



SSI Rapport

SSI report

2002:03 BJÖRN HEDBERG, CARL-MAGNUS LARSSON,
ANDERS WIEBERT, BJÖRN DVERSTORP, MIKAEL JENSEN,
MARIA NORDEN, TOMAS LÖFGREN, ERICA BREWITZ,
JOHN-CHRISTER LINDHÉ OCH ÅSA PENSJÖ

*SSI:s granskning av
SKB:s FUD-program 2001*



Statens strålskyddsinstitut
Swedish Radiation Protection Authority

FÖRFATTARE/AUTHOR: Björn Hedberg, Carl-Magnus Larsson, Anders Wiebert, Björn Dverstorp, Mikael Jensen, Maria Norden, Tomas Löfgren, Erica Brewitz, John-Christer Lindhé och Åsa Pensjö

AVDELNING/ DIVISION: Avd. för avfall och miljö/ Department of Waste Management and Environmental Protection

TITEL/TITLE: SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001 / SSI's review of SKB's RD&D programme 2001

SAMMANFATTNING: Rapporten återger Statens strålskyddsinstitutets (SSI) granskning av SKB program för forskning, utveckling och demonstration, FUD-program 2001. Rapporten utgör SSI:s remissvar till SKI i ärendet. I granskningen kommenterar SSI bland annat beslutsprocessen, behovet av ett strategidokument, SKB:s säkerhets- och systemanalyser och SKB:s biosfärsforskning.

SUMMARY: In the report SSI's review of SKB's RD&D programme 2001 is presented. In the review SSI comments, among other things, the decision making process, the need of a strategy document, SKB's safety and system analysis and SKB's biosphere studies.

SSI rapport : 2002:03
februari 2002
ISSN 0282-4434

Författarna svarar själva för innehållet i rapporten.

The conclusions and viewpoints presented in the report are those of the author and do not necessarily coincide with those of the SSI.



Statens strålskyddsinstitut
Swedish Radiation Protection Authority



Avd. för avfall och miljö

Statens kärnkraftinspektion
106 58 STOCKHOLM

YTTRANDE

Datum

2002-02-14

Vår referens

624/2907/01

Ert datum

2001-09-26

Er referens

5.8-010862

SSI:s yttrande över SKB:s FUD-program 2001

Statens kärnkraftinspektion (SKI) överlämnade 2001-09-26 svensk kärnbränslehantering AB:s (SKB) 2001 års program för forskning, utveckling och demonstration, till Statens strålskyddsinstitut (SSI) för remissbehandling. Bifogad rapport utgör SSI:s remissyttrande till SKI i ärendet. Rapporten innehåller också en sammanfattning med förslag till regeringen om villkor för SKB:s fortsatta forskningsprogram.

Beslut i ärendet har fattats av stf. Generaldirektör Ulf Bäverstam, med verksamhetsansvarig Björn Hedberg som föredragande. I ärendets slutliga handläggande har avdelningschef Carl-Magnus Larsson, utredare Anders Wiebert, utredare Björn Dvers-torp, myndighetsspecialist Mikael Jensen, utredare Maria Norden, jurist Tomas Löf-gren, utredare Erica Brewitz, utredare John-Charister Lindhé, och utredare Åsa Pensjö deltagit.

STATENS STRÅLSKYDDSSINSTITUT

Ulf Bäverstam

Björn Hedberg
Verksamhetsansvarig
Förvar och Lokalisering

Kopia: enligt sändlista

SSI:s yttrande över SKB:s FUD-program 2001

Sändlista

Miljödepartementet

SKB

Oskarshamns kommun

Tierps kommun

Östhammars kommun

Älvkarleby kommun

Hultsfreds kommun

Regeringens särskilde rådgivare

KASAM

Länsstyrelsen i Kalmar län

Länsstyrelsen i Uppsala län

Lokala säkerhetsnämnden vid Forsmarks kärnkraftverk

Lokala säkerhetsnämnden vid Oskarshamns kärnkraftverk

Svenska Kommunförbundet

Naturvårdsverket

Boverket

Svenska Naturskyddsföreningen

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen

Miljöförbundet Jordens vänner

Avfallskedjans förening

Greenpeace

SOS-Tierp

SOS-Älvkarleby

Mehedeby - Orrskogsguppen

SSI:s sammanfattande bedömning och förslag till regeringsvillkor

SSI bedömer att SKB genom FUD-program 2001 uppfyllt de krav som ställs i lagstiftningen. SSI lämnar i yttrandet kommentarer på det redovisade forsknings- och utvecklingsprogrammet. En sammanfattande bedömning redovisas nedan. SSI har i granskningen även identifierat ett antal frågor för vilka det finns ett behov av uttalanden från regeringen.

Förslag till villkor för SKB:s fortsatta program

SSI föreslår att regeringen ställer följande villkor för SKB:s fortsatta forsknings- och utvecklingsprogram:

- SKB ska senast i samband med redovisningen av FUD-program 2004 redovisa vilka resultat i FUD-programmet som behöver uppnås inför de kommande stegen i SKB:s program för omhändertagandet av använt kärnbränsle och annat långlivat avfall. Redovisningen ska visa vilka kunskaper som behövs för de avgörande frågorna för den långsiktiga säkerheten och strålskyddet, när dessa kunskaper behöver uppnås och hur kunskaperna ska uppnås.
- Den av SKB föreslagna metodrapporten (SR-MET) ska redovisas som ett underlag till FUD-program 2004. SKB ska låta genomföra en internationell expertgranskning av denna metodrapport.
- SKB ska göra en årlig redovisning av alla pågående MKB-samråd, i syfte att åstadkomma en avstämning av MKB-arbetet mellan SKB, myndigheterna och övriga parter.

SSI anser dessutom att det är angeläget att regeringen anger en tidsplan och villkor för SKB:s program för omhändertagandet av annat långlivat avfall.

Sammanfattande bedömning

Beslutsprocessen

Flera samråds- och beslutsprocesser kommer att pågå under platsundersökningsskedet. Dessa omfattar FUD-processen och ett mycket omfattande MKB-samråd med de parter som anges i miljöbalken, i upp till fyra kommuner i två län. Därutöver ska SKB enligt regeringsbeslut samråda med SSI och SKI, dels om platsundersökningarna, dels om utformningen av framtida system- och säkerhetsredovisningar.

SKB avser att lyfta ut frågor om lokaliseringsprocessen från kommande FUD-program och istället redovisa dessa frågor i MKB-processen. Det är därför viktigt att SKB har en god samordning och återkoppling mellan de olika processerna. SSI anser att SKB bör göra en årlig redovisning av alla MKB-samråd för att åstadkomma en avstämning av MKB-arbetet mellan SKB, myndigheterna och övriga parter.

SSI bedömer att FUD-programmets nya struktur, som utgår från myndigheternas synpunkter i tidigare granskningar, är bra men att den kan utvecklas ytterligare. SKB bör därför utveckla strukturen på kommande FUD-rapporter till att beskriva hur myndigheternas frågor och kritik har tagits omhand, dels för att tydliggöra vilka frågor som SKB anser kvarstår, dels för att ge

myndigheter och regering en möjlighet att avgöra vilka frågor som kan avföras från kommande granskningar och samråd.

Behov av strategidokument

SKB:s slutförvarsprogram konkretiseras nu med platsundersökningar och en snäv tidsplan för utbyggnaden av ett slutförvar med tillhörande anläggningar. SSI anser att SKB bör klargöra vilka resultat som måste vara framtagna inom delprogrammen för utveckling av de tekniska barriärerna, långsiktig forskning och säkerhets- och systemanalyser, inför de successiva stegen av slutförvarsprogrammet. SSI anser att ett sådant klargörande bör göras genom att ta fram ett strategidokument som för de mest kritiska frågorna konkretiserar vilka kunskaper som behöver erhållas, när dessa kunskaper behöver ha uppnåtts och hur kunskaperna ska nås.

SSI anser att ett strategidokument skulle tydliggöra kopplingarna mellan de olika delarna i slutförvarsprogrammet och göra det lättare att bedöma om de FUD-aktiviteter som SKB redovisar är ändamålsenliga och tillräckliga. SSI ger i detta yttrande exempel på frågor som bör ingå i ett strategidokument. SSI vill dock framhålla att det är SKB:s ansvar att ta fram avgränsningar och innehåll. SKB bör redovisa ett strategidokument för omhändertagande av använt kärnbränsle senast i samband med FUD-program 2004, och senare genomföra regelbundna uppdateringar efterhand som SKB:s slutförvarsprogram fortskrider.

SKB bör på motsvarande sätt upprätta ett strategidokument även för omhändertagandet av annat långlivat avfall som dels tydliggör vilka mål och delmål som behöver uppnås för anläggningsutformning och processförståelse, dels tydliggör när dessa mål behöver vara uppnådda.

Systemanalys

En systemanalys ska beskriva kopplingar mellan de olika anläggningarnas utformning och lokalisering. SSI anser att SKB:s aviserade systemanalys som, såvitt SSI kan bedöma, enbart kommer att omfatta inkapslingsanläggningen, inte är tillräcklig som underlag för att pröva ansökan om tillstånd för uppförande av denna. I den systemanalys som inlämnas tillsammans med ansökan om tillstånd för inkapslingsanläggningen bör bl.a. frågor om tillverkningsteknik och metoder för oförstörande provning analyseras. I analysen bör även kapselns funktion analyseras utifrån vilka kort- och långsiktiga krav som ställs på den ur såväl transportsynpunkt som slutförvarssynpunkt. Endast med stöd av en mer fullständig analys kan det säkerställas att de låsningar som sker som en direkt konsekvens av att bygga inkapslingsanläggningen, är acceptabla.

Säkerhetsanalys

Program för utveckling av metoder för säkerhetsanalys

Såvitt SSI kan bedöma har SKB i sitt utvecklingsprogram för säkerhetsanalys täckt in huvuddelen av de synpunkter som framkommit i granskningarna av säkerhetsanalysen SR 97. SSI:s viktigaste synpunkter på programmet är att SKB bör:

- Prioritera framtagandet av en systematisk beskrivning av processer i biosfären och övergången mellan geosfär och biosfär för att få ett tillräckligt underlag för att kunna genomföra ändamålsenliga platsundersökningar.
- Ta fram och utvärdera en metod för riskanalys som belyser hur de olika delarna av säkerhetsanalysen kan utformas för att ge ett bra underlag för utvärdering av risk i enlighet med SSI:s föreskrifter. Metoden bör redovisas i SKB:s planerade Metodrapport.

Planerade säkerhetsredovisningar

SSI anser, i likhet med vad som framförts tidigare av myndigheterna och den internationella expertgruppen i granskningen av SR 97, att SKB bör förtydliga säkerhetsanalysens roll för integrering av de olika delarna av slutförvarsprogrammet och vad som behöver uppnås med kommande säkerhetsredovisningar.

SKB:s aviserade Metodrapport bör genomgå en formell myndighetsgranskning. Redovisningen bör därför kopplas till FUD-program 2004. SKB bör också genomföra en internationell expertgranskning av denna rapport.

De preliminära säkerhetsbedömningarna av de platser som ingår i platsundersökningarna bör vara så fullständiga som möjligt för att ge ett bra underlag för planeringen av de fortsatta kompletta platsundersökningarna. SSI anser att det kan vara nödvändigt att genomföra förenklade scenario- och konsekvensanalyser för att pröva tillräckligheten av de data och modeller som tagits fram för t.ex. biosfären och övergången mellan geosfär och biosfär.

Den säkerhetsanalys som kommer att bifogas ansökan om inkapslingsanläggningen bör utvärdera de nya rön och experimentella data, med tillhörande osäkerheter, som framkommit i första hand från både tillverkning och provning av kopparkapslar, och även ta hänsyn till ny kunskap från utvecklingsarbetet med buffert och återfyllnad. SSI anser också att SKB bör tydliggöra på vilket sätt man kommer att ta hänsyn till de platsspecifika data och förhållanden som framkommit i platsundersökningarna.

Kapseltillverkning och utformning av slutförvar

Redovisningen av forskningsprogrammet rörande kapseltillverkningen är knapphändig i FUD-program 2001. Kapseltillverkningen och den oförstörande provningen (OFP) har en central roll i KBS-3-metoden. SSI anser därför att tydliga mål och delmål behöver ställas upp för alla delar av utvecklingsarbetet, och vara kopplade till utvecklingen av säkerhetsanalysen. En första redovisning av det återstående utvecklingsarbetet bör ges under år 2002, varefter planerna bör införas i det föreslagna strategidokumentet.

SKB behöver, enligt SSI:s föreskrifter, redovisa på vilket sätt slutförvarssystemet har optimerats. Det är därför viktigt att SKB konkretiserar sina planer för utvärdering av betydelsen av förvarsdjup, tillfartsalternativ (ramp eller schakt) samt alternativa varianter av förvarsutformningar. Vidare bör SKB tidigt identifiera vilka utvecklings-, demonstrations- och forskningsbehov som finns, med hänsyn till optimeringen av slutförvarsanläggningen. I synnerhet är det viktigt att SKB tidigt identifierar behovet av långtidsförsök. SKB har mycket sent under SSI:s granskningsprocess inkommit med ett förslag till FUD-program för varianten KBS-3-MLH (deponering i medellånga hål). SSI ser positivt på att SKB överväger studier av denna variant av KBS-3, vilken kan ha säkerhetsmässiga fördelar jämfört med huvudvarianten med vertikala deponeringshål.

Forskning – slutförvar och geosfär

SSI anser att SKB i framtida säkerhetsanalyser, utöver en utvärdering baserad på indata från den oförstörande provningen, även behöver utvärdera betydelsen av defekter som är mindre än detektionsgränsen för den oförstörande provningen. Mot bakgrund av en sådan analys behöver SKB utvärdera de preliminära acceptanskriterierna och konstruktionsförutsättningarna för kapseln. SKB kan efter en sådan analys även behöva revidera dessa kriterier för kapseln, t.ex. genom skärpta krav på tillverkningen liksom på förbättrad noggrannhet i den oförstörande provningen.

För utvecklingsarbetet med bufferten och återfyllnaden anser SSI att SKB bör ta fram en samlad redovisning som bättre belyser:

- Hur initiala defekter och den kortsiktiga utvecklingen av bufferten, återmättnadsfasen, kan inverka på förvarets långsiktiga funktion och i vilken utsträckning försöken på Äspö kan förväntas ge svar på dessa frågor.
- Vilken betydelse återfyllnaden har för slutförvarets långsiktiga skyddsförmåga och vilka forsknings-, utvecklings- och demonstrationsinsatser som behövs för att bygga upp tillräckliga kunskaper för säkerhetsanalysens behov.

Forskning – biosfär

Trots att den grundläggande bedömningen är att SKB nu driver ett metodiskt och ambitiöst arbete med biosfärsfrågorna återstår det frågetecken. Sammanfattningsvis anser SSI att SKB bör:

- Redovisa vilken betydelse biosfärsfrågorna har i valet av slutlig plats och hur man värderar biosfärsfrågornas betydelse i säkerhetsredovisningen.
- Upprätta en tidsplan där det tydligt framgår hur långt biosfärsarbetet behöver ha kommit inför de kompletta platsundersökningarna.
- Presentera konkreta planer eller ställningstaganden inom de områden som anges nedan.

Beskrivning av biosfärsprocesser

SSI stödjer den metod som SKB valt för den konceptuella beskrivningen av ekosystem men betonar att SKB behöver upprätta en fullständig dokumentation av de processer som ingår i de använda interaktionsmatriserna. SKB bör vidare redovisa forskningsbehoven för processer i biosfären på motsvarande sätt som gjorts för övriga delar av slutförvarssystemet i FUD-program 2001.

Ekosystem och systemekologiska modeller

SKB:s val av specifika ekosystem är välmotiverat, men SKB bör också redovisa hur man avser att modellera övergångar mellan ekosystem, vilka induceras av t.ex. landhöjning eller klimatförändringar.

SSI ser positivt på SKB:s arbete med att utveckla systemekologiska modeller som baseras på omsättning av näringsämnen. Dessa är ett bra komplement till de kompartment-modeller som använts tidigare. Det saknas dock en tydlig redovisning av fortsatt angreppssätt i modellutvecklingen och en tidsplan för arbetet. SSI anser därför att SKB, senast inför de kompletta platsundersökningarna, bör redovisa vilka planer man har för den processbaserade systemekologiska modellutvecklingen, och vilken betydelse denna har för utformningen av de kompletta platsundersökningarna.

Skydd av miljön

Det är värdefullt att SKB deltar i internationella forskningsprojekt som FASSET, för att kunna ta fram ett utvecklingsprogram för skyddet av miljön. SSI saknar dock en diskussion om hur resultaten från projektet kommer att användas praktiskt i en säkerhetsanalys och inom platsundersökningsprogrammet. SSI anser att SKB, inför de kompletta platsundersökningarna, bör redovisa hur miljöskyddsaspekterna kommer att tillgodoses, och vilken betydelse detta har för utformningen av de kompletta platsundersökningarna. SSI anser också att SKB, senast i samband med en ansökan om uppförande av en anläggning, bör framlägga all relevant dokumentation rörande förväntade miljökoncentrationer av radioaktiva ämnen, samt dokumentation av modellverktygen.

Transportprocesser

SKB bör i samband med utvecklingen av metoder för säkerhetsanalys utveckla sin analys av radionuklidtransport i övergången mellan geosfär och biosfär, för att kunna presentera en trovärdig säkerhetsanalys i samband med en ansökan. SKB bör även vidareutveckla sin analys av relationen mellan mest belastade individer och en regionalt exponerad grupp.

Klimat

SSI ser positivt på att SKB planerar både datainsamling och modelleringsinsatser för att öka förståelsen av klimatfrågor. Samtidigt anser SSI att SKB:s val av två kustnära platser ställer stora krav på redovisning av klimatpåverkan och biosfärens roll i säkerhetsredovisningen. SKB bör därför:

- Utvärdera, i sin forskning om Östersjöns framtid, betydelsen av havsnivåförändringar för de radiologiska konsekvenserna, t.ex. frigörelse av radionuklider som tidigare ackumulerats i havssediment.
- Redovisa expertbedömningar för val av klimatscenarier som belyser utspädning av utsläpp i Östersjön, inklusive möjligheten att utsläpp alternativt sker till terrester miljö.

Den särskilda redovisning som krävs i enlighet med SSI:s föreskrifter för den första tusenårsperioden, bör innehålla en bedömning av möjliga klimatvariationer under perioden.

Platsundersökningar

SKB uppger att de till skillnad från andra ämnesområden har relativt liten erfarenhet av att samla in biosfärdata, varför metoder måste utvecklas samtidigt som tillgängliga kunskaper och resurser sammanställs. SSI vill betona vikten av att SKB prioriterar forsknings- och utvecklingsarbetet inom detta ämnesområde med tanke på att platsundersökningarna planeras påbörjas redan under innevarande år.

SSI anser att s.k. baslinjemätningar och val av referensområden bör ske tidigt, och att SKB därvid också utreder behov av framtida miljöövervakning.

SSI har aktualiserat och avser att följa upp frågor kring platsundersökningar inom det etablerade samrådet om platsundersökningar mellan SKB och myndigheterna (SKI och SSI). Dessa frågor behandlas även i den pågående granskningen av den förnyade säkerhetsanalysen för SFR 1. SSI återkommer därför med ytterligare synpunkter.

In- och utströmningsområden

SSI anser att det är bra att SKB nu planerar att ta fram ett bättre underlag för att kunna bedöma betydelsen av in- och utströmningsförhållanden samt salthaltsförhållanden i valet av platser för platsundersökningar. Det är viktigt att analyserna utformas så att de ger perspektiv på valet av platser för platsundersökningar, och att lokaliseringsalternativet Hultsfred kan bedömas på ett mer tillfredsställande sätt än vad som var fallet i den kompletterande redovisningen av FUD-program 98. Dessa frågor har aktualiserats i det pågående samrådet om platsundersökningar som SKB för med SSI och SKI.

SSI ser positivt på att SKB, i samband med dessa analyser, även planerar detaljerade studier av hydrogeologiska förhållanden i övergången mellan geosfär och biosfär. Detta är ett område där SKB bör prioritera sitt forskningsarbete, för att bl.a. få tillgång till de kunskaper och modelleringsverktyg som behövs för genomförandet av platsundersökningarna.

Alternativa metoder

Det är angeläget att beslutsfattare och remissinstanser vid tillfället för beslut om detaljundersökning har möjlighet att kontrastera KBS-3 med en annan metod, där tyngden i säkerheten är fördelad i systemet på ett annat sätt än för KBS-3. Enligt SSI:s uppfattning skulle en redovisning, som bl.a. omfattar en säkerhetsanalys av alternativet djupa borrhål med utgångspunkt från befintliga data, kunna motsvara kravet på alternativredovisning enligt miljöbalken. SSI bedömer att SKB:s ambitionsnivå för alternativredovisningen bör vara högre än att endast följa det internationella arbetet.

Frågan om alternativa metoder angår på ett övergripande sätt samtliga berörda kommuner och län. Det finns därför skäl för SKB att överväga en samordning av dessa diskussioner i kommande samråd.

Annat långlivat avfall, SFL 3-5

SSI anser inte att analysen av säkerheten för SFL 3-5 kan tjäna som planeringsförutsättning för lokalisering eller för utformning av platsundersökningsprogram. SSI anser därför att SKB dels behöver presentera en handlingsplan för det fortsatta FUD-arbetet, dels uppdatera säkerhetsanalysen. SSI anser att SKB bör påbörja detta arbete omgående så att SKB efter genomförandet av platsundersökningarna kan ta fram en förnyad säkerhetsanalys.

I den förnyade analysen behöver alternativa förvarsutformningar utvärderas och behov av ytterligare tekniskt utvecklingsarbete identifieras. SKB bör ta fram riktlinjer för behandlingen och karaktäriseringen av det radioaktiva avfallet samt underlag för platsval och platsundersökningar med utgångspunkt från denna säkerhetsanalys.

Mot denna bakgrund anser SSI att det är angeläget att regeringen tydligt anger en tidsplan och villkor för SKB:s fortsatta arbete.

Rivning

SSI saknar en grundlig belysning av hur de avfallsvolymer som uppstår vid rivning av kärnkraftverken ska hanteras, i synnerhet avseende de stora mängder lågaktivt avfall som kan förväntas. Fortfarande saknas, trots att SSI:s tidigare påpekat detta, t.ex. dosberäkningar och beskrivningar av miljökonsekvenser i biosfären från rivningsprogrammet. SKB bör presentera konkreta planer med hänsyn tagen till olika scenarier beträffande verkens drifttid. Det är angeläget att arbetet med mellanlagring av det långlivade avfallet från rivningsprogrammet påbörjas och ges en prioriterad behandling.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	3
1.1	ÄRENDET	3
1.2	BAKGRUND	3
2	BESLUTSPROCESSEN	4
2.1	INLEDNING	4
2.2	MKB-PROCESSEN	4
2.3	PLU-SAMRÅD SAMT SAMRÅD OM SYSTEM- OCH SÄKERHETSANALYS	5
2.4	FUD-PROGRAMMET	5
2.5	SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING	6
3	BEHOV AV STRATEGIDOKUMENT	7
3.1	BAKGRUND	7
3.2	SKB:S REDOVISNING	7
3.3	SSI:S FÖRSLAG TILL STRATEGIDOKUMENT	7
3.3.1	Syfte	7
3.3.2	Innehåll	8
3.3.3	Redovisning	9
3.3.4	Behov av strategidokument för annat långlivat avfall	9
3.4	SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING	9
4	SYSTEMANALYS	11
4.1	BAKGRUND	11
4.2	PLANER FÖR FRAMTIDA SYSTEMANALYSER	11
4.3	SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING	12
5	KAPSELTILLVERKNING OCH UTFORMNING AV SLUTFÖRVAR	13
5.1	BAKGRUND	13
5.2	KAPSELTILLVERKNINGEN	13
5.2.1	Lokalisering och utformning av anläggningarna	13
5.2.2	Svetsning, acceptanskriterier och oförstörande provning	13
5.3	SLUTFÖRVARET	14
5.3.1	Bakgrund	14
5.3.2	SKB:s redovisning	15
5.4	SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING	16
6	SÄKERHETSANALYS	17
6.1	ALLMÄNNA SYNPUNKTER	17
6.2	PROGRAM FÖR UTVECKLING AV METODER FÖR SÄKERHETSANALYS	17
6.2.1	Systembeskrivning	17
6.2.2	Val av scenarier	18
6.2.3	Risikanalys och beräkningar	18
6.3	PLANERADE SÄKERHETSREDOVISNINGAR	19
6.4	SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING	21
7	FORSKNING – SLUTFÖRVAR OCH GEOSFÄR	22
7.1	ALLMÄNT	22
7.1.1	SKB:s redovisning	22
7.1.2	SSI:S bedömning	22
7.2	KOPPARKAPSELN	22
7.2.1	Initialt tillstånd hos kapseln	22
7.2.2	Strålintensitet	24

7.3	BUFFERTEN.....	24
7.3.1	Initialt tillstånd hos bufferten.....	24
7.3.2	Buffertens funktion efter genomborrning.....	25
7.3.3	Kolloidal transport.....	25
7.4	ÅTERFYLLNADEN.....	25
7.4.1	Alternativa sätt att återfylla.....	25
7.5	FORSKNING OCH UTVECKLING AV FÖRSVARSTEKNIK VID ÄSPÖLABORATORIET.....	26
7.6	MODELLERING.....	26
7.7	SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING.....	27
8	FORSKNING – BIOSFÄR.....	28
8.1	INLEDNING.....	28
8.2	SSI:S TIDIGARE GRANSKNING.....	28
8.3	INTERNATIONELL ÖVERBLICK.....	28
8.4	GRANSKNING.....	30
8.4.1	Konceptuell ekosystembeskrivning.....	30
8.4.2	Modellutveckling.....	31
8.4.3	Transportprocesser.....	32
8.4.4	Ekosystemspecifika utvecklingsprogram.....	33
8.5	SSI: SAMMANFATTANDE BEDÖMNING.....	34
9	KLIMATUTVECKLING.....	36
9.1	DEN NÄRMASTE GLACIATIONSCYKELN.....	36
9.2	KLIMATFÖRÄNDRINGAR I PERSPEKTIVET 1 000 ÅR.....	37
9.3	SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING.....	37
10	PLATSUNDERSÖKNINGAR.....	38
10.1	BAKGRUND.....	38
10.2	SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING.....	38
11	IN- OCH UTSTRÖMNINGSOMRÅDEN.....	39
11.1	BAKGRUND.....	39
11.2	SKB:S REDOVISNING.....	39
11.3	SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING.....	40
12	ALTERNATIVA METODER.....	41
12.1	KRAV PÅ ALTERNATIV REDOVISNING.....	41
12.1.1	Bakgrund.....	41
12.1.2	SSI:s bedömning.....	42
12.2	SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING.....	42
13	SLUTFÖRVARET FÖR ANNAT LÅNGLIVAT AVFALL.....	43
13.1	SKB:S REDOVISNING.....	43
13.2	SSI:S TIDIGARE GRANSKNINGAR AV SFL 3-5.....	43
13.3	SKB:S FORTSATTA ARBETE.....	45
13.4	SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING.....	45
14	RIVNING.....	46
14.1	SKB:S REDOVISNING.....	46
14.2	SSI:S BEDÖMNING.....	46
14.2.1	Avfallsproducenternas ansvar.....	46
14.2.2	Redovisning i FUD-program 98.....	47
14.3	SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING.....	47
15	REFERENSER.....	48

1 Inledning

1.1 Ärendet

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) ska, enligt kärntekniklagen (1984:3) och kärnteknikförordningen (1984:14), vart tredje år redovisa planerad forsknings- och utvecklingsverksamhet, uppnådda forskningsresultat, alternativa hanterings- och förvaringsmetoder, och de åtgärder som avses bli vidtagna inom en tidrymd om minst sex år.

I denna rapport redovisas Statens strålskyddsinstitutets (SSI) granskning av SKB:s program för forskning, utveckling och demonstration, FUD-program 2001. Rapporten utgör SSI:s remissvar till SKI i ärendet.

Statens Kärnkraftinspektion (SKI) granskar och utvärderar det inlämnade forskningsprogrammet (FUD-program) och överlämnar med eget yttrande handlingarna i ärendet till regeringen som kan ställa de villkor som behövs avseende den fortsatta forsknings- och utvecklingsverksamheten.

1.2 Bakgrund

FUD-program 2001 är det sjätte forskningsprogram som SKB redovisar sedan 1986. Därtill har regeringen krävt kompletteringar av forskningsprogrammet vid två tillfällen. Redovisningen av FUD-programmen är en viktig del av SKB:s verksamhet eftersom det ger samhället möjlighet till insyn i och kontroll av SKB:s arbete.

SKB har lämnat förslag på tre platser (i Oskarshamns, Tierps och Östhammars kommuner) där man vill starta platsundersökningar. Under förutsättning att berörda kommuner ställer sig positiva till ett fortsatt deltagande, bedömer regeringen att SKB kan påbörja dessa platsundersökningar. Om Tierps kommun blir aktuell för platsundersökningar kommer även Älvkarleby kommun att beröras, på grund av eventuella transporter av använt kärnbränsle genom kommunen.

SKB beräknar att platsundersökningarna kommer att pågå under ca fem år. SKB planerar att omkring år 2005 lämna in en ansökan om att uppföra en inkapslingsanläggning, och omkring år 2007 lämna in en ansökan om en detaljundersökning på en plats, vilket innebär första steget i uppförandet av ett slutförvar för använt kärnbränsle.

Östhammars kommun har beslutat om ett fortsatt deltagande i platsundersökningsskedet. Övriga kommunala beslut väntas under våren 2002. Inför platsundersökningarna påbörjas den formella MKB-processen, enligt miljöbalken. Tidigt samråd har påbörjats i Oskarshamns kommun. Det tidiga samrådet kommer att följas av ett utökat samråd under platsundersökningsskedet. Dessa samråd kommer att vara en viktig del i SKB:s arbete med att ta fram en miljökonsekvensbeskrivning, MKB, som ska bifogas en ansökan om detaljundersökning.

2 Beslutsprocessen

2.1 Inledning

I förarbetena till kärntekniklagens bestämmelser om det forsknings- och utvecklingsprogram (FUD-program) som SKB vart tredje år ska redovisa, understryks den mycket stora betydelse detta program har genom att det ger samhället en möjlighet till kontroll och insyn, vilket också anges vara en förutsättning för att kunna styra planeringsverksamheten avseende kärnavfallens slutförvar [1]. År 1992 infördes dessutom en möjlighet för regeringen att besluta om villkor för det fortsatta forsknings- och utvecklingsarbetet. Denna villkorsrätt är inte begränsad till verksamhetens huvudinriktning utan kan ange att en viss del av programmet måste kompletteras på visst sätt [2].

Det kan konstateras att FUD-processen – i alla fall beträffande de senaste årens program – har utvecklats från att vara en teknisk redovisning, till att bli en bredare redovisning som kommit att läsas av en betydligt större grupp än tidigare (kommuner, opinionsgrupper, universitet etc.). De synpunkter som sedan framkommit i remissförfarandet har utgjort ett värdefullt bidrag till myndigheternas granskning. Granskningsyttrandet har inte bara fyllt syftet att gentemot SKB redovisa myndigheternas ställningstaganden utan har också i hög grad kommunicerats med berörda kommuner och opinionsgrupper, som därigenom kunnat få en god uppfattning om myndigheternas syn på SKB:s verksamhet.

Förutsättningarna för SKB:s fortsatta FUD- och samrådsverksamhet har dock successivt ändrats under senare tid, framförallt genom regeringens beslut över SKB:s kompletterande redovisning av FUD-program 98 (FUD-K) [3], samt i och med att lokaliseringsprocessen – i formell mening – kommit så långt att den omfattas av miljöbalkens krav på MKB-samråd. Regeringen har beslutat att SKB ska samråda med myndigheterna om förutsättningarna för platsundersökningar (PLU-samråd), vilket förutsätts pågå under hela platsundersökningsskedet. Vidare förutsätter regeringen att SKB samråder med myndigheterna om när och hur förnyade system- och säkerhetsanalyser ska redovisas. SKB anger i förordet till huvudrapporten för FUD-program 2001, att frågor som rör lokalisering av anläggningar kommer att redovisas i den MKB-dokumentation som ska lämnas in i samband med ansökan och att FUD-programmen kommer att fokusera på teknik- och forskningsfrågor.

Ett antal olika processer kan därmed identifieras: FUD-processen, MKB-samråd, PLU-samråd samt samråd om system- och säkerhetsanalys. Formerna för hur dessa processer och samråd ska samspela och återkoppla till varandra är i hög grad oklart. I allt väsentligt är det SKB som har huvudansvar för genomförandet av samtliga processer. En skillnad skulle dock kunna sägas vara att myndigheter och regeringen i viss mening kontrollerar FUD-processen (redovisningskrav och möjlighet att ställa villkor), men inte övriga samråd som i stället initieras av SKB.

2.2 MKB-processen

Genom att SKB från och med FUD-program 2001 avser att inte redovisa lokaliseringsfrågor i FUD kan det förmodas att intresset i de berörda kommunerna kommer att minska för framtida FUD-redovisningar. De – ur kommunal synpunkt – viktiga lokaliseringsfrågorna behandlas i stället i MKB-processen. Fördelen med detta är uppenbar genom att frågor kan behandlas fortlöpande och nära de som berörs av en lokalisering. Om samtliga av SKB tillfrågade kommuner (Oskarshamn, Östhammar, Tierp/Älvkarleby) accepterar fortsatta undersökningar kommer lokala MKB-samråd att inledas i upp till fyra kommuner i två län med de parter som anges i miljöbalken (länsstyrelse, enskilda, berörd kommun, allmänhet, organisationer, berörda statliga myndigheter). Det handlar således om ett mycket

omfattande förfarande. Det är SKB i egenskap av sökande som har ansvar för att genomföra dessa samråd. I SKB:s rapport om MKB [4] redovisas också ett ambitiöst MKB-program.

Beskrivningen ovan aktualiserar några reflektioner. Även om SSI:s närvaro inte alltid kommer att efterfrågas i samband med SKB:s MKB-samråd finns det likväl en risk för att efterfrågan kan komma att överstiga SSI:s kapacitet på grund av det stora antal möten som kan förutses. SSI kan tvingas att begränsa omfattningen av sitt deltagande. En sådan situation innebär inte bara att SSI inte ”finns på plats”, utan också att SSI inte kan få en helhetsbild av vad som avhandlas på dessa möten. Det faktum att den samlade redovisningen av samråd och miljökonsekvenser formellt krävs först i samband med SKB:s ansökan, gör att det enligt SSI finns anledning att överväga andra former för redovisning.

SSI anser att SKB en gång per år redovisar det gångna årets alla MKB-samråd i en särskild rapportserie, en slags successivt redovisad samrådsredogörelse. Därmed kan myndigheter steg för steg ta del av och återföra resultaten av MKB-samråden i sin granskningsverksamhet, och avstämma MKB-arbetet mellan SKB och myndigheterna. Detta skulle också kunna ses som ett led i den avgränsningsprocess som framgår av artikel 6.1 i tilläggsdirektivet 97/11 om miljökonsekvensbeskrivningar [5]. Ett viktigt exempel på vad som behöver samordnas inom de olika MKB-samråden och som också ingår i FUD-redovisningen är redovisningen av alternativ till KBS-3-metoden. Detta beskrivs närmare i kapitel 12.

SSI utgår från att SKB i MKB-samråden med de berörda kommunerna kontinuerligt redovisar resultaten från PLU-samråden med myndigheterna. Vidare förutsätter SSI att forskningsinsatser från SKB som initierats inom MKB-samrådet, redovisas i de kommande FUD-programmen. Detsamma gäller större forskningsinsatser som kan initieras inom PLU-samrådet.

2.3 PLU-samråd samt samråd om system- och säkerhetsanalys

Beträffande det av regeringen beslutade PLU-samrådet samt förutsatta samrådet om system- och säkerhetsanalyser – mellan SKB och myndigheterna – gäller på motsvarande sätt att frågor av betydelse för SKB:s metod- och lokaliseringsprocess behandlas parallellt med FUD-programmet. Även här finns det uppenbara fördelar med ett fortlöpande samråd mellan SKB och myndigheterna om tekniska frågor i samband med platsundersökningsfasen och för framtagandet av system- och säkerhetsanalys.

SKB:s samlade redovisning av metoder för genomförande och redovisning av framtida säkerhetsanalyser, den s.k. Metodrapporten, är ett exempel på vad som bör tas upp i samrådet om system- och säkerhetsanalyser. Denna rapport bör granskas av myndigheterna och bör därför redovisas i samband med FUD-program 2004. Detta beskrivs i kapitel 6.

SSI anser att SKB bör återge resultat av betydelse från PLU-samråden samt samråden om system- och säkerhetsanalys i de kommande FUD-programmen.

2.4 FUD-programmet

Läget kan möjligen beskrivas som att en konkurrenssituation har uppstått mellan å ena sidan kravet på långsiktig och samlad FoU-verksamhet enligt kärntekniklagen och å andra sidan kraven på lokala MKB-samråd enligt miljöbalken och regeringens beslut om fortlöpande samråd mellan SKB och myndigheterna. Som redan påtalats kan situationen leda dels till en fragmentisering av SKB:s FoU-verksamhet och därmed också kunskapsläget, dels till att FUD-programmet utarmas och tappar sin betydelse, både som ett verktyg för att leverera en samlad redovisning och som ett styrinstrument av SKB:s verksamhet. Om detta bedöms vara en trolig utveckling kan det möjligen vara i strid med reglerna om FUD i kärntekniklagen [1] (11, 12 §§) så som dessa har motiverats i förarbetena [2] till lagen.

FUD-program 2001 skiljer sig i strukturen från tidigare program genom att SKB utgår från myndigheternas synpunkter i tidigare granskningar, och refererar till tidigare granskningsresultat över FUD-program 98 och SR 97. SSI anser att detta är en bra struktur som bör behållas och utvecklas i kommande FUD-redovisningar. SSI föreslår därför att SKB utvecklar denna struktur till att beskriva hur myndigheternas frågor och kritik har tagits omhand, för att tydliggöra vilka frågor som kvarstår och vilka frågor som myndigheter och regering kan avföra från kommande granskningar och samråd.

SSI föreslog i yttrandet över den kompletterande redovisningen över FUD-program 98 [6] att SKB skulle presentera en handlingsplan för det arbete som återstår att utföra med fokus på strategiska frågor och frågor som är särskilt kritiska för slutförvarets långsiktiga funktion och skyddsförmåga. SSI anser att SKB bör göra detta i form av ett strategidokument som för de mest kritiska frågorna konkretiserar vilka kunskaper som behöver erhållas, samt när dessa kunskaper behöver ha uppnåtts och hur kunskaperna ska nås. Detta beskrivs tydligare i kapitel 3.

2.5 SSI:s sammanfattande bedömning

Flera samråds- och beslutsprocesser kommer att pågå under platsundersökningsskedet. Dessa omfattar FUD-processen och ett mycket omfattande MKB-samråd med de parter som anges i miljöbalken, i upp till fyra kommuner i två län. Därutöver ska SKB enligt regeringsbeslut samråda med SSI och SKI, dels om platsundersökningarna, dels om utformningen av framtida system- och säkerhetsredovisningar.

SKB avser att lyfta ut frågor om lokaliseringsprocessen från kommande FUD-program och istället redovisa dessa frågor i MKB-processen. Det är därför viktigt att SKB har en god samordning och återkoppling mellan de olika processerna. SSI anser att SKB bör göra en årlig redovisning av alla MKB-samråd för att åstadkomma en avstämning av MKB-arbetet mellan SKB, myndigheterna och övriga parter.

SSI bedömer att FUD-programmets nya struktur, som utgår från myndigheternas synpunkter i tidigare granskningar, är bra men att den kan utvecklas ytterligare. SKB bör därför utveckla strukturen på kommande FUD-rapporter till att beskriva hur myndigheternas frågor och kritik har tagits omhand, dels för att tydliggöra vilka frågor som SKB anser kvarstår, dels för att ge myndigheter och regering en möjlighet att avgöra vilka frågor som kan avföras från kommande granskningar och samråd.

3 Behov av strategidokument

3.1 Bakgrund

Som underlag till SSI:s granskningsyttrande över den kompletterande redovisningen till FUD-program 98, FUD-K, förelåg inte enbart SKB:s samlade redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet [1] och dess underlagsrapporter, utan även säkerhetsanalysen SR 97 för bränsleförvaret [2], SFL 2, och säkerhetsanalysen för slutförvaret för annat långlivat avfall [3], SFL 3-5, vilka redovisades efter FUD-program 98. SSI kunde i yttrandet över FUD-K [4] konstatera vissa brister beträffande integreringen av olika delar av SKB:s program. I synnerhet föreföll insatserna rörande områdena säkerhetsanalys, systemanalys och teknikutveckling otillräckligt integrerade.

Mot bakgrund av de brister som konstaterades föreslog SSI i sitt yttrande över FUD-K att SKB skulle presentera en handlingsplan för det arbete som återstår att utföra under tiden fram till ansökan. SSI skrev:

Handlingsplanen bör inkludera utvecklingsarbetet av de tekniska komponenterna, som t.ex. kopparkapseln och andra tekniska barriärer. Av handlingsplanen bör även framgå i vilken takt arbetet behöver framskrida och när i den pågående processen som angivna mål och delmål behöver uppnås.

Liknande förslag framfördes av den internationella expertgruppen från OECD:s kärnenergibyrå (NEA) i samband med granskningen av SR 97 [5]. NEA efterlyste ett dokument som beskriver säkerhetsstrategin och hur den successivt utvecklas.

Frågan om upprättandet av ett strategidokument togs även upp av SKI i yttrandet över FUD-K [6], där man angav att ett sådant dokument skulle behöva tas fram i samråd med myndigheterna och redovisas senast i anslutning till nästkommande säkerhets- och systemanalys, dvs. efter avslutande av de inledande platsundersökningarna.

3.2 SKB:s redovisning

SKB tar i FUD-program 2001 inte upp frågan om framtagande av ett strategidokument. Frågan har diskuterats vid ett möte mellan SKB och SKI [7], där SKB framför förhoppningar om att det pågående arbetet med konstruktionsförutsättningar (en första redovisning avses ske under år 2002), i kombination med FUD-program 2001, kan uppfylla behovet av ett strategidokument.

3.3 SSI:s förslag till strategidokument

3.3.1 SYFTE

SSI:s och SKI:s granskningar av SKB:s säkerhets- och systemanalyser har identifierat ett flertal viktiga säkerhets- och strålskyddsfrågor, frågor som återstår att belysas genom fortsatta forsknings-, utvecklings- eller demonstrationsinsatser. Detta tillsammans med det faktum att SKB:s slutförvarsprogram nu konkretiseras med platsundersökningar och en snäv tidsplan för utbyggnaden av ett slutförvar med tillhörande kärntekniska anläggningar innebär, enligt SSI:s uppfattning, att SKB behöver sätta upp tydligare mål och delmål över vad som måste uppnås i de olika stegen av slutförvarsprogrammet.

Mot denna bakgrund anser SSI att SKB bör ta fram någon form av handlingsplan eller strategidokument som för de mest kritiska frågorna konkretiserar vilka kunskaper som behöver erhållas, när dessa kunskaper behöver ha uppnåtts och hur kunskaperna ska nås. Syftet med ett sådant strategidokument skulle vara att tydliggöra förväntningarna på SKB:s planerade redovisningar och utvecklingsarbete och att tydliggöra kopplingarna mellan de olika delarna i slutförvarsprogrammet (t.ex. utveckling av de tekniska barriärerna, långsiktig forskning, säkerhetsanalyser och platsundersökningar). Dokumentet skulle därmed också underlätta för myndigheterna och andra att bedöma ändamålsenligheten och tillräckligheten av de aktiviteter som redovisas i SKB:s FUD-program.

3.3.2 INNEHÅLL

SSI ger i detta yttrande över FUD-program 2001 exempel på frågor som skulle lämpa sig för redovisning i ett strategidokument för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle. Dessa sammanfattas kort nedan. Innehåll och avgränsningar hos ett strategidokument måste dock utvecklas av SKB och bör enligt SSI:s uppfattning utgå från utvärderingar av genomförda säkerhetsanalyser och myndigheternas granskningar av SKB:s FUD-program m.m.

Utvecklingsarbete med de tekniska barriärerna

Teknikutvecklingen för tillverkning och provning av kapslar, tillverkning av buffert och deponeringsteknik är uppenbara exempel på frågor där SKB bör precisera tydliga krav på vad som måste uppnås i de successiva stegen av slutförvarsprogrammet. Här finns tydliga kopplingar till de antaganden som görs om barriärernas egenskaper i säkerhetsanalyser och till arbetet med att utvärdera och fastställa acceptanskriterier och krav på kvalitetskontroll m.m. SSI ger i kapitlen 5 och 7 synpunkter på frågor som bör belysas, bl.a. inför ansökan om lokalisering av inkapslingsanläggningen.

Säkerhets- och systemredovisningar

Som framförs i kapitel 6 i detta yttrande anser SSI att SKB behöver tydliggöra säkerhetsanalysens roll för integrering av de olika delarna av slutförvarsprogrammet. Detta kan göras genom att översiktligt beskriva syften och målsättning med de planerade säkerhetsredovisningarna i ett strategidokument. För varje säkerhetsanalys bör SKB också redovisa vilka data, modellverktyg och övriga underlag som måste vara framtagna för att dessa syften ska kunna uppnås. På så sätt skulle kraven på vad som behöver uppnås i FUD-programmet kunna tydliggöras. SSI redovisar i kapitel 8 frågor kring biosfären och dess roll i säkerhetsanalysen som SSI anser bör klargöras i kommande säkerhetsredovisningar.

På motsvarande sätt som för säkerhetsanalyserna bör SKB redogöra för förväntningarna på planerade systemredovisningar. Frågor som kan vara aktuella är t.ex. vilka delmål som behöver uppnås vad gäller utveckling och optimeringsanalyser av alternativa systemutformningar för KBS-3-metoden, dvs. alternativa deponeringsmetoder, återfyllnadsmaterial, nedfarter, förvarsdjup, tunneldrivningsmetoder m.m.

Långtidsförsök

Långtidsförsök har en viktig roll i att demonstrera att de tekniska barriärerna och återfyllnaden uppfyller de krav som ställs från säkerhetsanalysen. Av naturliga skäl är det nödvändigt att tidigt analysera behoven av långtidsförsök och definiera tydliga mål för vad som ska uppnås. SSI anser att SKB på ett tydligare sätt bör redovisa målsättningarna för de redan pågående eller planerade långtidsförsöken vid Äspö och definiera vilka kriterier som kommer att användas vid utvärderingen. Ett viktigt exempel är långtidsförsöken för att demonstrera återmättnad av buffert i det s.k. prototypförvaret där slutresultaten från experimenten kommer att erhållas först fem år efter det att deponeringen påbörjats.

Forskning och modellutveckling

FUD-programmen ger enligt SSI:s uppfattning en bra överblick av SKB:s pågående och planerade forskningsprogram. I det aktuella programmet har SKB även tagit fram en översiktlig tabell som visar SKB:s bedömning av det relativa forskningsbehovet inom olika områden. SSI anser att detta är ett framsteg i förhållande till tidigare redovisningar (även om SSI anser att även biosfärsfrågor bör redovisas på samma sätt). SSI anser dock att SKB bör komplettera denna redovisning så att det också framgår när och inför vilka steg i programmet kritiska resultat eller modeller måste vara framtagna och utvärderade, t.ex. för att kunna genomföra ändamålsenliga platsundersökningar och säkerhetsanalyser. Detta kan lämpligen göras i ett strategidokument. SSI ger i kapitel 8 exempel på forskningsfrågor kring biosfären och övergången mellan geosfär och biosfär som behöver klaras ut under platsundersökningsskedet. Motsvarande synpunkter på metoder för säkerhetsanalys redovisas i kapitel 6.

3.3.3 REDOVISNING

Enligt SSI:s uppfattning bör SKB ta fram och redovisa ett strategidokument för omhändertagande av använt kärnbränsle senast i samband med nästa redovisning av FUD-programmet, dvs. år 2004. SSI anser i likhet med den internationella expertgranskningen av SR 97 [5] att strategidokumentet behöver uppdateras efterhand som SKB:s slutförvarsprogram utvecklas (t.ex. kopplat till ökad information och i samband med regelbundna säkerhetsanalyser).

En möjlig utgångspunkt för struktureringen av ett strategidokument skulle kunna vara att utgå från den övergripande tidsplanen för platsundersökningarna och utbyggnaden av slutförvaret och, för varje större steg, redovisa de mest kritiska frågorna som behöver vara lösta för att programmet ska kunna gå vidare. Redovisningen skulle då få en liknande struktur som hos de parametertabeller som SKB redan tagit fram för platsundersökningarna [8].

3.3.4 BEHOV AV STRATEGIDOKUMENT FÖR ANNAT LÅNGLIVAT AVFALL

SSI framför i kapitel 13 att SKB bör ge högre prioritet åt arbetet med att utveckla metoder för slutförvaring av annat långlivat avfall. SSI anser att SKB bör upprätta ett strategidokument också för omhändertagandet av detta avfall. Dokumentet skulle belysa dels vilka mål och delmål som behöver uppnås vad det gäller anläggningsutformning och processförståelse, dels när i tiden dessa mål behöver vara uppnådda. SSI anser också att SKB i ett sådant dokument bör förtydliga eventuella kopplingar till det pågående lokaliseringsarbetet med ett slutförvar för använt kärnbränsle.

3.4 SSI:s sammanfattande bedömning

SKB:s slutförvarsprogram konkretiseras nu med platsundersökningar och en snäv tidsplan för utbyggnaden av ett slutförvar med tillhörande anläggningar. SSI anser att SKB bör klargöra vilka resultat som måste vara framtagna inom delprogrammen för utveckling av de tekniska barriärerna, långsiktig forskning och säkerhets- och systemanalyser, inför de successiva stegen av slutförvarsprogrammet. SSI anser att ett sådant klargörande bör göras genom att ta fram ett strategidokument som för de mest kritiska frågorna konkretiserar vilka kunskaper som behöver erhållas, när dessa kunskaper behöver ha uppnåtts och hur kunskaperna ska nås.

SSI anser att ett strategidokument skulle tydliggöra kopplingarna mellan de olika delarna i slutförvarsprogrammet och göra det lättare att bedöma om de FUD-aktiviteter som SKB redovisar är ändamålsenliga och tillräckliga. SSI ger i detta yttrande exempel på frågor som bör ingå i ett strategidokument. SSI vill dock framhålla att det är SKB:s ansvar att ta fram avgränsningar och innehåll. SKB bör redovisa ett strategidokument för omhändertagande av använt kärnbränsle senast i samband med FUD-program 2004, och senare genomföra regelbundna uppdateringar efterhand som SKB:s slutförvarsprogram fortskrider.

SKB bör på motsvarande sätt upprätta ett strategidokument även för omhändertagandet av annat långlivat avfall som dels tydliggör vilka mål och delmål som behöver uppnås för anläggningsutformning och processförståelse, dels tydliggör när dessa mål behöver vara uppnådda.

4 Systemanalys

4.1 Bakgrund

I regeringsbeslutet över FUD-program 95 [1] ålades SKB av regeringen att upprätta en systemanalys för hela slutförvarssystemet (inkapslingsanläggning, transportsystem samt slutförvar). SKB inkom med en lägesrapport för detta i samband med redovisningen av FUD-program 98 och en uppdatering av denna i samband med SKB:s kompletterande redovisning av FUD-program 98, den s.k. FUD-K. Den förra analysen granskades gemensamt av myndigheterna och ett granskningsutlåtande finns redovisat i SSI-rapport 99:12 [2]. Den senare analysen granskades separat av SSI. Ett utlåtande föreligger som bilaga till SSI:s yttrande över FUD-K [3].

SKB redogör i FUD-program 2001 för vilka framtida systemanalyser som planeras liksom vilket arbete som pågår vad gäller teknikutveckling och anläggningsutformning av kapselfabrik, inkapslingsanläggning samt slutförvar och till detta tillhörande transportsystem.

Avseende framtida systemanalyser planerar SKB att inlämna en första analys i samband med ansökan om inkapslingsanläggningen år 2005 och som, såvitt SSI kan bedöma FUD-program 2001, enbart kommer att behandla utformningen och lokaliseringen av inkapslingsanläggningen. En andra systemanalys planeras att lämnas in tillsammans med ansökan om tillstånd för detaljundersökningar 2007 och behandlar utformningen av slutförvaret på de platser som är aktuella för detaljundersökningar, samt konsekvenserna av en lokalisering av ett slutförvar till dessa. Vad gäller beskrivning av transportsystemet anges denna ges först när lokaliseringen av slutförvaret är klar.

Med tanke på att SSI nyligen granskade den systemanalys för KBS-3-metoden som redovisades tillsammans med FUD-K har det inte funnits anledning att i detalj granska SKB:s redovisningar över planerade anläggnings- och systemutformningar. SSI förväntar, vilket framgår av SSI:s yttrande över FUD-K, att SKB i det framtida utvecklingsarbetet och i framtida analyser tar hänsyn till de synpunkter som SSI då framförde, liksom till de synpunkter som myndigheterna framförde i samband med granskningen av den systemanalys som presenterades i samband med FUD-program 98. Denna granskning har i stället fokuserats på SKB:s planering och inriktning av framtida systemanalyser. I kapitel 5 kommenterar SSI det forskningsprogram som presenteras avseende kapseltillverkning och utformning av slutförvar.

4.2 Planer för framtida systemanalyser

SKB har för avsikt att inkomma med en ansökan år 2005 om att uppföra en inkapslingsanläggning. Därför planerar man att fokusera FUD-program 2004 på inkapslingsteknik. Vid denna tidpunkt planerar man även att presentera en ny systemanalys samt en säkerhetsanalys med fokus på metodikfrågor, SR-MET. Angående förväntningarna på dessa redovisningar angav SSI som slutsats i granskningen av FUD-K att:

SSI anser att SKB senast i samband med en ansökan enligt kärntekniklagen om tillstånd för uppförande av anläggning eller delsystem, behöver redovisa en förnyad säkerhetsanalys kopplad till en uppdaterad systemanalys. Kommande redovisning bör vara baserad på data från de platser som kan vara aktuella för uppförande av kapselfabrik, inkapslingsanläggning och slutförvar samt på den kunskap som erhållits under det pågående utvecklingsarbetet av inkapsling och slutförvarsteknik.

Bakgrunden till SSI:s begäran är den otillräckliga integrering mellan säkerhetsanalysen och systemanalysen som kunde konstateras, liksom avsaknaden av en utvärdering och analys av betydelsen av den föreslagna lokaliseringen, utformningen av anläggningarna och kopplingarna mellan systemdelarna.

Mer detaljerade synpunkter på innehållet i kommande analyser ges i SSI:s yttrande över SKB:s komplettering till FUD-program 98. Avseende innehållet i, och utformningen av, framtida systemanalyser (liksom säkerhetsanalyser) har regeringen ålagt SKB att samråda med de båda myndigheterna. Det är av stor vikt att SKB planerar och tar initiativ i frågan.

4.3 SSI:s sammanfattande bedömning

En systemanalys ska beskriva kopplingar mellan de olika anläggningarnas utformning och lokalisering. SSI anser att SKB:s aviserade systemanalys som, såvitt SSI kan bedöma, enbart kommer att omfatta inkapslingsanläggningen, inte är tillräcklig som underlag för att pröva ansökan om tillstånd för uppförande av denna. I den systemanalys som inlämnas tillsammans med ansökan om tillstånd för inkapslingsanläggningen bör bl.a. frågor om tillverkningsteknik och metoder för oförstörande provning analyseras. I analysen bör även kapselns funktion analyseras utifrån vilka kort- och långsiktiga krav som ställs på den ur såväl transportsynpunkt som slutförvarssynpunkt. Endast med stöd av en mer fullständig analys kan det säkerställas att de lösningar som sker som en direkt konsekvens av att bygga inkapslingsanläggningen, är acceptabla.

5 Kapseltillverkning och utformning av slutförvar

5.1 Bakgrund

I systemet för att omhänderta det svenska kärnbränslet saknas i dag de flesta anläggningarna: kapsel-fabrik, inkapslingsanläggning, slutförvar och ett transportsystem. Forskning och utveckling sker främst vid Kapsel- och Äspölaboratoriet, men i viss utsträckning även på annat håll, t.ex. vid The Welding Institute (TWI) i England. SSI bedömer nedan det forskningsprogram som SKB redovisar i FUD-program 2001 för anläggningsutformning och tillhörande teknikutveckling. En utgångspunkt för SSI:s granskning är hur väl SKB:s redovisade forskning syftar mot framtagandet av de redovisningar som behöver föreligga som underlag inför framtida ansökningar.

5.2 Kapseltillverkningen

5.2.1 LOKALISERING OCH UTFORMNING AV ANLÄGGNINGARNA

Vad gäller lokaliseringen av inkapslingsanläggningen hänvisar SKB till två utredningar som gjorts [1, 2], vilka utvärderar olika aspekter av en förläggning av inkapslingsanläggningen tillsammans med slutförvaret jämfört med lokalisering vid CLAB. Utredningarna beskriver vilka för- och nackdelar olika tänkbara lokaliseringar av inkapslingsanläggningen kan ha och hur en inkapslingsanläggning samförlagd med slutförvaret skulle kunna utformas.

SSI:s bedömning

SSI anser att frågor om utformningen och lokaliseringen av inkapslingsanläggningen och kapsel-fabriken måste belysas tillsammans med utformningen och lokaliseringen av resten av systemet, inklusive transportsystemet. De utredningar som SKB hänvisar till belyser inte detta. Det saknas också en utvärdering av vilka effekter olika lokaliseringalternativ och utformningar kan ha på den långsiktiga säkerheten och strålskyddet.

5.2.2 SVETSNING, ACCEPTANSKRITERIER OCH OFÖRSTÖRANDE PROVNING

Kommentarer kring den forskning som pågår och planeras avseende kapselns förväntade initiala tillstånd och förväntade utveckling i slutförvaret tas upp i kapitel 7. Vad gäller det teknikutvecklingsprogram som främst sker vid Kapsellaboratoriet är frågor angående utveckling av svets teknik och oförstö-rande provning av särskilt intresse.

Allmänt sett är redovisningen av forskningsprogrammet rörande kapseltillverkningen knapphändig i FUD-program 2001. I lägesrapport R-01-39 [3] ges en kompletterande, men delvis annorlunda, be-skrivning av utvecklingsarbetet. Tyvärr blev denna rapport tillgänglig för SSI först sent under gransk-ningsarbetet. SSI har därför endast kunnat göra en översiktlig bedömning av denna redovisning.

En skillnad mellan framställningarna i FUD-program 2001 och R-01-39 gäller det pågående utveck-lingsarbetet för svetsningen av lock på kopparkapseln. Till skillnad från R-01-39, som helt och hållet fokuserar på utvecklandet av FSW-tekniken ("friction stir welding"), så redogör FUD-program 2001 även för utvecklandet av EBW-tekniken (elektronstrålesvetsning).

Vad gäller botten svetsningen på kopparrör redovisas i R-01-39 resultaten från de svetsförsök som ägt rum med EBW-teknik vid TWI:s högvakuumsammare. Till skillnad från de svetsningar som äger rum vid SKB:s Kapsellaboratorium, sker svetsningarna vid TWI på en liggande kapsel. SKB konstaterar att det råder vissa skillnader hos svetsarna gjorda vid TWI och att dessa skillnader beror på orienteringen hos elektronstrålen i förhållande till kapseln. Någon jämförelse med utfallet från försöken med EBW-teknik vid Kapsellaboratoriet görs dock inte.

SKB har för avsikt att under år 2002 publicera en första sammanställning av konstruktionsföreskrifter som ska inkludera kapselfrågor. Innehållet i och omfattningen av denna sammanställning framgår inte i detalj av redovisningen i FUD-program 2001, men SKB anger att framtagandet av kriterier för acceptansprovningen avses ske i dialog med myndigheterna.

SKB framför i FUD-program 2001 att man avser fastställa acceptanskriterier för kapselns alla delar inklusive förekommande svetsar. För svetsarna avses kriterier tas fram både för ytliga defekter och för defekter inuti materialet. SKB anger att man avser genomföra en konsekvensanalys "... som visar vad som händer om det finns fler eller större defekter än vad acceptanskriterierna anger".

De slutliga acceptanskriterierna måste kunna verifieras med oförstörande provning, OFP. SKB planerar att använda flera olika metoder för OFP, bl.a. provning genom ultraljuds-, virvelströms- och radiograferingsmätningar. SKB ger en kortfattad redovisning av dessa tekniker men ger inga referenser till utvecklingsarbetet.

SSI:s bedömning

Allmänt sett saknar SSI en sammanhållen utvärdering av resultaten från de olika svetsförsöken. SKB redogör inte för halten av spårämnen eller andra egenskaper hos svetsarna, exempelvis kornstorleken, på liknande sätt som görs för tillverkningen av kopparrören. Med tanke på att SKB konstaterar skillnader i svetsarna beroende på orienteringen av elektronstrålen, anser SSI att en jämförelse mellan svetsar gjorda vid TWI och de gjorda vid Kapsellaboratoriet hade varit av intresse.

SSI anser att det finns en otydlighet i SKB:s redovisning av utvecklingsarbetet för kopparkapseln, exempelvis vilken inriktning man har för utvecklingsarbetet av locksvetsningen, eftersom redovisningen i R-01-39 ger en annan bild än den i FUD-program 2001.

SSI framför i kapitel 7 att SKB i framtida säkerhetsanalyser behöver redovisa utvecklingen av samtliga kapslar, dvs. även de kapslar med defekter som är mindre än vad de preliminära acceptanskriterierna anger, och utvärdera deras betydelse för det långsiktiga strålskyddet. Resultatet av en sådan utvärdering behöver tas i beaktande då acceptanskriterier för kapseltillverkning och den oförstörande provningen slutligen ska fastställas. SSI anser därför att det är av stor vikt att framtagandet av kriterier för acceptansprovning i första hand sker i dialog mellan personal som arbetar med säkerhetsanalysfrågor och personal som arbetar med teknikutvecklingsfrågor på SKB och först i andra hand i samråd med SKI och SSI.

Resultaten från utvecklingsarbetet med kapseltillverkningen kommer i en nära framtid att utgöra ett viktigt underlag för SKB:s kommande ansökan om tillstånd att uppföra en inkapslingsanläggning. SSI anser att SKB bör förtydliga planerna för det återstående utvecklingsarbetet under 2002. Dessa planer bör sedan införas i det strategidokument som SSI föreslagit att SKB bör upprätta, se kapitel 3.

5.3 Slutförvaret

5.3.1 BAKGRUND

I SSI:s föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall [4] anges att optimering ska ske. Dessutom ska hänsyn tas till bästa möjliga

teknik (BAT, "best available technique") vid omhändertagandet av avfallet. En redogörelse av hur slutförvarssystemet har optimerats behöver ingå i en framtida ansökan.

I den systemanalys, R-00-29 [5], av KBS-3-metoden som SKB redovisade i samband med den kompletterande redovisningen av FUD-program 98, FUD-K, redogjorde SKB för ett antal studier som avsågs genomföras i syfte att optimera slutförvarsanläggningen. Dessa studier inbegrep:

- deponeringsmetod
- val av förvarsdjup
- nedfart via schakt kontra olika former av ramper
- teknik för tunneldrivning
- deponeringsteknik
- buffert och återfyllnadsmaterial.

Valet av nedfart (ramp eller schakt) kommer att ha stor betydelse för systemutformningen och kan även vara av betydelse för förvarets långsiktiga skyddsförmåga. Även förvarsdjupet påverkar förvarets långsiktiga skyddsförmåga. Ett ökat förvarsdjup kan ha fördelar för förvarets långsiktiga skyddsförmåga, bl.a. genom att lägre hydraulisk konduktivitet, längre transportväg, lägre hydraulisk gradient och lägre grundvattenflöde kan förväntas med ökat djup. Risken för mänskligt intrång liksom påverkan från glaciation eller permafrost förväntas minska vid ett ökat förvarsdjup samtidigt som det kan förväntas leda till högre salthalter i grundvattnet och större andel främmande material (t.ex. cementförstärkningar), förändringar som SKB anger vara negativa ur långsiktig säkerhetssynpunkt.

Mot bakgrund av dessa frågeställningar angav SSI i yttrandet över FUD-K [6] att:

SSI anser att frågorna kring den långsiktiga skyddsförmågan hos slutförvaret för ramp- respektive schaktalternativet behöver utvärderas i detalj senast i samband med ansökan om tillstånd. Dessutom behöver en analys genomföras där förvarsdjupets påverkan på skyddsförmågan ställs emot kostnader, byggbarhet m.m. Därutöver bör SKB genomföra ytterligare arbete i att söka den optimala utformningen av KBS-3, t.ex. avseende olika varianter av horisontell deponering (t.ex. medellånga tunnlar) jämfört med vertikal deponering.

5.3.2 SKB:S REDOVISNING

SKB anger i FUD-program 2001 att man under den närmaste sexårsperioden avser att redovisa metodiken för förvarsoptimering och att successivt minska antalet alternativ. SKB anger att analyserna av alternativa förvarsutformningar avses ske utifrån de konstruktionsförutsättningar som för närvarande tas fram. En första utgåva av dessa planeras under år 2002. I slutet av den kommande sexårsperioden ska de konstruktionsförutsättningar som behövs inför detaljundersökningsskedet ha tagits fram. SKB anger att utveckling av metodik för platsanpassning och optimering av slutförvaret ska ske i samråd med myndigheterna.

Vad det gäller varianter av KBS-3-metoden har det från SKB:s tidigare redovisningar framkommit att KBS-3-MLH (deponering i horisontella, medellånga tunnlar) kan ha fördelar från långsiktig säkerhetssynpunkt, men även från miljösynpunkt och dessutom medföra lägre anläggningskostnader. SKB anger i R-00-29 att varianten dock kräver omfattande tekniskt arbete och demonstration i full skala för att komma till samma mognadsgrad som huvudvarianten av KBS-3. SKB har påbörjat arbetet med att ta fram ett forsknings-, utvecklings- och demonstrationsprogram för MLH, men avser, enligt FUD-program 2001, under den närmaste sexårsperioden inte utföra insatser när det gäller demonstration. Anledningen till detta är att SKB vill prioritera de pågående försöken i Äspölaboratoriet och menar att nya försök skulle kunna förändra randvillkoren för de pågående försöken.

SKB inkom dock med ett förslag till FUD-program för MLH [7] sent under SSI:s granskningsprocess. SSI har därför inte kunnat genomföra annat än en mycket översiktlig granskning av rapporten. SSI kan konstatera att [7] ger en mer heltäckande beskrivning av MLH jämfört med FUD-program 2001. Enligt det föreslagna FoU-programmet skulle ett sådant program, inklusive demonstrationsförsök, kunna påbörjas år 2002 och delvis vara utvärderat vid tidpunkten för ansökan.

SSI:s bedömning

Med tanke på vad som ovan framförts anser SSI att det är av stor vikt att SKB konkretiserar sina planer vad gäller utvärderingar av olika varianter av systemutformningar och tidigt identifierar vilket utvecklings-, demonstrations- och forskningsbehov som finns med hänsyn till behovet att optimera slutförvarsanläggningen. Detta gäller i synnerhet underlag som endast kan tas fram genom demonstrations- och långtidsförsök.

Ett sådant exempel gäller varianten medellånga hål, MLH. Om MLH ska kunna utvärderas på ett tillbörligt sätt behöver ett FoU-program initieras i ett tidigt skede. SSI anser därför att det är tillfredsställande att SKB enligt [7] nu överväger att ta ett sådant initiativ.

5.4 SSI:s sammanfattande bedömning

Redovisningen av forskningsprogrammet rörande kapseltillverkningen är knapphändig i FUD-program 2001. Kapseltillverkningen och den oförstörande provningen (OFP) har en central roll i KBS-3-metoden. SSI anser därför att tydliga mål och delmål behöver ställas upp för alla delar av utvecklingsarbetet, och vara kopplade till utvecklingen av säkerhetsanalysen. En första redovisning av det återstående utvecklingsarbetet bör ges under år 2002, varefter planerna bör införas i det föreslagna strategidokumentet.

SKB behöver, enligt SSI:s föreskrifter, redovisa på vilket sätt slutförvarssystemet har optimerats. Det är därför viktigt att SKB konkretiserar sina planer för utvärdering av betydelsen av förvarsdjup, tillfartsalternativ (ramp eller schakt) samt alternativa varianter av förvarsutformningar. Vidare bör SKB tidigt identifiera vilka utvecklings-, demonstrations- och forskningsbehov som finns, med hänsyn till optimeringen av slutförvarsanläggningen. I synnerhet är det viktigt att SKB tidigt identifierar behovet av långtidsförsök. SKB har mycket sent under SSI:s granskningsprocess inkommit med ett förslag till FUD-program för varianten KBS-3-MLH (deponering i medellånga hål). SSI ser positivt på att SKB överväger studier av denna variant av KBS-3, vilken kan ha säkerhetsmässiga fördelar jämfört med huvudvarianten med vertikala deponeringshål.

6 Säkerhetsanalys

SSI ger i detta kapitel allmänna synpunkter på SKB:s program för utveckling av metoder för säkerhetsanalys, så som det redovisas i kapitel 2 i FUD-program 2001. SSI:s synpunkter på biosfären och dess roll i säkerhetsanalysen redovisas i huvudsak i kapitel 8 i denna rapport eftersom SKB valt att lyfta ut dessa frågor till ett separat kapitel (kapitel 9) i FUD-program 2001. SSI ger i detta kapitel också synpunkter på SKB:s planerade säkerhetsredovisningar.

6.1 Allmänna synpunkter

SSI ser positivt på att SKB i redovisningen av utvecklingsprogrammet för säkerhetsanalys, utgår från SKB:s egna erfarenheter från SR 97 [1] och myndigheternas synpunkter i granskningarna av denna säkerhetsanalys [2] samt tidigare FUD-program. SSI anser att ett motsvarande angreppssätt bör användas även i kommande FUD-redovisningar.

6.2 Program för utveckling av metoder för säkerhetsanalys

6.2.1 SYSTEMBESKRIVNING

Med systembeskrivning avses den grundläggande dokumentationen av alla de förhållanden, processer och egenskaper som behöver beaktas för att kunna beskriva utvecklingen av ett slutförvar och för att kunna bedöma framtida radiologiska konsekvenser. SKB anger i sitt utvecklingsprogram att den metod med THMC-diagram (Termiska, Hydrauliska, Mekaniska och Kemiska processer) som presenterats i SR 97 kommer att uppdateras och vidareutvecklas på flera punkter.

SSI:s bedömning

SSI konstaterar att SKB i sina målformuleringar för programmet tagit hänsyn till de viktigaste synpunkterna från myndigheternas granskning av SR 97, t.ex. koppling mellan processer och modeller, motivering och dokumentation av expertbedömningar av olika processers betydelse och rutiner för intern granskning [2]. SKB:s redovisning ger dock begränsad information om vilka konkreta insatser som planeras. Istället hänvisar SKB till den s.k. Metodrapporten, som enligt uppgift i mötesanteckningar från ett möte 2001-09-25 mellan SKI och SKB [3] planeras att redovisas år 2004.

SSI ser positivt på att SKB nu påbörjat arbetet med att systematisera beskrivningen av biosfärsprocesser i form av processbeskrivningar och interaktionsmatriser, på samma sätt som för de tekniska och naturliga barriärerna. SSI anser att detta arbete måste prioriteras av två skäl. Dels utgör systembeskrivningen ett viktigt underlag för att bestämma vilka processer och parametrar som behöver bestämmas i en platsundersökning. Dels ger den underlag för att identifiera behoven av modellutveckling och kunskapsuppbyggnad för biosfär och övergången mellan geosfär och biosfär (se vidare kapitel 8 i detta yttrande).

6.2.2 VAL AV SCENARIER

SSI och SKI framförde i granskningen av SR 97 att SKB:s val av scenarier behöver förbättras på flera punkter, bl.a. uppmanades SKB att:

- utveckla valet av scenarier så att det på ett bättre sätt framgår hur väl de valda scenarierna täcker de processer och händelser (systembeskrivning) som kan påverka förvarets funktion
- ta fram mer heltäckande scenarier för att tillse att påverkan av viktiga störningar som t.ex. jordskalv och glaciationer kan utvärderas på ett fullständigt sätt
- på ett mer fullständigt sätt belysa scenariosäkerheter, t.ex. alternativa klimatutvecklingar
- tydliggöra kopplingen mellan val av scenarier och utvärderingen av risk.

SSI kan konstatera att SKB i FUD-program 2001 anger att man planerar att utvärdera möjligheten att göra ett mer systematiskt scenarioval med utgångspunkt från de s.k. THMC-diagrammen och att jordskalv kommer att integreras platsspecifikt i samtliga scenarier i framtida analyser.

SSI:s bedömning

SSI anser att SKB bör utveckla en strategi för hur scenarier ska väljas för att ge ett bra underlag för utvärdering av risk. Strategin för att välja scenarier är kopplad till hur sannolikheter hanteras, hur en sammanvägning av risk från olika scenarier görs och utvärderingen av scenariosäkerheter. SSI utgår ifrån att SKB kommer att belysa dessa frågor i Metodrapporten. SSI:s synpunkter på biosfärsfrågor i säkerhetsanalysen redovisas i detalj i kapitel 8.

6.2.3 RISKANALYS OCH BERÄKNINGAR

SSI:s föreskrifter [4] anger bl.a. att konsekvenserna av ett slutförvar efter förslutning ska redovisas i form av risk. SKB har i säkerhetsanalysen, SR 97 [1], gjort en första tolkning av dessa föreskrifter.

SSI och SKI gav i granskningen av SR 97 [2] detaljerade synpunkter på SKB:s behov av att vidareutveckla modeller och metoder för att kunna genomföra riskanalyser för ett slutförvar. SSI framförde bl.a. att SKB bör utveckla en mer väldefinierad strategi för beräkning och presentation av risk som belyser:

- kopplingen mellan val av scenarier och sammanvägd utvärdering av risk
- hanteringen av riskbidrag från FEPs (ung. egenskaper, händelser och processer) och scenarier som kan bedömas ha låg sannolikhet men som resulterar i höga doser
- metoder för probabilistiska beräkningar
- hantering av parameterosäkerheter, t.ex. val av parameterfördelningar och spridningsmått
- biosfärens roll i olika tidsperioder av säkerhets- och riskanalysen
- redovisning av risk som en funktion av tid och rum.

I forskningsprogrammet för den kommande treårsperioden anger SKB kortfattat att man planerar att utveckla en strategi för både icke-probabilistiska och probabilistiska beräkningar, liksom hur data till dessa ska fastställas. SKB anger vidare att man planerar att uppdatera den s.k. Datarapporten [5] med indata till fler modeller och scenarier och att dokumentationen av konceptuella modeller kommer att förbättras. Resultaten kommer att presenteras i den planerade Metodrapporten.

Huvuddelen av SKB:s redovisning beskriver dock nyutvecklade och förenklade analytiska modeller för konsekvensberäkningar som kan köras på en vanlig persondator. SKB anger att syftet med de analytiska modellerna bl.a. är att utgöra ett komplement till de mer detaljerade numeriska modellerna och

att möjliggöra snabba probabilistiska beräkningar och känslighetsanalyser. Modellerna har bl.a. använts för att utvärdera betydelsen av olika fördelningsantaganden och parameterkorrelationer i SR 97. Resultaten indikerar att osäkerheter i dessa faktorer är små i förhållande till osäkerheter i skattningen av medelvärden och spridningsmått.

SSI:s bedömning

SSI ser positivt på det preliminära arbete med analytiska beräkningsmodeller som redovisas i FUD-program 2001. SSI håller med SKB om att dessa modeller kan utgöra ett bra komplement till de mer detaljerade numeriska beräkningsmodeller som används i säkerhetsanalysen. SSI håller också med SKB om att stor uppmärksamhet måste ägnas åt de centralvärden och spridningsmått för parameterfördelningarna som används i säkerhetsanalysen. Flera av de kritiska synpunkter som framfördes av myndigheterna och den internationella expertgruppen i granskningen av SR 97 rörde just sådana antaganden, t.ex. frekvens och typ av initiala defekter i kapsel och buffert och den tid det tar innan en defekt kapsel börjar läcka [2, 6].

Det faktum att SSI:s skyddskrav är uttryckta i form ett riskkriterium innebär inte nödvändigtvis att SKB måste genomföra en fullständigt probabilistisk säkerhetsanalys. Däremot finns ett behov för SKB att se över hur detta påverkar utformningen och redovisningen av alla delar av en säkerhetsanalys. SSI anser att SKB i ett tidigt skede, och senast i samband med nästa säkerhetsredovisning, bör presentera och utvärdera en samlad strategi för riskanalys som bl.a. belyser de frågor som framkommit i granskningen av SR 97 (se ovan). Andra exempel på frågor som då bör belysas är:

- behov av formella procedurer för expertbedömningar (t.ex. expert elicitation) vid skattning av svårsmätbara parametrar och förhållanden
- hantering av kombinerade deterministiska och probabilistiska beräkningar
- användning av maximal konditionerad risk respektive medelrisk i probabilistiska beräkningar
- användning av alternativa säkerhetsindikatorer som komplement till risk för långa tidsperioder och som underlag för utvärdering av miljöpåverkan.

SSI arbetar för närvarande med att utveckla synen och kraven på riskanalyser och bedömning av risk och har tagit initiativ till ett internationellt utbyte inom ramen för OECD:s kärnenergi byrå (NEA). SSI avser även att föra en dialog med SKB i dessa frågor, men vill samtidigt betona att detta inte frångår SKB ansvaret att driva arbetet vidare.

6.3 Planerade säkerhetsredovisningar

SKB anger att nästa större säkerhetsanalys för slutförvaret kommer att genomföras då data från platsundersökningarna finns tillgängliga. Analysen kommer att redovisas i samband med tillståndsansökan för slutförvaret som är planerad till år 2007. Dessförinnan planeras följande redovisningar:

- 2004 Preliminära säkerhetsbedömningar – baserade på data från de inledande platsundersökningarna. Bedömningarna utgör underlag för beslut om kompletta platsundersökningar och omfattar jämförelser med SKB:s uppställda kriterier samt enklare analyser.
- 2004 Metodrapporten (SR-MET) – som redovisar metodutveckling för säkerhetsanalyser, bl.a. scenario- och riskanalyser. Redovisningen kommer inte att utnyttja data från platsundersökningarna.
- 2005 Säkerhetsredovisning för tillståndsansökan om lokalisering och bygge av inkapslingsanläggning – analysen är en uppdatering av SR-MET och fokuseras på kapselns funktion i slutförvaret. Data från platsundersökningarna kommer inte att användas.

Vidare anger SKB att nästa säkerhetsanalys för slutförvaret för annat långlivat avfall planeras till efter tillståndsansökan för slutförvaret för använt kärnbränsle.

SSI:s bedömning

SSI, liksom SKI och den internationella expertgruppen, framförde i granskningen av SR 97 att SKB i sitt fortsatta arbete bör förstärka säkerhetsanalysens roll för integrering av olika delar av slutförvarsprogrammet. SSI anser att redovisningen i FUD-program 2001 är alltför knapphändig för att, idag, kunna bedöma om SKB:s planer uppfyller detta mål. SSI har dock erfarit att SKB under 2002 planerar att ta fram mer detaljerade redovisningar av syften, omfattning och vad som ska uppnås med de planerade säkerhetsredovisningarna. Som framgår av kapitel 3 anser SSI att det vore lämpligt att sammanfatta dessa beskrivningar i ett strategidokument.

SSI har på annan plats i detta yttrande givit exempel på konkreta frågor som bör härledas från eller utvärderas i säkerhetsanalyser. I kapitel 8 diskuteras kopplingen mellan säkerhetsanalysens behov av data och utvecklingen av mätmetoder och modeller för karaktäriseringen av biosfär och övergången mellan geosfär och biosfär. I kapitel 7 redovisar SSI synpunkter på behovet av att utvärdera acceptanskriterier för kopparkapslar i säkerhetsanalysen. Frågan om hur SKB avser att utnyttja återkommande funktions- och säkerhetsanalyser för att styra upp det fortsatta platsundersökningsprogrammet diskuteras i ett pågående samråd om platsundersökningar mellan SKB, SKI och SSI. Nedan ger SSI preliminära synpunkter på några av de aviserade säkerhetsredovisningarna i FUD-program 2001.

SSI anser att det är viktigt att tidigt klargöra omfattningen av de preliminära säkerhetsbedömningarna. Utvärderingen bör enligt SSI:s uppfattning vara så fullständig som möjligt för att ge ett bra underlag inför planeringen av de fortsatta kompletta undersökningarna. SSI anser att platsdata åtminstone bör sättas in i de fullständiga beräkningar som genomförts inom SR 97 för att ge en bra belysning av kritiska osäkerheter inom olika geovetenskapliga modeller, och för att kunna bedöma om data uppfyller säkerhetsanalysens behov. Detta gäller inte minst bedömningen av tillräckligheten i de data och modeller som tagits fram för biosfären, eftersom en sådan bedömning förutsätter att man har kännedom om möjliga transportvägar till de ytnära ekosystemen.

SSI stödjer SKB:s arbete med att ta fram en samlad redovisning av metoder för genomförande och redovisning av framtida säkerhetsanalyser i en metodrapport (det är dock oklart för SSI om metodrapporten ska ses som vidareutveckling av den tidigare redovisade mallen för säkerhetsanalyser, SR 95). SSI förutsätter att SKB i Metodrapporten redovisar hur man tagit hänsyn till myndigheternas granskning av SR 97 och de synpunkter som ges ovan. Metodrapporten utgör SKB:s sista redovisning av metoder för säkerhetsanalys inför framtagande av den slutliga säkerhetsredovisningen för tillståndsansökan för slutförvaret. SSI anser därför att det är nödvändigt att SKB låter genomföra någon form av fristående internationell expertgranskning av denna rapport. SSI anser också att Metodrapporten bör genomgå en formell myndighetsgranskning och att detta lämpligen kan göras i anslutning till granskningen av FUD-program 2004.

SSI anser att den säkerhetsanalys som kommer att bifogas ansökan om inkapslingsanläggningen bör bygga på de nya rön och experimentella data som framkommit från tillverkning och provning av kopparkapslar och utvecklingsarbetet med buffert och återfyllnad (se även kapitel 7). Vidare bör säkerhetsanalysen, på ett bättre sätt än i SR 97, ta hänsyn till rimliga osäkerhetsintervall kring de uppnådda testresultaten från utvecklingsarbetet med kapslar och buffert. Om ansökan lämnas in innan SSI tagit ställning till en ansökan om lokalisering av ett slutförvar anser SSI att det kan vara rimligt att, så som SKB angett, basera denna säkerhetsanalys på generiska data (t.ex. från SR 97). Ett minikrav bör i så fall vara att SKB tar hänsyn till eventuella avvikelser i de parameterintervall m.m., som använts i SR 97 i förhållande till vad som framkommit i platsundersökningarna.

SSI avser att följa upp ovanstående frågor kring förnyade redovisningar av system- och säkerhetsanalyser i det samråd som SKB, i enlighet med regeringsbeslut om kompletteringen till FUD-program 2001, ska genomföra med myndigheterna [7].

6.4 SSI:s sammanfattande bedömning

Program för utveckling av metoder för säkerhetsanalys

Såvitt SSI kan bedöma har SKB i sitt utvecklingsprogram för säkerhetsanalys täckt in huvuddelen av de synpunkter som framkommit i granskningarna av säkerhetsanalysen SR 97. SSI:s viktigaste synpunkter på programmet är att SKB bör:

- Prioritera framtagandet av en systematisk beskrivning av processer i biosfären och övergången mellan geosfär och biosfär för att få ett tillräckligt underlag för att kunna genomföra ändamålsenliga platsundersökningar.
- Ta fram och utvärdera en metod för riskanalys som belyser hur de olika delarna av säkerhetsanalysen kan utformas för att ge ett bra underlag för utvärdering av risk i enlighet med SSI:s föreskrifter. Metoden bör redovisas i SKB:s planerade Metodrapport.

Planerade säkerhetsredovisningar

SSI anser, i likhet med vad som framförts tidigare av myndigheterna och den internationella expertgruppen i granskningen av SR 97, att SKB bör förtydliga säkerhetsanalysens roll för integrering av de olika delarna av slutförvarsprogrammet och vad som behöver uppnås med kommande säkerhetsredovisningar.

SKB:s aviserade Metodrapport bör genomgå en formell myndighetsgranskning. Redovisningen bör därför kopplas till FUD-program 2004. SKB bör också genomföra en internationell expertgranskning av denna rapport.

De preliminära säkerhetsbedömningarna av de platser som ingår i platsundersökningarna bör vara så fullständiga som möjligt för att ge ett bra underlag för planeringen av de fortsatta kompletta platsundersökningarna. SSI anser att det kan vara nödvändigt att genomföra förenklade scenario- och konsekvensanalyser för att pröva tillräckligheten av de data och modeller som tagits fram för t.ex. biosfären och övergången mellan geosfär och biosfär.

Den säkerhetsanalys som kommer att bifogas ansökan om inkapslingsanläggningen bör utvärdera de nya rön och experimentella data, med tillhörande osäkerheter, som framkommit i första hand från både tillverkning och provning av kopparkapslar, och även ta hänsyn till ny kunskap från utvecklingsarbetet med buffert och återfyllnad. SSI anser också att SKB bör tydliggöra på vilket sätt man kommer att ta hänsyn till de platsspecifika data och förhållanden som framkommit i platsundersökningarna.

7 Forskning – slutförvar och geosfär

7.1 Allmänt

7.1.1 SKB:S REDOVISNING

SKB:s redovisning av det forskningsprogram som pågår och planeras för de närmaste åren för bränslet, de tekniska barriärerna och geosfären omfattar flera kapitel i FUD-program 2001. Redovisningen omfattar samtliga processer i den s.k. Processrapporten från SR 97 [1], dessutom redogörs för forskning kring förvarets initialtillstånd. Utgångspunkterna anges vara osäkerhetsdiskussionen i Processrapporten samt de kommentarer som gavs i den myndighetsgemensamma granskningsrapporten av SR 97 liksom utlåtandet från den internationella expertgrupp som tillsattes för att granska SR 97. Även SKB:s redovisning i FUD-program 98 och de synpunkter som gavs på denna redovisning tas upp av SKB där man finner det relevant.

I tabell 3-1 i FUD-program 2001 anges processerna med en färgmarkering, vilken ska ge en grov uppskattning på storleken av den planerade forskningsinsatsen under den närmaste treårsperioden. I tabell 3-2 anges motsvarande information om den forskning som avses äga rum angående förvarets initialtillstånd.

7.1.2 SSI:S BEDÖMNING

SSI anser att upplägget i SKB:s presentation är en förbättring jämfört med tidigare redovisningar. Tydligheten har ökat genom den strukturerade beskrivningen och genom att återanknyta till myndigheternas synpunkter på FUD-program 98 och SR 97. Detta kommer även att underlätta framtida uppföljningar av forskningsresultaten. SSI vill samtidigt påpeka att det är olyckligt att de synpunkter som framförts i granskningen av SKB:s kompletterande redovisning av FUD-program 98, FUD-K, av tidsmässiga skäl inte har kunnat infogas i FUD-program 2001. De kommentarer som framfördes i samband med FUD-K måste tas i beaktande av SKB i det pågående FoU-arbetet. Granskningen av FUD-K var särskilt viktig eftersom denna granskning skedde efter det att de båda säkerhetsanalyserna, för SFL 2 och SFL 3-5, hade granskats. Det var först i granskningen av FUD-K som det gavs en möjlighet att kommentera helheten i SKB:s arbete.

Trots att indikeringen av vilka forskningsverksamheter som prioriteras under den närmaste treårsperioden i tabellerna 3-1 och 3-2 i FUD-program 2001 är illustrativ, är inte redovisningen tillräcklig. SSI anser att FUD-program 2001 saknar en tydlig redogörelse av de övergripande målen för SKB:s forsknings-, utvecklings- och demonstrationsverksamhet och därtill kopplade prioriteringar av forskningen. SSI anser att SKB på ett mycket tydligare sätt måste redovisa vad som behöver uppnås, hur det ska uppnås och när i den pågående lokaliseringsprocessen som detta behöver uppnås. Detta kan ske i det s.k. strategidokument som SSI efterfrågar, se kapitel 3. Ett sådant strategidokument förespråkades även av den internationella expertgruppen i sitt yttrande över SR 97 [2].

7.2 Kopparkapseln

7.2.1 INITIALT TILLSTÅND HOS KAPSELN

I avsnitt 5.1.2 ("Geometri") redogör SKB bland annat för frågor om initiala defekter. Dessutom diskuteras forskningsprogrammet i kapitel 15 ("Inkapsling").

Bakgrund

SSI har i yttrandet över FUD-K angivit [3]:

SSI menar, liksom den internationella expertgruppen som granskade SR-97, och flera remissinstanser, att alternativa kapselskador än de i SR-97 postulerade behöver analyseras. Dessutom behöver SKB klargöra frågor om materialegenskaper hos kapseln, utformningen och funktionen av den oförstörande provningen, samt hur resultaten ska integreras i säkerhetsanalysen. Utifrån dessa analyser kan sedan konstruktionsförutsättningarna för kapseln härledas. SSI anser att dessa analyser behöver föreligga senast i samband med ansökan om inkapslingsanläggning.

Bakgrunden till yttrandet var den brist som kunde konstateras gällande förutsättningarna för det s.k. kapseldefektsscenariot i SR 97. I kapseldefektsscenariot utvärderades endast betydelsen av att en, alternativt fem, kapslar hade initiala defekter. Denna defekt antogs i analysen vara större än detektionsgränsen för den oförstörande provningen. Övriga 3 999 (alternativt 3 995) kapslar betraktades som ”hela” i SR 97 och behandlades i det s.k. basscenariot.

SSI menar att det inte kan uteslutas att även dessa kapslar har defekter, men att typen av defekter och/eller deras storlek är mindre än detektionsgränsen för den oförstörande provningen. Det måste till och med anses som troligt att så är fallet. SSI anser att SKB i framtida säkerhetsanalyser behöver redovisa utvecklingen av även dessa kapslar och deras betydelse för det långsiktiga strålskyddet. Resultaten av den säkerhetsanalytiska utvärderingen behöver tas i beaktande då acceptanskriterier för kapseltillverkning och den oförstörande provningen slutligen ska fastställas.

SKB:s redovisning

SKB:s redovisning av hur kriterier ska fastställas för kopparkapslarnas initiala defekter är kortfattad och ger inte ett entydigt intryck i FUD-program 2001. För fastställande av kriterier för initiala defekter hänvisar SKB till kommande utredningar, bl.a. den redovisning av konstruktionsförutsättningar för slutförvaret som ska komma under år 2002.

Vad gäller de utvärderingar som SKB avser genomföra anges i kapitel 15 att acceptanskriterier kommer att fastställas för kapslarnas alla delar, inklusive förekommande svetsar. De acceptanskriterier som formuleras är kopplade till den valda metoden för acceptansprovning, vilket SSI tolkar som den oförstörande provningen av svetsarna. Detta står i överensstämmelse med uppgifter i kapitel 5 (”Kapsel”), där SKB anger att antaganden om initiala defekter i framtida säkerhetsanalyser bland annat ska härledas ur teststatistik från den oförstörande provningen och de uppsatta acceptanskriterierna. SSI tolkar FUD-program 2001 som att indata till framtida säkerhetsanalyser, liksom acceptanskriterier för svetsen, kommer att härledas från den oförstörande provningen. SKB avser dessutom att genomföra en konsekvensanalys som ”visar vad som händer om det finns fler eller större defekter än vad acceptanskriterierna anger”.

SSI:s bedömning

Mot bakgrund av den kortfattade beskrivning som ges i FUD-program 2001 och i avsaknad av den redovisning av konstruktionsförutsättningar för bl.a. kapseln som planeras att redovisas under 2002 är det svårt för SSI att bedöma vilken strategi och planering SKB har för forsknings- och utvecklingsprogrammet.

Som nämns ovan anser SSI att en utvärdering baserad på indata från den oförstörande provningen behöver kompletteras med en utvärdering av den långsiktiga betydelsen och utvecklingen av defekter som är mindre än detektionsgränsen för den oförstörande provningen. Mot bakgrund av en sådan utvärdering kan SKB sedan utvärdera de preliminära acceptanskriterierna och konstruktionsförutsättningarna för kapseln. SSI utesluter inte att SKB efter en sådan utvärdering kan behöva revidera dessa

kriterier för kapseln, t.ex. genom skärpta krav på tillverkningen liksom på förbättrad noggrannhet i den oförstörande provningen.

7.2.2 STRÅLINTENSITET

SKB anger i FUD-program 2001 att om ytdosraten på kapseln inte överstiger 1 Gy/h kan strålinducerade effekter försummas.

SSI:s bedömning

För växelverkan med koppar dominerar fotoelektrisk effekt vid lägre fotonenergier än ca 120 keV [6]. Detta innebär att det på grund av koppars högre atomnummer kommer att etableras ett mycket högre sekundärelektronflöde i vattenfyllda kopparkaviteter och vid gränssytan mellan kapsel och vatten. För vätgasfyllda kaviteter är effekten ännu större. Vid bedömning av strålinducerade effekter, såsom radiolys, kan man inte utan vidare bortse från skiktet allra närmast kopparn.

SSI har inte gjort någon bedömning av effektens inverkan på vatten eller vätgas i gränssytor/kaviteter, men anser att den bör finnas nämnd i en genomgång av processer som kan påverka de tekniska barriärerna.

7.3 Bufferten

7.3.1 INITIALT TILLSTÅND HOS BUFFERTEN

SKB:s redovisning

I avsnitt 5.1.2 diskuteras endast frågor rörande buffertens dimensioner. SKB anger att inga kommentarer framkommit vid granskningen av SR 97. Med den struktur som SKB har i FUD-program 2001 borde frågan om initiala defekter hos bufferten ha hamnat under avsnitt 5.1.2. SKB:s antaganden i SR 97 om att bufferten inte hade några defekter ifrågasattes både av den internationella expertgruppen [2], av GRAM (expertgrupp tillsatt av Oskarshamns kommun) [7] och av myndigheterna [5].

I SR 95 angav SKB som exempel på defekter i bufferten: oren bentonit, felaktigt byggande av barriären samt för snabb eller dålig återfuktning av barriären. I FUD-program 2001 redogör SKB för forskningsprogrammet rörande återmättnadsförloppet liksom för frågan om föroreningar i bufferten.

SSI:s bedömning

SSI efterlyser en systematisk scenarioanalys av vilken betydelse buffertens kortsiktiga utveckling kan ha ur ett mer långsiktigt perspektiv. SKB behöver utvärdera effekten av möjliga defekter i bufferten, exempelvis konsekvenserna av:

- ojämn eller långsam återmättnad (omvandling av bufferten till följd av uppvärmning under omättade förhållanden)
- strukturella skador, exempelvis orsakade av skador vid deponeringen
- geokemisk påverkan, exempelvis till följd av exponering av grundvatten med höga salthalter eller exponering av jonfattigt grundvatten.

Resultaten från en sådan scenarioanalys behöver sedan återknyta till utvecklingsarbetet och framtagandet av de slutliga konstruktionsförutsättningar och acceptanskriterier som behövs för närområdet (t.ex. kriterier för deponeringshålen) och bufferten.

7.3.2 BUFFERTENS FUNKTION EFTER GENOMBORNING

SSI:s föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall kräver att slutförvarets skyddsförmåga efter intrång redovisas [8]. SKB har i SR 97 förutsatt att bufferten sväller igen efter genomborring. Myndigheterna ansåg i sin granskning att SKB inte redovisat något underlag för påståendet att bufferten fungerar som avsett efter en sådan skada.

SSI anser att SKB bör överväga att genomföra experiment i syfte att belysa frågan och stärka argumentationen inför framtida säkerhetsanalyser.

7.3.3 KOLLOIDAL TRANSPORT

SKB planerar ett experimentellt demonstrationsprojekt för att undersöka bildning av kolloider från bentonitbuffert. Syftet är att studera under vilka betingelser kolloider bildas och är stabila och vilken potential de har för att transportera radionuklider. SKB planerar också viss modellutveckling med syfte att kunna kvantifiera betydelsen av kolloidaltransport för förvarets skyddsförmåga.

SSI:s bedömning

I granskningen av SR 97 [5] påpekade SSI och SKI att SKB bör utvärdera inverkan av kolloider för de fall då bufferten inte fungerar som avsett, t.ex. beroende på fel vid tillverkning eller inplacering. SSI menar att det är oklart hur SKB i sitt forskningsprogram om kolloider tänker ta upp inverkan av kolloider då bufferten är defekt.

7.4 Återfyllnaden

7.4.1 ALTERNATIVA SÄTT ATT ÅTERFYLLA

SKB för ett resonemang om huvudalternativet, vilket är en blandning av bergkross och bentonit (15–30 % MX-80-lera + resten bergkross), men för även diskussioner om ett möjligt alternativ, nämligen återfyllning med 100 % naturlig lera. Som fördel anger SKB att alternativet, till skillnad från huvudalternativet, kommer att etablera ett svälltryck i återfyllnaden även i bräckt grundvatten. Enligt SKB kan ett salt grundvatten påverka en återfyllnad bestående av en blandning av MX-80-lera och bergkross negativt, vilket kan bidra till problem med en kraftigt ökad porositet i återfyllnaden och kanalbildning mellan återfyllnaden och tunneltaket. Liknande synpunkter förde SSI fram i yttrandet över FUD-K [3]:

SSI anser att det måste kunna säkerställas att utvecklingen av återfyllnaden av tunnlar på sikt inte leder till en "kortslutning" mellan förvaret och biosfären. SSI ser ett potentiellt problem med detta för ett rampalternativ och i synnerhet vid en förläggning i salt grundvatten.

SSI:s bedömning

Frågan om återfyllnadens långsiktiga funktion och dess kopplingar till de driftrelaterade frågorna är viktiga, menar SSI. SKB behöver fortsättningsvis prioritera dessa frågeställningar. Resultaten från den forskning som äger rum behöver utvärderas och det principiella valet av systemutformning behöver göras i en inte alltför avlägsen framtid. Behov av långtidsförsök behöver därför identifieras i ett tidigt skede, i synnerhet för alternativet återfyllning med ren lera, se nedan. SKB måste därför redogöra för hur, och i vilken takt, frågor av det här slaget behöver klarläggas i det efterfrågade strategidokumentet.

Vid applicering av återfyllnaden behöver hänsyn tas till buffertens återmättnadsförlopp. Sker återfyllnad med ren lera, i stället för med en blandning av bergkross och bentonit, behöver det klarläggas i än högre grad att systemet kommer att fungera som avsett och att ett mottryck etableras av återfyllnaden gentemot bufferten. Problemet accentueras möjligen om bufferten redan i samband med deponeringen väts, vilket har diskuterats.

Slutligen kan SSI konstatera att SKB:s upplägg i FUD-program 2001, med det ständigt återkommande avsnittet ”Slutsatser i SR 97 och dess granskning”, blir missvisande för beskrivningen av återfyllnaden eftersom dess långsiktiga utveckling inte behandlades explicit i SR 97.

7.5 Forskning och utveckling av förvarsteknik vid Äspölaboratoriet

SKB:s redovisning

Delar av forskningen kring det initiala tillståndet hos närområdet och dess utveckling bedrivs vid Äspölaboratoriet. SKB beskriver dessa försök i avsnitt 12.3 i FUD-program 2001. Många av de frågor som redogörs för i detta avsnitt är nära knutna till system- och säkerhetsanalysfrågor och utgör en viktig del av det s.k. strategidokumentet. Frågorna behandlas därför av SSI även i andra delar i föreliggande yttrande.

SKB presenterar fyra projekt som har startats under senare år, eller som kommer att starta under de närmaste åren: prototypförvaret, backfill and plug test, återtag samt långtidsprov av buffertmaterialets funktion. Endast en övergripande beskrivning av försöken ges i FUD-program 2001. En mer detaljerad beskrivning av försöken gavs i FUD-program 98.

Prototypförvaret utgörs av sex deponeringspositioner, i vilka kapslar med elektriska värmare har installerats för att simulera resteffekten hos använt kärnbränsle. Kapslarna har sedan deponerats med kringliggande bentonit och tunnarna återfyllts med en blandning av bentonit och bergkross. Experimenten planeras pågå i fem år för de fyra yttre kapslarna och ytterligare 15 år för de två inre. SKB angav i FUD-program 98 att huvudmålen med prototypförvaret är att demonstrera funktionen och samverkan hos förvarets delar och jämföra utfallet med modeller och antaganden liksom att utveckla och pröva ändamålsenliga kriterier och kvalitetssystem. Någon utförligare målbeskrivning gavs inte.

SSI:s bedömning

De slutliga resultaten från dessa långtidsexperiment kommer att bli klara först ca fem år efter det att SKB planerar att ha inlett driften av slutförvaret. Med denna utgångspunkt, och mot bakgrund av att frågan om närområdets utveckling har varit föremål för synpunkter både från myndigheterna och den internationella expertgruppen vid granskningen av SR 97, är det centralt att SKB redan nu förtydligar syftena med och förväntningarna på experimenten och de utvärderingskriterier som kommer att användas. SKB behöver dessutom överväga kompletterande experiment, bland annat för att ge ett bättre statistiskt underlag för de slutsatser som behöver dras.

Liknande behov av förtydligande syften och förväntningar finns även för de långtidsförsök som görs för återfyllnadens funktion i försöket backfill and plug test. SSI noterar att SKB inte redovisar några forskningsprojekt för alternativet återfyllnad med ren lera. Med tanke på det behov som SKB:s redovisning i FUD-program 2001 återspeglar av att hitta ett gångbart återfyllnadsalternativ vid förläggning i salt eller bräckt grundvatten, borde det planerade forskningsprogrammet fokusera betydligt mer på denna fråga.

7.6 Modellering

I SSI:s granskning av geosfären har inte modeller granskats utan här ges endast övergripande kommentarer angående modellering av geosfären.

I granskningen av SR 97 påpekade myndigheterna att hydrologimodelleringen generellt är mer genomarbetad än närområdesmodelleringen. I FUD-program 2001 redovisar SKB ett omfattande forskningsprogram vad gäller radionuklidtransport i närområdet med bl.a. utveckling av COMP23 (SKB:s datorkod för beräkning av radionuklidtransport i närområdet).

SKB anger både i kapitel 2 och kapitel 8 i FUD-program 2001 att ett validitetsdokument kommer att upprättas för de viktigaste modellerna för konsekvensberäkningar, dvs. modellerna för grundvattenflöden i geosfären och för radionuklidtransport i närområde, geosfär och biosfär. SKB planerar att i detta dokument redovisa det vetenskapliga stöd som finns för en modell och att diskutera de konceptuella antaganden och matematiska formuleringar som gjorts. I kapitel 9 tas inte denna planerade dokumentation upp explicit.

SSI:s bedömning

SSI anser att det är angeläget att SKB:s planerade forskningsprogram om radionuklidtransport i närområdet leder till att hydrologimodellering och närområdesmodellering får en jämförbar ambitionsnivå.

SSI stödjer SKB:s planer för dokumentation av modeller och menar att detta är i enlighet med önskemål från tidigare granskningar. SSI anser att biosfärsmodeller bör dokumenteras på ett jämförbart sätt med övriga modeller liksom att övergången mellan geosfär och biosfär bör beaktas.

7.7 SSI:s sammanfattande bedömning

SSI anser att SKB i framtida säkerhetsanalyser, utöver en utvärdering baserad på indata från den oförstörande provningen, även behöver utvärdera betydelsen av defekter som är mindre än detektionsgränsen för den oförstörande provningen. Mot bakgrund av en sådan analys behöver SKB utvärdera de preliminära acceptanskriterierna och konstruktionsförutsättningarna för kapseln. SKB kan efter en sådan analys även behöva revidera dessa kriterier för kapseln, t.ex. genom skärpta krav på tillverkningen liksom på förbättrad noggrannhet i den oförstörande provningen.

För utvecklingsarbetet med bufferten och återfyllnaden anser SSI att SKB bör ta fram en samlad redovisning som bättre belyser:

- Hur initiala defekter och den kortsiktiga utvecklingen av bufferten, återmättnadsfasen, kan inverka på förvarets långsiktiga funktion och i vilken utsträckning försöken på Äspö kan förväntas ge svar på dessa frågor.
- Vilken betydelse återfyllnaden har för slutförvarets långsiktiga skyddsförmåga och vilka forsknings-, utvecklings- och demonstrationsinsatser som behövs för att bygga upp tillräckliga kunskaper för säkerhetsanalysens behov.

8 Forskning – Biosfär

8.1 Inledning

Biosfären kan kortfattat sägas vara den del av miljön som organismer (inklusive människan) kan använda för sitt livsuppehälle och fortbestånd. Konsekvenser av ett utsläpp av radioaktiva ämnen från ett förvar, i form av stråldoser till organismer och därtill hörande biologiska effekter, kan således bara uppstå i biosfären. Biosfären har därför en självklar plats i säkerhetsanalysen, och en korrekt analys av ekosystemens funktion som transport- och exponeringsväg för radioaktiva ämnen är absolut nödvändig för förståelsen av förvarets skyddsförmåga. Detta framgick också av SKB:s säkerhetsanalys SR 97 [1], där betydande skillnader, upp till sju storleksordningar, i utfallet kunde erhållas beroende på vilket ekosystem som analyserades.

Biosfärens roll i säkerhetsanalysen skiljer sig inte fundamentalt från geosfärens, i och med att både berg och ekosystem utgör transportvägar för radioaktiva ämnen. Både berg och ekosystem kan också försena och begränsa effekter genom att radioaktiva ämnen kan kvarhållas. Däremot finns det en skillnad mellan bergets (närområdet) och ekosystemens betydelse för förvarets fysiska integritet, där biosfärens roll är betydligt mer begränsad. Till detta kommer att ekosystemen är mycket mer föränderliga i det korta tidsperspektivet än berget, under förutsättning att inga störningar inträffar i form av jordbävningar eller dylikt. Ekosystemförhållandena är också starkt klimatberoende och påverkade av lokala förändringsprocesser i bl.a. hydrologi och strandlinje.

En ny bedömning av SKB:s biosfärsforskning görs i detta kapitel på grundval av det föreliggande forskningsprogrammet, FUD-program 2001 (huvudsakligen kapitel 9). Biosfärsfrågor och strålskydd i ett internationellt perspektiv tas upp i avsnitt 8.3 i detta yttrande. I avsnitt 8.4 granskas sedan den konceptuella ekosystembeskrivningen, modeller, transportprocesser och specifika ekosystem. SSI:s tidigare granskning och de biosfärsrelaterade miljö- och hälsoskyddskraven i SSI FS 1998:1 [2] tas upp i avsnitt 8.2.

8.2 SSI:s tidigare granskning

SSI har konsekvent påpekat behovet av noggranna biosfärstudier i slutförvarsfrågan [3, 4]. SSI har bl.a. pekat på att studiet av biosfären har haft för låg prioritet. I samband med granskningen av FUD-program 98 [5] konstaterade SSI emellertid att SKB nu ”har tillfredsställande ambitioner” i sina biosfärsstudier, samt att en översiktlig karaktärisering av biosfären behövde göras i samband med platsvalet (vilket också styrks av de stora ekosystemberoende skillnader som konstaterats i SR 97 [1]). En sådan karaktärisering gjordes inte av SKB i samband med platsvalet och frågan togs inte heller upp i regeringens beslut över platsvalet [6]. En översikt av SSI:s krav på SKB:s biosfärsredovisning finns i tabell 8.1.

8.3 Internationell överblick

SSI initierade det internationella BIOMOVs-projektet (Biosphere Model Validation Study) i vilket olika modeller för biosfärsmodellering jämfördes och ”validerades” (validering betyder här att kontrollera att prediktioner överensstämmer med observationer). Projektet fick en internationell efterföljare, BIOMOVs-II med SSI som en av de styrande organisationerna.

Tabell 8.1 Översikt av SSI:s miljö- och hälsoskydds krav vid omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall.

	LÅNGSIKTIG SKYDDSFÖRMÅGA		SKYDDSFÖRMÅGA UNDER DRIFT	SKYDDSFÖRMÅGA INFÖR PLATSVÄL
	SSI FS 1998:1 [2] och SSI-rapport 99:03 [7]	Granskning av SR 97 SSI-rapport 2000:17 [8]	SSI FS 2000:12 [9]	SSI:s granskning av FUD-98 och FUD-98 Komplettering SSI-rapport 99:11, 99:12, 2001:12 [5,10,11]
HÄLSA	Risken för mest exponerade <math> < 10^{-6}</math> år ⁻¹ . Inkluderar sannolikheten för händelse och sannolikheten för att den händelsen ska leda till skada i form av cancer eller ärftliga skador. Berör en större population. För maximalt utsatta kan 10^{-5} år ⁻¹ användas. Relevansen till skyddsmålet 10^{-6} för en större population ska i så fall motiveras. Det tolerabla riskspannet är en faktor 10 runt medelvärdet 10^{-6} år ⁻¹ .	<i>SKB bör:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Förtydliga människans placering i berörda ekosystem. • Förbättra bilden av exponering via torv. • Förbättra motivering till ett antaget förhållande mellan mest belastad individ och den exponerade gruppen. 	Optimering och BAT ska tillämpas för att nå så låga doser som möjligt, utgående från gränsen 0,1 mSv/år för kritisk grupp. Även System-PM 98 [10] ställer krav på redovisning av strålskydd under drift.	<i>SKB bör:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Belysa hur SSI:s skyddskriterier kan bedömas uppfyllas på de platser som ingår i urvalsunderlaget. • Ge förvarets långsiktiga skyddsförmåga företräde vid bedömning av vilken plats som är lämplig.
MILJÖ	Biologisk mångfald och biologiska resurser ska skyddas. Detaljerad analys av berörda ekosystem krävs.	<i>SKB bör:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Utveckla arbetet med exponeringsvägar till andra skyddsobjekt än människa. • Utveckla miljöskyddsarbetet till den nivå som krävs i SSI FS 1998:1. 	Omgivningskontroll ska genomföras för att ge underlag till bedömning av miljöpåverkan.	<i>SKB bör:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Belysa hur SSI:s skyddskriterier kan bedömas uppfyllas på de platser som ingår i urvalsunderlaget. • Ge förvarets långsiktiga skyddsförmåga företräde vid bedömning av vilken plats som är lämplig.
BIOFÄRS-KARAKTÄRISERING	Karaktärisering av dagens biosfär inkl. kända trender (t.ex. landhöjning).	<i>SKB bör:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Styrka antaganden om övergång geosfär-biosfär. • Fortsätta beskriva relevanta ekosystem. • Utveckla analys av möjliga exponeringsscenarioer i 1 000-årsperspektiv. • Beskriva processer mer systematiskt. • Utveckla de ekosystemspecifika dosomvandlingsfaktorerna (EDF). 	Hypotetisk kritisk grupp kan tillämpas. I händelse av doser >10 mikrosievert eller förhöjda miljövärden ska realistiska värderingar göras av konsekvenser i det mest belastade området. Innan nya anläggningar tas i drift ska miljö- och spridningsvägar kartläggas.	<i>SKB bör:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Studera och redovisa aktuella ekosystem, för att ge en bild av hur radionuklider uppträder. • Belysa biosfärförhållanden som platsvalskriterium.
BIOFÄRS-UTV.	Möjlig utveckling av förvaret och dess omgivning ska beskrivas i kvalitativa termer. Indikatorer för bedömning av förvarets skyddsförmåga kan användas.	<i>SKB bör:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Bättre karaktärisera långsiktiga förändringar inklusive alternativa ekosystem. 		

Sedermera har inom IAEA:s ram ytterligare projekt genomförts, t.ex. BIOMASS (Biosphere Modelling and Assessment) där en systematisk genomgång har skett av faktorer i biosfären av betydelse för modellering av hälsokonsekvenser av ett slutförvar [12]. IAEA genomförde nyligen, på anmodan av US Department of Energy (DOE) en s.k. ”peer review” av biosfärsmodelleringen för det planerade förvaret i Yucca Mountain, Nevada, USA [13], där BIOMASS-projektet utgjorde en utgångspunkt.

Ytterligare vägledning inom strålskyddsområdet rörande långtidsförvaring har getts av Internationella strålskyddskommissionen, ICRP [14, 15].

Det är betydelsefullt att biosfärsfrågorna under senare år har kommit att integreras i ett allmänt miljöskyddssammanhang. Denna utveckling är internationell och Sverige har varit pådrivande. ICRP ser för närvarande över sina strålskyddsrekommendationer med sikte på att ha revideringen färdig år 2005. Skyddet av miljön mot joniserande strålning väntas utgöra ett viktigt inslag i de nya rekommendationerna. Internationella initiativ tas också inom IAEA och OECD-NEA. SSI koordinerar inom EU:s femte ramprogram projektet FASSET (Framework for Assessment of Environmental Impact) som syftar till att bygga upp ett ramverk för bedömning av miljökonsekvenser (med fokus på andra organismer än människa) av förekomst av radioaktiva ämnen i miljön (hemsida: <http://www.fasset.org>). SKB deltar i detta projekt, som totalt omfattar 15 organisationer i sju europeiska länder. Till detta kommer att SSI nationellt och internationellt har engagerat sig i den radioekologiska forskningen, t.ex. i LANDSCAPE-projektet [16].

Dessa internationella studier ger underlag för såväl utveckling som granskning av SKB:s arbete med biosfärsanalyser. I en internationell jämförelse har nu biosfärsfrågor i samband med förvarsfrågor en hög prioritet i Sverige.

8.4 Granskning

8.4.1 KONCEPTUELL EKOSYSTEMBESKRIVNING

I SR 97 [1] gjorde SKB en systematisk beskrivning av processer i förvaret och dess närhet, med undantag för biosfären. SKB har nu påbörjat detta arbete. Den systematiska beskrivningen görs i form av generella och speciella interaktionsmatriser, där såväl ekosystemkomponenter som processer (interaktioner) mellan ekosystemkomponenterna kan åskådliggöras.

Beskrivningen av interaktionerna mellan ekosystemens komponenter kräver grundläggande kunskap om ekosystemens struktur och funktion. För detta bedriver SKB samarbete med ett antal forskningsinstitutioner i Sverige, och man deltar också i internationella forskningsprojekt. SKB framhåller fördelar med metodiken, bl.a. att den bygger på förståelse för ingående processer och därmed realism i bedömningarna, att processerna kan kvantifieras och att de stödjer modellutvecklingen.

SSI:s bedömning

SSI stödjer den metodik som SKB valt för konceptuell ekosystembeskrivning. SSI har goda erfarenheter av metodiken, som kommit till användning i myndighetens egen utveckling av modeller för radionuklidtransport i skogsekosystem [17].

SSI anser att det är angeläget att en komplett dokumentation upprättas som stöd för interaktionsmatriserna. I denna behöver SKB redovisa vilka källor som använts för att beskriva processerna (t.ex. internationellt sammanställda listor av ”features, events and processes”, s.k. FEP-listor), vilka processer som bedömts och grundvalen för att inkludera alternativt eliminera dem ur matriserna. En sådan dokumentation [18] har inlämnats av SKB i samband med framtagandet av en ny säkerhetsredovisning för SFR 1, SAFE. SAFE granskas för närvarande av SSI.

Det finns anledning att hysa oro för tidsplanen i SKB:s utvecklingsarbete då biosfärsarbetet inte tidigare varit prioriterat. Den konceptuella analysen är av största vikt för att platsundersökningarna ska kunna genomföras på bästa sätt. SSI har tidigare påpekat att SKB senast i samband med övergången till de kompletta platsundersökningarna bör redovisa ett detaljerat undersökningsprogram med kopplingar till de av SSI föreskrivna strålskyddskraven och till kraven på en säkerhetsanalys. Detta påpekande är fortfarande giltigt. Det är angeläget att ett sådant undersökningsprogram också innehåller en redovisning av hur platsundersökningarna kopplar till utvecklingen av ekosystemförståelsen.

8.4.2 MODELLUTVECKLING

SKB:s modellering av överföringar av radioaktiva ämnen i biosfären baseras i hög grad på BIO-PATH- och PRISM-modellerna som utvecklats av Studsvik Eco & Safety. Modellerna togs fram på 1970-talet och har successivt vidareutvecklats sedan dess. Dessa s.k. kompartmentmodeller beskriver överföringen av radioaktiva ämnen mellan olika kompartmenter med hjälp av överföringsfaktorer.

SKB avser att reducera osäkerheter i biosfären genom fördjupat studium av processer och uppbyggnad av processbaserade modellverktyg. Modellerna baseras på flöden av t.ex. koldioxid och näringsämnen, till vilka kopplas proportionella flöden av radioaktiva ämnen. Ett exempel är den modellering som baseras på kolflöden (C-14) i Öregrundsgrepen, som ingår som ett av underlagen i SAFE, den förnyade säkerhetsredovisningen av SFR 1.

SKB redovisar att de deltar i EU-projektet FASSET (Framework for Assessment of Environmental Impact). Projektet avser sammanställa kunskaperna om radiologiska effekter på miljön, dvs. flora och fauna, och syftar till att föreslå ett ramverk för hur sådana frågor kan hanteras av industri och myndigheter. SKB deltar i de arbetsgrupper inom projektet som studerar spridningsmodeller i olika ekosystem, biologiska effekter och själva ramverket.

SSI:s bedömning

Den totala osäkerheten i konsekvensberäkningar kan vara betydande, och osäkerheten i själva biosfärsmodelleringen kan vara en dominerande faktor i denna osäkerhet. Dock har de internationella valideringsstudier som genomförts visat att de modeller som utvecklats av Studsvik Eco & Safety står sig väl i jämförelse med andra modeller för de fall som studerats.

SSI anser att den s.k. systemekologiska modellutvecklingen är ett bra komplement till de kompartmentmodeller som använts hittills. Fördelarna är att modellerna bygger på en mekanistisk uppskattning av flödena i ekosystemen och att gränserna för flödena bestäms av ekosystemets produktivitet. Processerna är mätbara, och den grundläggande massbalansen i ekosystemet kan därför bestämmas med stor tillförlitlighet, vilket således också kan reducera parameterosäkerheter. En grundläggande svårighet för alla typer av modeller är dock att bestämma proportionaliteten mellan massflöde och radionuklidflöde för det stora antal radionuklider som är aktuellt. Här avser SKB att ta hjälp av studier av Tjernobyl-nedfallet och den sedan starten av kärnkraften genomförda (och av SSI föreskrivna) omgivningskontrollen runt kärnkraftverken. Detta innebär att modellverktygen kan utökas med eventuellt ett tiotal radionuklider för vattenmiljön; i landmiljön detekteras mycket få radionuklider och endast i obetydliga mängder. Beträffande utsläppen från kärnkraftverken domineras de också av radionuklider med relativt kort halveringstid, vilka inte är särskilt intressanta ur ett långtidsperspektiv. Det kvarstår dock osäkerheter, vilket gör att de processbaserade modellerna inte nödvändigtvis på ett avgörande sätt förbättrar prediktionsförmågan och/eller reducerar osäkerheterna.

SSI stödjer vidareutvecklingen av processbaserade modeller då de bygger på:

- en grundläggande förståelse för ekosystemets struktur och funktion, och de kan ge
- betydelsefulla bidrag till validering och verifiering av kompartment-modellerna, och därmed också
- förbättring av kompartment-modellerna.

SSI saknar dock i FUD-program 2001 en tydlig redovisning av val av radionuklider och fortsatt angreppssätt i modellutvecklingen. Vidare saknas tidsplan, och en dokumentation av den konkreta kopplingen till platsundersökningarna (se vidare SSI:s kommentarer om PLU i yttrandet över SKB:s kompletterande redovisning av FUD-program 98 [11]). Denna koppling måste vara tydlig, dokumenterad och granskad, innan platsundersökningarna går över i kompletta platsundersökningar.

Det behöver också poängteras att den internationella utvecklingen, liksom de konkreta krav som ställs i SSI FS 1998:1 [2], pekar på behovet av att ta hänsyn till skyddet av miljön, inte bara skyddet av människans hälsa. Detta kräver ett utvecklingsprogram för att:

- identifiera skyddsobjekt från ett miljöperspektiv
- karaktärisera exponeringssituationen för dessa skyddsobjekt
- utveckla relevanta dosimetriska modeller
- karaktärisera de tänkbara biologiska effekterna i de berörda ekosystemen.

SKB deltar, som tidigare nämnts, i det av SSI koordinerade internationella forskningsprojektet FASSET. Projektet arbetar enligt fyra huvudlinjer:

- exponering
- dosimetri
- biologiska effekter
- uppbyggnad av ett system för bedömning av miljökonsekvenser.

SKB:s deltagande i detta projekt, som omfattar representanter för forskningsinstitutioner samt myndigheter och industri i de deltagande länderna, är värdefullt för såväl projektet som för SKB. SSI saknar dock i FUD-program 2001 en diskussion om hur resultaten inom projektet kommer att omsättas praktiskt i en förnyad säkerhetsanalys och i platsundersökningsprogrammet. Av mycket stor betydelse för bedömning av miljökonsekvenser i stort är att beräkningarna leder fram till en utvecklad beskrivning av koncentrationer av radionuklider i olika kompartments i miljön. SKB behöver senast i samband med en ansökan om uppförande av en anläggning dokumentera dessa miljökoncentrationer, eftersom de utgör utgångspunkten för resonemang om både hälso- och miljöskydd. Likaså behöver modellverktygen dokumenteras. SSI har tillgång till den dokumentation som upprättats för SAFE-projektet [19].

SSI instämmer i SKB:s beklagande angående att basen för en radioekologisk kompetens i landet håller på att urholkas. Detta är på sikt allvarligt för den grundläggande förståelsen av transportmekanismer i miljö och ekosystem, samt för tillämpning i form av modellutveckling. Bristen på kompetens drabbar också andra områden, som beredskapen mot kärntekniska olyckor.

8.4.3 TRANSPORTPROCESSER

SKB anger att vissa ansatser gjorts inom SAFE-projektet för att öka förståelsen av den ytnära hydrologin och övergången mellan geosfär och biosfär. SKB redovisar också att dessa insatser kommer att följas upp och även studeras i fält. SKB planerar också forskning kring transport av

radioaktiva ämnen inom biosfären. SKB ska komplettera modeller med fältstudier, göra systematiska litteraturgenomgångar och experimentella studier.

SSI påtalade i granskningen av SR 97 [8] att SKB bättre bör motivera det antagande som SKB gör vad gäller förhållandet mellan mest belastade individ och den exponerade gruppen. I FUD-program 2001 redovisar SKB att de kommer att genomföra en modell- och litteraturstudie av människans transporter under olika förhållanden för att ta reda på hur stor population som kan beröras av ett kontaminerat område. Studien syftar till att undersöka representativiteten av den mest utsatta gruppen enligt SSI:s föreskrifter.

SSI:s bedömning

SSI anser att SKB:s planerade forskning kring den ytnära hydrologin, övergången mellan geosfär och biosfär, och transporten av radioaktiva ämnen inom biosfären är lovvärd. I granskningen av SAFE återkommer SSI med synpunkter inom dessa områden. SSI saknar dock i FUD-program 2001 en tydlig plan för hur SKB tänker bedriva forskningen. SSI vill se fokuserade insatser med tydliga mål och tidsplaner. SKB behöver dessutom tydliggöra behoven av data och modeller utifrån säkerhetsanalyser och klargöra vilka mätinsatser som behövs i platsundersökningarna, dvs. när behöver till exempel kritiska FoU-resultat och modeller finnas framtagna med hänsyn till behoven vid platsundersökningarna.

SSI ser positivt på att SKB planerar studier för att undersöka hur stor population som kan beröras av ett kontaminerat område och tror att de kan bidra till uppfyllelse av de krav som gäller skydd av människors hälsa i SSI FS 1998:1 [2]. SKB redovisar ingen närmare tidsplan för studierna. SSI understryker därför vikten av att resultat behövs redan under platsundersökningskedet för att kunna jämföra platserna ur detta perspektiv.

En avgörande svårighet när det gäller ett slutförvar är att klargöra överföringen av radioaktiva ämnen mellan geosfär och biosfär. I SR 97 [1] har antagandet gjorts att radionuklider i biosfären blir tillgängliga på 30 meters djup under markytan, vilket kan leda till betydande osäkerheter i de följande beräkningarna. SSI anser, liksom i samband med granskningen av SR 97 [8], att SKB behöver fördjupa sin analys av radionuklidtransport i gränsskiktet mellan geosfär och biosfär, för att kunna presentera en trovärdig säkerhetsanalys.

I granskningen av SR 97 [8] framhöll SSI att SKB endast i begränsad utsträckning använt sig av alternativa mått på förvarets skyddsförmåga. SSI anser att alternativa säkerhetsindikatorer, som flöde av radionuklider från geosfär till biosfär och koncentrationer av radionuklider i miljön, är viktiga komplement till dos och risk och kan användas för att få fram platsskiljande information. I FUD-program 2001 saknar SSI en beskrivning av hur SKB tänker hantera alternativa mått på förvarets skyddsförmåga.

8.4.4 EKOSYSTEMSPECIFIKA UTVECKLINGSPROGRAM

I sin presentation av specifika ekosystem där ytterligare forskningsinsatser prioriteras pekar SKB särskilt på skogsekosystem, myrmark och sediment. Valet av ekosystem motiveras av att skogen är det dominerande ekosystemet vid de tilltänkta lokaliseringarna, myrmark är en viktig recipient vid dessa lokaliseringar och sediment utgör ett viktigt område som påverkar transporten av radionuklider i biota.

SSI:s bedömning

Detta urval är enligt SSI:s uppfattning välmotiverat, eftersom dessa ekosystem vid en eventuell kustnära förläggning kan förväntas övergå i varandra i förvarets närhet som en följd av ändrad kustlinje. Utgående från hittills utförd forskning kan man också förvänta sig att de högsta stråldoserna uppkommer i dessa ekosystem, eller framför allt när t.ex. sediment övergår i våtmark

för att sedan övergå i skog. Dessutom saknade SKB i samband med genomförandet av SR 97 [1] modeller för skogsmark, vilket man nu avser att avhjälpa.

Arbetet planeras ske genom utveckling av processbeskrivningar för de specifika ekosystemen. Det är även tillfredsställande att SKB betonar behovet av differentiering inom ekosystemen (dvs. begreppet ”skog” omfattar många olika skogstyper). SSI anser att de modeller som utvecklas, och som kan vara direkt tillämpbara inom ett tusenårsperspektiv fram till närmandet av nästa istid, också är värdefulla referensexempel för en generisk biosfärsanalys i mycket långa tidsperspektiv.

SSI saknar en redovisning om hur man avser att ta om hand övergångar mellan ekosystem, vilka induceras av t.ex. landhöjning eller klimatförändringar.

8.5 SSI:s sammanfattande bedömning

Trots att den grundläggande bedömningen är att SKB nu driver ett metodiskt och ambitiöst arbete med biosfärsfrågorna återstår det frågetecken. Sammanfattningsvis anser SSI att SKB bör:

- Redovisa vilken betydelse biosfärsfrågorna har i valet av slutlig plats och hur man värderar biosfärsfrågornas betydelse i säkerhetsredovisningen.
- Upprätta en tidsplan där det tydligt framgår hur långt biosfärsarbetet behöver ha kommit inför de kompletta platsundersökningarna.
- Presentera konkreta planer eller ställningstaganden inom de områden som anges nedan.

Beskrivning av biosfärsprocesser

SSI stödjer den metod som SKB valt för den konceptuella beskrivningen av ekosystem men betonar att SKB behöver upprätta en fullständig dokumentation av de processer som ingår i de använda interaktionsmatriserna. SKB bör vidare redovisa forskningsbehoven för processer i biosfären på motsvarande sätt som gjorts för övriga delar av slutförvarssystemet i FUD-program 2001.

Ekosystem och systemekologiska modeller

SKB:s val av specifika ekosystem är välmotiverat, men SKB bör också redovisa hur man avser att modellera övergångar mellan ekosystem, vilka induceras av t.ex. landhöjning eller klimatförändringar.

SSI ser positivt på SKB:s arbete med att utveckla systemekologiska modeller som baseras på omsättning av näringsämnen. Dessa är ett bra komplement till de kompartment-modeller som använts tidigare. Det saknas dock en tydlig redovisning av fortsatt angreppssätt i modellutvecklingen och en tidsplan för arbetet. SSI anser därför att SKB, senast inför de kompletta platsundersökningarna, bör redovisa vilka planer man har för den processbaserade systemekologiska modellutvecklingen, och vilken betydelse denna har för utformningen av de kompletta platsundersökningarna.

Skydd av miljön

Det är värdefullt att SKB deltar i internationella forskningsprojekt som FASSET, för att kunna ta fram ett utvecklingsprogram för skyddet av miljön. SSI saknar dock en diskussion om hur resultaten från projektet kommer att användas praktiskt i en säkerhetsanalys och inom platsundersökningsprogrammet. SSI anser att SKB, inför de kompletta platsundersökningarna, bör redovisa hur miljöskyddsaspekterna kommer att tillgodoses, och vilken betydelse detta har för

utformningen av de kompletta platsundersökningarna. SSI anser också att SKB, senast i samband med en ansökan om uppförande av en anläggning, bör framlägga all relevant dokumentation rörande förväntade miljökoncentrationer av radioaktiva ämnen, samt dokumentation av modellverktygen.

Transportprocesser

SKB bör i samband med utvecklingen av metoder för säkerhetsanalys utveckla sin analys av radionuklidtransport i övergången mellan geosfär och biosfär, för att kunna presentera en trovärdig säkerhetsanalys i samband med en ansökan. SKB bör även vidareutveckla sin analys av relationen mellan mest belastade individer och en regionalt exponerad grupp.

9 Klimatutveckling

9.1 Den närmaste glaciationscykeln

Bakgrund – SKB:s redovisning i SR 97

SKB drog i SR 97 [1] slutsatsen att klimatrelaterade förändringar inte bör påverka förvarets säkerhet. Denna slutsats kritiserades av myndigheterna i samband med granskningen av SR 97. Bland annat kommenterade myndigheterna [2] att endast en klimatutveckling studerades och att alternativa utvecklingar måste belysas.

I klimatscenariet i SR 97 har A-berg antagits ligga under vatten redan efter 20 000 år, och antagits fortsätta ligga under vatten i ungefär ytterligare 100 000 år. Utsläpp från förvaret späds därmed ut med en faktor 100 000 eller mer. Detta har naturligtvis stor betydelse för bedömningen av konsekvenser. En annan begränsning med analysen i SR 97 var att klimatutvecklingens påverkan på den långsiktiga säkerheten endast utvärderades för A-berg.

SKB:s redovisade program

SKB betonar vikten av att bättre beskriva geohydrologi vid permafrost och nedisning, inverkan av en framtida islast på berg och barriärer, och kustlinjens fluktuationer i ett glaciationsperspektiv. Tidsmässigt fokuserar SKB på betydelsen av klimatförändringar i ett 100 000-årsperspektiv.

I FUD-program 2001 framgår i bl.a. kapitlen 9 och 10 att en del ny forskning har påbörjats, och att en del har redovisats. SKB menar att forskningen kan leda till en djupare förståelse för saltvattenshalter och nederbörd i kommande stadier för Östersjön. SKB kommer också att studera och utföra modellberäkningar för områden som idag har permafrost.

SSI:s bedömning

SSI ser positivt på det redovisade programmet för klimatutveckling, som innehåller både datainsamling och modellering inom viktiga forskningsområden. SKB:s FUD-program täcker områden som kan ge en bättre belysning av förvarets integritet och transport i berget av ett eventuellt utflöde från förvaret.

För slutförvar i kustnära områden är kustlinjens framtida läge och dess inverkan på biosfären och grundvattenförhållandena en viktig säkerhets- och strålskyddsfråga. SKB:s val av två kustnära platser i sitt program ställer därför stora krav på redovisning av klimatpåverkan, för såväl förvaret och berget som biosfären.

SSI anser att biosfären har en viktig plats i säkerhetsredovisningen, och särskilt viktig är frågan om ett utflöde av radionuklider sker till en marin eller terrester miljö, dvs. om SKB kan räkna med en utspädning av ett utsläpp med en faktor 100 000, vilket antas i klimatscenariet i SR 97, ända fram till nästa istid. SKB måste ta ställning till dessa osäkerheter i kommande säkerhetsredovisningar för att SSI ska kunna bedöma om kraven i SSI:s föreskrifter [3] är uppfyllda. SSI anser därför att SKB i sitt fortsatta forskningsprogram bör ta fram metoder för att göra dessa expertbedömningar.

Mot bakgrund av ovanstående punkter, anser SSI också att SKB:s forskning om Östersjöns framtid bör inkludera en utvärdering av effekterna av ett utsläpp i Östersjön som leder till ac-

kumulering i sediment och betydelsen av detta i perspektivet av kustlinjens möjliga fluktuationer. Detta område saknas i FUD-programmet.

9.2 Klimatförändringar i perspektivet 1 000 år

SSI kommer, i enlighet med SSI:s föreskrifter [3], att kräva en särskild redovisning av förvarets skyddsförmåga under de första 1 000 åren och i den redovisningen bör ingå en bedömning av klimatvariationer under perioden.

I granskningen av SR 97 tog SSI upp effekter av växthusgaser, vilka kan leda till global uppvärmning, som exempel på en klimatförändring som kan påverka förvarets skyddsförmåga eller konsekvensen av ett utsläpp från förvaret via ändrade exponeringsvägar. Dessa frågor bör ingå i den särskilda redovisningen i enlighet med SSI:s föreskrifter.

9.3 SSI:s sammanfattande bedömning

SSI ser positivt på att SKB planerar både datainsamling och modelleringsinsatser för att öka förståelsen av klimatfrågor. Samtidigt anser SSI att SKB:s val av två kustnära platser ställer stora krav på redovisning av klimatpåverkan och biosfärens roll i säkerhetsredovisningen. SKB bör därför:

- Utvärdera, i sin forskning om Östersjöns framtid, betydelsen av havsnivåförändringar för de radiologiska konsekvenserna, t.ex. frigörelse av radionuklider som tidigare ackumulerats i havssediment.
- Redovisa expertbedömningar för val av klimatscenarier som belyser utspädning av utsläpp i Östersjön, inklusive möjligheten att utsläpp alternativt sker till terrester miljö.

Den särskilda redovisning som krävs i enlighet med SSI:s föreskrifter för den första tusenårsperioden, bör innehålla en bedömning av möjliga klimatvariationer under perioden.

10 Platsundersökningar

10.1 Bakgrund

SKB anger att de i kompletteringen till FUD-program 98 gav en samlad redovisning av sitt program inför platsundersökningsskedet och preciserar inte programmet ytterligare i FUD-program 2001. Istället fokuserar SKB sin redovisning på stödjande forskning och utveckling av metoder för platsundersökningar inkluderande datahantering och långtidsobservationer.

SKB redovisar i kapitel 13 en översikt av tänkbara behov av kontinuerliga och periodiska observationer och mätningar i olika skeden. De fyra skeden som redovisas är: Platsundersökningsskedet, Detaljundersökningsskedet, Inledande drift, reguljär drift, förslutning och Efter förslutning. Biosfären finns upptagen i alla skeden och flora, fauna, jordlager och markutnyttjande räknas upp som områden med ett möjligt behov av kontinuerliga och periodiska observationer och mätningar.

Enligt regeringsbeslutet 1 november 2001 om kompletteringen av FUD-program 98 [1] ska myndigheterna samråda om platsundersökningsprogrammets innehåll. Ett sådant samråd mellan SKB och myndigheterna har inletts. Platsundersökningsprogrammet kommenteras därför endast översiktligt här.

10.2 SSI:s sammanfattande bedömning

SKB uppger att de till skillnad från andra ämnesområden har relativt liten erfarenhet av att samla in biosfärdata, varför metoder måste utvecklas samtidigt som tillgängliga kunskaper och resurser sammanställs. SSI vill betona vikten av att SKB prioriterar forsknings- och utvecklingsarbetet inom detta ämnesområde med tanke på att platsundersökningarna planeras påbörjas redan under innevarande år.

SSI anser att s.k. baslinjemätningar och val av referensområden bör ske tidigt, och att SKB därvid också utreder behov av framtida miljöövervakning.

SSI har aktualiserat och avser att följa upp frågor kring platsundersökningar inom det etablerade samrådet om platsundersökningar mellan SKB och myndigheterna (SKI och SSI). Dessa frågor behandlas även i den pågående granskningen av den förnyade säkerhetsanalysen för SFR 1. SSI återkommer därför med ytterligare synpunkter.

11 In- och utströmningsområden

11.1 Bakgrund

SSI framförde i granskningen [1] av kompletteringen till FUD-program 98 [2], FUD-K, att SKB i större utsträckning borde ha utvärderat och redovisat eventuella fördelar med en inlandsförläggning inför valet av platser för platsundersökningar. SSI pekade på möjliga platsskiljande egenskaper i strömningsmönster och djup till salt grundvatten, för kustnära respektive inlandsförläggningar.

Liknande synpunkter framfördes även av SGU [3] som drog slutsatsen att Hultsfred östra uppenbart har vissa fördelar över Tierp norra. Även SKI framförde [3] att dessa faktorer behöver belysas på ett bättre sätt och rekommenderade att "...Hultsfred inte avförs från programmet förrän frågor rörande inströmning/utströmning och salthalter m.m. utretts vidare". SKI baserade sina synpunkter bl.a. på en forskningsrapport [4] framtagen av United States Geological Survey, USA:s motsvarighet till SGU, på uppdrag av SKI.

I beslutet angående SKB:s komplettering till FUD-program 98 [5] angav regeringen att det är angeläget att arbetet med att finna en lämplig plats för ett slutförvar drivs vidare men angav också att man "utgår från att bolaget [SKB] överväger de synpunkter som framkommit under granskningen av bolagets underlag för val av platsundersökningar".

Mot bakgrund av den debatt som förts i media om USGS-rapporten [4] och SKB:s redovisning av in- och utströmningsområden i platsvalet, vill SSI inledningsvis framföra sin syn på dessa frågor. SSI anser att det är uppenbart att grundvattnets strömningsmönster och djup till salta grundvatten är av betydelse för den långsiktiga säkerheten och att de därmed behöver beaktas vid lokaliseringen av ett slutförvar. USGS-rapporten visar enligt SSI:s uppfattning på en möjlig metod att göra en preliminär bedömning av dessa frågor utifrån existerande förstudiedata, dvs. kartmaterial, generiska hydrogeologiska data och Lantmäteriverkets topografiska databaser.

SSI håller med SKB och SKI om att osäkerheterna i sådana preliminära bedömningar är stora, men vill samtidigt poängtera att det i förstudieskedet finns motsvarande osäkerheter för många andra lokaliseringsfaktorer. Detta gäller t.ex. de bedömningar som SKB gör av bergets egenskaper på förvarsdjup, baserat på översiktlig geologisk kartinformation. SSI:s uppfattning är att SKB bör göra de analyser som kan göras av befintliga data för att få ett så bra underlag som möjligt för att göra en sammanvägd bedömning av alla de lokaliseringsfaktorer som påverkar en plats lämplighet för ett slutförvar.

11.2 SKB:s redovisning

SKB anger i kapitel 8 i FUD-program 2001 att man planerar ett projekt om in- och utströmningsområden samt kopplingen mellan ytnära och djupt grundvatten. Syftet är bl.a. att studera samverkan mellan den ytnära hydrologin och den djupare grundvattenströmningen. SKB har på ett samrådsmöte 2001-11-27 [6] om platsundersökningar med SKI och SSI angett att projektet kommer att omfatta simuleringar av regional grundvattenströmning och av gränsskiktet biosfär/geosfär samt en uppföljning av de synpunkter som framförts i granskningen av FUD-K. SKB planerar att redovisa resultaten i en PM september 2002.

11.3 SSI:s sammanfattande bedömning

SSI anser att det är bra att SKB nu planerar att ta fram ett bättre underlag för att kunna bedöma betydelsen av in- och utströmningsförhållanden samt salthaltsförhållanden i valet av platser för platsundersökningar. Det är viktigt att analyserna utformas så att de ger perspektiv på valet av platser för platsundersökningar, och att lokaliseringalternativet Hultsfred kan bedömas på ett mer tillfredsställande sätt än vad som var fallet i den kompletterande redovisningen av FUD-program 98. Dessa frågor har aktualiserats i det pågående samrådet om platsundersökningar som SKB för med SSI och SKI.

SSI ser positivt på att SKB, i samband med dessa analyser, även planerar detaljerade studier av hydrogeologiska förhållanden i övergången mellan geosfär och biosfär. Detta är ett område där SKB bör prioritera sitt forskningsarbete, för att bl.a. få tillgång till de kunskaper och modelleringsverktyg som behövs för genomförandet av platsundersökningarna.

12 Alternativa metoder

12.1 Krav på alternativ redovisning

12.1.1 BAKGRUND

I FUD-program 2001 uttalar SKB att Sverige i praktiken redan valt strategin geologisk deponering. SKB anger vidare att gjorda analyser ger ett starkt stöd för djupförvar enligt KBS-3-metoden. SKB har dock bestämt sig för att fortsätta följa och stödja utvecklingen av de två alternativen separation och transmutation samt deponering i djupa borrhål.

I regeringens beslut enligt ovan underströks att en metod slutligt blir godkänd först i samband med ett framtida ställningstagande till ansökningar om tillstånd. Dessutom gäller att SKB oberoende av SSI:s och regeringens stöd för strategin geologisk förvaring enligt KBS-3-konceptet behöver redovisa alternativa metoder. Detta följer direkt av krav i lagstiftningen, se tabell 12.1. I det följande redogör SSI för sin syn på syftet med alternativ och hur man anser att SKB bör redovisa detta.

I samband med granskningen av kompletteringen av FUD-program 98 diskuterades alternativfrågan av många remissinstanser. SSI och SKI har också haft något olika syn på metodfrågan. Det finns därför anledning att utförligt redovisa hur SSI anser att SKB bör behandla alternativ. Under SKB:s successiva forskningsarbete kring avfallsfrågan har det efterhand tillkommit krav på alternativredovisning. I mitten på 1980-talet när den då nya kärntekniklagen (1984:3) trädde ikraft infördes krav på att tillståndshavarna skulle redovisa ett allsidigt forskningsprogram (12 §). I förordningen om kärnteknisk verksamhet (1984:14) definieras indirekt vad som menas med allsidig, nämligen bl.a. alternativa hanterings- och förvaringsmetoder (26 §). I och med miljöbalkens införande 1998 har också tydliga krav på alternativredovisning genom reglerna om MKB tillkommit.

Tabell 12.1 Krav på alternativredovisning.

Lag (1984:3) om kärnteknisk verksamhet, §§ 12 och 10	Förordning (1984:14) om kärnteknisk verksamhet § 26 (avseende FUD)	Miljöbalken 6 kap. 7 §	Reg. beslut över SKB:s komplettering av FUD 98
Tillståndshavaren måste upprätta eller låta upprätta ett "program för den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet" (§12) som avser "säker slutförvaring, avveckling och rivning" (§10)	Yttrandet ska innehålla en granskning och utvärdering av programmet i fråga om "...alternativa hanterings- och förvaringsmetoder". (§26, punkt 3)	"En redovisning av alternativa platser, om sådana är möjliga, samt alternativa utformningar tillsammans med dels en motivering varför ett visst alternativ har valts"	Alternativen ska diskuteras inom det föreskrivna samrådet (stycket avser MKB-samrådet).

Kraven kommenteras nedan endast för alternativa metoder. Enligt reglerna om MKB i miljöbalken ska sökanden redovisa alternativ. Enligt SSI:s tolkning är syftet med alternativredovisning primärt att genom jämförelse kunna verifiera huvudförslaget.

12.1.2 SSI:S BEDÖMNING

Redovisning av skiljande metoder

Konceptet KBS-3 rymmer inom sig ett antal varianter, t.ex. tunnlarnas orientering, längd och deponeringsteknik. SSI anser att en sådan redovisning är nödvändig för att möjliggöra en optimeringsanalys, men att den inte räcker som alternativredovisning. Det är SSI:s uppfattning att om intentionerna med alternativredovisning enligt kärntekniklagen och miljöbalken ska uppfyllas bör SKB:s forskningsprogram genomföras på en bredare front och inte reduceras till alternativa detaljutformningar.

Det är angeläget att samtliga beslutsfattare och remissinstanser vid tillfället för beslut om detaljundersökningar har möjlighet att vidga vyerna i beslutet genom att kontrastera KBS-3 med en annan metod där tyngden i säkerheten är fördelad i systemet på ett annat sätt än för KBS-3. De naturliga barriärerna är viktigare för djupa borrhål i motsats till KBS-3, där de konstruerade barriärerna har större tyngd. SKB har tidigare i enlighet med regeringsbeslut om FUD-program 98 redovisat vissa kostnader för genomförande av teknik för djupa borrhål. Ambitionsnivån på det arbetet måste vara högre än att enbart följa det internationella arbetet, som SKB föreslår i FUD-program 2001. På denna punkt anser SSI att SKB:s program inte är tillräckligt.

SSI anser att SKB bör genomföra en säkerhetsanalys för djupa borrhål med utgångspunkt från befintliga data, som SSI inser inte kan vara lika tillförlitliga som de för KBS-3.

Enligt SSI:s uppfattning skulle en sådan säkerhetsanalys över alternativet djupa borrhål kunna motsvara det krav på alternativredovisning som efterfrågas i miljöbalken. En sådan jämförelse innebär inte att välja mellan KBS-3 och djupa borrhål, utan SSI:s avsikt är att jämförelsen ska ge relief åt och fördjupa synen på KBS-3. Detta kan i sin tur leda till en mer allsidig och fördjupad förståelse av säkerheten och riskanalysen för den föreslagna lösningen.

Samordning för redovisning av alternativa metoder

SKB behöver diskutera och redogöra för alternativ i olika sammanhang. Lokaliseringsfrågan har främst en lokal och regional anknytning. Metodalternativfrågan angår emellertid samtliga berörda kommuner och länsstyrelser. Det vore därför olämpligt om den frågan enbart togs upp i lokala MKB-samråd inom de valda kommunerna. Det skulle kunna leda till en ojämn behandling av redovisningen för alternativet.

SKB bör därför överväga samrådsformer för en mer samlad diskussion kring metodalternativfrågan. Formerna för en sådan samordning bör tas fram i samråd mellan SKB, myndigheterna och kommunerna (se även diskussionen i kapitel 2).

12.2 SSI:s sammanfattande bedömning

Det är angeläget att beslutsfattare och remissinstanser vid tillfället för beslut om detaljundersökning har möjlighet att kontrastera KBS-3 med en annan metod, där tyngden i säkerheten är fördelad i systemet på ett annat sätt än för KBS-3. Enligt SSI:s uppfattning skulle en redovisning, som bl.a. omfattar en säkerhetsanalys av alternativet djupa borrhål med utgångspunkt från befintliga data, kunna motsvara kravet på alternativredovisning enligt miljöbalken. SSI bedömer att SKB:s ambitionsnivå för alternativredovisningen bör vara högre än att endast följa det internationella arbetet.

Frågan om alternativa metoder angår på ett övergripande sätt samtliga berörda kommuner och län. Det finns därför skäl för SKB att överväga en samordning av dessa diskussioner i kommande samråd.

13 Slutförvaret för annat långlivat avfall, SFL 3-5

13.1 SKB:s redovisning

I det system som SKB avser att utveckla för omhändertagandet av det radioaktiva avfall som uppstår till följd av det svenska kärnkraftsprogrammet, saknas som tidigare påpekats bl.a. ett slutförvar för använt kärnbränsle (SFL 2), ett slutförvar för annat långlivat avfall (SFL 3-5) och ett slutförvar för låg- och medelaktivt kortlivat rivningsavfall (SFR 3).

SKB har i kompletteringen av FUD-program 98, FUD-K, angivit vilka platser som är intressanta för platsundersökningar för ett slutförvar för använt kärnbränsle [1]. SKB utesluter inte att ett slutförvar för annat långlivat avfall senare kan komma att samförläggas med bränsleförvaret. Alternativt kan anläggningen samförläggas med slutförvaret för radioaktivt driftavfall, SFR 1. SKB anger att då konditionering och slutförvaring av interna delar från kärnkraftverken inte behöver påbörjas förrän tidigast omkring år 2045 så kan frågan om lokalisering av slutförvaret inte bli aktuell förrän år 2035.

SKB inkom med en preliminär säkerhetsanalys för slutförvaret i januari år 2000 [2]. SKB föreslår i säkerhetsanalysen att förvarsdelarna SFL 3 och 5 utformas i princip som bergsalen för medelaktivt avfall (BMA) vid SFR 1. Utifrån de erfarenheter man anser sig ha vunnit från denna säkerhetsanalys anger SKB i FUD-program 2001 att man dels avser vidareutveckla konceptet för framtida analyser, dels utveckla metoder för att hantera avfallet. Arbetet med en förnyad säkerhetsanalys planeras ta fart först efter det att SKB har avslutat platsundersökningarna och sedan inkomma till myndigheterna ett par år in på nästa decennium. SKB anger att samma platsdata som för bränsleförvaret kan användas eftersom det i princip är samma typ av data som behövs, men att man eventuellt behöver komplettera underlaget med ytterligare geokemiska analyser [3].

SKB anger i FUD-program 2001 att ett motiv för den i säkerhetsanalysen föreslagna förvarsutformningen var att reducera antalet komponenter i förvaret, och på så vis underlätta analysen av den långsiktiga säkerheten. SKB anger samtidigt i slutsatserna av säkerhetsanalysen ett antal möjliga förbättringar av konceptet. De förslag som omnämns är att öka tjockleken på cementbarriärerna, använda lera i stället för krossat berg som återfyllnad samt att klä in bergsalarna med ett diffusionstätt material. SSI kan konstatera att det forskningsprogram som ges i FUD-program 2001 varken omfattar diffusionstäta material eller frågor rörande bentonit i en alkalisk miljö. Forskningsprogrammet fokuseras i stället på den långsiktiga utvecklingen och de förvarsförhållanden som tänks råda i ett cementförvar.

13.2 SSI:s tidigare granskningar av SFL 3-5

SSI och SKI granskade gemensamt säkerhetsanalysen för slutförvaret SFL 3-5 och myndigheternas granskningsutlåtande finns redovisat i [4]. SSI kommenterade sedan SKB:s arbete i SSI:s yttrande över FUD-K [5]. SSI kunde där konstatera att:

Det finns flera skäl till att SKB inom en snar framtid behöver ta fram och vidareutveckla konceptet:

- *Den säkerhetsanalys som granskats har visat att mycket forsknings- och utvecklingsarbete återstår.*
- *Om samlokalisering av SFL 2 och SFL 3-5 blir aktuell behöver de platsundersökningar som bedöms vara nödvändiga för SFL 3-5 genomföras innan området störs genom byggnation av SFL 2.*
- *Det långlivade avfall som redan i dagsläget uppstår ute vid kärnkraftverken behöver konditioneras på ett ändamålsenligt sätt. Riktlinjer för denna konditionering kan utvecklas först då en fullständig säkerhetsanalys föreligger. Det är från strålskyddsynpunkt olämpligt att behöva omkonditionera detta avfall i framtiden.*
- *I samband med produktion av långlivat avfall och i samband med karaktärisering av befintligt långlivat avfall behöver riktlinjer anges för vilken karaktärisering som är nödvändig att genomföra. Riktlinjerna behöver baseras på en ändamålsenlig säkerhetsanalys.*

Enligt den tidsplanering som SKB presenterar i kapitel 1 och det forskningsprogram för SFL 3-5 som ges i kapitel 18 av FUD-program 2001 kommer de allra största resurserna under den närmaste tioårsperioden att läggas på de platsundersökningar och analyser som planeras äga rum för bränsleförvaret. Arbetet med slutförvaret för annat långlivat avfall anges ta fart först efter det att platsundersökningarna för bränsleförvaret är avslutade.

SSI:s bedömning

SSI står fast vid samtliga tidigare bedömningar enligt ovan, även efter granskning av FUD-program 2001.

SSI har tidigare inte haft synpunkter på tidpunkten för det faktiska uppförandet av SFL 3-5, men däremot på SKB:s planering av det arbete som måste föregå uppförandet av ett slutförvar för det långlivade avfallet. SSI anser att den förvarsutformning som presenterades i FUD-program 98, och som låg till grund för säkerhetsanalysen, inte kan tjäna som planeringsförutsättning för det fortsatta arbetet. SSI menar, liksom framfördes i yttrandet över FUD-K, att det är oacceptabelt att inte med en högre ambitionsnivå arbeta med att lösa problemet.

SSI anser att SKB behöver fokusera arbetet mot att vidareutveckla slutförvarskonceptet. Myndigheterna menade i granskningen av säkerhetsanalysen att SKB bara delvis uppnått den uttalade målsättningen att utreda betydelsen av den aktuella förvarsutformningen. Myndigheternas angav, liksom framfördes av den internationella granskningsgruppen, att SKB:s motiv för val av förvarsutformning är behäftad med stora brister och till stora delar saknas. Myndigheterna väckte frågan om förvarsutformningen är tillräckligt robust och har tillräcklig skyddsförmåga för den långa tidsperiod som är nödvändig. SSI finner det anmärkningsvärt att det forskningsprogram som presenteras inte omfattar forskning kring den långsiktiga funktionen och utvecklingen av diffusionstäta material liksom den långsiktiga utvecklingen och funktionen av en bentonitbarriär i en alkalisk miljö. SSI anser att det är väsentligt att SKB tidigt klarlägger vilka FoU-insatser som krävs, och i synnerhet identifierar vilket behov av långtidsförsök som finns. SSI anser att SKB behöver ta fram ett strategidokument för dessa frågor, se kapitel 3.

Under den närmaste sexårsperioden anger SKB att man enbart kommer att vidareutveckla metoder för att bestämma innehållet av radionuklider som säkerhetsanalysen visat vara mest betydelsefulla liksom att vidareutveckla utformningen av avfallsbehållare. SSI instämmer med SKB om vikten i detta arbete och menar att arbetet med att fortsatt karaktärisera innehållet av, i förvarsmiljö, lätttrörliga och långlivade radionuklider behöver prioriteras. SSI menar samtidigt, liksom framfördes i SSI:s yttrande över FUD-K, att den säkerhetsanalys som denna slutsats baseras på är alltför ofullständig för att SKB ännu ska kunna dra slutsatsen att andra långlivade

är alltför ofullständig för att SKB ännu ska kunna dra slutsatsen att andra långlivade radionuklider än de lätttrörliga, är av underordnad betydelse för det långsiktiga strålskyddet. Denna slutsats framkom även i den myndighetsgemensamma granskningsrapporten.

13.3 SKB:s fortsatta arbete

SSI framförde i yttrandet över FUD-K att:

SSI anser att skyldigheten att omhänderta avfall från kärnkraftföretagens anläggningar, samt det s.k. historiska avfallet för vilket SKB har givits motsvarande uppgifter genom särskilda beslut, måste innebära att utan dröjsmål utveckla ett system som har rimliga utsikter att möta myndigheternas krav. Att medvetet avvakta flera tiotals år är inte förenligt med strålskyddslagens bestämmelser. Som nämnts ovan riskerar en sådan fördröjning att skapa strålskyddsproblem av flera skäl. Det är obestridligt att Sverige måste ha ett förvar för detta långlivade avfall.

De krav och kriterier som är relevanta för lokaliseringen av SFL 3-5 behöver redovisas. Det är viktigt att poängtera att de krav som ställs på en plats för SFL 3-5 inte nödvändigtvis är samma som ställs på ett slutförvar för använt kärnbränsle, utan är beroende av vilket förvarskoncept som SKB slutligen väljer. Med tanke på att SKB:s föreslagna slutförvarsutformning inte har visats duga som planeringsförutsättning för det fortsatta arbetet kan inte heller egentliga platsvalskriterier för förvaret fastställas.

13.4 SSI:s sammanfattande bedömning

SSI anser inte att analysen av säkerheten för SFL 3-5 kan tjäna som planeringsförutsättning för lokalisering eller för utformning av platsundersökningsprogram. SSI anser därför att SKB dels behöver presentera en handlingsplan för det fortsatta FUD-arbetet, dels uppdatera säkerhetsanalysen. SSI anser att SKB bör påbörja detta arbete omgående så att SKB efter genomförandet av platsundersökningarna kan ta fram en förnyad säkerhetsanalys.

I den förnyade analysen behöver alternativa förvarsutformningar utvärderas och behov av ytterligare tekniskt utvecklingsarbete identifieras. SKB bör ta fram riktlinjer för behandlingen och karaktäriseringen av det radioaktiva avfallet samt underlag för platsval och platsundersökningar med utgångspunkt från denna säkerhetsanalys.

Mot denna bakgrund anser SSI att det är angeläget att regeringen tydligt anger en tidsplan och villkor för SKB:s fortsatta arbete.

14 Rivning

14.1 SKB:s redovisning

I sin redovisning för rivningen av kärnkraftverken följer SKB huvudspåret att drifttiden för verken kommer att bli cirka 40 år. SKB:s uttalade huvudprincip är att rivningen ska påbörjas så snart som möjligt efter avslutad drift. Denna princip överensstämmer med SSI:s uppfattning. SKB anger att det förväntas bli en stor del lågaktivt rivningsavfall, men fokuserar sedan helt på sådant rivningsavfall som avses läggas i SFR eller i mellanlager för långlivat avfall. Tillämpning av slutförvaring av lågaktivt rivningsavfall i markförvar behandlas inte.

SKB säger i redovisningen att ingen rivning kan påbörjas förrän det finns ett slutförvar för kortlivat rivningsavfall (SFR) och ett mellanförvar för långlivat rivningsavfall. Tidpunkten för färdigställande av slutförvar för kortlivat rivningsavfall anges till cirka 2015 – rivningsavfallet planeras bli deponerat i en utbyggnad till SFR. Det långlivade rivningsavfallet anges till små volymer (mindre än 1 000 ton per kraftverk) och är avsett att mellanlagras tills merparten av kraftverken är rivna. Tidpunkten för färdigställande av mellanförvaring av långlivat rivningsavfall anges även här till år 2015 för driftstart. CLAB nämns som en möjlig plats för mellanlagring av långlivat rivningsavfall men skulle i sådana fall behöva byggas ut. SKB kommer därför även att undersöka torr mellanlagring som ett alternativ till mellanlagring i CLAB.

14.2 SSI:s bedömning

14.2.1 AVFALLSPRODUCENTERNAS ANSVAR

Följande kommentarer riktas direkt mot avfallsproducenterna, som har huvudansvar för hantering och slutförvaring av rivningsavfallet. Avfallsproducenterna har visserligen delegerat delar av detta ansvar till SKB, men denna ansvarsfördelning lämnas här därhän.

Ett helhetsgrepp på omhändertagandet av rivningsavfallets olika fraktioner bör tas av avfallsproducenterna. Det är t.ex. sannolikt att avfallsproducenterna avser att lägga vissa fraktioner av rivningsavfallet i markförvar. Avfallsproducenterna bör därför redovisa i vilken utsträckning man har tänkt använda markförvar och hur dessa avses organiseras och lokaliseras. SSI instämmer med SKB om behovet av att beskriva omhändertagandet av inaktivt rivningsavfall. Avfallsproducenterna bör redovisa vilka mängder som uppstår, var de ska förvaras och hur de kan återvinnas med beaktande av de relativt nya internationella och nationella miljöskyddsförfattningarna.

En särskild fråga gäller slutdeponering av reaktortankar. Ett handlingsalternativ som framförts är att slutförvara dessa hela och på ett mycket sent stadium i samband med förslutning av det aktuella förvaret. I så fall är eventuell mellanlagring av hela reaktortankar en speciell fråga som det är angeläget att avfallsproducenterna belyser ytterligare.

Omhändertagandet av skrot bör särskilt utredas vidare. Avfallsproducenterna bör utarbeta alternativa metoder för omhändertagande för det fall att möjlighet till återvinning via stålindustrin blir begränsad.

14.2.2 REDOVISNING I FUD-PROGRAM 2001

Med tanke på de stora volymer avfall som uppstår under hela det omfattande programmet att riva samtliga reaktorer i Sverige, är det förvånande att alla de frågor som då uppkommer inte fått en mer genomgripande belysning i SKB:s redovisning. Som SSI redan tidigare påpekat saknas t.ex. fortfarande uppskattningar av personaldoser och beskrivningar av miljökonsekvenser från rivningsprogrammet.

SSI anser att SKB bör presentera konkreta planer eller ställningstaganden inom rivningsområdet som belyser hantering av alternativa scenarier beträffande verkens drifttid, t.ex. hur rivningsavfallet ska hanteras om flera reaktorer upphör med driften *före* 40 års drifttid och hur ska rivningsavfallet hanteras om driften i vissa fall fortsätter väsentligt *över* 40 år.

SSI ser det också som angeläget att frågan om omhändertagande av det långlivade avfallet får en prioriterad behandling. Huvudprincipen om snabb rivning kan inte realiseras om denna frågas lösning försenas. Med hänsyn till de tidskrävande procedurer som kan komma att krävas bl.a. för lokalisering och MKB kan tiden vara knapp, om driftstart av ett mellanlager ska kunna ske år 2015.

14.3 SSI:s sammanfattande bedömning

SSI saknar en grundlig belysning av hur de avfallsvolymer som uppstår vid rivning av kärnkraftverken ska hanteras, i synnerhet avseende de stora mängder lågaktivt avfall som kan förväntas. Fortfarande saknas, trots att SSI:s tidigare påpekat detta, t.ex. dosberäkningar och beskrivningar av miljökonsekvenser i biosfären från rivningsprogrammet. SKB bör presentera konkreta planer med hänsyn tagen till olika scenarier beträffande verkens drifttid. Det är angeläget att arbetet med mellanlagring av det långlivade avfallet från rivningsprogrammet påbörjas och ges en prioriterad behandling.

Referenser

KAPITEL 2 BESLUTSPROCESSEN

- [1] Lag (1984:3) om kärnteknisk verksamhet.
- [2] Proposition 1992/93:98, s. 39 f.
- [3] Regeringsbeslut angående komplettering av FUD-program 98, 2001-11-01, nr 22.
- [4] SKB, 2001. Miljökonsekvensbeskrivning och samråd för djupförvaret. SKB R-01-46, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [5] EG, 1997. Rådets direktiv 97/11/EG av den 3 mars 1997 om ändring av direktiv 85/337/EEG om bedömning av inverkan på miljön av vissa offentliga och privata projekt.
- [6] SSI, 2001. SSI:s granskning av SKB:s komplettering av FUD-98. SSI-rapport 2001:12, Statens strålskyddsinstitut.

KAPITEL 3 BEHOV AV STRATEGIDOKUMENT

- [1] SKB, 2000. Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningskedet. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [2] SKB, 1999. Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [3] SKB, 1999. Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Preliminär säkerhetsanalys. SKB R-99-59, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [4] SSI, 2001. SSI:s granskning av SKB:s komplettering av FUD-98. SSI-rapport 2001:12, Statens strålskyddsinstitut.
- [5] SKI, 2000. Internationell fristående expertgranskning av Säkerhetsrapport 97: Säkerhet efter förslutning av ett djupförvar för använt kärnbränsle i Sverige. SKI Rapport 00:45, sid. 20–21, Statens kärnkraftinspektion.
- [6] SKI, 2001. SKI:s yttrande över SKB:s kompletterande redovisning till FUD-program 98. SKI Rapport 01:20, Statens kärnkraftinspektion.
- [7] SKB, 2001. Mötesanteckningar från informationsmöte mellan SKB och SKI, den 25 september 2001, SSI Dnr 624/3948/01.
- [8] Andersson J, Ström A, Almén K-E & Ericsson LO, 2000. Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering. SKB R-00-15, Svensk Kärnbränslehantering AB.

KAPITEL 4 SYSTEMANALYS

- [1] Regeringsbeslut angående FUD-program 95, 1996-12-19, nr 25.
- [2] SSI, 1999. SKI:s och SSI:s granskning av SKB:s systembeskrivning i FUD-program 98. SSI-rapport 99:12, Statens strålskyddsinstitut.
- [3] SSI, 2001. SSI:s granskning av SKB:s komplettering av FUD-98. SSI-rapport 2001:12, Statens strålskyddsinstitut.

KAPITEL 5 KAPSELTILLVERKNING OCH UTFORMNING AV SLUTFÖRVAR

- [1] Havel R, 2000. Jämförelse av alternativa lokaliseringar för inkapslingsanläggningen. SKB R-00-49, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [2] Havel R, 2000. FRINK Projektrapport – Inkapslingsanläggning placerad vid djupförvaret. SKB R-00-16, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [3] Andersson C-G, 2001. Utveckling av tillverkningsteknik för kopparkapslar med gjutna insatser – Lägesrapport i augusti 2001 (korrektorexemplar). SKB R-01-39, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [4] SSI FS 1998:1. Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall.
- [5] SKB, 2000. Systemanalys. Omhändertagande av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden. SKB R-00-29, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [6] SSI, 2001. SSI:s granskning av SKB:s komplettering av FUD-98. SSI-rapport 2001:12, Statens strålskyddsinstitut.
- [7] SKB, 2001. Forsknings-, utvecklings och demonstrationsprogram för ett KBS-3-förvar med horisontell deponering. SKB R-01-55, Svensk Kärnbränslehantering AB.

KAPITEL 6 SÄKERHETSANALYS

- [1] SKB, 1999. Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [2] SSI, 2000. SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport 97, SSI Rapport 2000:17, Statens strålskyddsinstitut.
- [3] SKB, 2001. Mötesanteckningar från informationsmöte mellan SKB och SKI, den 25 september 2001, SSI Dnr. 624/3948/01.
- [4] SSI FS 1998:1. Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall.
- [5] Andersson J, 1999. SR 97. Data and data uncertainties. Compilation of data and data uncertainties for radionuclide transport calculations. SKB TR-99-09, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [6] SKI, 2000. Internationell fristående expertgranskning av Säkerhetsrapport 97: Säkerhet efter förslutning av ett djupförvar för använt kärnbränsle i Sverige. SKI Rapport 00:45, Statens kärnkraftinspektion.
- [7] Regeringsbeslut angående komplettering av FUD-program 98, 2001-11-01, nr 22.

KAPITEL 7 FORSKNING – SLUTFÖRVAR OCH GEOSFÄR

- [1] SKB, 1997. SR 97 – Processer i förvarets utveckling. Underlagsrapport till SR 97. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [2] SKI, 2000. Internationell fristående expertgranskning av Säkerhetsrapport 97: Säkerhet efter förslutning av ett djupförvar för använt kärnbränsle i Sverige. SKI Rapport 00:45, Statens kärnkraftinspektion.
- [3] SSI, 2001. SSI:s granskning av SKB:s komplettering av FUD-98. SSI Rapport 2001:12, Statens strålskyddsinstitut.
- [4] LTH, 2002. Utlåtande från Lunds tekniska högskola över FUD-01. Lunds tekniska högskola.
- [5] SSI, 2000. SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport 97. SSI-rapport 2000:17, Statens strålskyddsinstitut.
- [6] Evans RD, 1998. X-Ray and γ -Ray Interactions. Attix, Roesch och Tochilin, Radiation Dosimetry, sid. 97, Academic Press, ISBN 0-12-066401-1.

- [7] GRAM, 2001. An independent technical review of the feasibility study phase of the Swedish deep repository site-selection process. GRAM Inc, USA, den 28 september 2001.
- [8] SSI FS 1998:1. Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall.

KAPITEL 8 FORSKNING – BIOSFÄR

- [1] SKB, 1999. Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [2] SSI FS 1998:1. Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall.
- [3] SSI, 1993. SSI:s granskning av Svensk Kärnbränslehantering AB:s forskningsprogram 1992. SSI-rapport 93-03, Statens strålskyddsinstitut.
- [4] SSI, 1995. SSI:s granskning av Svensk Kärnbränslehantering AB:s forskningsprogram 1995. SSI Dnr 8205/2707/95, Statens strålskyddsinstitut.
- [5] SSI, 1999. SSI:s granskning av Svensk Kärnbränslehantering AB:s forskningsprogram 1998. SSI-rapport 99:11, Statens strålskyddsinstitut.
- [6] Regeringsbeslut angående komplettering av FUD-program 98, 2001-11-01, nr 22.
- [7] SSI, 1999. Föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall – Bakgrund och kommentarer. SSI-rapport 99:03, Statens strålskyddsinstitut.
- [8] SSI, 2000. SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport 97. SSI-rapport 2000:17, Statens strålskyddsinstitut.
- [9] SSI FS 2000:12. Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människans hälsa och miljön vid utsläpp av radioaktiva ämnen från vissa kärntekniska anläggningar.
- [10] SSI, 1999. SKI:s och SSI:s granskning av SKB:s systemredovisning i FUD-98. SSI-rapport 99:12, Statens strålskyddsinstitut.
- [11] SSI, 2001. SSI:s granskning av Svensk Kärnbränslehantering AB:s komplettering av forskningsprogram 98. SSI-rapport 2001:12, Statens strålskyddsinstitut.
- [12] IAEA, 2001. BIOMASS Programme, Working material (CD-skiva). IAEA, Wien.
- [13] IAEA, 2001. An International Peer Review of the Biosphere Modelling Programme of the US Department of Energy's Yucca Mountain Site, Characterization Project, Report of the IAEA International Review Team. IAEA, Wien.
- [14] ICRP, 1998. Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste. ICRP publication 77, Volume 27, Supplement 1997.
- [15] ICRP, 1998. Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-Lived Solid Radioactive Waste. ICRP publication 81, Volume 28, No. 4.
- [16] SSI, 1999. An Intergrated Approach to Radionuclide Flow in Semi-natural Ecosystems Underlying Exposure Pathways to Man, Final report of the LANDSCAPE Project. SSI-rapport 99:19, Statens strålskyddsinstitut.
- [17] Avila R & Moberg L, 1999. A systematic approach to the migration of Cs-137 in forest ecosystems using interaction matrices. J. Environ. Radioactivity, 45:271–282.
- [18] SKB, 2002. The biosphere today and tomorrow in the SFR area – A summery of knowledge for the SAFE project. SKB R-01-27, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [19] Karlsson S, Bergström U & Meili M, 2001. Models for dose assessments. Models adapted to the SFR-area, Sweden. SKB TR-01-04, Svensk Kärnbränslehantering AB.

KAPITEL 9 KLIMATUTVECKLING

- [1] SKB, 1999. Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [2] SSI, 2001. SSI:s granskning av SKB:s komplettering av FUD-98. SSI-rapport 2001:12, Statens strålskyddsinstitut.
- [3] SSI FS 1998:1. Statens strålskyddsinstituts föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall.

KAPITEL 10 PLATSUNDERSÖKNINGAR

- [1] Regeringsbeslut angående komplettering av FUD-program 98, 2001-11-01, nr 22.

KAPITEL 11 IN- OCH UTSTRÖMNINGSOMRÅDEN

- [1] SSI, 2001. SSI:s granskning av SKB:s komplettering av FUD-98. SSI-rapport 2001:12, Statens strålskyddsinstitut.
- [2] SKB, 2000. Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [3] SKI, 2001. SKI:s yttrande över SKB:s kompletterande redovisning till FUD-program 98. SKI Rapport 01:20, Statens kärnkraftinspektion.
- [4] Voss C I & Provost AM, 2001. Recharge-area Nuclear Waste Repository in Southeastern Sweden. Demonstration of Hydrogeologic Siting Concepts and Techniques. SKI Rapport 01:44, Statens kärnkraftinspektion.
- [5] Regeringsbeslut angående komplettering av FUD-program 98, 2001-11-01, nr 22.
- [6] SKB, 2001. Protokoll från samråd om SKB:s platsundersökningar med SKI och SSI den 27 november 2001, SSI Dnr 624/3948/01.

KAPITEL 12 ALTERNATIVA METODER

- [1] Regeringsbeslut angående komplettering av FUD-program 98, 2001-11-01, nr 22.

KAPITEL 13 SLUTFÖRVARET FÖR ANNAT LÅNGLIVAT AVFALL

- [1] SKB, 2000. Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [2] SKB, 1999. Djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Preliminär säkerhetsanalys. SKB R-99-59, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [3] SKB, 2001. Mötesanteckningar från informationsmöte mellan SKB och SKI, den 25 september 2001, SSI Dnr 624/3948/01.
- [4] SSI, 2001. SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s preliminära säkerhetsanalys för slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. SSI-rapport 2001:10, Statens strålskyddsinstitut.
- [5] SSI, 2001. SSI:s granskning av SKB:s komplettering av FUD-98. SSI-rapport 2001:12, Statens strålskyddsinstitut.
- [6] Regeringsbeslut angående FUD-program 98, 2000-01-24, nr 1.

2002:01 SAR och utstrålad effekt för 21

mobiltelefoner

Avdelning för miljöövervakning och mätberedskap.

Gert Anger

120 SEK

2002:02 Natural elemental concentrations and fluxes: their use as indicators of repository safety

SKI-rapport 01:51

2002:03 SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001

Avdelningen för avfall och miljö.

Björn Hedberg, Carl-Magnus Larsson, Anders Wiebert,

Björn Dverstorp, Mikael Jensen, Maria Norden, Tomas

Löfgren, Erica Brewitz, John-Christer Lindhé och Åsa

Pensjö.



STATENS STRÅLSKYDDSinSTITUT, SSI, är en central tillsynsmyndighet med uppgift att skydda människor, djur och miljö mot skadlig verkan av strålning. SSI arbetar för en god avvägning mellan risk och nytta med strålning, och för att öka kunskaperna om strålning, så att individens risk begränsas.

SSI sätter gränser för stråldoser till allmänheten och till dem som arbetar med strålning, utfärdar föreskrifter och kontrollerar att de efterlevs, bland annat genom inspektioner. Myndigheten informerar, utbildar och ger råd för att öka kunskaperna om strålning. SSI bedriver också egen forskning och stöder forskning vid universitet och högskolor.

Myndigheten medverkar i det internationella strålskyddssamarbetet. Därigenom bidrar SSI till förbättringar av strålskyddet i främst Baltikum och Ryssland. SSI håller beredskap dygnet runt mot olyckor med strålning. En tidig varning om olyckor fås genom svenska och utländska mätstationer och genom internationella varnings- och informationssystem.

SSI har idag ca 110 anställda och är beläget i Stockholm.

THE SWEDISH RADIATION PROTECTION AUTHORITY (SSI) is a government authority with the task of protecting mankind and the living environment from the harmful effects of radiation. SSI ensures that the risks and benefits inherent to radiation and its use are compared and evaluated, and that knowledge regarding radiation continues to develop, so that the risk to individuals is minimised.

SSI decides the dose limits for the public and for workers exposed to radiation, and issues regulations that, through inspections, it ensures are being followed. SSI provides information, education, and advice, carries out research and administers external research projects.

SSI participates on a national and international level in the field of radiation protection. As a part of that participation, SSI contributes towards improvements in radiation protection standards in the former Soviet states.

SSI is responsible for co-ordinating activities in Sweden should an accident involving radiation occur. Its resources can be called upon at any time of the day or night. If an accident occurs, a special emergency preparedness organisation is activated. Early notification of emergencies is obtained from automatic alarm monitoring stations in Sweden and abroad, and through international and bilateral agreements on early warning and information.

SSI has 110 employees and is situated in Stockholm.



Statens strålskyddsinstitut
Swedish Radiation Protection Authority

Adress: Statens strålskyddsinstitut; S-171 16 Stockholm;

Besöksadress: Karolinska sjukhusets område, Hus Z 5.

Telefon: 08-729 71 00, Fax: 08-729 71 08

Address: Swedish Radiation Protection Institute;

SE-171 16 Stockholm; Sweden

Telephone: + 46 8-729 71 00, Fax: + 46 8-729 71 08

www.ssi.se