

SKIs yttranden över SKBs forsknings- och utvecklingsprogram

FoU-89, FUD-92, FUD-92 Kompl., FUD-95, FUD-98

En sammanställning

Tomas Löfgren
Kjell Andersson

November 1999

SKIs yttranden över SKBs forsknings- och utvecklingsprogram

FoU-89, FUD-92, FUD-92 Kompl., FUD-95, FUD-98

En sammanställning

Tomas Löfgren¹
Kjell Andersson²

¹Miljöjuridik, Viveka Trolles Gränd 8, 165 54 Hässelby

²Karinta Konsult HB, Box 6048, 183 06 Täby

November 1999

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
2	STRATEGISKA FRÅGESTÄLLNINGAR	2
2.1	Allmänt	2
2.2	Alternativbredd	3
2.3	Lokalisering	9
2.4	Besluts- och MKB-process för platsval och lokalisering	13
3	SÄKERHETSANALYSER	17
3.1	Bakgrund	17
3.2	Kunskapsbasen	18
3.3	SKB-91	18
3.4	Metodfrågor	19
3.5	SKIs utvärdering av SKBs FUD Program 95 och 98 - Krav på ny säkerhetsanalys	21
4	TEKNISKA BARRIÄRER	22
4.1	Avfallsformer	22
4.2	Kapsel	23
4.3	Buffert och återfyllning	26
4.4	Slutförvarsteknik	26
5	GEOVETENSKAPLIGA FRÅGOR	27
6	KEMI	29
7	BIOSFÄREN	33
8	RIVNING AV KÄRNKRAFTVERK	34
9	SAMMANFATTNING	35

1 INLEDNING

Rapportens innehåll

Denna rapport är en sammanställning av Statens kärnkraftinspektions (SKIs) yttranden över Svensk kärnbränslehanterings ABs (SKBs) forsknings- och utvecklingsprogram (FoU-86, FoU-89, FUD-program 92, kompletteringen av FUD-program 92 samt FUD-programen 95 och 98). Tyngdpunkten i rapporten ligger dock i senare års forskningsprogram (fr.o.m. FUD-program 92). Även SKIs yttrande över kraftbolagens ansökan om att enligt villkorslagen få ladda reaktor 3 i Oskarshamn och reaktor 3 i Forsmark 1984 (det s k KBS-3 beslutet) har beaktats i denna sammanställning.

Avsikten med rapporten är ge en samlad bild av SKIs tidigare ställningstaganden som ett underlag för SKIs utvärdering av SKBs kommande FoU-program. Vi har i en annan rapport¹ gjort en särskild sammanställning av SKIs och regeringens ställningstaganden till SKBs forsknings- och utvecklingsprogram när det gäller metod- och platsval. I denna rapport behandlas dessa frågor mer summariskt i kap 2.

Både strategiska frågeställningar (kap. 2) och frågor av teknisk karaktär, som säkerhetsanalys (kap. 3) samt tekniska och naturliga barriärer (kap. 4-8) omfattas av sammanställningen. I huvudsak har SKIs ställningstaganden utnyttjats som de framkommit i yttranden till regeringen. I vissa fall har SKIs gransknings-PM använts. I kapitel 9 ges en kortfattad sammanfattning av SKI ståndpunkt i ett antal frågor.

Arbetsuppgifter och rollfördelning mellan SKB och SKI

Enligt kärntekniklagen (SFS 1984:3) ska reaktorägarna upprätta ett program för den forskning som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall eller däri uppkommet kärnämne som inte används på nytt, och att på ett säkert sätt avveckla och riva anläggningar i vilka verksamheten inte längre skall bedrivas. Reaktorägarna har uppdragit åt SKB att utarbeta dessa forskningsprogram. Programmen ska innehålla en översikt över samtliga åtgärder som kan bli behövliga, dels närmare ange de åtgärder som avses bli vidtagna inom en tidrymd om minst sex år när det gäller att omhänderta och slutförvara det svenska kärnavfallet.

Programmen ska lämnas till SKI för att granskas och utvärderas. SKI lämnar därefter med eget yttrande över ärendet till regeringen. Ytrandet ska enligt förordning (1984:14) om kärnteknisk verksamhet innehålla en granskning och utvärdering av programmet i fråga om:

1. planerad forsknings- och utvecklingsverksamhet,
2. redovisade forskningsresultat,
3. alternativa hanterings- och förvaringsmetoder, och
4. de åtgärder som avses bli vidtagna.

¹ Löfgren, T., Andersson, K., SKIs och regeringens ställningstaganden till SKBs forsknings- och utvecklingsprogram när det gäller metod- och platsval, SKI Rapport 98:38

Till och med FoU-89 var staten kärnbränslenämnd (SKN) den myndighet som granskade och med eget yttrande lämnade över FoU-programmen till regeringen för beslut. SKI var en viktig remissinstans till SKN. Från och med FUD-program 92 har SKI övertagit SKNs ansvar.

2 STRATEGISKA FRÅGESTÄLLNINGAR

2.1 Allmänt

2.1.1 Tidsplan

I FUD-92 redovisar SKB sin planering för genomförande av djupförvaringen. Ansökan om detaljundersökning förutsattes kunna ske kring 1997 och ansökan om koncession kring 2005. År 2008 avsåg SKB att påbörja demonstrationsdeponering. I FUD-95 upprepar SKB måltidpunkten 2008 för att inleda deponering, men konstaterar samtidigt att lokaliseringen till stor del styrs av samhällliga och politiska faktorer vars inverkan på tidsplanen är svåra att bedöma. SKB framhåller också att en allmän tidsstyrande faktor är att resultat från forskningen vid Äspölaboratoriet måste hålla jämn takt med behoven inom inkapslings- och djupförvarsprojekten. Exempelvis måste erfarenheter från Äspölaboratoriets förundersökningar vara utvärderade för att kunna beaktas platsundersökningsprogrammet. SKB förutsätter i sin tidsplan i FUD-95 att platsundersökningar kan starta vid årsskiftet 1996/97. Sammantaget bedömer SKB tidpunkten för start av platsundersökningar som tidskritisk för hela lokaliseringsprogrammet.

SKI ser stora svårigheter att hålla den tidsplan som SKB har satt upp. Många olika frågor av teknisk, samhälllig och politisk natur kan komma att medföra förseningar i slutförvarsprogrammet. Det är viktigt, säger SKI, att tidsplanen inte blir styrande utan att processen för stegvis utveckling och beslut om slutförvarssystemet baseras på kunskap. Detta innebär att förseningar i programmets genomförande under vissa omständigheter inte bara måste accepteras, utan kan komma att behövas för att nå det uppsatta målet; en säker slutförvaring som accepteras av berörda.

I avsnitt 2.4.4 återkommer vi till beslutsprocessen inför val av platser för platsundersökning.

2.1.2 Demonstrationsanläggning

SKB uttalade i FUD-92 att etappvis utbyggnad av förvaret med en inledande demonstrationsfas har betydande fördelar. När demonstrationsdeponeringen genomförts ska erfarenheterna utvärderas innan man beslutar om anläggningen ska byggas ut till att rymma allt avfall. SKB anger att det viktigaste skälet till att först bygga ett förvar för demonstrationsdeponering är möjliggörandet att - utan att behöva ta vad som ibland beskrivs och upplevs som definitiva beslut - demonstrera en rad olika frågor av teknisk, administrativ och politisk art. SKB framhåller dock att man inte kan demonstrera ett djupförvars långsiktiga säkerhet, men att en säkerhetsanalys baserad på platsspecifikt underlag kan genomföras. I FUD-95 talar SKB inte längre om demonstrationsdeponering utan om att byggandet av ett djupförvar avses ske i två steg. I ett första steg deponeras ca 800 ton använt kärnbränsle vilken kan vara genomförd tidigast om 20 år (d.v.s. 2015). Vid den därpå följande utvärderingen har

man möjlighet att beakta all den utveckling som ägt rum under de 20 åren, menar SKB. Man kan också om så önskas återta det redan deponerade avfallet för annan behandling.

SKI anser det vara en god handlingsstrategi att bygga ut djupförvaret i etapper. Deponeringen kommer att pågå under lång tid. Det är naturligt att SKB under denna tid fortsätter att utreda förvarets långsiktiga säkerhet, menar SKI och konstaterar att program för långsiktig övervakning och experiment utförda under lång tid kan ge ett viktigt bidrag till sådan ökad kunskap under deponeringsfasen. För att detta ska vara värdefullt, understryker SKI att det ska finnas reella möjligheter till återtagande (FUD-92).

Däremot är SKI kritiskt till beteckningen ”demonstrationsförvar”. Flera viktiga kapitalintensiva delar av systemet måste ändå byggas i full skala, oberoende av hur mycket avfall som ska deponeras. Ovanjordsdelar, tunnelnedfarter och övriga installationer blir relativt opåverkade av mängden använt bränsle som kommer att förvaras. SKI konstaterar också att en inkapslingsanläggning för aktiv drift överhuvudtaget inte kan byggas i demonstrationsskala (FUD-92).

2.2 Alternativbredd

2.2.1 Förutsättningar

I samband med granskningen av KBS-3 ärendet 1984 yttrade sig SKI över denna metod och gjorde då bedömningen att den kunde läggas till grund för ett praktiskt genomförande. Vidare ansåg SKI att KBS-3 gav tillfredsställande säkerhetsmarginaler i förhållande till, med dagens kunskaper, rimliga variationer i egenskaperna hos de barriärer som ska förhindra eller fördröja utläckage av radioaktiva ämnen.²

I de FoU-program och FUD-program som SKB presenterat sedan 1986 kan alternativredovisningen hänföras till tre områden; alternativa behandlingsmetoder, alternativa slutförvarsmetoder och principiella utformningar för djupförvaring, vilka redogörs för nedan. Inledningsvis redovisas den principiella diskussionen kring alternativ som kommit till uttryck i SKBs program och SKIs yttranden.

2.2.2 Principiell diskussion kring alternativredovisning

Kravet på alternativbredd i SKBs forsknings- och utvecklingsverksamhet aktualiserades först genom att kärntekniklagen ställde krav på att SKB vart tredje år, med början 1986, skulle ta fram ett allsidigt FoU-program. År 1991 infördes miljökonsekvensbeskrivningar (MKB) i naturresurslagen (NRL) och 1992 i kärntekniklagen (KTL). En central komponent i MKB är kravet på alternativredovisning både vad avser metod och lokalisering. Dessutom ska alltid ett sk nollalternativ - d.v.s. effekter av att den planerade åtgärden inte vidtas - ingå i MKB-redovisningen.

Kärntekniklagens krav på allsidighet tolkar SKB att omfatta dels olika tänkbara avfallsformer, dels olika metoder för att åstadkomma en acceptabel säkerhet vid hantering och slutförvaring

² Yttrande 1984-02-23, s 25.

(FoU-86). SKB framhåller att forskning och utveckling syftar till att utarbeta ett brett underlag för det slutliga valet av metod. Arbetet är principiellt inte knutet till någon viss metod, utan är generellt i syfte att studera relevanta frågor som har betydelse för många alternativ för slutförvaring i berg. Detta innebär, säger SKB, att flera andra metoder kommer att studeras och värderas. (FoU-89).

Av olika alternativ menar SKB att placering av det långlivade avfallet på stort djup (flera hundra meter eller mer) i kontinentala geologiska formationer är den princip som prioriteras av alla länder som bedriver omfattande FoU på avfallsområdet. SKB anser också att det är den enda principiella lösning som inom överskådlig tid bedöms som tillgänglig och genomförbar för svenskt vidkommande. SKB har därför inriktat sitt forskningsprogram mot slutmålet att slutförvaring av det använda kärnbränslet ska ske djupt ned i den svenska berggrunden (FoU-86).

Även om djup geologisk förvaring är allmänt accepterad bland internationell expertis som en bra metod som kan genomföras på ett säkert sätt och tillgodoser fundamentala etiska och miljömässiga krav, kan det enligt SKB finnas skäl att avdela vissa resurser åt uppföljning av alternativa metoder till huvudlinjen (FUD-95).

SKI konstaterar att kärntekniklagen och MKB ställer krav på allsidighet respektive alternativredovisning i SKBs FoU-program, vilket innebär att olika alternativa metoder ska följas upp och studeras samt vara utredda så långt att det slutgiltiga valet kan motiveras på ett hållbart sätt. För att på ett trovärdigt sätt avvisa ett alternativ krävs, enligt SKIs mening, att SKB kan visa antingen att alternativet är mindre lämpligt än det valda huvudalternativet eller att de resurser som behövs för att utreda lämpligheten hos ett alternativ är orimligt höga i förhållande till den förväntade nyttan. Samtidigt menar SKI att det av resursskäl inte är rimligt att under lång tid parallellt bedriva omfattande teknisk utveckling av alternativa metoder. Därför anser man att det är nödvändigt att programmet alltmer inriktas mot *en* metod och *en* systemutformning. En kunskapsmässig handlingsberedskap att ompröva valt huvudalternativ bör dock upprätthållas så långt rimligen är möjligt. Därför anser SKI att SKB bör fortsätta att bevaka internationell utveckling av alternativa metoder. I anslutning till SKIs kommentarer kring SKBs slutsatser från den s.k. PASS-studien, framhåller SKI att för ett hållbart metodval är det nödvändigt att rimligt omfattande insatser görs för att belysa och jämföra olika alternativ samt att tydligt dokumentera överväganden och beslut. När olika alternativ värderas ska befintligt kunskapsunderlag utnyttjas för förståelse och bedömningar. Samtidigt ska brister beträffande nödvändig kunskap kartläggas. Det är också nödvändigt att bedöma hur kunskap som saknas skulle kunna tas fram - om den går att ta fram - och med vilka insatser (FUD-92).

SKI betonar också att som grund för kommande ställningstaganden om det slutliga valet av systemlösning bör särskilt nollalternativet redovisas som referens till deponeringsalternativet (FUD-95).

SKI understryker att bindning till en viss metod inte bör ske förrän de säkerhets- och strålskyddsproblem som föreligger kan överblickas. En bindning till en viss metod föreligger, enligt SKIs mening, när beslut fattas om att bygga en inkapslingsanläggning samt när beslut fattas om att påbörja detaljundersökningar på en viss plats (FUD-92).

SKI bedömer i sitt yttrande över FUD-98 att slutförvaring i djupa geologiska formationer framstår som den mest ändamålsenliga metoden för slutligt omhändertagande av det använda

bränslet. Förvaring ovan jord under lång tid skulle innebära att ansvar lastas över på kommande generationer i en utsträckning som inte skulle vara etiskt försvarbar. SKI påpekar dock att ett tydligare ställningstagande till KBS-3 än vad som hittills gjorts kräver ytterligare underlag i form av en mer fullständig systemanalys med värdering av alternativa lösningar och en ny fördjupad säkerhetsanalys av ett KBS-3 förvar (SR-97).

SKI har inget i sak att invända mot SKBs val av strategi. Däremot behöver valet av strategi motiveras och redovisas bättre vad gäller logik och pedagogik, anser SKI. SKI efterlyser en mer systematisk jämförelse baserad på något mer fördjupade bedömningar av de olika alternativens för- och nackdelar.

Systemanalysen i FUD-98 har brister framför allt vad gäller resonemang för metodvalet, menar SKI. SKB behöver därför göra en komplettering av systemanalysen, som 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.

SKB behöver redovisa en fullständig systemanalys med en samlad bedömning av strålskydd och säkerhet för olika strategier och val av metoder inom strategierna. Det ska framgå tydligt och klart på vilka grunder valen gjorts. SKI bedömer dock kunskapsläget så att KBS-3 metoden bör kunna förverkligas som ett tekniskt projekt, menar SKI.

2.2.3 Alternativa behandlingsmetoder

När det gäller alternativa behandlingsmetoder pekar SKB på följande principiella alternativ; inkapsling för slutförvaring, upparbetning och återcyklning samt separation och transmutation. I det första fallet betraktas det använda bränslet som ett avfall utan ytterligare värde, medan vid upparbetning och separation återvinns de kvarvarande energiråvarorna för fortsatt utnyttjande som kärnbränsle. SKB konstaterar att i samtliga fall erhålls dock högaktiva och långlivade avfallsprodukter som måste tas om hand för slutförvaring. Enligt SKB är det dock gemensamt för upparbetning och transmutation att volymen långlivat avfall ökar genom sekundäravfall från processen. SKB anser att transmutation är tänkbart, men framhåller samtidigt att en sådan lösning kräver dels avancerad upparbetning, dels reaktorer med hög neutronflux. Om denna metod alls kan förverkligas kan detta endast ske inom ramen för ett långt mera utvecklat kärnenergi-program än vad som beslutats i Sverige (FUD-92).

För att bedöma utvecklingspotentialen för transmutation och separation anser SKB att vissa frågor är av särskilt intresse, t.ex. graden av separation av långlivade ämnen, tekniskt möjlig effektivitet för transmutation, materialproblem samt processernas tillförlitlighet och säkerhet. SKB planerar att följa vissa begränsade forskningsinsatser med denna inriktning vid svenska högskoleinstitutioner (FUD-92).

I sitt yttrande över FoU-86 framhåller SKI att även om inte upparbetning av använt kärnbränsle idag framstår som ett realistiskt alternativ är det inte självklart att samma bedömningar av detta alternativ kommer att göras vid den tidpunkt då ett slutförvar står färdigt. Även om SKB anger att man kommer att följa utvecklingen inom

upparbetningsområdet (speciellt aktinid-kemi och bränsleupplösning) uttrycker SKI tvivel om denna begränsade uppföljning är tillräcklig. Eventuellt bör KBS-1 kompletteras, anser SKI.

Vid granskningen av FUD-92 påpekar SKI att - även om transmutation inte inom flera tiotals år kan betraktas som ett realistiskt alternativ och någon form av slutförvar för långlivat avfall kommer att behövas under alla omständigheter - så bör SKB ändå parallellt studera alternativa möjligheter, t.ex. upparbetning, separation och transmutation. I yttrandet över FUD-95 gör SKI bedömningen att transmutation f.n. inte framstår som ett realistiskt alternativ för svensk del. Stora insatser i form av tid och pengar krävs för att metoden ska kunna utvecklas. Även om man lyckas kommer icke försumbara mängder med långlivade radionuklider att kvarstå och det kan, enligt SKI, ifrågasättas om den reduktion av mängderna som kan uppnås uppväger den ökade komplexiteten i processen som bl a förutsätter upparbetning. SKI anser att SKB bör följa arbetet inom området, men att KBS-3 metoden bör vara huvudalternativ för det fortsatta arbetet.

När det gäller transmutation har SKI i sitt yttrande över FUD-98 uppfattningen att denna strategi kan avföras från SKBs program som ett realistiskt alternativ till ett slutförvar. Transmutation är som metod förknippad med stora tekniska och ekonomiska osäkerheter som sannolikt kräver decennier av teknisk utveckling att överbrygga, menar SKI. Det skulle också innebära att ansvar förs över till kommande generationer. Vidare blir anläggningarna sannolikt så stora och komplicerade att Sverige inte ensamt kan utveckla, bygga och driva dem. SKI framhåller också att någon form av slutförvar ändå kommer att behövas för långlivat avfall.

2.2.4 Alternativa slutförvarsmetoder

SKB anger de principiella slutförvaringsmetoder som diskuterats internationellt:

- slutförvaring i djupa geologiska formationer,
- slutförvaring under havsbotten i djuphavssediment,
- slutförvaring i eller under större landis,
- utskjutning i rymden,
- övervakad lagring under obestämd lång tid.

Dessa metoder är, enligt SKB, i princip oberoende av om bränslet upparbetats eller om det deponeras obearbetat. Slutförvaring under havsbotten och förvaring i eller under landis samt utskjutning i rymden bedömer SKB av olika skäl som icke aktuella alternativ för svenskt vidkommande. När det gäller övervakad lagring skiljer sig denna metod principiellt inte från mellanlagring och kan, enligt SKB, antingen ske genom våtlagring eller torrlagring (luftkylning). Någon teknisk tidsgräns för hur länge man kan fortsätta sådan lagring har enligt SKB inte påvisats. Om anläggningarna hålls i skick är det troligt att lagringen kan ske på detta sätt i hundratals år, säger SKB. Övervakad lagring kan också ske som inledning av geologisk djupförvaring (FUD-92). SKB ser också övervakad lagring (förlängd lagring i CLAB) som ett "naturligt" nollalternativ, vilket krävs enligt MKB. En kompletterande säkerhetsanalys planeras för detta alternativ. Preliminärt bedömer SKB att lagring i 100 år eller mer är tekniskt möjligt. SKB konstaterar att torrlagring kräver mindre underhåll och tillsyn än våtlagring och kan därför övervägas som ett andrahands "nollalternativ". Även för detta fall kan kompletterande säkerhetsanalys behöva genomföras, anser SKB (FUD-95).

SKI anser att SKB närmare bör redovisa hur förlängd våtlagring och/eller torrlagring (nollalternativ) kan tänkas ske i syfte att ge en helhetsbild av risker och möjligheter jämfört med deponeringsalternativet (FUD-92).

2.2.5 Principiella utformningar för djupförvaring

I FoU-89 redovisar SKB studier av två principiellt olika slutförvarsalternativ, nämligen WP-Cave och djupa borrhål. Båda koncepten bedöms kunna ge acceptabel säkerhet. På grund av bl a höga temperaturer samt den långtidsstabilitet som måste upprätthållas i grundvattnets strömningsvägar vid ett förvar av typ WP-Cave, bedömer SKB att metoden skulle komma att kräva omfattande insatser när det gäller modellering och konsekvensanalys.

SKB konstaterar att man inte ämnar fortsätta vidare studier av WP-Cave som ett sammanhållet system p.g.a. större oklarhet för möjligheterna att skapa acceptabel säkerhet samt högre kostnader jämfört med KBS-3. Däremot avser man att studera ett antal i WP-Cave ingående barriärer; betydelsen av järn som kapselmaterial och betydelsen av preferentiella strömningsvägar (oavsett om de skapats avsiktligt som i en hydraulisk bur eller oavsiktligt genom spänningsomlagring i berget).

SKI har inget att erinra mot SKBs avsikt att inte vidare studera WP-Cave som ett sammanhållet system, men saknar ett systematiskt program för hur SKB tänker bedriva studierna kring betydelsen av järn som kapselmaterial och betydelsen av preferentiella strömningsvägar.

När det gäller djupa borrhål säger SKB i FoU-89 att det inte finns underlag som tillåter en klar jämförande värdering av djuphålskonceptet som alternativ, och att studierna kommer att fortsätta. I FUD-92 refererar SKB till PASS-rapporten och drar slutsatsen att djupa borrhål innebär en större osäkerhet på en rad punkter, inte minst över långa tider och alternativet kommer därför inte att studeras vidare som ett sammanhållet system. Däremot anser SKB att vissa geovetenskapliga frågor som rör förhållanden på stora djup bör studeras vidare.

SKI uttalar kritisk mot att SKB med angivande av bristande kunskapsunderlag väljer bort ett alternativ som djupa borrhål. SKB bör, enligt SKI, fortsätta med vissa insatser för detta alternativ. Syftet med dessa insatser är främst att värdera möjligheterna till att fylla viktiga kunskapsluckor. Först därefter blir det möjligt, menar SKI, att fullt ut bedöma om alternativet ska avföras från mer omfattande studier (FUD-92).

I PASS-studien ingick förutom djupa borrhål också alternativen långa tunnlar och medellånga tunnlar. Dessa alternativ har jämförts med KBS-3 som utgjort referensalternativ. För varje förvarssystem har även alternativa kapselutformningar när det gäller material och storlek övervägts.

SKB aviserade i FoU-89 att man för den kommande FoU-verksamheten ämnade utföra principstudier av långa deponeringstunnlar under Östersjön, och ev. knyta dessa studier till den informationsbas som kommer att erhållas vid Äspö. SKI påpekade de problem med platskaraktärisering som detta alternativ medför och att SKB noga bör analysera möjligheterna att karakterisera den omgivande bergmassan till planerade tunnlar. Regeringen bedömde dock i

sitt beslut över FoU-89 att alternativet med långa tunnlar under Östersjöns botten var mindre lämpligt för ett slutförvar.³

En fråga som kommit att uppmärksammas alltmer under senare år är möjligheten till återtagande av kärnbränsle från ett djupförvar. SKI menar i sitt yttrande över FUD-98 att metoder för återtag bör utvecklas och demonstreras i full skala senast innan beslut tas om påbörjande av detaljundersökning, och SKI ser därför med intresse fram, mot resultatet av det planerade återtagningsförsöket i Äspölaboratoriet. SKI anser att slutförvaret måste utformas så att övervakning inte är nödvändig efter förslutning. Om övervakning ändå sker, av politiska eller andra skäl, måste detta göras så att man inte skadar slutförvarets barriärer, påpekar SKI.

2.2.6 Huvudalternativ (PASS-rapporten)

I FUD-92 refererar SKB till PASS-rapporten. I denna studie har ett antal principiellt olika utformningar av ett slutförvar (djupa borrhål, långa tunnlar och medellånga tunnlar) jämförts med KBS-3 och utvärderats utifrån kriterierna teknik, långsiktig säkerhet och kostnader. Djupa borrhål (se ovan) och långa tunnlar bedöms som mindre fördelaktiga. Jämförelsen mellan KBS-3 och medellånga tunnlar har dock inte givit lika klart utfall, enligt SKB. Tekniskt bedömer man att medellånga tunnlar är något mer besvärligt med avseende på driftverksamheten (inplacering av kapslarna i förvaret) men har å andra sidan förutsättningar för lägre kostnad. Vad avser långsiktig säkerhet är alternativen likvärdiga, menar SKB. SKB drar i FUD-92 slutsatsen att det fortsatta arbetet för utformningen av ett djupförvar bör inriktas på *ett* alternativ för att uppnå nödvändig koncentration och målinriktning i utvecklings- och projekteringsarbetet.

KBS-3 behålls som huvudalternativ för det fortsatta arbetet. Vid anpassningen till de lokala förhållandena på vald plats kan denna utformning ytterligare optimeras, varvid tekniskt näraliggande varianter av utformningen kan övervägas, säger SKB. Den tidigare referenskapseln - blyfylld kopparkapsel - ersätts av en kompositkapsel som består av en kopparklädd stålkapsel. Kompositkapseln bedömdes inom ramen för PASS-studien som fördelaktigare avseende mekanisk integritet samt att den kalla inkapslingen ger en enklare processteknik. SKB anser att visst fortsatt arbete på ett reservalternativ för kapselutformning är befogat och ämnar därför vidare studera det tidigare referensalternativet (blyfylld kopparkapsel). Övriga kapselalternativ i PASS-rapporten studeras ej ytterligare. I FUD-95 anger också SKB att inga studier av den blyfyllda kapseln planeras. I den händelse resultatet från utvecklingsarbetet de närmaste åren visar att kapseln med inre stålbehållare inte uppfyller uppställda krav, så kan arbetet med den blyfyllda kapseln återupptas.

Förutom kapselmateriel undersöktes även kapselstorlek för KBS-3, djupa borrhål, långa tunnlar och medellånga tunnlar. Slutsatsen från PASS-studien är, enligt SKB, att man förordar kapslar med plats för 12 BWR-element, eller likvärdig termisk belastning.

SKI kan godta att de fortsatta FUD-insatserna huvudsakligen inriktas mot en metod av KBS-3 typ och finner det rimligt att denna utformning utgör huvudalternativ och referenssystem. Såvitt SKI kan överblicka, bl a utifrån sitt deltagande i internationellt samarbete, finns ingen metod som förefaller väsentligt bättre ur säkerhetssynpunkt och som kan förverkligas i Sverige

³ Regeringsbeslut 1990-12-20

utan att avsevärt utsträcka tidsramen i förhållande till SKBs planer. Enligt SKI bör ett KBS-3 liknande förvar också kunna utformas så att det kan erbjuda en rimlig avvägning mellan övergivbarhet, återtagbarhet och oåtkomlighet för det klyvbara materialet. SKI gör också bedömningen att extremt höga krav med hänsyn till safeguardaspekter knappast är rimliga med tanke på de alternativa vägar som alltid står till buds att få fram klyvbart material (FUD-92).

När det gäller PASS-rapporten konstaterar dock SKI att den inte har varit föremål för någon särskild och ingående remissgranskning av myndigheter och oberoende experter. Enligt SKI har kritik riktats mot rapporten, bl a på grund av att den grupp som i rapporten bedömt de olika alternativa metoderna haft påtaglig anknytning till arbetet med systemlösningar av KBS-3 typ och att underlaget för de alternativa metodernas egenskaper inte varit tillräckligt genomarbetat. I FUD-92 redovisar SKB dessutom endast slutsatserna av PASS-rapporten, inte resultaten av analyserna och inte heller de överväganden som gjorts.

SKI understryker också att alternativa metoder att ta hand om det använda kärnbränslet nogga bör prövas och att SKB bör fortsätta att bevaka internationell utveckling av alternativa metoder och komplettera analyserna i PASS-rapporten. Bl a saknar SKI jämförande redovisning av återtagbarhet hos de olika alternativen (FUD-92). SKI anser också att SKB bör överväga ett nytt reservalternativ till den blyfyllda kopparkapseln, p.g.a. förmodade problem med att tillverka önskad tjocklek (100 mm koppar) på kapseln i fråga (FUD-95).

SKI konstaterar också att SKBs generella kunskaper om bergmassan på djup under 500 m är mycket bristfälliga, vilket man anser vara en allvarlig begränsning. SKB redovisar i FUD-95 att de fördelar som uppnås med en djupare förläggning av förvaret (>500 m) inte uppväger växande svårigheter i form av bl a ökade bergspänningar och ökad temperaturgradient. SKI menar att frågan behöver utredas vidare t.ex. på vilket sätt ökad temperatur är ett problem, vad följderna blir av högre bergspänningar och högre vattentryck, vad försämrad buffertverkan innebär för säkerheten till följd av ökande salthalt i grundvattnet och större svårigheter med geologisk och hydraulisk karakterisering av berggrunden (FUD-95).

De element i SKBs huvudalternativ som SKI funnit vara av särskilt intresse är det borrade deponeringshålet samt den kapselstorlek som ingår i KBS-3. SKI betonar dock att ställningstagandet för KBS-3 som ett huvudalternativ inte innebär att man accepterar att detaljutformningen läses för tidigt utan en väl genomarbetad och samlad överblick över de relevanta säkerhets- och strålskyddsfrågorna (FUD-92).

Inför valet av hur ett kommande slutförvar ska byggas (olika utsprängningsmetoder resp. fullortsborrning) bör SKB ordentligt utreda för- och nackdelar med fullortsborrning. Berglaboratoriet bör i detta fall kunna utnyttjas för en systematisk studie av utsprängningseffekter resp. fullortsborrning och dess påverkan på egenskaper av intresse att studera i ett slutförvar, enligt SKI (FoU-89).

2.3 Lokalisering

I och med FoU-89 blir platsvalsprocessen föremål för mer omfattande diskussion, bl a mot bakgrund av de förslag som en ”platsvalsgrupp” under ledning av SKN lämnade i sitt yttrande

över FoU-86⁴. Platsvalsgruppen föreslog en procedur för ett successivt urval av möjliga platser för ett slutförvar genom en geologiskt baserad sållningsprocess i tre skeden; provskedet, urvalsskedet och tillståndsskedet. SKB anser att man inte anser det lämpligt att i alla delar följa den föreslagna sållningsprocessen eftersom det i onödan kan leda till besvärliga och utdragna politiska debatter i många kommuner genom att ett relativt stort antal kommuner skulle behöva reservera mark i de områden som sållats fram.

SKB anser att det finns många platser i Sverige som från geologisk synpunkt är lämpliga för lokalisering av ett slutförvar. Enligt SKB är det tveksamt om man med rimliga insatser kan peka ut den i alla avseenden lämpligaste platsen för ett slutförvar, vilket SKB inte heller anser vara nödvändigt. Det är tillräckligt att finna en plats som har sådana egenskaper hos berget och förhållanden i övrigt, att högt ställda krav på säkerhet och strålskydd kan tillgodoses. SKI har inga invändningar mot detta resonemang, men anser att SKBs platsundersökningsprogram brister, särskilt i den regionala skalan. SKI framhåller att speciell uppmärksamhet måste riktas mot att identifiera flacka sprickzoner även på stora djup.

SKI anser att lokaliseringen bör ske inom ramen för en successiv eliminationsprocess, men att en sådan inte är möjlig att driva så långt att den leder fram till en enda "bästa" plats. SKI konstaterar att en plats lämplighet inte slutligt kan avgöras utan omfattande undersökningar. Lokaliseringsprocessen bör dock kunna leda fram till att man kan finna en lämplig plats, enligt SKI. En förutsättning är därvid att SKB kan göra det troligt att man med rimliga insatser inte kan finna en plats som är väsentligt lämpligare ur säkerhetssynpunkt.

När det gäller steget att gå till platsundersökningar⁵ uttalar SKI kritik mot SKBs planer. SKB hänvisar i FUD-92 till den utförda säkerhetsanalysen, SKB-91, där man drar slutsatsen att det i de flesta delar av landet finns goda möjligheter att finna geologiska förutsättningar för ett djupförvar, och att lämpliga resp. mindre lämpliga områden inte kan hänföras till någon viss del av landet eller någon speciell miljö. SKI menar att det inte är möjligt att hävda detta, utan att det tvärtom är troligt att vissa platser har klart olämpliga egenskaper med t.ex. dålig byggbarhet, hög grundvattenomsättning etc. SKB har inte heller angett de kriterier man använt för sin bedömning.

SKI menar vidare att det saknas en tillräckligt väl utvecklad redovisning av vilka mätbara egenskaper i bergmassan som ger den eftersträvade stabiliteten. Det bör enligt SKI vara möjligt att ange viktiga säkerhetsfaktorer långt mer detaljerat och kvantitativt än vad SKB gjort. De ur säkerhetssynpunkt platsspecifika skillnader som SKB redovisar för undersökta områden behöver inte heller ovillkorligen vara reella, utan skulle i stället kunna bero på brister i platskaraktäriseringen, menar SKI.

Flera viktiga egenskaper i berggrunden kan förmodligen inte bestämmas utan omfattande undersökningar, enligt SKI. Detta innebär att SKB måste grunda sin lokalisering på ett delvis ofullständigt beslutsunderlag. Därför måste SKB ha flexibilitet i utvärderingen av olika platser. Kommande platsundersökningar och detaljundersökning av en viss plats kan resultera i att platsen måste överges. Eftersom omfattande undersökningar av en plats samtidigt innebär en ökad bindning till denna är det viktigt att SKB så tidigt som möjligt undviker platser med dålig prognos att ge säker slutförvaring.

⁴ SKN Rapport, 1997-06-01

⁵ I FUD-92 redovisningen kallas platsundersökning för förundersökning

När det gäller geovetenskapliga faktorer som SKB anger, instämmer SKI i att prognosticerbarhet är en viktig lokaliseringsfaktor, men betonar samtidigt att kvaliteten i de hittills utförda geologiska/hydrogeologiska undersökningarna är en viktig komponent. De delar av landet som är bristfälligt geologiskt karakteriserade borde vara mindre attraktiva ur lokaliseringssynpunkt eftersom SKB där skulle tvingas till omfattande regional geologisk karakterisering för att kunna framställa en trovärdig geologisk strukturmodell av berget i förvarsskala. SKI framhåller också att den regionala förståelsen är viktig genom att grundvattenflöde på förvarsdjup i hög grad torde vara styrd av regionala förhållanden. Vad gäller hydrologins betydelse för lokalisering hänvisas läsaren också till avsnitt 5 (rubriken grundvattenrörelser i berg).

SKB redovisar även ett antal samhälleliga faktorer för val av platsundersökningsorter. SKI ställer sig tveksam till ”lokal opinion” som lokaliseringsfaktor eftersom opinioner förändras över tid. Å andra sidan anser SKI att den av SKB valda frivillighetsvägen är väl vald. En förutsättning för att en positivt inställd opinion skapas och bibehålls är, enligt SKI, att lokaliseringen i sig är välmotiverad. SKI inser att samhälleliga, politiska och opinionsmässiga förutsättningar är av stor betydelse för lokaliseringen. Ett viktigt instrument för att hantera dessa frågor är MKB-förfarandet, anser SKI. En rätt utformad process borde inte bara innebära att olika legala krav och planfrågor hanteras på ett riktigt sätt, utan borde framförallt vara ett verktyg för att se till att den berörda kommunen och andra aktörer får berättigat inflytande, säger man vidare.

I den kompletterande FUD-92 redovisningen skiljer SKB mellan *grundläggande säkerhetskrav* och *lokaliseringsfaktorer* (förhållanden) som vid olika etapper under lokaliseringsarbetet verkar gynnsamma, ogynnsamma eller direkt diskvalificerande.

SKI anser att de *säkerhetskrav* som SKB anger utgör en konstruktiv utgångspunkt för det fortsatta lokaliseringsarbetet. SKI betonar dock att kraven fortlöpande behöver preciseras och kvantifieras. Denna precisering gäller såväl kraven på bergets kemiska, mekaniska och hydrologiska egenskaper som avstånd till mineraliseringar och andra naturresurser som kan bli föremål för exploatering. I än högre grad bör arbetet med att relatera de grundläggande säkerhetskraven till mätbara platsegenskaper drivas vidare och fortlöpande redovisas. En fördjupad analys av kopplingen mellan mätbara platsegenskaper och säkerhetskrav bör, bli a ske i samband med utvecklingen av ett program för platsundersökningar. Denna analys bör föreligga senast då ett program för platsundersökning redovisas. Programmet för platsundersökningar behöver tas fram och diskuteras med SKI innan någon plats valts.

Även de *lokaliseringsfaktorer* - som inte direkt berör förvarets långsiktiga säkerhet - som SKB anger för det inledande lokaliseringsarbetet, bedömer SKI vara en god utgångspunkt. Man anser dock att även dessa behöver preciseras ytterligare, vilket kan ske i samband med att översiktsstudierna presenteras.

Någon precisering och kvantifiering av lokaliseringsfaktorer och kriterier redovisas emellertid inte av SKB i FUD-95. SKI framhåller att SKB bör ge högsta prioritet åt det planerade platsundersökningsprogrammet där man avser att redogöra för hur väsentlig information om platsvalskriterier kan erhållas. SKI betonar att SKB bör visa vilka viktiga säkerhetsmässiga egenskaper som faktiskt kan mätas och hur de avses att mätas. De valda platsvalskriterierna ska också ge en uppfattning om en viss plats uppfyller de grundläggande säkerhetskrav som

härletts från säkerhetsanalyser. SKB bör också redovisa vilka egenskaper som kan beläggas i olika skeden av platsundersökningsprogrammet och hur den kunskapen ska användas.

SKI accepterar SKBs bedömning att stora delar av landet inte direkt kan uteslutas som lämpliga för fortsatt lokaliseringsarbete, men saknar en konsekvent sammanställning av bakgrundsinformation för SKBs bedömning, vilket SKI förutsatte skulle komma att ingå i översiktsstudien. När denna presenterade av SKB i oktober 1995, kritiserades den dock på en rad punkter av SKI. Bl a ansåg SKI att det saknades både en rangordning av områden med avseende på gynnsamma resp. ogynnsamma faktorer samt diskussion och motivering för urvalet av faktorer som redovisats i studien. SKI menar också att SKBs slutsats av översiktsstudien - att det inte finns några viktiga faktorer i nationell skala som begränsar platsvalet - kan ifrågasätta SKBs urval av faktorer och skalan för presentationen. SKI anser att det krävs ytterligare en detaljeringsnivå i översiktsstudien.

Vidare anser SKI att SKB även borde ha redovisat t.ex. fördelning av in- resp. utströmningsområden, konsekvenser av kustnära resp. inlandsförläggning av förvaret samt för- och nackdelar med lokalisering i södra resp. norra Sverige. Dessutom, anser SKI, skulle en mer sammanhållen diskussion om frågor som kan ha betydelse ur ett säkerhetsanalytiskt perspektiv ha fokuserat studien på viktiga frågor av betydelse i beslutsprocessen. SKI avser att ta upp en diskussion med SKB hur översiktsstudien kan kompletteras för att få det innehåll och den funktion i SKBs lokaliseringsprogram som är önskvärd.

SKI anser att SKBs intention, som kom till uttryck i FUD-92 kompletteringen, att välja en första plats för platsundersökningar innan samtliga förstudier har genomförts försvårar en systematisk och tydlig urvalsprocess. Man rekommenderar att SKB väntar med att välja platser för platsundersökningarna tills samtliga förstudier har genomförts. Om SKB trots allt väljer att börja med en platsundersökning innan samtliga förstudier har avslutats kan det enligt SKIs bedömning bli nödvändigt med fler än två platsundersökningar för att uppnå ett tillräckligt beslutsunderlag inför detaljundersökningen. Detta påpekande från SKI kommenteras dock inte av SKB i FUD-95.

FUD-98

Det kompletterande underlaget som SKB behöver lämna in inför beslut om att inleda platsundersökningar skall enligt SKI omfatta en tydlig redovisning av mätprogram för platsundersökningarna bl.a. baserad på insikter från säkerhetsanalysen. Det är också nödvändigt att SKB utifrån en aktuell säkerhetsanalys stämmer av och tydligt redovisar de minimikrav och diskriminerande faktorer om avgör om en plats kan bedömas som lämpligt för ett slutförvar. Det kompletterande underlaget skall vidare omfatta en samlad utvärdering av slutförda förstudier och övrigt platsvalsunderlag, samt SKBs planering för hur samråd ska ske i olika faser av lokaliseringen. SKI anser att SKB behöver klarlägga tydligare vilka säkerhetsrelaterade faktorer som kan bestämmas i samband med en ytbaserad platsundersökning respektive en detaljundersökning från tunnlar och schakt.

SKI menar i likhet med flera av remissinstanserna till FUD-98 att myndigheterna bör granska SKBs samlade underlag inför val av områden för platsundersökningar och att granskningen bör följas upp av regeringsbeslut.

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.

SKI ser det som rimligt att SKB i det samlade underlaget inkluderar val av områden för platsundersökningar med motiveringar. Det slutliga valet av områden bör dock inte göras av SKB innan myndigheter och regering tagit ställning till SKBs redovisning. SKI menar att SKI behöver genomföra fältkontroller av viktig geovetenskaplig information för att minska risken för att ett tidigt beslut baserat på bristfälligt underlag får för stor genomslagskraft i platsvalsprocessen. SKB bör också bättre än hittills utreda vilken betydelse biosfärsförhållanden och in- och utströmningsområden kan ha som platsvalskriterier.

Det är enligt SKI bra att platsundersökningarna sker i delsteg med upprepade funktions- och säkerhetsanalyser, vilket ger möjlighet att avbryta platsundersökningen om platsen inte längre bedöms lämplig. Enligt SKI återstår det för SKB att visa att man har relevanta metoder för att platsspecifikt bestämma vissa av de kritiska parametrarna i säkerhetsanalysen. Det 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 förändringar i grundvattnets kemi. SKI menar att det också fortfarande de finns utvecklingsbehov för att detektera flacka sprickzoner och program för grundvattenkemisk provtagning. SKI efterlyser också en redovisning av vilka insatser som planeras i regional skala i samband med en platsundersökning.

SKI konstaterar att SKBs rapport om lokalisering till norra respektive södra Sverige och skillnader mellan kust- och inlandslokalisering inte leder till några entydiga slutsatser. SKI anser dock att exempelvis regional modellering av grundvattenflöde med hänsyn till in- och utströmningsområden bör möjliggöra mer entydiga slutsatser.

SKI instämmer i att lokalisering av inkapslingsanläggningen till CLAB medför många fördelar. SKI anser dock att en systematisk analys av för- och nackdelar med olika lokaliseringalternativ bör göras. SKI anser att långa landsvägstransporter av fyllda bränslekapslar är ett mindre realistiskt alternativ. SKI menar vidare, i likhet med Boverket, att SKB bör utreda och överväga alternativet att anlägga en ny järnväg om slutförvaret förläggs inne i landet och järnväg saknas på orten.

Enligt SKIs mening bör bestämmelserna tolkas så att utökat samråd om MKB bör inledas i samband med att SKB påbörjar platsundersökningar eftersom syftet med dessa är att förbereda en lokaliseringsansökan för en av de aktuella kommunerna.

I avsnitt 2.4.4 återkommer vi till beslutsprocessen inför val av platser för platsundersökning.

2.4 Besluts- och MKB-process för platsval och lokalisering

2.4.1 Allmänt

SKBs lokaliseringsplaner från FoU-89 modifieras i FUD-92. I detta program beskriver SKB den stegvisa lokaliseringsprocess med förstudier, platsundersökningar och detaljundersökning som alltjämt gäller. En annan fråga som aktualiserades med FUD-92 och kom att kopplas till lokaliseringsprocessen var MKB. Krav på MKB hade införts i naturresurslagen,

miljöskyddslagen och vattenlagen 1991. Från 1992 fick SKI och SSI rätt att föreskriva om MKB enligt kärntekniklagen resp. strålskyddslagen. I FUD-95 framhåller SKB dock att det framför allt är i den process genom vilken konsekvensbeskrivningen växer fram som en meningsfull MKB utvecklas. Man menar vidare att det skulle strida mot MKB-lagstiftningens intention om med tillämpning av olika lagar myndigheterna kom att ställa olika krav på MKBn.

SKB konstaterar att lagstiftningen saknar närmare riktlinjer för hur MKB-processen ska utformas, vilket betyder att parterna har stor frihet att själva gemensamt utforma processen. Därför, säger SKB, har man inte på egen hand utarbetat någon detaljerad beskrivning för hur MKB-processen bör utformas. Beträffande MKB-förfarandet anger SKB att man har värdefulla erfarenheter från tiden för byggandet av kärnkraftverk när det gäller kontakter med myndigheter, kommuner och närboende. Tidpunkten för MKB-förfarandets inledande är, enligt SKB, när lokaliseringsarbetet övergår från förstudier till platsundersökningar. Genom att det då finns en angiven plats kan närboende, markägare och konkurrerande markanvändningsintressen identifieras och ges insyn och inflytande i processen, säger SKB. Den modell och erfarenheter som finns från MKB-arbetet för inkapslingsanläggningen i Oskarshamns kommun kan, enligt SKB, tjäna som ett viktigt underlag för diskussionen om hur MKB-processen för djupförvaret bör utformas.

När det gäller innehållet i en MKB säger SKB att detta har en bredare karaktär än en traditionell säkerhetsanalys, som därmed snarast kan ses som en del (viktigt del) av underlaget för en MKB. SKB konstaterar också att en MKB ska innehålla en motiverad redovisning av alternativa lokaliseringar och utformningar samt uppgifter om konsekvenserna av att den sökta åtgärden inte vidtas, nollalternativet, vilket innebär fortsatt lagring i CLAB.

Enligt SKI handlar ett MKB-förfarande inte främst om information utan syftar till dialog mellan de parter som är berörs av lokaliseringsfrågan. Viktiga komponenter i MKB-förfarandet är dels diskussioner mellan parterna om vad som ska ingå i en MKB, dels återkommande analyser av de frågor som bedömts behöva utredas. Ur säkerhetssynpunkt måste MKB-förfarandet utformas så att det beslutsunderlag som tas fram blir ett stöd för att välja ett säkert slutförvar, framhåller SKI. MKB-dokumentet ska inte ses som ett dokument för allmän information, utan ska utgöra den huvudhandling som väger samman olika konsekvenser och aspekter. MKB-dokumentet ska vara vetenskapligt kontrollerbart samt innehålla referenser till allt underlag. Dokumentets huvudhandling måste samtidigt kunna förstås av allmänheten.

SKI anser det självklart att de säkerhetsanalyser som utförts utgör tyngdpunkten i dokumentet och hänvisar till de riktlinjer för MKB som finns i Kanada⁶, vilka fokuserar på säkerhetsanalys och långsiktig säkerhet. SKI kommer att eftersträva samordning mellan de krav som kan komma att ställas på en MKB enligt olika lagar⁷. SKI betonar att MKB-dokumentet måste redovisa alternativ. Frånsett de formella kraven är detta viktigt genom att en sådan redovisning leder fram till bättre lösningar och bättre förståelse för varför ett visst val har gjorts. I fråga om lokalisering gäller t.ex. att viss alternativbredd är nödvändig i början. Om någon av de undersökta platserna bedöms vara mindre lämplig kan den platsen överges utan prestigeförlust, anser SKI. Seriös alternativredovisning är också, enligt SKIs syn, i hög grad kopplad till trovärdighet. Även om SKB bygger sin lokaliseringsstrategi på frivillighet kan sena bakslag

⁶ FEARO, 1992

⁷ Naturresurslagen, kärntekniklagen och strålskyddslagen. Från 1999-01-01 träder miljöbalken ikraft vilket innebär enhetliga krav på MKB.

inte uteslutas, menar SKI, och anser det också troligt att kvaliteten på SKBs MKB kommer att påverka berörd kommuns inställning till vetofrågan.

2.4.2 Etappindelning av processen

SKBs gör en etappindelning av processen fram till beslut om inkapslingsanläggning och djupförvar. Parallellt med översiktsstudier, förstudier och platsundersökningar för djupförvaret projekteras inkapslingsanläggningen. Ansökan om tillstånd för och bygge av inkapslingsanläggningen ligger i tid före ansökan om detaljundersökning och bygge av ett djupförvar för den inledande driften. Efter den inledande driften utvärderas erfarenheterna och återtag eller utbyggnad för reguljär drift sker för bägge anläggningarna. För inkapslingsanläggningen återstår rivning och deponering av rivningsmassor, för djupförvaret förslutning.

SKI noterar i detta sammanhang att Oskarshamns kommun krävt att en ansökan om detaljundersökning ska vara inlämnad innan kommunen tar ställning till ansökan om inkapslingsanläggningen. Detta innebär enligt SKI - om den kommunala vetorätten ska respekteras - att frågan om tillstånd att lokalisera och bygga inkapslingsanläggningen inte kan prövas förrän platsundersökningarna är genomförda.

2.4.3 Inkapslingsanläggningen

SKB utgår i sina redovisningar från att inkapslingsanläggningen kommer att vara den anläggning som prövas först i slutförvarssystemet. Huvudinriktningen är att anläggningen byggs i anslutning till CLAB. En viktig fråga för MKB-arbetet är kopplingen mellan inkapslingsanläggningen och djupförvaret, bl a bör samlokalisering av anläggningarna belysas, säger SKB.

SKI konstaterar att den prövning enligt naturresurslagen som ska ske för kärntekniska anläggningar ställer krav på en allsidig MKB. Enligt SKI krävs en systemprövning i samband med prövningen av den *första anläggningen i systemet*, vilket förutsätter en heltäckande och ingående säkerhetsanalys. För inkapslingsanläggningen anser SKI att följande krav på redovisning bör gälla; säkerhetsredovisning för anläggningen, beskrivning av kapslar, säkerhetsredovisning för djupförvar, redovisning av transportsystem samt slutligen en systemredovisning av hela systemet.

2.4.4 Platsvalsprocessen för djupförvar

SKI kommenterar särskilt steget att gå till platsundersökningar. Man konstaterar att berörda kommuner förutsätter ett väl underbyggt beslutsunderlag för att ta ställning till platsundersökningar. En fullständig och ingående säkerhetsanalys behövs för att SKI ska kunna bedöma om metoderna att genomföra och utvärdera platsundersökningarna är väl förankrade.

Denna ska baseras på data från en verklig plats (referensplats). SKI anser vidare att SKB i säkerhetsanalysen ska precisera de generella platsvalsfaktorer som presenterades i FUD-92 kompletteringen och härleda vilka parametrar som behöver ingå i en platsundersökning samt

redovisa ett platsundersökningsprogram med relevanta metoder för att mäta dessa parametrar. SKI föreslår därför att regeringen fastställer krav på förnyad säkerhetsanalys som ett villkor för att få påbörja platsundersökningar. I andra hand kan detta redovisas i FUD-98.

När det gäller prövning om tillstånd för detaljundersökning, bygge och drift av djupförvaret konstaterar SKI att det beslutsunderlag som krävs för prövning enligt naturresurslagen⁸, kärntekniklagen och andra lagar kan samordnas i MKB-processen. I ansökan enligt naturresurslagen⁹ om att få lokalisera ett djupförvar måste en samlad redovisning av *hela* förvarssystemet ges. Kravet på alternativa lokaliseringar medför enligt SKI att SKB måste göra likvärdiga geovetenskapliga platsundersökningar på två platser. Vidare framför SKI att det kommer att krävas fullständiga säkerhetsanalyser för de båda platserna för att man ska kunna motivera valet av platsen för detaljundersökning.

Den samlade bedömningen för djupförvarsanläggningen bör redovisas i en separat systemrapport som belyser säkerhets- och strålskyddsfrågorna för de olika delarna i förvarssystemet. Systemrapporten ska bygga på detaljerade säkerhetsredovisningar för inkapslingsanläggningen, jämförelse mellan platserna, djupförvarets långsiktiga säkerhet, transportsystem, förvaret för långlivat medelaktivt avfall, strålskyddsfrågor, alternativ, säkerhet under drift, kontroll av klyvbara material mm. Krav på redovisning för prövningen enligt kärntekniklagen av ansökan om detaljundersökning ska enligt SKI omfatta en detaljerad säkerhets- och strålskyddsutvärdering för byggnad och drift av förvarets första etapp.

FUD-98

Frågor om beslutsprocessen, särskilt inför val av platser för platsundersökningar, spelade en betydligt mer framträdande roll i FUD-program 98 än tidigare.

Som villkor för att påbörja platsundersökning föreslår SKI i sitt yttrande över FUD-98 att SKB skall ha redovisat kompletterande underlag (här kallat FUD-K) och att regeringen skall ha godkänt detta. Underlaget skall enligt SKI bestå av:

- En komplettering av analysen av alternativa systemlösningar, inklusive nollalternativet, med syfte att tydliggöra att väsentligt bättre metod än KBS-3 inte rimligen står till buds.
- En ingående säkerhetsanalys av KBS-3 metoden.
- En tydlig redovisning av mätprogram för platsundersökningarna bl.a. baserad på insikter från säkerhetsanalysen.
- En samlad utvärdering av slutförda förstudier och övrigt platsvalsunderlag

Regeringens godkännande av detta ytterligare underlag skulle innebära ett principgodkännande av KBS-3 metoden som grund för det fortsatta arbetet.

SKI förslår som ytterligare villkor att SKB skall samråda om FUD-K med berörda kommuner, länsstyrelser och myndigheter i enlighet med intentionerna för utökat samråd med miljökonsekvensbedömning enligt miljöbalken. SKI menar att FUD-K bör genomgå granskning

⁸ Från 1999-01-01 gäller miljöbalken i vilken naturresurslagen är inarbetad.

⁹ Se fotnot ovan.

med remissförfarande under liknande former som FUD-programmen och att SKI bör anordna offentliga möten, i likhet med vad som skedde för CLAB etapp 2, i berörda kommuner så att alla relevanta synpunkter och frågor tas om hand.

SKI föreslår också att riskdagen bör införa en bestämmelse i kärntekniklagen så att prövning av tillstånd att uppföra kärntekniska anläggningar samordnas med miljöbalken. SKI föreslår också att regeringen ytterligare tydliggör vilka kriterier som skall gälla för tillämpning av den s.k. vetoventilen. SKI föreslår vidare att regeringen tar upp frågan om och på vilket sätt frivilligorganisationer (miljöorganisationer) kan ges särskilt stöd för att delta i samrådsprocessen kring kärnavfallsfrågan.

SKBs förslag till innehållsförteckning i en MKB (bilaga till FUD-98) omfattar miljöbalkens obligatoriska frågeställningar med en tillräcklig grad av anpassning till slutförvarsfrågan. SKI anser att SKBs förslag till innehållsförteckning kan utgöra underlag för fortsatta diskussioner med berörda aktörer i ett utökat samrådsförfarande enligt miljöbalken.

Flera remissinstanser föreslog i sitt yttrande över FUD-98 att ett förfarande med strategisk miljöbedömning (SMB) av SKBs program bör införas, med hänvisning till ett förslag till EG Direktiv. SKI menar att det inte är rimligt att i dag utveckla en process utgående från förslaget till EU Direktiv, som dock bör kunna ge en hjälp och inspiration i att utforma MKB förfaranden. SKI menar också att man inte heller behöver någon MKB kommission på kärnavfallsområdet utan att detta tvärtom skulle medföra otydligheter i förhållande till den lagstiftande och etablerade ansvarsfördelningen.

Enligt SKIs mening bör bestämmelserna tolkas så att utökat samråd om MKB kan inledas i samband med att SKB påbörjar platsundersökningar eftersom syftet med dessa är att förbereda en lokaliseringsansökan för en av de aktuella kommunerna.

3 SÄKERHETSANALYSER

3.1 Bakgrund

SKI har ofta poängterat säkerhetsanalysens centrala roll för att ge underlag för beslut både om val av tekniska lösningar och om inriktning av forskning och utveckling.

Säkerhetsanalysen har också varit fokus inför beslut om tillstånd att uppföra slutförvaret för reaktoravfall i Forsmark (SFR, 1983) och inför beslut om start av nya reaktorer (KBS-1, 1978 och KBS-3, 1984).

Ännu har ingen säkerhetsanalys för djupförvar varit platsspecifik, d.v.s. resulterat i bedömningar om en enskild plats lämpar sig för ett djupförvar. Tidpunkten för detta närmar sig emellertid nu när SKB under de närmaste åren år 2000 beräknas avsluta förstudierna och komma in i platsundersökningsskedet.

3.2 Kunskapsbasen

Säkerhetsanalysen gavs stor uppmärksamhet i granskningen av FoU-Program 89. Detta gällde framför allt validering av säkerhetsanalysens modeller (med detta menas metoder för att visa

hur bra modellerna beskriver de faktiska processerna vid ett djupförvar). Betydelsen av att SKB har en strategi för validering går genom åren, framför allt i tidigare skeden i programmet, som en röd tråd genom SKIs synpunkter på SKBs program för säkerhetsanalys.

Sålunda menade SKI i sitt yttrande över FoU-89 att fortsatta kraftfulla forskningsinsatser kommer att behövas för att ge säkerhetsanalysen den kunskapsbas som behövs inför en tillståndsansökan. SKI nämnde grundvattenströmning och nuklidtransport i berg, modellbeskrivningen av närområdet och kopplade processer (mellan bergets spänningstillstånd, temperaturvariation och grundvattenströmning) som exempel på områden med kvarstående forskningsbehov.

Även beträffande Äspölaboratoriet menade SKI att det saknas en sammanhållen strategi i SKBs program och en därmed sammanhängande härledning av experiment, t.ex. för Äspölaboratoriet. Det är enligt SKI nödvändigt att ha en sammanhållen strategi, bl.a. för att kunna koncentrera insatserna till de ur säkerhetssynpunkt viktigaste frågorna.

I yttrandet över FUD-92 fann SKI det anmärkningsvärt att SKB vid beskrivningen av säkerhetsanalysen inte tydligare redovisar och diskuterar giltigheten hos de samband, modeller och data som analysen grundas på. SKIs uppfattning är att en sådan redovisning, som kan samordnas under begreppet validering, utgör en väsentlig del av en säkerhetsanalys. SKB uppmanas utveckla sin syn på validering av modeller och samband som används i säkerhetsanalyserna. Därvid bör bl a också belysas hur olika osäkerheter skall beskrivas och sammanvägas, menade SKI i sitt yttrande.

SKI upprepar i yttrandet över FUD 98 uppmaningen från tidigare yttranden att SKB bör utveckla en strategi för validering, t ex beträffande modellers giltighet och relevans. SKI påpekar också att SSI i sitt remissyttrande har pekat på att SKB behöver fördjupa sina studier av biosfären som underlag för modellering och beräkningar i säkerhetsanalyserna. System- och säkerhetsanalyserna bör särskilt belysa frågor kring återtagbarhet i olika tidsperspektiv och hur detta kan påverka säkerheten.

3.3 SKB-91

SKBs senaste säkerhetsanalys, SKB-91, hade till syfte att ge underlag för kommande platsurval. Enligt SKB användes här mer realistiska ansatser och data än tidigare då syftet med de tidigare projekten att visa en metods säkerhets medförde medvetet pessimistiska ansatser.

Enligt SKB utgör SKB-91 ett exempel på hur säkerhetsanalysen kan användas för att belysa betydelsen av olika geologiska strukturer i ett tilltänkt förvarsområde och för att klargöra faktorer som är väsentliga ur säkerhetssynpunkt. Metodiken kan i det fortsatta lokaliseringsarbetet utnyttjas för att anpassa förvaret på ett sådant sätt att bergets förmåga att bidra till förvarets säkerhet utnyttjas på bästa sätt. Detta fordrar dock tillgång till platsspecifika data och möjligheter att successivt komplettera dessa data parallellt med fortlöpande säkerhetsanalyser, påpekade SKB i SKB-91.

I förhållande till KBS-3 representerade SKB-91 dels för första gången en tillämpning av det probabilistiska modellsystemet PROPER, dels en ny generation av modeller för närområde och geosfär. Såväl de modeller som tillämpats som analysresultaten bekräftar en modifierad syn på

geosfärens fördröjningsförmåga och en relativt sett ökad betydelse av närområdet. SKB drog slutsatsen att säkerheten inte är beroende av geosfärens fördröjande förmåga.

Variationsanalyserna i SKB-91 visar att strömningsbild och transporttid för vatten från ett förvar till biosfären i relativt liten utsträckning förändras vid de flesta variationer av platsens hydrogeologiska egenskaper som genomförts. Väsentliga effekter skapas i första hand av flacka zoner som kan ge både gynnsammare och ogynnsammare förhållanden än referensfallet genom att isolera förvaret från grundvattengradienter i markytan eller genom att styra det vatten som passerar förvaret snabbt upp i ett närliggande utströmningsområde.

SKB-91 mottogs med stora förväntningar. Enligt SKI borde SKB-91 inte bara ses som ett led i platsvalsprogrammet utan också som en avstämning av kunskapsläget inom olika områden och därmed utgöra en viktig komponent i den valideringsstrategi som SKI efterlyst, bl.a. med sammankoppling av processer.

Emellertid möttes rapporten av kritik. Således menade SKI i yttrande över FUD-92 att de redovisande förutsättningarna för SKB-91 har varit alltför begränsade för att utgöra en bra redovisning av kunskapsläget inom området. Detta innebär enligt SKI att SKB-91 *inte har visat* att alla nödvändiga frågor är lösta eller att ett stort antal platser skulle klara kraven. Trots detta ville SKI samtidigt framföra att SKBs faktiska kompetens inom säkerhetsanalysområdet ligger på hög internationell nivå, och att SKB aktivt bidrar till internationellt samarbete och utveckling.

Säkerhetsanalysens användning som instrument för att klara den sammanvägda konsekvensen av ett djupförvar och för att prioritera forsknings- och utvecklingsinsatser innebär att analyserna inte får avgränsas för mycket. Alla processer som påverkar förvarets funktion måste redovisas, menade SKI i yttrandet över FUD-92. SKIs bedömning var att SKB bör ompröva sin syn på säkerhetsanalysens omfattning, avgränsning och syfte. Vidare är det angeläget att SKB snarast påbörjar en samlad fullständig säkerhetsanalys för att göra en riktig avvägning av olika problem och kunskapsluckor. En sådan analys kan påbörjas utan att specifik plats har valts, eftersom en stor del av det kunskapsunderlag som behöver sammanvägas inte är plats specifikt. Först efter genomförd analys blir det riktigt meningsfullt att formulera det långsiktiga FUD-programmet med dess prioriteringar, menar SKI.

3.4 Metodfrågor

SKI bedömde att den mall för säkerhetsanalyser som SKB presenterade i samband med FUD-95 (SR 95) utgör ett bra och flexibelt ramverk för framtida säkerhetsredovisningar, men konstaterade att delar av den metodik som redovisas behöver vidareutvecklas och konkretiseras. SKI menade vidare att SKBs utveckling av metoder för säkerhetsanalys håller hög klass. I förhållande till FUD-program 92 har väsentliga framsteg gjorts på ett flertal områden, bl.a. scenariometodik och uppläggning av säkerhetsredovisningar.

SKB anger att syftet med SR 95 har varit att få fram en mall för *presentation* av säkerhetsanalyser. SKI vill dock framhålla att den övergripande målsättningen med det arbete som SKB nu inlett också är att utveckla en strategi och metodik för *genomförande* av fullständiga säkerhetsanalyser. Enligt SKIs egna erfarenheter innebär steget från en teoretisk ansats till praktiskt tillämpning i en fullständig säkerhetsanalys ett tidskrävande

utvecklingsarbete. SKI är medveten om att det är ett kontinuerligt arbete att utveckla metodik för säkerhetsanalys men vill framhålla att nästa fullständiga säkerhetsanalys, antingen den ingår i ansökan för inkapslingsanläggningen eller krävs genom andra villkor, kommer att vara en viktig avstämningsspunkt vad gäller att tillämpa och utvärdera de komponenter och metoder som ingår i en fullständig säkerhetsanalys.

SKI anser att SKB har tillgång till relevanta modeller men vill betona att man bör ta fram en strategi för tillämpningen av dessa modeller, bl.a. vad gäller användning och utvärdering av alternativa konceptuella modeller, systematik i överföring av data mellan olika modeller och beräkningar, formulering av beräkningsfall och valideringsfrågor.

SKB planerar vissa insatser för att vidareutveckla *analysen av olika scenarier*. SKI stöder dessa, men SKB behöver dock utveckla och redovisa en tydligare metodik för hur scenarier skall väljas. SKB bör vidare analysera kritiska scenarier som ger information om hur förvaret skulle komma att fungera i olika situationer, även om dessa scenarier bedöms ha låg sannolikhet.

SKB har påbörjat arbetet med att klassificera och beskriva *osäkerheter* kopplade till den geovetenskapliga beskrivningen av en plats. SKI vill dock framhålla att SKB också behöver utveckla metoder för systematisk propagering och utvärdering av osäkerheter, samt utarbeta en plan för redovisning av valideringsfrågor i säkerhetsanalyser. SKI menade redan i remissvaret till FoU-program 89 att probabilistiska beräkningar bör ha en viktig funktion men att deras roll ännu inte var helt kartlagd. Enligt SKI borde SKB-91 vara ett utmärkt tillfälle att utvärdera användbarheten av det probabilistiska modellsystemet PROPER och klargöra hur PROPERs roll i framtida säkerhetsanalyser påverkar framtagande av data, särskilt under platsundersökningar. Med tanke på de kunskapsmässiga osäkerheter som finns borde PROPER enligt SKI vara ett flexibelt modellsystem med möjligheter att använda olika alternativa modeller.

SKBs program för utveckling av *kvalitetssäkring* av säkerhetsanalyser, som bl.a. omfattar att ta fram en mall för säkerhetsredovisningar, bedöms som ändamålsenligt. SKI förutsätter att SKB presenterar en plan för kvalitetssäkring i god tid inför nästa fullständiga säkerhetsanalys.

SKI konstaterar i sitt yttrande över FUD-98 att SSI:s föreskrifter innebär att SKB i större utsträckning måste beakta och kvantifiera sannolikheter för scenarier och beräknade konsekvenser. SKI anser att flera kompletterande metoder och modeller (deterministiska och probabilistiska, kvalitativa och kvantitativa) bör användas för att få en så allsidig bild som möjligt av slutförvarets risker. SKI menar vidare att SKB behöver ta fram alternativa modeller för transport av radionuklider i geosfären.

3.5 SKIs utvärdering av SKBs FUD-Program 95 och 98 Krav på ny säkerhetsanalys

Vid granskningen av FUD-95 menade SKI att avsevärda framsteg har gjorts sedan FUD-program 92. Nyutvecklad metodik och modeller behöver nu tillämpas och utvärderas. Tidigare bedömningar av viktiga säkerhetsfaktorer måste stämmas av mot ny kunskap och modifiering av försvarssystemet.

SKI finner att det är av särskild vikt att SKB genomför och redovisar en ingående heltäckande säkerhetsanalys av den systemlösning (KBS-3) som utgör SKBs huvudalternativ, innan man går vidare med verksamheter och beslut som innebär allt starkare bindningar både till systemlösningen som helhet och till detaljutformningen av dess olika delar. Med hänsyn till regeringens krav på systemprovning och förestående bindningar i samband med bygge av inkapslingsanläggning och val av två platser för ytbaserade platsundersökningar anser SKI, att SKB bör genomföra en fullständig säkerhetsanalys baserad på data från en verklig plats. Platsen bör väljas så att dess egenskaper ligger inom ramarna för vad som kan förväntas på en verklig förvaringsplats.

SKI anser att SKB, med utgångspunkt från en sådan platsspecifik säkerhetsanalys, ska:

- redovisa funktionskrav för kapseln (såväl för driftskedet som långsiktig säkerhet)
- precisera de generella platsvalsfaktorer som presenterats i kompletteringen till FUD-program 92, inför val av två platser för platsundersökningar
- härleda vilka parametrar som behöver mätas i en platsundersökning
- redovisa ett platsundersökningsprogram med relevanta metoder för att mäta dessa parametrar.

Utöver denna redovisning behöver SKB genomföra kompletterande känslighetsanalyser baserade på data från tidigare undersökningsområden samt Stripa och Äspö, för att kunna belysa variationer mellan platser och deras betydelse för funktionskrav på kapsel och för möjligheten att finna en plats som uppfyller säkerhetskraven. Av det ovan anförda framgår att det är önskvärt att en sådan säkerhetsanalys redovisas innan SKB påbörjar platsundersökningar.

SKI ser sammanfattningsvis det som mycket angeläget att SKB demonstrerar sin metodik för genomförande av säkerhetsanalys. Dels var det vid granskningen av FUD-95 13 år sedan SKB senast genomförde en fullständig säkerhetsanalys, dels behöver SKB redovisa vad som behöver mätas på en plats och på vilket sätt detta kommer att göras. Dessutom är mycket av den metodik för säkerhetsanalyser som redovisas i FUD-program 95 under utveckling, t.ex. scenariometodik och metodik för osäkerhetshantering.

I FUD-98 förutskickade SKB sin kommande säkerhetsanalys SR-97. SKI, som genomför en särskild granskning av SR-97, vill påminna om att rapporten, förutom att demonstrera en metodik för säkerhetsanalys, också bör ge underlag för att:

- Visa på möjligheten att finna en plats 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 krav som bör ställas på en platsundersökning.

SKI påminner också SKB om att kommande säkerhetsredovisningar måste omfatta slutförvaret för annat långlivat avfall (SFL 3-5)

4 TEKNISKA BARRIÄRER

4.1 Avfallsformer

Sedan KBS-2 (1977) då direktdeponering av använt kärnbränsle aktualiserades har SKB undersökt bränslets beständighet i förvarsmiljö. För att radioaktiva ämnen ska kunna spridas från djupförvaret måste en läcka ha uppstått på kopparkapseln, t.ex. genom korrosion eller mekanisk påverkan. Vatten kan då komma i kontakt med bränslet och vattenlösliga radionuklider kan frigöras från detta. Målet för forskningsprogrammet är därför, enligt SKB, att undersöka hur snabbt radionuklider frigörs under olika förhållanden som kan förutses råda i djupförvaret samt att beskriva denna frigörelse med hjälp av lämpliga modeller. SKB anger i stora drag samma målsättning för sina forskningsinsatser i FUD-92 och FUD-95. Målet anges vara en fortsatt förbättrad förståelse av hur radioaktiva ämnen frigörs från använt bränsle under olika förhållanden samt förbättring av nu tillgängliga modeller inför kommande säkerhetsprovningar. Inför ansökan om detaljundersökning och bygge av djupförvaret ska en mer realistisk modell för radionuklidernas frigörelse ur bränslet utvecklas.

Upplösning av använt bränsle och frigörelse av fissionsprodukter och aktinider till grundvattnet beror på ett flertal faktorer som bränslets utbränning, grundvattnets sammansättning etc. En bättre förståelse för korrosionsprocessen kräver en förbättrad kvantitativ bestämning av bränslets egenskaper och av yttre förhållanden som är av betydelse för korrosionsprocessen, enligt SKB. Detta kräver fortsatt utveckling av mätmetoder och analysmöjligheter. Exempel på viktiga parametrar är, enligt SKB, ytan på bränslet, omfattningen av radiolytisk oxidation och redoxpotential. Flera av dessa parametrar måste mätas in-situ under pågående korrosionsexperiment, säger man vidare.

SKI framhåller att beskrivningen av hur bränslet påverkas efter ett genombrott av kapselväggen och hur olika radionuklider frigörs är en central del av säkerhetsanalysen för ett slutförvar. SKBs målsättning att utveckla en realistisk modell först i början av 2000-talet anser SKI inte vara tillfredsställande. Arbetet måste påbörjas omedelbart och ges hög prioritet för att kunna användas för en effektiv tolkning och styrning av programmet.

Enligt SKI är utvecklingen av mera realistiska modeller en förutsättning för effektivt experimentellt arbete. Utvecklingen av sådana modeller bör ske parallellt med arbetet på de förenklade och pessimistiska modeller som vanligen används i säkerhetsanalysen. De tillgängliga modeller som SKB avser att förbättra när det gäller mekanismer för radiolys är, enligt SKI, en något tveksam väg om de inte utgår från en mer realistisk totalbild av de fenomen som styr nuklidfrigörelsen.

SKI anser att en mer fullständig målinriktning av forskningsprogrammet (FUD-95) är önskvärd. Den av SKB aviserade radiolysmodellen är visserligen nödvändig, men minst lika viktigt är utvecklandet av bättre mekaniska modeller där frigörelse av alla radionuklider från använt bränsle, även de i separata fasar och korngränser, kan beskrivas.

SKI noterar att SKB sedan SKB-91 inte satsat några större resurser på utveckling av modeller för bränsleupplösning och nuklidfrigörelse. Enskilda insatser inom forskningsområdet bedömer SKI hålla hög teknisk och vetenskaplig kvalitet, men saknar integrering av experimentellt program och modellarbete.

I yttrandet över FUD-98 menar SKI att det ”med dagens kunskapsnivå” är svårt att ta fram modeller för korrosion av använt bränsle som kan göra anspråk på att vara realistiska. Trots dessa brister kan dagens kunskap visa sig vara tillräcklig för att bedöma tillförlitligheten hos en bränslemodell som enbart baseras på förenklade modeller med konservativa ansatser, menar SKI nu. Hur stora resurser SKB fortsättningsvis behöver satsa på området beror på i vilken utsträckning bränslets barriärfunktion kommer att användas i framtida säkerhetsanalyser.

4.2 Kapsel

4.2.1 Allmänt

Kapselns uppgift är att under lång tid innesluta det använda bränslet och därmed förhindra spridning av radionuklider. Först när en kapsel har skadats genom korrosion eller annan påverkan kan nukliderna frigöras till omgivande grundvatten. Alltsedan KBS-3 har koppar varit SKBs huvudalternativ för kapselmateriäl. I FUD-92 föreslår SKB en lokalisering av inkapslingsanläggningen i anslutning till CLAB. Kapselprogrammet får i och med FUD-95 en tydligare inriktning mot tillverkning och teknik för inkapsling.

4.2.2 Kapselutformning

I FUD-92 redovisningen anger SKB att koppar är ett väl lämpat val av material, inte bara ur korrosionssynpunkt utan även vad avser övriga materialegenskaper. En kompositkapsel med ett yttre kopparhölje över en stödjande stålkapsel, med fyllning av sand eller glaspärlor, har bedömts vara det ur mekanisk synpunkt mest fördelaktiga alternativet, enligt SKB.

SKB refererar i FUD-92 till PASS-rapporten där olika förvarssystem redovisas. Olika kapselvarianter samt material nämns (koppar, titan och stål). SKBs slutsats är att som andrahandsalternativ till referensalternativet (kompositkapsel) välja blyfylld kopparkapsel. Kvarstående osäkerheter kring detta alternativ rör, enligt SKB, tekniken kring blyfyllningen av en fullstor kapsel, styrningen av stelningsförloppet för blyet samt förslutningen med elektronstrålesvetsningen. Detta avser man att studera dels genom att modellera blygjutningen, dels genom praktiska försök i modellskala. I FUD-95 väljer SKB att som referenskapseln ha en gjuten innerkapsel av stål.

SKI konstaterar att den jämförelse mellan olika kapselmateriäl som SKB redovisar i FUD-92 inte stöds av referens till något underlag där SKB systematiskt jämfört olika material, som t.ex. skett i PASS-rapporten för olika förvarssystem. SKI anser det viktigt att olika tänkbara material jämförs på ett sådant systematiskt sätt och uppmanar SKB att göra en mera genomarbetad jämförelse. Även om koppar synes ha de egenskaper som SKB prioriterar så kan frånvaron av reservalternativ öka sårbarheten i programmet, anser SKI, och uppmanar SKB att överväga om ett reservmaterial kan ingå i forskningsprogrammet.

När det gäller referenskapseln med gjuten innerkapsel som SKB presenterar i FUD-95 uttalar SKI följande: Ett kontrollprogram bör tas fram för att detektera defekter i gjutgodset som uppkommit p.g.a. krympning, svetsning eller andra orsaker. I jämförelse med vad som gäller för en stålcylander bör SKB också utreda om risken för galvanisk korrosion är större när gjutstål kommer i kontakt med koppar och i övrigt bör för- och nackdelar med gjuten innerkapsel redovisas.

SKI anser också att SKB bör överväga ett annat reservalternativ än den blyfyllda kopparkapseln.

För val av material och tillverkningsprocess anser SKI att de material som väljs för kapselproduktionen testas med avseende på korrosion och krypning i det tillstånd och struktur (kornstorlek och förekomst av fosfor och föroreningar i grundmassa och korngränser) som materialen kommer att få genom den valda tillverkningsprocessen.

SKI anser i sitt yttrande över FUD-98 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, menar SKI.

4.2.3 Tillverkningsmetod

I FUD-95 anger SKB flera metoder för kapseltillverkning, varav extrudering och valsning har prövats. Även het isostatisk pressning och elektrondeponering studeras i syfte att bedöma värdet av ev. provtillverkning, enligt SKB.

SKI konstaterar att extrudering och valsning kan vara en framkomlig väg, men fullständiga analyser saknas. SKB bör, enligt SKI, ge högsta prioritet för ytterligare insatser på området och även framledes ha beredskap för övergång till alternativa tillverkningsmetoder. Den tillverkningsmetod som slutligen väljs måste visa sig vara reproducerbar i den skala som SKB beslutar sig för i djupförvarsprogrammet. SKI anser att mycket arbete återstår för SKB innan man kan tillverka en kopparkapsel som uppfyller de kriterier som säkerhetsanalysen kan komma att ställa på kapselns funktion.

4.2.4 Livslängd

Den forskning som bedrivits sedan KBS-3 har, enligt SKB, inte visat att det skulle finnas anledning att i någon väsentlig del revidera tidigare slutsatser. Förnyade analyser visar att rena korrosionsprocesser som skulle kunna leda till kapselgenombrott inte kunnat identifieras.

Korrosionsegenskaperna för koppar är, enligt SKB, relativt väl utredda och kommer endast att kräva mindre forskningsinsatser under de närmaste åren. Vissa frågor kring lokal korrosion kan komma att behöva utredas ytterligare, säger man vidare. Förutsättningarna för spänningskorrosion på koppar kräver också ytterligare belysning. SKI anser vidare att konsekvenserna av korrosion på de inre ståldetaljerna efter genombrott av det yttre kopparhöljet ännu är ofullständigt utredda, samt att riskerna för radiolytisk inducerad spänningskorrosion på kapselns insida behöver utredas ytterligare.

SKI uppmanar SKB att inte nedprioritera korrosionsfrågorna, vilka man anser har fått en undanskymd roll i de planer som SKB presenterar i FUD-95. Enligt SKI bestäms kapselns långtidfunktion till stor del av dess kemiska närmiljö. SKB bör därför kvantitativt beskriva kapselns framtida miljö och dess variationer samt den osäkerhet som kan förekomma i prognosticeringen. Kapselns långtidfunktion bestäms också av det ytskikt som bildas. SKB bör därför, enligt SKI, öka sin bakgrundsförståelse för hur detta ytskikt tillväxer och förändras i olika miljöer. Denna kunskap kan ligga till grund för de fortsatta studierna kring bl a gropfrätning i milt oxiderande miljöer, reaktioner med reducerat svavel samt spänningskorrosion. Förutsättningarna för olika lokala korrosionsmekanismer behöver analyseras systematiskt. Andra frågor som SKI anser behöver utredas ytterligare är spänningskorrosion, krypdeformation samt risken för strålningsförspridning av stålkapself.

I yttrandet över FUD-98 betonar SKI några frågeställningar som myndigheten menar vara särskilt viktiga: korrosionsförloppet i spalten mellan järninsatsen och kopparkapseln, mikrobernas inverkan samt korrosionsstudier i realistisk miljö.

SKI anser i sitt yttrande över FUD-98 att konstruktionsförutsättningarna för kapseln har härletts från de grundläggande kraven på ett bra sätt men att dessa krav behöver motiveras bättre utifrån säkerhetsanalysen av slutförvaret.

4.2.5 Förslutning av kapsel

Utvecklingen av svetsteknik för en fullstor kapsel kommer, enligt SKBs FUD-92 program, att prioriteras högt under perioden 1993 - 1998. Man anser att elektronstrålesvetsning är det mest intressanta alternativet. Friktionssvetsning utgör andrahandsalternativ. I nära samverkan med svetstekniken avser SKB att med hög prioritet utveckla metodik och teknik för kontroll av förslutningssvetsen. Målsättningen är, enligt SKB, att högst 0,1 % av alla kapslar ska få innehålla icke detekterade defekter som kan ge otäthet. När det gäller förslutningsteknik koncentreras, enligt SKB, alla utvecklingsinsatser på elektronstrålesvetsning. Parallellt utvecklas metoder för oförstörande provning av svetsfogen samt kravformulering för att kunna verifiera att fogen uppfyller ställda krav.

SKI konstaterar att elektronstrålesvetsning med reducerat vakuum inte är helt utvecklad och att ett omfattande utvecklingsprogram krävs. Metoder för att reparera svetsar samt reparationskriterier bör tas fram av SKB. SKB ska vidare visa att problem med driftsstörningar kan kontrolleras så att ingen skada uppstår på kapseln eller dess innehåll i inkapslingsanläggningen. Vidare bör utveckling av kontrollmetoder och acceptanskriterier för såväl kapseln som själva fogen ges hög prioritet. Minst två olika kontrollmetoder bör utvecklas för att kunna kartlägga defekter av olika natur. SKB bör också fortsätta med att redovisa alternativa förslutningsmetoder.

SKI noterar i sitt yttrande över FUD-98 att elektronstrålesvetsning inte är helt utvecklad i den skala som krävs för förslutning av kapslar och att det kan komma att krävas ett omfattande arbete för att lösa de problem som återstår. Om inte utprovning av metoden i kapsellaboratoriet utfaller väl inom rimlig tid anser SKI att en kraftigare satsning på alternativa metoder kommer att krävas.

4.3 Buffert och återfyllning

Enligt KBS-3 metoden deponeras bränslekapslarna i vertikala hål som tas ut från förvarstunnlarnas botten där de omges av högkompakterad bentonit. Bentonitlerans funktioner är att ge en mekanisk och kemisk skyddszon runt kapslarna, begränsa intransporten av korrosiva ämnen från grundvattnet till kapslarnas yta och i ett senare skede begränsa uttransporten av från bränslet lösta ämnen.

De frågor SKI särskilt kommenterar i FUD-95 granskningen gäller bl a krav på att SKB ytterligare utvärderar tillämpligheten av modeller för att beskriva smektitens omvandling till illit. SKI konstaterar att SKB har god kunskap om vattenmättade buffertmaterial, vilket dock inte gäller för omättade förhållanden där det återstår att klargöra och förstå flera förlopp och förhållanden som styr vattenutbyte mellan berget i närområdet och bufferten liksom omfördelningen av vatten i bufferten.

SKI pekar särskilt på frågan om potentiella transportvägar kan möjliggöra gastransport i sådan omfattning att buffertens funktion försämras. När det gäller gastransportfrågan hos vattenmättad och svälld bentonit utgår SKI från att SKB ämnar visa att upprepade gasgenomsläppscykler inte leder till permanent öppna kanaler genom bentoniten. SKB kommer under byggande och drift ofta att använda sig av betong som konstruktions- och förstärkningsmaterial. Enligt SKI har SKB ännu inte kommit särskilt långt i utvärderingen av inverkan av betong eller andra material på den långsiktiga säkerheten i ett slutförvar. SKB bör i görligaste mån undvika att onödigtvis introducera främmande material i förvarsmiljön, med risk för att man annars inför förslutningen tvingas avlägsna olämpliga material.

SKB har varit framgångsrika med att utveckla modeller som beskriver buffertens och återfyllnandens funktion och långtidsegenskaper. SKI anser emellertid att det behövs en bättre integrering av hur ev. förändringar i lermaterialets kemiska egenskaper påverkar barriärfunktioner.

SKI anser i sitt yttrande över FUD-98 att SKB behöver förbättra förståelsen för bentonitens återmättnad. Generellt menar SKI att det kommer att krävas fortsatt kunskapsuppbyggnad för att kartlägga de möjliga kemiska och strukturella omvandlingar av bentoniten som kan ske på kort och lång sikt, och för att kunna förutsäga deras effekter.

4.4 Slutförvarsteknik

SKIs generella bedömning i yttrandet över FUD-98 är att det återstår en hel del utvecklingsarbete vad gäller slutförvarsteknik, dvs deponering av kapslar, återfyllnad etc. Exempel på områden där det återstår utvecklingsarbete är:

- Metoder för att kartlägga skadezonens utbredning i tunnlar och deponeringshål i ett slutförvar
- Kriterier för acceptans respektive förkastande av deponeringshål
- Metoder för åstadkomma en jämn återmättnad av bentoniten
- Krav på vatteninflöde till deponeringshålen

- Underlag för att avgöra om cementinjektering runt deponeringshålen ska tillåtas eller inte.

SKI stöder SKBs planer på att använda Äspölaboratoriet för att utveckla teknik och demonstrera funktion och samverkan hos djupförvarets olika komponenter. SKBs planer på tester i fullskala är mycket väsentliga för att ge bekräftelse på om deponeringstekniken fungerar ingenjörsmässigt. SKI påpekar också i detta sammanhang att SKB bör klarlägga inverkan av olika processer för förbrukning av kvarblivet syre efter förslutning av förvaret. SKI anser vidare att kunskaperna om förändringar i hydrauliska egenskaper i samband med trycksänkning runt tunnlar och avgasning av grundvatten behöver utvecklas vidare vid Äspölaboratoriet.

5 GEOVETENSKAPLIGA FRÅGOR

Området geovetenskapliga frågor indelas här i delområdena Platsundersökningar, grundvattenrörelser i berg, bergets stabilitet och klimatförändringar.

Platsundersökningar

I granskningen av FUD-92 menade SKI att SKB hade kommit längre med samordningen av de olika geovetenskaperna än i tidigare FoU-program. Fortfarande saknades dock den integration som är nödvändig inför den slutliga analysen. För att uppnå god förståelse för en plats egenskaper behöver SKB redan från början samordna insatserna på olika ämnesområden och ta hänsyn till de krav som ställs av säkerhetsanalysen. Detta borde återspeglas i hur forskningsprogrammet utformas. De nödvändiga kopplingarna mellan olika områden såsom geologi, kemi, hydrologi och bergmekanik framgår inte tydligt eller saknades i SKBs redovisning, ansåg SKI. SKI framhöll betydelsen av återkommande utvärderingar under hela den tid en platsundersökning pågår. Detta innebär en iterativ process där varje sådan utvärdering måste föregå och styra de experimentella insatserna i påföljande fas av undersökningen.

SKI betonade betydelsen av att vidareutveckla metoder för identifiering av subhorisontella strukturer i berggrunden. SKI underströk i granskningen av FUD-95 även betydelsen av att SKB vidareutvecklar kvantitativa kriterier för klassificering av diskontinuiteter i berggrunden, och hur dessa kriterier kommer att tillämpas för att bl.a. bedöma respektavstånd till förvarsdelar, kapselpositioner m.m. SKI ansåg också att arbetet som genomförs av SKB behöver stämmas av med SKI regelbundet.

SKBs redovisning av kunskapsläget i FUD-95 rörande bergets funktion som barriär i ett slutförvar har god bredd och är i vissa fall djupgående, menade SKI i sin granskning. SKI saknade dock i många fall kopplingen mellan planerade insatser och de krav som ställs av platskaraktärisering och säkerhetsanalys. Ett exempel på frågor som SKB rekommenderas att särskilt uppmärksamma gäller stabilitet hos redoxförhållanden i vattenförande sprickor.

SKI konstaterar, liksom i tidigare granskningar, i sitt yttrande över FUD-98 att kunskaperna om berget på större djup än 500 meter är dålig trots SKBs undersökningar på olika platser,

särskilt i Laxemar. I framtiden behöver SKB i större utsträckning genomföra borrhningar till större djup än förvarsdjup menar SKI.

Grundvattenrörelser i berg

Ökade kunskaper om grundvattenrörelser i berg har lett till ökad komplexitet i säkerhetsanalysens modeller vilket senast återspeglades i SKBs insatser inför SKB-91 med olika konceptuella modeller. SKN, SKI och flera remissinstanser har i olika granskningsomgångar poängterat betydelsen av ökad förståelse av flödets fördelning i berget, av olika modellers roll i säkerhetsanalysen samt av hur mätdata skall utnyttjas.

En faktor som kan komma att avsevärt ytterligare öka komplexiteten är kopplade effekter, kanske särskilt påverkan av ändrade bergspänningar i den störda zonen. Denna fråga har betydelse dels för säkerhetsanalyserna, dels för tolkning av experiment som utförs i utsprängda utrymmen. Kopplade termo-hyrdo-mekaniska processer har osäkerheter i de teoretiska antagandena, svårigheter att efterlikna långa tidsförlopp och omsättning av försöksresultat från laboratorieskala till storskaliga fältförsök. Vidare saknas även viktiga data om mekaniska egenskaper hos sprickzoner. SKI såg det vid granskningen av FUD-95 som viktigt att analysera de osäkerheter som finns, t.ex. genom att sätta dem i relation till övriga osäkerheter, samt att utreda hur de bör beaktas i framtida analyser.

I FUD-92 presenterade SKB en utförlig lista av mål inom området grundvattenrörelser för verksamheten 1993-98. SKI saknade då en utredning av våta ytor och korrelationen mellan våta ytor, grundvattenflöde och sprickmineral. Dessa förhållanden är avgörande för bergets retardationsförmåga och SKB måste ha metodik för att kunna skatta dessa förhållanden i sitt program.

SKI upprepade i sitt yttrande över FUD-98 tidigare uppmaningar till SKB att redovisa hur man planerar att bestämma bergets transportegenskaper i samband med ytbaserade platsundersökningar. Särskilt framhöll SKI åter vikten av att klargöra de regionala strömningsförhållandenas roll som lokaliseringsfaktorer. SKI anser också att SKB vid Äspölaboratoriet behöver klargöra tydligare vilka säkerhetsrelaterade faktorer som kan bestämmas i samband med en ytbaserad platsundersökning respektive en detaljundersökning från tunnlar och schakt.

Bergets stabilitet

Frågan om neotektoniska förkastningar skulle kunna skada ett förvar på ett allvarligt sätt har sedan länge varit föremål för diskussion. Av de studier som SKB genomfört i Lansjärv har man dragit slutsatsen att de där förekommande postglaciala rörelserna i huvudsak har utlösts genom reaktivering av redan existerande sprickor och förkastningar. SKB bedömer att rörelsezoner av den mäktighet som undersökts kan undvikas vid förvarsutformning.

I kontrast till SKBs uppfattning har geologen Nils-Axel Mörner i olika remissyttranden framfört uppfattningen att kunskaperna om geodynamiska processer är bristfälliga och att ett slutförvar enligt KBS-3-metoden inte kan klara en framtida istid utan att bli förstört på ett katastrofalt sätt. Sveriges geologiska undersökning (SGU) och SKI har i sina remissyttranden framfört synpunkten att SKBs studier av neotektoniska fenomen bör fortsätta.

Frågor om neotektonik och postglaciala rörelser diskuterades i granskningen av FUD-95. SKI ansåg att dagens kunskap inte tillåter säkra förutsägelser för unga rörelserns uppträdande t.ex. i samband med nedisningar, vilket ställer krav på SKB att genomföra ytterligare analyser om bakomliggande mekanismer samt analysera rörelsernas betydelse ur säkerhetssynpunkt.

Frågan om det utsprängda och återfyllda förvaret i sig utgör ett horisontellt svaghetsplan har berörts av SKI och andra remissinstanser vid olika tillfällen och SKI konstaterade att SKB ämnar utreda frågan.

I FUD-92 angav SKB att det är väsentligt att utreda osäkerheterna i olika metoder för bergspänningsmätningar t.ex. när det gäller volymrepresentativitet och påverkan av mikrostrukturer. SKI delade helt SKBs åsikt, men ansåg det lika viktigt att SKB verkligen genomför mätningar, så att nya tillförlitliga plats-specifika data som karakteriserar bergspänningssituationen på olika djup tas fram.

SKI framhöll i granskningen av FUD-95 att myndighetens yttrande till FUD-program 92 innehöll flera synpunkter som borde ha påverkat programmet. SKI hade emellertid vissa svårigheter att se hur SKB tagit hänsyn till alla dessa givna synpunkter i det då föreliggande programmet.

Klimatförändringar

SKI ansåg i sitt yttrande över FUD-92 att kunskapsläget inte tillät att de antaganden som ligger till grund för det glaciationsscenario som SKB hade ställt upp kan gälla utan inskränkningar. Istidernas uppträdande de senaste 750 000 åren följer enligt SKB helt de s.k. Milankovitchcyklerna. Vissa observerade klimatförändringar kan dock inte förklaras med denna teori. SKB bör enligt SKI tydligt ange och diskutera teorins tillämpbarhet och brister samt de osäkerheter som finns i de olika fall SKB utnyttjar teorin.

6 KEMI

SKI ansåg i granskningen av FUD-95 liksom i sin granskning av FUD-Program 92 att SKBs program på området radionuklidkemi är väl sammansatt med förankring i både geokemi och säkerhetsanalys. Av denna anledning hade SKI inga anmärkningar mot programmets inriktning i stort. Samtidigt uppmärksammade SKI att studier av radionuklidernas (särskilt aktinidernas) kemi bör fortsätta med oförminskade insatser för att behålla kompetensen inom landet på en tillräckligt nivå. SKI instämmer i att studier av kemiska faktorer som inverkar på radionuklidtransporten (sorption, diffusion, komplexbildning och kolloider) bör gå mot tillämpningar, d.v.s. de bör få mer uttalad inriktning mot specifika platser och scenarier. I det sammanhanget får inte heller glömmas bort att eventuella korrelationer bland dessa faktorer kan behöva tas omhand i säkerhetsanalysen. Mikrober i slutförvar är ett relativt ungt område, där det av allt att döma kommer att behövas stora insatser, menade SKI.

SKI återkom i yttrandet över FUD-98 till dessa frågor och menade att det fortfarande finns många kunskapsluckor gällande växelverkan mellan grundvatten, mineraler och geogas samt mekanismerna för dessa processer. De kan styras av mikrobiell katalys, kinetik för långsamma mineralreaktioner m.m. SKI poängterade också att det finns kvarstående frågetecken kring hur

mikrober kan påverka de kemiska betingelserna i närområdet samt transporten av radionuklider. SKI rekommenderar SKB en tydligare integrering mellan geokemi, säkerhetsanalys och platsundersökningar.

Grundvattenkemi och geokemi

Provtagning och grundvattenanalyser som ger pålitliga resultat för förhållanden på stora djup är svåra att genomföra vilket genom åren har påpekats av flera remissinstanser.

Bergets redoxpotential och redoxbuffrande förmåga är mycket väsentliga egenskaper för slutförvarssystemets säkerhet och en stor del av forskningsinsatserna är också inriktade på att ytterligare öka kunskaperna inom detta område. En faktor av betydelse för säkerhetsanalysen är också under vilka förhållanden som egenskaper hos berg- och grundvattensystemet kan förändras i framtiden, t.ex. på grund av klimatförändringar eller andra förändringar i biosfären.

SKBs program för grundvatten och geokemi i FUD-92 omfattade enligt SKIs bedömning de flesta viktiga frågeställningarna. Inverkan av betong på geokemin är dock ett område som behöver utredas ytterligare. SKI betonade också vikten av att detta område får en stark anknytning både till säkerhetsanalysen och till övrig geovetenskap. Väsentliga delar av det arbete som sker inom ramen för Äspöprojektet har möjlighet att utnyttja stora mängder konsistenta data av hög kvalitet och den utveckling och störning av geokemin som kan förväntas i ett öppet slutförvar kan studeras. Nackdelen är att insatserna kan komma att fokuseras alltför mycket mot platskaraktärisering utan att de övriga krav som säkerhetsanalysen ställer blir beaktade. SKI förutsatte att SKB är medvetet om detta.

SKI framhöll i granskningen av FUD-Program 92 det värdefulla i att fastställa bergets förmåga att bibehålla reducerande miljö på förvarsdjup, även efter den störning som sker i samband med deponeringen samt störningar orsakade av yttre händelser såsom en istid. SKB har sedan dess undersökt bl.a. inverkan av bakteriell syre- respektive sulfatreduktion. SKI vidhöll i granskningen av FUD-95 vikten av att undersöka och förstå vad som styr redoxförhållandena på förvarsdjup. I det fortsatta programmet för verksamheten vid Äspö finns REX (redoxförsök i detaljskala) beskrivet, vilket SKI fann värdefullt. SKI saknade dock planer för fortsatt arbete på modelleringsidan.

Sedan granskningen av FUD-program 92 har förståelsen av vad som kan hända med grundvattenströmningen i samband med en nedisning ökat betydligt. Det kan t.ex. numera inte uteslutas att oxiderande grundvatten kan tränga ned till förvarsdjup under dessa förhållanden. SKI uppmanade SKB att ta fram metoder för att om möjligt konstatera och karakterisera sådana förändringar av redoxförhållanden.

SKI underströk därför också att SKB måste sammanställa erfarenheterna från Äspö och utveckla ett ändamålsenligt program för provtagning av ostörda vattenprover inför planerade platsundersökningar.

Radionuklidkemi

SKBs program i FUD-92 på området radionuklidkemi var enligt SKI välbalanserat och går framåt i tillräcklig takt. Det är dessutom väl förankrat både i förhållande till geokemin och till säkerhetsanalysen. SKI hade inget att erinra mot programmets uppläggning i stort. Frågan om

vilken modell för diffusion i bentonit som är giltig måste dock få en snar lösning. Detta gäller även frågorna om inverkan av bergets geokemiska heterogenitet vid nuklidtransporten och om geogasens betydelse som transportmekanism.

Resultaten av geokemiska modellberäkningar beror nästan helt av kvaliteten på den termodynamiska databas som används. För att man skall kunna få tillfredsställande resultat måste databasen ha en väl avvägd och kvalitetskontrollerad uppsättning jämviktsdata. Det har påpekats i alla granskningsomgångar att utveckling av termodynamiska databaser utgör en viktig uppgift i det framtida arbetet. Detta arbete pågår i stor utsträckning i internationellt samarbete.

Med KBS-3 metoden gjordes för första gången en analys av radiolysens påverkan på närområdet och begreppet redoxfront introducerades. Senare arbeten tycks ge redoxfronten en begränsad betydelse i säkerhetsanalysen även om redoxkapaciteten i närområdet enligt SKIs påpekande kan behöva analyseras mer ingående än hittills.

Området organiska komplex, kolloider och mikrober har också framhållits som väsentligt i alla granskningsomgångar.

Kemisk transport och transportmodeller

Under tiden efter KBS-3 har en ny bild vuxit fram beträffande nuklidtransport i berget och dess fördröjning. Förändringen är i första hand betingad av ökade insikter i bergets hydrologiska struktur som innebär att transportberäkningarna i dagens kunskapsläge måste ta hänsyn till möjligheten till stora variationer inom en bergvolym och till att osäkerheterna är relativt stora. Dagens kunskapsläge med stor potentiell retardationsförmåga hos berget som inte kan tillgodoräknas fullt ut återspeglas i de säkerhetsanalyser som har gjorts av SKB (SKB-91) och SKI (Projekt-90 och SITE-94).

SKB måste också utveckla metoder för rutinmässig karakterisering av sprickors egenskaper i samband med en platsundersökning, menade SKI i granskningen av FUD-95. Detta gäller t.ex. bestämning av sprickfyllnadsmineral och mineralomvandlingar från borrhärdar och med hjälp av olika loggningsmetoder. SKI uppmanade här, liksom i granskningen av FUD-program 92, SKB att utreda hur bergets geokemiska heterogenitet, t.ex. mineralogisk variation, påverkar transporten av radionuklider.

SKI ansåg i granskningen av FUD-95 att SKB inför kommande platsundersökningar bör tydliggöra sin strategi för tillämpning av olika grundvattenströmningsmodeller och dess roll i säkerhetsanalysen. Viktiga frågeställningar är t.ex. om valda modeller är relevanta för säkerhetsanalysens behov och på vilket sätt platsundersökningarna bör utformas för att ge tillräckliga data för olika modeller.

Betydelsen av spårämnesförsök in-situ har betonats alltmer sedan FoU-Program 89. Att planering av nya experiment måste ske inom ramen för en sammanhållen valideringsstrategi har framhållits både av SKB och SKI.

Genom den ökade medvetenheten om osäkerheterna beträffande geosfärens faktiska fördröjningsförmåga, i varje fall tills den har bekräftats på verkliga kandidatplatser, har närområdets betydelse alltmer kommit i fokus vilket också framgår av de senaste

säkerhetsanalyserna. Säkerhetsanalyserna SKB-91 och SITE-94 indikerar båda, om än från olika utgångspunkter, att närområdets förmåga att kvarhålla radionuklider är stor, även med skälig konservativa antaganden. Enligt SKIs slutsatser från Projekt-90 bör emellertid framtida forskning ge bättre kunskaper om den strukturella nedbrytningen av det använda bränslet. Dessutom behöver antagandena om den radiolytiska alstringen av oxidanter enligt SKI bekräftas med ytterligare forskningsinsatser.

Kolloidernas roll för transport och spridning av radionuklider i berget är ännu ganska okänd. Det finns laboratorie- och fältdata om kolloid- och grundvattenkemi, men mycket få försök har gjorts att integrera denna information i en modell som möjliggör bedömning av kolloidernas betydelse för utsläppet av radionuklider till biosfären.

SKI instämde i granskningen av FUD-95 med SKB om att den troliga effekten av humus- och fulvosyror normalt är begränsad på det sätt som SKB anger. SKI erinrade dock om att halterna av komplexbildare är en platspecifik egenskap, samt uppmanade SKB att identifiera och analysera scenarier som kan leda till förhöjning dessa halter.

SKI framförde i granskningen av FUD-Program 92 att frågan om geogasens betydelse som transportsmekanism behöver utredas närmare. I yttrandet öve FUD-95 menade SKI att SKBs ambitionsnivå borde vara högre, än att endast bevaka kunskapsläget. SKI fann det positivt att SKB genom verksamheten vid Äspö utökar den allmänna kunskapsuppbyggnaden angående gasmigration och tvåfasflöde.

SKI ansåg i granskningen av FUD-95 att SKBs studier av naturliga analogier varit framgångsrika, varför SKI rekommenderade fortsatt arbete inom detta område. Insatserna bör dock mer uttalat grunda sig på säkerhetsanalysens behov.

SKI fann det i granskningen av FUD-95 mycket värdefullt att SKB på förvarsdjup i Äspölaboratoriet fördjupar kunskaperna om syrets mekanismer och reaktionshastighet i kontakt med berg och de mineral som finns i vattenförande sprickor. Detta är särskilt viktigt eftersom kunskapen om hur redoxfronten kan spridas från ytan och ner i berget, t.ex. i samband med istider, har ökat avsevärt sedan FUD-program 92 presenterades.

SKI ansåg i granskningen av FUD-95 att det är mycket värdefullt att SKB nu utnyttjar möjligheterna att utföra långtidsförsök i Äspölaboratoriet för att bestämma hydrauliska egenskaper och bergets förmåga att fördröja transport av radionuklider. Under förutsättning att TRUE-försöken faller väl ut bör SKB kunna använda metodiken för att genomföra motsvarande experiment på slutförvarsplatsen.

Inom ramen för Äspöprojektet bör fortsatta studier kring matrisdifussion ske samt försök att bestämma den vätta ytan.

7 BIOSFÄREN

I förhållande till utvecklingen inom närområdet och geosfären har beräkningarna av radionuklidtransport i biosfären genomgått relativt små förändringar sedan KBS-3 genom att samma typ av kompartmentmodell fortfarande används. Området har dock varit föremål för

betydande forskningsinsatser. Bland annat har biosfärmodeller utvärderats inom ramen för det internationella BIOMOVs-projektet som har initierats av SSI och i vilket SKB deltagit. Nedfallet från Tjernobyl har tillfört forskningen stora mängder nya data som kunnat utnyttjas i utvärderingen av modeller.

En fråga som varit föremål för omfattande diskussion är dosberäkningars betydelse i långa tidsperspektiv. Här har SSI framfört att beräkningsmetodiken inte kan utnyttjas för dosberäkningar i konventionell mening utan endast som underlag för relativa resultatjämförelser. Liknande resonemang har lett SKN till slutsatsen att forskningen bör fokuseras mot fenomen som inte förändras i framtiden och SKI har bland annat genom Projekt -90 fört fram tanken om "referensbiosfärer." I likhet med urvalet av scenarier för säkerhetsanalysen är dock detta en fråga som inte kan avgöras av SKBs insatser utan som måste bli föremål för myndigheternas arbete med att fastställa kriterier för ett slutförvar.

Förändringar i biosfären är mycket snabbare och svårare att förutsäga än förloppen i geosfären. I sitt yttrande över FUD-92 menade SKI att fortsatt arbete med scenarierutveckling bör resultera i ett antal biosfärsscenarioer som tillsammans ger en sådan spännvidd att möjliga långsiktiga förlopp täcks in med rimlig bredd. Detta innebär att studierna av klimatförändringar och kommande istider fortfarande är viktiga, framförallt för att erhålla en kvalitativ bild.

Utspädningens betydelse för de doser som beräknas i säkerhetsanalysen har delvis en liknande karaktär, d.v.s. dess betydelse beror av hur acceptanskriterier utformats. Detta beror på att en primärrecipient med liten utspädning oftast ger doser till en mycket begränsad grupp individer medan större utspädning i primärrecipienten ger lägre doser till en större mängd individer. Säkerhetsanalyserna KBS-3, Projekt -90, SKB-91 och SITE-94 demonstrerar alla primärrecipienternas och utspädningsfaktors betydelse för vilka doser som blir resultatet av ett nuklidinflöde till biosfären.

SKI ansåg i yttrande över FUD-92 att det är viktigt att utreda betydelsen av koncentrationseffekter. En sådan utredning ger en uppfattning om tillförlitligheten hos de biosfärmodeller som används. SKBs planer att studera transport av radioaktiva ämnen genom sediment och jord i övergången från geosfär till biosfär är viktiga i detta sammanhang. SKI framhöll att den brunnstäthet som idag råder i Sverige innebär att sannolikheten är hög för att minst en brunn finns inom förvarsområdet under större delen av förvarets funktionstid och att detta behöver beaktas i säkerhetsanalysen. Frågan om koncentrationseffekter vid brunnar behöver därför uppmärksammas.

SKI menade i yttrande över FUD-92 att SKBs fokusering av biosfärstudierna till de lokala förhållandena på kandidatplatserna är nödvändig bl.a. som underlag till en MKB. En sådan fokusering får dock inte leda till att allsidigheten i programmet går förlorad. SKI anser att det är anmärkningsvärt att SKB inte diskuterar effekter på andra levande organismer än människan. Skyddet av naturen är en del av en MKB och SKB behöver uppmärksamma frågan.

I granskningen av FUD-95 konstaterade SKI att biosfären fått en mycket kortfattad behandling av både SKB och remissinstanserna. I detta sammanhang ville SKI påminna SKB om att även andra säkerhetsindikatorer än stråldos kan behöva utvecklas, vilket även framförts vid SKIs granskning av FUD-program 92. SKI upprepade denna ståndpunkt även i sitt yttrande över FUD-98, och angav koncentrationsförändringar i biosfären som ett alternativ.

8 RIVNING AV KÄRNKRAFTVERK

När ett kärnkraftverk tas ur drift är det radioaktivt kontaminerat. Målet för nedlägningsarbetet är enligt SKBs forskningsprogram att området efter viss tid ska återställas så att det kan användas utan radiologiska begränsningar. Detta ska genomföras på ett sådant sätt att vare sig den personal som är sysselsatt med nedlägnings- och rivningsarbetet eller allmänheten utsätts för onödig bestrålning. Nedlägningsarbetet planeras ske i flera steg. Genomförda rivningar och ett flertal studier visar, enligt SKB, att metoder för att riva kärnkraftverken finns tillgängliga idag. Endast nedmontering av reaktortanken och dess interna delar, samt för rivning av betongskyddet närmast reaktortanken kräver metoder som ännu ej använts i Sverige. SKBs kunskapsuppbyggnad inom området sker främst genom uppföljning av den internationella utvecklingen samt uppföljning av erfarenheter från underhålls- och ombyggnadsarbeten på kärnkraftverken. SKB studerar särskilt möjligheterna att ta om hand och deponera hela reaktortankar samt sönderdelning av interna delar. Inför rivningen av kärnkraftverken ska slutförvaret för rivningsavfall vara klart.

I sitt yttrande över FUD-92 uttalade SKI att SKB närmare borde utreda hur den totala rivningskostnaden påverkas av antagen friklassningsgräns samt bättre utreda deponeringsmetoder för stora komponenter. I yttrandet över FUD-95 programmet ansåg SKI i likhet med SKB att området nedläggning inte behöver grundläggande utvecklingsinsatser. Enligt SKI bör dock SKB komplettera sitt program för en mer fullständig redovisning och diskussion kring olika aspekter på nedlägningsfrågan. SKI drar även i sitt yttrande över FUD-98 slutsatsen att själva avvecklingen och rivningen av kärntekniska anläggningar bygger på beprövad och konventionell teknik. En eventuell förtida avveckling av svenska kärnkraftverk innebär dock att SKB starkare måste prioritera frågan om förvaring av rivningsavfallet, påpekar SKI.

SKI konstaterade i granskningen av FUD-92 att planeringen för hantering och slutförvaring av långlivat låg- och medelaktivt avfall, visst rivningsavfall och hårdkomponenter inte kommit lika långt som för använt bränsle. Det kan, enligt SKI, ifrågasättas om SKB med de insatser som planeras kommer att ha tillräckligt underlag framme när beslut ska fattas om lokalisering av dessa förvar, särskilt om detta är tänkt att ske samtidigt med SFL-2. I sitt yttrande över FUD-98 understryker SKI betydelsen av en kontinuerlig kunskapsuppbyggnad rörande frågor kring cementens barriärfunktion samt kunskapsöverföring mellan SFR och SFL 3-5 vad gäller t.ex. nedbrytning av cellulosa och andra organiska ämnen med möjlig komplexbildning med radionuklider.

9. SAMMANFATTNING

Här ges en sammanfattning de synpunkter som SKI framför på SKBs program vad gäller säkerhetsanalys, bränsleupplösning, kapsel, buffert och återfyllning, geovetenskap, kemi, biosfär och rivning av kärnkraftverk. Beträffande frågor av strategisk art i samband med metodval och lokalisering hänvisas till rapporten SKI Rapport 98:38 och till avsnitt 2.2.2 (alternativa metoder), 2.3 (tekniska aspekter på lokalisering) och 2.4.4 (beslutsprocess) i denna rapport.

Säkerhetsanalys

- Kraftfulla forskningsinsatser kommer att behövas för att ge säkerhetsanalysen den kunskapsbas som behövs inför en tillståndsansökan. SKI har särskilt nämnt grundvattenströmning och nuklidtransport i berg, modellbeskrivningen av närområdet och kopplade processer.
- SKB uppmanas utveckla sin syn på validering av modeller och samband som används i säkerhetsanalyserna ("strategi för validering"). Därvid bör bl a också belysas hur olika osäkerheter skall beskrivas och sammanvägas.
- SKB bör ta fram en strategi för tillämpningen av modeller, bl.a. vad gäller användning och utvärdering av alternativa konceptuella modeller, systematik i överföring av data mellan olika modeller och beräkningar, formulering av beräkningsfall och valideringsfrågor.
- SKB behöver utveckla och redovisa en tydligare metodik för hur scenarier skall väljas. SKB bör vidare analysera kritiska scenarier och i större utsträckning kvantifiera sannolikheter för scenarier.
- SKB behöver utveckla metoder för systematisk propagering och utvärdering av osäkerheter och ta fram alternativa modeller för transport av radionuklider i geosfären.
- SKI förutsätter att SKB presenterar en plan för kvalitetssäkring i god tid inför nästa fullständiga säkerhetsanalys.
- SKB bör genomföra en fullständig säkerhetsanalys baserad på data från en verklig plats. Platsen bör väljas så att dess egenskaper ligger inom ramarna för vad som kan förväntas på en verklig förvaringsplats. SKI anser att SKB, med utgångspunkt från en sådan platsspecifik säkerhetsanalys, ska:
 - visa på möjligheten att finna en plats som uppfyller de krav på långsiktig säkerhet och strålskydd som anges i SSI:s och SKI:s föreskrifter.
 - redovisa funktionskrav för kapseln (såväl för driftskedet som långsiktig säkerhet),
 - precisera de generella platsvalsfaktorer som presenterats i kompletteringen till FUD-program 92, inför val av två platser för platsundersökningar,
 - härleda vilka parametrar som behöver mätas i en platsundersökning,
 - redovisa ett platsundersökningsprogram med relevanta metoder för att mäta dessa parametrar.
- Kommande säkerhetsredovisningar måste omfatta slutförvaret för annat långlivat avfall (SFL 3-5)
- System- och säkerhetsanalyserna bör särskilt belysa frågor kring återtagbarhet i olika tidsperspektiv och hur detta kan påverka säkerheten.

Äspölaboratoriet

- Det saknas en sammanhållen strategi i SKBs program för Äspölaboratoriet och en därmed sammanhängande härledning av experiment. Det är nödvändigt att ha en sammanhållen strategi, bl.a. för att kunna koncentrera insatserna till de ur säkerhetssynpunkt viktigaste frågorna.

Bränsleupplösning

- Det är med dagens kunskapsnivå svårt att ta fram modeller för korrosion av använt bränsle som kan göra anspråk på att vara realistiska. Hur stora resurser SKB fortsättningsvis behöver satsa på området beror på i vilken utsträckning bränslets barriärfunktion kommer att användas i framtida säkerhetsanalyser.
- Det är viktigt att utveckla bättre mekaniska modeller där frigörelse av alla radionuklider från använt bränsle, även de i separata faser och korngränser, kan beskrivas.
- SKI saknar integrering av experimentellt program och modellarbete för bränsleupplösning.

Kapsel

- Konstruktionsförutsättningarna för kapseln har härletts från de grundläggande kraven på ett bra sätt men dessa krav behöver motiveras bättre utifrån säkerhetsanalysen av slutförvaret.
- Det är viktigt att olika tänkbara material jämförs på ett systematiskt sätt.
- Ett kontrollprogram bör tas fram för att detektera defekter i gjutgodset som uppkommit p.g.a. krympning, svetsning eller andra orsaker.
- SKB bör utreda om risken för galvanisk korrosion är större än när gjutstål kommer i kontakt med koppar och i övrigt bör för- och nackdelar med gjuten innerkapsel redovisas.
- SKI anser att SKB bör överväga ett annat reservalternativ än den blyfyllda kopparkapseln.
- Förutsättningarna för spänningskorrosion på koppar kräver ytterligare belysning. Andra frågor som behöver utredas ytterligare är krypdeformation samt risken för strålningsförsprödning av stålkapseln.
- Konsekvenserna av korrosion på de inre ståldetaljerna efter genombrott av det yttre kopparhöljet är ofullständigt utrett. Riskerna för radiolytiskt inducerad spänningskorrosion på kapselns insida behöver utredas ytterligare.
- SKB bör öka sin bakgrundsförståelse för hur ytskiktet tillväxer och förändras i olika miljöer.
- Metoder för att reparera svetsar samt reparationskriterier bör tas fram av SKB. SKB ska vidare visa att problem med driftsstörningar kan kontrolleras.

- Elektronstrålesvetsning är inte helt utvecklad i den skala som krävs för förslutning av kapslar och det kan komma att krävas ett omfattande arbete för att lösa de problem som återstår. Om inte utprovning av metoden i kapsellaboratoriet utfaller väl inom rimlig tid anser SKI att en kraftigare satsning på alternativa metoder kommer att krävas.
- Vidare bör utveckling av kontrollmetoder och acceptanskriterier för såväl kapseln som själva fogen ges hög prioritet. Minst två olika kontrollmetoder bör utvecklas för att kunna kartlägga defekter av olika natur.
- SKB har ännu inte visat hur man med provning kan uppnå kriteriet högst 0,1 % defekta kapslar.
- Mikrobernas inverkan behöver studeras mer.

Buffert och återfyllning

- SKI saknar en närmare redogörelse för det mera teknikinriktade arbetet. Många frågor förefaller att återstå kring pulverhantering, kompaktering av bentonit till block, återfyllnad av tunnlar samt tätning av sprickzoner.
- Det krävs fortsatt kunskapsuppbyggnad för att kartlägga de möjliga kemiska och strukturella omvandlingar av bentoniten som kan ske på kort och lång sikt.
- De konceptuella frågorna kring diffusion i bentonit ännu inte är lösta. En giltig modell för diffusion i bentonit måste, enligt SKI, få en snar lösning och SKB bör utveckla metoder för att bestämma platsspecifika värden på tillhörande parametrar.
- SKB behöver ytterligare utvärdera tillämpligheten av sin modell för att beskriva smektitens omvandling till illit.
- SKB behöver förbättra förståelsen för bentonitens återmättnad. Det återstår att klargöra och förstå flera förlopp och förhållanden som styr vattenutbyte mellan berget i närområdet och bufferten liksom omfördelningen av vatten i bufferten.
- SKI pekar särskilt på frågan om potentiella transportvägar kan möjliggöra gastransport i sådan omfattning att buffertens funktion försämras.
- SKB bör klarlägga inverkan av olika processer för förbrukning av kvarblivet syre efter förslutning av förvaret.

Slutförvarsteknik

- Utvecklingsarbete återstår vad gäller slutförvarsteknik, d.v.s. deponering av kapslar, återfyllnad etc. Exempel på områden där det återstår utvecklingsarbete är:
 - Metoder för att kartlägga skadezonens utbredning i tunnlar och deponeringshål i ett slutförvar
 - Kriterier för acceptans respektive förkastande av deponeringshål

- Metoder för åstadkomma en jämn återmättnad av bentoniten
- Krav på vatteninflöde till deponeringshålen
- Underlag för att avgöra om cementinjektering runt deponeringshålen ska tillåtas eller inte.

Geovetenskap

- SKI betonar betydelsen av att vidareutveckla metoder för identifiering av regionala och subhorisontella strukturer i berggrunden.
- Kunskaperna om berget på större djup än 500 meter är dålig trots SKBs undersökningar på olika platser, särskilt i Laxemar. I framtiden behöver SKB i större utsträckning genomföra borrhningar till större djup än förvarsdjup.
- SKI stryker under vikten och betydelsen av att SKB vidareutvecklar kvantitativa kriterier för klassificering av diskontinuiteter i berggrunden, och hur dessa kriterier kommer att tillämpas för att bl.a. bedöma respektavstånd till förvarsdelar, kapselpositioner m.m.
- SKI poängterar betydelsen av ökad förståelse av flödets fördelning i berget, av olika modellers roll i säkerhetsanalysen samt av hur mätdata skall utnyttjas. Det gäller bl.a. påverkan av ändrade bergspänningar i den störda zonen.
- SKI saknar en utredning av våta ytor och korrelationen mellan våta ytor, grundvattenflöde och sprickmineral. Dessa förhållanden är avgörande för bergets retardationsförmåga och SKB måste ha en metodik för att kunna skatta dessa förhållanden.
- Dagens kunskap tillåter inte säkra förutsägelser av unga bergrörelsers uppträdande i t.ex. samband med nedisningar, vilket ställer krav på SKB att genomföra ytterligare analyser om bakomliggande mekanismer samt analysera rörelsernas betydelse ur säkerhetssynpunkt.
- Frågan om det utsprängda och återfyllda förvaret i sig utgör ett horisontellt svaghetsplan har berörts av SKI vid olika tillfällen.
- Geogasens betydelse som transportmekanism måste utredas.
- SKB bör tydliggöra sin strategi för tillämpning av olika grundvattenströmningsmodeller och dess roll i säkerhetsanalysen.

Kemi

- Mikrober i slutförvar är ett relativt ungt område, där det kommer att behövas många ytterligare insatser.
- Inverkan av betong på geokemin behöver utredas ytterligare.
- SKI vidhöll i granskningen av FUD-95 vikten av att undersöka och förstå vad som styr redoxförhållandena på förvarsdjup.

- Det kan inte uteslutas att oxiderande grundvatten kan tränga ned till förvarsdjup i samband med en nedisning. SKI uppmanar SKB att ta fram metoder för att om möjligt konstatera och karakterisera sådana förändringar av redoxförhållanden.
- SKB uppmanas utreda hur bergets geokemiska heterogenitet, t.ex. mineralogisk variation, påverkar transporten av radionuklider.
- Det har påpekats i alla granskningsomgångar att utveckling av termodynamiska databaser utgör en viktig uppgift i det framtida arbetet.
- Området organiska komplex, kolloidoer och mikrober har också framhållits som väsentligt i alla granskningsomgångar.
- SKB måste utveckla metoder för rutinmässig karakterisering av sprickors egenskaper i samband med en platsundersökning, t.ex. bestämning av sprickfyllnadsmineral.
- Betydelsen av spårämnesförsök in-situ har betonats alltmer sedan FoU-program 89. Planering av nya experiment måste ske inom ramen för en sammanhållen valideringsstrategi.
- Antagandena om den radiolytiska alstringen av oxidanter måste bekräftas med ytterligare forskningsinsatser.
- Det behövs försök att utveckla en modell som möjliggör bedömning av kolloidernas betydelse för utsläpp av radionuklider till biosfären.
- SKI rekommenderar SKB en tydligare integrering mellan geokemi, säkerhetsanalys och platsundersökningar.

Biosfär

- Fortsatt arbete med scenarierutveckling bör resultera i ett antal biosfärsscenarioer som tillsammans ger en sådan spännvidd att möjliga långsiktiga förlopp täcks in med rimlig bredd.
- Frågan om koncentrationseffekter vid brunnar behöver uppmärksammas.
- Det är anmärkningsvärt att SKB inte diskuterar effekter på andra levande organismer än människan. Skyddet av naturen är en del av en MKB och SKB behöver uppmärksamma frågan.
- Andra säkerhetsindikatorer än dos kan behöva utvecklas.

Rivning av kärnkraftverk

- SKB bör utreda hur den totala rivningskostnaden påverkas av antagen friklassningsgräns samt bättre utreda deponeringsmetoder för stora komponenter.
- Planeringen av hantering och slutförvaring av långlivat låg- och medelaktivt avfall, visst rivningsavfall och hårdkomponenter (SFL3-5) behöver prioriteras mer.