finns och var snabb transport sker. En sådan modell kan även visa att gammalt grundvatten inte behöver vara detsamma som stagnant grundvatten.

SKI anser att exempelvis regional modellering av grundvattenflöde med hänsyn till betydelsen av in- och utströmningsområden i kombination med SKBs angreppssätt i denna rapport bör medföra mer entydiga slutsatser och därmed ett mer användbart beslutsunderlag inför valet av platser för platsundersökningar. SKI saknar en riktig konsekvensanalys och hur SKB avser att ta hand om identifierade faktorer i sin fortsatta verksamhet.

SKB anser själv att utredningen inte ger något bidrag till urvalsunderlaget för lokaliseringsprocessen men att den förhoppningsvis bidrar till bakgrundsmaterialet. Urvalsunderlag för lokaliseringsprocessen utgörs enligt SKB av studier som görs i regionala översiktsstudier och förstudier. SKB anser vidare att utredningen inte har syftat till att peka ut områden som kan vara lämpliga för vidare lokaliseringsstudier. SKI har svårt att förstå att SKB redan från början kunnat ställa upp det sistnämnda som ett mål för utredningen.

SKI föreslår således att SKB går ytterligare ett steg i detaljeringsnivå och utnyttjar underlaget från de genomförda och pågående länsvisa översiktsstudierna. Dessa studier täcker på ett sammanhållet och konsistent sätt stora delar av Sverige som är aktuellt för en eventuell lokalisering av plats för ett slutförvar. De utgör dessutom enligt SKI ett urvalsunderlag, tillsammans med förstudier, i lokaliseringsprocessen och pekar även ut områden intressanta för vidare studier.

SKI ser således SKBs redovisning som en god inledning till att identifiera och diskutera viktiga faktorer. Faktorernas betydelse från lokaliseringssynpunkt kan SKB emellertid inte uttala sig om, därtill är underlaget och SKBs redovisning för generell. Materialet tillåter heller inte några jämförelser av regioner/platser.

SKI anser att genom att utnyttja och koppla ihop kunskaperna erhållna i de länsvisa översiktsstudierna med nord-syd/kust-inland-analysen ökar möjligheterna för SKB att få vägledning i och stöd i motiveringen för att utvalda platser för framtida platsunder-

sökningar, baserat bl.a. på förstudier, är tillfyllest. Det är viktigt att SKB vägt in de faktorer som behandlas i denna rapport med övriga faktorer som påverkar valet av platser. I samband med identifieringen av områden som framstår som intressanta för vidare lokaliseringsstudier (efter förstudier) bör enligt SKI således även dessa storregionala faktorer tas hänsyn till och vägas in i analysen.

Den ovan skisserade förfinade analysen möjliggör, enligt SKIs åsikt, att efterfrågad sammanvägda analys av lokaliseringsfaktorer kan genomföras i rätt ordningsföljd och vid rätt tidpunkt.

4.3.3 Länsvisa översiktsstudier

SKBs redovisning

SKB presenterade i samband med FUD-program 95 en översiktsstudie i nationell skala av lokaliseringsförutsättningar för ett djupförvar. SKI ansåg att studien behövde kompletteras i flera avseenden för att den skulle kunna vara användbar i SKBs fortsatta arbete med platsvals faktorer och i lokaliseringsprocessen.

I regeringsbeslut från 19 december 1996 ansåg också regeringen att SKB bör komplettera Översiktsstudie 95 genom att på ett mer ingående sätt redovisa de faktorer som bör styra valet av en plats lämplig för ett slutförvar av använt kärnbränsle och långlivat radioaktivt avfall.

SKB har beaktat SKIs synpunkter och regeringens beslut genom att i samband med FUD-program 98 komplettera materialet med länsvisa översiktsstudier. Syftet med länsvisa studier är enligt SKB bl.a. att ta fram underlag för att sätta in undersökta områden (genomförda förstudier) i sitt regionala sammanhang, som SKI saknade vid granskning av FUD-program 95.

I april 1999 föreligger länsvisa översiktsstudier från tio kustlän. SKB avser att använda länsvisa översiktsstudier för att finna kommuner där ytterligare förstudier kan genomföras.

Remissinstansernas synpunkter

SGU, som på uppdrag av SKB genomför länsvisa översiktsstudier i 20 län, anser att hittills utförda länsvisa översiktsstudier i tio kustlän visar på goda möjligheter att finna lämpliga områden för fortsatta lokaliseringsstudier i samtliga tio län. De fyra norrlandslänen uppvisar enligt SGU vissa nackdelar med en koncentration av postglaciala berg- rörelser.

Geolog N-A Mörner anser att i de länsvisa översiktsstudierna borde även inkluderats bedömningar/hänsyn till ung geotektonik och tar upp Strängnäs kommun som ett exempel.

SKIs bedömning

SKI finner SKBs ambition att genomföra länsvisa översiktsstudier i 20 län som lovvärd och anser att SKB med utgångspunkt från dessa borde ha goda möjligheter att identi-

fiera kommuner som är lämpliga för ytterligare förstudier. Ambitionsnivån för studiernas genomförande har varit ändamålsenlig och kvaliteten på hittills redovisade länsvisa studier, genomförda av SGU, bedömer SKI som god.

De länsvisa översiktsstudierna täcker på ett sammanhållet och konsistent sätt stora delar av Sverige som är aktuellt för en eventuell lokalisering av ett slutförvar. De utgör dessutom enligt SKB ett (av flera) urvalsunderlag i lokaliseringsprocessen och pekar även ut områden intressanta för vidare studier. SKI delar även slutsatsen som dras i FUD-program 98 att både länsvisa översiktsstudier och förstudier behövs för en heltäckande bild av de geovetenskapliga förhållandena.

SKI kan konstatera att rapporterna fyller sin funktion att för en bredare publik visa SKBs bedömning av lokaliseringspotential med avseende på geovetenskapliga faktorer. Rapporterna är emellertid inte presentationsmässigt tillräckligt detaljerade i sin upplösning, dataunderlag, val av skala på figurerna etc. för att de ska kunna utnyttjas som ett direkt underlag t.ex. i samband med en analys som sätter en vald plats i ett regionalt perspektiv. Det sistnämnda anges i FUD-program 98 som ett av syftena med de länsvisa översikterna. SKI förutsätter emellertid att SKB, vilka själva kommer att behöva utnyttja framtaget underlag, har tillgång till en databas som möjliggör denna och andra nödvändiga typer av analyser. SKI ser också ett framtida behov att få tillgång till dessa data för att kunna göra egna oberoende analyser.

SKI kan konstatera att SGU producerat nya sammanställningar visande plastiska deformationszoner (äldre deformationer). Detta är bra men SKI saknar en likartad ambitionsnivå vad gäller de spröda deformationszonerna (yngre deformationer) i regional skala. Även om dessa ofta följer äldre "ärrbildningar" i berggrunden är förekomsten av yngre strukturer som skär/överkorsar äldre strukturer inte ovanliga och i vissa fall har sprickzonerna även en mycket lång utsträckning (upp till 25-30 km) även när de är mycket smala. En sammanställning av enhetliga sprödtektioniska kartor i rätt skala skulle troligtvis kunna visa på strukturmönster, som tidigare inte analyserats med avseende på sin betydelse i detta sammanhang.

Det är även önskvärt att de länsvisa översiktsstudierna tydligare beskriver hur man valt ut det dataunderlag som utgör underlag för sammanställningarna. SKI kan även konstatera att sammanställningarna för vissa områden skenbart uppvisar en homogen bild, men som i verkligheten är inhomogen med avseende på t.ex. dataunderlaget (nytolkat och gammalt underlagsmaterial blandat). SKI anser det viktigt att det tydligt framgår för användaren av översiktsstudierna, vad sammanställningar av denna typ tillåter och vad de inte tillåter. I vissa fall påpekas i texten några av dess svagheter, men på ett enligt SKIs mening ofullständigt sätt, i och med att inte konsekvenserna tydligt förklaras.

4.3.4 Förstudier

SKBs redovisning

Syftet med förstudier

I en förstudie utreder SKB möjligheterna till framtida lokalisering av ett djupförvar inom en kommun, som visat intresse för att få en förstudie utförd. Syftet med studien är enligt SKB att erhålla ett brett faktaunderlag för samtliga inblandade parter.

SKB avser att genomföra 5-10 förstudier, vilket man bedömt rimligt för att få ett tillräckligt brett underlag för senare skeden av programmet. Detta har också stötts av regeringen, som i beslutet över kompletteringen till FUD-program 92 angav att SKBs kommande tillståndsansökan ska innehålla underlag från 5-10 förstudier och från minst två platsundersökningar.

Förstudier har slutförts i Storuman och Malå där genomförda folkomröstningar resulterat i att SKB avslutat all lokaliseringsverksamhet i båda kommunerna. Från utförda förstudier i Nyköping och Östhammars kommun föreligger preliminära slutrapporter. I Oskarshamns kommun påbörjades förstudien 1997 och i Tierps kommun 1998. SKB hoppas dessutom kunna påbörja minst en ytterligare förstudie under 1999.

Nedan sammanfattas kort förstudierna i Nyköping och Östhammar eftersom SKB publicerat preliminära slutrapporter för dessa sedan förra FUD-programmet.

Förstudie Nyköping och Östhammar

SKBs preliminära bedömning är att de områden som kan nås via en tunnel från Studsvik är mest intressanta för en eventuell platsundersökning inom Nyköpings kommun.

Inom Östhammars kommun bedömer SKB området i Forsmark mellan SFR och Bolundsfjärden som det mest intressanta för vidare studier utgående från geologiska faktorer, markanvändningsintressen, miljöpåverkan och transportmöjligheter. Utgående från erfarenheter av byggande av anläggningarna i Forsmark och SFR anser SKB att vid en eventuell platsundersökning inom området (Fall 1a) särskild uppmärksamhet bör ägnas åt frågor som:

- skjuvzoners betydelse för den långsiktiga säkerheten
- för och nackdelar med ett djupförvar i en tektonisk lins
- möjligheten till malmpotentiell berggrund mot djupet
- förekomst och betydelse av horisontella zoner
- förekomst och betydelse av höga bergspänningar
- berggrundens vattengenomsläpplighet
- vattenkemiska förhållanden.

Remissinstansernas synpunkter

Uppsala universitet (UU) anser att genomförda och planerade förstudier inte ger tillräckligt underlag för val av två orter för detaljerade platsundersökningar och förespråkar kompletterande studier. Man säger att "en annan slutsats, som bör framföras tydligare, är att de databaser som SKB anlitar för platsvalsstudier (t.ex. SGUs grundvattenarkiv), inte ger underlag för en bedömning av vattnets sammansättning och rörelser på

500 m djup” och att ”man kan återigen konstatera att ’förstudierna’ inte räcker som grund för urval av platser för framtida detaljundersökningar. Ett mellansteg behövs.” UU påpekar vidare ”att regionala skjuzoner ofta karakteriseras av starkt varierande deformationsgrad – partier (linser) med föga påverkad berggrund uppträder ofta internt (t.ex. i Östhammarsområdet). Dessa s.k. ’low strain lenses’ kan vara särskilt lämpliga för kärnavfallsdeponering och bör undersökas närmare.”

SGU framhåller att ”utvärderingen av förstudierna i Nyköpings och Östhammars kommun ger vid handen att det finns potentiellt gynnsamma områden både i kommunerna i sin helhet liksom i anslutning till reaktorn i Studsvik respektive kärnkraftverket i Forsmark. Utifrån det material som finns idag går det inte att rangordna de intressanta områdena då alla innehåller potentiellt bra berg.”

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen (FMKK) är skeptiska till SKBs lokaliseringmetodik med hänvisning till att SKB i förstudien i Östhammar pekar ut ett område strax sydost om Forsmark i omedelbar anslutning till en omfattande skjuzon som ”primärt intresseområde för djupförvar”. Detta görs samtidigt som SKB i underlagsrapporten till FUD-programmet säger att ”det finns idag ingen klar uppfattning om hur regionala skjuzoner och tektoniska linser påverkar säkerheten i ett djupförvar...Av försiktighets-skäl har därför områden som berörs av plastiska skjuzoner avfärdats i förstudierna”.

SKIs bedömning

När det gäller SKBs förstudier gör SKI idag samma övergripande bedömningar som i samband med granskningen av FUD-program 95. Dessa bedömningar är i korthet:

- SKI delar uppfattningen att kommuner är lämpliga administrativa enheter för förstudier.
- Flera viktiga geovetenskapliga förhållanden behöver belysas i regional skala (vilket inletts i och med SKBs länsvisa översikter).
- SKI stöder SKBs ambition att konkret peka ut potentiella förvarsområden i berörda kommuner.
- Det är nödvändigt att SKB inom utpekade områden genomför fältkontroll (och ev. kompletterande geofysiska mätningar) av viktig befintlig geovetenskaplig information för att minska risken för att ett tidigt beslut baserat på bristfälligt underlag får stor genomslagskraft i platsvalsprocessen.

I sina bedömningar (prioritering av förvarsområden i en kommun) tar SKB även hänsyn till andra lokaliseringsfaktorer än geovetenskapliga. SKI anser det angeläget att SKB så långt det är möjligt redovisar vilken tyngd olika faktorer givits för att prioritera områden i de olika förstudierna och hur man hanterat varierande faktaunderlag för de olika områdena.

Ett exempel är att SKB inom Östhammars kommun förordar området i Forsmark mellan SFR och Bolundsfjärden (Fall 1a) trots ett antal uppräknade nackdelar i den preliminära slutrapporten. Dessa är bl.a. få berghällar och till stor del vattentäckt område, relativt begränsad områdesutsträckning samt känslig flora och fauna. Dessutom anger SKB i strecksatserna ovan ett antal viktiga faktorer som måste beaktas vid en eventuell platsundersökning inom Forsmarksområdet. SKI anser att det är svårt att förstå vilka

lokaliseringsfaktorer som lett till att SKB kunnat dra så långt gående slutsatser att man kan förorda Fall 1a framför Fall 1b och Fall 2.

En snarlik uppfattning har den forskargrupp vid UU som på Östhammars kommuns uppdrag granskat förstudien. Gruppens slutsats är att ”därför rekommenderas att lokaliseringsfallen 2 behålls i den fortsatta diskussionen till dess ytterligare geologiskt underlag införskaffats” (Eriksson m.fl., 1998). Det ska framhållas att SKB aviserat att man kommer att komplettera förstudien på flera av de områden som forskargruppen föreslagit. SKBs preliminära bedömningar kan således komma att modifieras.

En fråga som ofta ställs till SKI av företrädesvis förstudiekommuner gäller granskning av förstudier. SKI kommer att granska förstudiematerialet när samtliga förstudier är avslutade. Granskningen kommer att avse rapporternas kvalitet och bredd. Inför granskningen av såväl förstudierrapporter som annat underlag, som SKB kommer att redovisa inför platsundersökningar, kommer SKI att samråda med förstudiekommunerna. SKI vill därigenom skapa förutsättningar för att granskningen ska tillgodose även kommunernas behov.

4.4 Val av områden för platsundersökningar

SKI och flera remissinstanser efterlyste i granskningen av SKBs FUD-program 95 en tydlig redovisning av hur SKB avser att välja områden för platsundersökningar. Regeringen sade i beslutet (19 december 1996) till detta FUD-program att berörda kommuner bör ha tillgång till SKBs samlade redovisning av översiktsstudier, förstudier och annat bakgrundsmaterial och jämförelsematerial innan platsvalsprocessen kan övergå i platsundersökningar på minst två platser. Regeringen framförde också att SKB bör samråda med SKI och SSI om de förutsättningar som bör gälla för undersökningsarbetet vid platsundersökningar.

SKB anger nu i FUD-program 98 vilka redovisningar som planeras inför start av platsundersökningar. Vad gäller underlag för metodvalet hänvisar SKB till den systemanalys som redovisas i FUD-program 98 (SKB, 1998, Ekendahl och Papp, 1998). Som underlag för platsvalet avser SKB att ta fram ett brett underlag i lokaliseringsfrågan med motiveringar av valda platser samt ett platsundersökningsprogram med kriterier för platsutvärdering. SKB menar att det är nödvändigt att myndigheterna tar ställning till om de planerade redovisningarna av *metodval* och *platsval* är tillräckliga för att gå vidare med platsundersökningar.

4.4.1 Underlag inför platsval

SKBs redovisning

Innan SKB väljer områden för platsundersökningar avser man att presentera ett *bakgrundsmaterial*, ett *jämförelseunderlag* och ett *urvalsunderlag*. Till bakgrundsmaterialet hänförs allmänna översikter eller speciella utredningar, Översiktsstudie 95, länsvisa översiktsstudier och studien Nord-syd/Kust-inland. Till jämförelsematerial hänförs typområdesundersökningar, översiktsstudie i kärntekniska kommuner, förstudierna i Malå

och Storumans kommun och finska platsundersökningar. Urvalsunderlaget består av resultat från förstudier i de kommuner som medverkar i lokaliseringsprocessen.

Utöver ovanstående planerar SKB även att under de tre kommande åren redovisa en säkerhetsanalys av den långsiktiga säkerheten (SR 97), ett platsundersökningsprogram och kriterier för platsutvärdering. SKB anger att valet av områden för platsundersökningar kommer att ske under 2001 och att det kommer att baseras på en samlad redovisning av urvalsunderlag med motiv för valda områden.

Remissinstansernas synpunkter

De kommuner, lokala säkerhetsnämnder och länsstyrelser där SKB bedriver förstudier visar i sina remissvar ett starkt engagemang i frågor kring SKBs redovisningar och beslutsprocessen inför övergången till platsundersökningar. Remissinstanserna framhåller att myndigheterna måste uttala sig om (KBS-3)metoden och platsvalet innan de kan ta ställning till en eventuell medverkan i platsundersökningar. Remissinstanserna anser därför att myndigheterna måste granska och ta ställning till de samlade redovisningar som regeringen i tidigare FUD-beslut begärt av SKB inför påbörjande av platsundersökningar, bl.a. systemanalys med redovisning av alternativa metoder, säkerhetsanalys för KBS-3-metoden (SR 97), översikts- och förstudier, platsvalsfaktorer och platsundersökningsprogram.

Förstudiekommunerna framhåller vidare att det måste finnas en *definierad procedur* med granskning av det samlade underlaget som leder fram till yttranden från myndigheterna. Regeringen måste sedan med stöd av myndigheternas yttranden ta ställning till om lokaliseringsprogrammet ska övergå i platsundersökningar. Förstudiekommunerna och SSI föreslår att ett möjligt förfarande skulle kunna vara att regeringen i anslutning till FUD-program 98 beslutar att SKB ska komplettera programmet med den samlade redovisning som krävs inför valet av platser för platsundersökningar.

SSI anser att det kompletterande programmet bör remissbehandlas brett på samma sätt som FUD-program 98, för att sedan bli föremål för regeringsbeslut. Enligt SSIs uppfattning bör regeringsbeslutet föreligga *innan* valet av områden för platsundersökningar görs. SSI framhåller vidare att SKB i samband med den kompletterande redovisningen bör:

- utveckla sin systemanalys för de olika strategierna liksom för alternativa metoder inom dessa strategier
- redovisa hur samrådet i olika faser av lokaliseringen planeras ske med utgångspunkt från miljöbalkens bestämmelser
- redovisa aktuella ekosystem för de områden som ingår i urvalsunderlaget och
- ge en preliminär redovisning av hur SSIs föreskrifter (SSI FS 1998:1) kan uppfyllas för platser som ingår i urvalsunderlaget.

Boverket och Naturvårdsverket anser att en strategisk miljöbedömning av metodvalet behöver genomföras innan SKB påbörjar platsundersökningar. Syftet skulle vara att göra en samlad utvärdering av alla tillgängliga handlingsalternativ och att fastlägga en metod för den fortsatta hanteringen av platsvalet. SSIs bedömning är att strategisk

miljöbedömning som nämns i Esbo-konventionen inte är tillämpbar gentemot privaträttsliga objekt som t.ex. SKB (se även avsnitt 4.2).

Miljöorganisationerna anser att platsvalsprocessen bör stoppas och att val av områden för platsundersökningar inte bör göras innan slutförvaringsmetoden har godkänts av myndigheter och regering. Miljöorganisationerna är överens om att det krävs ytterligare forskning om alternativa metoder för omhändertagande av kärnavfallet innan val av metod kan göras. Flera av miljöorganisationerna framhåller också att SKB tydligare måste redovisa hur man värderar de delvis motstridiga kraven på tillsynsfrihet, svåråtkomlighet och återtagbarhet.

Flera miljöorganisationer ifrågasätter SKBs roll som ansvarig organisation för lokaliseringsarbetet. Miljöförbundet Jordens Vänner, Opinionsgruppen mot kärnavfall i Malå, och Avfallskedjan föreslår att en oberoende instans bör ta över ansvaret för lokaliseringsprocessen. Greenpeace anser att SKB bör koncentrera sig på metodutveckling och att beslut om ansvar för lokaliseringsprocessen kan tas i ett senare skede när metoden är framtagen och godkänd. Rädda Fjällveden anser att SKI och andra myndigheter spelar en alltför passiv roll i lokaliseringsprocessen. FMKK anser att val av platser och beslut om platsundersökningar bör uppskjutas till efter FUD-program 01.

SKIs bedömning

Valet av områden för platsundersökningar och genomförandet av platsundersökningar är inte reglerat i svensk lagstiftning. SKI har dock förståelse för att SKB och många remissinstanser, bl.a. förstudiekommunerna, efterlyser en definierad beslutsprocess som leder till ett ställningstagande från myndigheter och regering angående plats- och metodval inför övergången till platsundersökningar.

SKI redovisar nedan myndighetens krav på de tekniska och säkerhetsmässiga redovisningar som SKB bör ta fram inför start av platsundersökningar. Frågor kring beslutsprocessen och förslag på hur myndigheterna kan ta ställning till SKBs redovisningar diskuteras mer i detalj i början av detta kapitel och i kapitel 2.

SKI bedömer att SKBs planerade redovisningar inför övergången till platsundersökningar har en rimlig omfattning och kan förväntas ge ett tillräckligt underlag för ett myndighetsuttalande om både slutförvaringsmetod och val av platser för platsundersökningar. SKI vill dock framhålla att FUD-program 98 inte ger tillräcklig grund för att SKI idag ska kunna ta ställning till platsval och platsundersökningar (se Tabell 4.1). SKI anser därför, i likhet med förstudiekommunerna och SSI, att myndigheterna bör genomföra en granskning av det samlade underlag som SKB avser att presentera vid val av områden för platsundersökningar. Myndigheternas samlade bedömning bör då, utöver urvalsunderlaget, även omfatta SKBs säkerhetsanalys SR 97, en fullständig redovisning av systemanalysen och SKBs förslag till platsundersökningsprogram.

SKI stöder remissinstansernas förslag att granskningen bör kopplas till en komplettering av FUD-program 98 med ett remissförfarande och åtföljande yttranden av myndigheter och regeringsbeslut. SKI anser att det är rimligt att SKB i det samlade urvalsunderlaget även inkluderar förslag till val av områden för platsundersökningar med motiveringar för de valda områdena. Detta ger myndigheter, förstudiekommuner och andra berörda

parter möjlighet att granska den praktiska tillämpningen av lokaliseringsfaktorer och kriterier. SKI anser dock att det slutliga valet av områden för platsundersökningar inte bör göras innan myndigheter och regering tagit ställning till SKBs kompletterande redovisningar.

Som framgår av tabell 4.1 kan det att finnas behov av ytterligare redovisningar och avstämningar innan SKB påbörjar platsundersökningar. SKI anser dock att dessa skulle kunna hanteras i de löpande kontakterna mellan SKB och myndigheterna och genom samråd med berörda kommuner.

| Redovisnings- tillfällen: | FUD 98 | Vid val av 2 om- råden för plats- undersökningar | Inför start av platsunder- sökningar |
|--------------------------------------|---|--|---|
| Aktivitet: | | | |
| Systemanalys | Preliminär redovisning | Fullständig redovisning | Uppdateringar m.h.t. kapselutveckling m.m.* |
| Säkerhetsanalys | Ingår ej som särskild rapport (SR 97). Redov. planerad augusti -99 | Redovisad och granskad av internationell granskningsgrupp och av myndigheter | Utvärdering och kompletteringar m.h.t. granskningar* |
| Platsval | Delrapporter från översikts- och förstudier samt struktur för lokaliseringsfaktorer | Samlat underlag för platsval och val av två områden för platsundersökningar | Uppdateringar m.h.t. ev. kompletteringar av förstudier* |
| Platsundersökning | Preliminära planer | Generellt program | Platsanpassade program |
| MKB | Förslag till innehåll i MKB-dokument | Planer för genomförande med utgångspunkt från miljöbalkens krav | Möjliga plats- och anläggningsspecifika MKB-program* |

Tabell 4.1 Sammanställning av SKBs publicerade och planerade redovisningar inför övergång till platsundersökningar. Redovisningar markerade med * är SKIs förslag till kompletterande redovisningar.

Sammanfattningsvis anser SKI att SKB inte bör gå vidare med platsundersökningar innan:

- man har redovisat en fullständig systemanalys som motiverar metodval och belyser alternativa handlingsvägar för omhändertagande av kärnavfallet^{2,3}
- man har redovisat en ingående säkerhetsanalys (SR 97) av den långsiktiga säkerheten för den valda huvudmetoden och utsatt den för internationell granskning³. Analysen ska visa att KBS-3 metoden kan uppfylla SSI:s och SKI:s kravbild som preciserats i myndigheternas föreskrifter
- man har redovisat ett samlat urvalsunderlag med motiveringar av val av områden för platsundersökningar³
- man ur säkerhetsanalysen och med hänsyn till erfarenheterna från Äspöprojektet m.m. har härlett ett relevant platsundersökningsprogram³
- man har tydliggjort principerna för de successiva stegen i platsvalet, bl.a. kriterier för val och utvärdering av plats³.

4.4.2 Urvalsprocedur och kriterier

Regeringen har tidigare efterlyst förtydliganden av den pågående platsvalsprocessen, bl.a. vad gäller de faktorer som bör styra valet av plats för ett slutförvar och de kriterier som ska användas för att utvärdera platsundersökningar (regeringsbeslut 19 december 1996 angående FUD-program 95). SKB ger i FUD-program 98 (avsnitt 6.4 och 6.6) en lägesredovisning av det pågående arbetet inom detta område. Arbetet med att strukturera och precisera lokaliseringsfaktorer och kriterier redovisas i en särskild underlagsrapport (Ström m.fl., 1998).

SKBs redovisning

SKB anger att man kommer att välja ut områden för platsundersökningar i nära samråd med myndigheter, kommuner och andra berörda parter. Urvalsproceduren innehåller tre moment: strukturering av fakta, värderingar av fakta samt val av områden. Resultaten från samtliga förstudier struktureras under fyra olika grupper av lokaliseringsfaktorer: säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle, där för- respektive nackdelar värderas. Valet av områden för platsundersökningar ska sedan göras utifrån en *samlad bedömning* av alla lokaliseringsfaktorer (urvals- och jämförelseunderlag, bakgrundsmaterial). Det ska enligt SKB klart framgå vilka fakta, bedömningar och värderingar som ligger till grund för valet av platser liksom vilka oklarheter och osäkerheter som finns kring de valda områdenas egenskaper och förhållanden.

SKB ger i FUD-program 98 exempel på möjliga värderingsgrunder (kriterier) för olika typer av lokaliseringsfaktorer. SKB betonar att möjligheten att värdera den långsiktiga säkerheten är begränsad, eftersom data från berggrunden på förvarsdjup i stort sett saknas i detta skede av lokaliseringsprocessen. SKB avser dock att utnyttja data och genomförda säkerhetsanalyser från liknande geologiska miljöer som ingår i jämförelseunderlaget.

² Krav på redovisning har fastlagts i regeringsbeslut 18 maj 1995 angående komplettering till FUD-program 92.

³ Krav på redovisning har fastlagts i regeringsbeslut 19 december 1996 angående FUD-program 95.

SKB presenterar i FUD-program 98 och i "kriterierapporten" (Ström m.fl., 1998) arbetet med att utveckla en enhetlig struktur och nomenklatur för tillämpningen av lokaliseringsfaktorer och kriterier för platsutvärdering. Det finns grundläggande krav avseende funktion, säkerhet och strålskydd som måste uppfyllas för ett djupförvar. Dessa definieras av lagar, förordningar och av myndigheternas föreskrifter om omhändertagande av kärnavfall. Därutöver har SKB tidigare, bl.a. i den kompletterande redovisningen till FUD-program 92, utarbetat grundläggande krav och önskemål på djupförvarets funktion samt lokaliseringsfaktorer.

I kriterierapporten redovisar nu SKB en begreppsstruktur och nomenklatur för ytterligare precisering av de grundläggande kraven och önskemålen på djupförvarets funktion, indelade i ämnesområdena kemi, hydrogeologi, transportegenskaper i berget, termiska egenskaper, bergmekanik och geologi.

För varje grundläggande säkerhetsfunktion anges vilka *krav* och *önskemål* som kan ställas på funktioner och parametrar. SKB anger att det finns relativt få direkta krav på funktion medan det däremot går att identifiera ett stort antal parametrar och förhållanden där det finns önskemål om lämpliga värdeintervall. SKB konstaterar också att krav och önskemål behöver stämmas av mot den pågående säkerhetsanalysen SR 97 där delar av funktionsanalyser genomförs.

För varje säkerhetsfunktion identifieras vidare *geovetenskapliga värderingsfaktorer* och *kriterier* som användas i olika skeden av lokaliseringsarbetet för att visa om kraven och önskemålen är uppfyllda. Värderingsfaktorer definieras som mät- eller skattningsbara parametrar, t.ex. grundvattenflöde. Kriterier är mått eller kännetecken som behövs för att bedöma om en plats uppfyller ställda krav och utgörs av värden eller värdeområden för uppmätta eller beräknade parametrar.

SKB anger att kriterier kan vara olika i olika lokaliseringsskeden (förstudier, platsundersökningar och detaljundersökningar) beroende på att den tillgängliga informationen om platsen varierar. Kraven och önskemålen på de grundläggande säkerhetsfunktionerna förblir dock desamma.

SKB ger i kriterierapporten exempel på hur man tänker sammanställa krav, värderingsfaktorer och kriterier på ett överskådligt sätt i olika typer av tabeller. Ur tabellerna framgår det hur olika värderingsfaktorer och kriterier kommer att tillämpas och hur kunskapsunderlaget förändras under olika skeden av platsvalsprocessen. SKB anger också att man har genomfört en första inventering vilka geovetenskapliga parametrar som behöver bestämmas vid en platsundersökning (Andersson m.fl., 1998).

Den strukturering som genomförts är enligt SKB en förutsättning för en konsekvent och fullständigt presenterad kravbild ur ett funktionsperspektiv. SKB betonar dock att det är den samlade bilden av en mängd samverkande faktorer som avgör om en plats är lämplig eller ej. SKB menar därför att platsens lämplighet ytterst måste avgöras genom en samlad säkerhets- och bygganalys. Kriterierna förväntas dock ge en god vägledning om vad en sådan analys kommer att resultera i.

SKBs målsättning med det fortsatta arbetet är bl.a. att kunna presentera en fullständig uppsättning värderingsfaktorer och kriterier, enligt den struktur som presenteras i kriterierapporten, inför start av platsundersökningar. Därefter kommer arbetet att utvidgas till att innefatta även slutförvaret för annat långlivat avfall (SFL 3-5).

Remissinstansernas synpunkter

Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) och SGU anser att platsvalet ska följa av en strikt vetenskaplig bedömning och att kommunernas inställning inte bör vara styrande. SGU för en diskussion kring geovetenskapliga lokaliseringsfaktorer, bl.a. inverkan av en framtida nedisning och hydrologiska förhållanden, och pekar på fördelarna med en kustnära förläggning av ett djupförvar i södra Sverige. Göteborgs universitet (GU) anser att det krävs ett ökat politiskt stöd för lokaliseringsprocessen så att geovetenskapliga kriterier verkligen kan bli styrande för platsvalet.

SSI och SGU anser att SKB bättre bör belysa betydelsen av biosfärsförhållanden och in- och utströmningsområden som platsvalskriterier. SSI framför vidare att SKB inför platsvalet bör studera och redovisa olika aktuella ekosystem i de berörda förstudiekommunerna för att få kunskap om hur radionuklider uppträder i biosfären. KTH och Tierps kommun menar att myndigheterna måste förtydliga sina säkerhetskrav så att det bättre framgår vad som kommer att accepteras.

Förstudiekommunerna, de lokala säkerhetsnämnderna och länsstyrelserna anser, som tidigare nämnts, att tydliga kriterier för platsval måste presenteras innan val av platser för platsundersökningar kan göras. Man framhåller också att platsvalskriterierna är en del av det samlade underlag som myndigheterna behöver ta ställning till inför övergången till platsundersökningar. Oskarshamns kommun m.fl. remissinstanser framhåller särskilt att SKB bör förtydliga på vilket sätt de olika lokaliseringsfaktorerna (säkerhet, teknik, mark och miljö och samhälle) kommer att vägas samman och påpekar att frågan behöver diskuteras i MKB-samråd.

Miljöorganisationerna anser att lokaliseringsprocessen bör avbrytas (se vidare avsnitt 4.4.1).

SKIs bedömning

SKI anser att SKB i FUD-program 98 med tillhörande bakgrundsrapporter har presenterat en bra struktur för precisering av lokaliseringsfaktorer och generella säkerhetsfunktioner inför val av områden för platsundersökningar och utvärdering av platsundersökningar. SKI stöder SKBs ambition att systematiskt redovisa hur olika krav och önskemål på förvarets funktion kan utvärderas med hjälp av värderingsfaktorer och kriterier under olika skeden av ett platsundersökningsprogram. SKI är dock helt enig med SKB om att en plats lämplighet för slutförvar slutligen måste bedömas utifrån en samlad säkerhets- och byggnalys som tar hänsyn till *osäkerheter* och *samverkan mellan olika faktorer*. Kriterierna fyller en viktig funktion i att tydliggöra vad som kännetecknar en lämplig plats för ett slutförvar men de ger i sig inte tillräckligt underlag för att bedöma om platsen uppfyller de grundläggande säkerhetskraven.

SKI håller med SKB om att möjligheten att värdera den långsiktiga säkerheten med utgångspunkt från förstudier är begränsad. Direkta jämförelser mellan olika områden

komplieras dessutom av att informationsnivån mellan kommuner och inom en kommun kan variera högst avsevärt. SKI anser därför, i likhet med Oskarshamns kommun, att det är angeläget att SKB redovisar hur man väger samman de olika lokaliseringsfaktorerna säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle vid val av områden för platsundersökningar. Ett sådant klagörande behövs, enligt SKIs uppfattning, även för de förstudier där SKB redan har föreslagit områden som kan vara intressanta för fortsatta studier. Det är också nödvändigt att SKB utifrån en aktuell säkerhetsanalys (SR 97) stämmer av och tydligt redovisar de minimikrav och diskriminerande faktorer som avgör om en plats kan bedömas som lämplig för ett slutförvar.

SKI anser i likhet med SSI och SGU att SKB inför val av områden för platsundersökningar bättre bör utreda och redovisa vilken betydelse biosfärförhållanden och in- resp. utströmningsområden kan ha som platsvalskriterier. SKI håller också med om att SKB kan behöva se över om förstudierna ger tillräckligt underlag för att utvärdera den säkerhetsmässiga betydelsen av biosfären.

SKI konstaterar att SKBs arbete med att precisera krav och önskemål på grundläggande säkerhetsfunktioner som kan ställas på bergets funktion är starkt kopplad till utvecklingen av en systembeskrivning för slutförvaret. Syftet med systembeskrivningen i säkerhetsanalysen är ju att identifiera och beskriva alla de processer och förhållanden som kan påverka slutförvarets funktion och säkerhet (se avsnitt 6.2.1). SKI anser att SKB bättre bör klargöra hur dessa aktiviteter har samordnats.

Med anledning av kommentaren från Tierps kommun och KTH vill SKI slutligen informera om att myndigheterna för närvarande preciserar sina krav på slutförvaring. SSI fastställde hösten 1998 föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall (SSI FS 1998:1). SKI har i en PM (Dverstorp, 1997) redovisat sina utgångspunkter för framtagande av SKIs motsvarande föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring. Arbetet med SKIs föreskrifter pågår för närvarande och remissbehandling planeras under 1999. SKI planerar även att komplettera sina föreskrifter om slutförvaring med riktlinjer för platsundersökningar och platsutvärdering.

Myndigheternas föreskrifter preciserar de grundläggande säkerhets- och strålskyddskraven som kommer att ligga till grund för kommande granskningar och tillståndsansökningar. Föreskrifterna innehåller också krav på innehåll och kvalitet i de säkerhetsredovisningar som SKB är skyldig att ta fram. Myndigheterna kommer dock inte att ställa detaljerade krav och kriterier på slutförvarets olika funktioner i detta skede av lokaliseringsprocessen. Detta är SKBs uppgift eftersom kärnkraftindustrin, enligt kärntekniklagen, har det fulla ansvaret att ta fram en slutlig lösning för omhändertagande av det svenska kärnavfallet.

4.5 Platsundersökningar och platsutvärdering

I detta avsnitt behandlas SKBs redovisningar av platskaraktärisering, d.v.s. platsundersökningar och platsutvärdering (avsnitt 6.5 - 6.7 i FUD-program 98). Med platsundersökningar avses här de geovetenskapliga mätningar som SKB planerar att göra

från marken och i borrhål på minst 2 kandidatplatser för ett slutförvar. SKB beräknar att genomförandet av en platsundersökning kommer att ta mellan fyra och åtta år. SKB anger att om valet av områden för platsundersökningar sker 2001 så kan platsundersökningarna starta under 2002.

Platsundersökningarna är inte reglerade i svensk lagstiftning och kräver således inte något formellt tillstånd från SKI. Regeringen har dock i beslutet till FUD-program 95 sagt att SKB bör samråda med SKI och SSI om de förutsättningar som bör gälla för undersökningsarbetet.

SKI har tidigare, bl.a. i yttrandena till FUD-programmen 92 och 95, givit synpunkter på uppläggningsplanerna av SKBs planerade platsundersökningar. SKI har också genomfört ett omfattande säkerhetsanalysprojekt, SITE-94, baserat på SKBs platsundersökningsdata från Äspö (SKI, 1996). SKI har i samband med utvärderingen av detta projekt sammanställt sina erfarenheter av SKBs platsundersökningsmetodik och datahantering samt givit förslag till hur de kan förbättras (se t.ex. Geier m.fl., 1996, Geier, 1997, Dverstorp och Geier, 1999). Som nämnts tidigare planerar SKI också att komplettera sina föreskrifter om slutförvaring med riktlinjer för platsundersökningar.

SKI redovisar nedan sina synpunkter på SKBs redovisning i FUD-program 98 med tillhörande bakgrundsrapporter.

4.5.1 Geovetenskapligt platsundersökningsprogram

SKBs redovisning

SKB hänvisar i FUD-program 98 till den generella beskrivningen av platsundersökningar som redovisades i FUD-program 95. I korthet innebär SKBs upplägg att platsundersökningen delas upp i en inledande och en komplett platsundersökning med en mellanliggande utvärdering.

Det inledande steget omfattar mätningar från markytan och två djupa borrhål och syftar till att ge en översiktlig bild av berggrunden i det aktuella området och att välja en prioriterad plats för den kompletta platsundersökningen. Om SKB efter det inledande steget bedömer att platsen är lämplig för fortsatta undersökningar genomförs den kompletta undersökningen med ett mer omfattande borrhålsprogram. Syftet med den kompletta platsundersökningen är att få fram de data som behövs för att kunna genomföra plats-specifika säkerhetsanalyser som underlag för en eventuell ansökan om detaljundersökningar och bygge av ett slutförvar.

SKB anger i FUD-program 98, liksom i FUD-program 95, att man idag har tillgång till de mätmetoder och den utvärderingsmetodik som behövs för att på ett tillförlitligt sätt kunna beskriva de egenskaper och förhållanden i berget som är viktiga för ett djupförvar utifrån en markbaserad platsundersökning. Slutsatsen baseras bl.a. på de utvärderingar man gjort av platsundersökningen på Äspö.

SKB vidareutvecklar kontinuerligt sina instrument och mätmetoder för platsundersökningar. SKB anger också att man nu ser över vilka resurser som finns tillgäng-

liga för att kunna genomföra parallella platsundersökningar. Utvecklingsprogrammet för den kommande treårsperioden omfattar bl.a.:

- utprovning av nya geofysiska metoder för bestämning av djup till salt grundvatten
- förbättringar av positionsangivelser av mätningar i borrhål
- stabilisering av instabila avsnitt i borrhål
- tester av nya hydrauliska mätmetoder
- provtagning av grundvatten under borring
- framtagning av en samlad dokumentation av olika mätningar i borrhål
- vidareutveckling av databasen SICADA och det tredimensionella programmet för visualisering av berggrunden (RVS)
- förbättringar av instruktioner och teknisk dokumentation av undersökningsmetoder och instrument.

De verktyg och grundrutiner för datahantering och kvalitetssäkring som utarbetats vid Äspölaboratoriet kommer enligt SKB att tillämpas under kommande platsundersökningar. SKB har som målsättning att åstadkomma full spårbarhet i alla undersökningar och datautvärderingar.

SKB har i en särskild rapport (Andersson m.fl., 1998) gjort en första sammanställning av de geovetenskapliga parametrar som behöver bestämmas vid en platsundersökning. Författarna utgår härvid bl.a. från de databehov som identifierats för olika typer av analyser i platsutvärderingen och säkerhetsanalysen. Man konstaterar dock att sammanställningen bör omprövas och utvärderas mot en aktuell säkerhetsanalys (SR 97). Författarna framhåller vidare att det återstår att utvärdera i vilken utsträckning de parametrar som föreslås i denna rapport kan bestämmas med tillgängliga mätmetoder (d.v.s. vilka mätmetoder som ska användas, hur många mätningar som behöver göras - t.ex. antal borrhål, hur mätningarna ska utvärderas och hur olika mätningar påverkar varandra). Man föreslår därför att den gjorda sammanställningen av geovetenskapliga parametrar bör stämmas av mot de utvärderingar av mätmetoder som genomförts inom Äspöprojektet.

Remissinstansernas synpunkter

Chalmers tekniska högskola (CTH) framhåller att det är av stor vikt att platsundersökningarna utförs på ett väldefinierat och likartat sätt på de olika platserna. Man pekar också på att det kommer att ställas höga krav på SKBs projektledning för det praktiska genomförandet av de omfattande platsundersökningarna och att man därför bör se över sin kompetens vad gäller projektledning, konsultupphandling, geologi/geoteknik m.m.

GU anser att SKB bör genomföra platsundersökningar på minst fyra platser, enligt den finska modellen, för att få fram ett tillräckligt bra geologiskt/säkerhetsmässigt underlag inför val av plats för ett djupförvar. Förstudiekommunerna framhåller, som nämnts tidigare, att SKB bör presentera ett platsundersökningsprogram som kan granskas av myndigheterna innan SKB väljer områden för platsundersökningar.

Forskningsrådsnämnden med flera remissinstanser anser att SKBs databaser bör göras tillgängliga för oberoende nationella och internationella forskare.

SKIs bedömning

SKI anser att det är bra att SKB planerar att genomföra platsundersökningarna i olika delsteg med upprepade funktions- och säkerhetsanalyser. Detta ger, tillsammans med tydligt redovisade diskriminerande faktorer, SKB en möjlighet att avbryta platsundersökningen om det skulle visa sig att platsen inte kan bedömas som lämplig för fortsatta studier.

SKI håller inte med GU att det ur säkerhetsmässig synpunkt är nödvändigt att genomföra fullständiga platsundersökningar på mer än två platser. Visserligen ökar chanserna att finna en lämplig plats med ett större urvalsunderlag men den slutliga bedömningen av den långsiktiga säkerheten kan ändå inte göras förrän SKB genomfört detaljundersökningarna och förvaret är utbyggt. Enligt SKIs uppfattning är SKBs uppgift att ta fram en plats som kan visas vara *tillräckligt säker*, d.v.s. en plats som kan bedömas uppfylla myndigheternas säkerhets- och strålskydds krav utifrån en samlad säkerhetsanalys.

SKI håller med SKB om att bl.a. Äspöprojektet har givit SKB tillgång till beprövade mätmetoder och kunnande inför genomförande av platsundersökningar och geovetenskaplig platsutvärdering. SKI ser också positivt på att SKB vidareutvecklar vissa mätmetoder och instrument för platsundersökningar och kan konstatera att SKB fullt ut har tagit hänsyn till SKIs rekommendationer i yttrandet till FUD-program 95.

SKI konstaterar samtidigt, nu liksom i yttrandena till FUD-programmen 92 och 95, att det återstår en hel del utvecklingsarbete både vad gäller enskilda mätmetoder och framförallt hur olika mätningar ska kombineras till ett ändamålsenligt platsundersökningsprogram. SKB har själva identifierat dessa behov i den s.k. parameterrapporten (Andersson m.fl., 1998) där man bl.a. pekar på behovet av avstämningar mellan (1) säkerhetsanalysens behov, (2) SKBs preliminära sammanställning av geovetenskapliga parametrar och (3) utvärderingen av platsundersökningarna vid Äspö. SKI ställer sig därför tveksam till SKBs kategoriska uttalande om att man redan idag har tillgång till tillräckliga mätmetoder för att bestämma de parametrar som är viktiga för ett slutförvar.

Enligt SKIs uppfattning återstår för SKB att visa att man har relevanta mätmetoder för att platsspecifikt bestämma vissa av de mer kritiska parametrarna i säkerhetsanalysen. Här ingår de mätmetoder som behövs för att få data till analyser av radionuklidtransport, bergets stabilitet och bergets förmåga att buffra framtida grundvattenkemiska förändringar.

SKIs egna analyser av SKBs platsundersökningsdata från Äspö (SKI, 1996) visade t.ex. att använda mätmetoder ger mycket begränsad information om de parametrar som behövs för att kunna bedöma bergets förmåga att kvarhålla och fördröja radionuklider om en kapsel skulle gå sönder. Enligt SKIs uppfattning bör det vara möjligt att bättre utnyttja redan tillgängliga mätmetoder för att bättre bestämma bergets transportegenskaper än vad som gjordes inom förundersökningen på Äspö. SKI vill därför uppmana SKB att se över, och vid behov vidareutveckla, de mätmetoder som kan användas för att bestämma dessa parametrar redan i en platsundersökning (t.ex. utökad användning av olika typer av spårämnesförsök i kombination med en mer systematisk karakterisering av sprickors struktur och fyllnadsmaterial).

SKI anser vidare att SKB bör analysera och redovisa om det föreslagna platsundersökningsprogrammet ger tillräckliga data för att pröva de alternativa geovetenskapliga modeller som SKB utvecklat för bl.a. grundvattenflöde och transport. SKIs erfarenheter från SITE-94 visade att den typ av platsundersökning som genomförts på Äspö inte ger tillräcklig information för kalibrering och diskriminering av alternativa statistiska/stokastiska modeller för grundvattenflöde och transport. SKI efterlyser också en redovisning av vilka mätinsatser, t.ex. djupa borrhål, som planeras i den regionala skalan i samband med en platsundersökning. Enligt SKIs uppfattning är det viktigt att SKB i ett tidigt skede av en platsundersökning tar fram de data som behövs för att bestämma de storskaliga strömningsmönstret och regionala trender i de geokemiska förhållandena, t.ex. djup till salt grundvatten, kring slutförvarsplatsen.

SKI är i princip enig med de remissinstanser som anser att SKBs databaser bör göras tillgängliga för oberoende nationella och internationella forskare. SKI kan dock förstå om SKB först vill göra en egen utvärdering och kvalitetskontroll av framtagna data. Enligt SKIs uppfattning kan det vara rimligt att SKB gör sina data tillgängliga i samband med publiceringen av de upprepade utvärderingar och funktionsanalyser som planeras under de olika stegen av en platsundersökning.

SKI kommenterar behovet av kvalitetssäkring i avsnitt 6.2.5. SKI kan här konstatera att SKB nu arbetar med att åtgärda de kvalitetsproblem kring data och datahantering som SKI framfört i tidigare FUD-granskningar och inom SITE-94 projektet. SKI vill dock understryka att SKB inför start av platsundersökningar bör redovisa ett samlat program för kvalitetssäkring av alla de komponenter som ingår i en platsundersökning (instruktioner och rutiner för mätningar, beskrivning och verifiering av mätinstrument, datahantering inkl. databaser, utvärderingsmetoder, dokumentation m.m.).

4.5.2 Platsutvärdering

SKBs redovisning

SKB framhåller att platsundersökningar successivt kommer att ge upphov till mycket omfattande datamängder som behöver kvalitetssäkras, analyseras och utvärderas. SKB ser den geovetenskapliga platsutvärderingen som en motor för samordning och informationsutbyte mellan olika aktiviteter under platsundersökningarna. Platsutvärderingen ska härvid kontrollera att grundläggande säkerhetskrav och andra väsentliga tekniska förutsättningar är uppfyllda samt att djupförvaret på bästa sätt anpassas till platsens förutsättningar. Utvärderingen ska också möjliggöra jämförelser mellan platser med hänsyn till långsiktig säkerhet och övriga värderingsfaktorer. SKB anger att detta ställer höga krav på informationsflödet mellan olika aktiviteter och att det behövs väl förberedda och tydligt angivna utvärderingstillfällen.

Resultaten av undersökningarna kommer att sammanställas i en geovetenskaplig beskrivning av platsen som byggs upp i form av ämnesspecifika modeller som är starkt kopplade till varandra. SKB har som tidigare beskrivits gjort en första sammanställning av de geovetenskapliga parametrar som behövs för dessa modeller (Andersson m.fl., 1998).

Remissinstansernas synpunkter

CTH anser att SKB behöver se över sina system för data- och informationshantering inför kommande platsundersökningar.

SKIs bedömning

SKI anser att SKBs allmänna utgångspunkter för utvärdering av platsundersökningar är bra. Det är dock inte möjligt att göra en ingående bedömning utifrån FUD-program 98 och tidigare redovisningar av platsutvärderingen vid Äspö. Den senare har inte haft den direkta koppling till säkerhetsanalysens behov som kommer att krävas vid utvärderingen av kandidatplatser för slutförvar. SKI avser därför att återkomma med synpunkter på SKBs program för platsutvärdering i samband med SKBs redovisning av säkerhetsanalysen, SR 97, och när SKB redovisar sitt samlade program för platsundersökningar och platsutvärdering under den kommande treårsperioden.

SKI anser att SKB inför de planerade redovisningarna bör tydliggöra sin strategi för identifiering, utvärdering och jämförelser av alternativa konceptuella modeller för t.ex. hydrogeologi och radionuklidtransport. SKI vill också betona att SKB bör beakta alternativa tolkningar och modeller inom andra områden som strukturgeologi och geokemi m.m.

SKI anser att upprepade utvärderingar av insamlade data under en platsundersökning är en viktig del av kvalitetskontrollen. SKIs erfarenheter från SITE-94 visar att många osäkerheter och brister i data upptäcks först när de använts i de analyser de är avsedda för. SKI vill också uppmana SKB att i förväg, i varje steg av platsundersökningarna, utnyttja sina geovetenskapliga modeller vid planeringen av det fortsatta mätprogrammet. På så sätt kan man analysera hur de fortsatta mätningarna bör utformas för ge underlag för att särskilja alternativa tolkningsmodeller och reducera de osäkerheter som har störst betydelse för säkerhetsanalysens resultat.

SKI vill i likhet med CTH uppmana SKB att se över och redovisa hur man planerar att styra upp och dokumentera den omfattande data- och informationshanteringen som kommer att krävas under platsundersökningarna. Detta gäller inte minst dataöverföringarna från de detaljerade och delvis kompletterande geovetenskapliga modellerna till de olika funktions- och säkerhetsanalyserna. Dessa överföringar innebär ofta olika typer av förenklingar som måste motiveras och dokumenteras.

4.6 SKIs sammanfattande bedömning

4.6.1 MKB-dokument och samråd

Miljöbalken, som trädde i kraft 1 januari 1999, påverkar slutförvarsprogrammet på flera sätt. Dels ska kommande tillståndsansökningar från SKB prövas enligt balken och det behöver därför klarläggas hur samordningen med tillståndsprövningen enligt kärntekniklagen ska ske, dels innehåller balken nya regler för upprättandet av miljökonsekvensbeskrivningar. SKI anser, liksom ett flertal remissinstanser, det angeläget att regeringen i sitt beslut om FUD-program 98 ger sin syn på miljöbalkens tillämpning i anslutning till SKBs pågående platsvalsprocess och inför framtida tillståndsprövningar.

En fråga som blir alltmer aktuell, och som ställs av många, är när MKB-förfarandet ska anses inlett. Det är angeläget att identifiera lämpliga tillfällen för att påbörja och genomföra de tidiga och utökade samråd som krävs enligt 6 kap. miljöbalken.

SKI anser att SKBs tidiga samråd (6 kap. 4 § miljöbalken) med aktuella länsstyrelser skulle kunna ske i samband med att berörda kommuner tar ställning till att medverka i platsundersökningar. Eftersom detta samråd ska följas av länsstyrelsens beslut om utökat samråd (6 kap. 5 § miljöbalken) erhålls en tydlig och formell start för miljöbalkens krav på utökat samråd med miljökonsekvensbedömning. SKI ser det som en fördel att ett sådant beslut fattas i anslutning till det viktiga steg i SKBs program som platsundersökningar innebär. På motsvarande sätt kan processen för SKBs planerade inkapslingsanläggning genomföras.

SKI stöder SSI:s förslag att SKB bör åläggas att tillsammans med övrigt underlag, som ska ligga till grund för SKBs val av platser för platsundersökningar, bör redovisa sin planering för hur olika samråd ska ske i olika faser av lokaliseringen. SKI föreslår att regeringen utfärdar ett villkor för SKBs fortsatta arbete med denna innebörd.

Flera remissinstanser har föreslagit att ett förfarande med strategisk miljöbedömning av SKBs slutförvarsprogram bör införas. Gemensamt för dessa yttranden är åsikten att en sådan bedömning kan ligga till grund för valet av metod för slutligt omhändertagande. SKI delar uppfattningen att kärnavfallsfrågan omfattar många frågeställningar av strategisk karaktär, i första hand metodvalet. Strategiska frågor, och då särskilt metodvalet, behandlas idag ofta i de olika samråd som sker i anslutning till SKBs förstudier. Strategiska frågor har också uppmärksammats i tidigare FUD-program med tillhörande granskningar och inte minst i regeringens beslut. Till exempel anser SKI att regeringens krav på en systemanalys av hela slutförvarssystemet inklusive en redovisning av alternativa lösningar till KBS-3-metoden måste anses utgöra ett viktigt underlag för att ta ställning till om SKBs program har rätt strategisk inriktning.

Ett par remissinstanser hänvisar till det arbete som sedan flera år pågår inom EG-kommissionen med att utarbeta ett direktiv om strategisk miljöbedömning. Ett reviderat förslag till direktiv förväntas från kommissionen tidigt 1999 och det återstår således en lång process innan direktivet eventuellt antas och kan implementeras i svensk lagstiftning. Enligt SKI:s uppfattning är det inte rimligt att idag utveckla en svensk process för kärnavfallsfrågan utgående från förslaget till direktiv. SKI anser dock att förslaget kan utgöra en hjälp och inspiration för SKB, myndigheter, kommuner och andra berörda när MKB-förfaranden utformas.

Nära knutet till frågan om strategisk miljöbedömning är de förslag till inrättande av ett särskilt organ för att bevaka och/eller ansvara för MKB, som föreslås av några remissinstanser. SKI stöder inte detta förslag. Det avgörande är enligt SKI att det finns klara och tydliga roller och ansvar för de olika aktörerna i kärnavfallsfrågan. Rollerna är idag tillräckligt tydliga i såväl kärntekniklagen som miljöbalken. Det är entydigt SKB som har ansvar för att ta fram såväl MKB som annat beslutsunderlag inför en tillståndsansökan. SKI anser att de myndigheter som har ansvar för tillsyn och granskning, enligt olika lagar och förordningar, av den planerade verksamhet också har ansvar att bevaka

att MKB-förfarandet genomförs på ett bra sätt. Sammanfattningsvis anser SKI att någon slags MKB-kommission på kärnavfallsområdet inte behövs utan tvärtom att ett sådant organ skulle medföra otydligheter i den lagstiftade och etablerade ansvarsfördelningen.

I samband med att SKB inledde förstudier uppmärksammades kommunernas behov av resurser för information till allmänheten. Detta ledde fram till ändringar i finansieringslagen med förordning så att SKI sedan 1995 kan bevilja kommuner, där förstudier pågår eller har pågått, ersättning för informationskostnader. Enligt SKIs uppfattning är det väl sörjt för ersättning till förstudiekommunerna, även om ersättningsnivån kan komma att behöva justeras i framtiden.

Med nuvarande lydelse av finansieringslagen och finansieringsförordningen kan miljöorganisationer inte erhålla medel ur kärnavfallsfonden. Miljöbalken tillmäter emellertid miljöorganisationer betydligt större betydelse än tidigare lagstiftning SSI föreslår i sitt yttrande att regeringen belyser hur resurser skulle kunna ställas till miljöorganisationers förfogande. Mot bakgrund av den ändrade lagstiftningen ansluter sig SKI till SSIs förslag att regeringen utreder möjligheterna att ge stöd till miljöorganisationer med särskilt engagemang i kärnavfallsfrågan.

SKBs förslag till innehållsförteckning i en MKB omfattar miljöbalkens obligatoriska frågeställningar med en tillräcklig grad av anpassning till slutförvarsfrågan. SKI anser att SKBs förslag till innehållsförteckning kan utgöra ett underlag för fortsatta diskussioner med berörda aktörer.

4.6.2 Översiktsstudier och förstudier

Nord-syd/Kust-inland

SKI ser SKBs redovisning i rapporten om skillnader i lokalisering till norra respektive södra Sverige och skillnader mellan en kust- respektive inlandslokalisering som en god inledning till att identifiera och diskutera viktiga lokaliseringsfaktorer.

SKI konstaterar att med valt angreppssätt, innebärande kvalitativa resonemang, har SKB svårigheter att dra några entydiga slutsatser om för- och nackdelar med lokalisering av ett slutförvar till olika delar av landet. Ett problem i detta sammanhang är enligt SKI att SKB inte gjort några tydliga försök att sätta upp mätbara mål som redovisningen ska försöka ge svar på och vägledning vid en framtida lokalisering.

SKI anser att exempelvis regional modellering av grundvattenflöde med hänsyn till betydelsen av in- och utströmningsområden i kombination med SKBs angreppssätt i nord-syd/kust-inland-rapporten bör möjliggöra mer entydiga slutsatser och därmed ett mer användbart beslutsunderlag inför valet av platser för platsundersökningar.

SKI föreslår således att SKB går ytterligare ett steg i detaljeringsnivå och förslagsvis utnyttjar underlaget från de genomförda och pågående länsvisa översiktstudierna. Dessa studier täcker på ett sammanhållet och konsistent sätt stora delar av Sverige, som kan bli aktuella för en lokalisering av ett slutförvar.

SKI anser att genom att utnyttja och koppla ihop kunskaperna erhållna i de länsvisa översiktsstudierna med nord-syd/kust-inland-analysen ökar möjligheterna för SKB att få vägledning och stöd när platser för framtida platsundersökningar ska väljas.

Länsvisa översiktsstudier

SKI finner SKBs ambition att genomföra länsvisa översiktstudier i 20 län (varav tio är publicerade) som lovvärd och anser att SKB med utgångspunkt från dessa borde ha goda möjligheter att identifiera kommuner som är lämpliga för ytterligare förstudier.

Ambitionsnivån för översiktsstudiernas genomförande har varit ändamålsenlig och SKI bedömer kvaliteten på hittills redovisade länsvisa studier som god. SKI delar SKBs slutsats i FUD-program 98 att både länsvisa översiktstudier och förstudier behövs för en heltäckande bild av de geovetenskapliga förhållandena. SKI konstaterar att rapporterna också fyller funktionen att för en bredare publik visa SKBs bedömning av lokaliseringspotential med avseende på geovetenskapliga faktorer.

SGU har i översiktsstudierna producerat nya sammanställningar visande plastiska deformationszoner (äldre deformationer). Detta är bra men SKI saknar en likartad ambitionsnivå vad gäller de spröda deformationszonerna (yngre deformationer) i regional skala. En sammanställning av enhetliga sprödtektoniska kartor i rätt skala skulle troligtvis kunna visa på strukturmönster, som tidigare inte analyserats med avseende på sin betydelse i slutförvarssammanhang.

SKI anser det även önskvärt att de länsvisa översiktsstudierna tydligare beskriver hur man valt ut dataunderlaget för sammanställningarna. SKI anser det viktigt att det tydligare framgår vilka begränsningar såväl dataunderlaget som själva översiktsstudierna har.

Förstudier

När det gäller SKB förstudier gör SKI idag samma övergripande bedömningar som i samband med granskningen av FUD-program 95. Dessa bedömningar är i korthet:

- SKI delar uppfattningen att kommuner är lämplig administrativa enheter för förstudier.
- Flera viktiga geovetenskapliga förhållanden behöver belysas i regional skala (vilket inletts i och med SKBs länsvisa översikter).
- SKI stöder SKBs ambition att konkret peka ut potentiella förvarsområden i berörda kommuner.
- Det är nödvändigt att SKB inom utpekade områden genomför fältkontroll (och ev. kompletterande geofysiska mätningar) av viktig befintlig geovetenskaplig information för att minska risken för att ett tidigt beslut baserat på bristfälligt underlag får stor genomslagskraft i platsvalsprocessen.

I sina bedömningar (prioritering av förvarsområden i en kommun) tar SKB även hänsyn till andra lokaliseringsfaktorer än geovetenskapliga. SKI anser det angeläget att SKB så långt det är möjligt redovisar vilken tyngd olika faktorer givits för att prioritera områden i de olika förstudierna och hur man hanterat varierande faktaunderlag för de olika områdena.

4.6.3 Val av områden för platsundersökningar

Underlag inför platsval

SKI bedömer att SKBs planerade redovisningar inför övergången till platsundersökningar har en rimlig omfattning och kan förväntas ge ett tillräckligt underlag för ett myndighetsuttalande om både slutförvarsmetod och val av platser för platsundersökningar.

SKI anser, i likhet med förstudiekommunerna och SSI, att myndigheterna bör genomföra en granskning av det samlade underlag som SKB avser att presentera vid val av områden för platsundersökningar. SKI delar också uppfattningen att en sådan granskning bör följas av ett regeringsbeslut. Myndigheternas samlade bedömning och regerings beslut bör då, utöver urvalsunderlaget, även omfatta SKBs säkerhetsanalys SR 97, en fullständig redovisning av systemanalysen och SKBs förslag till platsundersökningsprogram. SKI anser att det är rimligt att SKB i det samlade urvalsunderlaget även inkluderar förslag till val av områden för platsundersökningar med motiveringar för de valda områdena. Det slutliga valet av områden för platsundersökningar bör dock inte göras av SKB innan myndigheter och regering tagit ställning till SKBs kompletterande redovisningar.

SKI föreslår därför att regeringen utfärdar villkor för SKBs fortsatta verksamhet som innebär att kompletterande redovisningar (se tabell 4.1) ska lämnas inför valet av platser för platsundersökningar och att dessa ska granskas, remissbehandlas och följas av regeringens beslut på samma sätt som FUD-programmen. Detta ger myndigheter, förstudiekommuner och andra berörda parter möjlighet att granska den praktiska tillämpningen av lokaliseringsfaktorer och kriterier.

Urvalsprocedur och kriterier

SKI anser att SKB i FUD-program 98 med tillhörande bakgrundsrapporter har presenterat en bra struktur för precisering av lokaliseringsfaktorer och generella säkerhetsfunktioner inför val av områden för platsundersökningar och utvärdering av platsundersökningar.

SKI delar SKBs uppfattning att en plats lämplighet för slutförvar slutligen måste bedömas utifrån en samlad säkerhets- och bygganalys som tar hänsyn till osäkerheter och samverkan mellan olika faktorer. Kriterierna fyller en viktig funktion i att tydliggöra vad som kännetecknar en lämplig plats för ett slutförvar men de ger i sig inte tillräckligt underlag för att bedöma om platsen uppfyller de grundläggande säkerhetskraven.

SKI betonar, i likhet med Oskarshamns kommun, vikten av att SKB redovisar hur man väger samman de olika lokaliseringsfaktorerna säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhälle vid val av områden för platsundersökningar. Det är också nödvändigt att SKB utifrån en aktuell säkerhetsanalys (SR 97) stämmer av och tydligt redovisar de minimikrav och diskriminerande faktorer som avgör om en plats kan bedömas som lämplig för ett slutförvar.

SKI anser i likhet med SSI och SGU att SKB inför val av områden för platsundersökningar bättre bör utreda och redovisa vilken betydelse biosfärsförhållanden och inrespektive utströmningsområden kan ha som platsvalskriterier.

SKI konstaterar att SKBs arbete med att precisera krav och önskemål på grundläggande säkerhetsfunktioner som kan ställas på bergets funktion är starkt kopplad till utvecklingen av en systembeskrivning för slutförvaret. Syftet med systembeskrivningen i säkerhetsanalysen är ju att identifiera och beskriva alla de processer och förhållanden som kan påverka slutförvarets funktion och säkerhet. SKI anser att SKB bättre bör klargöra hur dessa aktiviteter har samordnats.

4.6.4 Platsundersökningar och platsutvärdering

Geovetenskapligt platsundersökningsprogram

SKI anser att det är bra att SKB planerar att genomföra platsundersökningarna i olika delsteg med upprepade funktions- och säkerhetsanalyser eftersom detta ger SKB en möjlighet att avbryta platsundersökningen om det skulle visa sig att platsen inte kan bedömas som lämplig för fortsatta studier.

SKI håller med SKB om att bl.a. Äspöprojektet har givit SKB tillgång till beprövade mätmetoder och kunnande för genomförande av platsundersökningar. SKI ser också positivt på SKBs program för vidareutveckling av vissa mätmetoder och instrument och kan konstatera att SKB fullt ut har tagit hänsyn till SKIs tidigare rekommendationer.

SKI konstaterar samtidigt, nu liksom i tidigare FUD-yttranden, att det återstår en hel del utvecklingsarbete både vad gäller enskilda mätmetoder och framförallt hur olika mätningar ska kombineras till ett ändamålsenligt platsundersökningsprogram. Enligt SKIs uppfattning återstår för SKB att visa att man har relevanta mätmetoder för att platsspecifikt bestämma vissa av de mer kritiska parametrarna i säkerhetsanalysen. Detta gäller t.ex. de mätmetoder som behövs för att analysera bergets förmåga att kvarhålla och fördröja radioaktiva ämnen, bergets stabilitet och bergets förmåga att buffra framtida grundvattenkemiska förändringar. SKI vill därför uppmana SKB att se över, och vid behov vidareutveckla, de mätmetoder som kan användas för att bestämma dessa parametrar redan i en platsundersökning.

Enligt SKIs uppfattning är det viktigt att SKB i ett tidigt skede av en platsundersökning tar fram de data som behövs för att bestämma de storskaliga strömningsmönstret och regionala trender i de geokemiska förhållandena, t.ex. djup till salt grundvatten, kring slutförvarsplatsen. SKI efterlyser därför en redovisning av vilka mätinsatser, t.ex. djupa borrhål, som planeras i den regionala skalan i samband med en platsundersökning.

SKI vill också understryka att SKB inför start av platsundersökningar bör redovisa ett samlat program för kvalitetssäkring av alla de komponenter som ingår i en platsundersökning (instruktioner och rutiner för mätningar, beskrivning och verifiering av mätinstrument, datahantering inkl. databaser, utvärderingsmetoder, dokumentation m.m.).

Platsutvärdering

SKI anser att SKBs allmänna utgångspunkter för utvärdering av platsundersökningar är bra. En ingående bedömning kräver dock en säkerhetsanalys (SR 97), som ännu inte föreligger. SKI avser att därför återkomma med synpunkter på SKBs program för platsutvärdering i samband med SKBs redovisning av SR 97 och när SKB redovisar sitt samlade underlag för platsundersökningar och platsutvärdering.

SKI anser att SKB inför de planerade redovisningarna bör tydliggöra sin strategi för identifiering, utvärdering och jämförelser av alternativa konceptuella modeller för t.ex. hydrogeologi och radionuklidtransport. SKI vill också betona att SKB bör beakta alternativa tolkningar och modeller inom andra områden som strukturgeologi och geokemi m.m.

SKI uppmanar, i likhet med CTH, SKB att se över och redovisa hur man planerar att styra upp och dokumentera den omfattande data- och informationshanteringen som kommer att krävas under platsundersökningarna.

5 Teknisk utveckling

5.1 Inledning

I kapitel 7 av FUD-program 98 redovisar SKB status för utveckling av teknik och sitt program för fortsatt utveckling på olika områden. Skiljelinjen mellan forskning och utveckling är av naturliga skäl flytande. Enligt SKIs uppfattning är det dock inte så viktigt var olika aktiviteter redovisas bara redogörelsen görs fullständig och inget viktigt hamnar mellan stolarna.

SKBs program för teknisk utveckling bör fokusera på att uppnå de funktionskrav som kan ställas på de olika barriärerna utifrån säkerhetsanalyser för respektive anläggningar. Senast vid en tillståndsansökan måste SKB kunna visa att funktionskraven kan uppfyllas.

I inledningen till kapitel 7 av FUD-program 98 går SKB igenom och definierar ”grundläggande tekniska krav” vilket motsvarar funktionskraven enligt ovan i kvalitativ bemärkelse. SKI anser att SKB bör tänka igenom strukturen på denna redovisning och hur kraven stegvis utvecklas mot allt mer detaljerade tekniska krav och mål för utvecklingsarbetet efterhand som beslutsprocess och byggandet av anläggningar fortskrider. Detta gäller såväl tekniska som naturliga barriärer och barriärfunktioner.

En annan fråga av betydelse för ett tekniskt utvecklingsprogram är variationsbredden i utförandet av barriärer som SKB kommer att behöva ange i sina ansökningar om att få bygga anläggningar. Det är enligt SKIs uppfattning inte bara i sin ordning utan också nödvändigt att en viss sådan variationsbredd, eller handlingsfrihet, ingår i tillståndet för respektive anläggningar. SKB bör i sin kommande redovisning ta upp dessa frågor tydligare än vad som framgår av FUD-program 98, även om redogörelsen för handlingsfrihet i systemredovisningsrapporten (SKB, 1998) är en god början.

5.2 Kapsel

I detta avsnitt kommenterar SKI avsnitt 7.1.1, 7.2, 7.6.1 och 7.6.2 i FUD-program 98, samt underlagsrapporterna Konstruktionsförutsättningar för kapsel för använt kärnbränsle (Werme, 1998) och Provtillverkning av kopparkapslar med gjutna insatser (Andersson, 1998).

5.2.1 Konstruktionsförutsättningar

SKBs redovisning

SKB beskriver de grundläggande kraven på kapseln uppdelade i initial täthet, kemisk beständighet och mekanisk hållfasthet. Det allmänna täthetskravet är att högst 0,1, % av kapslarna får innehålla fel som är större än vad acceptanskriterierna för oförstörande provning (OFP) tillåter. Övriga krav på kapseln är att materialet inte påtagligt skall försämra buffertens funktion, vilket ger krav på maximal yttemperatur, strålningsnivå,

korrosionsprodukters inverkan och att kapseln inte skall kunna bli kritisk. Kapseln skall vidare kunna hanteras i de olika steg som behövs, samt kunna serietillverkas med tillräcklig kvalitet.

SKB har, utifrån ett antal tänkta scenarier gällande belastningsförhållanden, utfört hållfasthetsanalyser för koppar/gjutjärnskapseln. Vid dimensioneringen av kapseln används sedvanliga säkerhetsfaktorer för de förväntade lastfallen i ett slutförvar. För extrema lastfall, som t.ex. en islast, används inte några säkerhetsfaktorer, utan belastningen används som dimensionerande lastfall.

SKIs bedömning

Härledningen av konstruktionsförutsättningarna från de grundläggande kraven på kapseln har en bra grundstruktur, men kraven behöver i högre grad vara motiverade genom konsekvensanalyser i säkerhetsanalysen för slutförvaret. Uppdateringar måste också göras i samband med ändringar i kapseldesignen. SKI efterfrågar därvid t.ex. en uppdatering av kriticitetsanalyserna. Mer specifika kommentarer till det allmänna täthetskravet på att högst 0,1 % av kapslarna ska innehålla oacceptabla fel, ges i avsnitt 5.2.5.

Förutsättningarna för hållfasthetsanalyserna behöver klargöras i större utsträckning. Dessa är i viss mån beroende av bentonitens egenskaper och osäkerheter däri, varför en integration av kapsel- och buffertprogrammen är viktig (se även avsnitt 7.4.3). Dessutom behöver hållfasthetsanalyserna uppdateras med resultaten från undersökningar av tillverkade kapslars verkliga materialegenskaper (defekter, kornstorlek, dimensioner etc.).

I konstruktionskraven bör tillåtna värden på påkänningar/töjningar och andra belastningar på konstruktionen anges tydligt och motiveras. Vidare skall säkerhetsfaktorer för de enskilda belastningsfallen motiveras utifrån de konsekvenser varje enskilt belastningsfall kan tänkas ha på kapselns integritet. Dessa skall sedan specificeras i konstruktionskraven. De belastningsfall som anses vara mindre sannolika och där säkerhetsfaktorer inte tillämpas, t.ex. inverkan under en förväntad islast, skall analyseras och motiveras särskilt.

Av de gjorda hållfasthetsanalyserna framgår att bland annat hanteringslasterna kan ge upphov till lokala plastiska töjningar t.ex. på locket. Inverkan av dessa på initiering/tillväxt av sprickor och andra defekter, i synnerhet mot bakgrund av tänkbara tillverknings- och konstruktionsdefekter och eventuell materialförsprödning på grund av strålning, bör analyseras.

Överslagsberäkningar som SKI har genomfört på t.ex. kapselns lock visar att detta kommer att deformeras plastiskt vid den belastning som förväntas råda i slutförvaret. Som resultat av denna deformation kommer vissa delar av kapseln och locket att utsättas för dragspänningar. SKI anser därför att det finns en risk för spänningskorrosion vid dessa ytor, och att SKB behöver visa att risken för spänningskorrosion är försumbar i den miljö som kapseln kommer att befinna sig i.

5.2.2 Materialval

SKBs redovisning

För att uppfylla kravet på kemisk beständighet i den miljö som råder i slutförvaret har SKB valt koppar som barriär mot korrosion. För att få en kapsel som kan uppfylla kraven på mekanisk hållfasthet har en tryckbärande insats av gjutjärn valts.

I (Werme, 1998) redovisas en materialspecifikation för det kopparmaterial som SKB föreslår. Materialet ska enligt specifikationen innehålla 40-60 ppm fosfor. Detta motiveras med fosfors positiva effekt på koppars krypegenskaper. SKB anger kornstorleken i kopparmaterialet till maximalt 350 µm som en lämplig kornstorlek med motiveringen att vid mindre kornstorlek än denna uppnås tillräcklig upplösning vid ultraljudprovningen.

För tillverkning av insatsen har segjärn SS 14 0717 föreslagits av SKB. Övergången till gjutjärn i stället för det tidigare prövade gjutstålet motiveras med gjutjärnets bättre gjutbarhet.

SKIs bedömning

SKI finner SKBs beskrivning av valet av koppar som kapselmateriale både strukturerat och med motiven beskrivna, med utgångspunkt från såväl kraven på kemisk beständighet och mekanisk hållfasthet, som från en genomgång av hur och om andra konstruktionskrav påverkar materialvalet.

Den mekanism varvid fosfor påverkar materialets krypegenskaper är inte klarlagd och SKI anser att denna fråga ska utredas, och att SKB ska ta reda på om förbättring av krypegenskaperna även omfattar krypbrottgränsen.

SKI anser att kornstorleken är en viktig materialegenskap, t.ex. påverkas både mekaniska egenskaper och krypegenskaper av koppars kornstorlek. SKB ska motivera det satta kravet för kornstorlek utifrån de egenskaper som kopparkapseln förväntas ha och de konsekvenser som felaktig kornstorlek kan medföra, och inte enbart låta upplösningen vid ultraljudprovningen vara styrande för kraven på kornstorlek.

Vid undersökningar av materialegenskaper bör SKB vara uppmärksam på att resultat från prov på finkornigt material ej nödvändigtvis är representativt för grovkornigt material. Till exempel vid de undersökningar av krypegenskaper, som hittills har genomförts, har material med en mindre kornstorlek använts. SKI anser därför att SKB ska förvissa sig om att fosfors påstådda positiva effekt på krypduktilitet gäller även för det material som kommer att användas vid tillverkning av kopparkapslar.

SKI efterfrågade i granskningen av SKBs FUD-program 95 om varmsprickning (rödskörhet) kan vara ett problem vid användning av koppar vid tillverkning av kapslar. Problemet finns t.ex. inom wiretillverkning, men undviks genom att man håller en syrehalt på 200 till 300 ppm i koppars, vilket oxiderar lågsmältande ämnen i korngränserna. Om syrefri (oxygen free, OF) koppar används saknas denna möjlighet. Enligt SKIs åsikt bör SKB belysa frågeställningen vid valet av kopparmaterial.

SKI håller med SKB om att segjärn är ett bättre val av material för insatsen än gjutstål, ur gjutbarhetssynpunkt. Dessutom erbjuder den aktuella konstruktionen bättre stöd och mekanisk hållfasthet. SKI vill dock betona att segjärnets mekaniska egenskaper är starkt beroende av den gjutna kroppens form och storlek. SKI menar att SKB bör undersöka gjutkroppens faktiska mekaniska egenskaper, och sedan använda dessa vid beräkningar av hållfastheten. På motsvarande sätt behöver de förekommande defekterna (i såväl kopparkapsel och gjutjärnsinsats som i svetsen) identifieras och kartläggas, bl.a. för att kunna användas när säkerhetsfaktorer fastställs för hållfasthetsberäkningarna.

5.2.3 Referenskapselns utformning

SKBs redovisning

SKB anser att vid en sammanvägning av kraven på korrosionsbeständighet och mekanisk hållfasthet samt kraven från tillverkning och hantering förefaller 30 mm vara en lämplig väggjocklek på kopparn. Hittillsvarande provtillverkning har dock skett utgående från den beskrivna referenskapseln med 50 mm koppar.

För att uppfylla kravet på en ytdosrat som inte överstiger 1 Gy/h måste den totala godstjockleken vara minst 100 mm. Vid en övergång till 30 mm godstjocklek på kopparn, måste därför insatsens tjocklek ökas motsvarande.

Remissinstanserna synpunkter

Oskarshamns kommun och lokala säkerhetsnämnden vid Oskarshamns kärnkraftverk (LSNO) frågar om minskningen av koppartjockleken till 30 mm är vetenskapligt underbyggt och säger också att neddragningar i ambitionsnivå av de olika barriärerna inte får drivas av kostnadsskäl.

SKIs bedömning

Vid SKBs härledning av kraven på väggjocklek med hänsyn till korrosion används säkerhetsfaktorer och beskrivningar som ”kapseln skall motstå alla kända korrosionsprocesser”. SKIs konsulter Bowyer och Hermansson (1999) påpekar att de korrosionsprocesser som avses skall beskrivas så kvantitativt som möjligt, och menar vidare att användningen av säkerhetsfaktorer kan vara missledande. De ger den initierade läsaren en känsla av stor osäkerhet, medan den ovane läsaren kan få en falsk känsla av säkerhet. SKI vill understryka att det viktiga är de antaganden och analyser som ligger till grund för de korrosionshastigheter som används vid dimensionering av kopparns tjocklek.

Med tanke på det arbete som gjorts de senaste åren och det arbete som pågår inom SKB på korrosionsområdet (för detaljkommentarer angående korrosionsforskning, se avsnitt 7.3.1), menar SKI att SKB borde göra en ny sammanställning av hur olika typer av korrosion påverkar utformningen av kopparkapseln.

SKI instämmer i SKBs resonemang om att det finns både för- och nackdelar med en mindre tjocklek på kopparkapseln när det gäller tillverkning, förslutning och kontrollmetoder. Tillverkning av kopparplåtar (för valsning), förslutning och kontrollmetoder förenklas troligen med tunnare gods. Tillverkning genom extrudering eller dornpressing kan däremot bli svårare vid minskningar av godstjockleken, liksom att det gör kapseln

mer känslig vid t.ex. bearbetning och transporter. Den tjockare insats som behövs av strålningsskäl vid en mer tunnväggig kopparkapsel, har med stor sannolikhet positiv effekt på konstruktionens bärförmåga. SKB avser att vid ett senare tillfälle undersöka och redovisa hur dessa faktorer vägs in vid utformningen av kapseln. SKI förutsätter att redovisningen sker på samma strukturerade sätt som vid härledningen av andra konstruktionsstyrande faktorer.

Under förutsättning att SKB kan visa, genom erhållna resultat vid tillverkning och genom konsekvensanalyser i säkerhetsanalysen, att kapseln uppfyller konstruktionskraven, har SKI inget att invända mot en ändring av designen till en tunnare vägg-tjocklek i kopparkapseln.

5.2.4 Förslutning

SKBs redovisning

SKBs huvudinriktning sedan många år är att använda elektronstrålesvetsning (EBW) för att foga ihop kopparrör och lock. Framgångsrika försök har gjorts men någon felfri svets har ännu inte erhållits. Utveckling av svetsfogens design pågår i syfte att erhålla en bättre svets.

SKB har påbörjat preliminära studier av en alternativ förslutningsmetod: ”friction stir welding” (FSW). Utvärderingen av provsvetsningarna som utförts på 40 mm tjock koppar pågår, och SKB planerar för en fortsättning av projektet.

SKIs bedömning

SKI noterar att elektronstrålesvetsning med reducerat vakuum inte är helt utvecklad, och att ett omfattande utvecklingsprogram krävs för att förstå och lösa de problem som är kopplade till EBW-metoden. Vidare anser SKI att SKB skall visa att problemen med driftstörningar (överslag) kan kontrolleras så att ingen skada uppstår på kapseln eller dess innehåll i inkapslingsanläggningen.

Med tanke på den tid som hittills lagts ner på utveckling av EBW-metoden, anser SKI att en kraftigare satsning på alternativa metoder kommer att behövas om inte utprovningen av metoden i Kapsellaboratoriet utfaller väl inom rimlig tid. SKI efterlyser därvid ett mer detaljerat program för utveckling av andra metoder, t.ex. FSW-metoden.

Metoder för att reparera svetsar, samt kriterier för detta bör också tas fram. Likaså behöver metoder för att skära upp helt underkända svetsar tas fram och redovisas.

5.2.5 Oförstörande provning

SKBs redovisning

SKB anger att högst 0,1% av kapslarna får innehålla icke detekterade defekter som är större än vad acceptanskriterier tillåter. SKB anser att detta är en nivå som kan uppnås med tillgängliga metoder för provning, i detta fall ultraljudprovning och provning med röntgen.

Under de närmaste tre åren ämnar SKB utprova utrustningen för oförstörande provning. Den valda provningsmetoden ska då uppfylla kraven för detektering av defekter. Först nästkommande period avser SKB att kvalificera utrustningen.

Remissinstansernas synpunkter

Oskarshamns kommun och LSNO har uppfattat att de kritiska delar som återstår att utveckla och bekräfta genom undersökningar och forskning bl.a. är:

- tillverkning av kopparämnen till kapseln
- förslutning av kopparkapseln
- provning av kopparkapseln.

SKIs bedömning

SKI anser inte att påståendet att man med tillgängliga metoder för provning kan uppnå kriteriet högst 0,1% defekta kapslar har bevisats i FUD-program 98. SKI anser vidare att SKB måste ta fram en härledning av acceptanskriterier för tillåtna defekter. Den skall utgå från säkerhetsanalysen; konsekvenser skall visas för vad som händer om det finns fler/större defekter i både kapselmaterialet och i svetsen än vad acceptanskriterierna anger.

SKI betonar vikten av att utvecklingsprogrammet för ultraljudprovning fortsätter, och att ett motsvarande program för utveckling av provning med röntgen redovisas samt att dessa provningsmetoder kvalificeras. För detaljsynpunkter angående fortsatt forskning och utveckling av oförstörande provning, se avsnitt 7.3.3.

SKI menar, i likhet med Oskarshamns kommun och LSNO, att en kritisk fråga för den tekniska genomförbarheten (för KBS-3 som metod) är att SKB kan visa att metoder för både förslutning och kontroll (oförstörande provning; inklusive kvalificering av metoderna) verkligen finns tillgängliga och tillämpbara för serietillverkning, vilket innebär att ett tillräckligt stort antal fullstora kapslar skall ha tillverkats, förslutits och kontrollerats, och kunnat visas uppfylla de krav som förutsatts i säkerhetsanalysen av den långsiktiga säkerheten.

5.2.6 Provtillverkning av fullstora kapslar

SKBs redovisning

SKB har tillverkat kopparrör i full skala genom tre olika metoder: valsning/rullformning till rörhalvor som svetsas med långsgående svets, extrudering av rör, samt dornpressning av rör. Lock och botten till kopparkapseln framställs ur smidda ämnen av koppar, medan insatser med lock har tillverkats av gjutjärn.

Under 1996-1998 har tio kopparrör tillverkats genom rullformning. Grovkornig struktur och stora variationer i kornstorlek har erhållits. Dessutom redovisas en hel del problem med längdsvetsningen av dessa rör.

Två sömlösa rör hade tillverkats tidigare. Under senare år har tre rör tillverkats genom extrudering. Resultatet verkar mycket lovande. Både måttnoggrannhet och finkornigt material har erhållits.

Tre göt har tillverkats för dornpressning. Under 1998 har ett göt dornpressats till ett sömlöst kopparrör. Resultatet av den första rörtillverkningen har inte varit tillfredsställande, men metoden kommer att undersökas närmare med fler tillverkningsprov.

Ytterligare tre alternativa tillverkningsmetoder (het isostatisk pressning, elektrodeponering och sprayformning) av kopparhöljen har utretts av SKB, men försök med tillverkning i full skala med dessa metoder har ännu inte gjorts. Försök i laboratorieskala pågår för het isostatisk pressning och elektrodeponering. Resultaten från dessa kommer att avgöra om det är aktuellt att fortsätta arbetet med dessa metoder.

Under 1996-1998 har åtta insatser tillverkats i segjärn och en insats i stålglutgods. Vid ett tidigare prov tillverkades även en halv längd i stålglutgods. En av insatserna i segjärn är avsedd för PWR-bränsle. Båda proven i stålglutgods visade omfattande förekomst av porositeter och tvärsprickor mellan kanalerna. De ingjutna stålprofilerna var delvis kraftigt deformerade. Insatsen bestod då av två halvdelar som monterades ihop. Insatsen försågs med en svetsad botten. På grund av de tillverkningsproblem och fel som uppstod, valde SKB att byta material till segjärn.

Sju insatser avsedda för BWR-bränsle och en för PWR-bränsle har gjutits i tre olika gjuterier. När segjärn används kan insatserna direkt gjutas med integrerad botten. Bättre resultat har erhållits med segjärn. Segheten hos den färdiga insatsen är dock mycket lägre än för stålglutgods.

SKIs bedömning

SKI menar att kornstorleken hos kopparn har stor effekt på materialets mekaniska egenskaper och krypegenskaper. SKB måste, genom ytterligare provtillverkning, visa att mycket bättre och jämnare material kan uppnås med rullformningsmetoden, om denna ska kunna användas för tillverkning av kopparkapslar.

Resultatet från längdsvetsningen av de rullformade kopparrören är svårt att bedöma då det ännu inte finns några kriterier för bedömning av svetsar. SKB måste snarast möjligt arbeta fram sådana kriterier med utgångspunkt av den effekt uppkomna defekter kan tänkas ha på kapselns integritet. SKI ställer sig mycket frågande till SKBs påstående att metoden sannolikt är färdigutvecklade och att rullformning och längdsvetsning är ett fungerande tillverknings sätt för kopparrör. Enligt SKIs uppfattning är det nödvändigt med kvalitetsförbättringar både för materialet och svetsen, innan metoden med rullformning av kopparhalvor och längdsvetsning kan visas vara en fungerande metod. SKIs konsulter Bowyer och Hermansson (1999) menar att metoden inte är tillräckligt pålitlig för att kunna användas i serieproduktion. SKI håller med om att det kan vara svårt att uppnå tillräckligt jämn kvalitet.

SKI noterar att avspänningsglödning är specificerat för de valsade rören. I beaktande av de låga och variabla spänningarna som förekommer, bör SKB ställa sig frågan om detta kan leda till kritisk korntillväxt.

SKI instämmer i att metoden med extrudering är ett mycket intressant alternativ för tillverkning av kopparrör. SKI håller också med SKB om att metoden med tillverkning genom dornpressning är ett intressant alternativ som bör utredas vidare.

SKI menar att mycket arbete återstår för SKB, innan man kan tillverka en kopparkapsel som uppfyller de kriterier som säkerhetsanalysen ställer på kapselns funktion. SKI anser också att man även framdeles bör ha en beredskap för övergång till alternativa tillverkningsmetoder.

Då segjärnets mekaniska egenskaper är starkt beroende av den gjutna kroppens dimensioner anser SKI att materialprovning måste utföras på de färdiga insatserna för att konstatera deras faktiska mekaniska egenskaper. Resultaten av nämnda prov kan ligga som grund för eventuella justeringar i gjutprocessen. De slutliga resultaten ska också fungera som ingångsdata vid de slutliga hållfasthetsberäkningar som SKI anser nödvändiga. Dessutom måste SKB belägga att den gjutna komponentens mekaniska egenskaper är tillfredsställande för kapselns integritet. Ett kontrollprogram för att detektera defekter i gjutgodset som uppkommit på grund av krympning eller andra orsaker måste också tas fram. Vidare bör en termisk belastningsmodell som visar var krympspänningar uppkommer i den gjutna insatsen samt redovisning av acceptansgränser för sådana defekter utarbetas.

5.2.7 Kvalitetssäkring

SKBs redovisning

Utveckling av ett kvalitetssystem enligt kraven i ISO 9001 och IAEA 50-C-QA för kapseltillverkning har påbörjats och pågår kontinuerligt i samband med provtillverkningen enligt SKB. Kvalitetshandbok – Kapseltillverkning sammanfattar kvalitetssystemet för kapseltillverkningen.

SKIs bedömning

SKI anser att Kvalitetshandboken ska vara ett levande dokument och justeras eller kompletteras med hänsyn till de fakta som kommer fram under utvecklingsprocessen.

Hittills har ett fåtal kapslar tillverkats. SKI menar att SKB behöver visa att det är möjligt att tillverka ett stort antal kapslar som är godkända enligt ställda kvalitetskrav, i en befintlig eller nybyggd industrianläggning.

De kapslar och gjutna insatser som har tillverkats hittills har inte fullständigt analyserats med avseende på struktur, mekaniska egenskaper m.m. Skillnader i kornstorlek i kapslar tillverkade med olika metoder, eller samma metod men med olika rådande parametrar, har ändå redovisats. De rullformade rören har längssvetsats och botten och lock har svetsats på rören. Svetsfogen har innehållit defekter av olika slag och SKB anser att svetsningsförfarandet måste utvecklas vidare. De uppmätta förlängningvärdena för gjutna insatser i segjärn har visat sig vara betydligt lägre än förväntat. SKI anser att en kartläggning av de uppkomna defekterna och av de uppnådda egenskaperna i den färdiga

kapseln är av stor betydelse för fortsatt arbete med kvalitetssäkring och inte minst för framtagning av tillförlitliga kontrollmetoder.

5.2.8 Provning av teknik i full skala

SKBs redovisning

SKB angav i FUD-program 95 planer på att upprätta en pilotanläggning för kapselförslutning. Denna anläggning har nu förverkligats i Kapsellaboratoriet i Oskarshamn, med huvudsyftet att vara ett centrum för utveckling av inkapslingsteknik och utbildning av personal.

En central del i SKBs arbete framöver är att i full skala och under realistiska förhållanden utveckla, prova och demonstrera de olika delarna i slutförvarssystemet. Försöken kommer bl.a. att inkludera de viktigaste momenten vid dels tillverkning och förslutning av kapslar, dels bygge, drift och förslutning av förvaret. Försök med provtillverkning av kapslar har redan pågått i flera år. Verksamheten kommer under de närmaste åren att öka.

Remissinstansernas synpunkter

Naturvetenskapliga forskningsrådet (NFR) påpekar att SKBs kommande program betonas fullskaleförsök. NFR menar att försöken kan ge värdefulla erfarenheter om vilka processer som är betydelsefulla för föroreningsspridningen, men också att en tvärvetenskaplig ansats krävs för att både dimensionera och tolka experimenten.

SKIs bedömning

SKI såg redan i granskningen av FUD-program 95 mycket positivt på SKBs planer att upprätta en pilotanläggning för kapselförslutning, och ser det nu som mycket värdefullt med en anläggning där SKB för fullstora kapslar kan utveckla förslutning och provning, samt skaffa sig underlag för arbetet med att utforma processerna i, samt även själva inkapslingsanläggningen.

Då SKI anser att SKB kan behöva utveckla andra metoder för förslutning parallellt med utveckling av elektronstrålesvetsning, anser SKI det även nödvändigt att SKB beaktar dessa alternativa metoders förutsättningar vid utformning av inkapslingsanläggningen.

SKIs kommentarer till demonstration av deponering och återtag i Äspölaboratoriet kommenteras i avsnitt 7.12.

5.2.9 SKIs bedömning av kapseln

SKI konstaterar att utvecklingen av kapseln nu har kommit i gång på allvar inom flera områden. Exempel på detta är tillverkningsteknik av såväl kopparkapsel som insats samt förslutning och kontroll av kapseln, vilket SKI anser vara positivt. Det finns emellertid fortfarande många kvarstående frågor, såväl tekniska problem som behöver lösas, som framtagande av kriterier och härledningar av krav från säkerhetsanalysen för långsiktig säkerhet. SKI ser det dock som mycket värdefullt att SKB inrättat

Kapsellaboratoriet i Oskarshamn, där förslutning och provning kan utvecklas i fullstor skala.

SKI anser att härledningen av konstruktionsförutsättningarna från de grundläggande kraven på kapseln har en bra grundstruktur, men att kraven i högre grad behöver vara motiverade genom konsekvensanalyser i säkerhetsanalysen för slutförvaret. Uppdateringar måste också göras i samband med ändringar i kapseldesignen, liksom med resultaten från undersökningar av tillverkade kapslars verkliga materialegenskaper (defekter, kornstorlek, dimensioner etc). Vidare bör SKB visa att risken för spänningskorrosion är försumbar på ytor som är utsatta för dragspänningar på grund av plastisk deformation vid belastning i slutförvaret.

SKI finner SKBs beskrivning av valet av koppar som kapselmateriell både strukturerat och med motiven beskrivna, med utgångspunkt från såväl kraven på kemisk beständighet och mekanisk hållfasthet, som från en genomgång av hur och om andra konstruktionskrav påverkar materialvalet. Den mekanism varvid fosfor påverkar materialets krypegenskaper är dock inte klarlagd och SKI anser att denna fråga behöver utredas. SKI anser vidare att kornstorleken är en viktig materialegenskap, som påverkar såväl mekaniska egenskaper och krypegenskaper som provbarhet. SKB ska motivera det satta kravet för kornstorlek utifrån de egenskaper som kopparkapseln förväntas ha och de konsekvenser som felaktig kornstorlek kan medföra.

SKI håller med SKB om att segjärn är ett bättre val av material för insatsen än gjutstål. SKI vill dock betona att segjärnets mekaniska egenskaper är starkt beroende av den gjutna kroppens form och storlek. SKI menar att SKB bör undersöka gjutkroppens faktiska mekaniska egenskaper, liksom identifiera och kartlägga förekommande defekter. Det sistnämnda gäller för övrigt kapselns alla komponenter inklusive svetsen.

SKI vill understryka att det centrala vid härledningen av kraven på kapselns vägg tjocklek är de antaganden och analyser som ligger till grund för de korrosionshastigheter som används vid dimensionering av koppars tjocklek, inte användningen av säkerhetsfaktorer i sig. Med tanke på det arbete som gjorts de senaste åren och det arbete som pågår hos SKB inom korrosionsområdet, menar SKI att SKB borde göra en ny sammanställning av hur olika typer av korrosion utgör grund en för utformningen av kopparkapseln.

SKI instämmer i SKBs resonemang om att det finns både för- och nackdelar med en mindre tjocklek på kopparkapseln när det gäller tillverkning, förslutning och kontrollmetoder. SKI förutsätter att den fortsatta redovisningen av hur även andra faktorer vägs in vid utformningen av kapseln sker på samma strukturerade sätt som vid härledningen av de hittills använda konstruktionsstyrande faktorerna.

SKI noterar att elektronstrålesvetsning med reducerat vakuum inte är helt utvecklad, och att ett omfattande utvecklingsprogram krävs för att förstå och lösa de problem som återstår. Om inte utprovningen av metoden i Kapsellaboratoriet utfaller väl inom rimlig tid, anser SKI att en kraftigare satsning på alternativa förslutningsmetoder kommer att behövas.

SKI anser inte att påståendet att man med tillgängliga metoder för provning kan uppnå kriteriet högst 0,1% defekta kapslar har bevisats i FUD-program 98. SKI anser vidare att SKB måste ta fram acceptanskriterier för tillåtna defekter i kapselns alla komponenter och svetsen. SKI vill också betona vikten av att utvecklingsprogrammet för ultraljudprovning fortsätter, och att ett motsvarande program för utveckling av provning med röntgen redovisas, samt att dessa provningsmetoder kvalificeras.

SKI ställer sig mycket frågande till SKBs påstående att metoden med rullformning och längdsvetsning är ett fungerande tillverknings sätt för kopparrör. Enligt SKIs uppfattning är det nödvändigt med kvalitetsförbättringar både för materialet och svetsen, innan metoden kan visas vara en fungerande metod. SKI instämmer i att metoderna med extrudering och dornpressning är mycket intressanta alternativ för tillverkning av kopparrör, och att de bör utredas vidare.

SKI menar, i likhet med Oskarshamns kommun och LSNO, att en kritisk fråga för den tekniska genomförbarheten (för KBS-3 som metod) är att SKB kan visa att metoder för både förslutning och kontroll (oförstörande provning; inklusive kvalificering av metoderna) verkligen finns tillgängliga och tillämpliga för serietillverkning, vilket innebär att ett tillräckligt stort antal fullstora kapslar skall ha tillverkats, förslutits och kontrollerats, och kunnat visas uppfylla de krav som förutsätts i säkerhetsanalysen av den långsiktiga säkerheten.

5.3 Inkapsling

SKBs redovisning

Anläggningar i systemet för inkapsling

SKB redovisar ett system för inkapsling av använt bränsle omfattande en kapselfabrik, en inkapslingsanläggning och ett mellanlager för fyllda kapslar. I inkapslingsanläggningen placeras använt bränsle i kapslarna som därefter försluts. Mellanlagret för förslutna kapslar är avsett att fungera som buffert, i syfte att minska effekter från störningar i leveranser till slutförvaret.

Kapselfabrik

SKB anger att kapslar för inkapsling av bränsle kommer att tillverkas i en speciell kapselfabrik, och redovisar i en preliminär utredning hur en sådan fabrik skulle kunna utformas (Andersson, 1997). Utredningen är baserad på en tillverkningsmetod med rullformning av valsad kopparplåt till rörhalvor vilka sedan svetsas ihop med långsgående elektronstrålesvetsning.

Förlägningsplats för fabriken är inte beslutad och frågor som ska beaktas inför ett beslut om lokalisering rör bland annat transporter till och från fabriken samt tillgång till arbetskraft och industrimiljö. Alternativ som kommer att studeras är en lokalisering i samma region som inkapslingsanläggningen eller slutförvaret, men även andra platser kan bli aktuella.

SKB kommer under de närmaste åren att göra mer detaljerade analyser av bland annat anläggningsutformning och investeringskostnader.

Inkapslingsanläggning

Inkapslingsanläggningen omfattar en inkapslingsbyggnad för förslutning av kapslar. I ett första skede kommer endast använt bränsle att kapslas in, men anläggningen kommer att förberedas för att senare kompletteras med utrustning för hantering av hårdkomponenter. Anläggningen kommer att dimensioneras för en verksamhet omfattande en kapacitet om ca. 200 kapslar per år med bränsle och ca. 100 kokiller per år med hårdkomponenter. Inkapsling av bränsle respektive produktion av kokiller med hårdkomponenter förutsätts utföras i separata kampanjer.

SKB redovisar fyra principiellt olika lokaliseringar för en inkapslingsanläggning; vid CLAB, vid slutförvaret, vid befintlig kärnteknisk anläggning eller på annan plats. De olika alternativa lokaliseringarna är i dagsläget endast översiktligt utredda, och SKB slår fast att de kommer att analyseras vidare innan ett slutgiltigt beslut fattas i samband med ansökan om tillstånd att uppföra anläggningen.

SKB förordar och redovisar en anläggning lokaliserad i direkt anslutning till CLAB vilket medför flera fördelar jämfört med övriga alternativ, såsom samordning med befintlig verksamhet, tillgång till kompetens avseende bränslehantering och erfarenhet av radiologisk verksamhet. Dessutom undviks transporter utanför anläggningarna vid överföring av bränsle från mellanlagring till kapsel (Gillin,1998).

Inkapslingsanläggningen liksom de olika hanteringsstegen i den tänkta processen, inklusive hantering av hårdkomponenter, är beskrivna i detalj utgående från det i dag gällande konceptet för kapsel och förslutning av kapsel. Servicefunktioner avses att i hög grad samordnas med befintlig verksamhet på Simpevarpshalvön.

SKB avser att under de kommande åren tillgodogöra sig erfarenheter från verksamheten i Kapsellaboratoriet i Oskarshamn för att utveckla inkapslingsprocessen. Man avser också att låta utföra fördjupade studier av hanteringen av hårdkomponenter i anläggningen och ta fram underlag inför en tillståndsansökan för uppförande av inkapslingsanläggningen.

Remissinstansernas synpunkter

Oskarshamn kommun och LSNO påpekar att inkapslingsanläggningen såväl som kapselfabrik utgör delar av ett system för slutförvaring av kärnavfall, och att lokaliseringsbeslut avseende dessa anläggningar inte kan tas förrän i samband med lokaliseringsbeslut för slutförvarsanläggningen. Nyköpings kommun, Oskarshamn kommun och LSNO påtalar också det faktum att utgångspunkten i förhandsresonemang varit att inkapslingsanläggningen förläggs i direkt anslutning till CLAB. Man betonar med hänvisning till detta vikten av att alternativa förläggningsplatser utreds ytterligare inför ett lokaliseringsbeslut, och då speciellt vad avser lokalisering vid slutförvaret.

SKIs bedömning

SKI anser att utfört projekteringsarbete för kapselfabrik och inkapslingsanläggning verkar rimligt, men vill påpeka att detaljutformning kommer att styras av slutligt vald tillverknings- och förslutningsmetod för kapseln.

SKB beskriver en inkapslingsanläggning lokaliserad i direkt anslutning till CLAB och till viss del integrerad med CLABs befintliga hanterings- och försörjningssystem. En stor del av redovisningen utgörs av hänvisningar till etablerad verksamhet och referenser till befintlig dokumentation avseende kravbild och säkerhetsredovisning för CLAB.

SKI instämmer i att en lokalisering av inkapslingsanläggningen till CLAB medför många fördelar. SKI vill dock betona betydelsen av att en systematisk analys av lokaliseringsaspekter som påverkar driften av anläggningen behöver göras, för de principiellt olika lokaliseringar som SKB redovisat.

SKI vill också påtala vikten av att en tydlig och fristående säkerhetsredovisning presenteras inför en ansökan om tillstånd att uppföra anläggningen.

5.4 Transporter

SKBs redovisning

I FUD-program 98 samt i underlagsrapporten som berör transporter (Ekendahl och Petterson, 1998) sägs att inkapslingsanläggningen planeras att lokaliseras i anslutning till CLAB.

Hela den tänkta transportkedjan från inkapslingsanläggningen till slutförvaret beskrivs. Redovisningen bygger till stora delar på SKBs nuvarande transportkoncept för bränsletransporter till CLAB med specialtonnage. De delar som tillkommer är hantering vid en eventuell omlastningsterminal för järnvägstransporter samt även möjligheten att använda landsvägstransporter. Rapporten tar upp viktiga delar som organisation, skyddsaspekter, missöden och extrema händelser.

Remissinstansernas synpunkter

Boverket anför att transporter inte är tillräckligt utredda, då infrastrukturinvesteringar behandlas i en särskild planeringsprocess med tioårsperspektiv. Nödvändiga investeringar till följd av en lokalisering måste därför göras i ett tidigt skede. Vidare anser Boverket att alternativ till tunga landsvägstransporter och därav följande behov av vägförstärkningar, anläggning av en ny järnväg etc., inte har belysts tillräckligt. Boverkets slutsats är att transportsystemen bör studeras mera ingående.

Länsstyrelsen i Västerbottens län anför att miljökonsekvensbeskrivningarna ska omfatta även transporter till djupförvaret.

Kungliga Tekniska Högskolan anför att transporter ges en styvmoderlig behandling trots att hithörande risker inte är försumbara.

SKIs bedömning

SKI konstaterar att det beskrivna transportkonceptet bygger på antagandet att inkapslingsanläggningen lokaliseras i anslutning till CLAB. Detta förenklar transportkedjan avsevärt och leder till mindre hantering av okapslat bränsle. En redovisning för ett koncept där inkapslingsanläggningen inte är samlokaliserad med CLAB saknas. En be-

skrivning av hur en tänkt hanteringskadad kapsel från slutförvaret transporteras tillbaka till inkapslingsanläggningen saknas också.

Konceptet för transporter av kapslar mellan inkapslingsanläggningen och slutförvaret bygger i stora delar på SKBs nuvarande transportsystem för använt bränsle och kärnavfall. Drifterfarenheterna från det nuvarande systemet har varit goda. Säkerheten vid transport baseras huvudsakligen på användandet av s.k. B-emballage enligt IAEAs definition. Dessa certifierade emballage är konstruerade att tåla mycket stora påkänningar, utan att deras barriärfunktion mot spridning av radioaktiva ämnen påverkas.

SKB anger landsvägstransporter som ett transportalternativ. SKI vill framhålla svårigheterna med långa landsvägstransporter av fyllda bränslekapslar, där transportekipaget totalt kan förväntas väga mera än 100 ton och i övrigt kan kräva särskilda tillstånd. Förutom uppgradering av vägar och broar innebär sådana transporter en ökad miljöbelastning. SKI anser i likhet med Boverket att SKB bör utreda alternativet att anlägga en ny järnväg i stället för landsvägstransporter, om slutförvaret förläggs inne i landet och järnvägsnät saknas på orten.

5.5 Slutförvarsteknik

SKI kommenterar här avsnitt 7.4 , 7.6 i huvudrapporten till FUD-program 98 och kapitel 14 i underlagsrapporten. Nedanstående punkter diskuteras och kommenteras särskilt:

- projektering samordnad med FoU, säkerhetsanalys och lokaliseringsarbetet
- storlek och utförande av deponeringstunnlar (metod)
- vertikal eller horisontell deponering (eller andra alternativa deponeringsvinklar)
- tillåten skadezon i deponeringstunnlar och deponeringshål
- kriterier för acceptans respektive förkastande av deponeringshål (injektering)
- bentonitens funktion i deponeringshål (återmättnad)
- återfyllning med bentonit och bergkross
- tillåten (permanent) användning av betong i förvaret
- teknikprovning i full skala.

5.5.1 Allmänna synpunkter

SKB anser att projekteringen hela tiden måste drivas väl samordnad med forskningen, säkerhetsanalysen och lokaliseringsarbetet. SKI vill särskilt betona vikten av att forskningens och säkerhetsanalysens behov tillgodoses i detta sammanhang.

Beträffande SKIs framförda önskan i granskningen av FUD-program 95 att utreda ett förvar i två plan konstaterar SKI att detta inte ännu är tillgodosett. Enligt SKB skall detta studeras vidare.

5.5.2 Utformning av slutförvaret

SKBs redovisning

Deponeringstunnlar

SKB har i sina preliminära anläggningsbeskrivningar skissat på ett antal olika storlekar på tunnelareor beroende på typ av tunnel. För deponeringstunnlar eftersträvar SKB av kostnadsskäl så litet tvärsnitt som möjligt, i detta fall en tunnelhöjd av ca 5 m (Lönnerberg och Pettersson, 1998). Deponeringstunnlarnas bredd styrs av utrymmesbehovet för deponeringsmaskinens funktion och utformning (med strålskärnstub).

Alternativ deponeringsteknik

SKBs utförda systemstudier har inte förändrat SKBs uppfattning att KBS-3-metoden bör vara kvar som huvudalternativ, men avser ändå att fortsätta utreda horisontell deponering i medellånga tunnlar (MLH-metoden) av såväl tekniska som ekonomiska skäl.

Skadезon i tunnlar och deponeringshål

Omfattande tester avseende skadезonens utbredning i såväl borrhålor som frästa (med TBM) tunnlar har utförts av SKB i Äspölaboratoriet (ZEDEX). I Olkiluoto har Posiva Oy utfört motsvarande tester i fullprofilborrade deponeringshål. SKBs respektive Posivas utvärdering av resultaten tyder på att borrhålor med TBM-utrustning ger betydligt mindre skadезon i berget i jämförelse med konventionell borrhålor- och sprängningsteknik.

Bentonitens funktion i deponeringshålen

Ett krav på bufferten i deponeringshålen är att svällningstrycket skall vara tillräckligt högt för att ge en god kontakt med omgivande berg och med kapseln, men inte högre än vad kapseln och omgivande berg kan motstå. Ett ytterligare krav är att deformbarheten inte skall vara större än att kapslarnas läge behålls, men heller inte mindre än att berggrörelser kan tas upp utan att kapslarna skadas.

Demonstration av teknik för funktion hos viktiga delar i förvarssystemet planeras genomföras i Äspölaboratoriet. I detta ingår bl.a. försöket ”Prototypförvar”. Försöket skall fokuseras mot prov och demonstration av förvarssystemets funktion med avseende på vissa processer eller storheter, bl.a.:

- vattenupptagning i buffert och återfyllnad
- temperaturfördelningen i kapsel, buffert, återfyllnad och berg
- svälltryck och rörelser i buffert och återfyllnad.

Återfyllnad

Karnland (1997) har i en studie för SKB redogjort för hur salt grundvatten påverkar bentonitens svällningsegenskaper i återfyllnaden. Försämrade svällningsegenskaper kan orsaka eller bidra till en eventuell kanalbildning som kan skapa snabba flödesvägar i återfyllnaden.

Betong i slutförvaret

Permanent pluggar av betong för hela tunnlar och sprickzoner (även störd zon) diskuteras av SKB. SKB har även i Lönnerberg och Pettersson (1998) antytt att betong i

deponeringstunnlarnas sula behövs för att stabilisera rälerna för deponeringsmaskinen. I SFL 3-5 förvaret planerar SKB att använda stora mängder betong.

Remissinstansernas synpunkter

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen (FMKK) anser det förkastligt att använda betongpluggar som tätning i deponeringstunnlarna, eftersom det är väl känt att betong och bentonit är en synnerligen olämplig kombination på grund av den ömsesidigt nedbrytande effekt de båda materialen utövar på varandra.

SKIs bedömning

SKB föreslår en närmare metodutredning för borrar eller fräsning (TBM-teknik) av deponeringstunnlar med önskade tvärsnitt. SKI håller med SKB om att TBM behöver vidareutvecklas för borrar av korta tunnlar vilket enligt SKI är nödvändigt för att kunna använda TBM-utrustning för borrar av deponeringstunnlar.

Den av SKB föreslagna tunnelhöjden på 5 m i deponeringstunnlar förefaller vara alltför snävt tilltagen om kapselns storlek (höjd 4,8 m) beaktas. Om SKBs föreslagna teknik med sekventiell deponering av bentonitblock och kapsel i vertikala hål inte fungerar som planerat innebär en samtidig deponering av bentonit och kapsel i ett ”paket” ett betydligt större (och dyrare) krav på tunnelarea.

Enligt SKIs uppfattning är det viktigt att SKB håller vägar för alternativa deponeringstekniker öppna, även om SKI är överens med SKB om att KBS-3-metoden för närvarande är huvudalternativet.

SKI föreslog vid granskning av SKBs FUD-program 95 att testa MLH på Äspö. SKB som deltar i ett fullskaleförsök med horisontell deponering i en borrarad tunnel (FEBEX) vid berglaboratoriet i Grimsel, Schweiz, vill avvakta resultatet från detta försök och planerad vertikal deponering i Äspölaboratoriet, innan man beslutar att prova MLH-metoden i full skala i Äspölaboratoriet. SKI ser det som rimligt att SKB avvaktar resultat från FEBEX-försöket för att utnyttja relevant kunskap innan något beslut tas om test i Äspölaboratoriet.

SKIs anser det som viktigt att tillförlitliga metoder tas fram och används för att kartlägga skadezonens utbredning i tunnlar och deponeringshål i ett slutförvar, eftersom zonen kan utgöra en direkt transportväg för frigjorda radionuklider från eventuellt skadade kapslar i förvaret. En utförligare diskussion om tolkning av SKBs resultat från ZEDEX-försöket redovisas i avsnitt 7.12.

Beträffande acceptans respektive förkastande av deponeringshål konstaterar SKI att SKB inte diskuterat vilka kriterier som skall gälla för att ett deponeringshål skall kunna accepteras. Det viktigaste kriteriet är hur stort vatteninflöde som skulle kunna accepteras för att få en jämn återmättnad av bentoniten. En avgörande faktor i detta sammanhang är om cementinjektering runt deponeringshålen skall tillåtas för att stoppa eller begränsa vattenflödet. Enligt SKIs uppfattning skulle alltför omfattande injektering negativt kunna påverka den kemiska närmiljön runt deponeringshålen.

Storleken på öppna eller slutna mineraliserade sprickor i deponeringshålens väggar är andra faktorer som kan ha säkerhetsmässig betydelse i ett längre tidsperspektiv (vid ev. framtida berggrörelse som kan påverka kapseln). SKI anser att detta är krav och frågeställningar som kräver vidare utredningar och analys. En ojämn återmättnad av bufferten kan medföra heterogen spänningsfördelning på kapseln och även orsaka heterogen transport och sorptionsegenskaper i bufferten.

SKI vill understryka att SKB noga bör väga in de erfarenheter som gjorts i samband med avslutade eller pågående storskaleförsök (prototypförvar) t.ex. STRIPA, Kamaishi eller FEBEX. Erfarenheter har visat att det är svårt att omsätta små laboratorieförsök till stor skala med avseende på möjligheterna att analysera vad försöken verkligen visar. Det är viktigt bl.a. att behålla en god kontroll över randvillkor, skaleffekter, mätbara storheter m.m. och tillhörande osäkerheter för att kunna utvärdera försöken. Det är även väsentligt att man genomför beräkningar och prediktioner före försöken, så att man får möjlighet att jämföra prediktion och utfall.

Beträffande återfyllning anser SKI att en blandning av bentonit och bergkross förutsätter att homogenisering av materialet kan garanteras för att uppnå en acceptabel barriärfunktion. Stor variation i geologi (mineralsammansättning) kan medföra problem avseende homogeniseringskravet. Dessutom kan några procent kalium i bergkross påverka bentoniten (illitombildning). Kompressivitetskravet hos materialet måste också säkerställas för att motverka utsvällning av bentonit från deponeringshålen.

Ren bergkross som återfyllning har studerats av SKB bl.a. i kombination med permanent tunnelförslutning. För att detta skall fungera krävs antagligen snäva kornstorleksgränser för det krossade materialet. För ren bergkross gäller här samma krav beträffande kompressibilitet som för blandningen av bentonit och bergkross.

I samband med att bergkross lagras ovan jord under längre tid är det troligt att mineralomvandling påbörjas och en ny mikromiljö erhålles (biofilmbildning) som vid återförande till förvarsnivå negativt kan påverka återfyllnaden.

SKIs konsult (Savage m.fl., 1998) anser att användandet av betong i SFL 3-5 kan utgöra ett problem, eftersom denna förvarsdel kan komma att påverka SFL 2 förvaret. SKIs uppfattning är också att SKB ännu inte kommit särskilt långt i utvärderingen av inverkan av betong och andra material på den långsiktiga säkerheten i ett slutförvar. SKI anser att SKB i görligaste mån bör undvika att onödigtvis introducera främmande material i förvarsmiljön samt att visa, om önskad påverkan uppdragas, att man kan analysera och åtgärda eventuell påverkan. Inför förslutningen kan det också visa sig nödvändigt att avlägsna vissa olämpliga material.

5.5.3 Provnings av teknik i full skala

SKBs beskrivning

SKB menar att anläggningen av Äspölaboratoriet har givit värdefulla erfarenheter vad avser vidareutveckling och prov av teknik för byggande av ett förvar och undersökning av berget i samband med byggandet. Genom att tunneldrivning utförts både med kon-

ventionell sprängning och borrar och med en tunnelborrningsmaskin (TBM) har ett värdefullt underlag erhållits för val av brytningsmetodik i det framtida slutförvaret.

SKIs bedömning

SKBs program för borrar av deponeringshål, provning av deponeringsmaskin, provning av teknik för återfyllning och provning av återtag i Äspölaboratoriet är aktiviteter som SKI anser helt nödvändiga för att SKB skall kunna uppnå trovärdighet och acceptans för slutförvarskonceptet.

I samband med borrar av deponeringshål ser SKI positivt på SKBs planer på kompletterande laboratorieförsök och eventuella fältförsök för att särskilt studera de hydrauliska egenskaperna hos systemet bentonit-bergyta-skadezon (se SKIs kommentarer om ZEDEX i avsnitt 7.12).

SKI ser deponering av strålskärnade kapslar i Äspölaboratoriet med en prototyp av en deponeringsmaskin som en relativt stor teknisk utmaning speciellt med tanke på att SKB anser att deponering av fullstora kapslar skall gå att utföra i en TBM-tunnel med begränsad (5 m) diameter. Planerade tester skall dock utföras i en sprängd tunnel med betydligt större tunnelarea.

5.5.4 SKIs bedömning av slutförvarsteknik

Den av SKB föreslagna tunnelhöjden på 5 m i deponeringstunnlar förefaller vara alltför snävt tilltagen om kapselns storlek (höjd 4,8 m) beaktas. Om SKBs föreslagna teknik med sekventiell deponering av bentonitblock och kapsel i vertikala hål inte fungerar som planerat innebär en samtidig deponering av bentonit och kapsel i ett ”paket” ett betydligt större (och dyrare) krav på tunnelarea.

SKIs anser det som viktigt att tillförlitliga metoder tas fram och används för att kartlägga skadezonens utbredning i tunnlar och deponeringshål i ett slutförvar, eftersom zonen kan utgöra en direkt transportväg för frigjorda radionuklider från eventuellt skadade kapslar i förvaret. En utförligare diskussion om tolkning av SKBs resultat från ZEDEX-försöket redovisas i avsnitt 7.12.

Beträffande acceptans respektive förkastande av deponeringshål konstaterar SKI att SKB ännu inte diskuterat vilka kriterier som skall gälla för att ett deponeringshål skall kunna accepteras. SKI anser att det viktigaste kriteriet är hur stort vatteninflöde som skulle kunna accepteras för att få en jämn återmättnad av bentoniten. En avgörande faktor i detta sammanhang är om cementinjektering runt deponeringshålen skall tillåtas för att stoppa eller begränsa vattenflödet. Enligt SKIs uppfattning skulle alltför omfattande injektering negativt kunna påverka den kemiska närmiljön runt deponeringshålen.

Vidare utredningar och analys krävs för att klargöra om en ojämn återmättnad av bufferten kan medföra heterogen spänningsfördelning på kapseln och även orsaka heterogen transport och sorptionsegenskaper i bufferten.

SKIs uppfattning är att SKB i görligaste mån bör undvika att onödigtvis introducera främmande material såsom cement och betong i förvarsmiljön.

5.6 Återtagning av deponerade kapslar, övervakning

SKI kommenterar här avsnitt 7.5 i huvudrapporten till FUD-program 98, avsnitt 14.4.5 i underlagsrapporten och rapporten om Säkerheten vid drift av djupförvaret (Lönnerberg och Pettersson, 1998).

5.6.1 Allmänna synpunkter

SKB anser att slutförvaret ska utformas så att det är möjligt att återta deponerade kapslar, men kravet inte får medföra att förvarets långsiktiga funktion försämras. Enstaka kapslar kan behöva återtas om något visar att just dessa kapslar ej fyller ställda krav eller att det under driftövervakning visar sig att andra komponenter i slutförvaret inte uppfyller säkerhetskraven. Återtag skulle också kunna bli aktuellt för samtliga kapslar, om en annan metod för att ta hand om eller ta vara på kärnbränsle skulle föredras i framtiden.

Den numera accepterade stegvisa utbyggnaden av ett slutförvar för använt kärnbränsle samt frågan om kärnämneskontroll för ett slutförvar under obestämd tid har bidragit till att aktualisera frågan om återtag och övervakning.

En annan bidragande orsak till diskussionen om återtag i Sverige har varit tillämpningen av KASAMs etiska princip. SKI stöder denna princip vilket innebär att vår generation, som dragit nytta av kärnenergin, också skall ta hand om avfallet och inte överlåta bördan på framtida generationer; övervakning och återtag skall alltså inte vara nödvändigt. Dessutom skall framtida generationer, troligen med bättre kunskaper och andra värderingar, ändå ha friheten att ta egna beslut; vi bör alltså heller inte i onödan försvåra övervakning och återtag.

5.6.2 Teknik för återtag

SKBs redovisning

Fyra olika tekniker för friläggande av kapsel har studerats av SKB (Svemar, 1997). Två metoder, en hydrodynamisk (med saltvatten) och en termisk (kylning) metod förefaller enligt SKB att kunna vidareutvecklas. I Lönnerberg och Pettersson (1998) har SKB illustrerat deponeringsförloppet för kapslar, vilket man anser vara reversibelt.

I avsnitt 7.5.4 i huvudrapporten framgår att SKB avser att vidareutveckla tekniken för att ta tillbaka deponerade kapslar med:

- utveckling av utrustning och metod
- demonstration i full skala (vid Äspölaboratoriet)

- framtagning av teknik som kan användas i slutförvaret
- utformning av ett mellanlager för återtagna kapslar.

SKBs mål för test av återtag (efter 3-5 år, i två deponeringshåll) i Äspölaboratoriet är att utveckla och prova metodik och utrustning för att lösgöra kapseln från den vattenmättade bentoniten, samt att visa hur en frigjord kapsel kan återtas under realistiska förhållanden.

Remissinstansernas synpunkter

Greenpeace anser det önskvärt med en mer detaljerad diskussion av motiv såväl som metod, tidsramar och ekonomiska ramar för återtag för att visa realismen i reversibilitet. Greenpeace menar t.ex. att man utöver bibehållen kunskap om förvarets läge och utformning också måste ha ett sätt att kontinuerligt bevaka förvarets funktion.

FMKK anser att SKB är uppenbart tveksam till huruvida det tilltänkta förvaret är avsett att vara ett tillfälligt mellanlager eller ett slutförvar. FMKKs uppfattning är att det enda skälet till återtag skall vara att djupförvaringen inte visar sig uppfylla de krav som ställs med hänsyn till hälsa och livsmiljö på såväl kort som lång sikt. FMKK efterlyser en utförlig och ingående scenarieanalys för återtag vid olika tidpunkter av förvarsskedet upp till 100 000 år då SKB betraktar avfallet som ”ofarligt”. FMKK säger ”slutligen vill vi än en gång påpeka att så länge Kärntekniklagen föreskriver slutlig förvaring, så skall också inriktningen på projektet vara en slutlig förvaring och ingenting annat!”. FMKK säger också att om starka skäl finns för ändrad inriktning skall eventuella lagtextändringar bekräftas på sedvanligt sätt genom beslut i Sveriges Riksdag.

Avfallskedjan anser att SKBs dubbla budskap, oåtkomlighetskravet respektive återtagbarhetskravet raserar trovärdigheten i SKBs metodval (KBS-3-förvar).

SKIs bedömning

I Sverige finns ännu inga formella krav på återtag, men SKI avser ställa sådana krav i de kommande föreskrifterna om slutförvaring. SKI håller med SKB om att återtag kan göras i ett antal olika skeden; från CLAB, under inkapsling, under deponeringsskedet, efter återfyllnad och försegling av deponeringstunnlar och efter förlutning, där kostnaderna successivt ökar med varje nytt skede.

Även om det vid slutförvaring inte kan vara tal om att planera för återtagning, d.v.s. att i själva verket anse förvaret som ett mellanlager, anser SKI att SKB behöver utveckla metoder för återtag. Det är SKIs uppfattning, och viktigt för trovärdigheten, att metoder för återtag utvecklas, provas och demonstreras i full skala senast innan beslut kan tas om påbörjande av en detaljundersökning. Det är därför bra att SKB påbörjat studier av återtagningsteknik, och SKI ser med intresse fram emot resultatet av det planerade återtagsförsöket i Äspölaboratoriet.

I likhet med FMKK anser SKI att det slutförvar som SKB planerar att bygga måste anses som ett slutförvar och ingenting annat. SKI inser vidare att krav på svåråtkomlighet (hellre än oåtkomlighet) kan synas svårt att förena med krav på återtagbarhet. Det blir här frågan om en avvägning och där en vald metod, t.ex. KBS-3, samtidigt bör uppfylla båda dessa krav så långt det är möjligt.

SKIs åsikt är, utgående från kapselns långa livslängd, att återtag sannolikt är möjligt utan större svårigheter åtminstone några tusentals år in i framtiden, men att det inte är meningsfullt att spekulera över längre, ej överblickbara tidsperspektiv. Man bör dock ha i åtanke att ett återtag efter mycket långa tider mer bör jämföras med gruvbrytning än återtagning i den mening vi nu diskuterar.

Någon form av övervakning/monitoring (t.ex. temperatur- och bergspänningsmätning) kommer att äga rum under deponeringsfasen. Det kan också komma att ställas krav på sådan övervakning också under en viss tid efter förslutning av förvaret av t.ex. politiska skäl. Slutförvaret måste dock utformas så att övervakning inte alls är nödvändig efter förslutning. Om nu övervakning ändå sker så får den inte störa slutförvarets säkerhetsfunktioner.

5.7 Kärnämneskontroll och fysiskt skydd

5.7.1 Kärnämneskontroll (safeguards)

SKBs redovisning

SKB refererar till kapitel 7 i Systemredovisningen (SKB, 1998), där de internationella kraven och principerna för kärnämneskontrollen redovisas, inklusive EURATOMs roll. IAEAs nuvarande verifieringskriterier beskrivs, liksom den förväntade strategin för safeguard av slutförvar enligt IAEA-studien SAGOR. Baserat på denna redogör SKB för en principiell utformning av kärnämneskontrollen för ett slutförvarssystem.

Remissinstansernas synpunkter

Greenpeace anför att övervakningen av slutförvaret kommer att belasta kommande generationer då den är obestämd i tiden och kommer att kräva resurser.

SKIs bedömning

För transporter och anläggningar för hantering finns ett fungerande internationellt kontrollsystem. SKI vill dock framhålla behovet av att ny teknik utvecklas för kärnämneskontroll från och med inkapslingen av det använda bränslet.

Kärnämneskontrollen i form av övervakning av ett tillslutet förvar väntas pågå så länge NPT-fördraget är i kraft. Övervakningen så som den beskrivs i SAGOR-rapporten antas dock kunna ske med relativt enkla metoder som oregelbundna internationella inspektioner av det förslutna förvaret och närområdet samt t.ex. med stationär seismisk detektionsutrustning. IAEA kan även utnyttja information från bl.a. kommersiella satellitfoton, som numera har en tillräcklig upplösninggrad för ytövervakning av verksamheter som det kan bli fråga om här. SKI vill dock framhålla behovet av teknikutveckling på området och anser att detta också bör ingå i SKBs program.

5.7.2 Fysiskt skydd

SKBs redovisning

I huvudrapporten konstateras endast att all hantering av bränsle är omgärdad av fysiskt skydd utan vidare referenser. I transportredovisningen (Ekendahl och Pettersson, 1998) beskrivs översiktligt målsättning och utförande av fysiskt skyddsåtgärder vid kärnbränsletransporter.

Remissinstansernas synpunkter

Greenpeace menar att ett slutförvar behöver övervakas. Detta innebär ett behov av kunskapsbevarande och avsättning av resurser under en obestämd framtid, vilket skulle lägga ett ansvar på kommande generationer.

SKIs bedömning

Det finns i Sverige ett adekvat system för fysiskt skydd av kärnämne på anläggningar och under transport. Slutförvarskonceptet enligt FUD-program 98 innebär ingen förändring av grundkonceptet, även om systemet måste anpassas till ett eventuellt utökat transportsystem och nya typer av anläggningar i form av inkapslingsanläggning och slutförvar. Ett tillslutet slutförvar behöver inga fysiska skyddsåtgärder. Övervakning av platsen faller inom det internationella åtagandet gentemot NPT-fördraget (IAEA-kontroll).

5.8 SKIs sammanfattande bedömning

5.8.1 Allmänna synpunkter

I kapitel 7 av FUD-program 98 redovisar SKB status för utveckling av teknik och sitt program för fortsatt utveckling på olika områden. Skiljelinjen mellan forskning och utveckling är av naturliga skäl flytande. Enligt SKIs uppfattning är det dock inte så viktigt var olika aktiviteter redovisas bara redogörelsen görs fullständig och inget viktigt hamnar mellan stolarna.

SKBs program för teknisk utveckling bör fokusera på att uppnå de funktionskrav som kan ställas på de olika barriärerna utifrån säkerhetsanalyser för respektive anläggningar. Senast vid en tillståndsansökan måste SKB kunna visa att funktionskraven kan uppfyllas.

I inledningen till kapitel 7 av FUD-program 98 går SKB igenom och definierar ”grundläggande tekniska krav” vilket motsvarar funktionskraven enligt ovan i kvalitativ bemärkelse. SKI anser att SKB bör tänka igenom strukturen på denna redovisning och hur kraven stegvis utvecklas mot allt mer detaljerade tekniska krav och mål för utvecklingsarbetet, efterhand som beslutsprocess och byggandet av anläggningar fortskrider. Detta gäller såväl tekniska som naturliga barriärer och barriärfunktioner.

En annan fråga av betydelse för ett tekniskt utvecklingsprogram är variationsbredden i utförandet av barriärer som SKB kommer att behöva ange i sina ansökningar om att få bygga anläggningar. Det är enligt SKIs uppfattning inte bara i sin ordning utan också

nödvändigt att en viss sådan variationsbredd, eller handlingsfrihet, ingår i tillståndet för respektive anläggningar. SKB bör i sin kommande redovisning ta upp dessa frågor tydligare än vad som framgår av FUD-program 98, även om redogörelsen för handlingsfrihet i systemredovisningsrapporten är en god början.

5.8.2 Kapsel

SKI konstaterar att utvecklingen av kapseln nu har kommit i gång på allvar inom flera områden såsom tillverkningsteknik för kopparkapsel och insats samt förslutning och kontroll. SKI anser detta vara positivt och inte minst är det värdefullt att SKB nu inrättat Kapsellaboratoriet, där förslutning och provning kan utvecklas i fullstor skala.

SKI anser att konstruktionsförutsättningarna för kapseln har härletts från de grundläggande kraven på kapseln på ett bra sätt, men att dessa krav behöver motiveras bättre från säkerhetsanalysen av slutförvaret.

När det gäller valet av kapselmaterial anser SKI att den mekanism varmed fosfor påverkar koppars krypegenskaper behöver klarläggas. SKI anser vidare att SKB bättre behöver motivera det satta kravet för koppars kornstorlek.

SKI vill understryka att det centrala vid härledningen av kraven på kapselns vägg tjocklek är de antaganden och analyser som ligger till grund för de korrosionshastigheter som används vid dimensionering av koppars tjocklek, inte användningen av säkerhetsfaktorer i sig. SKI anser att SKB borde göra en ny sammanställning av kapselkorrosion. Valet av vägg tjocklek påverkas dock av flera faktorer, främst möjligheterna att nå goda resultat vid tillverkning, förslutning och kontroll. En viktig uppgift för SKB är att väga dessa faktorer mot varandra.

SKI ställer sig frågande till SKBs påstående att rullformning och längdsvetsning är ett fungerande tillverkningssätt för kopparrör. SKI instämmer dock i att extrudering och dornpressning är intressanta alternativ som bör utredas vidare.

SKI noterar att elektronstrålesvetsning inte är helt utvecklad i den skala som krävs för förslutning av kapslar, och att ett omfattande utvecklingsprogram kan komma krävas för att förstå och lösa de problem som återstår. Om inte utprovningen av metoden i Kapsellaboratoriet utfaller väl inom rimlig tid, anser SKI att en kraftigare satsning på alternativa metoder kommer att behövas.

SKI instämmer med SKB om att segjärn är ett bättre val av material för insatsen än gjutstål, och vill påminna om att segjärnets egenskaper är starkt beroende av den gjutna kroppens form och storlek. SKB bör därför undersöka gjutkroppens faktiska mekaniska egenskaper, liksom identifiera och kartlägga förekommande defekter.

SKI anser att SKB ännu inte visat hur man med provning kan uppnå kriteriet högst 0,1% defekta kapslar. SKB måste ta fram en bättre härledning av acceptanskriterier för tillåtna defekter i svetsen. SKI vill också betona vikten av att utvecklingsprogrammet

för ultraljudprovning fortsätter, och att ett motsvarande program för utveckling av provning med röntgen redovisas.

SKIs åsikt är, i likhet med Oskarshamns kommun och LSNO, att en kritisk fråga för den tekniska genomförbarheten för KBS-3-metoden är att SKB kan visa att teknik för förslutning och kontroll verkligen finns tillgängliga och tillämpliga för serietillverkning. Detta innebär att senast inför ansökan om detaljundersökning skall ett antal fullstora kapslar ha tillverkats, förslutits och kontrollerats, och kunnat visas uppfylla de krav som förutsätts i säkerhetsanalysen av den långsiktiga säkerheten.

5.8.3 Inkapsling

SKIs anser att utfört projekteringsarbete för kapselfabrik och inkapslingsanläggning verkar rimligt, men vill påpeka att detaljutformning kommer att styras av slutlig vald tillverknings- och förslutningsmetod för kapseln.

SKI instämmer i att en lokalisering av inkapslingsanläggningen till CLAB medför många fördelar. SKI vill dock betona att en systematisk analys av hur lokaliseraspekter påverkar driften av anläggningen behöver göras, för de principiellt olika lokaliseringar som kan komma ifråga.

5.8.4 Transporter

SKI konstaterar att det beskrivna transportkonceptet bygger på antagandet att inkapslingsanläggningen lokaliseras i anslutning till CLAB. Detta förenklar transportkedjan högst avsevärt och leder till mindre hantering av okapslat bränsle. Redovisning av ett fall där samlokalisering inte sker saknas dock, liksom beskrivning av hur hanterings-skadade kapslar transporteras tillbaka till inkapslingsanläggningen från slutförvaret.

Transporterna av kapslar mellan inkapslingsanläggning och slutförvar bygger i stora delar på SKBs nuvarande transportsystem för använt bränsle och kärnavfall, där drift-erfarenheterna varit goda. Säkerheten vid transport baseras huvudsakligen på användandet av internationellt certifierade emballage som är konstruerade att tåla mycket stora påkänningar.

SKI anser att långa landsvägstransporter av bränslekapslar är ett mindre realistiskt alternativ. SKI anser, i likhet med Boverket, att SKB bör utreda och överväga alternativet att anlägga en ny järnväg, om slutförvaret förläggs inne i landet och järnvägs saknas på orten.

5.8.5 Slutförvarsteknik

Den av SKB föreslagna tunnelhöjden på 5 m i deponeringstunnlar förefaller vara alltför snävt tilltagen om kapselns storlek (höjd 4,8 m) beaktas. Om SKBs föreslagna teknik med sekventiell deponering av bentonitblock och kapsel i vertikala hål inte fungerar

såsom planerat innebär en samtidig deponering av bentonit och kapsel i ett ”paket” ett betydligt större (och dyrare) krav på tunnelarea.

SKIs anser det som viktigt att tillförlitliga metoder tas fram och används för att kartlägga skadezonens utbredning i tunnlar och deponeringshål i ett slutförvar. En utförligare diskussion om tolkning av SKBs resultat från ZEDEX-försöket redovisas i avsnitt 7.12.

Beträffande acceptans respektive förkastande av deponeringshål konstaterar SKI att SKB ännu inte diskuterat vilka kriterier som skall gälla för att ett deponeringshål skall kunna accepteras. SKI anser att det viktigaste kriteriet är hur stort vatteninflöde som skulle kunna accepteras för att få en jämn återmättnad av bentoniten. En avgörande faktor i detta sammanhang är om cementinjektering runt deponeringshålen skall tillåtas för att stoppa eller begränsa vattenflödet. Enligt SKIs uppfattning bör sådan injektering undvikas. SKIs uppfattning är att SKB i görligaste mån bör undvika att onödigtvis introducera främmande material såsom betong i förvarsmiljön.

Vidare utredningar och analys krävs för att klargöra huruvida en ojämn återmättnad av bufferten kan medföra heterogen spänningsfördelning på kapseln och även orsaka störningar i buffertens barriäregenskaper.

5.8.6 Återtagning och övervakning

I Sverige finns ännu inga formella krav på att återtagning av deponerat kärnbränsle skall vara möjligt, men SKI avser att ställa sådana krav i kommande föreskrifter om slutförvaring. SKI håller med SKB om att återtag kan göras i ett antal olika skeden; från CLAB, under inkapsling, under deponeringsskedet, efter återfyllnad och försegling av deponeringstunnlar och efter förslutning.

Även om det vid slutförvaring inte kan vara tal om att planera för återtagning, d.v.s. att i själva verket anse förvaret som ett mellanlager, anser SKI att SKB behöver utveckla metoder för återtag. Det är SKIs uppfattning, och viktigt för trovärdigheten, att metoder för återtag utvecklas, provas och demonstreras i full skala senast innan beslut tas om påbörjande av en detaljundersökning. Det är därför bra att SKB påbörjat studier av återtagningsteknik, och SKI ser med intresse fram emot resultatet av det planerade återtagsförsöket i Äspölaboratoriet.

SKI anser att slutförvaret måste utformas så att övervakning inte är nödvändig efter förslutning. Om nu övervakning ändå sker, av politiska eller andra skäl, så måste detta göras så att man inte skadar slutförvarets barriärer.

5.8.7 Kärnämneskontroll och fysiskt skydd

För transporter och övrig hantering finns ett fungerande internationellt kontrollsystem. SKI vill dock framhålla behovet av ny teknik för kärnämneskontroll (safeguard) från och med inkapsling av det använda bränslet.

I enlighet med utredningar som företagits inom IAEA anser SKI att kärnämneskontrollen av ett förslutet förvar kan ske med relativt enkla metoder, såsom inspektioner, seismiska mätningar och satellitövervakning. Denna kontroll kommer att ske så länge fördrag om icke-spridning av kärnvapen (nuvarande NPT) är i kraft.

När det gäller fysiskt skydd finns i Sverige ett adekvat system för skydd av anläggningar och transporter. Ett förslutet slutförvar behöver inga fysiska skyddsåtgärder.

6 SÄKERHETSANALYSER

6.1 Inledning

I detta kapitel redovisas SKIs synpunkter på SKBs arbete med säkerhetsanalyser och program för kommande säkerhetsredovisningar för geologiska slutförvar efter förslutning (långsiktig säkerhet). Säkerhetsredovisningar för drift av anläggningar och andra säkerhetsredovisningar som ska ingå i den fullständiga systemredovisningen behandlas under kapitel 3 i denna PM. SKIs granskning baseras på SKBs redovisning i kapitel 8 i FUD-program 98 samt på den detaljerade beskrivningen av metoder och modeller för säkerhetsanalys i underlagsrapporten till FUD-program 98 (kapitel 2 och 3 i det detaljerade program för forskning och utveckling 1999-2004).

Säkerhetsanalysen är den metod som används för att på ett systematiskt sätt analysera och bedöma funktionen och säkerheten hos ett slutförvar. Redovisningar av säkerhetsanalyser är därför en viktig del av det beslutsunderlag som SKB ska ta fram, och SKI ska granska, i samband med kommande tillståndsansökningar för slutförvar och inkapslingsanläggning. Säkerhetsredovisningar är också ett viktigt underlag för de miljökonsekvensbeskrivningar (MKB-dokument) som ska ingå i tillståndsansökningarna.

I samband med granskningen (SKI, 1996a) av FUD-program 95 (SKB, 1995a) bedömde SKI att SKB tagit fram ett bra ramverk för framtida säkerhetsredovisningar, SR 95 (SKB, 1995b). SKI framförde också att SKB bör tillämpa och utvärdera metodiken genom att genomföra en fullständig säkerhetsanalys baserad på platsspecifika data, inför planerade platsundersökningar och tillståndsansökningar för slutförvar och inkapslingsanläggning. Detta krav fastställdes senare i regeringsbeslutet till FUD-program 95 (19 december 1996).

SKBs arbete med den nya säkerhetsanalysen (SR 97) är ännu inte avslutat varför granskningen begränsas till de delredovisningar och planer som beskrivs i FUD-program 98. SKI kommer att genomföra en särskild granskning när SR 97 publicerats, vilket kommer att ske under 1999 enligt SKBs planer.

6.2 Metodik för säkerhetsanalys

6.2.1 Systembeskrivning

Grunden för varje säkerhetsanalys är en väldokumenterad beskrivning av processsystemet, d.v.s. alla de förhållanden, händelser och processer, FEPs (från engelskans Features, Events and Processes), som direkt eller indirekt kan påverka olika barriärers funktion och utläckage och transport av radioaktiva ämnen från ett slutförvar. Till beskrivningen av processsystemet (som här benämns *systembeskrivning* av SKB) hör också en redogörelse av de brister och osäkerheter som är förknippade med kunskapsunderlaget.

De databaser med FEPs-beskrivningar som ingår i beskrivningen av processsystemet behöver uppdateras kontinuerligt allt eftersom ny kunskap kommer fram och slutförvarets konstruktion konkretiseras. Eftersom stora delar av en beskrivningen är gemensam för olika typer av geologiska slutförvar, t.ex. processer som påverkar spridning av radioaktiva ämnen i berget, kan man även utnyttja de internationella databaser med FEPs-beskrivningar som tas fram inom OECD/Nuclear Energy Agency (NEA).

SKI utvecklar egna beskrivningar av processsystemet för olika typer av slutförvar för att kunna göra en oberoende granskning av SKBs redovisningar i samband med tillståndsansökningar. Nästa stora redovisningstillfälle blir när SKB presenterar sin nya säkerhetsanalys SR 97 under 1999.

SKBs redovisning

SKB har tidigare använt sig av s.k. *interaktionsmatriser* och *influensdiagram* för att strukturera informationen om processsystemet (FUD-program 95 och SR 95). SKB har nu påbörjat utveckling av en ny metod inom den pågående säkerhetsanalysen, SR 97. Det nya sättet att strukturera informationen innebär i korthet att förvaret delas in i fyra olika systemdelar (bränsle, kapsel, buffert/återfyllnad och geosfär). För varje systemdel görs en lista på olika kategorier av processer och tillståndsvariabler som man behöver ta hänsyn till i säkerhetsanalysen (THMC = termiska, hydrauliska, mekaniska och kemiska processer). Med hjälp av särskilda THMC-diagram kan sedan processerna och deras inbördes växelverkan presenteras. För varje process ska en dokumentation tas fram som omfattar en allmän beskrivning, experimentellt kunskapsunderlag, en diskussion om osäkerheter och kunskapsbrister och en beskrivning av hur processen hanteras i säkerhetsanalysen.

Målet för SKBs fortsatta arbete är att ta fram en databas med processbeskrivningar som kan användas i kommande säkerhetsanalyser. Här ingår bl.a. att utvärdera THMC-metoden som utvecklas inom SR 97. SKB anger att ytterligare en ny metod kommer att prövas i den planerade säkerhetsanalysen för djupa borrhål.

Remissinstansernas synpunkter

Stockholms universitet (SU) anser att SKBs redovisning av säkerhetsanalytiska metoder är otillräcklig. Med hänsyn till att SR 97 redan idag befinner sig i ett avancerat stadium borde SKB kunna föra ett tydligare resonemang kring val av scenarier, analys och utvärdering av resultat.

SKIs bedömning

SKI bedömde i samband med granskningen av FUD-program 95 att SKBs arbete med systembeskrivning och scenariometodik håller hög klass men att delar av metodiken behöver vidareutvecklas och tillämpas. SKI konstaterar att detta nu görs inom SR 97. SKIs preliminära intryck är att SKBs arbete och fortsatta program för systembeskrivningar verkar lovande, speciellt den höga ambitionsnivån för framtagande av beskrivningar av olika processer. SKI stöder också SKBs ambition att ta fram alternativa angreppssätt för systembeskrivningar, även om SKI förutser vissa problem för SKB att kunna presentera THMC-metoden på ett begripligt sätt för gemene man.

Redovisningen i FUD-program 98 är dock inte tillräcklig för att SKI ska göra någon kvalificerad bedömning av vare sig metodikfrågor eller fullständighet i utvecklade databaser. SKI anser i likhet med SU att SKB måste klargöra hur den nyutvecklade systembeskrivningen kommer att användas för scenarioanalys, val av beräkningsmodeller och formulering av beräkningsfall. Vidare bör sambandet mellan THMC-diagram och tidigare utvecklade metoder klargöras, t.ex. vad gäller terminologi och användningsområden. SKI anser att det är nödvändigt att myndigheter och SKB är överens om vad orden innebär - annars blir det omöjligt för utomstående experter och lekmän att förstå utgångspunkterna i SKBs säkerhetsanalyser.

6.2.2 Scenarier

I en säkerhetsanalys analyseras hur funktionen hos ett slutförvar förändras med tiden. Eftersom det inte är möjligt att i detalj förutsäga vad som kan inträffa i framtiden måste man utvärdera olika möjliga händelseutvecklingar eller *scenarier*. Genom att välja ut och gruppera scenarier på ett systematiskt sätt kan man tillse att säkerhetsanalysen ger en rimligt fullständig belysning av vad ett slutförvar måste tåla och vad konsekvenserna skulle kunna bli om förvaret ändå skulle läcka ut radioaktiva ämnen.

Säkerhetsmyndigheterna (SKI och SSI) har till uppgift att ange allmänna krav på vilka scenarier som ska ingå i SKBs säkerhetsredovisningar för slutförvar. Detta görs bl.a. i myndigheternas föreskrifter.

SKBs redovisning

SKB redovisar i FUD-program 98 de allmänna principer för val och analys av scenarier som tillämpas inom den pågående säkerhetsanalysen, SR 97. SKB redovisar fyra kategorier av företeelser som kan påverka djupförvarets funktion, nämligen yttre påverkan genom tektonik, klimatförändringar och mänskligt handlande samt inre störningar som defekter i de tillverkade barriärerna. För varje kategori görs en preliminär bedömning av vilka företeelser som behöver analyseras. Dessa ligger sedan till grund för formulering av scenarier med hjälp av systembeskrivningen (THMC-diagram). SKB anger att följande huvudgrupper av scenarier kommer att studeras i säkerhetsanalysen:

- förvarets utveckling under ostörda förhållanden
- konsekvenser av tillverkningsfel i kopparkapslar
- påverkan av istid
- påverkan av jordbävningar
- konsekvenser av mänskligt handlande.

SKBs målsättning för det fortsatta utvecklingsarbetet med scenarier är att utveckla och beskriva en metod för utvärdering av scenarier baserat på systembeskrivningen. Programmet omfattar bl.a. beskrivning, dokumentering och utvärdering av den scenario-metodik prövats inom SR 97. Ytterligare forskningsinsatser kommer att göras för att identifiera och beskriva de yttre företeelser och processer som kan påverka förvarets framtida utveckling bl.a. vad gäller klimatförändringar, tektonik och mänskligt handlande.

Remissinstansernas synpunkter

SU efterfrågar en tydligare beskrivning av metodik för analys av scenarier och bedömning av sannolikheter, bl.a. vad gäller användning av deterministiska och probabilistiska beräkningsmetoder. Universitetet framhåller att det alltid kommer att finnas beräkningsfall i säkerhetsanalysen, vars konsekvenser inte kan accepteras om man inte kan visa att sannolikheten är tillräckligt låg. Universitetet anser att sådana sannolikheter endast kan kvantifieras med hjälp av kompletterande probabilistiska beräknings- och utvärderingsmetoder.

SSI anser att SKB bör redovisa hur SSIs föreskrifter (SSI FS 1998:1) kan bedömas uppfyllas av den valda metoden för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall.

Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) efterlyser en redogörelse för hur olika scenarier valts ut eller uteslutits och föreslår att SKB borde använda sig av ett mer statistiskt synsätt i scenarioanalysen. KTH framhåller också betydelsen av att ta hänsyn till mänskliga felhandlingar i scenarioanalysen. Mänskligt felhandlande skulle t.ex. kunna resultera i sämre kvalitet än avsett vid kapseltillverkningen.

Geolog N-A Mörner ifrågasätter SKBs kompetens vad gäller analyser av hur ett istidsscenario skulle kunna påverka säkerheten hos ett djupförvar. Mörner anser bl.a. att säkerheten hos ett djupförvar kan ifrågasättas efter den första istiden på grund av de jordbävningar och förändringar av grundvattenkemin som uppträder i samband med en isavsmältning.

SKIs bedömning

SKI stöder SKBs arbete med att utveckla en systematisk metod för val och beskrivning av scenarier med utgångspunkt från en väldokumenterad beskrivning av processsystemet. Detaljerna i metodiken liksom dess praktiska tillämpning framgår dock inte av FUD-program 98. SKI avser att återkomma till dessa frågor i samband med granskningen av SR 97. Härvid kommer SKI att fästa stor uppmärksamhet på kritiska frågor som antaganden om kapseldefekter och bedömningar av vilka inre och yttre företeelser som behöver analyseras.

SKI anser att SKBs förslag till gruppering av scenarier är en bra utgångspunkt för den fortsatta utvärderingen i säkerhetsanalysen. SKI efterlyser dock en tydligare redovisning av hur utvärderingen av olika osäkerheter kopplas till olika scenarier. Av praktiska skäl kan det vara lämpligt att hantera olika typer av osäkerheter i olika scenarier. Vid bedömningen av slutförvarets funktion och säkerhet är det dock nödvändigt att utgå från ett scenario som inkluderar *både* rimliga antaganden om defekter i de tekniska barriärerna och troliga klimatförändringar.

SKI efterlyste i granskningen av FUD-program 95 en tydligare strategi för val av konceptuella modeller och formulering av beräkningsfall för olika scenarier. Denna synpunkt gäller också FUD-program 98.

Det riskbegrepp som SSI infört i sina föreskrifter om slutligt omhändertagande av kärnbränsle och kärnavfall (SSI FS 1998:1) innebär att SKB i större utsträckning måste

beakta, och kvantifiera, sannolikheter för scenarier och beräknade konsekvenser. SKI håller med Stockholms Universitet om att det finns anledning för SKB att se över möjligheterna att i högre grad utnyttja probabilistiska beräknings- och utvärderingsmetoder. SKI anser dock att flera kompletterande angreppssätt och modeller (deterministiska och probabilistiska, kvalitativa och kvantitativa) bör användas för att ge en så allsidig bild som möjligt av de risker som är förknippade med slutförvaret.

SKI anser att det är bra att SKB nu planerar att utveckla en strategi för hantering scenarier baserade på mänskliga handlingar. SKI efterlyste en sådan insats redan i granskningen av FUD-program 95.

6.2.3 Modeller för säkerhetsanalys

I säkerhetsanalysen ingår att belysa konsekvenserna av att en eller flera kapslar går sönder och börjar läcka ut radioaktiva ämnen. Konsekvensberäkningarna görs med olika typer av datormodeller som beskriver upplösning och frigörelse av radionuklider från det använda bränslet, utläckage genom kapsel och bentonitbuffert, grundvattenflöde och radionuklidtransport i berget och spridning i biosfären. Beräkningsmodellerna sorteras ofta in under begreppen närområde och fjärrområde. Närområdesmodellerna beskriver bl.a. frigörelse och uttransport av radioaktiva ämnen från de tekniska barriärerna, medan fjärrområdesmodellerna beskriver grundvattenflöde och transportprocesser i geosfären, d.v.s. berget mellan förvaret och biosfären. SKB beskriver dessa datormodeller i kapitel 3 i det detaljerade programmet för forskning och utveckling 1999-2004.

SKBs redovisning

I SKBs programpaket för säkerhetsanalyser ingår modeller för nuklidinventarium, bränsleupplösning, läckage från en skadad kapsel, kemiska omvandlingar och radionuklidtransport i närområdet samt grundvattenflöde och radionuklidtransport i fjärrområdet. Programpaketet PROPER och det menybaserade systemet MONITOR 2000 används för hantering av kopplade modeller. SKB planerar att utvärdera och se över dessa efter säkerhetsanalysen SR 97.

SKB redovisar i FUD-program 98 tre olika typer av bränsleupplösningssmodeller, en konservativ modell med omedelbar upplösning, en modell där frigörelse begränsas av matrisens löslighet för det fall bildning av oxidanter saknar betydelse samt en modell med radiolytisk oxidation av använt bränsle. De två förstnämnda relativt enkla modellerna bildar troligen ytterlighetsfall av snabb respektive långsam bränsleupplösning. Den senare är en betydligt mer detaljerad modell med radiolytisk oxidation som tagits fram inför säkerhetsanalysen SR 97. Ytterligare modellutveckling är att vänta då SKB anger att en realistisk bränsleupplösningssmodell skall tas fram till år 2001.

Den i FUD-program 98 introducerade modellen för radiolysoxidation inkluderar en återkombination av bildat väte och syre, vilket är en nyhet jämfört med bränslemodeller som använts i samband med tidigare säkerhetsanalyser t ex. SKB-91. Detta innebär att den uppskattade frigörelsen av radionuklider blir långsammare under en lång tid, då återkombinationen minskar nettoproduktionen av oxidanter som kan öka upplösningen av bränslematrisen.

SKB menar att även en skadad kapsel har en stor potential att kvarhålla radionuklider bland annat därför att gasbildning förhindrar att kapseln vattenfylls. Detta har studerats med en modell för intrång av vatten, korrosion av järn, uppbyggnad av korrosionsprodukter, samt deras inverkan på kapselns strukturella integritet (Bond m.fl., 1997). I det fortsatta programmet kommer SKB att ytterligare studera i vilken utsträckning och på vilket sätt en skadad kapsel innebär en barriär mot radionuklidtransport.

Den kemiska miljön i närområdet av ett slutförvar behöver kunna förutsägas då den påverkar de tekniska barriärernas stabilitet, radionuklidernas lösligheter och sorption. De viktigaste faktorerna är sannolikt redoxförhållanden, pH, jonstyrka, salinitet, karbonathalt samt närvaro av eventuella andra komplexbildare. Den platspecifika grundvattenkemin har naturligtvis en avgörande betydelse, men kemin kommer även starkt att påverkas av närheten till bentonitlera och eventuell cement. När förvaret är öppet introduceras syre, vilket kommer att påverka förhållandena även en tid efter det att förvaret förslutits. Då ett genomgående hål uppstår i en kapsel kommer korrosion av järninsatsen och det använda bränslet att påverka grundvattnets betingelser lokalt. På riktigt lång sikt kommer förmodligen de tekniska barriärernas inverkan på kemin att minska medan betydelsen av det naturliga grundvattnet och dess utveckling ökar. SKB har länge arbetat med olika modeller för att kunna förutsäga den kemiska miljön i olika delar av förvarssystemet. I FUD-program 98 anges att det viktigaste målet är att integrera dessa modeller, så att bedömningar av kemins utveckling kan göras för det fall då samtliga processer tillåts påverka systemet. Dessutom avser man studera vilken påverkan olika yttre och inre störningar kan ge.

För att beräkna transporten av radionuklider i närområdet använder SKB modellen NUCTRAN/COMP23. Det fortsatta arbetet kommer inriktas mot att utveckla och underhålla programverkyget genom sammanslagning av de olika varianter som finns nu samt genom ytterligare verifieringsstudier av framförallt komplexa geometrier. Dessutom planerar man att införa delade lösligheter i modellen (mellan olika isotoper av samma grundämne).

För beräkningar av transport av radionuklider i fjärrområdet, har SKB tillgång till flera alternativa modeller av olika komplexitet. SKBs huvudmodell, FARF31, är geometriskt starkt förenklad (strömrörmodell) men inkluderar de viktigaste processerna som påverkar radionuklidens rörlighet i grundvattnet. För att få relevanta indata till FARF31 används mer detaljerade flödesmodeller som bättre tar hänsyn till bergets komplicerade spricksystem och rumsliga variabilitet i bergets egenskaper, bl.a. stokastisk kontinuummodell, spricknätverksmodell och kanalströmningsmodell.

SKBs målsättning för det fortsatta arbetet är att ha tillgång till relevanta beräkningsverktyg inför kommande säkerhetsanalyser och platsutvärderingar. Specifikt anger SKB att man efter den kommande 3-årsperioden bör ha tillgång fullt ut till alternativa modeller för både flöde och transport i berget. SKB anger också att man kommer att utreda möjligheten att genomföra fullständiga beräkningar av radionuklidtransport med en av de mer detaljerade flödesmodellerna (den diskreta spricknätverksmodellen).

SKB använder modellen BIOPATH för modellering av radionuklidens spridning i biosfären. I säkerhetsanalysen SR 97 modelleras plats specifika förhållanden, genom att BIOPATH-modellens uppbyggnad anpassas till lokala förhållanden.

Inför kommande platsundersökningar krävs en avvägning av vad olika förbättringar av mätmetoder för plats specifika data och beräkningar ger jämfört med osäkerheterna som finns i modellerna. SKB har bland annat identifierat brister i beskrivningen av transporter från fjärrzon till biosfär, samt avsaknaden av en skogsmodell.

SKBs konkreta mål inom området radionuklidens spridning i biosfären är att:

- utvärdera vilka parametrar som kan beskrivas med generiska respektive plats specifika data
- underhålla och modernisera biosfärens modellverktyg (BIOPATH och PRISM) inklusive att testa modellernas känslighet för variationen i plats specifika data
- integrera biosfärmodellerna i beräkningskedjan, inklusive att ompröva transport hastigheterna mellan geosfär och biosfär, samt att utveckla en skogsmodul
- undersöka alternativa säkerhetsindikatorer.

Remissinstansernas synpunkter

KTH anser att ytterligare insatser är nödvändiga för att klargöra hur olika delmodeller för frigörelse och transport av radioaktiva ämnen hänger ihop i säkerhetsanalysen, d.v.s. kopplingarna mellan bränsleupplösning, processer i närområdet, processer i fjärrområdet och biosfären. Vad det gäller kopplingen mellan geosfär och biosfär betonar man vikten av att ha en bra förståelse för hur nederbörd, ytvatten och mark/vegetationförhållanden påverkar grundvattenströmningen vid olika djup. KTH föreslår vidare att SKB parallellt med de mer komplexa spridningsmodellerna för geosfären tar fram enklare analytiska modeller som lättare kan reproduceras och granskas av olika aktörer i MKB-processen. Man anser också att det vore värdefullt att ta fram mått på hur mycket olika delar av förvarssystemet, t.ex. närområde och geosfär, bidrar till att kvarhålla radioaktiva ämnen.

SSI anser att SKB bör komplettera dos- och riskanalyser med analyser baserade på s.k. säkerhetsindikatorer, med tanke på de stora osäkerheter som är förknippade med biosfärens utveckling i ett långt tidsperspektiv. SSI föreslår att bedömningar om förvarets funktion istället kan baseras på t.ex. utflödesberäkningar och efterföljande koncentrationförändringar i biosfären.

SU bedömer att SKB har tillgång till en kraftfull samling av analysverktyg för tillämpning i säkerhetsanalyser. Man anser dock att SKB närmare bör studera högre ordningseffekter och parameterkorrelationer i känslighetsanalyser av modeller för radionuklidtransport i närområdet och geosfären. SU menar att man bör tillgripa probabilistiska metoder vid modellering av skadad kapsels utveckling.

Lokala säkerhetsnämnden vid Forsmarksverket menar att eftersom stråldosen är ett mått på farligheten är det viktigt att allmänheten informeras om hur man räknar fram förvarets doskonsekvenser.

SKIs bedömning

Enligt SKIs uppfattning är det av stor betydelse att SKB kontinuerligt utvecklar och uppdaterar de olika modellerna som används för säkerhetsanalyser. De konceptuella modeller som används för att beskriva olika delsystem måste utvärderas med jämna mellanrum med utgångspunkt från resultat både från SKBs eget forskningsprogram och från annan forskning. Databaser som används måste även underhållas och kompletteras. SKI anser att SKB bör söka möjligheter att ta fram alternativa modeller samt ta del av liknande modeller från andra kärnavfallsprogram i syfte att utvärdera de utvalda modellerna med direkta jämförelser.

SKI anser det vara bra att SKB redovisar parallella bränslemodeller, vilket kan ge en god insikt av samspelet mellan de mekanismer som kan kvarhålla radionuklider i närområdet. Det kan också illustrera vilka av de osäkerheter kopplade till dessa mekanismer, som sammantaget har störst betydelse. Bedömningar av det totala integrerade systemet bör dock baseras på en konceptuell bränslemodell som kan visas vara konservativ, tillsammans med ett konservativt val av parametrar. För att parallella modeller skall kunna värderas och jämföras förutsätts att resultat redovisas för olika typer av kemiska betingelser som kan anses rimliga samt för olika radionuklider med skilda kemiska egenskaper.

Vad det gäller radiolysoxidationsmodellen, anser SKI att SKB bör redovisa alla förutsättningar som måste vara uppfyllda för att modellen skall vara giltig. Dessutom måste SKB motivera varför dessa förutsättningar kan förväntas motsvara de i förvarsmiljön. Beskrivningarna av radiolysoxidationsmodellen antyder en relativt hög grad av komplexitet som närmast associerar till en forskningsmodell för att studera samverkan av olika elementarreaktioner. Modellen kanske därför inte är så robust som krävs eftersom mekanistiska modeller med många reaktioner kan tänkas vara känsliga för relativt små osäkerheter i indata. SKB bör därför med känslighetsanalyser visa att den föreslagna modellen är tillräckligt robust och om möjligt sträva efter att förenkla den.

SKI anser att SKB bör göra en tydlig åtskillnad mellan mera realistiska bränsleupplösningssmodeller, som t.ex. används för att förbättra förståelsen för hur olika delprocesser samverkar, och säkerhetsanalysmodeller som kan visas ge en konservativ uppskattning av frigörelsen av radionuklider.

SKI menar att de resultat som presenteras i FUD-program 98 tyder på en hög ambitionsnivå för utvecklingen av nya bränslemodeller. De snäva tidsramar för modellutveckling som satts upp kan dock hämma en sund integrering med de experimentella studier som pågår. Förutsättningar och antaganden som används i nya modeller som diskuteras kan sannolikt inte komma att kunna motiveras tillräckligt övertygande utan en tydlig koppling till experiment. Det är viktigt att påbörjade försök ges den tid som behövs för längre mätserier, granskning samt utvärdering.

SKI finner det angeläget att SKB fortsätter att studera de processer som styr utvecklingen hos en skadad kapsel. SKI delar SKBs syn att även en skadad kapsel förmodligen kan utgöra en väsentlig barriär mot spridning av radionuklider under en lång tid. SKBs modell för hur ett vätgasttryck kan upprätthållas i en skadad kapsel utgör en viktig del, men SKI kan förutse svårigheter att utnyttja denna för konsekvensberäkningar i en

säkerhetsanalys. Systemet beror av flera kopplade processer vars interaktioner kan vara svåra att prediktera med tillräckligt hög tillförlitlighet. SKI vill i det sammanhanget understryka vikten av att arbetet integreras med det som uträttas i kapsel- och buffertprogrammen, liksom arbetet med modeller för radionuklidtransport i närområdet.

SKI ser positivt på att SKB har som mål att kunna genomföra integrerade modelleringar av kemiska processer i närområdet. Beskrivningen i FUD-program 98 är dock inte tillräckligt detaljerad för att avgöra med vilken ambitionsnivå man avser utföra detta arbete. En rigorös utvärdering av hur t.ex. kemin i olika delsystem påverkar varandra skulle sannolikt kunna bli ett nytt forskningsområde för SKB.

SKBs modell för beräkningar av radionuklidtransport i närområdet, NUCTRAN/COMP23, beskriver närområdets olika delar som separata men kopplade delmodeller (kompartiment). SKI anser i likhet med KTH att SKB bör undersöka hur olika antaganden och förenklingar i kopplingen mellan de olika delmodellerna, t.ex. mellan bränsle, kapsel, och bentonit, påverkar resultaten för hela beräkningskedjan. Detsamma gäller även kopplingarna mellan modellerna för närområdestransport, fjärrområdestransport och spridning av radionuklider i biosfären.

SKI anser att SKBs utvecklingsarbete med modeller för beräkningar av grundvattenflöde och radionuklidtransport i geosfären är ändamålsenligt och av hög kvalitet. Målsättningen att ta fram en ”verktygslåda” med både enkla och mer detaljerade modeller är lovvärd. Enligt SKIs uppfattning bör i möjligaste mån alternativa konceptuella modeller utnyttjas i säkerhetsanalysen för att illustrera hur osäkerheter påverkar beräkningsresultaten och på så sätt öka trovärdigheten i säkerhetsanalysen. SKI vill dock upprepa uppmaningen från granskningen av FUD-program 95 att SKB behöver utarbeta en strategi för hur de olika transportmodellerna ska tillämpas i säkerhetsanalyser och platsundersökningar. Detta gäller inte minst utvärderingen av resultat från alternativa modeller.

SKI konstaterar att modellering av hur radionuklider sprids med grundvatten i berget är förknippad med stora osäkerheter. Detta beror framförallt på svårigheten att i fält mäta de egenskaper som påverkar bergets förmåga att fördröja radionuklidtransport genom sorption och matrisdiffusion. SKI förutsätter att SKB kommer att utvärdera och uppdatera sina transportmodeller med hänsyn till den kunskap som framkommer från pågående experiment vid t.ex. Äspö och med hänsyn till relevant internationell kunskapsuppbyggnad. SKI anser vidare att SKB i samband med kommande redovisningar av platsundersökningsprogram bör redogöra för de experimentella metoder som kommer att användas i olika steg av en platsundersökning för att bestämma bergets transportegenskaper. Härvid bör det framgå vilka parametrar som kan bestämmas i en markbaserad platsundersökning respektive detaljundersökning från tunnlar och schakt.

SKI ser positivt på att SKB uppmärksammar brister i beskrivningen av transport från fjärrzon till biosfär. SKI stöder också SKBs planer på att använda plats specifika biosfärdata i utvärderingen av kommande platsundersökningar. Databehovet bör specificeras innan platsundersökningarna startas för att öka möjligheterna till att få data under mer ostörda förhållanden innan andra ingrepp görs. SKI anser i likhet med SSI att det bra att SKB nu har som mål att undersöka alternativa säkerhetsindikatorer, något som SKI efterfrågat både i granskningen av FUD-program 92 och FUD-program 95.

6.2.4 Hantering av osäkerheter

I detta avsnitt behandlas hanteringen av osäkerheter i säkerhetsanalysen. Med osäkerheter menas brister i det kunskaps- och informationsunderlag som behövs för att göra en säkerhetsanalys. Osäkerheter kan indelas i fyra grupper, nämligen:

1. *Osäkerheter i beskrivningen av processsystemet*: har man identifierat alla viktiga processer och är kunskapen tillräcklig om de processer man identifierat ?
2. *Scenarioosäkerhet*: har man tagit hänsyn till de viktigaste händelseutvecklingarna, t.ex. klimatförändringar, jordbävningar och mänsklig påverkan, som kan påverka förvarets funktion ?
3. *Modellosäkerhet*: är modellerna i säkerhetsanalysen relevanta och tillräckligt pålitliga ?
4. *Data- och parameterosäkerhet*: är platsundersökningsdata och andra indata till modellerna tillräckliga och korrekta ?

En säkerhetsanalys kommer alltid att vara behäftad med osäkerheter. För att åstadkomma en trovärdig säkerhetsanalys och ett bra beslutsunderlag är det därför nödvändigt att identifiera alla typer av osäkerheter och utvärdera hur de påverkar säkerhetsanalysens resultat. SKB redovisar sitt arbete med hantering av osäkerheter under kapitel 8 i FUD-program 98 och under kapitel 2 i det detaljerade programmet för forskning och utveckling 1999-2004.

SKBs redovisning

SKB aviserar i FUD-program 98 en ny metod för hantering av osäkerheter i säkerhetsanalysen. Metoden bygger på SKBs nyutvecklade metod för beskrivning av processsystemet (THMC-diagram) som tas fram i SR 97. Målsättningen är bl.a. att ta fram en systematisk beskrivning av alla viktiga processer i säkerhetsanalysen och att kunna hantera brister i numeriska data för alla processer på ett enhetligt sätt.

En nyhet i förhållande till tidigare FUD-program är att SKB nu tar upp en diskussion om säkerhetsanalysen som ett prioriteringsinstrument för planeringen av det fortsatta forskningsprogrammet. I en särskild tabell i det detaljerade programmet (Tabell 2-1) listar SKB de processer som identifierats i SR 97 för bränsle, kapsel, buffert/återfyllnad och geosfär. För varje process anger SKB om kunskapen bedöms vara tillräcklig för säkerhetsanalysens behov eller om ytterligare forskning behövs för att minska osäkerheterna. Med begreppet "tillräcklig kunskap" menas också att ytterligare kunskap inte på något avgörande sätt kan bedömas leda till en förfinad, mindre pessimistisk hantering av processen i säkerhetsanalysen.

Remissinstansernas synpunkter

SU anser att SKB borde ha fört ett djupare resonemang kring metodik för genomförande av säkerhetsanalyser, framförallt vad gäller analys av valda scenarier och utvärdering av resultat, med tanke på det långt framskridna arbetet inom SR 97. Göteborgs universitet (GU) efterlyser en redovisning av hur SKB hanterar osäkerheter kring bergets sprickgeometri och reaktion på framtida laster. CTH poängterar att resultaten från SR 97 bör användas för att prioritera ner vidare studier på områden av liten vikt för säkerhetsanalysen för att kunna koncentrera insatserna till nyckelområden.

Greenpeace anser att osäkerheter och kvarstående FoU-behov bör belysas tydligare i FUD-programmet och att SKB inte bör påstå att dagens forskning är tillräcklig för att ta de första stegen mot ett djupförvar. Svenska naturskyddsföreningen ifrågasätter de mycket långa extrapoleringar av bärande säkerhetsfunktioner som görs i säkerhetsanalysen utifrån korta experimentella mätserier, t.ex. vad gäller bentonitlerans mekaniska egenskaper. Man pekar också på problematiken med oförutsedda risker och nämner som exempel att nya data från en provsprängningsplats för atombomber i USA pekar på att plutonium kan ha transporterats, med kolloider, i berggrunden betydligt snabbare än vad man tidigare räknat med.

SKIs bedömning

SKI bedömde i samband med granskningen av FUD-program 95 och SR 95 att SKB gjort en förtjänstfull genomgång av olika aspekter på osäkerheter och dess hantering i säkerhetsanalyser. Redovisningen i FUD-program 98 håller tyvärr inte samma klass. Redovisningen är begränsad till en ny klassificering av osäkerheter och ger inte någon bra bild av hur SKB tänker hantera osäkerheter i olika delar av säkerhetsanalysen. SKI är medveten om att mycket av metodiken är under utveckling och kommer att presenteras senare i SR 97. SKI håller ändå med SU om att SKB borde ha kunnat prestera en mer överskådlig bild av det pågående utvecklingsarbetet. Det faktum att hantering av osäkerheter är en integrerad del av hela säkerhetsanalysen innebär att SKBs strategi bör täcka in alltifrån analyser av data, val av konceptuella modeller, formulering av beräkningsfall till tolkning av resultat (se vidare SKIs granskning av FUD-program 95).

SKI ser positivt på att SKB vidareutvecklat ambitionen att pröva alternativa modeller för bl.a. beräkningar av grundvattenströmning och radionuklidtransport. Enligt SKIs uppfattning är alternativa kompletterande angreppssätt nödvändiga för att man ska kunna ge en trovärdig belysning av de osäkerheter som är förknippade med säkerhetsanalysens resultat. SKI vill dock påminna SKB om att det också är nödvändigt att utveckla en strategi för tillämpningen av dessa alternativa modeller. SKI vill också upprepa uppmaningen från granskningen av FUD-program 95 att SKB bör utveckla en strategi/metodik för hur man planerar att hantera, och framförallt *redovisa*, valideringsfrågor i säkerhetsanalysen, t.ex. bedömningar av en modells giltighet och relevans utifrån laboratorie- och fältexperiment, naturliga analogier, paleohydrologisk information och annan kunskap.

SKI anser i likhet med CTH att SKB bör utnyttja genomförda säkerhetsanalyser för att fokusera det fortsatta FoU-arbetet på de frågor som är mest betydelsefulla för säkerhetsanalysens resultat och trovärdighet. SKI vill dock understryka att SKB tydligt måste redovisa på vilka grunder man bedömer att kunskapsunderlaget är tillräckligt för olika processer.

SKBs bedömningar av kunskapsläget för olika processer identifierade i SR 97 (Tabell 2-1 i det detaljerade programmet för forskning och utveckling 1999 – 2004) är enligt SKIs uppfattning rimliga. Tabellen är dock inte tillräcklig som grund för prioriteringar eftersom den helt saknar motiveringar, hänvisningar till säkerhetsanalyser eller andra referenser som stöd för SKBs bedömningar. SKI vill också framhålla att framtagna prioriteringsgrunder regelbundet måste omprövas allt eftersom nya forskningsresultat kommer fram. Detta innebär att SKB även fortsättningsvis måste upprätthålla en viss

bevakning på forskningsområden där kunskapsunderlaget bedömts som tillräckligt. De nya rönen om kolloidal transport av plutonium som togs upp av Svenska naturskyddsföreningen är ett bra exempel på ett sådant forskningsresultat som behöver studeras av SKB. SKI är beredd att delta i en fortsatt dialog med SKB om prioriteringsgrunder för den fortsatta FoU-verksamheten.

SKI är helt överens med Svenska naturskyddsföreningen om att många av de extrapoleringar av olika säkerhetsfunktioner som görs i en säkerhetsanalys är behäftade med osäkerheter. Det är just därför säkerhetsanalysen tydligt måste redovisa på vilka vetenskapliga grunder olika extrapoleringar genomförs (se SKIs kommentar om validering ovan). Det är också nödvändigt att med känslighetsanalyser och alternativa modeller och angreppssätt analysera hur sådana felkällor kan tänkas påverka resultaten av konsekvensanalysen (dosberäkningar m.m.).

6.2.5 Kvalitetssäkring

SKBs redovisning

SKB anger i FUD-program 98 att kvalitetsgranskning av säkerhetsanalyser inte är någon separat aktivitet utan ingår som en nödvändig del i hela arbetet med analysen.

I det detaljerade programmet för forskning och utveckling 1999 - 2004 redovisar man olika verktyg som används för att uppnå spårbarhet och kvalitet i de beräkningar som görs inom säkerhetsanalysen. Här ingår bl.a. ett nyutvecklat menybaserat användargränssnitt (MONITOR 2000) som används för att styra probabilistiska beräkningar av radionuklidtransport i programpaketet PROPER. I MONITOR 2000 dokumenteras vilka datormodeller och ingångsdata som används för alla beräkningar. Vidare har ett grafikprogram (HYDRAVIS) utvecklats för illustration och kontroll av beräkningsresultat.

Vad gäller kvalitetssäkring av de platsundersökningsdata som ska användas i säkerhetsanalyser hänvisar SKB till verktyg och rutiner för datahantering och kvalitetssäkring som utarbetats vid Äspölaboratoriet, bl.a. databasen SICADA.

Målsättningen för det fortsatta arbetet är att vidareutveckla ovan nämnda verktyg och rutiner inklusive system för versionshantering av datormodeller, för att uppnå full spårbarhet avseende undersökningar, data och de beräkningar som ska genomföras i kommande säkerhetsanalyser. I övrigt hänvisar SKB till kvalitets- och ledningsmanualer som utvecklats inom projekten för inkapslingsanläggning och djupförvar.

Remissinstansernas synpunkter

CTH menar att det inte framgår av FUD-program 98 hur SKB kvalitetssäkrar det egna arbetet och påpekar att en dokumenterad och fungerande kvalitetsstyrning blir allt viktigare när projekten blir mer omfattande. CTH framför vidare att SKB behöver se över sina system för data- och informationshantering så att även tekniska rapporter och andra informationskällor kan lagras på ett strukturerat sätt. Naturvetenskapliga forskningsrådet, KTH och Forskningsrådsnämnden med flera remissinstanser anser att SKBs databaser bör göras tillgängliga för oberoende nationella och internationella

forskare. GU efterlyser en tydligare redovisning av hur FUD-programmet tagits fram (organisation och författare m.m.).

SKIs bedömning

SKI bedömer att det redovisade arbetet med databaser och kvalitetssäkring av datormodeller och beräkningar är ändamålsenligt och av hög kvalitet. Kvalitetssäkring är på samma sätt som strategi för hantering av osäkerheter en integrerad del av varje säkerhetsanalys. Behovet av kvalitetssäkring blir dessutom allt viktigare efter hand som SKBs program med lokalisering av slutförvar och inkapslingsanläggning konkretiseras. SKI instämmer dock med CTH om att SKBs redovisning av kvalitetssäkring av säkerhetsanalyser i FUD-program 98 är ofullständig och ger ett splittrat intryck. SKI anser att SKB bör utveckla/redovisa ett samlat program för kvalitetssäkring av säkerhetsanalyser och angränsande områden, t.ex. inom ramen för den fortsatta utvecklingen av SKBs mall för säkerhetsanalyser (SR 95), som kan granskas av säkerhetsmyndigheterna och andra berörda parter innan platsundersökningar påbörjas. Denna synpunkt har tidigare framförts i SKIs granskning av SKBs senaste FUD-program 95. SKI förutsätter att SKB baserar det fortsatta arbetet på en grundlig utvärdering av kvalitets-säkringsarbetet inom den pågående säkerhetsanalysen, SR 97.

Ett kvalitetsprogram för säkerhetsanalyser bör utöver de mer administrativa aspekterna, t.ex. datahantering, dokumentation och versionshantering av datorkoder, även beskriva de rutiner och styrinstrument som behövs för att garantera en hög vetenskaplig kvalitet och ändamålsenlighet på arbetet i säkerhetsanalysen. Här ingår t.ex. systematik i hantering av osäkerheter, val och motivering av konceptuella modeller och antaganden, informationsöverföring mellan olika analyser och modeller och eventuella behov av nationella och internationella granskningar av data och analyser.

Programmet bör också peka på nödvändiga kopplingar och behov av samverkan mellan olika delprojekt, t.ex. lokalisering, platsundersökningar, byggprojektering, inkapslingsanläggningen och säkerhetsanalyser. Nära samverkan mellan platskaraktärisering och säkerhetsanalys är t.ex. en grundförutsättning för framtagande av ett ändamålsenligt platsundersökningsprogram. Avstämningar mellan slutförvarsteknik och utvecklingen av tekniska barriärer med säkerhetsanalys är också nödvändiga för att tillse att slutförvarets alla delar verkligen får de egenskaper som antagits i säkerhetsanalysen.

6.3 Program för säkerhetsredovisningar

I detta avsnitt behandlas SKBs planer för säkerhetsredovisningar. SKI redogjorde relativt utförligt för myndighetens förväntningar på SKBs planerade säkerhetsredovisningar i yttrandet till FUD-program 95 (SKI, 1996a). SKIs kommentarer till FUD-program 98 inriktas därför på den säkerhetsredovisning som regeringen begärt av SKB inför start av platsundersökningar.

Säkerhetsanalyser kan ha olika syften och behöver genomföras vid ett flertal tillfällen under utvecklingen av ett slutförvar. I ett tidigt skede av lokaliseringsarbetet används säkerhetsanalyser bl.a. för att härleda vilka parametrar som behöver bestämmas i platsundersökningar och vilka funktionskrav som kan ställas på de tekniska barriärerna.

Resultaten från säkerhetsanalyser används också för att fokusera den fortsatta FoU-verksamheten på de frågor som har störst betydelse för slutförvarets funktion och säkerhet.

I samband med beslut om metodval och tillståndsansökningar för uppförande och drifttagande av ett slutförvar är säkerhetsanalysen en viktig del av det beslutsunderlag som behövs för att bedöma om slutförvaret uppfyller de säkerhets- och strålskyddskrav som ställts av myndigheterna. Under driften av slutförvaret behöver upprepade säkerhetsanalyser genomföras för att utvärdera hur nya kunskaper och data påverkar tidigare slutsatser om den långsiktiga säkerheten. Slutligen kommer det att krävas en omfattande säkerhetsredovisning inför beslut om förslutning av slutförvaret.

SKBs redovisning

SKB redovisning av programmet för säkerhetsanalyser i FUD-program 98 (avsnitt 8.7-8.8) innehåller en översiktlig beskrivning av det pågående arbetet med säkerhetsrapporten SR 97 (säkerhetsanalys av djupförvar för använt kärnbränsle) och planer för uppföljande arbete. SKB anger också en lista över framtida tillståndsansökningar där säkerhetsanalyser kommer att redovisas.

Strukturen och metodiken i SR 97 ska enligt SKB ses som en utveckling av den mall som presenterades i SR 95. SKB anger att de huvudsakliga nyheterna i SR 97 omfattar beskrivningen av förvarssystemet, hantering av brister i numeriska data, studier av händelseförlopp i defekta kapslar, alternativa modeller för vattenflöde och transport i berg samt analyser av jordskalv. SKB genomför f.n. också en säkerhetsstudie för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Ambitionen med SR 97 sägs vara att ”ge en redovisning av var vetenskapen och analysmetodiken i dag står då det gäller att utvärdera den långsiktiga säkerheten hos ett djupförvar”.

SR 97 kommer att granskas av myndigheter och av internationella experter. Under den kommande treårsperioden planerar SKB att göra en utvärdering av erfarenheterna från SR 97 och vidareutveckla olika delar av analysmetodiken.

SKB anger i kapitel 3 i FUD-program 98 att tidigare genomförda säkerhetsanalyser (SKBF/KBS, 1983, SKB, 1992 och SKI, 1996b) har visat att det är möjligt att bygga ett djupförvar som uppfyller de ställda kraven vad gäller förvarets långsiktiga säkerhet.

Remissinstansernas synpunkter

Ett stort antal remissinstanser, däribland de lokala säkerhetsnämnderna och kommuner där SKB genomför förstudier, anser att SKBs nya säkerhetsanalys är en viktig del av det beslutsunderlag som behöver vara framme och som behöver granskas av myndigheterna inför start av platsundersökningar.

Greenpeace med flera miljöorganisationer anser inte att det finns tillräckligt underlag framme i FUD-program 98 för att kunna tillgodose SKBs begäran om regeringens och myndigheternas acceptans av KBS-3-metoden. Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen (FMKK) ifrågasätter SKBs uttalande om att tidigare genomförda säkerhetsanalyser ger stöd för ett uttalande om möjligheten att bygga ett djupförvar som uppfyller kraven på långsiktig säkerhet. CTH påpekar att SKBs säkerhetsredovisningen för slut-

förvaren för annat långlivat avfall inte är lika detaljerad som för det använda kärnbränslet.

SKIs bedömning

SKI kan som tidigare nämnts inte med utgångspunkt från redovisningen i FUD-program 98 göra någon kvalificerad bedömning av SKBs pågående arbete med den nya säkerhetsanalysen SR 97. SKI vill dock framhålla att ambitionen med SR 97 inte bör begränsas till utveckling av säkerhetsanalysmetodik. SKI ser i likhet med remissinstanserna SR 97 som ett viktigt underlag inför övergången till platsundersökningar och de bindningar mot KBS-3-metoden och geologisk slutförvaring detta innebär. SR 97 kommer också att vara en viktig del i den systemredovisning som SKB enligt regeringsbeslut (18 maj 1995 och 19 december 1996) ska redovisa inför ansökan om uppförande av en inkapslingsanläggning (se vidare kapitel 3 i denna PM). SKI vill därför påminna SKB om att SR 97, förutom att demonstrera metodik för säkerhetsanalys, också bör ge underlag för att:

- visa på möjligheten att finna en plats i svensk berggrund som uppfyller de krav på långsiktig säkerhet och strålskydd som anges i SSIs och SKIs föreskrifter
- precisera de faktorer som ligger till grund för val av områden för platsundersökningar
- härleda vilka parametrar som behöver bestämmas och vilka övriga krav som bör ställas på en platsundersökning
- härleda preliminära funktionskrav på kapseln och de övriga tekniska barriärerna.

Det är mot denna bakgrund SKI avser att granska och bedöma SR 97 när den presenteras senare i år.

I detta sammanhang vill SKI i likhet med FMKK framhålla att hittills genomförda säkerhetsanalyser i Sverige inte ger tillräckligt underlag för SKBs påstående att man idag kan bygga ett slutförvar som uppfyller kraven på långsiktig säkerhet. De säkerhetsanalyser som SKB hittills genomfört är att betrakta som preliminära och har inte haft den inriktning och omfattning som kommer att krävas i samband med en tillståndsansökan för lokalisering och bygge av ett slutförvar. För tydlighetens skull vill SKI här också betona att syftet med SKIs egna säkerhetsanalyser har varit att utveckla metodik för säkerhetsanalys inför kommande granskningar – inte att ge underlag för säkerhetsbedömningar.

SKI håller med CTH om att SKBs säkerhetsredovisning av slutförvaring av långlivat låg- och medelaktivt avfall i FUD-program 98 är alltför summarisk. Slutförvaret för annat långlivat avfall (SFL 3-5) ingår i det koncept för omhändertagande av kärnavfall som SKI har att ta ställning till, likväl som slutförvaret för använt kärnbränsle (SFL 2).

SKI anser att SKB i det fortsatta arbetet med säkerhetsanalyser bör redovisa funktion och säkerhet för SFL 3-5 på samma detaljningsnivå som för slutförvaret för det använda kärnbränslet. Förutom att funktionen hos de cementbaserade SFL 3-5-förvaren innebär att nya frågeställningar behöver belysas är det också nödvändigt att belysa hur samlokaliseringen av SFL 2 och SFL 3-5 påverkar respektive slutförvars funktion och säkerhet. SKB behöver också redovisa på vilket sätt man tagit hänsyn till säkerhets-

analyser för SFL 3-5 i arbetet med att ta fram ett mätprogram för de planerade platsundersökningarna på två platser.

6.4 SKIs sammanfattande bedömning

SKB ger i FUD-program 98 en kortfattad beskrivning av det pågående utvecklingsarbetet inom det nya säkerhetsanalysprojektet, SR 97, som enligt ett regeringsbeslut från 19 december 1996 ska redovisas senast inför start av platsundersökningar. SKIs preliminära bedömning är att SKBs arbete med säkerhetsanalys är ändamålsenligt. SKI avser dock att göra en mer ingående bedömning i samband med granskningen av SR 97. SKI summerar i det följande de viktigaste observationerna och synpunkterna på redovisningen i FUD-program 98 och relevanta delar av det detaljerade programmet för forskning och utveckling 1999 – 2004.

6.4.1 Metodik för säkerhetsanalys

Systembeskrivning och scenarier

SKB har sedan tidigare tillgång till s.k. influensdiagram och interaktionsmatriser för att beskriva det kopplade systemet av alla de processer och egenskaper i förvaret och de olika barriärerna (*processsystemet*) som man måste ta hänsyn till i säkerhetsanalysen. SKB anger nu att man inom SR 97 utvecklar en ny metod för beskrivning av processsystemet som bygger på en indelning i termiska, hydrauliska, mekaniska och kemiska (THMC-) processer. SKI bedömer att SKB bedriver ett ambitiöst program för dokumentation av de grundläggande förutsättningarna för säkerhetsanalysen. SKI anser dock att framställningen av den nya metodiken är oklar och lämnar många frågetecken vad gäller den praktiska tillämpningen i säkerhetsanalysen och möjlighet till begripliga presentationer.

SKBs förslag till gruppering av scenarier är enligt SKIs uppfattning en bra utgångspunkt för beräkningarna i säkerhetsanalysen. SKI vill dock framhålla att bedömningen av slutförvarets funktion och säkerhet måste baseras på ett scenario som omfattar *både* rimliga antaganden om defekter i de tekniska barriärerna och troliga yttre störningar som t.ex. klimatförändringar.

SSIs föreskrifter om omhändertagande av kärnbränsle och kärnavfall (SSI FS 1998:1) innebär att SKB i större utsträckning måste beakta, och kvantifiera, sannolikheter för scenarier och beräknade konsekvenser. SKI anser att flera kompletterande angreppssätt och modeller (deterministiska och probabilistiska, kvalitativa och kvantitativa) bör användas för att ge en så allsidig bild som möjligt av de risker som är förknippade med slutförvaret.

Modeller för säkerhetsanalys

SKI anser att det är bra att SKB nu utvecklar mer detaljerade/realistiska modeller för bränsleupplösning och utveckling av en skadad kapsel. De detaljerade modellerna fyller en viktig funktion i att öka förståelsen för olika transportprocesser och deras samverkan i närområdet. SKI vill dock framhålla att det återstår ett omfattande arbete med att visa

att de är tillräckligt pålitliga och konservativa för att direkt kunna användas för konsekvensberäkningar i säkerhetsanalysen.

SKB har som ambition att ta fram alternativa modeller för beräkningar av radionuklidtransport i geosfären. SKI anser att detta är ett nödvändigt utvecklingsarbete som, i kombination med bl.a. de migrationsförsök som genomförs på Äspö, bör ge SKB goda förutsättningar att ta fram ändamålsenliga beräkningsverktyg för kommande platskarakteriseringar och säkerhetsanalyser. SKI ser också positivt på att SKB genomför omfattande uppdateringar av de modeller som behövs för att beräkna hur radionuklider sprids i biosfären.

Hantering av osäkerheter

SKB redovisar i FUD-program 98 en strategi för hantering av osäkerheter som bygger på den nyutvecklade THMC-metoden för beskrivning av processsystemet. SKI anser i likhet med bl.a. Stockholms Universitet att redovisningen är bristfällig och att den inte ger någon bra bild av hur SKB ämnar att hantera osäkerheter i säkerhetsanalysen. SKI är dock medveten om att metodiken f.n. utvecklas inom SR 97 och avser därför att återkomma till dessa frågor i samband med granskningen av denna säkerhetsanalys.

SKI vill också upprepa uppmaningen från granskningen av FUD-program 95 att SKB bör utveckla en strategi för redovisning av valideringsfrågor i säkerhetsanalysen, t.ex. bedömningar av en modells giltighet och relevans utifrån laboratorie- och fältexperiment, naturliga analogier, paleohydrologisk information och annan kunskap.

SKI ser positivt på att SKB nu diskuterar möjligheten att utnyttja säkerhetsanalyser för prioriteringar av det fortsatta FoU-programmet. SKI vill dock framhålla att gjorda prioriteringar måste motiveras och dokumenteras på ett tydligt sätt. De prioriteringar som SKB föreslår i det detaljerade programmet för forskning och utveckling 1999 - 2004 saknar denna underbyggnad. SKI är beredd att delta i en fortsatt dialog med SKB i denna viktiga fråga.

Kvalitetssäkring

Det är bra att SKB arbetar vidare med kvalitetssäkring av data, modeller och spårbarhet av beräkningar i säkerhetsanalysen. SKI saknar dock fortfarande en samlad beskrivning av SKBs arbete med kvalitetssäkring av säkerhetsanalyser. SKI anser att SKB under den kommande treårsperioden bör ge en samlad beskrivning av de kvalitetssystem och styrinstrument som behövs för att tillgodose en hög kvalitet och ändamålsenlighet i det fortsatta arbetet med säkerhetsanalyser.

6.4.2 Program för säkerhetsredovisningar

SKBs beskrivning av planerade säkerhetsredovisningar utgörs i FUD-program 98 av en lista över de beslutstillfällen där omfattande säkerhetsredovisningar kommer att krävas. SKI anser att SKB under den kommande treårsperioden bör ta fram mer detaljerade beskrivningar vad gäller syfte och omfattning på de planerade säkerhetsredovisningarna. Det är viktigt att SKB klargör säkerhetsanalysernas roll i de successiva stegen av kärnavfallsprogrammet.

SKI anser i likhet med de kommuner där SKB bedriver förstudier att SKBs nästa säkerhetsredovisning, SR 97, är ett viktigt underlag inför övergången till platsundersökningar och de bindningar mot KBS-3-metoden och geologisk slutförvaring detta innebär. SKI vill därför påminna SKB om att SR 97, förutom att demonstrera metodik för säkerhetsanalys, också bör ge underlag för att:

- visa på möjligheten att finna en plats i svensk berggrund som uppfyller de krav på långsiktig säkerhet och strålskydd som anges i SSIs och SKIs föreskrifter
- precisera de faktorer som ligger till grund för val av områden för platsundersökningar
- härleda vilka parametrar som behöver bestämmas och vilka övriga krav som bör ställas på en platsundersökning
- härleda preliminära funktionskrav på kapseln och de övriga tekniska barriärerna.

Det är mot denna bakgrund SKI avser att granska och bedöma SR 97 när den presenteras senare i år.

SKI vill också påminna SKB om att kommande säkerhetsredovisningar också måste omfatta slutförvaret för annat långlivat avfall (SFL 3-5). Dels är SFL 3-5 en del av den metod för slutförvaring som regering, myndigheter och berörda kommuner har att ta ställning till. Dels behöver SKB belysa på vilket sätt de olika förvarsdelarna kan påverka varandras funktion. Slutligen behöver SKB tillse att de planerade platsundersökningarna ger tillräckliga data för att analysera samtliga förvarsdelar.

7 Forskning

I detta kapitel kommenterar SKI kapitel 9 i SKBs FUD-program 98 samt kapitel 4 till 18 i underlagsrapporten Detaljerat program för forskning och utveckling 1999-2004.

7.1 Inledning

SKI ger här några generella kommentarer kring SKBs redovisning av forskning i FUD-program 98. SKBs prioritering och motivering av olika forskningsinsatser kommenteras också kortfattat.

SKB har lagt ner stor omsorg på att ta fram ett lättförståeligt FUD-program 98 som täcker in forskning, säkerhetsanalyser, metodval, säkerhet, lokalisering, teknik och rivning. Forskningsaspekter redovisas endast kortfattat i huvudrapporten varför även en underlagsrapport med en mer detaljerad redovisning av forskning och utveckling har tagits fram. SKI anser att denna uppdelning kan vara befogad eftersom tillgängligheten för en ickespecialist troligen förbättrats jämfört med tidigare FUD-program. Enligt SKIs uppfattning får detta upplägg med en tonvikt på andra frågor än forskning inte innebära att SKBs FUD-program förlorar i status som forskningsprogram. SKB bör därför vinnlägga sig om att kvaliteten på själva forskningsredovisningen upprätthålls. SKI anser vidare att det med nuvarande upplägg kan vara svårt även för en insatt person att få en inblick i vilka delproblem som är mest kritiska och hur långt man kommit inom respektive område. Det kan finnas skäl för SKB att överväga hur problemställningarna och forskningsresultaten skall redovisas och presenteras fortsättningsvis.

SKI anser att SKBs beskrivningar i FUD-program 98 av uppnådda resultat i de flesta fall har en erforderlig detaljeringsnivå. SKB har dock i vissa kapitel mycket generellt och kortfattat beskrivit planerade insatser (t.ex. kapitel 6, 10, 12). SKI behöver utförligare information för att bättre kunna bedöma SKBs prioriteringar inför 1999-2004. Tidplaner behöver också bli mer konkreta med syftet att verkligen visa vad man avser genomföra under aktuell FUD-period.

SKI anser att det väsentligen skulle förenkla uppföljningen av forskningsredovisningen om SKB valt en mer konsekvent metod för hantering av referenser. I FUD-program 98 finns ett antal referenser till ej granskade eller publicerade manuskript. Det kan finnas skäl både av kvalitetssäkrings- respektive tillgänglighetssynpunkt att avstå från att rapportera sådana resultat. I andra fall finns slutsatser av betydande karaktär som saknar såväl motiveringar som referenser, vilket kan försvåra granskningsarbetet.

SKI påpekade redan i sin granskning av FUD-program 95 att upptagna referenser i SKBs material inte återspeglar hela bredden på kunskapen i vetenskapssamhället.

SKI anser fortfarande att SKB på ett tidigt stadium bör söka en förankring av sina forskningsresultat i det övriga forskarsamhället. På så sätt kan man i görligaste mån undvika diskussioner i ett sent skede (i licensieringsfasen) av frågor som kunnat få en lösning tidigare i processen.

I vissa delar av FUD-program 98 saknas tydliga beskrivningar av hur olika resultat kan bidra till helhetsbeskrivningen och säkerhetsanalysen. SKI har tidigare påpekat vikten av fortlöpande integration mellan resultaten ifrån olika områden och säkerhetsanalysens behov. Det är även viktigt att utnyttja resultaten från tidigare säkerhetsanalyser som ett stöd för beslut om framtida forskningsinsatser. Tydligare mål med koppling till säkerhetsanalys skulle kunna underlätta en avstämning om kunskapsunderbyggnaden är tillräcklig för att kunna motivera ett visst ställningstagande. SKI utgår från att detta kommer att tas upp i redovisningen av SR 97. SKI avser att följa upp och kommentera detta i samband med SKIs separata granskning av SR 97 under hösten 1999.

7.2. Använt bränsle

7.2.1 Inledning

SKI kommenterar här avsnittet Använt bränsle under 9.3 i SKBs FUD-program 98 samt kapitel 4 i underlagsrapporten.

SKBs forskning kring använt bränsle syftar bland annat till att kvantifiera frigörelse av radionuklider från använt bränsle under olika betingelser samt att skapa förståelse för de komplexa mekanismer som är involverade. Målet med programmet är enligt SKB att validera bränslemodeller, som skall användas vid säkerhetsanalyser (se även avsnitt 6.2.3). Eftersom använt bränsle till allra största delen består av relativt svårösliga komponenter, kommer frigörelsen av radionuklider sannolikt bli begränsad även i det fall då grundvatten kommer in i en skadad kapsel med använt bränsle. Bränslet i sig kan därför betraktas som en barriär för spridning av radionuklider vid sidan om kapsel, bentonit och berg.

7.2.2 Experimentella och teoretiska studier av bränsleupplösning

SKBs redovisning

SKB beskriver i FUD-program 98 hur man sedan slutet på 70-talet studerat karakterisering av använt bränsle och lagningsförsök med använt bränsle. SKBs resultat har tillsammans med erfarenheter från bl.a. Kanada, USA och Tyskland skapat ett underlag för att motivera utformningen av bränsleupplösning i säkerhetsanalyser. SKBs experimentella underlag som främst utgörs av sekventiella lakteter, har sammanställts i en databas.

Frigörelse av radionuklider från bränslet är en mycket långsam process varför koncentrationerna i laktlösningarna i många fall blir mycket låga. SKB har därför behövt satsa stora resurser på att ta fram tillräckligt noggranna analysmetoder (ICP-MS och jonkromatografi). Den vidareutveckling av analysmetoder som skett är en förutsättning för att få fram bättre dataunderlag från lakteter med använt bränsle. Särskilda insatser har varit att ta fram utrustning för att mäta pH och Eh med stor noggrannhet under pågående försök, samt att utveckla en metod för att analysera nuklider med samma masstal (isobar separation).

Två viktiga typer av försök som avrapporteras i FUD-program 98 är lakförsök med provbitar av använt bränsle samt kombinerade laknings- och nuklidiffusionsförsök med använt bränsle och bentonit. Vid utvärdering av den föregående typen av försök har man särskilt studerat effekter av utbränningsgrad samt linjär effekttäthet, medan man i det andra fallet har uppskattat diffusiviteter för olika aktinider.

SKB har även utfört radiolysförsök med bränsle i syfte att studera massbalansen av bildad väte och syre. De kinetiska data som framkommit under dessa försök är användbara vid utvecklingen av en kinetisk modell för bränsleupplösning.

SKB har nyligen utvecklat en realistisk modell för bränsleupplösning under oxiderande förhållanden (RDC). Denna visade god överensstämmelse med resultat från försök med både obestrålad urandioxid och använt bränsle.

I FUD-program 98 diskuteras ytterligare ett antal planerade eller påbörjade mätserier, vilka syftar till att studera kemiska betingelser vid bränsleupplösning, inverkan av bränslets specifika area, grundläggande studier av radiolysreaktioner med syftet att bestämma hastighetskonstanter, inverkan av enbart alfaradiolys (utan beta- och gamma-radiolys) m.m. Under dessa försök eftersträvas större kontroll av specifika betingelser (pH, Eh, specifika ytor, strålningsfält m.m.) än vid tidigare försök, vilket kan ge ett bättre grundval att utveckla och pröva olika typer av modeller.

Remissinstansernas synpunkter

Stockholms universitet (SU) saknar uppgifter i FUD-program 98 om hur det använda bränslet kan påverkas av gammarradiolys. Chalmers tekniska högskola (CTH) anser att det saknas information om inventering och karakterisering av använt bränsle.

SKIs bedömning

SKI anser att SKBs bränsleprogram på ett rimligt sätt inriktats mot de frågor som är av betydelse för säkerhetsanalyser och utveckling av modeller. SKI har tidigare ifrågasatt om den kemiska miljön som använts vid SKBs laktester är relevant för slutförvarssituationen (SKI, 1996a). Inför denna granskning har inget väsentligt nytt material framkommit, men SKBs planerade försök i flödesreaktorer med kontinuerlig mätning av redox- och pH-betingelser under försöken verkar lovande. SKI ser också fram emot att ta del av resultaten från SKBs planerade bränsleförsök i CHEMLAB-sonden, under vilka grundvattnets redoxstatus kan förväntas bli betydligt mindre påverkad än vid tidigare försök. För att föra forskningen framåt inom området krävs sannolikt experimentella data med mycket hög kvalitet som gör det möjligt att på ett signifikant sätt särskilja olika typer av omvandlingar av bränslet och frigörelsemekanismer för radionuklider. Det bör vara möjligt att göra meningsfulla jämförelser med processmodeller baserade på grundläggande kemiska och fysikaliska mekanismer.

Det räcker emellertid inte att enbart studera bränsleupplösning under de kemiska förhållanden vi ser i djupa grundvatten i dag, då förändringar av grundvattenkemin (salinitet, redox m.m.) kan förväntas i olika tidsperspektiv. Den kemiska sammansättningen och redoxstillståndet kan också förändras av processer i själva förvaret som bränslets radiolys, korrosion av bränslekapselns insats av gjutjärn, reaktioner mellan grundvatten och olika typer av mineraler i bentonitleran etc. Det är därför viktigt att

bränsleprogrammet koordineras med kemiprogrammen så att samtliga kemiska betingelser som bedöms relevanta täcks in.

SKI anser som vid tidigare granskningar att en fortsatt utveckling av realistiska bränslemodeller är viktig för att på ett effektivt sätt tolka befintliga experimentella data och planera nya försök. Dessa modeller kanske inte kommer att kunna verifieras och motiveras i den utsträckning att de kan ingå i säkerhetsanalyser, men bör kunna ge ett underlag för att bedöma de förenklande antaganden som används vid framtagningen av de modeller som är avsedda för säkerhetsanalysen (se avsnitt 6.2.3).

SKB rapporterar resultat från försök med obestrålat uran och magnetit (förväntad korrosionsprodukt från järninsatsen i kapseln). SKI anser att dessa försök är högst relevanta bl.a. eftersom SKBs egna analyser indikerar att järnsystemet kommer att starkt påverka kemin inuti en havererad kapsel. Obestrålat uran är dock inte en fullgott ersättningsmaterial varför SKB bör överväga att gå vidare och även göra försök med magnetit och använt bränsle.

Ytterligare frågor som SKI är intresserad av att följa upp är bl.a. fördelningen av de relativt lösliga radionukliderna i det använda bränslet, vilken avsevärt kan påverka hur frigörelsen fördelas som funktion av tiden. Fysikaliska förändringar i bränslets struktur bör också beaktas, eftersom det kan påverka andelen nuklider som snabbt kan frigöras. Mekanismer som styr frigörelsen från metalliska inklusioner (t.ex. Tc, Mo, Ru, Rh, Pd) beskrivs inte närmare i FUD-program 98 men kan behöva karakteriseras bättre. Radiolyseffekter av aktinider som fällts ut som sekundära mineral eller sorberats inuti kapseln kan behöva beaktas i analysen av systemets utveckling i tiden.

SKI anser att SKBs arbeten generellt är av god vetenskaplig kvalitet och utgör ett betydande bidrag till den internationella forskningen. SKI konstaterar dock att SKBs redovisning av området bitvis är fragmentarisk och svåröverskådlig. SKB skulle tydligare kunna förklara hur de individuella experimentella studierna förväntas bidra till helheten och då särskilt modellutvecklingen.

7.2.3 SKIs sammanfattande bedömning av använt bränsle

Enligt SKIs uppfattning kvarstår ett antal otillräckligt belysta frågor inom området använt bränsle, vilket gör det svårt att bedöma tillförlitligheten hos de bränslemodeller som gör anspråk på att vara realistiska. Detta behöver dock inte innebära att dagens kunskap är otillräcklig för att bedöma tillförlitligheten hos bränslemodeller som enbart baseras på konservativa men förenklande antaganden. Exempel på dessa svårhanterliga frågor är den relativa betydelsen av olika frigörelsemekanismer, inverkan av radiolys samt bildning av sekundära mineral. Dessa osäkerheter medför att bränslets barriärfunktion är svår att bevisa fullt ut varför den endast i begränsad utsträckning har tagits med i tidigare säkerhetsanalyser.

SKI anser att SKBs experimentella insatser på ett bra sätt har inriktats mot frågeställningar som är mest angelägna att lösa. Trots detta är det förmodligen inte realistiskt att förvänta sig snabba framsteg inom området beroende på den generella svårigheten att

studera mycket långsamma processer samt de stora praktiska problemen att hantera det starkt radioaktiva materialet. Hur stora resurser SKB behöver satsa på området fortsättningsvis beror på i vilken utsträckning bränslets potentiella barriärfunktion kommer används i framtida säkerhetsanalyser.

7.3 Kapselmaterial

I detta avsnitt ges kommenterar till avsnitt 7.2.3 i FUD-program 98 och kapitel 5 i underlagsrapporten

7.3.1 Korrosion

SKBs redovisning

SKB har flera pågående korrosionsprojekt, som omfattar såväl grundläggande teoretiskt arbete (uppdatering av termodynamiska data för koppar, litteraturstudier över korrosion på kapslar före deponering och modeller för korrosion), som experimentellt arbete med gropfrätning, bakteriell korrosion, spänningskorrosionssprickning och korrosionsprovning i realistisk miljö. Resultaten från dessa projekt kommer att avgöra i vilken utsträckning fortsatta studier och experiment skall genomföras.

SKB skriver samtidigt (i FUD-program 98) att efter komplettering med dessa studier är kunskapsbasen om koppars korrosion tillräcklig för att bedöma korrosionsangreppen på kapseln under 100 000 år, i den miljö som förutses råda i slutförvaret. Forskningen inom korrosionsområdet kommer därefter att ha tonvikten på det inledande skedet, innan reducerande förhållanden råder.

SKB tar också upp vikten av att studera korrosionsförloppet i spalten mellan järn och koppar, och om möjligt få ett mått på de krafter som kan orsakas av den ökade volymen hos korrosionsprodukterna, då järn i kontakt med vatten korroderar under vätgasutveckling. För närvarande pågår konstruktion av apparater för korrosionsprovning.

Remissinstansernas synpunkter

Uppsala universitet (UU) pekar på vikten av att studera grundvattnets rörelser och dennas inverkan på grundvattensammansättningen, som i sin tur påverkar korrosionen av koppar. UU anser att dylika studier kan med fördel ske i Åspölaboratoriet. UU anser vidare att sulfidproduktion med hjälp av mikrobiella processer behöver undersökas närmare, liksom att det behövs mer forskning om mikrofloran nere i berggrunden. Sveriges geologiska undersökning (SGU) anser att fortsatt forskning på mikroorganismers betydelse för förvarets långsiktiga säkerhet är väl motiverade.

SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut anser att de undersökningar som gjorts vad avser uppdatering av den termodynamiska databasen för koppar, utvärdering av risken och möjlig inverkan från gropfrätning, spänningskorrosion och mikrobiell korrosion av koppar är väl motiverade och håller med SKB om att den framtagna kunskapsbasen om kopparkorrosion därvid bör vara tillräcklig.

SKIs bedömning

Det centrala inom korrosionsområdet är, enligt SKIs åsikt, hur kunskapen om korrosionsprocesserna används i de antaganden och analyser som ligger till grund för de korrosionshastigheter som används för dimensionering av koppars tjocklek. Med tanke på det arbete som gjorts de senaste åren och det arbete som pågår inom SKB på korrosionsområdet, anser SKI att SKB borde göra en ny sammanställning av hur olika typer av korrosion utgör en grund för utformningen av kopparkapseln.

SKI anser vidare att SKB bör inhämta resultaten från dessa pågående korrosionsstudier, innan inriktningen ändras till forskning med tonvikt på korrosion i det inledande skedet, innan reducerande förhållande råder.

SKB skriver att sulfatreducerande bakterier och deras överlevnad i förvaret är en av de viktigaste frågorna med avseende på mikrober, men att resultaten från pågående försök kommer att styra om och i så fall vad som kommer att göras fortsättningsvis. SKI vill uppmana SKB att fortsätta studierna av mikrobers inverkan på kapselns integritet (se även avsnitt 7.8.4).

SKI finner det lovvärt att SKB planerar ett program för korrosionsprovning i realistisk miljö i Äspölaboratoriet, men saknar en mer detaljerad beskrivning av försöken.

SKI anser också det vara angeläget att SKB studerar korrosionsförloppet i spalten mellan järninsatsen och kopparkapseln. I detta sammanhang bör också frågor om galvanisk korrosion belysas, i det fall metallisk kontakt kan uppstå i spalten. Arbetet inom detta område bör också ha stark koppling till arbetet med säkerhetsanalysmodeller för utvecklingen hos en skadad kapsel.

7.3.2 Materialprovning

SKBs redovisning

SKB genomför studier av kopparmaterial angående krypprovning av svetsmaterial, analys av fosforlegering av svavelhaltig koppar (teoretiskt, planerad komplettering med experiment), samt fördelningen av fosfor och svavel i syrefri koppar.

Experiment i full skala för att validera genomförda hållfasthet- och temperaturberäkningar planeras. Eventuellt krävs även fortsatta beräkningar för att undersöka den långsamma pålastningen när bentonitens svälltryck byggs upp.

Remissinstansernas synpunkter

CTH skulle vilja se frågan belyst huruvida strålningsmiljön i förvaret kan påverka hållfastheten hos kapslar.

SKIs bedömning

SKI vill understryka vikten av studier av kopparmaterialets egenskaper, såväl mekaniska egenskaper som krypegenskaper, samt vikten av att använda materialprover som är hämtade från verkligt tillverkade kapslar. SKI anser också att mekanismerna för

fosforns inverkan på koppars krypegenskaper behöver utredas vidare (se även avsnitt 5.4.2).

SKI håller med CTH om att frågan om strålningens inverkan på hållfastheten bör be-
lysas.

7.3.3 Oförstörande provning

SKBs redovisning

SKB anger att samtliga kopparrör samt botten och lock ska provas med hjälp av ultraljud. Samtliga svetsar i kopparkapseln ska provas med hjälp av ultraljud och röntgen. Dessutom anger SKB att en procedur för kvalificering av oförstörande provning är under framtagning. SKB har ett program för utveckling av utrustning och programvara för ultraljudprovning av svetsar i koppar, med huvudinriktningen utveckling av system för provning med ”phased array” och programvara för brusreduktion. Resultaten hittills finns enbart för kända artificiella defekter. SKB anger också att metoder utvecklas även för röntgenprovning.

SKIs bedömning

SKI betonar vikten av att utvecklingsprogrammet för ultraljudprovning fortsätter. Det är väsentligt att programmet även inkluderar en koppling till kornstorlek i koppar och svetsområde samt verkliga defekter, varför SKB måste ta fram information om förväntade defekttyper. Speciellt utveckling av brusreduceringsalgoritmer kan vara av avgörande betydelse för provbarheten av svetsområdet beroende på vilken materialstruktur som erhålls genom slutligt vald förslutningsmetod.

SKI saknar information om pågående forskning för provning med röntgen. SKI förutsätter att ett forskning- och utvecklingsprogram motsvarande det som pågår för ultraljudprovning finns även för röntgenprovningen.

7.3.4 SKIs sammanfattande bedömning av kapselmateriel

SKI anser att SKB borde göra en ny sammanställning av hur olika typer av korrosion utgör en grund för utformningen av kopparkapseln och visa hur kunskaperna om korrosionsprocesserna används i de antaganden och analyser som ligger till grund för de korrosionshastigheter som utnyttjas i säkerhetsanalysen. SKI anser vidare att SKB bör inhämta och tolka resultaten från pågående korrosionsstudier, innan inriktningen ändras till forskning med tonvikt på korrosion i det inledande skedet (innan reducerande förhållande råder). Studierna av mikrobers inverkan på kapselns integritet bör fortsätta.

SKI finner det lovvärt att SKB planerar ett program för korrosionsprovning i realistisk miljö i Äspölaboratoriet, liksom att SKB studerar korrosionsförloppet i spalten mellan järninsatsen och kopparkapseln. Arbetet inom det sistnämnda området bör ha stark koppling till arbetet med säkerhetsanalysmodeller för utvecklingen hos en skadad kapsel.

SKI vill understryka vikten av studier av kopparmaterialets egenskaper, såväl mekaniska egenskaper som krypegenskaper, samt vikten av att använda materialprover som är hämtade från verkligt tillverkade kapslar vid studier av materialegenskaper och korrosion. SKI anser också att mekanismerna för fosfors inverkan på koppars krypegenskaper behöver utredas vidare.

SKI betonar vikten av att utvecklingsprogrammet för ultraljudprovning fortsätter. Det är väsentligt att programmet även inkluderar en koppling till kornstorlek i koppar och svetsområde, samt verkliga defekter. SKI saknar information om pågående forskning för provning med röntgen.

7.4 Buffert och återfyllning

7.4.1 Inledning

SKI kommenterar här avsnitten 7.1.2, 7.1.4 och 9.3 i SKBs FUD-program 98 och kapitel 6 i underlagsrapporten.

I samband med SKIs granskning av FUD-program 95 tog SKI fram en fördjupad granskning av SKBs bentonitprogram med hjälp av externa experter (Roaldset m.fl., 1996). Nedanstående genomgång visar att vissa kommentarer som gavs vid detta tillfälle fortfarande är aktuella. SKB har dock har tagit om hand en hel del synpunkter, alternativt startat upp FoU-insatser som för närvarande pågår. SKI har helt nyligen genomfört ytterligare en genomgång av SKBs bentonitprogram, som redovisas av Savage m. fl. (1999).

7.4.2 Funktionskrav på buffertmaterial och återfyllning

SKBs redovisning

Buffertens huvudsakliga funktion i slutförvaret är att skydda kapseln från kemisk och mekanisk påverkan och att hålla kapseln på plats i deponeringshålen. För att detta skall uppnås behöver vissa funktionskrav ställas på buffertmaterialet varav SKB anger följande:

- Hydrauliska konduktiviteten bör vara så låg att eventuell transport av korroderanter och radionuklider sker enbart genom diffusion.
- Gasgenomsläppligheten skall vara tillräcklig om det skulle bildas stora mängder gas i kapseln, och gasgenomgången får inte leda till kvarstående genomsläppliga kanaler eller hålrum i bufferten.
- Svällningstrycket skall vara tillräckligt högt för att ge god kontakt med omgivande berg och med kapseln, men inte högre än vad kapseln och omgivande berg kan utstå.
- Deformerbarheten skall inte vara större än att kapslarnas läge behålls, men heller inte mindre än att bergrörelser kan tas upp utan att kapslarna skadas.
- Kolloidala partiklar skall filtreras av bufferten.

- De termiska egenskaperna (värmeledning) får inte leda till oacceptabla fysikaliska och kemiska förändringar av bufferten.

SKBs referensmaterial som använts mest är MX-80 Volclay som efter vattenmättnad skall ha en densitet av 1900-2100 kg/m³. Även andra material med mindre andel expanderande lermineral har studeras. Då dessa material är mera homogena och visats ge tillräckligt höga svälltryck, pekar SKB på möjligheten att ersätta MX-80 med något av dessa. Enligt SKB har en omfattande provning och sammanställning i databasform gjorts av olika slag av kommersiellt tillgängliga smektitiska lermaterial.

SKB specificerar även krav på materialet som skall användas för återfyllning och även på berget i närheten av deponeringshål och tunnlar. Här anger man för närvarande inte lika specifika krav. En viktig egenskap är dock att återfyllningen skall ge ett tillräckligt stöd för tunnarnas tak och väggar. Vissa frågor är ännu ej besvarade, till exempel om man skall använda möjligheten att täta närberget med injektering.

Arbetet med att identifiera och karakterisera buffert- och återfyllningsmaterial har samlats i SKBs Arbetsrapportserie under namnet "Bentonite and Backfill Handbook" som successivt uppdateras. Enligt SKB är syftet att uppnå enhetliga definitioner och metodbeskrivningar, d.v.s. SKB avser att på detta sätt erhålla en gemensam kunskapsbas.

SKIs bedömning

Enligt SKI återstår fortfarande en rad frågor som behöver tas om hand av SKB för att kunna visa att den tekniska barriär (bentonitlera) som valts i KBS-3-konceptet uppfyller de funktionskrav som ställts inom de utifrån säkerhetsanalysens behov relevanta tidsperioderna för förvaret.

SKI kan konstatera att SKB avser att under kommande 3-års period detaljera kravspecifikationen för buffert och återfyllning. SKI avser att följa upp detta arbete under nästkommande FUD-period, exempelvis med avseende på hur avvägningen görs mellan krav/önskemål från kapsel, berg och buffert och hur dessa påverkar varandra. Enligt SKIs uppfattning är det väsentligt att SKB i större utsträckning tar fram en helhetssyn på kravspecifikationen och samordnar detta arbete så att alla aspekter samtidigt täcks in.

SKI anser att det vara bra att SKB utreder möjligheten att ersätta MX-80 med andra material. SKI förutser dock att relativt stora arbetsinsatser kan krävas för att visa att ett annat material utgör ett fullgott ersättningsmaterial. Detta beror på att MX-80 varit SKBs referensmaterial under lång tid och att en rad andra materialegenskaper förutom svällningsegenskaperna måste undersökas och visas vara likvärdiga.

Enligt SKI är det bra att SKB sammanställer de existerande stora mängderna av data och metodbeskrivningar i en "Bentonite and Backfill Handbook". SKI kan dock konstatera att en stor del av den framtagna kunskapen för närvarande inte är allmänt tillgänglig. Experimentella, teoretiska, empiriska datauppsättningar och datamodeller skulle behöva sammanställas i en mera komplett databas som görs allmänt tillgänglig.

7.4.3 Resultat från studier av buffert- och återfyllnadsmaterial

SKBs redovisning

SKB har under den gångna perioden förbättrat förståelsen för bentonitlerornas struktur och hur denna påverkar transportegenskaperna. Man har även inom ramen för internationella projekt studerat hur termiska, hydrologiska och mekaniska processer kan samverka i bufferten. Även kemiska processer har inkluderats där illitiserings och reaktion mellan bentonit och porvatten från betong varit viktiga frågeställningar.

Parallellt med de grundläggande studierna har SKB även arbetat med teknikutveckling och på försök tillverkat fullstora högkompakterade bentonitblock. Hållfasthetstester av dessa block pågår för närvarande. Inplacering och återfyllning av deponeringstunnlar har även varit föremål för praktiska försök vid Äspölaboratoriet. Metoder att sönderdela bufferten, som behövs vid ett eventuellt återtag av deponerade kapslar, har undersökts i laboratorieskala.

En viktig fråga som utretts är hur salint grundvatten kan påverka buffertens svälltryck. SKB har tagit fram en modell som visar att svälltrycket endast påverkas marginellt av både natrium- och kalciumrika salina grundvatten. Bentoniten i återfyllningen förväntas däremot påverkas i högre utsträckning då densiteten är väsentligt lägre.

SKB anser att temperaturökningen hos bufferten orsakad av bränslets resteffekt är en särskilt viktig fråga. Leran i bufferten kan påverkas av saltanrikning och ånga som bildas. För att minimera denna risk föreslår man att använda buffertblock med hög vattenmättnadsgrad.

Modelleringsstudier har utförts i samband med deltagandet i två olika EU-projekt, varav det ena syftar till att ta fram underlag för kvantitativa beräkningar av vattenmättnadsförlopp och jontransport, och det andra till att studera kopplade termo-hydro-mekaniska funktioner. I det senare fallet har man börjat studera praktiska fall nämligen buffertförsök i Japan (Kamaishi) respektive Schweiz (FEBEX).

SKB avser att mera ingående modellera vattenmättnadsprocessen med hjälp av mikrostrukturella modeller. Vad det gäller jondiffusion konstaterar SKB att det idag finns en större förståelse för de fundamentala mekanismerna men att särskilt migrationen av kationer inte kan modelleras fullt ut då kemiska processer typ komplexbildning för närvarande inte ingår i befintliga modeller.

SKB har genom försök visat hur ett gasflöde kan initieras genom bufferten då trycket når en kritisk nivå. Inom ramen för det internationella samarbetet "GAMBIT Club" där SKB deltar, har man som mål att ta fram en beräkningsmodell för gasflöde genom bentonit. Den första fasen har koncentrerats kring att få förståelse för mekanismerna och testa en beräkningsmodell. Gastransporten initieras troligen genom mikrosprickbildning i leran och efter propagering av gastransportvägarna kan ett kontinuerligt gasflöde upprätthållas.

SKB sammanfattar i FUD 98 de frågeställningar som man anser mest kritiskt att gå vidare med:

- den kemiska långtidsstabiliteten
- eventuell cementering och permanent kontraktion av smektitpartiklar
- extrapolering av resultat från gastransportförsök till de förhållanden som gäller i ett förvar
- praktiskt visa att erforderlig blockdensitet kan uppnås för att den mognade bufferten i deponeringshålen skall få tillräcklig densitet
- undersökning av mikrostrukturella förändringar i samband med bevätning av bufferten, som kan leda till betydande anisotrop vattengenomsläpplighet
- utvärdera innebörden av ackumulerad skjuvdeformation (0,01-10 cm) i ett långtidsperspektiv samt samband mellan skjuvrörelser i jordskorpan, spänningstillstånd och strukturell uppbyggnad av bentoniten.

SKIs bedömning

SKI håller med SKB om att bentonitens kemiska långtidsstabiliteten är en av de viktigaste frågorna. Kemiska förändringar i bentoniten skulle kunna medföra att buffertens funktion att skydda kapseln och fördröja transporten av radionuklider försämras i förhållande till de förutsättningar som säkerhetsanalysen baseras på. Det är därför av stor vikt att SKB har en tillräckligt god förståelse för samtliga processer som kan påverka buffertens funktion. Både teoretiska och experimentella studier samt undersökningar av hur naturliga bentoniter förändrats under olika betingelser förväntas kunna bidra till kunskapsuppbyggnaden.

SKI anser att den tidigare använda illitiseringsmodellen fortfarande kan ses som ett användbart arbetsverktyg. Valet av parametervärden måste dock kunna motiveras tillräckligt övertygande. Försök har enligt SKB gjorts att härleda t.ex. aktiveringsenergin från naturliga analogier. SKI vill här upprepa yttrandet från granskningen av FUD-program 95, att denna modell har sina begränsningar och att det även finns alternativa modeller som grundar sig på andra omvandlingsprocesser. SKI anser att detta ställer krav på SKB att ytterligare utvärdera tillämpligheten av vald modell.

SKI delar SKBs åsikt att cementering och permanent kontraktion av smektitpartiklar kan vara ett mera betydande problem än illitisering av bentoniten. Därför behövs fortsatta insatser under den kommande FUD-perioden som utreder ovannämnda effekter. SKI anser att resurser behöver avsättas för att kunna visa processens eventuella ogynnsamma effekter och hur detta tas om hand i SKBs fortsatta arbete med förvarskonceptet.

SKI anser att området blockdensitet i bufferten behöver fortsatta insatser såväl i laboratorie- som fältskala och finner SKBs planerade insatser rimliga i detta skede.

SKI konstaterade i sitt yttranden över FUD-program 95 att kunskapen om vattenmättade buffertmaterial är god, och att SKB har kommit långt inom detta område. Beträffande omättade förhållanden har SKB inte kommit jämförelsevis lika långt, vilket bör föranleda åtgärder under nästkommande FUD-period. Den initiala återmättnadsfasen kan ha stor betydelse för buffertens långtidsegenskaper då värmen från kapseln under omättade förhållanden riskerar orsaka uttorkning, sprickbildning, kemiska omvandlingar m.m. SKI anser att SKB behöver genomföra analyser som klargör inverkan av de

faktorer som påverkar bevättningshastigheten hos buffert och återfyllning. SKB bör också visa hur man avser att ta hand om resultaten.

SKI anser att temperaturhöjningen intill kapseln i början av deponeringstiden och de problem som den kan orsaka för bufferten behöver utredas ytterligare. Den T-H-M-modell som SKB hänvisar till är en komplex modell med många ingående parametrar, med vars hjälp SKB genomfört vissa analyser. Det är bra att SKB fortsätter detta utvecklingsarbete, men skall det vara möjligt att värdera resultaten med någon säkerhet, bör man även redovisa resultat från enklare modeller parallellt. Man kan sedan successivt fördjupa analysen i en iterativ process vid vilken tillfälle ges att väga in resultaten inför nästa analyscykel. Det bör vara möjligt att överslagsmässigt utreda vilka processer och parametrar som är mest väsentliga. Att direkt använda en tredimensionell modell med alla inverkanse mekanismer kan visa sig vara ohanterligt och ge svårtolkade resultat.

För modelleringen av den vattenmättade buffertens mekaniska, termiska och hydrauliska egenskaper konstaterade SKI i samband med granskningen av FUD-program 95, att ytterligare arbete krävdes främst inom två områden, nämligen verifiering genom experiment och statistisk analys. Vad verifiering beträffar, så är den tämligen begränsad, även om de resultat som erhålls verkar rimliga. Ytterligare jämförelse bör göras med laboratorieförsök, där direkta jämförelser kan göras med t.ex. tryck, temperatur och flöden. De planerade fullskaleförsöken vid Äspö kan förmodligen inte tjäna som underlag i detta avseendet, eftersom det initialt kommer handla om buffertmaterial i omättat tillstånd.

Beträffande förståelsen för gastransport genom bentonit håller SKI med SKB om att vissa framsteg gjorts även om ett antal viktiga frågor ännu ej kunnat besvaras. SKI håller med SKB om att insatser behövs för att kunna bedöma hur randvillkoren påverkar gastransporten. Det är viktigt att förstå hur gastransporten kan påverka bentoniten och hur detta i sin tur påverkar randvillkoren i fältsituationen. Det kommer erfordras en god förståelse för hur situationen i fält kan skilja sig från den vid laboratorieförsök för att kunna ta fram en bra modell för gastransport. SKI vill i detta sammanhang peka på risken att gasbildningen orsakar ett övertryck som kan ytterligare skada en kapsel eller det omgivande berget. En annan risk är att preferentiella transportvägar bildas i de delar av bentoniten där gas tidigare passerat.

I samband med yttrandet över FUD-program 95 ställde SKI några frågor som behövde besvaras, t.ex. om eventuell gas kan avgå utan att trycket stiger till sådana nivåer att bentonitbufferten runt kapseln spricker upp och mer permanenta skador uppstår även på omgivande berg. SKI anser att detta fortfarande inte är tillräckligt utrett och borde ingå i SKBs fortsatta arbete med bentoniten, t.ex. inom samarbetsprojektet "GAMBIT Club".

SKI ställer sig tveksam till SKBs redovisade kritiska lastfall att bergrörelser och buffertdeformation som leder till kapselskada kan avfärdas som ofarliga med hjälp av en halvempirisk reologisk modell. SKI genomför en egen känslighetsanalys avseende bl.a. dessa frågor. Preliminära resultat visar att fortsatta insatser inom detta område kan vara motiverade.

7.4.4 SKIs sammanfattande bedömning av buffert och återfyllning

Enligt SKIs uppfattning är det väsentligt att SKB i större utsträckning tar fram en helhetssyn på kravspecifikationen för bufferten och samordnar detta arbete så att alla aspekter samtidigt täcks in.

SKI anser att SKB tydligare måste kunna visa att bufferten uppfyller de funktionskrav som ställs på bibehållna gynnsamma kemiska och fysikaliska egenskaper i ett långtidsperspektiv. En fortsatt kunskapsuppbyggnad kommer att krävas för att kartlägga de möjliga kemiska och strukturella omvandlingarna av bentoniten som kan ske på lång sikt och för att kunna förutsäga deras effekter.

SKI anser att SKB behöver förbättra förståelsen för bentonitens bevättningsfas då värmen från kapseln kan försämra bentonitens egenskaper under en utdragen omättad fas. SKB har kommit betydligt längre i förståelsen av bentonitens egenskaper vid mättade förhållanden. SKI anser att SKB behöver genomföra analyser som klargör de faktorer som påverkar bevättningshastigheten hos såväl buffert som återfyllning.

7.5 Strukturgeologi och bergets mekaniska stabilitet

I SKBs FUD-program 95 gav SKB en fyllig bakgrund och sammanställning inom ämnesområdet. FUD-program 98 innehåller en förkortad version av sammanställningen och en komplettering av ämnesområdet sker nu i avsnitt 9.3 i huvudrapporten och kapitel 7 i underlagsrapporten. Dessa avsnitt kommenteras här av SKI.

Berget är den naturliga barriär som mekaniskt skall skydda kapseln. Berget skall också ha en isolerande och fördröjande funktion för radionuklidtransport. Utöver dessa funktioner måste berget ha sådana egenskaper att slutförvaret kan konstrueras och drivas med höga krav på säkerhet och känd teknik. Detta innebär att driften skall kunna ske med god kontroll över stabilitet och inläckage av vatten.

Kunskaper behövs beträffande strukturgeologi och bergmekaniska förhållanden för att kunna placera och anpassa förvaret med hänsyn till större sprickzoner. Kartläggning av jordskalv är också viktigt eftersom dessa kan leda till förskjutningar längs sprickor i berget.

SKBs redovisning

SKBs prioriterade mål under perioden 1999-2004 är att:

- sammanställa tillgänglig kunskap om vad de tektoniska och seismiska konsekvenserna kan bli för ett slutförvar i det svenska urberget
- sammanställa en metod för kartläggning och tolkning av strukturgeologiska element, lineament, zoner och sprickor som skall användas vid karakterisering av de geologiska förutsättningarna för byggande och drift av ett slutförvar.

Diskontinuiteters mönster i berg uppträder alltifrån mm- till km-skalan och är präglade av spröda skjubrott och/eller tensionsbrott. Det är enligt SKBs uppfattning ej sannolikt

att omfattande uppsprickning eller propagering kommer att ske inom de närmaste hundratusen åren, mer troligt är reaktivering av befintliga diskontinuiteter.

Remissinstansernas synpunkter

SGU anser att ansatsen och prioriteringen inom ämnesområdet är riktig. SGU anser också att konsekvenserna för ett slutförvar av glaciation, landhöjning, seismicitet samt neotektoniska och postglaciala rörelser bör studeras. SGU anser även att det är viktigt att kartlägga betydelsen av regionala plastiska skjuvzoner samt att studera för- och nackdelar med att förlägga slutförvaret till en relativt opåverkad tektonisk lins i en regional plastisk skjuvzon och anger området i anslutning till Forsmarksverket som ett exempel på detta.

Matematisk-naturvetenskapliga fakulteten vid Göteborgs universitet (GU) anser att SKB har en seriös attityd och ett vetenskapligt förhållningssätt till sitt arbete men uppfattar kopplingar mellan vetenskapliga och tekniska frågor som bristfälliga. Som kunskapsluckor anger GU avsaknad av modell för sprickanalys och en ingående diskussion om sprickornas betydelse för slutförvaret.

FMKK anser att många frågetecken återstår med hänvisning till sidorna 62-64, 67 och 68 i underlagsrapporten till FUD-program 98. Där tas bl.a. upp regionala skjuvzoners och tektoniska linsers säkerhetspåverkan på ett slutförvar, dåligt kända mekanismer som styr jordskalv inom kontinentalplattorna, slutförvarets påverkan på bergets regionala hållfasthet och konceptuella osäkerheter om krypprocesser i uppsprucket berg.

Geolog N-A Mörner anser att SKB ignorerar nya rön vad gäller ung tektonik, geodynamik och berggrundsrörelser som kan komma att påverka ett slutförvar.

SKIs bedömning

SKI bedömer (liksom SGU) att SKBs pågående och planerade FoU-insatser bör genomföras såsom SKB redovisar dessa med avseende på strukturgeologi och bergets mekaniska stabilitet. SKI vill också betona vikten av att verksamheten bedrivs i form av ett väl identifierbart och sammanhållet projekt med tydliga ansvarsförhållanden för ett enligt SKI viktigt forskningsområde.

SKBs FUD-program 98 tar nu upp områden där ytterligare/kompletterande forskningsinsatser behövs. Kopplingen mellan uppräknade insatser inom föreliggande geologiska och bergmekaniska program, och behov och krav från säkerhetsanalys och platskaraktärisering, är enligt SKI bättre än i FUD-program 95 men behöver förtydligas ytterligare. För det närliggande och långsiktiga arbetet efterlyser SKI såväl tydliga som konkreta mål och kopplingar (strategi) till avnämare för de geologiska och bergmekaniska insatser som SKB avser att genomföra.

SKBs programinsatser redovisas mycket kortfattat och ofta i vaga ordalag såsom ”beröra frågeställningar”, ”vidareutveckla metoder/kriterier”, ”öka förståelsen”, ”sammanställa tillgänglig kunskap”, ”uppmärksamhet måste ägnas åt”, ”urskiljbara FoU-problem”, ”analys av frågor”, etc. Detta gör det svårt för SKI att bedöma ambitionsnivån för SKBs planerade aktiviteter. SKI kan emellertid konstatera att aktiviteterna som tas

upp i lägesredovisningen är viktiga att genomföra och slutföra, och utgående från detta beakta erhållna resultat i det fortsatta arbetet med bl.a. platskaraktisering.

SKI vill framhålla vikten av att SKBs föreslagna arbeten konkret diskuterar riskerna för ett slutförvar och dess ingående komponenter, t.ex. påverkan på bentonit, kapsel och grundvattenströmning. Starka kopplingar finns här till den scenarieanalys som behöver genomföras inom ramen för en säkerhetsanalys.

Under pågående arbeten inom det internationella projektet DECOVALEX (där bl.a. SKI och SKB deltar) har man identifierat ett antal brister i de kunskaper som behövs för att genomföra analyser av kopplade termo-hydro-mekaniska-kemiska processer. Det finns bl.a. osäkerheter i de teoretiska antagandena, svårigheter att förutsäga långa tidsförlopp och omsätta försöksresultat från laboratorieskala till storskaliga fältförsök. Vidare saknas även data om mekaniska egenskaper hos sprickzoner. SKI anser det också önskvärt att SKB redovisar kunskaperna om THMC-processerna och dess kopplingar till säkerhetsanalysen.

SKI anser att osäkerheter med avseende på bergets mekaniska stabilitet behöver analyseras, t.ex. genom att sätta dem i relation till övriga osäkerheter, samt att utreda hur de bör beaktas i framtida analyser. En betydelsefull faktor är att förstå bergets mekaniska egenskaper under långa tidsrymder och hur förändringar i dessa påverkar grundvattenflödet. SKB har i sitt FUD-program 98 identifierat ett utvecklingsbehov inom detta område. SKI anser att de av SKB nämnda utvecklingsinsatserna bör genomföras och kommenterar i det följande några av dessa aktiviteter.

SKB avser studera plastiska skjuvzoner och dess betydelse för ett slutförvar. SKI anser att dessa undersökningar är väsentliga, speciellt om SKB verkligen avser att förlägga ett förvar i eller invid en regional plastisk skjuvzon (tektonisk lins), vilket för övrigt SKB fram tills nu konsekvent har försökt undvika. Det är viktigt att SKB redovisar för- och nackdelar med en sådan förläggning med avseende på möjligheter till platskaraktisering, predikterbarhet, in- och utströmningsområden etc. SKI saknar i detta sammanhang SKBs forskningsaktiviteter om de stora svaghetszonernas deformerbarhet och hållfasthet samt utveckling av metoder att karakterisera dessa egenskaper.

FoU-insatserna avseende bergspänningars representativitet behöver enligt SKI fortsätta med en koncentration av insatser på att förstå spänningstillståndet i anslutning till diskontinuiteter och den reorientering som dessa kan åstadkomma på det regionala spänningsfältet. Resultatet från utförda spänningsmätningar inom Äspöområdet visar på behovet av ökade insatser inom detta forskningsfält.

Beträffande mekaniska frågeställningar i slutförvaret måste uppmärksamhet ägnas den spräng- eller borrningsstörda zonen och hur stora deformationer av deponeringshålen som kan tillåtas (se även kommentarer i 7.12). Dessa resultat och mekaniska analyser kan tjäna som underlag för att ta fram kriterier för acceptans av läge och orientering på deponeringstunnlar och orter.

SKB diskuterar förekomsten av diskontinuiteter (sprickor och sprickzoner) och deras förskjutningsbelopp och hur viktiga egenskaper kan variera och ändras med tiden,

exempelvis i samband med kommande istider. Enligt SKI är det viktigt att ha kontroll över rörelseriktningar och rörelsetillfälle för att statistiskt kunna sammanställa och bearbeta data över förskjutningsbelopp avseende diskontinuiteter.

SKI vill även understryka vikten av att SKB fortsätter att vidareutveckla kvantitativa kriterier för klassificering av diskontinuiteter i berggrunden. SKB behöver redogöra för hur dessa kriterier kommer att tillämpas för att bedöma respektavstånd till olika förvarsdelar och kapselpositioner och hur detta hänger samman med spänningsbilden. Enligt SKI bör detta genomföras på ett stringent sätt baserat på vetenskapligt accepterad metodik, som tillåter oberoende granskning.

Bergmekanisk modellering åskådliggörs av en bra schematisk illustrativ figur i underlagsrapporten. SKI saknar emellertid förslag på konkreta insatser som tar sikte på att utreda de frågeställningar som figuren illustrerar. FUD-program 98 ger inga konkreta besked om vad SKB avser göra inom detta viktiga område under kommande forskningsperiod.

SKI anser att dagens kunskap inte tillåter säkra förutsägelser för unga rörelserns utträdande t.ex. i samband med nedisningar, vilket ställer krav på SKB att genomföra ytterligare analyser av bakomliggande mekanismer samt analysera rörelsernas betydelse ur ett långsiktigt säkerhetsperspektiv.

SKI instämmer i vikten av att vidareutveckla metoder för identifiering av subhorizontella strukturer (flackt sluttande sprickplan) i berggrunden och vill hänvisa till synpunkter framförda vid SKIs granskning av tidigare FUD-program. Frågan om det utsprängda och återfyllda förvaret i sig utgör ett horisontellt svaghetsplan har berörts av SKI och andra remissinstanser vid olika tillfällen. SKI kan konstatera att SKB ännu ej utrett frågan.

SKIs sammanfattande bedömning av strukturgeologi och bergmekanik

I redovisningen av ämnesområdet i FUD-program 98 saknar SKI en tydlig diskussion om vilka kunskaper som enligt SKB är tillfyllest och var SKB ser att ytterligare insatser behöver göras. SKI kan notera att SKB avser studera plastiska skjuvzoner och dess betydelse för ett slutförvar. Detta är viktigt att göra, speciellt om SKB verkligen avser att förlägga ett förvar i eller invid en regional plastisk skjuvzon (tektonisk lins). SKI vill också betona vikten av att beskrivna påbörjade insatser slutföras och att SKB tillgodogör sig erhållen kunskap i det fortsatta arbetet med t.ex. platskaraktisering. SKI avser att särskilt följa SKBs insatser inom området strukturgeologi och bergmekanik för att kunna ge synpunkter på var ytterligare insatser behöver göras under de närmaste åren.

SKI vill också betona vikten av att de i FUD-program 98 påbörjade insatserna slutföras och att SKB tillgodogör sig erhållen kunskap i det fortsatta arbetet med t.ex. platskaraktisering. Enligt SKI är det viktigt att aktiviteterna bedrivs och vidareutvecklas inom ramen för ett sammanhållet och överskådligt program.

7.6 Vattenflöde i berg

SKI kommenterar nedan SKBs redovisning av forskning kring vattenflöde i berg m.m. i kapitel 8 i underlagsrapporten.

Vattenflödet i berget är en viktig parameter att ta hänsyn till vid bedömningen av en plats lämplighet för slutförvar och i säkerhetsanalyser. Grundvattnet kan dels föra med sig lösta ämnen som kan påverka de tekniska barriärernas funktion och nedbrytning, dels är grundvattenflödet och flödesvägarna avgörande för transporten av radionuklider i berget.

SKBs redovisning

SKB har i detta kapitel lyft fram några av de FoU-projekt som pågår eller planeras för att studera viktiga frågor kring vattenflöde och dess betydelse för transport av radionuklider i berg. SKB refererar här till pågående spårämnesförsök (TRUE) och projektet för klassificering och karakterisering av sprickor vid Äspö som syftar till att få fram data för beräkningar av hur både icke-reaktiva och reaktiva (sorberande) ämnen transporteras med grundvatten i berg.

SKB utvecklar också en speciell TV-kamera som planeras att användas för karakterisering av sprickor i borrhål. SKB hoppas att de bilder som produceras ska kunna ge information om de mer vattenförande sprickornas hydrauliska och kanske även retarderande egenskaper.

SKB anger att man utvecklat en analytisk metod för analyser av in- och utströmningsförhållanden. Metoden har tillämpats på tre platser i SKBs säkerhetsanalysprojekt SR 97 och resulterade i mycket långa transporttider från förvar till biosfär jämfört med tidigare beräkningar. SKB drar slutsatsen att de regionala strömningsförhållandena inte verkar påverka grundvattenflödet på förvarsdjup; det är i stället de lokala topografiska förhållandena som är styrande. SKB planerar därför ytterligare studier för att öka förståelsen av hur lokala topografiska och hydrologiska faktorer påverkar grundvattenströmningen kring ett slutförvar. Dessa studier motiveras, enligt SKB, även av behovet av att bättre beskriva kopplingen mellan geosfär och biosfär.

SKB har genomfört en studie av användbarheten av brunnldata (från SGUs brunnarkiv) för att i regional skala bestämma berggrundens hydrauliska egenskaper. Resultaten visar enligt SKB att brunnldata är användbara även om extrapoleringar till större djup försvåras av den preferens som finns för att borra till större djup i lågpermeabelt berg.

SKB anger vidare att ett av de viktigaste specifika målen för den kommande treårsperioden är att undersöka problematiken kring (upp)skalning av flödes- och transportparametrar. Både modellstudier och tester i fält vid Äspö berglaboratorium planeras.

Remissinstansernas synpunkter

KTH efterlyser mer djupgående analyser av kopplingen mellan geosfären och biosfären och av de marknära faktorer som påverkar grundvattenströmningen på olika djup. KTH

föreslår i detta sammanhang att nya metoder för bestämning av grundvattnets ålder bör utnyttjas, t.ex. mätningar av freonhalter som indikator på unga grundvattens ålder.

UU framhåller att SGUs brunnsarkiv inte kan användas för att dra slutsatser om vattnets sammansättning och rörelser på 500 meters djup. Universitetet menar därför att förstudierna bör kompletteras för att få ett tillräckligt underlag inför val av platser för platsundersökningar.

SKIs bedömning

Med hänsyn till SKBs samlade redovisning i FUD-program 98 bedömer SKI att SKB bedriver ett ändamålsenligt forskningsprogram om vattenflöde och transport i berg. Kapitel 8 i underlagsrapporten ger dock inte någon bra översikt av SKBs samlade forskningsprogram på detta område. SKI vill därför uppmana SKB att se över samordningen av forskningen kring dessa viktiga frågor inom de olika projekten för platskaraktärisering, säkerhetsanalys och stödjande FoU vid bl.a. Äspö.

SKI anser att SKBs arbete med att bestämma bergets transportegenskaper i berglaboratoriet vid Äspö är relevanta och av hög kvalitet. SKI vill dock upprepa uppmaningen från senaste FUD-granskningen att SKB också bör utveckla mätmetoder (t.ex. kombinationer av olika typer av spårämnesförsök) som kan användas för att bestämma bergets transportegenskaper i samband med (markbaserade) platsundersökningar. Enligt SKIs egna erfarenheter från analyser av data från förundersökningarna vid Äspö (SKI, 1996b) är hittills använda mätmetoder otillräckliga för att bestämma bergets förmåga att kvarhålla och fördröja sorberande radionuklider.

SKI stöder SKBs ambitioner att ta fram mätmetoder (TV-logger) som möjliggör en mer systematisk karakterisering av sprickors egenskaper från borrhål. SKI bedömer att denna typ av data i kombination med systematiskt genomförda laboratorieundersökningar av sprickfyllnadsmineral och porstruktur m.m. kan ge värdefulla data för modellering av bergets retentionsegenskaper i samband med platsundersökningar.

SKI har tidigare efterlyst mer djupgående studier av regionala grundvattenflödessystem, speciellt betydelsen av in- respektive utströmningsområden för lokalisering av ett slutförvar. SKI ser därför positivt på det arbete som redovisas i FUD-program 98. SKI ställer sig dock tveksam till de långtgående slutsatser SKB drar om de lokala topografiska förhållandenas stora betydelse för grundvattenströmningen på förvarsdjup utifrån den nyutvecklade analytiska modellen. Speciellt med tanke på att SKB i en annan rapport drar den rakt motsatta slutsatsen (Andersson m.fl., 1998, s. 73). SKI anser därför att SKB inför val av platser för platsundersökningar bör klargöra de regionala strömningsförhållandenas roll som lokaliseringsfaktor. SKI håller med SKB om att det är motiverat med fortsatta studier av de lokala hydrologiska förhållandena och deras betydelse för grundvattenomsättningen i gränzonen mellan geosfär och biosfär.

SKI håller med UU om att extrapolering till förvarsdjup av hydrauliska och grundvattenkemiska förhållanden baserade på SGUs brunnsarkiv är mycket osäkra och att SKB bör vara mer försiktig med att göra sådana extrapoleringar i förstudierna. Enligt SKIs uppfattning är det dock inte rimligt att kräva av SKB att man ska ta fram en detalj-

erad beskrivning av de hydrogeologiska och geokemiska förhållandena på förvarsdjup i en förstudie. Detta bör göras i samband de planerade platsundersökningarna.

SKI ser positivt på att SKB nu formulerat ett samlat forskningsprogram med både fältförsök och modellstudier kring den svåra problematiken med uppskalning av hydrauliska parametrar och transportparametrar. Utvärderingen av en plats och framtagningen av data för säkerhetsanalysen innebär med nödvändighet flera steg av modellförenklingar och uppskalningar av data och modellparametrar. Det är därför viktigt att klargöra hur dessa påverkar slutresultaten i säkerhetsanalysen.

SKIs sammanfattande bedömning av vattenflöde i berg

Med hänsyn till SKBs samlade redovisning i FUD-program 98 bedömer SKI att SKB bedriver ett ändamålsenligt forskningsprogram om vattenflöde och transport i berg. SKI anser dock att SKB bör se över samordningen av forskningen kring dessa viktiga frågor inom de olika projekten för platskaraktärisering, säkerhetsanalys och stödjande FoU vid bl.a. Äspö. SKI vill upprepa uppmaningen från granskningen av FUD-program 95 att SKB också bör redovisa hur man planerar att bestämma bergets transportegenskaper i samband med ytbaserade platsundersökningar.

SKB bör inför val av platser för platsundersökningar bättre klargöra de regionala strömningsförhållandenas roll som lokaliseringsfaktor. SKBs egen redovisning innehåller motstridiga slutsatser om vilka faktorer som styr grundvattenströmningen på förvarsdjup. En platsutvärdering och skattningar av parametrar för konsekvensberäkningar i säkerhetsanalysen innebär med nödvändighet flera steg av modellförenklingar och uppskalningar av mätdata och modellparametrar. SKI ser därför positivt på att SKB nu planerar både fältförsök och modellstudier för studera problematiken kring uppskalning av hydrauliska parametrar och transportparametrar.

7.7 Grundvattenkemi

7.7.1 Inledning

SKI kommenterar här avsnittet grundvattenkemi under 9.3 i FUD-program 98 samt kapitel 9 i underlagsrapporten.

SKBs viktigaste mål med programmet om grundvattenkemi är: 1) att klarlägga kemiska förhållanden och processer som påverkar förvarets barriärfunktion samt 2) att belägga de geohydrologiska grundvattenflödesmodellerna.

SKI anser att modellering och karakterisering av grundvattenkemi, förutom dessa mål, också skall bidra så att förståelsen av den tilltänkta förvarsplatsens geokemiska och hydrologiska utveckling och historik förmår att skapa förtroende för valet av plats och framtagande av scenarier inom säkerhetsanalysen. Platskaraktäriseringen behöver ge en betydligt mera detaljerad förståelse av de specifika hydrokemiska betingelserna än den som en säkerhetsanalys utgår ifrån, då det annars blir omöjligt att bedöma om de förenklingar och abstraktioner som använts är rimliga. SKI håller dock med SKB om att den högsta prioriteringen bör vara att undersöka och skapa förståelse för de förhållanden

som direkt berör de tekniska barriärernas funktion som aktuella redoxförhållanden, bentonitens stabilitet, kopparkapselns integritet, radionuklidens lösligheter, sorptions-egenskaper m.m.

7.7.2 Analys av grundvattentyper

SKBs redovisning

SKB har under åren tagit fram ett omfattande underlag för grundvattenkemiska förhållanden på olika djup och på olika platser runt om i landet. I FUD-program 98 sammanfattar SKB detta arbete genom att rapportera koncentrationsintervall för huvudkomponenter i grundvattnet och andra komponenter av särskild betydelse. Grundvatten från olika djup karakteriseras främst genom dess starkt varierande salthalt.

SKB beskriver utförligt i FUD-program 98 arbetet med att tolka vattenkemiska data från Äspölaboratoriet. Redan efter de inledande undersökningarna på platsen tog man fram en modell för klassificering av grundvattnet (Modell 90). Efter att tunneln har byggts har man kunnat ta fram en mera detaljerad modell (Modell 96). Jämförelsen mellan de två modellerna visar hur tolkningsmodellerna har utvecklats, men även hur grundvattenkemin förändrats av inströmningen till tunneln. Den viktigaste processen för att förklara grundvattnets sammansättning är blandningen av vatten med olika ursprung. Den s.k. M3-metoden, vilken bygger på principalkomponentanalys, har tagits fram för att analysera blandningsförhållanden främst med hjälp av konservativa spårämnen (t.ex. Cl och O-18).

SKB betonar i FUD-program 98 att man behöver kombinera analyser av många komponenter för att få en tydlig bild av grundvattnets karakteristika. Möjligheterna till detta är idag betydligt bättre än tidigare då metoder för bl.a. isotopmätningar förbättrats. Det finns dock fortfarande ett behov av att förvissa sig om olika mätteknikers tillförlitlighet och noggrannhet t.ex. genom att där så är möjligt jämföra olika metoder. SKB presenterar i FUD-program 98 en tabell för olika analysklasser av grundvattenprover som man avser utnyttja vid framtida platsundersökningar.

En viktig fråga inom grundvattenkemiprogrammet är att bedöma i vilken grad grundvattenproverna påverkats av provtagning eller andra aktiviteter i samband med platsundersökningarna. Erfarenheterna från bl.a. Äspö visar att grundvattenkemin på en specifik plats kan förändras avsevärt vid upptagandet av borrhål och vid olika typer av mätningar i borrhål. SKB beskriver hur kortslutning av vattenvägarna i samband med borrhåll kan ge upphov till omblandning av grundvatten från olika djup. Omblandning sker även när tryckfall byggs upp under provtagning.

SKB har satsat resurser på att visualisera vattenkemiska data, vilket bör kunna underlätta integreringen med andra delar av platskarakteriseringen som t.ex. hydrologi-modelleringen.

Remissinstansernas bedömning

KTH anser att SKB bör undersöka möjligheterna att använda nya metoder att kartlägga grundvattnets ålder vid olika djup, t.ex. med hjälp av svårnedbrytbara freoner (antropo-

gena ämnen). SGU anser att M3-metoden kan få stor betydelse vid framtida platsundersökningar. UU betonar vikten av att mätningar utförs under så realistiska förhållanden som möjligt och finner det angeläget att karakteriseringen av grundvatten och mikrober vid Äspölaboratoriet fortsätter.

SKIs bedömning

SKI bedömer att SKB gjort betydande framsteg inom programmet för grundvattenkemi med hjälp av erfarenheterna från Äspölaboratoriet. SKI välkomnar fortsatta satsningar för att förfina M3-metoden och anser att SKB besitter ett mycket användbart verktyg för framtida platsundersökningar. SKI vill dock påpeka att metoden bara delvis täcker in de processer som förväntas vara betydelsefulla i slutförvarssammanhanget samt att alla tolkningsmodeller är avhängiga kvaliteten på de data som de grundas på.

SKI ifrågasätter däremot SKBs slutsats om att kunskaperna om olika vattentypers ursprung och utveckling framtagna vid forskningen vid Äspö är direkt användbara vid varje annan tänkbar platsutvärdering. SKI anser att man på en ny plats inte kan utesluta att någon platsspecifik egenskap skiljer sig väsentligt från tidigare karakteriseringar.

SKI anser att SKB har goda förutsättningar att ta fram ett bra program för karakterisering av grundvattenkemin i samband med platsundersökningar. En viktig del är att ta fram ett analysprogram för grundvatten och en annan att planera vilka åtgärder som behövs för att få så ostörda prover som möjligt. SKBs föreslagna analysklasser kan bli användbara för att säkerställa att dataunderlaget blir tillräckligt, men även se till att analysarbetet inte blir orimligt stort. En kontinuerlig utveckling av analysklasserna med utgångspunkt från tolkningsmodellerna bör dock övervägas. SKI vill heller inte utesluta att kompletterande analyser kan komma att efterfrågas bl.a. för att möjliggöra alternativa tolkningar. Analysprogram bör även upprättas för kolloider, mikroorganismer och isotopanalyser av fasta faser t.ex. sprickfyllnadsmineral.

SKI kommer att fästa stort avseende vid att SKB vidtar åtgärder för att få så representativa grundvattenprover som möjligt. Önskad effekt i samband med provtagning bör minimeras till exempel genom att provtagning av grundvatten prioriteras vid de förhållandevis ostörda förhållanden som råder innan omfattande pumptester och liknande påbörjats. SKI anser att SKB inför en platsundersökning särskilt bör redovisa vilka åtgärder man planerar för att säkerställa att grundvattenprovtagning och analyser blir så representativ och av så hög kvalitet som möjligt. SKB bör också försäkra sig om att provtagningen inte begränsas alltför lokalt kring det tilltänkta förvaret.

SKB skriver att närvaro av s.k. brines (grundvatten med hög salthalt) är en tydlig indikator för att stagnanta förhållanden råder, vilket SKI tidigare har ifrågasatt (SKI 1996a; SKI 1993). Rimligheten i denna slutsats beror bland annat på om grundvattenflödet på förvarsdjup styrs av regionala gradienter eller den lokala topografin, vilket bl.a. modellstudier försökt belysa (t.ex. Voss och Andersson, 1993). Vidare finns vissa osäkerheter med avseende på hur landhöjningen kan påverka situationen för ett kustnära förvar (pågående arbete TILA-99). SKI anser att SKB måste tydligare motivera sina slutsatser i denna fråga, särskilt som den kan ha en säkerhetsmässig betydelse för förvaret.

7.7.3 Kemiska och biologiska processer i grundvatten

SKBs redovisning

SKB beskriver i FUD-program 98 de viktigaste kemiska processerna i djupa grundvatten:

- upplösning av mineral i bergmatrisen samt upplösning och utfällning av sprickfyllnadsmineral
- ytreaktioner som sorption och jonbyte
- reaktioner med organiskt material eller geogas katalyserad av mikrober.

Viktiga variabler som påverkas av dessa processer är bland annat pH och Eh (redox). SKB konstaterar att pH i huvudsak styrs av karbonatsystemet med kalcit och löst koldioxid. Höga pH-värden kan även vara ett resultat av fältspatvittring, vilken utgör den dominerande kapaciteten för pH-buffring tillsammans med kalcit.

SKB konstaterar att redoxbetingelserna och dess utveckling i tiden har en mycket stor betydelse i slutförvarssammanhanget. Detta beror på att både kopparkapselns motståndskraft mot korrosion och retentionen av radionuklider försämras avsevärt vid närvaro av syre och oxiderande förhållanden (djupa grundvatten är normalt syrefria och reducerande). SKB har studerat kinetik och kapacitet hos järn(II)-haltiga mineral i berggrunden som kan konsumera syre. Dessutom studeras hur syre förbrukas då organiskt material, som infiltreras från ytskiktet, sönderdelas av mikrober, bland annat med hjälp av REX-experimentet vid Äspölaboratoriet (se avsnitt 7.12). Risken för att oxiderande betingelser påverkar förvaret är främst relevant i två fall, dels i samband med en istid, dels vid förslutningen av förvaret. Dessa fall studeras därför av SKB.

Remissinstansernas synpunkter

UU anser att sulfidproduktion borde studeras närmare med tanke på det långa tidsperspektivet som måste anläggas på förvaret.

SKIs bedömning

SKI finner det angeläget att SKB fortsätter att satsa resurser på modeller och experiment för att studera kemiska processer i djupa grundvatten. Dessa bör kunna visa integrerade effekter av processer som kontrolleras av t.ex. kinetik, mikrobiell katalys och kemisk jämvikt. Beträffande modeller, betonar SKB i FUD-program 98 främst M3-konceptet som endast indirekt hänsyn till specifika geokemiska processer som tillskott eller förluster vid blandnings- och massbalansberäkningar. För icke-konservativa komponenter i grundvattnet som kan påverkas av många processer kan därför M3-beräkningarna behöva kompletteras med andra typer av beräkningar. SKI anser att SKB parallellt bör använda både experimentella studier och andra modeller för så långt som möjligt klarlägga de icke-konservativa komponenternas koncentrationer och fördelning i berggrunden. Det väsentliga är att ta fram underlag för att kunna bedöma hur de kemiska förhållandena kan påverkas av de förändringar och störningar som kan inträffa (förändrat klimat, förändrat grundvattenflöde, förvarets påverkan på grundvattenkemin m.m.)

SKB nämner ett antal geokemiska jämviktsprogram som var och en är försedd med en tillhörande termodynamisk databas. SKI anser att en högre grad av konsekvens skulle

kunna uppnås om SKB endast använder sig av en utvald och granskad databas som kan anpassas till samtliga koder.

SKB har undersökt ett flertal processer som kan förbruka syre, t.ex. vittring av sulfid- och silikatmineraler i berggrunden, oxidation av organiskt material från ytskiktet, och mikrobiell omsättning av reduktanter i form av löst gas som väte och metan. Dessa processers relativa betydelse varierar säkerligen mellan olika tänkbara lokaliseringar och yttre omständigheter som klimat, vilket borde kunna belysas mera detaljerat än vad som framkommer av SKBs redovisning. I FUD-program 98 påpekas att det inte kunnat uteslutas att löst syre transporteras ner till förvaringsnivå i samband med en istid. SKI anser som vid tidigare granskningar av SKBs FUD-program att detta är en angelägen fråga att undersöka vidare. Det borde också vara relevant att testa framtagna modeller med hjälp av förutsättningar från de platser där löst syre verkligen detekterats i djupa grundvatten (vilka dock inte finns inom landet, se t.ex. Winograd och Robertson, 1982).

SKI tillmäter integrering mellan olika vetenskapsdiscipliner stor betydelse och ser därför positivt på att SKB prioriterar integrering av hydro- och kemimodelleringen med data från Äspö.

7.7.4 SKIs sammanfattande bedömning av grundvattenkemi

SKI anser att SKB med stor hjälp av erfarenheterna från Äspö gjort betydande framsteg inom grundvattenkemiprogrammet. Både de rent praktiska erfarenheterna vid Äspö samt utvecklingen av tolknings- och analysmetoder har varit värdefull. Detta arbete behöver fortsätta med ytterligare förbättringar av tolkningsmodeller, analysmetoder och inte minst möjligheten att ta så ostörda prover som möjligt. SKI anser att SKB inför en platsundersökning särskilt bör redovisa vilka åtgärder man planerar för att säkerställa att grundvattenprovtagning och analyser blir så representativ och av så hög kvalitet som möjligt. SKB kommer behöva lägga ner mera arbete på att optimera analysklasserna så att den platsspecifika informationen blir anpassad till tolkningsmodellerna och ger maximalt utbyte vid klassificeringen av grundvattentyper.

Förutom utvecklingen av metodik för karakterisering av grundvatten bör SKB avsätta forskningsmedel för den långsiktiga och mera grundvetenskapliga undersökningen av kemiska processer i djupa grundvatten. Här finns fortfarande kunskapsluckor vad det gäller växelverkan mellan grundvatten, mineraler och geogas samt mekanismerna för dessa processer som kan styras av mikrobiell katalys, kinetik för långsamma mineralreaktioner etc. Denna kunskap behövs för att bedöma hur de kemiska betingelserna kan påverkas av olika typer av störningar och förändringar (förändrat klimat, förändrat grundvattenflöde, förvarets påverkan m.m.).

7.8 Radionuklidkemi, sorption och diffusion

7.8.1 Inledning

SKI kommenterar här avsnittet kemi för radionuklider under 9.3 i FUD-program 98 samt kapitel 10 i underlagsrapporten.

I SKBs kemiprogram ingår forskning om radionuklidens reaktioner och retentionsegenskaper, kolloider, organiska ämnen, mikrober, betong samt miljöfarliga ämnen förutom radionuklider. Arbetet fokuseras på att ta fram underlag för säkerhetsanalyser men även att utveckla kunskaper och kompetens som kan användas inom andra program där kemifrågor ingår, t.ex. bränsle, buffert och berggrund.

7.8.2 Radionuklidkemi

SKBs redovisning

SKB planerar en fortsatt satsning på grundläggande kemistudier av aktinider och fissionsprodukter. I FUD-program 98 nämns särskilt radionuklidernas redoxprocesser och inverkan av kinetik. Tidigare studier har bland annat fokuserats på plutoniums kemi och vätskeextraktion. Vätskeextraktion har visat sig vara användbar för att bestämma komplexkonstanter då goda resultat erhållits vid jämförelser med andra metoder.

SKIs bedömning

SKI instämmer med SKB att studier av radionuklidens kinetik och redoxprocesser bör vara ett prioriterat område. Bristfälliga kunskaper om kinetikens betydelse kan t.ex. innebära att termodynamiska data och jämviktsmodellering används på ett okritiskt sätt. Detta kan i sin tur leda till att betydelsen av löslighetsbegränsningar överskattas inom säkerhetsanalysen.

Även inom termodynamiken återstår fortfarande kunskapsluckor och betydande osäkerheter, vilket bör kunna föranleda vissa insatser från SKB. Större insatser bör av effektivitetsskäl samordnas på internationell nivå (t.ex. inom OECD/NEA), men kompletterande studier bör kunna göras inom landet. Risken för utarmning av inhemsk kompetens måste beaktas, särskilt inom smala områden som radionuklidkemi där möjligheter till stöd från andra forskningsfinansiärer kan vara mer begränsad.

SKB nämner inget om studier av medfällning trots att detta är ett område där betydande framsteg kan vara möjliga. SKI anser att siktet bör vara inställt på att ta fram realistiska löslighetsmodeller för fasta lösningar innehållande radionuklider. Huruvida dessa kan användas i en säkerhetsanalys är oklart men trovärdigheten av analysen skulle i vilket fall öka om förståelse av radionuklidernas faktiska löslighetsbeteende förbättras.

7.8.3 Sorption och diffusion

SKBs redovisning

SKB har studerat sorptionsmekanismer för olika metalljoner på mineralytor. Bland annat redovisar man hur sorptionen av joner som bildar innersfärskomplex t.ex. kobolt, torium och neptunium, skiljer sig från sorptionen av joner som cesium och strontium, vilka bildar yttersfärskomplex. I de föregående fallet påverkas sorptionen av metalljonernas hydrolys och komplexbildning medan jonstyrkan har stor betydelse i det senare fallet. SKB anser att detaljerade processmodeller kan användas för att öka förståelsen för sorption men kan ännu ej ersätta användningen av den empiriska K_d -metoden i säkerhetsanalyser. Inför säkerhetsanalysen SR 97 har SKB tagit fram databaser för sorption av radionuklider på bentonit och berg, vilka sammanfattar en stor mängd försöksresultat för att ta fram och utvärdera K_d -värden.

SKB anser att de viktigaste egenskaperna för att bedöma matrisdiffusionens betydelse är egenskaperna hos berget nära vattenförande sprickor, vilka karakteriseras av den flödesvätta ytan, inträngningsdjupet samt bergets effektiva diffusivitet. Man har i en litteraturrapport sammanställt tillgängliga data för att beskriva matrisdiffusionen. Diffusion av cesium, strontium och jod i bentonit har studerats särskilt noga och SKB betonar här betydelsen av s.k. anjonexklusion och ytdiffusion. SKB planerar att förbättra underlaget under nästa 3-års period.

Remissinstansernas synpunkter

SU anser att batchförsök för att bestämma K_d -värden kan ge missvisande resultat. Man föreslår att sorption kombinerat med matrisdiffusion bör studeras med kärnfysikaliska metoder och bildanalys. SGU anser att fortsatta satsningar på forskning kring sorption och diffusion är välmotiverade.

SKIs bedömning

SKI anser att meningsfulla extrapolationer i tid och rum endast kan göras då det finns en grundläggande förståelse för sorptionsprocesserna. Att utveckla förståelsen för sorption är därför lika väsentligt som att ta fram högkvalitativa databaser. Det är viktigt att komma ihåg att sorptionsdata oftast tas fram under kort tid i små batchförsök medan de används för prediktioner av fältskalan under tidsperioder av 1000-tals år. SKI anser att arbetet med att undersöka ytkomplexeringsmodellens möjligheter att illustrera grundvattenkemins påverkan på sorptionen av olika radionuklider (t.ex. inverkan av olika pH- och redoxbetingelser samt effekter av konkurrerade joner i grundvattnet) behöver fortsätta. För att överbrygga osäkerheterna vid uppskalningen i rummet bör migrationsförsöken vid Äspölaboratoriet (TRUE försöken i detalj- och blockskala) kunna få en avgörande betydelse.

I vilken utsträckning matrisdiffusion påverkar retardationen av radionuklider har stor betydelse för bergets sorptionskapacitet, men påverkar även det tillgängliga porutrymmet och har därmed betydelse även för svagt sorberande radionuklider. SKI anser även här att överföringen av data inhämtad från försök i laboratorieskala till användningen i fullskala är ett osäkerhetsmoment som behöver uppmärksammas. De i FUD-program 98 omnämnda parametrarna flödesvätt yta, effektiv diffusivitet och inträngningsdjup, vilka har stor betydelse vid beräkning av radionuklidtransport, kan exempelvis inte entydigt

kvantifieras vare sig i fält eller under labförsök. SKI anser att om matrisdiffusion skall kunna modelleras realistiskt i en säkerhetsanalys krävs en koppling till resultat från både labförsök, fältförsök och platsspecifika data. Resultaten från SKBs planerade studier av matrisdiffusion i Äspölaboratoriet kan få stor betydelse i detta sammanhang. Studier av matrisdiffusion vid naturliga analogier och vid storskaliga laborieförsök skulle troligen också kunna bidra. I det senare fallet då mera renodlade försök är möjliga än i fältskala.

Beträffande diffusion i bentonit är svårigheten att få representativa data sannolikt mindre. Även här finns dock frågor kvar att arbeta med, t.ex. huruvida ytdiffusion i praktiken har någon betydelse, vilket debatterats i den vetenskapliga litteraturen (Conca m.fl., 1993). Dessutom behöver man visa hur diffusion och sorption kan påverkas av de långsiktiga kemiska förändringarna av bentonitbufferten.

7.8.4 Inverkan av kolloider, mikrober och betong

SKBs redovisning

Inverkan av kolloider är ytterligare ett område där SKB planerar fortsatta insatser. Man konstaterar att halterna av kolloider är mycket låga på de platser som undersökts, enligt SKB tillräckligt låga för att sakna betydelse. SKB anser dock att kunskaperna inte är fullt lika goda vad det gäller kolloider som kan bildas i samband med byggandet av förvaret.

SKBs resultat från forskning om mikrober antyder att de i huvudsak har en positiv inverkan på stabiliteten av ett slutförvar, vilket beror på att de kan bidra till att bibehålla en reducerande miljö på förvarsdjup genom att katalysera omsättningen av organiskt material och/eller utnyttja t.ex. löst väte eller metan som reduktant. En möjlig negativ inverkan är mikrobiellt katalyserad sulfatreduktion, vilket kan öka risken för betydande kopparkorrosion. SKB nämner även att mikrober kan producera komplexbildare (som kan påverka transporten av radionuklider).

Remissinstansernas synpunkter

SGU och UU anser att fortsatta studier av mikrobiologi måste anses välmotiverade. UU finner det svårt att utan invändning acceptera att bentoniten utgör en totalt bakteriefientlig miljö. Svenska naturskyddsföreningen anser bland annat med utgångspunkt från nya data från USA (Kersting m.fl., 1999) att SKB inte gör korrekta bedömningar av betydelsen av kolloidal transport av radionuklider och att betydande kunskapsluckor kan föreligga.

SKIs bedömning

SKI anser liksom SKB att mycket talar för att naturliga kolloider i djupa grundvatten sannolikt har liten effekt på radionuklidtransport. De mycket låga koncentrationerna som hittills uppmätts i den svenska berggrunden ger en liten potential för påverkan av transporten. Detta måste dock kontrolleras med ett program för provtagning av kolloider i samband med framtida platsundersökningar. I grundvatten nära markytan kan kolloider ha en stor inverkan på radionuklidtransport och kan därför behöva inkluderas i modeller för t.ex. biosfären. Beträffande kolloider som kan bildas vid introduktion av

främmande material och eventuellt förändrade kemiska betingelser i förvaren kan SKB närmare behöva beakta effekter av bl.a. cement och bentonit. SKI anser att SKB bör fortsätta att ta fram grundläggande kunskaper om förutsättningar och mekanismer för kolloidal transport, särskilt under mera extrema betingelser (som vid stora flöden, oxiderande betingelser m.m.).

SKI anser att SKB genom sin satsning på mikrobiologi bidragit till att den grundvetenskapliga förståelsen för mikroorganismer i djupa grundvatten förbättrats avsevärt, vilket också ger en god grund för att kunna förutsäga effekterna på ett slutförvars långsiktiga säkerhet. I en förlängning förväntas en tydligare integrering av mikrostudier med främst geokemi men även säkerhetsanalys och platskaraktisering. Frågan om mikrobiell sulfatreduktion i bufferten och dess effekt på kapselns integritet kan behöva utredas vidare för de fall buffertens egenskaper på något sätt försämras t.ex. om svälltrycket blir lägre än det avsedda.

SKI ser positivt på att SKB är med och finansierar studier av hur betong kan påverka grundvattenkemin. SKI är särskilt intresserad att följa upp risken för kolloidbildning, då cementporvatten med högt pH reagerar med det omgivande berget.

7.8.5 SKIs sammanfattande bedömning av radionuklidkemi, sorption och diffusion

SKI anser det vara väsentligt att SKB ger ett långsiktigt stöd på rimlig nivå till den mera grundläggande forskningen kring radionuklidkemi, sorption och matrisdiffusion. En utveckling av den grundläggande förståelsen för de processer som främst täcks in med empiriska data (som K_d -värden) ger förutsättningar att gradvis utveckla och förbättra underlaget till säkerhetsanalysen. Parallellt med detta behöver databaser avsedda för säkerhetsanalyser underhållas och uppdateras. Beträffande kolloidal transport och komplexbildning påminner SKI om att SKB behöver klargöra deras betydelse även för mer extrema förhållanden med hänsyn till närvaron av materialen i slutförvaret såsom cement, organiska ämnen samt bentonit. Vidare finns det återstående frågetecken kring hur mikrober kan påverka de kemiska betingelserna i närområdet samt radionuklidtransporten. För fortsatta studier rekommenderas en tydligare integrering mot geokemi, säkerhetsanalys och platsundersökningar.

7.9 Biosfären

SKBs redovisning

Beskrivningar och beräkningar av radioaktiva ämnens spridning i biosfären är nödvändiga för att kunna bedöma konsekvenserna av slutförvaring. SKB anger här att det övergripande målet för studierna är att kunna genomföra trovärdiga konsekvensberäkningar. Dessa studier skall enligt SKB leda fram till metoder att

- beskriva biosfären på ett realistiskt sätt med underbyggda motiveringar till gjorda förenklingar

- ge en måttstock för jämförelse av olika anläggningar, tekniska lösningar eller lokaliseringar
- visa att myndigheternas krav är uppfyllda.

SKBs resonemang om inriktningen av arbetet är i korthet att modellbeskrivningen av biosfären inte alltid kan förenklas så att beräkningarna leder till starkt överskattade konsekvenser. Detta kan i sin tur leda till felaktiga prioriteringar vid konstruktion av slutförvar. En ökad realism bör alltså eftersträvas. SKB anger som övergripande mål för biosfärsprogrammet att kunna reducera osäkerheterna och med aktuell vetenskaplig kunskapsbas kunna beskriva de ur radiologisk synpunkt viktigaste processerna i biosfären.

Vad beträffar de grundläggande ansatserna för biosfärsmodelleringen framhåller SKB vikten av att gå över från den tidigare fokuseringen på människans upptag av radionuklider till ett mera systemekologiskt synsätt. Därmed ges bättre möjligheter att beskriva upplagring av ämnen i naturen och effekter på miljön.

Som mål för det fortsatta arbetet framhåller SKB bl.a.

- utveckling av metodik för bedömning av effekter på biota (inkl. djur och växter)
- beskrivning av förlopp i gränsytan geosfär-biosfär
- analys av effekter av landhöjning och klimatförändringar
- analysera och utvärdera alternativa säkerhetsindikatorer.

Remissinstansernas synpunkter

SGU anser att möjligheten att beakta topografins betydelse i olika skalor kan vara värdefullt.

SU påpekar att de flesta fysikaliska modeller av komplexa ekosystem och speciellt modellerna för radionuklidtransport innehåller parametrar som är korrelerade till varandra. Enligt SU är det därför av stor betydelse att utöka de existerande globala känslighetsmetoderna till korrelerade parametrar för icke-linjära modeller.

KTH anser att kopplingen mellan geosfären och biosfären/atmosfären bör undersökas djupare än vad som föreslås i FUD-program 98, bl.a. är det viktigt att öka förståelsen av hur nederbörd, ytvatten och mark/vegetationsförhållanden påverkar grundvattenströmningen på olika djup.

SSI framför uppfattningen att SKBs biosfärsstudier ligger relativt långt efter studier inom andra områden av betydelse för säkerhetsanalysen. Vidare konstaterar SSI att SKB under senare år ökat omfattningen av biosfärsforskningen. Detta har enligt SSI lett till att SKB nu har tillfredsställande ambitioner för sina biosfärsstudier och att den systemekologiska ansats som görs är värdefull.

Vad beträffar biosfärens roll i säkerhetsanalyserna tar SSI bl.a. upp frågan om användning av s.k. alternativa säkerhetsindikatorer. SSI anser således att SKB bör komplettera sina dos- och riskanalyser med t.ex. beräkningar av utflöden och koncentrationsföränd-

ringar i biosfären. (Övriga kommentarer av SSI rörande biosfären refereras i kapitel 4 och 6).

SKIs bedömning

SKI delar SSIs uppfattning att det är positivt att SKB under senare år ökat omfattningen av biosfärforskningen, främst genom att ha infört ett systemekologiskt angreppssätt. SKI ser särskilt positivt på insikten om ett systemtänkande och att dynamisk modellering av processer i sediment och andra effekter vid övergången från biosfär till geosfär tas upp i programmet. Samtidigt anser SKI och SSI att det återstår mycket arbete för att SKB skall nå sitt övergripande mål att kunna genomföra trovärdiga konsekvensberäkningar i säkerhetsanalyserna. Med tanke på de långa tidsperspektiven anser myndigheterna vidare det väsentligt att fullfölja planerna på att studera andra s.k. säkerhetsindikatorer än dos och risk, t.ex. koncentrationsförändringar i biosfären.

Sammanfattningsvis anser SKI, liksom även SSI, att SKB nu har tillfredsställande ambitioner för sina biosfärsstudier, men att det kvantitativt dock återstår mycket arbete innan underlag kan föreligga till en ansökan om att få bygga slutförvar.

7.10 Annat avfall

7.10.1 Inledning

SKI kommenterar här avsnitten Djupförvaring av långlivat låg- och medelaktivt avfall samt Slutförvaring av låg- och medelaktivt driftavfall under 9.3 i FUD-program 98 samt kapitel 12 i underlagsrapporten.

Omhändertagandet av annat långlivat (SFL 3-5) avfall är en viktig del av KBS-3-konceptet. De olika typer av kärnavfall som måste tas omhand är, förutom använt kärnbränsle, driftavfall från kärnkraftverken, rivningsavfall, vissa hårdkomponenter och alfa-kontaminerat (långlivat) avfall. Även radioaktivt avfall från industri, forskningsverksamhet och sjukhus skall hanteras och slutförvaras i SKBs anläggningar. Systemet för hantering av detta övriga avfall inkluderar följande slutförvar:

- Slutförvar för radioaktivt driftavfall *SFR 1* (togs i drift 1988).
- Slutförvar för rivningsavfall och långlivat låg- och medelaktivt avfall *SFL 3*.
- Slutförvar för rivningsavfall från CLAB och inkapslingsanläggning, *SFL 4*.
- Slutförvar för hårdkomponenter, *SFL 5*.

7.10.2 SFR-avfall

SKBs redovisning

SKB redogör i FUD-program 98 kortfattat för pågående arbete inom projektet SAFE med att ta fram en uppdaterad säkerhetsanalys för SFR 1 till år 2000. Arbetet innefattar uppskattningar av avfallets sammansättning, genomgång av processer som kan påverka förvarets integritet, scenarianalyser, konsekvensberäkningar m.m. Framtagning av en förnyad säkerhetsanalys vart tionde år är ett krav fastställt i drifttillståndet för SFR 1.

SKIs bedömning

SKI vill återigen erinra om att studierna av nedbrytningsprodukter från cellulosa utgör ett villkor för den fortsatta driften av SFR 1. Detta krav är i sin tur en följd av SKIs uppföljande granskning av långtidssäkerheten för SFR 1, vilket påpekades vid granskningen av FUD-program 92 och 95. SKI efterlyser därför en tydligare redovisning av uppnådda resultat.

I samband med frågan om nedbrytningsprodukter så vill SKI påminna om möjligheten att andra organiska ämnen utöver isosackarinsyra kan verka som komplexbildare för radionuklider, t ex nedbrytningsprodukter av lignin och andra organiska material som deponeras i förvaren.

SKI anser att det är bra att projektet SAFE har kommit igång, men saknar en utförligare redovisning av själva upplägget av projektet för att ge läsaren en uppfattning om projektets ambitionsnivå och hur långt SKB har kommit.

7.10.3 Annat långlivat avfall, SFL 3-5

SKBs redovisning

SKB redogör för vilka avfallstyper som skall ingå i SFL 3-5 förvaren. Dessa beskrivs med utgångspunkt från ursprunget, totala mängder, dominerade material, dominerade nuklider m.m. Vissa redogörelser för hur man planerar att förpacka och konditionera avfallet finns också med.

SKB redovisar en ny layout av förvaret, där SFL 3 och SFL 5 i stort sett är identiska. Utrymmet mellan betongkonstruktion, avfallsbehållare och berget återfylls med bergkross. Det krossade berget är tänkt att fungera som en hydraulisk bur, då vattnet leds förbi betongkonstruktionerna genom bergkrossen med hög permeabilitet.

SKB har publicerat en reviderad inventering och karakterisering av avfallet för deponering i SFL 3-5 (Lindgren m.fl., 1998) i förhållande till den som gjordes inom ramen för den s.k. förstudien (Wiborgh, 1995).

SKB påpekar att kunskaperna om radionuklidinnehållet i enskilda avfall är begränsade, eftersom de måste grunda sig på s.k. korrelationsfaktorer mellan de radionuklider som kan respektive inte kan mätas. Som framgår av de preliminärt antagna värdena är SFL 5 den dominerande vad gäller aktivitetsinnehåll.

SKB planerar att göra en fullständig säkerhetsanalys av SFL 3-5 (projekt Annat avfall) och rapportera detta i mitten av 1999. I denna kommer bl.a. den ovannämnda sammanställningen av radionuklidinnehållet och en kemisk databas att ingå.

Remissinstansernas synpunkter

SSI önskar en dokumentation av de intervjuer som gjorts med äldre personal angående historisk avfall och inte bara referenser till ”personlig kommunikation”. Sådana referenser gavs i samband med inventeringen av avfall för slutförvaring i SFL 3-5 (Lindgren m.fl., 1998). SSI anser vidare att det avfall som i framtiden skall till SFL 5 och som till

stor del består av aktiverade interna delar från kärnkraftverken, redan i samband med produktionen noggrant bör karakteriseras och dokumenteras.

CTH anser att kapitel 12 om annat långlivat avfall inte har samma detaljnivå som övriga delar. Man saknar information om barriärernas tekniska tillförlitlighet och aktuella tidsperioder.

SKIs bedömning

Enligt SKIs uppfattning är SFL 3-5 förvaren en viktig del av KBS-3-systemet, som bör analyseras och predikteras med lika hög ambitionsnivå som för SFL 2 (förvaret för använt bränsle). Vissa delar av den metodik för säkerhetsanalys som utnyttjats för SFL 2 är troligen också direkt tillämpbar för SFL 3-5 medan andra delar kommer att skilja sig på avgörande punkter (t.ex. de delar som rör cementens barriärfunktion). Det kommer att krävas ett omfattande vetenskapligt underlag för att täcka in dessa delar, varför SKI vill påpeka betydelsen av en fortsatt kunskapsuppbyggnad inom området. SKI konstaterar att SKBs redovisning av arbetet med att ta fram underlaget för den fullständiga säkerhetsanalysen för SFL 3-5 är mycket kortfattad i FUD-program 98 och därför svår att bedöma.

SKI önskar att SKB tydligare motiverar de förändringar av layouten för SFL 3-5 som föreslås. SKI ser gärna att SKB redovisar en jämförelse av för- och nackdelar med den nya layouten med krossat berg och den tidigare med bentonit och sand/bentonit (SFL 3) eller sand (SFL 4-5). SKI konstaterar att möjligheten till diffusiv transport från cementkonstruktionerna ökar i och med det större tillgängliga porutrymmet och högre permeabiliteten i krossat berg jämfört med tidigare föreslagna material.

SKI anser att SKBs arbeten med att utvärdera de långsiktiga barriäregenskaperna hos cement är ofullständigt redovisade i FUD-program 98. De aktuella tidsskalorna är mycket längre än för SFR (beroende på de betydligt större mängderna långlivade nuklider), vilket medför att även mycket långsamma processer i cementen kan få betydelse för förvarets säkerhet. Exempelvis kan den specificerade cementkvaliteten (Degerhamn Standard Portlandcement) inte utan vidare anses vara sulfatresistent över de tidsskalor som är aktuella. I och med borttagandet av bentonitskiktet ökar cementens betydelse som kemisk och fysikalisk barriär i SFL 3. SKI anser inte att SKBs ”optimism” beträffande cementens långsiktiga egenskaper nödvändigtvis är ogrundad, men vill gärna se redovisningar av relevanta processer och omvandlingars påverkan för att kunna bedöma om säkerhetsanalysens förutsättningar kan anses vara uppfyllda.

SKI anser att det är viktigt att SKB avsätter tillräckliga resurser för att karakterisera osäkerheterna vad det gäller nuklidinventarium och avfallssammansättning. Effekterna av de ofrånkomliga kvarvarande osäkerheterna måste sedan belysas inom ramen för planerade säkerhetsanalyser.

7.10.4 SKIs sammanfattande bedömning av annat avfall

Sammanfattningsvis anser SKI att flera aspekter av betydelse för SFR-1 och SFL 3-5 förvarens långsiktiga säkerhet endast berörs mycket kortfattat i FUD 98. En mera full-

ständig redovisning kommer säkerligen att presenteras i och med säkerhetsanalyserna för SFR-1 och SFL 3-5, men SKI hade gärna sett att SKB bättre utnyttjat FUD-program 98 som en möjlighet till statusrapportering inför de kommande säkerhetsanalyserna.

SKI fäster stort avseende vid SFL 3-5 förvaren i den samlade bedömningen av KBS-3-konceptet, dels därför att avfallet inte kan inkapslas på samma sätt som för använt kärnbränsle, dels därför att det delvis är mycket heterogent och därmed svårt att karakterisera (med avseende på nuklidinnehåll, övrig sammansättning samt kemiska egenskaper).

SKI vill understryka betydelsen av en kontinuerlig kunskapsuppbyggnad rörande frågor kring cementens barriärfunktion samt en kunskapsöverföring mellan SFR och SFL 3-5, t.ex. vad gäller nedbrytningsprodukter från cellulosa och andra organiska ämnen med möjlig komplexbildning med radionuklider.

7.11 Alternativa metoder

I detta avsnitt kommenterar SKI kapitel 13 i underlagsrapporten till FUD-program 98.

Bland alternativa metoder tar SKB upp ”separation och transmutation” (S&T) samt ”deponering i djupa borrhål” (VDH) i sitt detaljerade FoU-program. Några närmare motiveringar varför just dessa metoder ingår i SKBs program finns inte angivna, men borde ha diskuterats i anslutning till strategi- och metodval. En del utvecklingsarbete på sådana alternativ, vilka kan räknas som varianter till KBS-3-metoden, redovisas under andra rubriker, främst Äspöprojektet. Hit hör bl.a. ”deponering i medellånga tunnlar” (VLH). I sak har SKI inga invändningar mot det urval av metoder som SKB redovisar i sitt program.

7.11.1 Separation och transmutation

SKBs redovisning

Med transmutation menas omvandling av ett atomslag till ett eller flera andra atomslag. Denna process sker i stor skala i vanliga kärnreaktorer där neutronbestrålning av uran leder till kärnklyvningar och även uppbyggnad av atomkärnor med högre atomnummer än uran, t.ex. neptunium-237, plutonium-239 och americium-241. Sedan 60-talet har det stått klart att ytterligare bestrålning av långlivade radionuklider, som finns i använt kärnbränsle och högaktivt avfall, skulle kunna vara ett sätt att minska farligheten hos avfallet. Bestrålningen kan ske i både termiska och snabba reaktorer. En sådan metod förutsätter upparbetning av det använda bränslet, d.v.s. att uran och plutonium avskiljs från klyvningsprodukterna, som går till det högaktiva avfallet. De långlivade nuklider som skall transmuteras måste separeras så fullständigt som möjligt från avfallet (till minst 99 %) och så att de kan överföras i en form lämplig för transmutation.

Både internationellt och i Sverige bedrevs forskning inom S&T under 70-talet, i Sverige med stark betoning på separationsmetoder. Under 80-talet minskade intresset, för att i

början på 90-talet få ny fart genom idén att använda accelerators för att producera de höga neutronflöden som är nödvändiga för en effektiv utbränning av långlivade radionuklider.

Sedan början av 90-talet har SKB stött forskning avseende S&T främst vid institutionen för kärnkemi vid CTH och institutionen för neutron- och reaktor fysik vid KTH. Vid CTH bedrivs forskning på vattenbaserade separationsprocesser med nya extraktionsreagens som innehåller endast kol, väte, syre och kväve, för att möjliggöra fullständig förbränning av avfall (CHON-principen). Användning av sådana reagens kan vara ett sätt att minska avfallsmängderna vid upparbetning och separation. Vid KTH studeras bl.a. simulering av transmutation i acceleratordrivna system. Dessutom bedrivs vid The Svedberg-laboratoriet i Uppsala mätning av reaktionstvårsnitt för högenergetiska neutroner.

Det mesta av denna forskning bedrivs i internationellt samarbete, bl.a. som EU-projekt. KTH-gruppen deltar också i certifiering av ett projekt som bedrivs i Ryssland på utveckling av ett strålmål för accelerators, som består av en blandning av flytande bly och vismut. Gruppen på KTH koordinerar dessutom ett EU-projekt om studier av acceleratordrivna system.

I regeringsbeslutet över FUD-program 95 begärde regeringen att SKB redovisar ”det pågående internationella arbetet med transmutation”. Detta bör tolkas som ett sätt att möta det intresse som transmutation rönt bland allmänhet och vetenskapsamhället som en möjlig metod att minska farligheten hos använt kärnbränsle eller högaktivt avfall från upparbetning. (Det är inte tal om att använda metoden för annat kärnavfall.)

I sina skäl till att bedriva forskning på detta område, där det kommer att ta decennier innan det kan visas om metoden är praktiskt och ekonomisk genomförbar, anför SKB att utvärdering av alternativa metoder kommer att aktualiseras också långt fram i tiden t.ex. efter fullföljandet av en första etapp med deponering av använt bränsle.

SKB anger i FUD-program 98 att målet för insatserna beträffande separation och transmutation är att (kunna) granska teknikutvecklingen och bedöma om, hur och när ett sådant system skulle kunna utvecklas.

SKB framhåller att utveckling av anläggningar av detta slag är mycket kostsam och att internationellt samarbete är nödvändigt. Med hänsyn till detta och till gällande svenska energipolitiska beslut anser inte SKB det rimligt att ta egna initiativ till större utvecklingsprojekt.

SKB avser att fortsätta sin forskning på detta område i ungefär nuvarande omfattning. Enligt SKB bör inriktningen vara mot frågor om säkerhet, material, processutformning och avfallsströmmarnas sammansättning.

Remissinstansernas synpunkter

Folkkampanjen mot kärnkraft - Oskarshamn anser att SKB inte enbart ska driva fram forskning om djupförvar enligt KBS-3-metoden. Folkkampanjen anser vidare att lag-

ringstiden i CLAB om 100 år eller mer borde ge tid till satsning på bredare forskning och även samarbete med andra kärnkraftsnationer om avfallsproblemet.

UU anser det förvånande att SKB inte ägnar större uppmärksamhet åt alternativa metoder, och speciellt då S&T. Det stöd som SKB ger åt den svenska forskningen på detta område, vid CTH och KTH, anser UU vara värdefullt speciellt som det upprätthåller och utvecklar den nationella kompetensen på områden som är vitala för kärnkraftsverksamhet överhuvudtaget. UU bedömer emellertid dessa åtgärder som otillräckliga och framhåller det olyckliga i om svensk FoU hamnade på efterkälken inom detta område, som kan visa sig bli centralt för framtida energiförsörjning och samtidigt erbjuda ett attraktivt alternativ för hantering av kärnavfallet. I sin sammanfattning framför UU också att om SKBs engagemang i denna forskning hindras av utformningen av den svenska energipolitiken så känns detta svårt att acceptera.

LU anser det glädjande att konstatera det nya intresset för alternativa tekniker som t.ex. transmutation. Enligt LU innebär den föreslagna djupförvaringen också att då tekniska förutsättningar finnes för en sådan bearbetning/omvandling, vilket sannolikt ligger flera decennier fram i tiden, avfallet relativt enkelt kan tas upp för processning. LU framhåller det angelägna i att ytterligare satsning görs inom området med tanke på komplexiteten hos dessa processer.

Forskningsrådsnämnden (FRN) framför att man redan i remissvaret på FUD-program 95 uttryckte att det är viktigt att följa kunskapsutvecklingen vad gäller alternativa metoder och att det finns inhemsk kompetens tillgänglig. FRN framför vidare att man redan då nämnde transmutationstekniken, vilken fortfarande är ett intressant exempel att följa, och att man ser positivt på SKBs forskning i dessa delar.

KTH anser att SKBs fortsatta stöd av transmutationsforskning gör det möjligt för Sverige att delta i denna internationellt allt mer uppmärksammade forskning. Unga forskare engageras, vilket bidrar till att tillgodose framtida behov av kärnteknisk expertis, enligt KTH, som även framhåller att transmutation på sikt kan möjliggöra säkrare kärnkraft med mindre avfallsproblem.

SKIs bedömning

Som framgår av kapitel 3 anser SKI att S&T bör avföras som en realistisk metod för behandling av använt kärnbränsle inom överskådlig tid. Trots detta är det lämpligt att följa upp och delta i det arbete som sker internationellt på området. Detta ökar möjligheterna att i också i framtiden kunna komma till välgrundade slutsatser om metodens användbarhet för svenska förhållanden.

De områden som SKB hittills valt för sin satsning på S&T rör i första hand teknisk grundforskning av central betydelse för utveckling av de nya systemen och det arbetet har enligt SKIs mening varit framgångsrikt. För framtiden anser SKI det logiskt att bygga vidare på befintlig inhemsk kompetens. Det skulle dock vara värdefullt om SKBs insatser mer än tidigare fick en inriktning mot systemfrågor och studier av avfallsmängder från transmutation, något som f.ö. SKB också anför i sitt program. Båda dessa frågor är givetvis grundläggande för en bedömning av metodens (eller metodernas)

möjligheter. SKI är vidare enigt med SKB om att satsningen på S&T bör hållas på ungefär samma nivå som tidigare.

Den systemredovisning som kan komma att krävas inför val av plats för platsundersökningar (kapitel 3) innebär en systemanalys som involverar något eller några S&T-koncept. Om behov föreligger av särskilda FoU-insatser för sådana ändamål måste detta få en hög prioritet i SKBs planering.

7.11.2 Deponering i djupa borrhål

I sin redogörelse över Alternativa metoder (Ekendahl och Papp, 1998) nämner SKB ett antal deponeringsmetoder som varit föremål för tidigare studier, t.ex. ”deponering i mycket långa hål” (VLH), ”deponering i medellånga hål” (MLH), ”WP-Cave” samt ”deponering i mycket djupa hål” (VDH). Av dessa alternativ kvarstår MLH och VDH i SKBs program, och fortsatt FoU på VDH redovisas i underlagsrapporten.

SKBs redovisning

Deponering i mycket djupa hål innebär i korthet att inkapslat bränsle deponeras i hål med ca 1 m diameter (800 mm enligt SKB) som borrhats till ett djup av 4-5 km. Deponeringen sker genom att kapslarna placeras ovanför varandra upp till en djupnivå av ca 2 km. Kapslarna omges av bentonitlera och hålet från 2 km djup och uppåt pluggas med bentonit, asfalt och betong. Beroende på mängden bränsle per kapsel skulle det behövas 20 till 40 sådana borrhål. VDH utreddes av SKB första gången under slutet av 80-talet och ingick i den jämförande studie av deponeringsmetoder, PASS, som presenterades i anslutning till FUD-program 92. Konceptet övergavs då med hänvisning till svårigheter med deponeringstekniken, svårigheter med att visa säkerheten samt de högre kostnaderna jämfört med huvudalternativet.

SKB har nyligen låtit publicera en utredning av det geovetenskapliga kunskapsläget när det gäller deponering i djupa borrhål (Juhlin m.fl., 1998). Kunskapsläget har sammanfattats i en ”geovetenskaplig modell” som bl.a. innebär att:

- sprickfrekvensen är betydligt lägre på djup större än 1 km
- vattenförande sprickzoner ändå kan förekomma på mycket stora djup
- salthalten generellt är hög på större djup än ca 1 km
- grundvattenrörelserna i områden med flack topografi är i huvudsak begränsade till den övre kilometern.

För den kommande perioden 1999-2004 avser SKB att genomföra en systemanalys och en säkerhets- och funktionsanalys för VDH-metoden. Systemanalysen kommer att bygga på en uppföljning av den tidigare PASS-studien.

Remissinstansernas synpunkter

UU för fram synpunkten att djupa borrhål skulle bli särskilt attraktivt om mängderna av högaktivt avfall kunde minskas avsevärt (underförstått genom S&T). Av denna anledning borde enligt SKB bevaka ”International Continental Drilling Programme” och eventuellt delta aktivt i detta program.

SKIs bedömning

En anledning som SKB anger till att VDH aktualiserats är utvecklingen på borrhåsteknikens område. SKI vill också framhålla som ett skäl att ta upp VDH det mera allmänna intresse som visats för detta koncept, vilket också framgår av remissinstansernas kommentarer. Det är möjligheten till bättre isolering från biosfären och försvårandet av mänskligt intrång som framförallt anges som motivering till detta intresse. SKI kan hålla med om dessa synpunkter, men anser att de fördelar som metoden kan erbjuda fortfarande måste ställas mot nackdelarna, främst svårigheterna med säkerhetsanalysen och att göra återtagning trovärdig (se vidare kapitel 3 för diskussion av metodval).

SKB aviserar en systemanalys för VDH-konceptet, vilket SKI anser vara inte bara en god idé utan också nödvändigt om VDH kommer att jämföras med andra deponeringsmetoder såsom diskuterats i kapitel 3. SKB anger att när väl systemanalysen föreligger skall en relativt omfattande funktions- och säkerhetsanalys utföras. Enligt SKIs uppfattning är även detta ett bra initiativ, men ställer sig frågan om inte säkerhetsanalysen måste göras innan systemanalysen. (Detta är fallet om SKB med systemanalys här menar samma sak som i övriga delar av FUD-program 98).

SKI vill slutligen påminna om att tidplanen för arbetena på VDH-konceptet kan behöva påskyndas med tanke på de redovisningskrav som SKI föreslår i samband lokaliseringsprocessen (se kapitel 2).

7.11.3 SKIs sammanfattande bedömning av S&T och djupa borrhål

SKI noterar att bara två alternativa metoder, separation och transmutation samt deponering i mycket djupa borrhål (VDH) tas upp i SKBs detaljerade program. Någon motivering för detta urval ger inte SKB. I sak har SKI dock inga invändningar mot detta val av alternativ för närmare och fortsatta studier.

Enligt SKIs uppfattning har SKBs arbeten avseende separation och transmutation hittills varit framgångsrika. SKI instämmer med SKBs uppfattning att insatserna inom detta område bör hållas på ungefär samma nivå som tidigare, men vill samtidigt framhålla vikten av att arbetet också inkluderar systemstudier och utredningar av avfallets mängd och sammansättning.

När det gäller VDH-konceptet är SKBs planer mer allmänt hållna, men enligt SKI har de en lämplig inriktning mot säkerhets- och systemanalys. SKI vill dock påminna om att i detta sammanhang bör säkerhetsanalysen ses som en del av systemanalysen.

För båda metoderna, separation och transmutation och VDH, kan SKB behöva se över sina planer med hänsyn till de krav på redovisning som SKI föreslår inför val av platser för platsundersökningar.

7.12 Äspölaboratoriet

7.12.1 Inledning

I detta avsnitt kommenterar SKI avsnitten 7.4 - 7.6 och 9.3 i SKBs FUD-program 98 och kapitel 14 i underlagsrapporten

SKBs redovisning

Ett av de grundläggande motiven bakom SKBs beslut att anlägga Äspölaboratoriet var att skapa en möjlighet till forskning, utveckling och demonstration i en realistisk och ostörd bergmiljö på framtida försvarsdjup. Laboratoriets roll i SKBs program är även att fungera som en generalrepetition inför driftsättande av ett slutförvar. SKB har utifrån detta preciserat fyra etappmål som kommenteras i detalj i avsnitten 7.12.2-5.

Anläggningsarbeten påbörjades hösten 1990 och var klara 1995. Mellan 1995 och 1998 har flera omfattande försök utförts i laboratoriet varav ZEDEX, REX och TRUE utgör några av de viktigaste.

SKIs bedömning

SKI anser nu liksom vid granskningen av föregående FUD-program att de kunskapsbehov som finns inom SKBs tidigare sprojkt (nu Lokalisering) rent allmänt motiverar verksamheten vid Äspö. SKI har även nu synpunkter på målens omfattning, genomförbarhet och tidplan. SKI vill också framföra att projektet Lokalisering (platsundersökningar) inte enbart kan stödja sig på men inte heller är helt beroende av, den kunskap som tas fram inom projektet Djupförvarsteknik/Äspölaboratoriet. Vissa undersökningsmetoder kan vara mer eller mindre tillämpliga beroende på platsspecifika geologiska förutsättningar.

SKI kan konstatera att flera av givna rekommendationer i granskningen av FUD-program 95 fortfarande gäller, eftersom SKB ännu inte till fullo utfört de åtgärder/utvärderingar som där påtalades (metodutveckling, klargöra säkerhetsrelaterade faktorer etc.).

SKI kan också konstatera att av de remissinstanser som inkommit med synpunkter på SKBs FUD-program 98 har endast KTH yttrat sig om Äspölaboratoriet. KTH är positiv till pågående arbeten på Äspö, speciellt till undersökningar som avser kopplingen hydrologi och geokemi samt spårämnestester avseende radionuklidtransport.

7.12.2 Verifiering av förundersökningsmetoder - etappmål 1

SKBs redovisning

SKBs mål har här varit att visa att undersökningar på markytan och i borrhål ger tillräckliga data om väsentliga säkerhetsrelaterade egenskaper hos berget på försvarsnivå. Verifiering av förundersökningsmetoder och modellutveckling har successivt skett under anläggningsskedet.

SKB anser att mer än 10 års arbete på Äspö visar att verktyg finns för insamling av data från markytan och i borrhål samt för modellering av en plats så att dess lämplighet för lokalisering av ett slutförvar kan bedömas och att detta uppfyller säkerhetskraven.

SKIs bedömning av etappmål 1

Genomförandet av Äspöprojektet har lett till en omfattande utveckling av mätmetoder och vetenskaplig kompetens. SKI anser dock att en hel del arbete kvarstår i form av validering av enskilda metoder för tillämpning inom projekt Lokalisering. Det är inte tillräckligt att använda ett rankingsystem med avseende på användbarhet i olika geografiska skalor samt beskriva för och nackdelar med olika metoder (Almén m.fl., 1994). I stället borde SKB haft målsättningen att värdera metodernas användningsområden (kvantifiering av parametrar som behövs vid framtida säkerhetsanalyser) utgående från ett instruments prestanda och eventuella begränsningar. SKI anser att det fortfarande saknas tillförlitliga metoder för detektering av flacka sprickzoner även om seismisk reflexionsmetodik kan vara en användbar metod för grunda djup (<500 m).

SKBs redovisning av Äspöprojektet under 1997 är inte helt tydlig vad gäller mätmetoders begränsningar d.v.s. vad som går att mäta, med vilken precision man kan mäta, samt vilka felkällor som kan förekomma i instrument och vid utförande av mätning. Det är viktigt att reda ut orsaken till avvikelser mellan prediktion och utfall (förekomst och 3D-utbredning av sprickzoner).

SKI håller inte med SKB om att enbart markundersökningar, utförda under ett platsundersökningsskede, gör det möjligt att tillförlitligt bestämma bergets säkerhetsegenskaper på slutförvarsnivån (se ytterligare kommentar i kapitel 4). Fortfarande saknas en samlad utvärdering av undersökningsmetoder (och instrument) i förhållande till krav på information till säkerhetsanalys och byggkonstruktion. SKI vill fortfarande uppmärksamma SKB på att många av de metoder som provats på Äspö nödvändigtvis inte är tillämpliga på andra platser med andra geologiska förutsättningar.

7.12.3 Fastställa detaljundersökningsmetodik - etappmål 2

SKBs redovisning

I samband med bergbygge uppstår en störd zon runt tillredda tunnlar och andra hålrum vars utbredning behöver klarläggas. Zonens egenskaper och utsträckning måste beaktas dels vid tolkning av mätdata från en tunneldrivning, dels vid utformning av förvaret och analysen av dess långsiktiga säkerhetsfunktion. Den störda zonen innebär en förändring av bergets mekaniska och hydrauliska egenskaper vilka kan påverka stabiliteten hos orter och bergrum och därmed påverka layouten hos ett förvar. Orsakerna till störningarna kan tolkas som en kombination av sprängskador och omfördelning av bergspänningar.

Störda zonen experiment (ZEDEX)

SKBs slutsats från försöket i Äspölaboratoriet (Emsley m.fl., 1997) visar att en systematisk ökning av permeabiliteten runt en tunnel är begränsad till den skadade zonen. Detta innebär enligt SKB att eventuell transport av radionuklider i berget längs en tunnel kan begränsas genom tillämpning av lämpliga brytmetoder och stoppas genom

lämpligt konstruerade pluggar. SKB framhåller att man lyckats bestämma systemets mekaniska aspekter och även erhållit användbara hydrogeologiska data. I vidare arbeten beträffande störda zonen vill man dock ytterligare besvara frågor om:

- konnektivitet i genererade sprickor, och om hydrogeologiska flödesvägar kan skapas
- effekten av pluggar och systemets förslutningar ("seals").

SKI har anlitat en konsult, Berggeologiska Undersökningar AB (Palmqvist, 1997) för att utvärdera dittills redovisade försöksresultat (Olsson m.fl., 1996). Konsulten har identifierat ett antal brister och oklarheter i projektets uppställda mål och rekommenderade därför fortsatta insatser avseende:

- kontrollerad hydraulisk karakterisering av den störda zonen
- systematisk redovisning av de förändringar i olika egenskaper hos bergmassan inom den störda zonen som uppmätts, och en redogörelse för olika mätmetoders potential att detektera sådana förändringar.

SKIs bedömning av etappmål 2

Redovisade slutsatser av ZEDEX-försöket, framför allt för D&B ("Drill and Blast")-tunneln, baseras på mycket begränsade data eftersom fyra av nio D&B tester inte förflöpte som planerat. Vidare var målsättningen att framför allt öka förståelsen för den störda zonens mekaniska egenskaper, medan förståelsen för zonens hydrauliska egenskaper inte gavs samma prioritet. SKI anser att SKB bör ge samma prioritet åt att öka förståelsen för zonens hydrologiska egenskaper, eftersom eventuell radionuklidtransport förväntas ske med grundvattnet i den störda zonen.

SKI anser det ändå värdefullt att SKB, genom ZEDEX-försöket strävat efter att öka kunskapen om skadezonens utbredning, eftersom resultatet från utvärderingen även kan ge SKB vägledning vid val av brytningsmetoder i olika delar av det planerade slutförvaret.

Det är enligt SKI viktigt att SKB kartlägger eventuella flödesvägar och hydrauliska samband för radionuklidtransport i påverkat/stört berg i anslutning till såväl deponeringshål som deponeringstunnlar. SKB bör också ytterligare utreda om det är möjligt att skära av transportvägar genom strategiskt placerade pluggar. SKI stöder därför helt SKBs rekommendation beträffande fortsatt forskning inom området.

SKI vill upprepa vad som framfördes vid granskningen av FUD-program 92 och 95 att en fullständig karakterisering av en bergmassa inte kan genomföras varken vid en plats- eller en detaljundersökning. Man kan inte hävda att de mätningar som görs nere från tunneln utgör ett facit. Även detaljundersökningarnas resultat måste tolkas och är behäftad med osäkerheter. SKI saknar en redovisning av metodbegränsningar avseende detaljundersökningar (precision vid mätning, felkällor i instrument etc.).

7.12.4 Test av modeller för beskrivning av bergets barriärfunktion - etappmål 3

SKBs redovisning

Inom ramen för etappmålet genomför SKB projekt med syfte att utvärdera användbarhet och tillförlitlighet hos olika modeller för bestämning av bergets barriärfunktion samt att utveckla och pröva metoder för bestämning av parametrar som ingår i modellerna. SKB anser att allmänt sett har hittills en god överensstämmelse erhållits mellan modellerna och verkligheten (utförda respektive pågående experiment i Äspölaboratoriet). Nedan uppräknas några aktiviteter som pågår eller planeras i laboratoriet:

- klassificering och karakterisering av sprickor
- redoxförsök i detaljskala - REX
- avgasning av grundvatten och tvåfasflöde
- flöde och transport av lösta ämnen - TRUE
- radionuklidretention.

SKIs bedömning av etappmål 3

SKI bedömer det som värdefullt om SKB, vid framtida plats- och detaljundersökning, utgående från framtaget koncept för sprickklassificering, kan uttala sig om sprickors förväntade egenskaper och karaktär på förvarsdjup (strukturell modell), speciellt med avseende på hydrologi och radionuklidtransport. Detta är väsentligt inte minst vid prediktiv modellering och vid val av deponeringshål i slutförvaret.

SKI finner det angeläget att SKB fortsätter såväl laboratorie- som in-situ-experiment beträffande reaktionsmekanismer och kinetik för kvarblivet syre efter förslutning av förvaret. SKI ser gärna att SKB besvarar frågan om det ur säkerhetsmässig synpunkt är betydelsefullt om det tar 10, 100 eller 1000 år innan allt syre förbrukats efter försegling av förvaret (ytterligare kommentarer i avsnitt 7.7).

SKI anser att kunskap om förändringar i hydrauliska egenskaper, i samband med trycksänkning runt tunnlar och avgasning av grundvatten (tvåfasflöde), är viktig för att förstå funktionen hos buffert- och återfyllnadsmaterial i samband med återfyllnad och förslutning av slutförvarets tunnelsystem.

SKI bedömer fortfarande att det arbete som utförs i Task Force med att använda olika modellansatser för prediktion av bergets barriärfunktion är av hög internationell klass. SKI stöder därför helt SKBs pågående (TRUE-1) och planerade (TRUE-2, TRUE Block Scale) försök inom detta område.

SKI anser det också angeläget och värdefullt att SKB i Äspölaboratoriet undersöker och utvecklar förståelsen för olika radionuklidens egenskaper i fältskalan, eftersom sådan kunskap är nödvändig för modellvalidering och jämförelser med prediktioner av radionuklidtransport, och retention i berget. SKI anser att det fortfarande saknas en samlad redovisning av forskning kring retentionsmekanismer med koppling till de metoder som skall användas vid plats- och detaljundersökningar.

SKI ser positivt på SKBs pågående FoU-verksamhet med mikrober (och kolloider) i den relativt ostörda miljö som Äspölaboratoriet utgör. Som SKB påpekar kan transporten av

radionuklider förutom av redoxförhållanden också påverkas i viss utsträckning av låga halter av kolloider och mikrober.

7.12.5 Demonstration av teknik för och funktion hos viktiga delar i förvarssystemet - etappmål 4

SKBs redovisning

SKB anser att uppförandet av Äspölaboratoriet har givit värdefulla erfarenheter vad avser vidareutveckling och prov av teknik för byggande av ett förvar och undersökning av berget i samband med byggandet. Genom att tunneldrivning utförts både med konventionell sprängning och borrar och med en tunnelborrningsmaskin (TBM) har ett underlag erhållits för val av brytningsmetodik i det framtida slutförvaret.

Enligt SKB ger Äspölaboratoriet en möjlighet att i fullskala pröva, undersöka och demonstrera olika komponenter i slutförvarssystemet som har betydelse för långtids-säkerheten. SKB kommer att bygga en prototyp av slutförvaret för att simulera deponeringssekvensen inkluderande provning av olika återfyllnadsmaterial och teknik för återfyllnad av tunnlar.

SKB har inom Äspöprojektets verksamhet delat in aktiviteterna i ett antal försök med nedan angivna rubriker:

- prototypförvar
- provning av olika återfyllnadsmaterial
- demonstration av deponeringsteknik och återtag av kapslar
- prov av alternativ deponeringsteknik
- långtidsprov av buffertmaterialets funktion
- injekteringsteknik.

SKIs bedömning av etappmål 4

SKI stöder SKBs planer på en fortsatt användning av Äspölaboratoriet för att utveckla teknik och demonstrera funktion och samverkan hos slutförvarssystemets olika komponenter. Trots den relativt långa projekttiden (upp till 20 år) kan prototypförvaret inte användas för att demonstrera den långsiktiga säkerheten hos ett slutförvar, vilket också SKB konstaterar. SKI anser det motiverat att SKB utför föreslagna tester i fullskala, eftersom detta kan komma att ge en bekräftelse på om deponeringstekniken fungerar ingenjörsmässigt innan den tillämpas i det verkliga förvaret. För prototypförvaret är SKI särskilt intresserad av att följa upp monitoreringen av den hydrauliska återmättnaden.

SKI anser att det fortfarande finns vissa frågetecken för användandet av krossat berg i ett framtida förvar. En fråga som ännu ej utretts är om en eventuell biofilm (mikrober) bildad vid det krossade bergets ytförvaring påverkar miljön i förvaret när de behandlade bergmassorna återförs till förvarsdjup (Brown och Sherriff, 1998).

I återfyllnadstestet anser SKI att det vore värdefullt om SKB undersökte den axiella vattentransporten i tunnelriktningen i skadezonen och jämförde denna med vatten-

transporten i återfyllnaden för att se om skadezonen kan anses vara en betydelsefull kanal för radionuklidtransport från eventuellt läckande kapslar.

I försöket demonstration av deponeringsteknik och återtag finner SKI det motiverat att SKB för allmänhet och specialister i Äspölaboratoriet visar de olika stegen för deponering och återtag av kapslar. SKI anser det vara betydelsefullt att åtgärder i utförandefasen för deponering av kapslar inklusive den planerade möjligheten till återtag inte inkräktar på förvarets långsiktiga säkerhet. Vid en ansökan om att få påbörja deponering skall SKB visa att metoder för återtag finns tillgängliga.

Vid SKIs granskning av SKBs FUD-program 95 framfördes synpunkten att SKB borde överväga alternativet horisontell deponering av en fullstor kapsel i Äspölaboratoriet. SKI anser fortfarande att detta vore önskvärt men finner det rimligt att SKB avvaktar FEBEX-experimentet i Grimsel, innan man tar beslut om att pröva alternativet på Äspö.

SKI anser det angeläget att SKB genom Äspöförsöken utvidgar kunskapen om bentonitbuffertens funktion i slutförvarsmiljö (se även kommentarer i avsnitten 5.7 och 7.4). SKI noterar att det i samband med överborring, efter genomförandet av det första projektskedet, uppstod problem med kärnförlust då buffertkärnorna skulle tas upp. Det finns därför anledning för SKB att i planerade tester uppmärksamma att tillräcklig tid ges för att uppnå full vattenmättnad av bentoniten och att tekniken för överborring efter avslutade tester ses över.

Beträffande test av injekteringsmetodik ansåg SKI redan vid granskningen av FUD-program 95 att man generellt kan säga att tester med olika injekteringsmedel hittills varit alltför begränsade i Äspölaboratoriet. SKI påpekade vikten av att SKB fördjupar kunskapen om injekteringsbrukets beständighet och långtidsegenskaper. En eventuell påverkan på slutförvarets kemi som negativt kan inverka på den långsiktiga säkerheten behöver utredas.

SKI stöder därför den satsning som SKB nu genomför i och med bildandet av en projektorganisation där högskolors experter och annan svensk injekteringsexpertis engagerats. Projektgruppens hittills utförda arbeten (etapp 1) och planerade aktiviteter presenterades vid ett nordiskt symposium i berginjektering i Finland i november 1998. Här framkom att SKIs tidigare påpekanden om forskningsbehov troligen kommer att tillgodoses.

7.12.6 SKIs sammanfattande bedömning av verksamheten i Äspölaboratoriet

SKI anser att de behov som finns hos SKB att ta fram ett plats- och detaljundersökningsprogram motiverar en verksamhet vid Äspölaboratoriet i planerad omfattning. SKIs uppfattning är att det omfattande experiment- och demonstrationsprogrammet som nu planeras i laboratoriet för perioden 1999 - 2004 (med en uppskattad driftsperiod på ca. 15 - 20 år) kan förväntas ge goda möjligheter för att öka förståelsen för viktiga parametrar och processer i kristallint berg och att vidareutveckla metodik för plats- och detaljundersökningar.

Beträffande etappmål 1 kan SKI konstatera att en omfattande metodutveckling och en betydelsefull vetenskaplig kompetensuppbyggnad har skett inom Äspöprojektet. En hel del arbete kvarstår dock i form av validering av enskilda metoder och dess implementering i fortsatt verksamhet. Arbetet kvarstår med att kombinera olika metoder till ett sammanhållet platsundersökningsprogram som ger erforderlig information för utvärdering av potentialen hos en plats för långsiktigt säker slutförvaring. SKI vill framhålla att detta kräver en samlad utvärdering av tillämpliga metoder och mätstrategier med utgångspunkt från de samlade kraven på mätdata från säkerhetsanalysen och behoven från SKBs projekt Lokalisering.

SKI vill också framhålla att utvecklingsbehov fortfarande kvarstår för enskilda metoder för detektering av flacka sprickzoner och program för grundvattenkemisk provtagning.

För bedömning av etappmål 2 är det enligt SKI viktigt att kartlägga eventuella flödesvägar och hydrauliska samband för radionuklidtransport i påverkat/stört berg i såväl deponeringshål som deponeringstunnlar och också ytterligare utreda om det är möjligt att skära av transportvägar genom strategiskt placerade pluggar. SKI stöder därför SKBs rekommendation beträffande fortsatt forskning inom området.

SKI vill påpeka att använda metoder från såväl ytbaserade undersökningar som tunnelundersökningar på Äspö behöver utvecklas vidare utgående från vunna erfarenheter för att senare kunna användas i planerade plats- och detaljundersökningar. SKI anser att SKB tydligare behöver klargöra vilka säkerhetsrelaterade faktorer som kan bestämmas i samband med en ytbaserad platsundersökning respektive en detaljundersökning från tunnlar och schakt.

För etappmål 3 bör SKB klarlägga inverkan av olika processer för förbrukning av kvarblivet syre efter förslutning av förvaret. SKI ser gärna att SKB också besvarar frågan om det ur säkerhetsmässig synpunkt är betydelsefullt om det tar 10, 100 eller 1000 år innan allt syre förbrukats efter försegling av förvaret.

SKI anser att kunskap om förändringar i hydrauliska egenskaper, i samband med trycksänkning runt tunnlar och avgasning av grundvatten (tvåfasflöde), är viktig för att förstå funktionen hos buffert- och återfyllnadsmaterial i samband med återfyllnad och förslutning av slutförvarets tunnelsystem.

SKI bedömer att det arbete som utförs i Task Force med att använda olika modellansatser för prediktion av bergets barriärfunktion är av hög internationell klass. SKI stöder därför helt SKBs pågående (TRUE-1) och planerade (TRUE-2, TRUE Block Scale) försök inom detta område.

SKI anser att det fortfarande saknas en samlad redovisning av forskning kring olika radionuklidens retentionsmekanismer med koppling till de metoder som skall användas vid plats- och detaljundersökningar.

Inom ramen för SKBs etappmål 4 stöder SKI helt SKBs planer på att använda Äspölaboratoriet för att utveckla teknik och demonstrera funktion och samverkan hos slutför-

varssystemets olika komponenter. SKI anser det motiverat att SKB utför föreslagna tester i fullskala, eftersom detta kan komma att ge en bekräftelse på om deponeringstekniken fungerar ingenjörsmässigt innan den tillämpas i det verkliga förvaret. För prototypförvaret är SKI särskilt intresserad av att följa upp monitoreringen av den hydrauliska återmättnaden.

I försöket demonstration av deponeringsteknik och återtag finner SKI det motiverat att SKB för allmänhet och specialister visar de olika stegen för deponering och återtag av kapslar. SKI anser det viktigt att åtgärder i utförandefasen för deponering av kapslar med en möjlighet till återtag inte inkräktar på förvarets långsiktiga säkerhet. Vid ansökan att få påbörja deponering skall SKB visa att metoder för återtag finns tillgängliga.

SKI framförde redan vid granskningen av FUD-program 95 vikten av att SKB fördjupar kunskapen om injekteringsbruks beständighet och långtidsegenskaper i slutförvaret. Brukets eventuella påverkan på slutförvarets kemi behöver utredas vidare. SKI stöder därför helt den satsning som SKB nu gör inom området injektering genom bildandet av en projektorganisation där högskolors experter och annan svensk injekteringsexpertis engagerats.

SKIs åsikt är att SKBs planerade aktiviteter i Äspölaboratoriet bör tydliggöras avseende tidpunkten när vissa strategiska frågor behöver besvaras för att kunna gå vidare med nästa fas i utvecklingsarbetet. Detta kräver inte nödvändigtvis att all forskning i Äspölaboratoriet behöver vara slutförd, innan detaljundersökning på slutförvarsplatsen påbörjas. SKI vill peka på vikten av att prioritera den framtida försöksverksamheten efter de behov som framkommer ur en integrerad säkerhetsanalys.

7.13 Naturliga analogier

7.13.1 Inledning

SKB har sedan många år varit engagerad i internationella projekt rörande naturliga analogier. I FUD-program 98 beskrivs tre pågående projekt (Maqarin, Oklo och Palmottu) respektive två avslutade studier (Poços de Caldas och Cigar Lake) där man genomfört vissa kompletterande tolkningar av redan befintligt material. I samtliga projekt utom det för Maqarin studeras uranfyndigheter av olika slag med syftet att förstå hur de har bildats och hur de därefter har förändrats och omvandlats.

SKB anser att målet med studierna är att pröva antaganden och modeller som används för att bedöma den långsiktiga säkerheten för ett slutförvar. SKI har tidigare föreslagit den mera generella inriktningen att naturliga analogier bör orienteras efter problemställningar som är relevanta för säkerhetsanalysen. Erfarenheterna visar att det är svårt att modellera de naturliga analogierna då det ofta är omöjligt att eliminera osäkerheterna beträffande ursprungstillstånd och randvillkor. Dessutom överensstämmer inte alltid miljön särskilt väl med den som förväntas i slutförvaret. Det är kanske därför en överdriven förväntning att modeller för säkerhetsanalyser verkligen kommer att kunna valideras på detta sätt. Utsikterna är då bättre att med hjälp av analogistudier kunna bedöma fullständigheten av processbeskrivningar, d.v.s. att det inte saknas viktiga delar i de

konceptualiseringar som utnyttjas. Studier av naturliga analogier kan också vara ett pedagogiskt hjälpmedel för att förstå utvecklingen av geologiska system över långa tidsperioder samt kan bidra till kunskaperna om individuella processer.

7.13.2 Maqarin, Jordanien

De hyperalkaliska källorna i Maqarin används som en naturlig analogi för hur cement påverkar omgivande berg och grundvatten. Enligt observationer bildas nya mineral som zeoliter och hydratiserade kalciumsilikater då grundvatten med högt pH (ca. pH 12-13) reagerar med omgivande berg. SKB konstaterar att dessa sekundära mineral fyller igen sprickor, vilket ger ett minskat vattenflöde i berget. SKB drar även slutsatsen att matrisdiffusionen inte verkar begränsas av de sekundära faserna. Enligt SKIs uppfattning är studierna i Maqarin inriktade mot relevanta frågeställningar, men frågan återstår hur pass explicit resultaten kan integreras i en säkerhetsanalys, t.ex. den för SFL 3-5. Skillnader i geologi, hydrologi samt geokemiska betingelser jämfört med de som förväntas under förvarsförhållanden måste beaktas.

7.13.3 Oklo, Gabon

Uranet i gruvorna i Oklo har ett annat isotopförhållande $^{235}\text{U} / ^{238}\text{U}$ än andra uranmalmer, vilket endast kan förklaras med att en spontan kriticitet (fission) uppstod för närmare 2 miljarder år sedan. Dessa uranfyndigheter kallas därför naturliga reaktorer. SKB beskriver i FUD-program 98 de speciella förutsättningar som gjorde kriticiteten möjlig och bakgrunden till Oklo-projektet. De mest användbara resultaten skulle sannolikt kunna fås om utvecklingen av reaktorzonerna under den långa tidsperioden efter kriticitetsfasen kunde karakteriseras. I FUD-program 98 nämns t.ex. möjligheten att analysera transport och retardation av de fissionsprodukter som en gång bildades i reaktorzonerna. Inga sådana resultat har ännu avrapporterats, däremot har en särskild grupp bildats som skall samordna arbetet med att ta fram resultat användbara i säkerhetsanalyser (PAIG, Performance Assessment Interface Group). SKI tillmäter Oklostudien stor betydelse och anser det angeläget att utnyttja de naturliga reaktorernas unika karaktär till fullo som underlag i arbetet med säkerhetsanalyser.

7.13.4 Palmottu, Finland

I detta projekt ingår studier av en uranmalm som tidigare prospekterats men som nu endast används som analogi för ett slutförvar i granitiskt berg. För SKBs del har deltagandet i projektet bland annat inneburit en möjlighet att få praktiska erfarenheter användbara för platskaraktärisering. Enligt SKIs uppfattning är likheterna med den förväntade slutförvarsmiljön värdefull.

7.13.5 SKIs sammanfattande bedömning av naturliga analogier

SKI anser att de projekt SKB för närvarande är engagerade i kompletterar varandra på ett bra sätt. Dessa är dock samtliga på väg att avslutas. Om det inte blir någon förlängning av innevarande projekt finns därför en risk att SKBs engagemang inom området naturliga analogier minskar kraftigt. SKI anser att detta vore olyckligt då det knappast finns några andra metoder att utvärdera och bekräfta långsiktiga hydrologiska och geokemiska förändringar som kan vara av betydelse för ett slutförvar. SKB bör värna om en kontinuerlig kunskapsuppbyggnad, och därför försäkra sig om en fortsättning inom området naturliga analogier.

Projekten om naturliga analogier har främst drivits som stora internationella projekt. För att detta upplägg skall vara möjligt även fortsättningsvis krävs det ett långsiktigt stöd från ett antal nyckelorganisationer där SKB ingår.

SKI anser att:

- befintlig information från naturliga analogier skall utnyttjas maximalt, bland annat genom att SKB avsätter resurser för kompletterande tolkningar av fälldata samt modellstudier
- nyttan av nya eller kompletterande mätserier på befintliga platser bör undersökas
- SKB bör åtminstone ha en beredskap för analogistudier på helt nya platser i de fall då möjligheten till att erhålla väsentligt nya kunskaper bedöms rimlig.

7.14 Paleohydrologiskt program

SKI kommenterar här avsnitt 9.3 i SKBs FUD-program 98 och kapitel 16 i underlagsrapporten.

SKBs redovisning

SKBs paleohydrologiska program har pågått sedan 1994 med syftet att:

- identifiera och skapa förståelse för de processer orsakade av framtida klimatförändringar som kan påverka funktionen hos ett djupförvar
- skapa ett underlag för funktions- och säkerhetsanalyser av förvaret i ett långt framtida tidsperspektiv.

I FUD-program 98 listar SKB insatser och erhållna resultat vad avser:

- modellering av glaciationer och deras påverkan på geosfären
- hydrologiska och hydrokemiska aspekter
- mekaniska aspekter
- kopplade effekter av glaciationer.

SKB har inom arbetet med kopplade effekter identifierat betydande osäkerheter men ser goda utvecklingsmöjligheter att minska dessa och därmed erhålla tillförlitliga resultat.

Viktiga frågor som behöver belysas ytterligare är permafrost, påverkan på grundvattenkemin, transport samt T-H-M- effekter.

SKB deltar i två EU projekt, PAGEPA som bl.a. behandlar hur paleohydrologisk information kan användas i en säkerhetsanalys och EQUIP som har målet att utröna och testa metoder för att via undersökningar av sprickmineral spåra tidiga hydrokemiska och hydrologiska förhållanden.

SKIs bedömning

SKI kan konstatera att utvecklingen av tidsberoende glaciationsmodeller nu har nått så långt att SKB kan hävda att modellerna är användbara i kommande funktions- och säkerhetsanalyser. SKIs åsikt är att samtliga frågor som SKB tar upp inom det paleohydrologiska programmet är relevanta och bör ingå i SKBs fortsatta arbete. SKI saknar emellertid en sammanhållen redovisning (inklusive tidplaner) över hur SKB avser att hantera frågorna, speciell med avseende på kraven från säkerhetsanalysen. SKI utgår från att SKBs planerade SR 97 redovisning kommer att utgöra ett viktigt underlag inför beslut av vilka delar som kommer att prioriteras.

Under innevarande FUD-period behöver SKB redovisa hur man framgent avser att integrera frågorna i verksamheten. SKI vill även understryka betydelsen av att SKB verkligen anger och diskuterar exempelvis ingångsdata, använda teoriers tillämpbarhet, brister samt osäkerheter. Dessa behöver sättas in i sitt rätta sammanhang såväl i bedömningen av användbarheten av framtagna modeller som i bedömningen av erhållna resultat.

FUD-program 98 innehåller ingen information om hur långt SKBs EU-projekt kommit eller vilka slutsatser som för närvarande kan dras. SKI avvaktar en mer detaljerad redovisning. Även om kunskapsuppbyggnaden sker internationellt, vilket SKI anser vara bra, är det viktigt att de för svenska förhållanden relevanta frågorna tas om hand på ett fokuserat sätt inom ramen för SKBs egna projekt.

SKI anser att området i sin helhet är viktigt och avser även fortsättningsvis att följa upp SKBs arbeten inom detta område.

7.15 Djupborrning Laxemar

SKI kommenterar här avsnitt 9.3 i SKBs FUD-program 98 och kapitel 17 i underlagsrapporten.

SKBs redovisning

SKB har i Laxemar låtit borra ett vertikalt hål ner i berget till ca. 1700 m djup. Syftet var att pröva olika borrhållstekniska möjligheter för undersökningsborrning till större djup samt demonstrera metoder för undersökningar i borrhål inom djupintervallen 1000 – 1500 m. Målet har varit att bredda kunskaperna om bergets sammansättning och egenskaper på större djup samt erhålla ny information avseende grundvattnets strömningsmönster och kemiska sammansättning i ett regionalt perspektiv (för Äspölaboratoriet). SKB påpekar att eftersom borrhållningen och fältundersökningarna har genomförts med ett

flertal praktiska svårigheter har de givit värdefulla erfarenheter inför kommande platsundersökningar. Borrålet har dessutom enligt SKB gett väsentliga indata till SKBs "paleohydrologiska program" och till det program som behandlar det alternativa förvarskonceptet "Djupa borrhål".

Hittills genomförda fältundersökningar har summerats av SKB i en ännu ej publicerad teknisk rapport (Ekman och Ludvigsson, 1998). Exempel på resultat som redovisas i FUD-program 98 visar tydligt på att viktiga berggrunds- och grundvattenkemiska egenskaper varierar med djupet.

SKIs bedömning

SKI kan konstatera att SKBs hittillsvarande arbete visar betydelsen av att genomföra borrhningar (på platser aktuella för att slutförvar) till större djup än vad som f.n. är brukligt. SKI anser att det är hög tid att SKB planerar för och utvecklar praktiska metoder för att erhålla nödvändiga data i samband med platsundersökningar och detaljundersökningar ner till ca. 1500 m djup (se även kapitel 4).

SKI kan konstatera att SKB efter PASS-studiens redovisning i FUD-program 92 satsat på en allmänt inriktad forskning i kunskapsuppbyggande syfte med avseende på koncept för förvaring på stora djup. Målet för SKB har sedan PASS-studien avslutats varit att genom litteraturstudier sammanställa och värdera tillgängliga data om betydelsefulla geovetenskapliga parametrar, samt översiktligt följa utvecklingen inom tekniken för borrhning på stora djup.

SKI vill framhålla vikten av att även ta till vara relevant information på djupen 500-1000 m. SKI kan konstatera att dagens kunskap om berget på större djup än 500 m fortfarande är dålig, trots SKBs utförda undersökningar på olika platser (typområden, Äspö). Detta är en brist även om ett förvar skulle placeras på ca. 500 m djup. SKI anser därför att SKB bör utföra kunskapssammanställningar inom hela djupintervallet, 500-1500 m.

7.16 Vetenskapsinformation

SKB arbetar inom området vetenskapsinformation med att ta fram faktablad och lättillgängliga beskrivningar av särskilt viktiga uppnådda resultat. Planerade insatser för att bättre nå ut med information är ökade satsningar på Internet och uppstart av ett nyhetsbrev. Inom SKBs riskprojekt har ett antal populärvetenskapliga rapporter tagits fram för att belysa olika typer av risker förknippade med kärnavfall (t.ex. plutonium, använt bränsle och transporter).

SKI finner det mycket angeläget att allmänheten får möjlighet att ta del av resultaten från SKBs program på ett antal olika detaljeringsgrader. Enklare beskrivningar bör referera till mera detaljerade för att underlätta fördjupningar och tillgodose behovet av spårbarhet. SKIs grundinställning är att publikationer till vilka referens ges i öppna rapporter skall vara tillgängliga. Detta gäller i högsta grad FUD-rapporter, underliggande rapporter med tillhörande referenser. För SKI som granskande myndighet skall samtliga referenser vara tillgängliga. Denna princip kommer bl.a. att tillämpas vid den inter-

nationella granskningen av säkerhetsanalysen SR 97. SKI ansvarar för att denna granskning, som kommer utföras av oberoende experter, arrangeras så att kraven på kvalitet och ändamålsenlighet tillgodoses.

SKI anser rent generellt att SKB har upprätthållit en god kvalitet på sin forskningsredovisning och även i stort tillgodosett behovet av tillgänglighet och öppenhet. En viktig del för att fortsätta denna trend är att SKB verkar för att i största möjliga utsträckning publicera sina arbeten i vetenskapliga tidskrifter och på så vis få en kontinuerlig granskning. Detta kan ha en stor betydelse för förankringen i det övriga vetenskapsamhället.

7.17 SKIs sammanfattande bedömning av SKBs forskningsprogram

SKI anser rent generellt att SKB har ett bra forskningsprogram både ur perspektivet kvalitet och ändamålsenlighet. Denna bedömning grundar sig inte enbart på redovisningen i FUD-program 98, då denna enligt SKIs uppfattning inte ger SKBs forskning full rättvisa. Som SKI påpekat i samband med tidigare FUD-granskningar, är det viktigt att forskningens konkreta mål, inriktning och fördelning av resurser mellan olika ämnesområden återspeglar behov som framkommit vid preliminära säkerhetsanalyser. Efter det att SKB publicerat säkerhetsanalysen SR 97 kan det därför finnas anledning för SKB att se över inriktningen av sitt forskningsprogram. SKI har med utgångspunkt från informationen som presenterats i SKBs budget samt i FUD-program 98, ingenting att erinra vad det gäller SKBs fördelning av forskningsmedel mellan olika ämnesområden. Det finns frågor som är angelägna att fortsätta med inom samtliga områden, vilket dock inte nödvändigtvis behöver innebära att det inom samtliga områden rör sig om frågor som oundgängligen måste lösas. Detta beror på vilka delsystem (bränsle, kapsel, buffert, geosfär, biosfär) som bedöms mer eller mindre betydelsefulla i säkerhetsanalysen. Dessutom bör man väga in de krav som kan ställas på att demonstrera en viss redundans mellan delsystemen.

SKI vill betona vikten av att SKB betraktar de mera grundläggande forskningsfrågorna ur ett tillräckligt långsiktigt tidsperspektiv. Vid fortsatta konkretiseringar av det valda slutförvarskonceptet kommer högre krav ställas på kvaliteten och omfattningen av underlaget till de säkerhetsanalyser som erfordras, vilket kräver en långsiktig planering. Det är väsentligt att SKB tar hänsyn till behovet att utveckla och bevara kompetens då forskningsmedel fördelas. Dessutom bör man förankra sina forskningsresultat i övriga forskarsamhället så mycket som möjligt genom att publicera sina arbeten i vetenskapliga tidskrifter.

Använt bränsle

SKI anser att SKBs experimentella insatser på ett adekvat sätt har inriktats mot frågeställningar som är angelägna att lösa. SKI konstaterar att det med dagens kunskapsnivå är svårt att ta fram modeller för sönderdelningen av använt bränsle som kan göra anspråk på att vara realistiska. Exempel på frågor som behöver utforskas vidare är den relativa betydelsen av olika frigörelsemekanismer, inverkan av radiolys samt bildning av sekundära mineral. Trots dessa brister kan dagens kunskap mycket väl visa sig tillräcklig att bedöma tillförlitligheten hos en bränslemodell som enbart baseras på kon-

servativa men förenklande antaganden. Hur stora resurser SKB behöver satsa på området fortsättningsvis beror på i vilken utsträckning bränslets barriärfunktion kommer att användas i framtida säkerhetsanalyser.

Kapsel

Angående forskningen kring kapselmateriell, anser SKI att SKB bör göra en ny sammanställning av hur kunskaperna om olika typer av korrosionsprocesser används i de antaganden och analyser som ligger till grund för korrosionshastigheter i säkerhetsanalysen. SKB bör inhämta och tolka resultat från pågående korrosionsstudier innan man överväger att avsluta studierna av korrosion i reducerande miljö. Forskningen mot korrosion i den initiala oxiderande fasen kan förväntas ha mindre betydelse eftersom denna fas kan förväntas bli relativt kortvarig. Denna forskning behöver dock utföras och kan då fortgå parallellt. Särskilt viktiga frågeställningar som SKB tar upp är, korrosionsförloppet i spalten mellan järninsatsen och kopparkapseln, mikrobernas inverkan samt korrosionsstudier i realistisk miljö. SKI finner dessa studier ytterst angelägna. SKI vill också understryka vikten av att studier av kopparmaterialets egenskaper utförs på materialprov hämtade från verkligt tillverkade kapslar. Vidare behöver fosforns inverkan på koppars krypegenskaper utredas vidare. Det är väsentligt att utvecklingsprogrammet för oförstörande provning fortsätter.

Buffert och återfyllning

Inom området buffert och återfyllning, är det väsentligt att SKB i större utsträckning tar fram en helhetssyn på kravspecifikationen för utvalda material och samordnar detta arbete så att alla aspekter samtidigt täcks in. SKI anser att SKB tydligare måste kunna visa att bufferten uppfyller de funktionskrav som ställs på bibehållna gynnsamma kemiska och fysikaliska egenskaper i ett långtidsperspektiv. En fortsatt kunskapsuppbyggnad kommer att krävas för att kartlägga de möjliga kemiska och strukturella omvandlingarna av bentoniten som kan ske på lång sikt och för att kunna förutsäga deras effekter. SKI anser att SKB behöver förbättra förståelsen för bentonitens mättnadsfas då värmen från kapseln kan försämra bentonitens egenskaper under en utdragen omättad fas. Analyser som klargör de faktorer som påverkar bevätningshastigheten hos buffert och återfyllning behöver utföras.

Strukturgeologi och bergets mekaniska stabilitet

SKI anser att SKBs redovisning i FUD-program 98 är tillfredsställande. SKI saknar dock en tydlig diskussion om vilka kunskaper som enligt SKB är tillfyllest, och var SKB ser att ytterligare insatser behöver göras för att få tillräcklig kunskap för att analysera säkerheten hos ett slutförvar. SKI kan notera att SKB avser studera plastiska skjuvzoner och dess betydelse för ett slutförvar. Detta är viktigt att göra, speciellt om SKB verkligen avser att förlägga ett förvar i eller invid en regional plastisk skjuvzon (tektonisk lins). SKI vill också betona vikten av att de i FUD-program 98 påbörjade insatserna slutförs, och att SKB tillgodogör sig erhållen kunskap i det fortsatta arbetet med t.ex. platskaraktärisering.

Vattenflöde i berg

Med hänsyn till SKBs samlade redovisning i FUD-program 98 bedömer SKI att SKB bedriver ett ändamålsenligt forskningsprogram om vattenflöde och transport i berg. SKI anser dock att SKB bör se över samordningen av forskningen kring dessa viktiga frågor

inom de olika projekten för platskaraktisering, säkerhetsanalys och stödjande FoU vid bl.a. Äspö. SKI vill upprepa uppmaningen från granskningen av FUD-program 95 att SKB också bör redovisa hur man planerar att bestämma bergets transportegenskaper i samband med ytbaserade platsundersökningar.

SKB bör inför val av platser för platsundersökningar bättre klargöra de regionala strömningsförhållandenas roll som lokaliseringsfaktor. SKBs egen redovisning innehåller motstridiga slutsatser om vilka faktorer som styr grundvattenströmningen på förvarsdjup. En platsutvärdering och skattningar av parametrar för konsekvensberäkningar i säkerhetsanalysen innebär med nödvändighet flera steg av modellförenklingar och uppskalningar av mätdata och modellparametrar. SKI ser därför positivt på att SKB nu planerar både fältförsök och modellstudier för studera problematiken kring uppskalning av hydrauliska parametrar och transportparametrar.

Grundvattenkemi

Inom programmet har SKB gjort betydande framsteg inom utvecklingen av provtagnings-, tolknings- och analysmetoder. Detta arbete behöver fortsätta med ytterligare förbättringar av tolkningsmodeller, analysmetoder och inte minst möjligheten att ta så ostörda prover som möjligt. SKB kommer vidare att behöva lägga ner mera arbete på att utveckla och optimera analysklasserna med utgångspunkt från databehov och framtagna tolkningsmodeller. SKB bör dessutom avsätta forskningsmedel för den långsiktiga och mera grundvetenskapliga undersökningen av kemiska processer i djupa grundvatten. Det finns fortfarande kunskapsluckor vad gäller växelverkan mellan grundvatten, mineraler och geogas samt mekanismerna för dessa processer som kan styras av mikrobiell katalys, kinetik för långsamma mineralreaktioner m.m. Denna kunskap erfordras för att bedöma hur de kemiska betingelserna kan påverkas av olika typer av förändringar och störningar i berggrunden (förändrat klimat, förändrat grundvattenflöde, förvarets påverkan m.m.).

Radionuklidkemi, sorption och diffusion

SKI anser det vara väsentligt att SKB ger ett långsiktigt stöd på rimlig nivå till den mera grundläggande forskningen kring radionuklidkemi, sorption och matrisdiffusion. En utveckling av den grundläggande förståelsen för de processer som främst täcks in med empiriska data (som K_d -värden) ger förutsättningar att gradvis utveckla och förbättra underlaget till säkerhetsanalysen. Parallellt med detta behöver databaser avsedda för säkerhetsanalyser underhållas och uppdateras. Beträffande kolloider behöver SKB fortsätta att studera grundläggande mekanismer, förutsättningar under mera extrema betingelser samt effekter av bl.a. cement och bentonit. Vidare finns det återstående frågetecken kring hur mikrober kan påverka de kemiska betingelserna i närområdet samt radionuklidtransporten. För fortsatta studier rekommenderas en tydligare integrering mot geokemi, säkerhetsanalys och platsundersökningar.

Biosfären

SKI delar SSIs uppfattning att det är positivt att SKB under senare år ökat omfattningen av biosfärforskningen, främst genom att ha infört ett systemekologiskt angreppssätt. SKI ser särskilt positivt på insikten om ett systemtänkande och att dynamisk modellering av processer i sediment och andra effekter vid övergången från biosfär till geosfär tas upp i programmet. Samtidigt anser SKI och SSI att det återstår mycket arbete för att

SKB skall nå sitt övergripande mål att kunna genomföra trovärdiga konsekvensberäkningar i säkerhetsanalyserna. Med tanke på de långa tidsperspektiven anser myndigheterna vidare det väsentligt att fullfölja planerna på att studera andra s.k. säkerhetsindikatorer än dos och risk, t.ex. koncentrationsförändringar i biosfären.

Sammanfattningsvis anser SKI, liksom även SSI, att SKB nu har tillfredsställande ambitioner för sina biosfärstudier, men att det kvantitativt dock återstår mycket arbete innan underlag kan föreligga till en ansökan om att få bygga slutförvar.

Annat avfall

Angående programmet om annat långlivat avfall, vill SKI understryka betydelsen av en kontinuerlig kunskapsuppbyggnad rörande frågor kring cementens barriärfunktion samt en kunskapsöverföring mellan SFR och SFL 3-5, t.ex. vad gäller nedbrytningsprodukter från cellulosa och andra organiska ämnen med möjlig komplexbildning med radionuklider. SKI ser fram emot en utförlig redovisning av bland annat långsiktiga barriäregenskaper hos cement i samband med kommande säkerhetsanalyser. SKI önskar att SKB tydligare motiverar de förändringar av layouten för SFL 3-5 som föreslås i FUD-program 98.

Alternativa metoder

SKI noterar att två alternativa metoder, separation och transmutation samt deponering i mycket djupa borrhål (VDH) tas upp i SKBs detaljerade program. SKI har inga invändningar mot detta val av alternativ för närmare och fortsatta studier.

Enligt SKIs uppfattning har SKBs arbeten avseende separation och transmutation hittills varit framgångsrika. SKI instämmer med SKBs uppfattning att insatserna på detta område bör hållas på ungefär samma nivå som tidigare, men vill samtidigt framhålla vikten av att arbetet också inkluderar systemstudier och utredningar av avfallets mängd och sammansättning.

När det gäller VDH-metoden är SKBs planer mer allmänt hållna men enligt SKI har de en lämplig inriktning mot säkerhets- och systemanalys. SKI vill dock påminna om att i detta sammanhang bör säkerhetsanalysen ses som en del av systemanalysen.

För båda metoderna, separation och transmutation och mycket djupa borrhål, gäller det att SKB kan behöva se över sina planer med hänsyn till de krav på redovisning som kan komma att ställas inför val av platser för platsundersökningar.

Äspölaboratoriet

För SKBs verksamhet vid Äspölaboratoriet, anser SKI att det omfattande experiment- och demonstrationsprogrammet som nu planeras i laboratoriet för perioden 1999-2004 kan förväntas ge goda möjligheter för att öka förståelsen för viktiga parametrar och processer i kristallint berg och att vidareutveckla metodik för plats- och detaljundersökningar. SKI konstaterar att betydande arbete kvarstår med att kombinera olika metoder till ett sammansatt platsundersökningsprogram. SKI vill också framhålla att utvecklingsbehov fortfarande kvarstår för enskilda metoder t.ex. detektering av flacka sprickzoner och program för grundvattenkemisk provtagning.

Enligt SKI är det mycket viktigt att kartlägga eventuella flödesvägar och hydrauliska samband för radionuklidtransport i påverkat/stört berg i såväl deponeringshål som deponeringstunnlar och också ytterligare utreda om det är möjligt att skära av transportvägar genom strategiskt placerade pluggar. SKI anser också att SKB tydligare behöver klargöra vilka säkerhetsrelaterade faktorer som kan bestämmas i samband med en ytbaserad platsundersökning respektive en detaljundersökning från tunnlar och schakt.

SKI anser att SKB bör klarlägga inverkan av olika processer för förbrukning av kvarblivet syre efter förslutning av förvaret. SKI menar vidare att kunskaperna om förändringar i hydrauliska egenskaper, i samband med trycksänkning runt tunnlar och avgasning av grundvatten (tvåfasflöde) behöver vidareutvecklas. SKI stöder helt SKBs pågående (TRUE-1) och planerade (TRUE-2, TRUE Block Scale) försök av bergets barriärfunktion och anser att den parallella användningen av olika modellansatser är mycket värdefull.

SKI stöder SKBs planer på att använda Äspölaboratoriet för att utveckla teknik för och demonstrera funktion och samverkan hos slutförvarssystemets olika komponenter. SKI anser att SKBs planer på tester i fullskala är mycket väsentliga, då dessa kan komma att ge en bekräftelse på om deponeringstekniken fungerar ingenjörsmässigt innan den tillämpas i det verkliga förvaret. I försöket demonstration av deponeringsteknik och återtag finner SKI det motiverat att SKB för allmänhet och specialister i Äspölaboratoriet visar de olika stegen för deponering och återtag av kapslar. SKI framförde redan vid granskning av förra FUD-programmet vikten av att SKB fördjupar kunskapen om injekteringsbruks beständighet och långtidsegenskaper i slutförvaret. Brukets eventuella påverkan på slutförvarets kemi behöver utredas vidare.

Naturliga analogier

SKI anser att SKB bör värna om en kontinuerlig kunskapsuppbyggnad inom området naturliga analogier och därför försäkra sig om en fortsättning när innevarande projekt löper ut.

Paleohydrologiskt program

SKI kan konstatera att utvecklingen av tidsberoende glaciationsmodeller nu har nått så långt att SKB kan hävda att modellerna är användbara i kommande funktions- och säkerhetsanalyser. SKIs åsikt är att samtliga frågor som SKB tar upp inom det paleohydrologiska programmet är relevanta och bör ingå i SKBs fortsatta arbete. SKI saknar emellertid en sammanhållen redovisning (inklusive tidplaner) över hur SKB avser att hantera frågorna, speciell med avseende på kraven från säkerhetsanalysen. SKI utgår från att SKBs planerade SR 97 redovisning kommer att utgöra ett viktigt underlag inför beslut av vilka delar som kommer att prioriteras.

Under innevarande FUD-period behöver SKB redovisa hur man framgent avser att integrera frågorna i verksamheten. SKI vill även understryka betydelsen av att SKB verkligen anger och diskuterar exempelvis ingångsdata, använda teoriers tillämpbarhet, brister samt osäkerheter. Dessa behöver sättas in i sitt rätta sammanhang såväl i bedömningen av användbarheten av framtagna modeller som i bedömningen av erhållna resultat.

Djupborrning Laxemar

SKI kan konstatera att SKBs hittillsvarande arbete visar betydelsen av att genomföra borrhningar (på platser aktuella för att slutförvar) till större djup än vad som hittills skett (500-700 m djup). SKI anser att det är hög tid att SKB planerar för och utvecklar praktiska metoder för att erhålla nödvändiga data i samband med platsundersökningar och detaljundersökningar ner till ca. 1500 m djup.

SKI vill framhålla vikten av att även ta till vara relevant information på djupen 500-1000 m. SKI kan konstatera att dagens kunskap om berget på större djup än 500 m fortfarande är dålig, trots SKBs utförda undersökningar på olika platser (typområden, Äspö). Detta är en brist även om ett förvar skulle placeras på ca. 500 m djup. SKI anser därför att SKB bör utföra kunskapssammanställningar inom hela djupintervallet, 500-1500 m.

Vetenskapsinformation

SKI finner det mycket angeläget att allmänheten får möjlighet att ta del av resultaten från SKBs program på ett antal olika detaljeringsgrader. Enklare beskrivningar bör referera till mera detaljerade för att underlätta fördjupningar och tillgodose behovet av spårbarhet. SKIs grundinställning är att publikationer till vilka referens ges i öppna rapporter skall vara tillgängliga.

SKI anser rent generellt att SKB har upprätthållit en god kvalitet på sin forskningsredovisning och även i stort tillgodosett behovet av tillgänglighet och öppenhet. En viktig del för att fortsätta denna trend är att SKB verkar för att i största möjliga utsträckning publicera sina arbeten i vetenskapliga tidskrifter och på så vis få en kontinuerlig granskning.

8 Rivning av kärntekniska anläggningar

8.1 Allmänt

SKBs redovisning

SKB anför att det internationellt finns en god praktisk erfarenhet av rivning m.m. av kärntekniska anläggningar. I Sverige finns begränsad erfarenhet från rivning av forskningsreaktorn R1 och andra mindre kärntekniska anläggningar. Vidare har större underhållsarbeten som byte av ånggeneratorer, interndelar till reaktorer m. m. samt sammanhängande dekontaminering givit en god svensk kunskapsbas inför en kommande avveckling av kraftproducerande reaktorer.

SKB konstaterar också att kraftföretagen har ansvaret för planeringen och genomförandet av rivningen, samt även för tidpunkten när rivningen skall ske. Kraftföretagen ansvarar för behandlingen av avfallet, medan SKB ansvarar för det slutliga omhändertagandet av det radioaktiva rivningsavfallet. Samråd sker mellan SKB och kraftföretagen.

Vad gäller rivningen av anläggningar hänvisar SKB huvudsakligen till sin studie från 1994, vilken även refererades till i FUD-program 95. SKB deltar i, samt bevakar det internationella utvecklingsarbetet inom området, framförallt inom OECD/NEA, men även inom EU och IAEA. SKB uppger vidare som sitt mål att säkerställa att kunskap, teknik och en slutlig lösning på avfallsfrågan finns tillgänglig inför rivningen av svenska kärnkraftverk.

Remissinstansernas synpunkter

SSI framhåller i sitt remissyttrande att SKB tydligare bör redovisa de olika avfallsströmmarna vid rivning av kärnkraftverk, samt vilken flexibilitet som finns i planeringen, bl.a. med hänsyn till de avfallsanläggningar som behövs.

8.2 SKIs sammanfattande bedömning

Avvecklingen av kärnkraftverk i världen har accelererat i och med att deras tekniska och/eller ekonomiska livslängd löpt ut. Rivningen av t.ex. ett kärnkraftverks aktiva delar påminner i hög grad om de större underhållsarbeten som utförs periodiskt på anläggningarna.

När det gäller hanteringen av mycket stora komponenter, som reaktortankar, finns även här internationell erfarenhet av hur en säker hantering kan ske. Slutsatsen är att själva avvecklingen och rivningen av kärntekniska anläggningar bygger på beprövad konventionell teknik.

Ett viktigt steg när det gäller avveckling och rivning enligt ovan är dock att avfallsfrågan är löst. Den förutsätter att slutförvar för både kort- och långlivat rivningsavfall byggs och licensieras, SFR-utbyggnad eller omlicensiering av anläggningen, samt att SFL 3-5 byggs.

SKI bedömer att SKB på ett tillfredsställande sätt följer den internationella utvecklingen inom avvecklings- och rivningsområdet, samt arbetar på en svensk lösning av frågan. En eventuellt kommande förtida avveckling av svenska kärnkraftverk innebär dock att SKB starkare måste prioritera frågan om förvaring av rivningsavfallet.

Referenser

Kapitel 3

Birgersson L, Grundfelt B och Pers K, Konsekvenser av ett övergivet CLAB, SKB rapport R-98-18, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Ekendahl A-M och Papp T, Alternativa metoder, Långsiktigt omhändertagande av kärnbränsleavfall, SKB rapport R-98-11, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Ekendahl A-M och Pettersson S, Säkerheten vid transport av inkapslat bränsle, SKB Rapport R-98-14, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Gillin K, Säkerheten vid drift av inkapslingsanläggningen, SKB Rapport R-98-12, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Lönnerberg B och Pettersson S, Säkerheten vid drift av djupförvaret, SKB Rapport R-98-13, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

SKB, Systemredovisning av djupförvaring enligt KBS-3-metoden, SKB rapport R-98-10, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

SKI och SSI, SKI dnr: 5.8 971083, SSI dnr: 6220/1994/97, PM 5 mars 1998.

SKI och SSI, SKIs och SSIs gemensamma granskning av SKBs systemredovisning i FUD-program 98, SKI rapport 99:18, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm, 1999. (Motsvarar SSI-rapport 99:12, Statens strålskyddsinsitut, Stockholm, 1999.)

Söderman E, Kontrollerad långtidslagring i CLAB, SKB rapport R-98-17, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Söderman E, Jämförelse mellan våt och torr lagring av använt kärnbränsle, SKB rapport R-98-19, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998b.

Werme L, Konstruktionsförutsättningar för kapsel för använt kärnbränsle, SKB rapport R-98-08, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Kapitel 4

Andersson J, Almén K-E, Ericsson L O, Fredriksson A, Karlsson F, Stanfors R and Ström A, Parameters of importance to determine during geoscientific site investigation, SKB Technical Report TR 98-02, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, 1998.

Dverstorp B, Norrby S och Wingefors S, Utgångspunkter för föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av använt kärnbränsle m.m., SKI PM 97017, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm, 1997.

Dverstorp B and Geier J, Feedback from performance assessment to site characterisation, The SITE-94 example, in Proc. from OECD/NEA, Geotrap Project, Workshop on Characterisation of Water Conducting Features and their Representation in Models for Radionuclide Migration, held in Barcelona, June 10-12, 1998, Paris, 1999 (in press).

EG-kommissionen, Ändrat förslag till rådets direktiv om bedömning av vissa planers och programs inverkan på miljön, KOM (96)511 och KOM (99)73, 1999.

Ekendahl A-M och Papp T (Red.), Alternativa metoder, långsiktigt omhändertagande av kärnbränsleavfall, SKB Rapport R-98-11, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Eriksson E, Gee D, Nordström K, Malmqvist L, Melin L, Milnes G A , Qvarfort U, Rodhe A, Rundqvist S, Sjöström H, Thunberg, A-M och Östberg S, Kunskap och osäkerhet, Uppsala universitet granskar SKBs förstudie av djupförvar för kärnavfall i Östhammars kommun, Rapportdel och Sammanfattning, Uppsala universitet och Östhammars kommun, 1998.

Geier J, Site-characterization data needs for hydrogeological evaluation, SKI Report 98:1, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm, 1997.

Geier J, Tirén S, Dverstorp B and Glynn P, Site-specific base data for the performance assessment (SITE-94), SKI Report 96:10, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm, 1996.

Leijon B, Nord-syd/Kust-inland, Generella skillnader i förutsättningar för lokalisering av djupförvar mellan olika delar av Sverige, SKB Rapport R-98-16, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

SKB, Översiktsstudie 95, Lokalisering av ett djupförvar för använt kärnbränsle, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1995.

SKB, Förstudie Storuman, Slutrapport, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1995.

SKB, Förstudie Malå, Slutrapport, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1996.

SKB, Förstudie Nyköping, Preliminär slutrapport, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1997.

SKB, Förstudie Östhammar, Preliminär slutrapport, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1997.

SKB, Systemredovisning av djupförvaring enligt KBS-3-metoden, SKB Rapport R-98-10, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

SKI, SITE-94, Deep repository performance assessment project, SKI Report 96:35, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm 1996.

Ström A, Almén K-E, Andersson J, Ericsson L O, Svemar C, Geovetenskapliga värderingsfaktorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering, lägesredovisning, SKB Rapport R-98-20, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Kapitel 5

Andersson C-G, Utformning av en produktionsenhet för tillverkning av kapslar för slutförvaring av använt kärnbränsle, Version 1, SKB Inkapsling Projektrapport 97-05, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1997.

Andersson C-G, Provtillverkning av kopparkapslar med gjutna insatser. Lägesrapport augusti 1998, SKB Rapport R-98-09, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm 1998.

Bowyer W and Hermansson H-P, Comments on "SKB RD&D-Programme 98" focused on canister integrity and corrosion, SKI Report 99:20, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm, 1999.

Ekendahl A-M och Pettersson S, Säkerheten vid transport av inkapslat bränsle, SKB Rapport R-98-14, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Gillin K, Systembeskrivningar för inkapslingsanläggningen, Lägesrapport 1998, SKB Inkapsling Projektrapport 98-03, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Karland O, Bentonite swelling pressure in strong NaCl solutions, Correlation between model calculations and experimentally determined data, SKB Technical Report TR 97-31, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, 1997.

Lönnerberg B och Pettersson S, Säkerhet vid drift av djupförvaret, SKB Rapport R-98-13, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Savage D, McLeod R and McEwen T, An evaluation of repository-induced disturbances for a KBS-3 type repository, SKI Report 98:20, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm, 1998.

Savage D, Lind A and Arthur R, Review of the properties and the uses of bentonite as a buffer and backfill material, SKI Report 99:9, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm, 1999.

SKB, Systemredovisning av djupförvaring enligt KBS-3-metoden, SKB Rapport R-98-10, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Svemar C, Alternative retrieval methods considered by SKB. In: Proc. of the 4th int. workshop on design and construction of final repositories. Nagra, Lucerne, Switzerland, 1997.

Werme L, Konstruktionsförutsättningar för kapsel för använt kärnbränsle, SKB Rapport R-98-08, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.

Kapitel 6

Bond A E, Hoch A R, Jones G D, Tomczyk A J, Wiggin R M and Worraker W J, Assessment of a spent fuel disposal canister, Assessment studies for a copper canister with cast steel inner component, SKB Technical Report TR 97-19, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, 1997.

SKBF/KBS, Kärnbränslecykelns slutsteg. Använt kärnbränsle KBS-3. Del I-IV, Svensk Kärnbränsleförsörjning AB, Stockholm, 1983.

SKB, SKB 91. Slutlig förvaring av använt kärnbränsle. Bergrundens betydelse för säkerheten, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1992.

SKB, FUD-program 95, Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1995a.

SKB, SR 95, Mall för säkerhetsrapporter med beskrivande exempel, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1995b.

SKI, SKIs utvärdering av SKBs FUD-program 95. Gransknings-PM, SKI Rapport 96:48, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm, 1996a.

SKI, SITE-94: Deep repository performance assessment project, SKI Report 96:36, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm, 1996b.

SSI, Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall, Statens strålskyddsinstitutets författningssamling, SSI FS 1998:1, Stockholm, 1998.

Kapitel 7

Almén K-E, Olsson P, Rhén I, Stanfors R and Wikberg P, Äspö HRL-Feasibility and usefulness of the investigation methods. Experiences from the pre investigation phase, SKB Technical Report TR 94-24, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, 1994.

Brown A D and Sherriff B L, The effects of microbial activity on the natural and engineered barriers of a high-level nuclear waste repository, SKI Report 98:24, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm, 1998.

- Conca J L, Apped M and Arthur R, Aqueous diffusion in repository and backfill environments. MRS Volume 294, 395-402, 1993.
- Ekendahl A-M och Papp T, Alternativa metoder, Långsiktigt omhändertagande av kärnbränsleavfall, SKB Rapport R-98-11, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, 1998.
- Emsley S, Olsson O, Stenberg L, Alheid H-J and Falls S, ZEDEX – A study of damage and disturbance from tunnel excavation by blasting and tunnel boring, SKB Technical Report TR 97-30, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, 1997.
- Juhlin C, Wallroth T, Smellie J, Eliasson T, Leijon B, Ljunggren C and Beswick J, The very deep hole concept – geoscientific appraisal of conditions at great depth, SKB Technical Report TR 98-05, Stockholm, 1998.
- Kersting A B, Efurud D W, Finnegan D L, Rokop D J, Smith D K and Thompson J L, Migration of plutonium in ground water at the Nevada Test Site. Nature, Vol. 397, 56-59, 1999.
- Lindgren M, Pers K, Skagius K, Wiborgh M, Brodén K, Carlsson J, Riggare P and Skogsberg M, Low- and intermediate level waste in SFL 3-5: Reference inventory, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, 1998.
- Olsson O, Emsley S, Bauer C, Falls S and Stenberg L, ZEDEX – A study of the zone of excavation disturbances for blasted and bored tunnels, Vol. 1-3, SKB International Cooperation Report ICP 96-03, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, 1996.
- Palmqvist K, Review of SKB's ZEDEX Report – A study of the zone of excavation disturbance for blasted and bored tunnels – SKB ICR 96-03, Vol. 1-3, SKI Report 97:45, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm, 1997.
- Roadset E, Sällfors G och Arthur R, Förstudie beträffande bentonitens roll i ett slutförvar för radioaktivt avfall, SKI Rapport 96:44, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm, 1996.
- Savage D, Lind A and Arthur R, Review of the properties and the uses of bentonite as a buffer and backfill material, SKI Report 99:9, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm, 1999.
- SKI, SKIs utvärdering av SKBs FUD-program 92, Gransknings-PM, SKI Teknisk Rapport 93:14, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm, 1993.
- SKI, SKIs utvärdering av SKBs FUD-program 95, Gransknings-PM, SKI Rapport 96:48, Statens kärnkraftinspektion, Stockholm, 1996a.
- SKI, SITE-94: Deep repository performance assessment project, SKI Report 96:36, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm, 1996b.
- Voss C I and Andersson J, Regional flow in the Baltic Shield during Holocene costal regression, Ground Water, Vol. 31, 989-1006, 1993.
- Wiborgh M, Prestudy of final disposal of long-lived low and intermediate level waste, SKB Technical Report TR 95-03, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, 1995.
- Winograd I J and Robertson F N, Deep oxygenated ground water, Anomaly or common occurrence? Science, Vol. 216, 1227-1230, 1992.

Remissinstanser

Aktionsgruppen Rädda Fjällveden
Avfallskedjan
Boverket
Chalmers tekniska högskola (CTH)
Energimyndigheten
Folkkampanjen mot kärnkraft - Oskarshamn
Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen (FMKK)
Forskningsrådsnämnden (FRN)
Greenpeace
Göteborgs universitet (GU)
Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)
Kärnkraftskommunernas samarbetsorganisation (KSO)
Lokala säkerhetsnämnden vid de kärntechniska anläggningarna i Studsvik (LSNS)
Lokala säkerhetsnämnden vid Forsmarksverket (LSNF)
Lokala säkerhetsnämnden vid Oskarshamns kärnkraftverk (LSNO)
Lunds universitet (LU)
Länsstyrelsen Kalmar län
Länsstyrelsen i Skåne län
Länsstyrelsen i Uppsala län
Länsstyrelsen i Västerbottens län
Malå kommun
Miljöförbundet Jordens Vänner
Miljöpartiet de Gröna, Tierp
Naturvetenskapliga forskningsrådet (NFR)
Naturvårdsverket (SNV)
Nyköpings kommun
Opinionsgruppen mot kärnavfall i Malå
Oskarshamns kommun
Riksantikvarieämbetet (RAÄ)
SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut
Statens geotekniska institut (SGI)
Statens strålskyddsinstitut (SSI)
Stockholms universitet (SU)
Storumans kommun
Styrelsen för psykologiskt försvar
Swedac
Svenska naturskyddsföreningen
Sveriges geologiska undersökning (SGU)
Tierps kommun
Uppsala universitet (UU)
Varbergs kommun
Östhammars kommun
Överstyrelsen för civil beredskap (ÖCB)

Dessutom har inkommit yttrande från Hans Forsgren och Nils-Axel Mörner