



Statens strålskyddsinstitut  
Swedish Radiation Protection Authority

YTTRANDE

Avd. för avfall och miljö

Datum

2005-04-29

Vår referens

2004/766-26

Statens kärnkraftinspektion

106 58 STOCKHOLM

Ert datum

2004-09-24

Er referens

5.8-040201

#### **SSI:s yttrande över SKB:s FUD-program 2004**

Statens kärnkraftinspektion (SKI) överlämnade den 24 september 2004 Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB) program för forskning, utveckling och demonstration (FUD-program 2004), till Statens strålskyddsinstitut (SSI) för remissbehandling. Bifogad rapport utgör SSI:s remissyttrande till SKI i ärendet.

Beslut i ärendet har fattats av avdelningschef Carl-Magnus Larsson, med utredaren Anders Wiebert som föredragande. I ärendets slutliga handläggning har verksamhetsansvarige Björn Hedberg, utredarna Björn Dverstorp, Shulan Xu, Tomas Löfgren, Erica Brewitz, Elisabeth Öhlén och John-Christer Lindhé, myndighetsspecialisterna Mikael Jensen och Leif Moberg samt strålskyddsinspektörerna Henrik Efraimsson, Erik Welleman och Hanna Ölander Gür deltagit.

För Statens strålskyddsinstitut

Carl-Magnus Larsson

Anders Wiebert

Kopia: enligt sändlista

## **Sändlista**

Miljödepartementet

SKB

Oskarshamns kommun

Östhammars kommun

Hultsfreds kommun

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

Folksampanjen mot kärnkraft - kärnvapen

Miljöförbundet Jordens vänner

Avfallskedjans förening

Greenpeace

Miljögruppernas kärnavfallsgranskning

MILKAS

Miljövänner för kärnkraft

# SSI:s slutsatser

## Sammanfattande bedömning

SSI presenterar i föreliggande rapport ett antal synpunkter på SKB:s FUD-program 2004 och annan dokumentation av betydelse för SKB:s program. Sammanfattningsvis anser SSI att FUD-program 2004 ger en god bild av ett utvecklingsarbete som genomförs strukturerat och med höga ambitioner. I vissa avseenden är dock redovisningen oklar eller bristfällig, vilket gör det svårt att bedöma om SKB:s fortsatta FUD-program är tillräckligt och ändamålsenligt.

SSI föreslår därför att regeringen bör överväga att ställa upp villkor avseende SKB:s fortsatta verksamhet inom följande områden:

- Kommande FUD-program ska förtydligas så att de klart visar vilket kunskapsunderlag och vilka återstående kritiska forskningsresultat som SKB anser sig behöva inför kommande stora beslutstillfällen i slutförvarsprogrammet.
- SKB ska ta fram en plan för försöksdeponering inför aktiv drift av slutförvaret samt göra en förnyad analys av behovet av långtidsförsök på Äspölaboratoriet avseende buffertens och återfyllandens funktioner.
- SKB ska ta fram en bättre redovisning av strategi och tidsplaner för rivning och omhändertagande av avfall från rivning, inklusive planer för markförvar, bland annat mot bakgrund av beslutet att stoppa driften av Barsebäck 2.

SSI förväntar sig också att SKB behandlar de områden där SSI önskar se en förbättrad redovisning eller mer utvecklade planer, i framtida FUD-redovisningar, MKB- och myndighetssamråd samt i kommande tillståndsansökningar. Dessa områden sammanfattas nedan.

## SSI:s bedömning av vissa frågor i SKB:s slutförvarsprogram

### BESLUTSPROCESS

SKB har reviderat sin syn på ansökningsförfarandet för inkapslingsanläggningen efter det att FUD program 2004 redovisats. SSI är positivt till det nya förslaget som i huvudsak innebär att ett samlat och samtida beslut kan tas för både inkapslingsanläggningen och slutförvaret och att besluten kan baseras på ett samlat underlag. Fortfarande kvarstår dock osäkerheter om SSI:s resurser är tillräckliga för att kunna genomföra kommande granskningar enligt SKB:s tidsplan.

SKB anger att man, efter det att tillstånd har meddelats, genom en s.k. anläggningsändring kan hantera förändringar i slutförvarets utformning, t.ex. byte från vertikal till horisontell deponering. SSI anser att sådana förändringar som kan påverka ett slutförvars skyddsförmåga även måste underkastas en strålskyddsbedömning. Ändringar som påverkar slutförvarets funktion på ett mer grundläggande sätt kan även behöva genomgå förnyad tillståndsprövning.

### HANDLINGSPLAN

SSI anser att SKB:s handlingsplan ger en bra översikt av SKB:s tidsplaner och planerade arbete inom de olika delarna av kärnavfallsprogrammet. Handlingsplanen bör uppdateras och ingå som en naturlig del av kommande FUD-redovisningar. Inför kommande FUD-redovisningar bör dock SKB utveckla handlingsplanen, och även redovisningen i huvudrapporten, med en bättre motivering av planerade FUD-insatser utifrån en analys av kritiska återstående forsknings- och teknikutvecklingsfrågor, vilket underlag som behövs inför kommande större milstolpar i slutförvarsprogrammet och olika frågors betydelse för det långsiktiga strålskyddet.

SSI anser att en genomgripande analys av FoU-behovet är nödvändig för att tillse att programmet kan förväntas ge de resultat som behövs inför för bygge och drift av ett slutförvar, särskilt med tanke på att vissa forskningsfrågor kan behöva belysas med olika typer av långtidsförsök. Exempel på frågor som enligt SSI:s uppfattning bör lyftas fram är:

- Konkreta målsättningar med utvecklingsarbetet för kapseln, t.ex. acceptanskriterier för olika typer av initiala defekter och krav på oförstörande provning
- Behov och tillräcklighet av olika typer av långtidsförsök på Äspö kring buffertens och återfyllnadens funktion
- Kriterier för att bedöma utfallet av pågående långtidsförsök försök (t.ex. Prototypförvaret)
- Planer för demonstration av metoder för praktiskt genomförande av deponering inför aktiv drift
- Vad som förväntas uppnås med utvärderingen av den inledande driften
- Möjlighet att utnyttja driftperioden för att förstärka kunskapen om barriärernas funktion
- Vilka modeller som behöver vara framme inför planerade säkerhetsredovisningar, exempelvis inom biosfärsområdet, klimatpåverkan och bergmekanik
- Behov av förbättrat kunskapsunderlag eller experimentella data för andra kritiska frågor i säkerhetsanalysen

I den mån alternativa utformningar till KBS-3V förväntas drivas vidare efter tillståndsansökan för slutförvaret bör de särskilda FoU-behovet klargöras och kopplas till milstolparna i programmet.

Enligt SSI:s uppfattning är SKB:s program för säkerhetsanalysmetodik och platsundersökningar otillräckligt redovisade i FUD-program 2004. SSI saknar också en redovisning planerna för rivning av kärnkraftverken. För att uppfylla kraven i kärntekniklagen bör kommande FUD-redovisningar innehålla åtminstone en översiktlig beskrivning av samtliga delar av kärnavfallsprogrammet.

SKB bör också klargöra sina planer för den fortsatta redovisningen av FUD-program efter 2010. SSI anser att det behövs en fortsatt FUD-process för att kunna bedöma SKB:s fortsatta utvecklingsarbete för KBS-3-metoden, rivning och systemet för låg- och medelaktivt avfall.

## **SYSTEM- OCH OPTIMERINGSANALYS**

SSI anser att det är angeläget att SKB beskriver hur man avser att utvärdera hur driften av olika delsystem, t.ex inkapsling, transport och deponering, kan komma påverka slutförvarets egenskaper efter förslutning. En sådan analys är viktig för att kunna bedöma om de initialtillstånd som säkerhetsanalysen baseras på är trovärdiga och realistiska. SKB bör i sin systemanalys även visa hur säkerhetsanalysen utnyttjats för att tillse att driften och utformningen av de olika anläggningarna har utformats på bästa sätt i enlighet med SSI:s krav på optimering.

## **ALTERNATIVA METODER**

Enligt SSI:s tolkning är det övergripande syftet med alternativredovisningen att kunna styrka att huvudförslaget både har goda förutsättningar att klara uppställda krav, och att andra alternativ totalt sett inte uppvisar påtagliga strålskyddsmässiga fördelar framför huvudalternativet. Nivån på alternativredovisningen bör därför vara sådan att det går att göra en jämförelse mellan alternativens grundläggande skyddsfunktioner.

SSI ser positivt på att SKB, i enlighet med SSI:s önskemål, planerar att genomföra en utredning av alternativet djupa borrhål. Vid de samrådsmöten som har hållits har SSI framfört att jämförelsen mellan djupa borrhål och KBS-3 bör utgå ifrån de olika metodernas olika

möjligheter att uppnå de ställda strålskyddskraven och att jämförelsen bör illustreras med enkla beräkningar.

### **KAPSELN OCH INKAPSLINGSANLÄGGNINGEN**

SSI bedömer att SKB:s arbete med att utveckla acceptanskriterier och metoder för oförstörande provning (OFP) av kopparkapseln i viss utsträckning har beaktat den kritik som SSI tidigare har fört fram. I underlaget till kommande tillståndsansökningar behöver SKB redovisa fastställda acceptanskriterier och klargöra hur dessa kopplar till metoder för OFP för att på så sätt kunna integreras i säkerhetsanalysen. Underlaget bör tas fram utgående från en kartläggning av de olika typer av defekter som kan förekomma.

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

SSI anser också att SKB behöver klargöra tillämpningen av kriteriet för maximal temperatur på kapselytan och vilka marginaler till detta kriterium som SKB anser sig behöva med hänsyn till osäkerheter i bestämningen av bränsleelementens resteffekt och lokala variationer av värmeledningsförmågan i slutförvaret.

### **UTFORMNING OCH DRIFT AV SLUTFÖRVAR**

SKB:s program går inom många områden mot snävare toleranser när man närmar sig praktisk implementering (exempelvis får spalten mellan kapsel och buffert inte överstiga 5 mm). Vidare har praktiska svårigheter att konstruera förvaret gjort sig gällande, t.ex. har inströmmande grundvatten i deponeringstunnlarna lett till borttransport av lermaterial från återfyllnaden. SSI anser därför att SKB inför den inledande driften behöver kunna visa att man kan genomföra samtliga moment av deponeringen och återfyllning under realistiska förhållanden, och med de maskiner och rutiner som ska användas för aktiv drift.

### **SÄKERHETSANALYS**

Myndigheternas granskning av interimredovisningen av SR-Can har visat att det behövs ytterligare utveckling av SKB:s metod för säkerhetsanalys innan den används för en tillståndsansökan. SSI ser därför positivt på att SKB:s förslag till reviderat ansökningsförfarande för inkapslingsanläggningen ger myndigheterna en möjlighet att ge ytterligare synpunkter på SKB:s metod för säkerhetsanalys, i samband med granskningen av SR-Can.

### **BUFFERTEN**

SSI bedömer att SKB bedriver ett ambitiöst arbete med modellutveckling och omfattande laboratorieundersökningar kring bentonitbuffertens egenskaper och funktioner. Med tanke på återstående osäkerheter och de komplexa processerna under återmättnaden, vill SSI dock uppmana SKB att överväga möjligheten att förstärka kunskapsunderlaget kring buffertens funktioner med ytterligare långtidsförsök under realistiska förhållanden. SKB bör även tydliggöra vad som behöver visas med pågående långtidsförsök (t.ex. Prototypförvaret).

För att underlätta granskningen av kommande FUD-program anser SSI att SKB bör ta fram en tabell eller motsvarande översikt som visar kopplingen mellan SKB:s laboratorie- och fältförsök samt modellstudier för bufferten och de olika processer och osäkerheter som de förväntas ge information om. Tabellen bör även kopplas till milstolparna i SKB:s program för att visa när olika typer av resultat behöver vara framme.

## **ÅTERFYLLNING AV TUNNLAR**

Det är bra att SKB nu intensifierat sitt FoU-program för att få fram ett fungerande koncept för återfyllning av tunnlar. SSI konstaterar dock att det återstår att utreda ett antal kritiska osäkerheter, t.ex. kring det mekaniska samspelet mellan buffert och återfyllnad, betydelsen av salta grundvatten och risk för erosion under deponering. Med tanke på att SKB dessutom ännu inte valt slutligt koncept för återfyllning och att redovisningen av det fortsatta programmet (projekt "Återfyllning och förslutning av tunnlar och bergrum") är vag, är SSI inte övertygat om att SKB kommer att få fram tillräckliga resultat i tid för tillståndsansökan om ett slutförvar 2008. SSI anser därför att SKB bör ta fram en utförligare handlingsplan som beskriver vad som behöver uppnås inför val av referenskoncept i tillståndsansökan 2008 samt vilka ytterligare fullskaleförsök, för det valda konceptet, som kan behövas inför ansökan om inledande drift.

## **RADIONUKLIDTRANSPORT OCH BIOSFÄR**

Det är bra att SKB vidareutvecklar sina modeller för transport av radioaktiva ämnen för att bättre kunna ta hänsyn till de varierande egenskaperna utmed transportvägarna i berget. SSI anser dock att SKB bör klargöra vilken platsspecifik information som kan behövas från platsundersökningarna. SKB bör även utreda betydelsen av de förenklingar som säkerhetsanalysmodellerna är förknippade med, t.ex. vad gäller sorptionskinetik, endimensionell beskrivning av flervägstransport och kolloidalt orsakad transport.

SKB:s forskning på biosfärsområdet har under senare år genomförts mer metodiskt och med högre ambition än som varit fallet tidigare. SSI har välkomnat detta. Tyvärr ger inte FUD-program 2004 en bra beskrivning av den biosfärsforskning som genomförs.

Kopplingen mellan data från platsundersökningarna och de krav som de platsanpassade ekosystemmodellerna ställer måste vara tydlig. Det är oklart när exempelvis kritiska FoU-resultat och modeller måste finnas framtagna med hänsyn till behoven vid platsundersökningarna.

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

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

## **PLATSUNDERSÖKNINGAR**

SSI konstaterar att beskrivningen av SKB:s platsundersökningsprogram är kortfattad och övergripande, i enlighet med vad SKB angivit i FUD-program 2001. SSI saknar en redovisning av vilka forsknings- och teknikutvecklingsfrågor som SKB behöver lösa och kopplingen mellan dessa och det fortsatta platsundersökningsprogrammet. SSI avser att följa upp denna fråga med flera i det pågående samrådet om platsundersökningar.

## **RIVNING**

SSI anser att den redovisning som lämnats behöver utvecklas så att det framgår hur tillståndshavarna avser att genomföra avveckling och rivning samt hur man avser att hantera de stora mängderna avfall.

SSI anser att rivning bör ske så snart det är rimligt möjligt efter avslutad drift. Eftersom planeringsförutsättningarna för en utbyggnad av SFR ändras när Barsebäck 2 stängs, bör SKB så snart som möjligt redovisa en ny strategi för utbyggnaden.

SSI anser att tillståndshavarna inte bör utesluta möjligheten att anläggningsplatserna kommer att kunna återställas helt och därefter utnyttjas på godtyckligt sätt.

## **LÅG- OCH MEDELAKTIVT AVFALL**

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





# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b><i>Inledning</i></b>	<b>13</b>
1.1	Ärendet	13
1.2	Bakgrund	13
1.3	Utgångspunkter för SSI:s granskning	13
<b>2</b>	<b><i>Beslutsprocessen</i></b>	<b>15</b>
2.1	<b>Juridiska förutsättningar</b>	<b>15</b>
2.1.1	Ansöknings- och tillståndsprövningsförfarandet	15
2.1.2	Strålskyddsbedömning av ändringar	16
2.1.3	MKB-processen	16
2.2	Sammanfattande bedömning	16
<b>3</b>	<b><i>SKB:s handlingsplan och inriktning på FUD-programmet</i></b>	<b>17</b>
3.1	<b>SKB:s handlingsplan</b>	<b>17</b>
3.1.1	Bakgrund	17
3.1.2	SKB:s redovisning	17
3.1.3	SSI:s bedömning	18
3.2	<b>Inriktning på FUD-programmet</b>	<b>19</b>
3.2.1	SKB:s redovisning	19
3.2.2	SSI:s bedömning	19
3.3	Sammanfattande bedömning	21
<b>4</b>	<b><i>Systemanalys och alternativa metoder</i></b>	<b>23</b>
4.1	<b>SKB:s alternativredovisning</b>	<b>23</b>
4.1.1	Bakgrund	23
4.1.2	Samråd rörande Djupa borrhål	24
4.1.3	Separation och transmutation	24
4.2	<b>Systemanalys</b>	<b>24</b>
4.2.1	Bakgrund	24
4.2.2	SKB:s redovisning i FUD-2004	25
4.2.3	SSI:s synpunkter	25
4.3	Sammanfattande bedömning	25
<b>5</b>	<b><i>Teknikutveckling</i></b>	<b>27</b>
5.1	<b>Kapsel – krav och kontroll</b>	<b>27</b>
5.1.1	SKB:s redovisning	27
5.1.2	SSI:s bedömning	27
5.2	<b>Kapselabrik och inkapslingsanläggning</b>	<b>29</b>
5.2.1	SKB:s redovisning	29
5.2.2	Lokalisering och utformning	29
5.2.3	Kontroll av bränsle och kapslar	30
5.3	<b>Transporter av inkapslat bränsle</b>	<b>31</b>
5.4	<b>Teknikfrågor</b>	<b>31</b>
5.4.1	SKB:s redogörelse	31
5.4.2	SSI:s bedömning	32
5.5	<b>Övervakning</b>	<b>33</b>
5.5.1	SKB:s redovisning	33

5.5.2	SSI:s bedömning	33
<b>5.6</b>	<b>Sammanfattande bedömning</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>Säkerhetsanalys och forskning</b>	<b>37</b>
<b>6.1</b>	<b>Översikt - säkerhetsanalys och forskning</b>	<b>37</b>
6.1.1	SKB:s redovisning	37
6.1.2	SSI:s bedömning	37
<b>6.2</b>	<b>Säkerhetsanalys</b>	<b>38</b>
6.2.1	SSI:s bedömning av SKB:s metodutveckling för säkerhetsanalys	38
6.2.2	SSI:s och SKI:s sammanfattande bedömning av interimrapporten för SR-can	38
6.2.3	Beräkningsmodeller för säkerhetsanalysen	39
<b>6.3</b>	<b>Bränslet</b>	<b>40</b>
6.3.1	Inventarium och resteffekt	40
6.3.2	Kriticitet	42
<b>6.4</b>	<b>Kapseln som barriär</b>	<b>43</b>
6.4.1	Initialtillstånd	43
6.4.2	Strålintensitet	43
<b>6.5</b>	<b>Buffert</b>	<b>44</b>
6.5.1	SKB:s redovisning	44
6.5.2	SSI:s bedömning	44
6.5.3	SSI:s sammanfattande bedömning	46
<b>6.6</b>	<b>Återfyllning</b>	<b>47</b>
6.6.1	SKB:s redovisning	47
6.6.2	SSI:s bedömning	47
6.6.3	Sammanfattande bedömning	48
<b>6.7</b>	<b>Radionuklidens transportvägar till och i biosfären</b>	<b>48</b>
6.7.1	Bakgrund	48
6.7.2	Allmänna granskningssynpunkter	48
6.7.3	Hydrologimodeller för geosfären	49
6.7.4	Radionuklidtransport i geosfären	49
6.7.5	In- och utströmningsområden	50
6.7.6	Förståelse och konceptuella biosfärsmodeller	50
6.7.7	Utveckling av biosfärsmodeller	50
6.7.8	Transportprocesser i övergången mellan geosfär och biosfär	51
6.7.9	Terrestra ekosystem	52
6.7.10	Akvatiska ekosystem	53
6.7.11	Internationellt arbete kring biosfärsfrågor	53
6.7.12	Biosfärens roll i Säkerhetsanalysen	54
6.7.13	Stödjade forskning för platsundersökningsprogram	54
6.7.14	SSI:s sammanfattande bedömning	55
<b>6.8</b>	<b>Klimat</b>	<b>55</b>
6.8.1	Bakgrund	55
6.8.2	Glaciation	56
6.8.3	Havsnivåförändringar	56
<b>7</b>	<b>Platsundersökningar</b>	<b>57</b>
<b>7.1</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>57</b>
<b>7.2</b>	<b>SKB:s redovisning</b>	<b>57</b>
<b>7.3</b>	<b>SSI:s sammanfattande bedömning</b>	<b>57</b>
<b>8</b>	<b>Låg- och medelaktivt avfall</b>	<b>59</b>

<b>8.1</b>	<b>Rivning</b>	<b>59</b>
8.1.1	SKB:s redovisning	59
8.1.2	SSI:s bedömning	59
<b>8.2</b>	<b>LOMA-programmet</b>	<b>60</b>
8.2.1	Bakgrund	60
8.2.2	SKB:s redovisning i FUD-program 2004	60
8.2.3	SSI:s synpunkter	61
8.2.4	Kortlivat avfall från drift och rivning	61
8.2.5	Långlivat avfall	61
<b>8.3</b>	<b>SSI:s sammanfattande bedömning</b>	<b>62</b>
<b>9</b>	<b>Referenser</b>	<b>63</b>



# 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 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 2004. Ärendet överlämnades från Statens kärnkraftinspektion (SKI) den 24 september 2004. Rapporten utgör SSI:s remissvar till SKI i ärendet.

SKI 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 2004 är det sjunde forskningsprogram som SKB redovisar sedan 1986. Dessutom 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 utför nu platsundersökningar i Oskarshamn och Östhammars kommun. SKB beräknar att platsundersökningarna kommer att pågå fram till dess att SKB lämnar in en ansökan om att uppföra en inkapslingsanläggning (planerat till 2006), och en ansökan om en detaljundersökning på en plats (planerat till 2008). Detaljundersökningen innebär första steget i uppförandet av ett slutförvar för använt kärnbränsle.

Ett utökat samråd enligt miljöbalken (1998:808) pågår nu under platsundersökningsskedet. Samråd kommer att vara en viktig del i SKB:s arbete med att ta fram en miljökonsekvensbeskrivning, MKB, som ska bifogas en ansökan om ett slutförvar. Förutom MKB-samråd pågår också samråd om platsundersökningar respektive system- och säkerhetsanalys mellan SKB, SSI och SKI.

## 1.3 Utgångspunkter för SSI:s granskning

SSI:s föreskrifter (SSI FS 1998:1) om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall anger de strålskyddskrav som SKB måste uppfylla med kommande ansökningar om ett slutförvar. SSI har de senaste åren arbetat med att ta fram allmänna råd till föreskriften, som beskriver hur föreskrifternas krav bör uppfyllas. De allmänna råden föreligger nu i remissversion [1]. De allmänna råden utvecklar föreskrifternas krav på bl.a. bästa möjliga teknik, optimering, riskbegränsning och scenarieval.

För att SSI ska kunna bedöma om kraven i föreskrifterna kan anses uppfyllda vid kommande ansökningar behöver SSI ha en bred kunskap om hela KBS-3-systemet, för att bl.a. kunna bedöma kravet på bästa möjliga teknik och optimering, såväl som att bedöma uppfyllelse av SSI:s riskkriterium för skyddet av människans hälsa. För att bedöma detta behöver SSI inte bara granska och utvärdera SKB:s arbete med olika typer av modeller av hur radionuklider sprids i berggrunden och till biosfären. SSI behöver även granska antaganden och

förutsättningar för de beräkningar som görs, samt de uppskattade sannolikheter för beräknade stråldoser som ingår i riskanalysen. Detta betyder att exempelvis olika klimatutvecklingar och olika typer av defekter i slutförvarssystemet behöver bedömas av SSI.

Förutom de ovannämnda föreskrifterna reglerar SSI även frågor om utsläpp under det operativa skedet, dokumentation av avfallet, arkivering samt skydd av personal. För en fullständig översikt hänvisas till SSI:s föreskriftssamling, SSI FS, som finns tillgänglig på [www.ssi.se](http://www.ssi.se).

SKI och SSI har fått förlängd tid för granskning av FUD-programmet p.g.a. myndigheternas gemensamma granskning av SKB:s interimisredovisning av SR-Can [2]. Granskningen av denna rapport avslutades under februari 2004.

Ny information har också framkommit vid de ovan refererade samråden och i övriga rapporter från SKB som senare publicerats efter FUD-program 2004. I sitt remissvar bedömer SSI FUD-program 2004 i ljuset av denna ytterligare information i den mån den är relevant för bedömningen av SKB:s forskningsprogram.

## 2 Beslutsprocessen

### 2.1 Juridiska förutsättningar

#### 2.1.1 ANSÖKNINGS- OCH TILLSTÅNDSPRÖVNINGSFÖRFARANDET

SSI har varit kritisk till SKB:s planering för två beslutstillfällen, där den första prövningen skulle avse inkapslingsanläggningen. I praktiken skulle en prövning av en inkapslingsanläggning omfatta ett ställningstagande till hela slutförvarssystemet eftersom kapselutförande och inkapslingsteknik förutsätter en viss given slutförvarsmetod, som i sin tur förutsätter vissa platsspecifika kvalifikationer. I SSI:s yttrande över SKB:s avgränsningsrapport version 0 [1] skrev SSI följande:

*Det är SSI:s uppfattning att det först är i samband med ansökan om, och MKB- underlag till, slutförvaret som det också är möjligt att slutligt bedöma och yttra sig över ansökan om inkapslingsanläggningen. Givetvis kan myndigheten inleda en förberedande granskning av inkapslingsansökan när den lämnas in.*

SSI har också sett en risk för att ärendehantering och beslutsprocessen kan bli otydlig om prövningen av två intimt relaterade ärenden som inkapslingsanläggningen och slutförvaret baserades på olika versioner av säkerhets- och systemanalyserna, som det var tänkt. Vid granskningen av interimredovisningen av den säkerhetsanalys som var tänkt att bifogas ansökan om inkapslingsanläggningen (SR-Can), kunde myndigheterna dessutom konstatera att det fanns behov av att ge ytterligare återkoppling på SKB:s metoder för säkerhetsanalys innan de används för en tillståndsansökan.

Vid det samrådsmöte om system- och säkerhetsanalys som hölls den 3 februari 2005 förde myndigheterna därför fram att SKB tydligare borde motivera sitt upplägg med två separata ansökningstillfällen för inkapslingsanläggningen och slutförvaret [2].

SKB tog till sig dessa synpunkter och vid ett möte den 30 mars 2005 redogjorde SKB [3] för ändringarna av planen för kommande ansökningar. Den går i korthet ut på att ansökan om inkapslingsanläggningen år 2006 endast kommer att göras i enlighet med kärntekniklagen. Först i samband med ansökan om slutförvar lämnas också en ansökan enligt miljöbalken, vilken då kommer att omfatta både inkapslingsanläggningen och slutförvaret. Vidare förväntas ett gemensamt ställningstagande till bägge ansökningarna och enligt de båda lagarna. Slutligen avses inte längre säkerhetsanalysen SR-Can och systemanalysen SYS-INKA utgöra en del av beslutsunderlaget för inkapslingsanläggningen, utan dessa analyser kommer att hanteras inom det pågående samrådet för system- och säkerhetsanalys. Detta betyder att endast en säkerhetsanalys (SR-Site) och en systemanalys (SYS-Site) utgör underlag för samtliga ansökningar.

SSI ser av flera skäl positivt på denna revidering av ansökningsförfarandet och bedömer att SKB genom detta omhändertar flera av de synpunkter som SSI identifierat enligt ovan. SSI vill dock påpeka att det föreslagna upplägget innebär att granskningen av SR-Can behöver genomföras på drygt ett halvår. Detta innebär att myndighetens granskning inte kan bli lika omfattande som ursprungligen var planerat, förutsatt att inte mer omfattande resurser ställs till förfogande.

### **2.1.2 STRÅLSKYDDSBEDÖMNING AV ÄNDRINGAR**

I miljöbalken (1998:808) och förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet regleras frågan om ändring av verksamhet och beroende på om en verksamhet ändras i mindre eller större omfattning krävs anmälan eller nytt tillstånd. Detta rättsförhållande avser verksamheter som redan har tillstånd. Syftet är att verksamheten ska vara känd för tillsynsmyndigheten så att relevanta villkor kan ställas.

SKB anger i FUD-program 2004 att en ändring från KBS-3V till KBS-3H, efter ett tillstånd har meddelats, borde kunna hanteras genom att SKB anmäler ett anläggningsändringsärende för prövning av SKI. SSI anser att det är rimligt att SKB, under granskningsförfarandet och efter att ett tillstånd har givits, bör ha möjlighet att införa sådana förändringar av förvarssystemet som kan bedömas förbättra slutförvarets skyddsförmåga. SSI:s föreskriftskrav om bästa möjliga teknik (BAT) och optimering innebär i själva verket att SKB i det pågående arbetet bör sträva efter att en så hög skyddsförmåga uppnås som rimligen är möjligt. Sådana ändringar måste då även prövas av SSI. SSI konstaterar samtidigt att om ändringen är av sådan karaktär att den kan bedömas förändra slutförvarets funktion på ett mer grundläggande sätt, och på så sätt exempelvis göra de strålskyddsvillkor som meddelats meningslösa, kan slutförvaret även behöva genomgå förnyad tillståndsprövning.

### **2.1.3 MKB-PROCESSEN**

SSI anser att det finns anledning till att klargöra hur MKB-processen bör kopplas till FUD-programmet. I förordet till FUD-program 2001 angav SKB att man inte avser att redovisa lokaliseringsfrågor i FUD-redovisningarna utan att dessa i stället redovisas i MKB-processen. SSI ansåg i sitt yttrande över FUD-program 2001 att det finns en fördel med att de, ur kommunal synpunkt, viktiga lokaliseringsfrågorna behandlades inom MKB-processen nära de som berörs av en lokalisering. SSI vill dock i detta sammanhang klargöra att frågor av betydelse för platsvalet som rör strålskyddsmässiga (vetenskapliga och forskningsmässiga) överväganden även fortsättningsvis bör redovisas i FUD-programmet.

I SSI:s yttrande över FUD-program 2001 [4] framfördes även en önskan om att SKB årligen ska redovisa de samråd som genomförts under det gångna året. SSI:s motiv var att myndigheterna steg för steg ska kunna ta del av och återföra resultaten av MKB-samråden till sin granskningsverksamhet. SSI kan konstatera att SKB anammat SSI:s uppmaning och en första sammanställning finns för år 2003 [5] (rapporten för 2004 kommer i maj), vilket är tillfredsställande.

## **2.2 Sammanfattande bedömning**

SKB har reviderat sin syn på ansökningsförfarandet för inkapslingsanläggningen efter det att FUD program 2004 redovisats. SSI är positivt till det nya förslaget som i huvudsak innebär att ett samlat och samtida beslut kan tas för både inkapslingsanläggningen och slutförvaret och att besluten kan baseras på ett samlat underlag. Fortfarande kvarstår dock osäkerheter om SSI:s resurser är tillräckliga för att kunna genomföra kommande granskningar enligt SKB:s tidsplan.

SKB anger att man, efter det att tillstånd har meddelats, genom en s.k. anläggningsändring kan hantera förändringar i slutförvarets utformning, t.ex. byte från vertikal till horisontell deponering. SSI anser att sådana förändringar som kan påverka ett slutförvarets skyddsförmåga även måste underkastas en strålskyddsbedömning. Ändringar som påverkar slutförvarets funktion på ett mer grundläggande sätt kan även behöva genomgå förnyad tillståndsprövning.

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



## 3 SKB:s handlingsplan och inriktning på FUD-programmet

Det framgår av 12§ kärntekniklagen (Lag 1984:3) att den som har tillstånd att inneha eller att driva en kärnkraftsreaktor ska upprätta ett program för den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet och övriga åtgärder som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara kärnavfall samt avveckla och riva anläggningar. Det framgår också att detta program (SKB:s FUD-program) ska innehålla en *översikt över samtliga åtgärder* som kan bli behövliga och att det ska finnas en mer detaljerad redovisning av de planerade åtgärderna för den närmaste 6-årsperioden. Detta är en viktig bakgrund för SSI:s synpunkter i detta kapitel.

### 3.1 SKB:s handlingsplan

#### 3.1.1 BAKGRUND

SSI framförde i yttrandet över SKB:s FUD-program 2001 att SKB bör ta fram en handlingsplan eller ett strategidokument som, för de mest kritiska frågorna i SKB:s slutförvarsprogram, konkretiserar vilka kunskaper som behöver erhållas, när dessa kunskaper behöver ha uppnåtts och hur kunskaperna ska nås [1]. Som exempel på frågor som SSI ville ha belysta nämndes behov av långtidsförsök för att stödja antaganden om buffertens och återfyllnadens funktion i slutförvaret, delmål för det tekniska utvecklingsarbetet med tillverkning och provning av kapslar och andra kritiska forskningsfrågor av betydelse för säkerhetsanalysen.

Även Statens kärnkraftinspektion (SKI) pekade, i sitt yttrande över FUD-program 2001, på behovet av ett strategidokument. SKI angav dock som huvudsyfte att tydliggöra SKB:s tidsplaner och innehåll i kommande redovisningar för att underlätta myndighetens planering av kommande granskningsarbete [2].

Regeringen tog fasta på myndigheternas yttranden och angav i sitt beslut angående FUD-program 2001 att SKB skulle presentera en ”tidsplan med tillhörande handlingsplan rörande en säker slutförvaring av kärnavfallet” i FUD-program 2004 [3].

#### 3.1.2 SKB:S REDOVISNING

SKB redovisar i en bilaga till FUD-program 2004 en handlingsplan för det fortsatta kärnavfallsprogrammet. Redovisningen innehåller en kortfattad översikt av SKB:s långsiktiga planer för omhändertagande av använt kärnbränsle respektive låg- och medelaktivt avfall. Vidare ges en mer detaljerad beskrivning av det planerade arbetet i tidsperspektivet 2008, d.v.s. fram till ansökan om tillstånd för ett slutförvar, för delprogrammen inkapsling och djupförvaring.

Handlingsplanen beskriver vilka aktiviteter som planeras inför kommande tillstånds-ansökningar och hur de olika aktiviteterna kopplar till varandra. Vad gäller delmålen för forskning och utveckling inom de olika aktiviteterna hänvisar SKB till huvudrapporten.

SKB anger i handlingsplanen att ”en rimlig balans mellan å ena sidan de berättigade kraven på tid och utrymme för gedigna beslutsprocesser, å andra sidan den kontinuitet och intensitet som

måste finnas om programmet ska bli genomförbart med bra resultat” är en vägledande utgångspunkt för SKB:s planering. SKB förutsätter även att denna inställning präglar övriga aktörer i samband med tillståndprocesserna.

### **3.1.3 SSI:S BEDÖMNING**

#### **Allmänna synpunkter**

SSI anser att SKB:s handlingsplan ger en bra översikt av SKB:s tidsplaner och planerade arbete i de olika delarna av kärnavfallsprogrammet. Viktiga delar, som arbetet med att utveckla metoder för tillverkning, förslutning och provning av kapslar, ger intryck av ett systematiskt angreppssätt. Enligt SSI:s uppfattning bör denna översikt uppdateras och redovisas som en naturlig del även i framtida FUD-program.

SSI saknar dock en beskrivning av de kritiska forsknings- och teknikutvecklingsfrågor som behöver lösas inför de successiva stegen i SKB:s program för slutförvaring av använt kärnbränsle. SSI anser heller inte att huvudrapporten kompletterar handlingsplanen i detta avseende, på det sätt som SKB anger (se SSI:s synpunkter på inriktningen av SKB:s FUD-program nedan).

Med hänsyn till forskningsarbetets natur har SSI förståelse för att det inte alltid är möjligt att i förväg sätta upp detaljerade mål för enskilda FoU-insatser. Enligt SSI:s uppfattning bör dock SKB på ett tydligare sätt kunna motivera sina FoU-insatser utifrån en analys av vilket underlag som behövs för säkerhetsbedömningar vid kommande beslutstillfällen om bygge, inledande drift, reguljär drift och förslutning av ett slutförvar. En sådan analys är nödvändig för att kunna visa att man identifierat de frågor som behöver belysas med mer långsiktiga forskningsinsatser och långtidsförsök, vilket kommenteras i detalj nedan. SSI anser även att målsättningarna för utvecklingsarbetet med metoder för säkerhetsanalys, modellutveckling och arbetet med alternativa utformningar behöver förtydligas på detta sätt.

SSI har också förståelse för SKB:s önskan om en effektiv beslutsprocess men vill understryka att det också förutsätter att SKB klargör vilket beslutsunderlag som behöver vara framme inför de viktiga stegen i SKB:s program för slutförvaring. Enligt SSI:s uppfattning skulle ett förtydligande av SKB:s handlingsplan ge myndigheterna bättre möjligheter att tidigt ge synpunkter på SKB:s planerade insatser och därmed minska risken för att svårbedömda frågor ställer till med problem i samband med framtida granskningar och tillståndprocesser.

#### **Behov av långtidsförsök och demonstration**

SSI har inget att invända mot att SKB fokuserar sin redovisning i handlingsplanen på arbetet fram till ansökan om tillstånd för ett slutförvar. SSI anser dock att SKB bör redovisa en analys av behovet av olika typer av långtidsförsök utifrån ett betydligt längre tidsperspektiv. SKB redovisar i FUD-program 2004 kortfattat pågående långtidsförsök. Här ingår de viktiga storskaliga experimenten Prototypförvaret och Återfyllnads- och pluggtestet, vilka syftar till att belysa kritiska frågor kring bentonitbuffertens och återfyllnadens funktioner. Det framgår dock inte vilka kriterier som SKB avser att använda för att utvärdera dessa försök, d.v.s. vilka resultat som måste uppnås för att SKB ska anse att programmet ska kunna gå vidare.

Med tanke på återstående frågor kring buffertens och återfyllnadens funktioner, som SKB beskriver i huvudrapporten, anser SSI att SKB i sin handlingsplan också borde ha redovisat en analys av tillräckligheten i pågående försök. Av de storskaliga försöken är det till exempel bara en sektion av Prototypförvaret som kommer att drivas vidare efter 2008. Det är inte uppenbart för SSI att det är optimalt att inte bättre utnyttja den tid som står till buds för att stärka kunskaps- och dataunderlaget inför kommande ansökningar om att ta slutförvaret i drift. SKB:s beslut att begränsa drifttiden för Äspö till starten av den reguljära driften bör också motiveras bättre utifrån en behovsanalys av långtidsförsök.

Utöver möjligheten att göra ytterligare långtidsförsök i Äspö, anser SSI att SKB också bör utreda och redovisa hur den mer än två decennier långa driftperioden för slutförvaret eventuellt kan utnyttjas för att ytterligare stärka kunskapen om barriärernas funktioner. Dels kan det finnas möjligheter att mäta vissa parametrar som kan ge information om förvarets tidiga utveckling, t.ex. återmättnad och temperaturutveckling. Dels finns möjligheten att avsätta en mindre del av slutförvaret, t.ex. en kortare deponeringstunnel, som ett aktivt långtidsförsök som kan brytas och utvärderas innan förslutning. SSI kan idag inte bedöma om realismen eller nyttan av sådana insatser, och om de kan vara motiverade med hänsyn till personalstrålskydd och eventuell negativ påverkan på slutförvarets långsiktiga funktion. SSI anser dock att SKB i sin handlingsplan bör visa att man övervägt för- och nackdelar med olika former av mätningar eller försök under driftperioden.

SKB anger i handlingsplanen att den inledande driften av slutförvaret ska fungera som en slutprovning och demonstration av slutförvaret. Efter en utvärdering av den inledande driften planeras fullskaledrift kunna inledas 2023. På motsvarande sätt som för långtidsförsöken anser SSI att SKB bör klargöra målsättningarna med denna utvärdering. Det är inte uppenbart för SSI vad som faktiskt kommer att kunna mätas under den inledande driften, vilken typ av utvärdering som kan göras och vilka kriterier som ska användas för utvärderingen.

SSI saknar också en redovisning av vilka demonstrationsinsatser kring deponering och återfyllnad som SKB planerar *innan* den inledande driften påbörjas 2017 med kapslar innehållande använt kärnbränsle. Enligt SSI:s uppfattning bör SKB kunna visa att man kan genomföra samtliga moment av deponeringen och återfyllning under realistiska förhållanden, och med de maskiner och rutiner som ska användas för aktiv drift. Exakt hur omfattande en sådan demonstration bör vara och vad som kan och behöver utvärderas bör SKB själva redovisa.

## 3.2 Inriktning på FUD-programmet

### 3.2.1 SKB:S REDOVISNING

FUD-program 2004 består av fyra huvuddelar: (1) en översikt av SKB:s program, (2) teknikutveckling för slutförvaret, (3) program för säkerhetsanalys och forskning samt (4) planer för låg- och medelaktivt avfall. SKB anger att FUD-programmet främst är inriktat på att belysa utvecklingen av tillverkning av kapslar för slutförvaring av använt kärnbränsle, och motsvarande frågor är därför särskilt utförligt beskrivna.

Vad gäller forskning och metodutveckling för säkerhetsanalyser hänvisar SKB till den nyligen publicerade interimrapporten för SR-Can [4]. FUD-programmet innehåller dock en översikt av beräkningsmodeller för säkerhetsanalysen. Arbetsläget med platsundersökningarna i Östhammars och Oskarshamns kommuner sammanfattas kort i SKB:s handlingsplan.

Redovisningen av rivningsfrågor omfattar SKB:s arbete med att ta fram teknik för rivning och omhändertagande av rivningsavfall. När det gäller planering och genomförande av rivningen hänvisar SKB till kärnkraftföretagens ansvar.

Kommande FUD-program kommer enligt SKB att inriktas på de delar av verksamheten som är viktigast vid olika tidpunkter: djupförvarsteknik i FUD-programmen 2007 och systemet för låg- och medelaktivt avfall (LOMA) i FUD-program 2010.

### 3.2.2 SSI:S BEDÖMING

#### Motivering av planerade insatser

FUD-program 2004 ger tillsammans med handlingsplanen en bra bild av SKB:s program och tidsplaner för fortsatt arbete. SSI tycker också att det är bra att SKB följer upp de synpunkter

som myndigheterna givit på SKB:s senaste FUD-program. SSI anser dock att redovisningen i vissa avseenden behöver utvecklas för att kunna bedöma om de planerade insatserna är ändamålsenliga och tillräckliga.

SKB anger i kapitel 13 att ”det är säkerhetsanalysens uppgift att bidra till prioriteringen av forskningen”. Trots detta avstår SKB från att diskutera forskningsprogrammet ur detta perspektiv. Kapitel 13 innehåller visserligen en bra översikt av forskningsområden för de olika barriärerna och delarna av säkerhetsanalysen. På grund av avsaknaden av en diskussion om vilka forsknings- och utvecklingsfrågor som är mest kritiska för programmet och vilka typer av resultat som behöver vara framme inför olika beslutstillfällen är det dock svårt att bedöma realismen i SKB:s tidsplaner och om det redovisade FUD-programmet är ändamålsenligt och tillräckligt.

SSI anser också att gapet är för stort mellan översikten i kapitel 13 och de detaljerade forskningskapitlen. Redovisningen i kapitel 15-19 är alltför detaljerad för att ge en bra översikt av SKB:s forskningsprogram (redovisningen påminner om den processrapport som normalt är ett detaljerat tekniskt underlag till en säkerhetsanalys). Eftersom SKB inte gör någon värdering av betydelsen av de återstående forskningsfrågorna krävs dessutom att läsaren gör en egen analys av deras betydelse för det fortsatta programmet och den långsiktiga säkerheten.

Enligt SSI:s uppfattning, och i enlighet med SSI:s förväntningar på handlingsplanen, bör SKB således identifiera de viktigaste forskningsfrågorna inom varje forskningsområde med hänsyn till deras betydelse för det långsiktiga strålskyddet och genomförandet av de olika stegen i slutförvarsprogrammet.

### **Avgränsningar**

SSI anser att SKB:s fokusering på frågor kring inkapsling och förslutning av kapslar för slutförvaring av använt kärnbränsle i FUD-program 2004 är ändamålsenlig med hänsyn till SKB:s planerade ansökan om tillstånd för en inkapslingsanläggning 2006. Enligt SSI:s uppfattning innebär dock kärntekniklagens krav att SKB:s FUD-redovisning också ska ge en heltäckande bild av samtliga åtgärder som behöver vidtas. SSI anser att SKB borde inkludera åtminstone en översiktlig sammanfattning av arbetet med metoder för säkerhetsanalyser, d.v.s. det arbete som i stora delar redovisats i interimrapporten för SR-Can [4]. Även om myndigheterna, i särskild ordning granskat SKB:s interimrapport, finns det andra remissinstanser som inte har samma insikt i SKB:s arbete med säkerhetsanalys.

Motsvarande synpunkt gäller SKB:s redovisning av programmet för platsundersökningar: förutom att redovisa arbetsläget och planerna fram till tillståndsansökan, bör det finnas en översiktlig beskrivning av planerna för de fortsatta detaljerade undersökningarna under jord och det forsknings- och utvecklingsarbete som behövs för dessa undersökningar.

Slutligen anser SSI att det är en brist att det saknas en redovisning av de strategier och planer för rivning som enligt SKB ska fastläggas av kraftföretagen. Om SKB bedömer att redovisningen av dessa frågor ligger utanför SKB:s ansvarsområde bör kärnkraftsägarna inkomma med en sådan redovisning för att leva upp till kärntekniklagens krav. SSI efterfrågade i yttrandet över det senaste FUD-programmet 2001 ett helhetsgrepp på avfallshanteringen och en redovisning av alternativa scenarier beroende på reaktorernas drifttid. Denna fråga har nu fått ökad aktualitet med anledning av beslutet att stoppa vidare drift av Barsebäck 2.

### **Fortsatta FUD-redovisningar**

SSI anser att det är rimligt att fokusera kommande FUD-redovisningar på slutförvarsfrågor respektive LOMA-programmet, så som SKB föreslår. SSI anser dock även i detta fall att redovisningarna, i enlighet med lagens krav, också bör beskriva viktiga frågor och handlingsplaner för samtliga delar av kärnavfallsprogrammet.

SSI anser vidare att SKB bör presentera sina planer för den fortsatta redovisningen av FUD-program efter 2010. Enligt SSI:s uppfattning kommer det att finnas ett behov av att redovisa arbetet med systemet för låg- och medelaktivt avfall, men också den fortsatta utvecklingen av

KBS-3-metoden. Så vitt SSI kan förstå kommer SKB att fortsätta den tekniska utvecklingen av de olika barriärerna, deponeringsteknik m.m. även efter det att tillstånd givits för att bygga ett slutförvar, där också praktiska erfarenheter återkopplar till verksamheten. Därtill kommer de detaljerade platsundersökningarna, FoU kring långsiktig säkerhet inkl. utvärdering av långtidsförsök på Äspö, arbetet med alternativa systemutformningar (t.ex. KBS-3H - horisontella deponeringshål) m.m.

### 3.3 Sammanfattande bedömning

SSI anser att SKB:s handlingsplan ger en bra översikt av SKB:s tidsplaner och planerade arbete inom de olika delarna av kärnavfallsprogrammet. Handlingsplanen bör uppdateras och ingå som en naturlig del av kommande FUD-redovisningar. Inför kommande FUD-redovisningar bör dock SKB utveckla handlingsplanen, och även redovisningen i huvudrapporten, med en bättre motivering av planerade FUD-insatser utifrån en analys av kritiska återstående forsknings- och teknikutvecklingsfrågor, vilket underlag som behövs inför kommande större milstolpar i slutförvarsprogrammet och olika frågars betydelse för det långsiktiga strålskyddet.

SSI anser att en genomgripande analys av FoU-behovet är nödvändig för att tillse att programmet kan förväntas ge de resultat som behövs inför för bygge och drift av ett slutförvar, särskilt med tanke på att vissa forskningsfrågor kan behöva belysas med olika typer av långtidsförsök. Exempel på frågor som enligt SSI:s uppfattning bör lyftas fram är:

- Konkreta målsättningar med utvecklingsarbetet för kapseln, t.ex. acceptanskriterier för olika typer av initiala defekter och krav på oförstörande provning
- Behov och tillräcklighet av olika typer av långtidsförsök på Äspö kring buffertens och återfyllnadens funktion
- Kriterier för att bedöma utfallet av pågående långtidsförsök försök (t.ex. Prototypförvaret)
- Planer för demonstration av metoder för praktiskt genomförande av deponering inför aktiv drift
- Vad som förväntas uppnås med utvärderingen av den inledande driften
- Möjlighet att utnyttja driftperioden för att förstärka kunskapen om barriärernas funktion
- Vilka modeller som behöver vara framme inför planerade säkerhetsredovisningar, exempelvis inom biosfärsområdet, klimatpåverkan och bergmekanik
- Behov av förbättrat kunskapsunderlag eller experimentella data för andra kritiska frågor i säkerhetsanalysen

I den mån alternativa utformningar till KBS-3V förväntas drivas vidare efter tillståndsansökan för slutförvaret bör de särskilda FoU-behovet klargöras och kopplas till milstolparna i SKB:s program.

Enligt SSI:s uppfattning är SKB:s program för säkerhetsanalysmetodik och platsundersökningar otillräckligt redovisade i FUD-program 2004. SSI saknar också en redovisning planerna för rivning av kärnkraftverken. För att uppfylla kraven i kärntekniklagen bör kommande FUD-redovisningar innehålla åtminstone en översiktlig beskrivning av samtliga delar av kärnavfallsprogrammet.

SKB bör också klargöra sina planer för den fortsatta redovisningen av FUD-program efter 2010. SSI anser att det behövs en fortsatt FUD-process för att kunna bedöma SKB:s fortsatta utvecklingsarbete för KBS-3-metoden, rivning och systemet för låg- och medelaktivt avfall.



# 4 Systemanalys och alternativa metoder

## 4.1 SKB:s alternativredovisning

### 4.1.1 BAKGRUND

#### Krav på alternativredovisningar

I förarbetena till miljöbalken (1998:808) slås fast att redovisningen av alternativ är en viktig förutsättning för att syftet med miljökonsekvensbeskrivningar ska kunna uppnås. Av förarbetena och 6 kap. 7 § 4 miljöbalken framgår att kraven på alternativa lokaliseringar utgör en huvudregel (som dock i vissa fall kan genombrytas) och att kraven på redovisning av alternativa metoder är absolut [1].

När det gäller redovisning av alternativa utformningar framgår det inte av lagtexten i miljöbalken till vilken nivå alternativ ska redovisas. Frågan diskuteras emellertid i förarbetena [2]. Enligt det resonemang som förs där kan i princip kravet ställas så högt att alternativet ska utvecklas så långt att det kan behandlas jämställt med huvudförslaget (möjligt att genomföra). Om det är praktiskt möjligt ska det ske som första- och andrahandsyrkanden. Vidare, enligt förarbetena, ska det vara möjligt för den tillståndsprövande myndigheten att ge tillstånd till alternativet (andrahandsyrkandet). En förutsättning är dock att sökanden är beredd att acceptera andrahandsyrkandet, men om det är ett projekt som sker i det allmännas intresse och som kan ha stor påverkan på miljön eller människors levnadsförhållanden måste sökanden vara beredd att acceptera alternativa lösningar.

En strikt tolkning av uttalandena i förarbetena leder således till slutsatsen att två genomförbara utformningsalternativ ska föreligga i samband med ansökan. Denna tolkning återspeglas dock varken i Naturvårdsverkets allmänna råd (NFS 2001:9) om miljökonsekvensbeskrivningar eller i Rådets direktiv 97/11/EG om miljökonsekvensbeskrivningar som mer talar om översiktliga redovisning av de huvudalternativ som övervägts (anläggningens storlek, karaktär) och de viktigaste orsakerna till den valda lösningen med beaktande av miljöeffekterna. Frågan kvarstår således till vilken nivå (genomförandegrad) ett alternativ ska redovisas enligt balkens mening. Därtill måste frågan om vad som utgör ett alternativ besvaras.

#### SSI:s bedömning av miljöbalkens krav på alternativ

I sitt yttrande över FUD-program 2001 uttalade SSI uppfattningen att varianter inom KBS-3 inte utgör ett alternativ, utan förordade ett alternativ inom strategin geologisk slutförvaring där tyngden i säkerheten är fördelad på ett annat sätt än för KBS-3 [3]. Djupa borrhål utgör det mest uppenbara av sådana alternativ.

Enligt SSI:s uppfattning är det övergripande syftet med alternativredovisningen att kunna styrka att huvudförslaget både har goda förutsättningar att klara uppställda krav, och att andra alternativ totalt sett inte uppvisar påtagliga fördelar framför huvudalternativet. Om även alternativen behöver utvecklas till genomförbarhet kommer detta innebära ett betydande tilläggsbehov för kärnavfallsfonden och leda till att slutförvarsprocessen förskjuts ett okänt antal år framåt i tiden. SSI anser därför att det inte är rimligt att kräva ett fullt utvecklat genomförandealternativ jämte huvudförslaget för ett så unikt och stort projekt som uppförande av ett slutförvar.

För att möjliggöra en jämförelse mellan huvudförslag och alternativ bör nivån på alternativredovisningen vara sådan att det går att göra en bedömning de grundläggande

skyddsfunktionerna. SSI har tidigare uttalat att en *säkerhetsbedömning* – med utgångspunkt från befintliga data – över alternativet djupa borrhål kan vara en tillräcklig nivå för att möjliggöra en sådan bedömning. Till en sådan alternativredovisning bör SKB även foga en mer övergripande redogörelse över övriga alternativ som övervägts, inklusive nollalternativet.

#### **4.1.2 SAMRÅD RÖRANDE DJUPA BORRHÅL**

Regeringen har tidigare framhållit att alternativredovisningen kan diskuteras inom MKB-processen [4]. Denna typ av samråd har skett vid två tillfällen då SSI har förtydligat myndighetens förväntningar på kommande redovisningar.

Vid dessa samrådsmöten [5, 6] har SSI framfört att jämförelsen mellan alternativa metoder bör utgå ifrån de olika metodernas olika möjligheter att uppnå de ställda strålskyddskraven. En sådan jämförelse kan utgå från de grundläggande säkerhetsfunktionerna fördröjning och isolering och vilka osäkerheter som är förenade med dessa. För att en sådan jämförelse ska bli tydlig behöver dessa grundläggande funktioner redovisas på ett likvärdigt sätt. SSI anser att jämförelsen bör illustreras med enkla beräkningar, beskrivning av för- och nackdelar avseende hydrologiska och geokemiska förhållandena på stora djup, samt beskrivning av osäkerheter i dessa bedömningar. Med tanke på att skyddsfunktionen för alternativet djupa borrhål till stor del bestäms av grundvattnets rörelser i berget anser SSI att SKB bör överväga att utnyttja resultaten från de storskaliga grundvattenmodelleringar som man för närvarande genomför, se avsnitt 6.7.5 i detta yttrande. SSI förväntar sig också en förutsättningslös redovisning av de särskilda frågeställningar som är förenade med KBS-3-konceptets grundläggande skyddsfunktion, dvs. närområdets initialtillstånd och utveckling. I synnerhet behöver osäkerheterna rörande förvarets isolerande funktion och de faktorer som kan hota denna ges en omsorgsfull beskrivning i analysen.

SKB har i diskussionerna framfört sin avsikt att genomföra en utredning rörande djupa borrhål utgående från SSI:s uppfattning, vilket SSI välkomnar. SKB planerar att lämna en redovisning under hösten 2005.

#### **4.1.3 SEPARATION OCH TRANSMUTATION**

Separation och transmutation innebär bl.a. alternativa metoder för minimering av långlivat avfall från kärnbränslecykeln, som dock inte helt kan ersätta behovet av ett slutförvar för långlivat kärnavfall. Forskningsinsatser pågår internationellt och i Sverige. Metoden förutsätter dock både upparbetning av bränsle, samt någon form av reaktor för transmutationen av långlivade radionuklider till mera kortlivade. En eventuell operativ fullskaleanläggning ligger för närvarande långt fram i tiden. En sådan anläggning lär vara svår att få bygga i Sverige, bl.a. med tanke på nuvarande restriktioner i kärntekniklagen (5a §).

SSI anser, och har också tidigare påpekat, att det är naturligt att SKB följer arbetet med transmutation, men SSI:s bedömning är att det inte är ett rimligt alternativ till slutförvaring.

## **4.2 Systemanalys**

### **4.2.1 BAKGRUND**

I regeringsbeslutet över FUD-program 95 [7] 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 [8]. Den senare



analysen granskades separat av SSI respektive SKI. SSI:s utlåtande föreligger som bilaga till SSI:s yttrande över FUD-K [9].

#### **4.2.2 SKB:S REDOVISNING I FUD-2004**

SKB ger i FUD-program 2004 endast en mycket övergripande beskrivning av kommande redovisningar av systemanalysen. En heltäckande systemanalys för inkapsling, transporter och slutförvar kommer att presenteras i samband med ansökan om inkapslingsanläggningen. Systemanalysen kommer att revideras till ansökan om slutförvaret.

#### **4.2.3 SSI:S SYNPUNKTER**

I SSI:s föreskrifter (SSI FS 1998:1) om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall anges att optimering av strålskyddet ska ske. Dessutom ska hänsyn tas till bästa möjliga teknik (BAT, ”best available technique”) vid omhändertagandet av avfallet. SSI har förtydligat dessa krav genom det förslag till allmänna råd som nyligen har remissbehandlats [10]. Dessa krav innebär att SKB behöver redovisa hur man har beaktat hur olika alternativa lösningar för lokaliseringen, utformningen och driften av slutförvaret kan påverka slutförvarets skyddsförmåga.

SSI anser, och har vid ett flertal tillfällen framfört, att systemanalysen, tillsammans med säkerhetsanalysen måste ge en entydig och heltäckande beskrivning av de olika komponenterna i slutförvarssystemet [3, 11, 12]. SSI har sett behov av en redovisning som klargör att de initialtillstånd som säkerhetsanalysen för slutförvaret baseras på, kan bedömas vara trovärdiga och realistiska. Utan en sådan redovisning blir säkerhetsanalysen för slutförvaret mindre giltig och betydelsen av säkerhetsanalysens resultat blir oklar.

SSI har vid tidigare granskningar kunnat konstatera bristande utvärdering av hur kopplingar mellan de olika delsystemen kan påverka det långsiktiga strålskyddet för slutförvaret. SSI har saknat en enhetlig beskrivning av systemet och saknat en analys av hur slutförvarets initialtillstånd beror på utformningen och driften av såväl inkapslingsanläggningen, transportsystemet som slutförvaret.

Redovisningen i FUD-program 2004 är alltför kortfattad för att det ska vara möjligt att i detalj utläsa vilka ambitioner SKB har för de kommande systemredovisningarna. Utifrån vad som står, och vad som SKB redovisat vid ett expertmöte om kommande systemanalyser [13], förefaller SKB:s planer att främst fokusera på frågor av karaktären transportlogistik, hantering av materialflöden och olika typer av missöden men i mindre utsträckning på hur driften av de olika anläggningarna ska utformas för att säkerställa att initialtillståndet hos slutförvaret blir det önskade. SSI är införstått med att de analyser som SKB avser att genomföra kan vara nödvändiga ur ett praktiskt perspektiv, men bedömer att systemanalysens omfattning behöver vidgas för att bättre täcka strålskyddsrelaterade aspekter.

Bristande utvärdering av kopplingen mellan drift och den långsiktiga säkerheten och strålskyddet var föremål för myndigheterna kritik i granskningen av interimredovisningen av SR-Can. Myndigheterna menade där att det var fel av SKB att på förhand lyfta ut möjliga driftrelaterade störningar från riskanalysen och hantera dessa som s.k. ”what-if”-beräkningar. SSI anser således även fortsatt att SKB behöver redovisa på vilket sätt samtliga steg vid driften av inkapslingsanläggningen, transportsystemet och slutförvaret kan komma att påverka slutförvarets skyddsförmåga, och inkludera detta i riskanalysen.

### **4.3 Sammanfattande bedömning**

Enligt SSI:s tolkning är det övergripande syftet med alternativredovisningen att kunna styrka att huvudförslaget både har goda förutsättningar att klara uppställda krav, och att andra alternativ totalt sett inte uppvisar påtagliga strålskyddsmässiga fördelar framför

huvudalternativet. Nivån på alternativredovisningen bör därför vara sådan att det går att göra en jämförelse mellan alternativens grundläggande skyddsfunktioner.

SSI ser positivt på att SKB, i enlighet med SSI:s önskemål, planerar att genomföra en utredning av alternativet djupa borrhål. Vid de samrådsmöten som har hållits har SSI framfört att jämförelsen mellan djupa borrhål och KBS-3 bör utgå ifrån de olika metodernas olika möjligheter att uppnå de ställda strålskyddskraven och att jämförelsen bör illustreras med enkla beräkningar.

SSI anser i likhet med tidigare att separation och transmutation inte är ett realistiskt alternativ till slutförvaring, men konstaterar att FoU är värdefullt för kunskapsinhämtning.

SSI anser att det är angeläget att SKB beskriver hur man avser att utvärdera hur driften av olika delsystem, t.ex inkapsling, transport och deponering, kan komma påverka slutförvarets egenskaper efter förslutning. En sådan analys är viktig för att kunna bedöma om de initialtillstånd som säkerhetsanalysen baseras på är trovärdiga och realistiska. SKB bör i sin systemanalys även visa hur säkerhetsanalysen utnyttjats för att tillse att driften och utformningen av de olika anläggningarna har utformats på bästa sätt i enlighet med SSI:s krav på optimering.

# 5 Teknikutveckling

## 5.1 Kapsel – krav och kontroll

### 5.1.1 SKB:S REDOVISNING

SKB anger att man under 2004 avser att ta fram beskrivningar på defekter som kan uppstå i olika skeden i produktionssystemet. Bl.a. utifrån dessa beskrivningar och tillförlitlighetsstudier av metoder för oförstörande provning (OFP) kommer preliminära acceptanskriterier att upprättas under 2005 för kopparhöljet och insatsen. Preliminärt anger SKB bl.a. att den minsta intakta koppertjockleken i svetsen inte får understiga 15 mm. Detta var också den typ av kapseldefekt som utvärderades i interimredovisningen av SR-Can. Slutliga acceptanskriterier, även inkluderande förslutningssvetsen, avses vara fastlagda inför tillståndsansökan för inkapslingsanläggningen.

### 5.1.2 SSI:S BEDÖMNING

#### Bakgrund

SSI har tidigare vid flera tillfällen efterlyst en riskanalys kring möjlig uppkomst av olika typer av defekter i samband med hela hanteringskedjan, alltifrån tillverkning, kontroll och hantering av kapslarna i inkapslingsanläggningen, till defekter som kan uppkomma i samband med transporten och deponeringen i slutförvaret. SSI:s slutsats från tidigare granskningar har varit att SKB på ett bättre sätt behöver integrera säkerhetsanalysen med det pågående utvecklingsarbetet av inkapslingsanläggningen och slutförvaret. På så sätt skulle en enhetlig och trovärdig beskrivning av samtliga komponenter av slutförvarssystemet erhållas. SSI har påpekat [1, 2] att de antaganden som säkerhetsanalysen SR 97 varit baserad på, vad gäller risken för defekter i kapslarna, varit otillräckligt motiverade med utgångspunkt från ovanstående.

SSI:s utgångspunkt för den kritik som framförts har varit att SKB:s resonemang inte har utgått från en kartläggning av vilka skador och defekter som kan uppstå vid olika steg av hanteringen av kapslarna och vilka möjligheter som efterföljande system har att upptäcka dessa defekter. SKB har i stället utgått från en ambition att endast en kapsel per tusen tillverkade har sådana defekter i förslutningssvetsen att de borde upptäckas av OFP (oförstörande provning). SKB har inte fört något resonemang om sannolikheten för, och betydelsen av, defekter som OFP-systemet skulle kunna vara ”blint” för men ändå kunna vara av betydelse för det långsiktiga strålskyddet, t.ex. mindre hål som penetrerar kopparhöljet. Konkret har SSI efterfrågat en mer utförlig redovisning av den strålskyddsmässiga betydelsen av de 999 kapslar per 1000 som bedömts som ”hela” av OFP-systemet.

#### SSI:s granskning

SSI:s granskning av kapselfrågor utgår från kapitel 5 – 7 i FUD-2004 och de underlagsrapporter som SKB refererar till, i första hand R-03-31 [3], R-04-14 [4], R-04-29 [5] samt R-04-56 [6]. SSI har även beaktat redovisningen av kapselfrågor i SKB:s interimredovisning av SR-Can [7].

En generell synpunkt är att det uppstår vissa problem att granska kapselfrågorna eftersom redovisningarna är utspridda över ett relativt stort antal dokument som delvis överlappar och

som är utfärdade vid olika tidpunkter. Detta gör att det är svårt att få en klar och enhetlig bild av det arbete som bedrivits. I än högre grad gäller detta det arbete som SKB planerar att utföra under den kommande tidsperioden eftersom även planerna har utvecklats. SSI:s bedömning är därför att FUD-2004 på flera punkter redan är föråldrad jämfört med det arbete som nu bedrivs.

### **Acceptanskriterier**

SSI anser att det är angeläget att SKB för en tydlig och entydig argumentation i kommande redovisningar om acceptanskriterierna. SSI ser därför positivt på de allmänna planerna för att ta fram acceptanskriterier för förslutningssvetsen som presenteras i FUD-program 2004. SKB anger där att man avser att utgå från en kartläggning av vilka defekter som kan uppstå i de olika stegen i tillverkningen samt hur dessa påverkar kapselns förmåga att uppfylla konstruktionsförutsättningarna och hur detta kopplar till den oförstörande provningen. SKB förtydligar inte dessa allmänna planer ytterligare i FUD-program 2004.

I interimredovisningen av SR-Can förde SKB ett resonemang som innebär att det intakta kopparligamentet ska överstiga 15 mm och att högst en av tusen kapslar har ett tunnare kopparskikt. Samma resonemang framförs i FUD-program 2004 som ett preliminärt acceptanskriterium för förslutningssvetsen. Enligt SSI är detta resonemang alltför förenklat eftersom det inte tar hänsyn till vilka praktiska möjligheter det finns att detektera olika typer av defekter. SSI anser att SKB behöver vidareutveckla och förstärka argumentationen i kommande redovisningar av acceptanskriterierna. Som en grund för en sådan diskussion behöver SKB genomföra en kartläggning av olika defekter, t.ex. pinholes, inklusioner, kluster av porer, sprickor och vidhäftningsproblem och utvärdera dessa med hänsyn till

- typ av defekt,
- frekvens,
- defektens storlek och lokalisering,
- möjlighet till och metod för detektion samt
- betydelse för den långsiktiga säkerheten och strålskyddet.

SSI bedömer att olika typer av acceptanskriterier kan behöva fastställas för olika typer av defekter.

SKB utgår från en internationell materialstandard för koppar (kapselrör, lock och bottenar), men har även vissa tilläggskrav på föroreningshalt av olika ämnen, kornstorlek osv. SKB ger inget motiv eller referens för varför man har valt att följa just den valda standarden och inte heller för några av tilläggskraven. Dessutom framgår det inte om kraven på kornstorlek och föroreningsförekomst även gäller svetsen.

### **Metoder för oförstörande provning (OFP)**

SKB har påbörjat ett program för att kartlägga OFP-metodernas tillförlitlighet. Det framgår inte hur detta arbete integrerat är med arbetet att ta fram acceptanskriterier för kapseln.

En första del av OFP-programmet har avrapporterats i R-04-56 [6]. I rapporten beskrivs ett program som dels syftar till att kartlägga de olika svetsmetoderna, dels ta fram ett statistiskt underlag till kommande analyser utgående från utvärderingar av 20 stycken fullskaletester per svetsmetod. SSI ser positivt på det sätt som SKB har för avsikt att kartlägga betydelsen av olika svetsparametrar. Metodiken bör kunna ge en bild av svetsmetoderna robusthet mot olika typer av störningar. I redovisningen till kommande ansökningar behöver SKB dock förbättra argumentationen och dokumentationen av hur man valt de svetsparametrar som ska undersökas.

En andra del av programmet syftar till att använda extremvärdesstatistik för att extrapolera OFP-resultaten från de 20 kapslarna till samtliga 4500 kapslar för att på så sätt få en bild av risken för stora defekter. För att en sådan studie ska vara meningsfull anser SSI att den måste ta hänsyn till de planerade OFP-metodernas detektionsgränser och till risken för skador på

kapslarna som är mindre än detektionsgränsen för den oförstörande provningen. SSI noterar dock att SKB går ett steg längre i beskrivningen i FUD-program 2004 än vad man gör i den rapport [6] som avser att beskriva strategin för arbetet. I FUD-program 2004 anger SKB att man avser att använda högupplösande datortomografiska metoder som underlag för analyserna av defekter. Detta förefaller vara en steg i rätt riktning jämfört med tidigare redovisningar.

### **Referenshanteringen**

Det finns ett antal exempel i kapselkapiteln i FUD-program 2004 på att referenshanteringen kan behöva förbättras. Exempelvis anger SKB att liknande korrosionsegenskaper är att förvänta i en svets utförd med friction stir welding (FSW) som i grundmaterialet. En så pass central uppgift för säkerhetsfunktionen i förvaret måste naturligtvis styrkas på ett adekvat sätt. Detsamma gäller de beräkningar som gjorts som enligt SKB klagör att de avkortade kapslar med fästskruvade lock som trycktestats inte har några fördelar från hållfastsynpunkt jämfört med fullstora kapslar med svetsade lock.

## **5.2 Kapselabrik och inkapslingsanläggning**

### **5.2.1 SKB:S REDOVISNING**

SKB redovisar på ett övergripande sätt de planerade verksamheterna i kapselabriken respektive inkapslingsanläggningen. Vidare beskrivs hur inkapslingsanläggningen kan utformas dels vid en förläggning vid Clab, dels vid en förläggning vid slutförvaret. En skillnad jämfört med tidigare utformningar är att SKB poängterar att man endast tänker konditionera använt kärnbränsle i inkapslingsanläggningen. Vid tidigare redovisningstillfällen har även konditionering av annat långlivat avfall för SFL 3-5 varit aktuellt i anläggningen.

### **5.2.2 LOKALISERING OCH UTFORMNING**

#### **SSI:s bedömning**

SSI kan konstatera att frågor kopplade till utformning av inkapslingsanläggningen ges litet utrymme i FUD-2004. SKB:s huvudprocessschema för inkapslingsanläggningen är enkel att följa och lättöverskådlig, men SSI saknar en fördjupad och mer detaljerad redovisning av exempelvis de bakomliggande motiven för den föreslagna anläggningsutformningen. Den begränsade redovisningen har försvårat granskningen och uppföljningen av tidigare framförda synpunkter. Det måste dessutom anses förvånande att SKB inte presenterar mer genomarbetade planer med tanke på deras planerade ansökan om tillstånd redan år 2006.

SSI anser att det är angeläget att SKB utformar anläggningen på ett sätt som inte försvårar möjligheten att genomföra förändringar och förbättringar av processen. Exempelvis kan det inte uteslutas att teknikutvecklingen under de många år anläggningen planeras att vara i drift leder till att förbättrade metoder för tillverkning och kontroll av kapslar utvecklas. Utformningen av de olika anläggningssystemen bör därför vara så pass flexibel att ett visst mått av justeringar och teknikojustering är möjlig. En mindre flexibel utformning av anläggningen kan försvåra möjligheterna att uppfylla kraven på bästa möjliga teknik (BAT).

SKB påtalar i rapporten att det, för att skydda personal och personer i omgivningen, ställs höga krav på säkerheten vid drift av anläggningen. Man vidareutvecklar dock inte resonemanget med en beskrivning av kraven (externa, interna mm) eller hur de ska uppfyllas. SSI saknar vidare en riskbedömning ur ett strålskyddsmässigt perspektiv, det vill säga en identifiering av riskmoment under driften.

Ett nytt moment jämfört med tidigare redogörelser är att SKB överväger ett atmosfärsbyte i insatsen innan den försluts. Detta hindrar enligt SKB att en ofördelaktig kemi utvecklas inne i kapseln även för det fall att vatten följer med bränslet. Med tanke på att åtminstone friction stir

welding (FSW) i dess nuvarande utformning kommer att lämna hålrummet mellan insats och kapseln luftfyllt är SSI tveksam till om det planerade åtgärden helt kan utesluta radiolytisk bildning av salpetersyra.

### 5.2.3 KONTROLL AV BRÄNSLE OCH KAPSLAR

#### SSI:s bedömning

SSI bedömer att de metoder som ska användas för att mäta på defekter i kopparrören är otillräckligt utvecklade. Några kriterier finns ännu inte framtagna och det måste anses tveksamt om de metoder för oförstörande provning (OFP) som hittills har använts kan förväntas uppfylla framtida krav. Detta gäller särskilt för kontroll av en integrerad botten på kapseln. SSI anser att SKB, på samma sätt som för arbetet med förslutningssvetsarna, behöver utveckla ett system för kontroller av de olika kapselkomponenterna och redovisa var sådana kontroller ska ske.

SKB ger inte en entydig beskrivning av arbetsgången för den oförstörande provningen av förslutningssvetsarna i inkapslingsläggningen. SKB anger i FUD-2004 att provningen av svetsen kommer att genomföras före maskinbearbetning. Orsaken är att SKB vill ha möjlighet att reparera svetsen om det blir nödvändigt. SSI har förståelse för denna aspekt, men anser ändå att en slutkontroll av svetsen även måste ske efter den slutliga maskinbearbetningen. Dels för att denna utvärdering sker av den faktiska svetsytan, dels för att metoderna för OFP kan ha begränsningar om de tillämpas på en ojämn yta, vilket SKB har angett i andra sammanhang.

En fråga som SKB inte ägnat tillräcklig uppmärksamhet gäller hur kontrollen av botten svetsen ska utföras. SSI är införstådd med att möjligheten till kontroll av denna svets är större än den är för kapsellockets förslutningssvets, men SKB behöver ändå klargöra på vilket sätt som detta gör det rimligt att anta att defekter i botten svetsen inte kommer att inträffa, såsom SKB argumenterade i säkerhetsanalysen SR-97 [8]. Frågan är av betydelse eftersom en kapsel med en defekt i botten svetsen sannolikt kommer att utvecklas annorlunda i slutförvaret än en kapsel med en defekt i locksvetsen.

Avseende tillverkningen av insatsen konstaterar SKB att man har svårigheter att uppnå de mekaniska krav som ställts upp. SKB planerar i stället att utveckla materialkrav som baseras på resultaten från trycktester av avkortade kapslar. SSI anser att det likväl återstår för SKB att klarlägga att metoderna för OFP kan bedömas vara tillräckliga.

En viktig komponent för slutförvarets utveckling är de mätningar av bränslets resteffekt som ska göras inför inkapslingen. Frågan är viktig då den direkt kopplar till temperaturen på kapselytan. SKB har ställt upp kravet att resteffekten i en kapsel inte får överstiga 1,7 kW. Den framställning som ges i FUD-program 2004 ger en ofullständig beskrivning av den planering och det arbete som faktiskt har utförts och som har diskuterats vid ett samrådsmöte mellan SKB och myndigheterna [9]. SKB planerar inte att genomföra direkta kalorimetriska mätningar av varje bränsleelement för att bestämma dess resteffekt. I stället avser man att indirekt uppskatta resteffekten genom gammaspektrometriska analyser av fissionsprodukten cesium-137. För att kalibrera metoden avser SKB att bestämma förhållandet mellan cesium-137 och resteffekten för ett antal olika bränsletyper och olika drifthistorik. SSI anser att det är väsentligt att SKB i upplägget av mätprogrammet beaktar viktiga egenskaperna som ursprung, anrikning, drifthistorik och avklingningstid för olika typer av bränsle för få god kontroll på osäkerheterna i metoden.

Frågan om resteffekt i kapslarna har fått förnyad aktualitet då SKB i interimredovisningen av SR-Can anger att man under vissa omständigheter kan tillåta att temperaturen överstiger 100 °C på kapselytan, se vidare avsnitt 6.4.1. Denna förändring av temperaturkriteriet återfinns inte i FUD-2004 vilket gör läget oklart. Det bör dock stå klart att minskade marginaler kommer att ställa högre krav på resteffektanalyserna.

SKB anger att det krävs utbränningskreditering för att visa att kriticitet inte kan uppstå i kapseln. SSI konstaterar att detta ställer krav på att utbränningen hos varje bränsleelement är

känt vid fyllning av kapslarna. Denna fråga har diskuterats vid ett samrådsmöte och SKB angav där att mätningen av cesium-137 även avses användas för att bestämma utbränningen. SSI anser att SKB behöver beskriva hur denna metod ska kvalitetssäkras samt klargöra vilken övrig information som behövs för bedömningen.

SSI har tidigare efterlyst en redovisning av vilken strategi som SKB avser att tillämpa för att konfigurera kapslarna med avseende på olika typer av bränsle [9]. Hur kapslarna konfigureras har betydelse både för resteffekten i kapslarna och för risken för kriticitet. SSI anser att SKB behöver beakta olika bränsletyper (PWR, BWR, MOX, Ågesta), bränsleelementens anrikning, utbränning (även lågutbränt bränsle från stängning av kärnkraftverken), kondition (skador), avklingstid och resteffekt i arbetet med strategin. SKB behöver även analysera hur de effekthöjningar som nu genomförs vid kärnkraftverken kommer att påverka resteffekten hos bränslet, se även avsnitt 6.3.1. SSI är medvetet om att SKB påbörjat ett sådant arbete och anser att planerna för detta borde ha redovisats i FUD-program 2004.

## 5.3 Transporter av inkapslat bränsle

SKB konstaterar att synpunkter på FUD-program 2001 bl.a. var att beskrivningen av transportsystemet var för kortfattad. SKB har därför valt att redovisa transporter av inkapslat bränsle i ett eget kapitel. Kapitlet fokuserar på att beskriva dagens transportsystem som visat sig fungera väl för det ändamål som det främst används till, dvs. transporter av utbränt bränsle från kärnkraftverken till Clab. Man konstaterar att det kommer att krävas nya transportbehållare, nytt fartyg, nya lastbärare, nya transportfordon osv., och att utbytet av dessa kommer att ske som en del av en naturlig ersättning av föråldrade fordon och komponenter.

Antalet kapslar som på kort tid planeras transporteras från inkapslingsanläggning till slutförvar ställer dock helt andra krav på dimensionering av det framtida transportsystemet. Uppenbart är att såväl omfattningen och frekvensen av transportererna ökar kraftigt, varvid hela slutförvarssystemets känslighet för störningar i transportererna särskilt måste beaktas.

SKB anger också att de planerar ett system där en kapsel kommer att godkännas för transport samtidigt som den godkänns för förslutning. Eftersom myndighetskraven med all sannolikhet kommer att omfatta safeguard-redovisning och föranmälan av varje transport, är det olämpligt att alltför tidigt godkänna kapslarna för transport, utifall det visar sig att man faktiskt måste konfigurera om dem. Redovisning till myndigheterna bör ske först då kapseln de facto förslutits och innehållet därmed är känt.

SKB förutsätter vidare att slutförvaret kommer att ligga nära antingen Simpevarpshalvön eller Forsmarksverket, och skjuter därmed ett antal potentiella problem åt sidan. Skulle en annan lokalisering bli aktuell kommer exempelvis följande områden att noga behöva utredas.

- Dimensionering och utformning av vägar/järnvägar för att klara påfrestningen från landtransporterna.
- Riskanalys av transporter som passerar stora landområden dit allmänheten har tillträde.

## 5.4 Teknikfrågor

### 5.4.1 SKB:S REDOGÖRELSE

SKB beskriver de olika forsknings- och utvecklingsprogram som syftar till att säkerställa att metoder och material, samt den teknik som behövs för att bygga förvaret, finns tillgängliga och motsvarar ställda krav. Områden som utvärderas är exempelvis metoder för bergstättning, deponeringsteknik samt alternativa metoder och material för bufferten och återfyllnaden. SKB ger också en beskrivning av det pågående programmet för slutförvarsvarianten KBS-3H.

## 5.4.2 SSI:S BEDÖMNING

### Systemanalys och optimering av slutförvarets skyddsförmåga

En utvärdering av kopplingen mellan alternativa utformningar av slutförvaret och säkerhetsanalysen utgör ett underlag både för systemanalysen och för optimeringsanalysen. Dessa aspekter diskuteras i avsnitt 4.2 i detta yttrande.

### Frågor relaterade till driften av slutförvaret

SSI noterar att SKB har tvingats ta till minskade toleranser när man nu börjar närma sig praktisk implementering. Detta gäller t.ex. små spalter mellan insats och kapsel (för att minimera den plastiska deformationen av kopparkapseln), spalten mellan kapseln och bufferten (för att minska på den termiska gradienten mellan kapsel och buffert före återmättnad) och marginal för återfyllnaden att uppfylla svälltryckskriteriet. De små toleranser som eftersträvas kommer att ställa stora krav både på utformningen och på driften av de olika anläggningarna i SKB:s program. De minskade marginalerna leder sannolikt också till att risken för avvikelser och fel ökar. Frågor av denna karaktär behöver behandlas i kommande system- och säkerhetsanalyser.

En annan iakttagelse som SSI gör är att byggbarhetsfrågor successivt har lett till att SKB tvingas ta till speciella designlösningar och använda främmande material som inte ingick i det idealiserade koncept av slutförvaret som säkerhetsanalysen SR-97 utgick ifrån. Exempel på detta är den (cement)injektering som övervägs för att minska inflödet av vatten i deponeringshål och deponeringstunnlar samt att SKB inte utesluter att det kan finnas ett behov av att installera en ny typ av pluggar i tunnlarna med en långsiktig strålskydds- och säkerhetsmässig betydelse. De pluggar som sedan tidigare diskuterats har av SKB inte tillmätts någon betydelse för den långsiktiga funktionen av slutförvaret.

Ett ytterligare exempel på ett område där byggbarhetsfrågor har visat sig problematiska gäller återfyllnaden av deponeringstunnlarna. De försök som genomförts vid Äspö har enligt preliminära utvärderingar [10] hittills visat att det i praktiken är svårt att inplacera återfyllnaden så att den får de önskade mekaniska och hydrauliska egenskaperna. Även för bufferten har problem med erosion kunnat konstateras. Svårigheterna ökar med ökad salthalt i grundvattnet och med ökat vatteninflöde i tunnlarna. SKB har därför tvingats starta upp ett omfattande program för att utveckla och utvärdera olika metoder att lösa problemen.

SSI anser att det inte är förvånande att SKB behöver ta till särskilda åtgärder för att omhänderta de frågeställningar som dyker upp när man närmar sig praktisk implementering av programmet. Detta har SSI påpekat vid ett flertal tillfällen, bl.a. i granskningen av FUD-program 98K [1] och FUD-program 2001 [2]. SSI anser att de problem som SKB nu har konstaterat för återfyllnaden och dess koppling till grundvattenkemin, och därmed till platsvalsfrågan, även borde ha kunnat förutses av SKB.

Avslutningsvis anser SSI att SKB inför den inledande driften behöver demonstrera att man kan genomföra samtliga moment av deponeringen och återfyllningen under realistiska förhållanden, och med de maskiner och rutiner som ska användas för aktiv drift, se vidare avsnitt 3.1.3.

### Förslutning av borrhål

SKB har tidigare framfört att man anser att förslutningen av borrhål kommer att kunna bli så effektiv att dessa inte påverkar de hydrauliska egenskaperna i berget [11]. SKB framförde att platsundersökningsprogrammet därför kan genomföras utan att i framtiden behöva ta hänsyn till borrhålens position. SSI ställde sig tveksam till SKB:s syn på detta när den presenterades inför platsundersökningsprogrammets inledning [12].

Vid det senaste PLU-samrådet [13] gav SKB en annan bild av frågan. SKB är numera tveksamma till att borra genom det möjliga framtida förvarsområdet i Forsmarksområdet med djupa borrhål eftersom man inte vill skapa möjliga flödesvägar för djupa salta grundvatten. Om



detta indikerar att även SKB inte är övertygade om att borrhål kan förslutas på ett säkert sätt, behöver frågan utredas ytterligare.

SSI bedömer att den försiktighet som SKB nu visar är rimlig. SSI anser att någon form av respektavstånd mellan borrhål från markytan och deponeringshål sannolikt är nödvändigt. SKB behöver därför utreda på vilket sätt säkerhetsanalysen behöver kompletteras med en utvärdering av icke fungerande borrhålsförslutningar.

### **KBS-3H**

SKB genomför ett parallellt utvecklingsarbete för KBS-3H (deponering av kapslar i horisontella deponeringshål) och en lägesredovisning kommer att göras i FUD-program 2007. SKB anger att man i ansökan för slutförvaret kommer att beskriva konsekvenser av att i framtiden byta till KBS-3H och att ett sådant byte kan hanteras som en anläggningsändring enligt kärntekniklagen genom anmälan till SKI. I avsnitt 2.1.2. framför SSI sina synpunkter på en eventuell förändring av slutförvarskonceptet, såsom en övergång till KBS-3H, för tiden efter det att ett tillstånd har givits.

SSI stödjer det forskningsprogram för KBS-3H som SKB bedriver. SSI anser att om KBS-3H ska kunna utgöra ett acceptabelt alternativ måste SKB demonstrera att man praktiskt har löst de särskilda problem som gör sig gällande under deponeringsförfarandet liksom att de identifierade problemen med erosion och kanalbildning kan lösas. Det sistnämnda problemet innebär att lera sköljs bort från systemet innan det förslutits och att lerbarriärens densitet påverkas. Effekterna gör sig troligen gällande både för den vertikala och horisontella varianten av KBS-3 och behöver utvärderas för respektive variant. Konsekvensernas storlek beror enligt SKB både på inflödet av vatten i tunnarna och på den hydrauliska gradienten. SSI anser därför att SKB bör överväga att komplettera de undersökningar för KBS-3H som avses genomföras på 220 meters djup i Åspö med försök på det tänkta förvarsdjupet med mer realistiska grundvattenförhållanden, se även avsnitt 6.6 i detta yttrande.

## **5.5 Övervakning**

### **5.5.1 SKB:S REDOVISNING**

SKB anger att långtidsobservationer täcker ett brett spektrum av aktiviteter som tillkommer för mycket olika ändamål. Nästan alla mätningar eller mätserier som utförs inom hela programmet kan sägas bidra till kunskap om övervakning. Enligt SKB har informationsskapandet till uppgift att:

- upprätta primära jämförelsedata t.ex. om den naturliga förekomsten av radioaktiva och andra ämnen i miljön,
- hämta indata som används på olika sätt men som i sista hand behövs för säkerhetsanalysen,
- kontrollera arbetsmiljön m.h.t. radiologisk och annan påverkan
- upprätthålla safeguards.

### **5.5.2 SSI:S BEDÖMNING**

Den första punkten ovan är väsentlig och har beröringspunkter med SSI:s omgivningsövervakning, som dock aldrig kan ersätta ett lokalt fokuserat program såsom SKB:s. Det ligger i SKB:s intresse att omsorgsfullt dokumentera mätningar från en tid innan påverkan från konstruktionen av ett förvar. Det finns ett antal ännu olösta frågor kring den verksamhet som kan komma att bedrivas efter tiden för förslutning av förvaret. Förvarets

säkerhet ska inte behöva utgå från övervakning efter förslutning, men samhälleliga krav kan ändå komma att ställas på viss långtidsövervakning, t.ex. av radioaktiva ämnen i miljön.

Det kan tyckas att sådana frågeställningar ligger för långt in i framtiden för att kräva en belysning, men SSI uppfattar att här finns ett stort allmänt intresse. En samsyn från flera håll behövs, där SSI utgör en aktör. SSI menar t.ex. att sådan övervakning som har liknande syften som den miljöövervakning och utsläppskontroll som beskrivs i Euratomfördragets artiklar 36 och 37 [14] rimligen kan övertas av staten genom den relevanta myndigheten i ett skede efter förslutning. (SSI utför denna kontroll och rapportering i dagsläget.)

SSI har i sin remissversion [15] av de allmänna råden till föreskrifterna om slutligt omhändertagande, SSI FS 1998:1, angett angående informationsbevarande, att ”en strategi för informationsbevarande bör tas fram så att åtgärder kan vidtas inför förslutning av slutförvaret”. SKB anger att:

*Varje kapsel har en unik beteckning som noteras och dess innehåll dokumenteras. Förflyttningen av kapslar dokumenteras i safeguardsredovisningen. Kapselns unika beteckning kontrolleras och dokumenteras när kapseln lyfts upp ur transportbehållaren i djupförvaret och deponeras.*

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

## 5.6 Sammanfattande bedömning

### *Kapseln*

Sammanfattningsvis bedömer SSI att SKB:s arbete med att utveckla acceptanskriterier och metoder för OFP i vissa delar har tagit hänsyn till den kritik som SSI tidigare har fört fram. SKB anger i handlingsplanen att inför ansökan måste utvecklingsarbetet ha kommit så långt att inkapslingen kan visas vara genomförbar på ett säkert och rimligt effektivt sätt. Exakt vad planerna innebär är dock svårt att utläsa, därtill är redovisningarna i FUD-program 2004 och underlagsrapporterna alltför knapphändiga och delvis motstridiga.

SSI anser att ett viktigt arbete inför kommande säkerhetsanalyser är en kartläggning av olika defekter och utvärdera dessa med hänsyn till

- typ av defekt,
- frekvens,
- defektens storlek och lokalisering,
- möjlighet till och metod för detektion samt
- betydelse för den långsiktiga säkerheten och strålskyddet.

Baserat på en sådan genomgång bör en tydligare utvärdering av kopplingarna mellan de härledda acceptanskriterierna, metoder för OFP och säkerhetsanalysen kunna erhållas. En sådan redovisning kommer att utgöra ett viktigt underlag inför kommande ställningstagande om KBS-3-metoden, inte minst med tanke på den stora vikt som SKB lägger på kapseln isolerande funktion i förvaret.

### *Kapselabrik och inkapslingsanläggningen*

SSI kan konstatera att SKB inte har uppdaterat planerna för inkapslingsanläggningen sedan de rapporter som redovisades i samband med FUD-K och FUD-program 2001. Avsaknaden av mer detaljerade planer, och eventuella förändringar av dessa planer, för anläggningens utformning och drift har försvårat SSI:s granskning och uppföljning av tidigare granskningar.

SSI har förståelse för att vissa av dessa planer för närvarande finns och att fullständig dokumentation planeras åtfölja ansökan 2006, men anser ändå att SKB borde ha lagt större vikt vid att presentera en mer fördjupad, och entydig, redovisning av det pågående arbetet och de nuvarande planerna.

SSI efterlyser en fördjupad redovisning av de metoder och rutiner som SKB planerar att använda för att kontrollera bränslet och kapslarna under driften av kapsel fabriken och inkapslingsanläggningen (inklusive Clab). Detta gäller exempelvis hur bränslets resteffekt och utbränning ska bestämmas, liksom olika egenskaper hos kapselkomponenterna, samt de osäkerheter som är associerade till de metoder som avses att användas. SSI anser också att det är angeläget att SKB presenterar en strategi för hur kapslar ska konfigureras med bränsle med olika ursprung, anrikning, drifhistorik och avklingningstid samt hur frågor rörande kriticitet och resteffekt tas i beaktande.

#### *Utformning och drift av slutförvaret*

SKB:s program går inom många områden mot minskade toleranser när man närmar sig praktisk implementering. De små toleranser som eftersträvas kommer att ställa stora krav både på utformningen och på driften av de olika anläggningarna i SKB:s program. SSI konstaterar även att byggbarhetsproblem gjort sig gällande och att SKB tvingats ta till speciella designlösningar och använda främmande material som inte ingick i det idealiserade koncept av slutförvaret som säkerhetsanalysen SR-97 utgick ifrån.

SSI stödjer det utvecklingsarbete som SKB bedriver för KBS-3H, men anser att SKB bör överväga att komplettera de experiment som planeras i Äspö med experiment under mer realistiska förhållanden.

#### *Övervakning*

Sådan övervakning som kan bli aktuell kring slutförvaret efter förslutning kan ingå i den allmänna skyldighet som föreligger för Sverige inom Euratomfördragets artiklar 36 och 37. De krav som i övrigt kan ställas på kärnkraftföretagen under längre tid efter förslutning bör utredas inför ansökan om slutförvaret.

SKB bör ta fram en översiktlig strategi angående informationsbevarande inför ansökan om slutförvaret.



# 6 Säkerhetsanalys och forskning

## 6.1 Översikt - säkerhetsanalys och forskning

### 6.1.1 SKB:S REDOVISNING

SKB ger i kapitel 13 en kortfattad översikt av programmen för utveckling av säkerhetsanalys och forskning om långsiktig säkerhet. Den mer detaljerade redovisningen av SKB:s forskningsprogram inom respektive område redovisas i efterföljande kapitel 14-23. Översikten i kapitel 13 innehåller en kortfattad beskrivning av processer av betydelse för den långsiktiga säkerheten. Dessutom indikeras i en färgkodad tabell omfattningen på den planerade forskningen för olika processer. SKB anger att forskningsinsatsernas omfattning inte nödvändigtvis speglar betydelsen för den långsiktiga säkerheten.

I den detaljerade redovisningen av forskningsprogrammen för de olika förvarsdelarna (kapitel 15 – 19) beskrivs forsknings- och utvecklingsbehov för initialtillståndet och för samtliga processer. Vidare beskrivs integrerade studier för att belysa hur termiska, hydrauliska, mekaniska och kemiska processer samverkar under bl.a. återmättnaden av bufferten och en skadad kapsels utveckling. Den detaljerade redovisningen omfattar även särskilda kapitel för forskning kring biosfär, klimat, alternativa metoder samt samhällsforskning (kap 20-22). Kapitlet om säkerhetsanalys (kapitel 14) har begränsats till en redovisning av modellverktyg, med hänvisning till att SKB nyligen redovisat sina metoder för säkerhetsanalys i interimrapporten för SR-Can [1].

### 6.1.2 SSI:S BEDÖMNING

SKB:s redovisning i kapitel 13 ger en överskådlig bild av viktiga forskningsområden. Den mer detaljerade redovisningen i efterföljande kapitel innehåller överlag en bra och fullständig genomgång av relevanta processer, nyvunna kunskaper sedan FUD-program 2001 och pågående och planerat arbete. Myndighetens detaljerade synpunkter på de olika forskningsområdena redovisas nedan. Som framgår av SSI:s synpunkter på SKB:s handlingsplan och inriktningen på FUD-programmet, se kapitel 3, anser dock SSI att SKB:s redovisning behöver förtydligas på flera punkter för att SSI ska kunna bedöma om forskningsprogrammet är välfokuserat och tillräckligt omfattande för att kunna ge nödvändiga resultat inför de kommande stegen i SKB:s slutförvarsprogram.

Även om SKB själva inte gör någon värdering av olika forskningsfrågors betydelse förefaller översikten i kapitel 13 summera många de mest kritiska återstående forskningsområdena. Detta kapitel skulle kunna utvecklas för att ge den översikt som SSI har efterlyst. Enligt SSI:s uppfattning bör SKB tydligare presentera de viktigaste återstående forskningsfrågorna utifrån en analys av deras betydelse för det långsiktiga strålskyddet och genomförandet av slutförvarsprogrammet. Det bör för dessa frågor framgå vilka mål som behöver uppnås och när de behöver uppnås för att få ett tillräckligt underlag inför de olika milstolparna i SKB:s program för utveckling av ett slutförvar. SSI anser också SKB bör redovisa en särskild analys avseende behovet av olika typer av långtidsförsök, bl.a. för att demonstrera de tekniska barriärernas funktioner. Huruvida redovisningen är en del av huvudrapporten eller sorteras in under en handlingsplan är av mindre betydelse. Det viktiga är att informationen finns med.

## 6.2 Säkerhetsanalys

SKB redovisar i kapitel 14 en översikt av beräkningsmodeller för säkerhetsanalysen. Redovisningen omfattar integrerad modellering av de kopplade processer som styr förvarets långsiktiga utveckling, modeller för radionuklidtransport och dos samt närzonsmodellen. Vad gäller övrig metodutveckling för säkerhetsanalys hänvisar SKB till interimrapporten för SR-Can [1].

### 6.2.1 SSI:S BEDÖMNING AV SKB:S METODUTVECKLING FÖR SÄKERHETSANALYS

SSI har förståelse för att SKB inte gjort en fullständig redovisning av metodutveckling för säkerhetsanalys, med tanke på att SKB publicerade interimrapporten för SR-Can ungefär samtidigt som FUD-program 2004. Som framförts i kapitel 3 i denna granskning, anser SSI att SKB ändå borde ha inkluderat en kort sammanfattning av detta arbete i FUD-program 2004.

SSI granskade, tillsammans med Statens kärnkraftinspektion (SKI), SKB:s interimrapport för SR-Can under hösten 2004 [2]. Med hänsyn till de brister i SKB:s metodik som framkommit i granskningen, framförde SSI och SKI i samrådet om säkerhets- och systemanalys att det behövs ytterligare utveckling av SKB:s metod för säkerhetsanalys innan den används för en tillståndsansökan [3]. SSI ser därför positivt på att SKB:s förslag till reviderat ansökningsförfarande för inkapslingsanläggningen innebär att myndigheterna ges tillfälle att ge ytterligare synpunkter på SKB:s metod för säkerhetsanalys, i samband med granskningen SR-Can (se även kapitel 2). För fullständighetens skull har SSI valt att här återge myndigheternas sammanfattande bedömning av interimrapporten för SR-Can.

### 6.2.2 SSI:S OCH SKI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING AV INTERIMSRAPPORTEN FÖR SR-CAN

(Utdrag ur SSI Rapport 2005:03)

Detta kapitel sammanfattar kortfattat SKI:s och SSI:s bedömning av SKB:s interimrapport för SR-Can. Myndigheterna kommenterar även förutsättningarna för SKB:s återstående arbete med metoder för säkerhetsanalys inför kommande tillståndsansökningar för en inkapslingsanläggning och ett slutförvar. För en utförligare översikt av myndigheternas bedömning av SKB:s metod för säkerhetsanalys hänvisas till kapitel 2.

Myndigheterna bedömer, i likhet med den internationella expertgruppen, att SKB:s metod för säkerhetsanalys är välstrukturerad och logiskt uppbyggd och att den har förutsättningar att ge en bra utgångspunkt för framtida säkerhetsanalyser. Myndigheterna ser också positivt på att SKB för en diskussion om hur väl metoden svarar mot myndigheternas föreskrifter och allmänna råd. Myndigheterna anser dock att viktiga delar av SKB:s metod för säkerhetsanalys behöver vidareutvecklas innan de används för kommande tillståndsansökningar.

Myndigheterna anser att SKB har gjort väsentliga framsteg inom flera områden sedan redovisningen av SKB:s senaste säkerhetsanalys, SR 97. Detta gäller bland annat SKB:s metod för att på ett systematiskt sätt identifiera och beskriva alla de processer och förhållanden som behöver beaktas i säkerhetsanalysen. SKB har även tagit fram förbättrade metoder för dokumentation av olika typer av expertbedömningar och val av data till beräkningsmodeller. Myndigheterna bedömer också att SKB:s funktionsindikatorer och preliminära utvärderingar är intressanta nyheter, även om SKB behöver klargöra hur de ska användas i kommande säkerhetsanalyser.

I likhet med den internationella expertgruppen anser myndigheterna att det finns brister i SKB:s metod för identifiering och val av scenarier. De beskrivande exemplen på hur framförallt varianter och beräkningsfall ska identifieras och integreras i riskanalysen ger ett rörigt intryck. Myndigheterna har heller inte blivit övertygade att SKB:s preliminära val av

scenarier genererar en heltäckande uppsättning varianter och beräkningsfall för den fullständiga riskanalysen. Enligt myndigheternas uppfattning bör SKB bättre kunna visa att man på ett systematiskt och spårbart sätt värderat betydelsen av alla de ogynnsamma processer, egenskaper m.m. som identifierats i systembeskrivningen och som kan vara av betydelse för scenarievalet.

Biosfärmodellering är ett exempel på områden där SKB för närvarande bedriver ett omfattande utvecklingsarbete. Myndigheterna bedömer att de aviserade biosfärmodellerna är lovande, men kan inte göra någon djupare bedömning eftersom flertalet modeller inte utvecklats färdigt.

Myndigheterna är positiva till det iterativa inslaget i säkerhetsanalysen som SKB föreslår, men anser att interimrapporten inte ger tillräckligt bra bild av hur det kan förbättra underlaget för den slutliga riskvärderingen. Myndigheterna anser också att SKB bör ta fram en redovisning av hur de olika argumenten för kravuppfyllelse ska struktureras och presenteras (t.ex. information om risk, olika typer av beräkningsresultat och säkerhetsargument).

Myndigheterna anser att det finns brister i kvalitetssäkringen av interimrapporten, som i vissa avseenden försvårat bedömningen av SKB:s metoder för säkerhetsanalys. En högre ambitionsnivå krävs inför SR-Can och SR-Site. Även den internationella expertgruppen anser att SKB bör utveckla sina procedurer för att säkerställa kvalitet och granskningsbarhet. Myndigheterna föreslår därför liksom den internationella expertgruppen att SKB tar fram en kvalitetsplan inför färdigställandet av SR-Can.

Liksom den internationella expertgruppen anser myndigheterna att det finns oklarheter kring hur SKB tillämpar kraven på optimering och användning av bästa möjliga teknik, och vilken roll säkerhetsanalysen har för detta. Det kommer att vara väsentligt för kommande tillståndsprövningar att SKB kan visa att dessa principer har beaktats under utvecklingsarbetet med slutförvaret.

Myndigheterna anser att SKB bör ta fram planer för återstående arbete med de delar av metoden för säkerhetsanalys som ännu inte är färdigutvecklade. SKB bör precisera vilka modeller och analysmetoder m.m. som behöver vara framme vid olika tillfällen i den stegvisa processen som närmast inkluderar säkerhetsanalyserna SR-Can och SR-Site. Med tanke på syftet med säkerhetsanalysen SR-Can anser myndigheterna också att SKB bör vidareutveckla beskrivningen av möjliga initiala defekter i kapseln och dess hantering i säkerhetsanalysen. Myndigheterna anser slutligen att SKB bör stämna av tidsplanen för kommande tillståndsansökningar mot bedömningar av arbetsinsatsen för att åtgärda de brister som har identifierats i denna rapport.

### **6.2.3 BERÄKNINGSMODELLER FÖR SÄKERHETSANALYSEN**

#### **SKB:s redovisning**

Under rubriken integrerad modellering i kapitel 14 redovisar SKB en förenklad systemmodell för förvarets utveckling som är ett komplement till de mer detaljerade processmodellerna. SKB har även tagit fram en förenklad analytisk modell för beräkningar av radionuklidtransport i när- och fjärrområdet. SKB anger vidare att man utvecklar ett programpaket (Tensit) för beräkningar av radionuklidtransport i den kommersiella programmeringsmiljön Matlab och Simulink. Hittills har den gamla transportmodellen (Comp23), som användes i säkerhetsanalysen SR-97 [4] implementerats i den nya programmeringsmiljön (och kallas då "Compulink"). SKB anger i kapitel 18.3 att man jämfört den gamla och nya närzonsmodellen och att de ger jämförbara resultat för de studerade beräkningsfallen. SKB anger även att man vidareutvecklat närzonsmodellen Comp23 för att kunna modellera advektiv transport och delade lösligheter inuti kapseln.

## SSI:s bedömning

SSI ser positivt på att SKB utvecklar förenklade modeller som på ett integrerat sätt beskriver de kopplade processerna i förvarets utveckling och transporten av radionuklider. Som framgår av SSI:s och SKI:s granskning av interimrapporten för SR-Can anser dock myndigheterna att SKB bör klargöra vilken roll dessa förenklade modeller kommer att ha i kommande säkerhetsanalyser samt vilka begränsningar de är behäftade med. SSI anser vidare att SKB bör ta fram en översikt av samtliga modeller som används i säkerhetsanalysen och beskriva hur de kopplar till varandra. Detta gäller även de modeller SKB avser att använda för att beskriva återmättnaden av förvarssystemet.

SSI anser att det är bra att SKB vidareutvecklat vissa delar av Comp23 och att man ser över sin plattform för transportberäkningar i närområdet. SSI anser dock att SKB i sitt fortsatta arbete bör ta fram en bättre beskrivning av betydelsen av de konceptuella förenklarna i närområdesmodellen, t.ex. genom att jämföra modellen med mer detaljerade numeriska processmodeller. Comp23 och Compulink innehåller en förenklad beskrivning av transportprocesserna i närområdet med stiliserade transportvägar och analytiska lösningar (transportresistanser) för att approximera övergångarna mellan ett litet hål i kapseln (pin-hole) och buffert respektive buffert och spricka. Enligt SSI:s uppfattning bör SKB utreda hur väl transportresistanserna kan återge de komplexa processerna i övergången mellan hålet i kapseln och bufferten, t.ex. på grund av tidsberoende förändringar av hålets storlek och massflödet. Liknande osäkerheter finns i förenklingen av övergången mellan buffert och en spricka i berget. Beräkningar genomförda av [5] visar att transportresistansen kan variera med en faktor 10. Samtidigt visar beräkningar av [6] att det beräknade massflödet från närområdet till geosfären är väldigt känsligt för det antagna värdet på transportresistansen.

## 6.3 Bränslet

### 6.3.1 INVENTARIUM OCH RESTEFFEKT

#### SKB:s redovisning

Redovisningen i huvudrapporten berör variationer i aktivitetssinneåll beroende på olika antaganden om utbränning respektive vilka beräkningsverktyg som används. Enligt SKB har dessa faktorer ingen avgörande inverkan på det beräknade inventariet.

SKB aviserar att man avser att komplettera tidigare studier med uppgifter om MOX-bränsle och eventuellt någon annan bränsletyp. SKB anger även att det är ”viktigt att definiera en modellkapsel med ett standardinneåll som gör att resteffekten i kapseln blir 1700 W”.

Av underlagsrapporten [7] framgår att beräkningarna av aktivitetssinneåll baseras på tre typer av data; tvärsnitt för kärnreaktioner, fissionsproduktutbyte samt sönderfallskonstanter. Enligt rapporten är tvärsnitten välkända för reaktormaterial när det gäller långlivade nuklider. För fissionsproduktutbytet anges endast att avvikelser kan förekomma för enskilda nuklider. Sönderfallskonstanter anges vara kända med noggrannheten 0,1%.

Beräkning av inneåll av aktinider lyfts fram som ett särskilt problem. De program som används anges främst vara testade mot reaktorparametrar medan det finns mycket få jämförelser med mätningar. Beräkningsosäkerheten uppskattas baserat på jämförelse mellan olika program till 20%. Detta förefaller dock inte inkludera osäkerheten till följd av variation av moderatortätheten i höjddled (gäller BWR), vilken enligt rapporten har stor inverkan på aktiniduppbyggnaden.



## SSI:s granskning

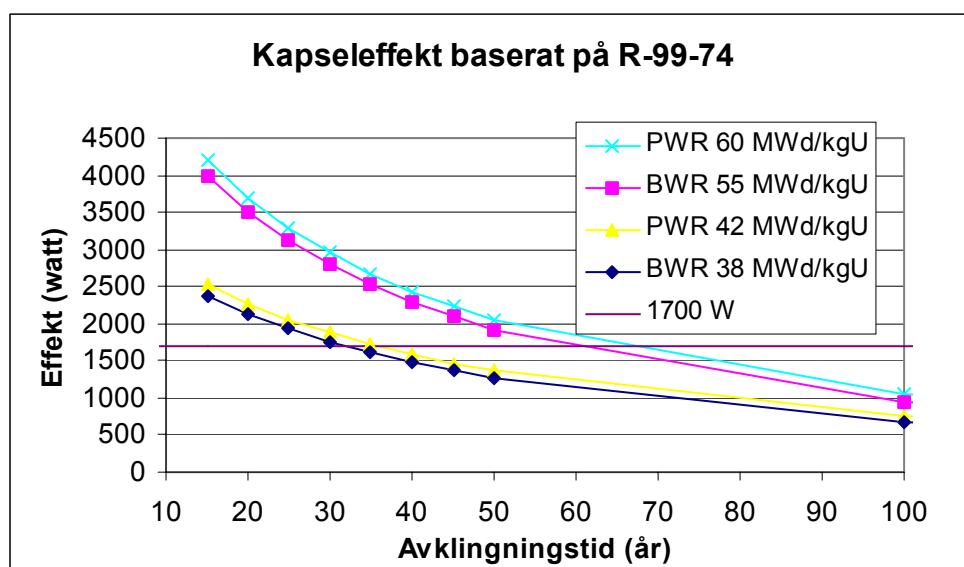
SSI ser positivt på att SKB avser att komplettera studierna med beräkningar för MOX-bränsle. SSI anser dock att även de gjorda studierna för urandioxidbränsle bör kompletteras med ytterligare utredningar kring utbränningens betydelse.

Enligt SKB:s underlagsrapport [7] beror ett flertal nuklider kraftigt på utbränningen. För BWR-bränsle leder till exempel en ökning av utbränningen från 38 till 55 MWd/kgU (ökning med en faktor 1,45) till att inventariet av vissa aktinider ökar med en faktor 3 och i enstaka fall med en faktor 7. SSI ställer sig därför frågande till SKB:s slutsats att utbränningen inte har någon avgörande inverkan på inventariet.

En annan betydelsefull faktor för inventariet av aktiveringsprodukter är den ursprungliga materialsammansättningen i bränslet. Några viktiga aktiveringsprodukter, exempelvis Cl-36, härrör från aktivering av ämnen som endast förekommer i ppm-halter i de ingående materialen. Den antagna materialsammansättningen redovisas i SKB:s underlagsrapport [7], dock utan referens eller motivering. Någon osäkerhetsanalys görs inte. Den angivna förekomsten av U-235 stämmer inte med den anrikning som anges tidigare i rapporten (3,5%). SSI anser att SKB dels bör motivera den antagna materialsammansättningen och dels utreda vilka ytterligare nuklider som kan produceras till följd av förekomst av spårämnen samt värdera dessa nuklidens betydelse för det långsiktiga strålskyddet.

Referenser saknas även till de båda figurer som SKB presenterar i huvudrapporten (15-1, 15-2), vilka illustrerar hur vissa nuklider beror av utbränningen samt jämför de beräknade värdena med andra beräkningar. Detta gör att SSI inte kan bedöma relevansen av de jämförelser som görs. Av figur 15-1 framgår endast vilka utbränningar som antagits. Av figur 15-2 framgår endast att jämförelse görs med två utländska projekt. Använda beräkningsmetoder i dessa projekt framgår inte.

Bränslets resteffekt är en fråga som är av stor betydelse för slutförvarets värmegenerering efter deponering samt för logistiken och tidsplanen vid inkapsling och deponering. Utifrån data i [7] har SSI tagit fram nedanstående figur som visar hur effekten i en kapsel beror på utbränning och avklingningstid. Eftersom det bränsle av BWR-typ respektive PWR-typ som fanns i CLAB år 1998 har utbränningar på ca 15-45 respektive 20-50 MWd/kgU [8] och en medelavklingningstid på ca 20 år (2005) gör SSI bedömningen att SKB behöver göra en totalinventering och optimering innan deponering inleds. Speciellt bör möjligheten att uppfylla kriteriet 1700 W per kapsel även för framtida bränsle med högre utbränning beaktas. SKB behöver även klargöra på vilket sätt befintligt och prognostiserat MOX-bränsle kan komma att påverka kapslarnas genererade värmeeffekt.



## **Sammanfattning**

SSI ser positivt på att SKB avser att komplettera studierna med beräkningar för MOX-bränsle. SSI anser dock att SKB även för vanligt uranbränsle inför kommande tillståndsansökningar grundligare bör utreda hur aktivitetsinventariet varierar beroende på bränsletyp, utbränning (inklusive axiell fördelning av denna) samt antagen materialsammansättning (konstruktionsmaterial, förekomst av spårämnen samt anrikning). Beräkningarna bör så långt som möjligt verifieras mot mätningar och samtliga osäkerhetsfaktorer bör värderas. Parameterval bör motiveras och referenser anges.

SSI anser att bränslets resteffekt bör ägnas särskild uppmärksamhet. De utredningar som SSI tagit del av tyder på att det för en del av bränslet (hög utbränning, MOX) kan bli svårt att uppfylla kriteriet 1700 W per kapsel, utan att behöva förlänga mellanlagringstiden i avvaktan på avklingning. Se även SSI:s synpunkter under avsnitt 5.2.3 (Kontroll av bränsle och kapslar)

### **6.3.2 KRITICITET**

#### **SKB:s redovisning**

SKB anger att man med nuvarande kunskap, rimliga uppskattningar av osäkerheter samt med hänsyn tagen till bränslets utbränning kan visa att kriticitet inte kan uppstå i kapseln. För närvarande anser SKB inte att det krävs någon ytterligare forskning, utveckling eller demonstration.

SKB utgår i sina kriticitetsberäkningar från ett hypotetiskt fall med vattenfyllda hålrum och färskt bränsle (dvs obestrålat). Eftersom detta ger för liten eller ingen marginal till kriticitet konstaterar SKB att hänsyn måste tas till bränslets utbränning. Enligt underlagsrapporten [8] kan det vara tillräckligt att tillgodoräkna sig förekomsten av vissa aktinider för att befintligt bränsle i Clab ska kunna deponeras utan risk för kriticitet även om vatten tränger in i kapseln. Enligt underlagsrapporten krävs samtidigt kunskap om att dessa ämnen inte lämnar bränslet under lång tid.

I underlagsrapporten [9] redovisas känslighetsanalyser för mindre variationer av geometri och materialsammansättning i kapsel och bränsle (anrikning). Analyser görs även av betydelsen av förändringar till följd av yttre mekanisk påverkan (bränslet vittrar och faller ner i kapseln), sönderfall av fissionsprodukter och aktinider samt korrosion av kapselns insats.

#### **SSI:s bedömning**

SSI stödjer SKB:s slutsats att hänsyn behöver tas till bränslets utbränning vid konfigurering av kapslarna. SSI konstaterar att detta ställer krav på att utbränningen hos varje bränsleelement är känd vid fyllning av kapslarna. SSI anser att SKB bör vara observant på vilken betydelse detta får för logistiken vid inkapslingsanläggningen. SKB bör exempelvis utreda vilka åtgärder (administrativa system samt eventuella mätningar) som krävs för att kontrollera utbränningen. Se även SSI:s synpunkter under avsnitt 5.2.3 (Kontroll av bränsle och kapslar).

SSI anser vidare att SKB ytterligare bör utreda vilka konsekvenser vatteninträning i kapseln kan få. Korrosionsförlopp, degradering av bränsle och insats samt eventuell borttransport av absorberande (alternativt fissilt) material bör modelleras för att bättre kartlägga risken för kriticitet. Om kriticitet inte helt kan uteslutas anser SSI att de strålskyddsmässiga konsekvenserna bör utredas och redovisas i säkerhetsanalysen.

## 6.4 Kapseln som barriär

### 6.4.1 INITIALTILLSTÅND

Flera av de frågor rörande kapselns initialtillstånd som behandlas i avsnitt 16.1 i FUD-program 2004 har SSI kommenterat i andra avsnitt i detta yttrande. För kapselns geometri, där frågor rörande initiala defekter sorterar, hänvisar SSI till kapitel 5.

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

Avseende kapselns temperatur har SKB tidigare angivit, och anger i FUD-program 2004, att den inte får överstiga 100°C. Detta är inte i överensstämmelse med den diskussion som SKB framförde i interimredovisningen av SR-Can. SKB angav där att temperaturen kan tillåtas överstiga 100°C för tiden innan systemet är återmättat. Myndigheterna konstaterade i granskningen av säkerhetsrapporten att detta kan uppfattas som en förändring av KBS-3-metodens grundläggande funktioner som tydligt bör motiveras. Det finns starka ekonomiska incitament för SKB att tillåta en högre kapseltemperatur (mindre återfyllnadsmaterial, färre antal kapslar) och en förändring kan ha stor påverkan på kärnavfallsprogrammet i stort (kortare drifttid för Clab). SSI anser därför att det angeläget att SKB förtydligar de planer man har och klarlägger vilken ytterligare forskning som en eventuell förändring föranleder. SKB behöver även klargöra hur frågan kommer hanteras i kommande säkerhetsanalyser.

### 6.4.2 STRÅLINTENSITET

SKB anger i FUD-program 2001 att om ytdosraten på kapseln inte överstiger 1 Gy/h kan strålinducerade effekter försummas. I granskningen av FUD-program 2001 påpekade SSI att den effekt som kan leda till att ett högt sekundärelektronflöde alldeles vid kapselytan inte utan vidare kan bortses från vid bedömning av strålinducerade effekter, som radiolys.

I FUD-program 2004 anger SKB under rubriken ”Strålintensitet” i avsnitt 16.1.3, att ”SKB:s kriterium är att ytdosraten på kapseln inte får överstiga 1 Gy/h”. SKB har inte beaktat de synpunkter som SSI framförde i yttrandet över FUD-program 2001. Dessutom är det, med tanke på det arbete som SKB själva har gjort, se nedan, förvånande att man anger att ”ingen ny kunskap tillkommit” sedan FUD-program 2001. Möjligen är det så att kriteriet 1 Gy/h i sig inte har ändrats och att ingen ny kunskap framkommit avseende kriteriet. Strålnings effekter förekommer i flera sammanhang i säkerhetsanalysen och vilken process eller händelse SKB:s kriterium 1 Gy/h är kriterium för, anges inte, vare sig i FUD-program 2001 eller i FUD-program 2004. Det förhållandet är i sig otillfredsställande. SKB bör vinnlägga sig om ökad tydlighet nära ansökningstillfället.

Senare har SKB emellertid gjort ett arbete om strålfältet utanför kapseln [10]. Där sägs också att ”det har diskuterats” hur noggrant den tidigare modellen beräknar dosraten i vatten i bentonitlagret nära kopparytan. Arbetet förefaller vara ett svar på SSI:s invändningar ovan i granskningen av FUD-program 2001.

I beräkningen har där studerats hur elektronstrålning ger upphov till en dos i vatten/bentonitblandningen nära kopparkapsel. Det är oklart vilken volym som beaktats i studien, där dosen sägs ligga inom 50% från en tidigare beräkning. Författaren har möjligen medelvärdesbildat dosen i en ring runt kopparkapseln med tjockleken så stor som 1 cm. Eftersom maximal räckvidd på sekundärelektronerna som är under diskussion är ett par millimeter försvinner effekten vid gränsytan för medelvärdesbildning över stora volymer. Den bör vara störst i sådana snitt som är av denna storleksordning. SKB:s studie beaktar dessutom en homogen vatten-bentonitblandning. SSI menar att man också bör belysa förhållanden i

vattenfyllda kaviteter mellan bentonitkornen vid kopparytan, bl.a. för att belysa radiolysproblematiken. Effekten är lokal både i tid (hundra/hundratals år) och rum (1 mm) men skulle kunna påverka initialtillståndet t.ex. för den för korrosion tillgängliga kopparytan i senare processer. I gränsytan koppar-vatten blir effekten mer uttalad p.g.a. den större skillnaden i atomnummer.

Energifördelningen av fotoner från cesium-137 har efter passage genom kapseln en stor komponent vid 120 keV. Ett enkelt överslag avseende tvärsnittet för dessa fotoner och andra effekter ger vid handen att dosraten i en vattenkavitet närmast kopparytan kan ligga i ett intervall mellan 10 och 100 gånger den dosrat man erhåller längre bort från kopparytan. Andra effekter utgörs av bl.a. den s.k. stopping-power kvoten vatten/koppar för elektroner och effekten av bakåtspridningen från bentonit/vatten-blandningen. Dessa kan minska dosen i vattenkaviteter något. SSI bedömer ändå att det finns en osäkerhet som innebär en risk för att dosraten i vattenkaviteter nära ytan överstiger SKB:s kriterium i ett litet område närmast kapseln.

## 6.5 Buffert

### 6.5.1 SKB:S REDOVISNING

SKB redovisar i kapitel 17 forskningsprogrammet för bentonibufferten. Redovisningen innehåller en kort översikt av krav och önskemål på buffertens funktion samt en detaljerad beskrivning av buffertens initialtillstånd och de processer som kan påverka dess långsiktiga utveckling.

### 6.5.2 SSI:S BEDÖMNING

#### Allmänna synpunkter

SKB:s redovisning innehåller en bra och detaljerad beskrivning av variabler i initialtillståndet, processer i bufferten samt pågående och planerade forskningsinsatser. Det är bra att SKB kompletterar den detaljerade genomgången av enskilda processer med en beskrivning av integrerade studier som belyser kopplade processer under buffertens återmättnad samt under mätade förhållanden. Det finns också en öppen redovisning av de processer som kan försämra bentonitens funktion.

SSI anser trots detta att det är svårt att få en samlad bild av de kritiska återstående FoU-frågorna och om programmet kan förväntas ge de nödvändiga resultaten. Detta gäller exempelvis de återstående osäkerheter kring ogynnsamma processer under återmättnaden av bentoniten, betydelse av höga temperaturer under återmättnadsfasen och osäkerheter kring bentonitens funktion för olika salthalter. Enligt SSI:s uppfattning bör SKB klargöra vilken betydelse dessa osäkerheter har för bedömningen av slutförvarets långsiktiga funktion samt vilken kunskapsnivå och experimentella data man anser sig behöva uppnå, t.ex. inför ansökan om inledande drift.

Enligt SSI:s uppfattning bedriver SKB ett ambitiöst arbete med modellutveckling och en mängd laboratorieundersökningar av olika egenskaper och processer i bentonit. Med tanke på buffertens centrala säkerhetsfunktion i slutförvaret, och svårigheterna att modellera de komplicerade och kopplade processerna under återmättnaden, anser dock SSI att SKB bör överväga att utöka programmet för fältförsök på Äspö. De fullskaleförsök som pågår (Prototypförvaret och Återtagningsförsöket) kommer att ge ett mycket begränsat statistiskt underlag. SKB:s program är också mycket känsligt för eventuella störningar eller problem med försöken (t.ex. den typ av elfel som redan uppdragats i Prototypförsöket).

### **Initialtillstånd i bufferten**

SSI bedömer att SKB bedriver ett systematiskt arbete för karakterisera bentonitbuffertens initialtillstånd. Det är dock en brist att redovisningen av vilken betydelse de olika variablerna har för bedömningen av bentonitens långtidsfunktion inte är fullständig. För att kunna bedöma tillräckligheten i SKB:s program bör det åtminstone finnas en kort diskussion om betydelsen av de identifierade osäkerheterna i bentonitens initialtillstånd. SSI saknar också en diskussion om hur deponeringen eventuellt kan påverka de olika variablerna och initialtillståndet (SKB anger att initialtillståndet representerar värdet variablerna antar vid deponering).

Med tanke på den korta tiden fram till SKB:s planerade ansökan om ett slutförvar 2008, anser SSI att SKB borde ha beskrivit planerna för att ta fram acceptanskriterier för bentonitens egenskaper och hur detta arbete kopplar till planerade säkerhetsanalyser. SSI saknar även en beskrivning av hur SKB avser att arbeta vidare med alternativa buffertmaterial till MX-80-bentoniten efter tillståndsansökan 2008.

### **Processer i bufferten**

Den korta sammanfattningen av processer i bufferten är föredömlig. Enligt SSI:s uppfattning kunde den ha varit en bra utgångspunkt för att ge en översiktlig beskrivning av de kritiska frågorna för den långsiktiga säkerheten och det fortsatta forskningsprogrammet.

#### *Värmetransport*

SKB gör en bra genomgång av de frågor och osäkerheter som är behäftade med värmeledningen i bufferten och särskilt temperatursprånget i spalten mellan kapselytan och bentonitleran. Viktiga frågor är t.ex. spaltens utveckling under återmättnadsfasen och betydelse av inhomogeniteter i kapselns, bentonitens och bergets värmeledningsförmåga. SSI bedömer att SKB har ett ändamålsenligt program med både modellering och utvärdering av fältförsök på Äspö för att studera dessa problem.

Såvitt SSI kan förstå från SKB:s redovisning i FUD-programmet och i interimrapporten för SR-Can [1] är det dock inte helt klart om SKB har som absolut mål att visa att *samtliga* kapselpositioner kommer att uppfylla temperaturkravet 100 °C på kapselytan. Om det finns osäkerheter om temperaturen lokalt på en kapsel eller i enstaka deponeringshål kan överstiga 100 °C, bör SKB klargöra hur detta kan påverka bentonitens utveckling under återmättnadsfasen, se även avsnitt 6.4.1.

#### *Återmättnad av bentonitleran*

SKB redogör för ett stort antal laboratorie- och fältexperiment som utformats för att studera återmättnaden av bentonitlera, både i Sverige och utomlands. Enligt SSI:s uppfattning borde det ha varit möjligt att utifrån hittills genomförda försök sammanställa kunskapsläget, de viktigaste återstående frågorna och problemen med att åstadkomma en jämn återmättnad av bentonitlera under realistiska förhållanden i berg.

#### *Illitisering*

Enligt SKB:s interimredovisning av SR-Can [1] kommer inte leran i bufferten att omvandlas (illitiserar) av den värmepuls som den utsätts för under de första tusentals åren. För en buffert som illitiserats kan den hydrauliska konduktiviteten öka från  $10^{-12}$  m/s till  $10^{-9}$  m/s och kan då vara av betydelse för andra förlopp i förvarets närområde, t.ex. kapselkorrosion. SSI förutsätter att SKB tar hänsyn till de parametrar som kan påverka hastigheten varmed bufferten illitiserar, t.ex. grundvattnets kaliumhalt. SSI anser att SKB kan behöva överväga att i framtida säkerhetsanalyser utgå från att den högre konduktiviteten gäller, för det fall illitisering inte kan uteslutas.

#### *Cementering*

Cementering av bufferten kan vara ett direkt hot mot grunderna för KBS-3-konceptet, då en cementerad buffert dels blir stel dels kan förlora sin självläkande förmåga liksom sin förmåga att expandera. Det är därför av stor vikt att SKB undersöker hur bufferten kan komma att påverkas till följd av långvarig värmeexponering. SSI bedömer att studier av naturliga

analogier kan vara ett sätt, där tex. lerbeförekomster vid Kinnekulle och i Tjeckien enligt Roland Pusch [11] kan ge värdefulla data till säkerhetsanalysen.

#### *Vattentransport under mättade förhållanden och osmos*

SKB beskriver ett omfattande program med laboratorieundersökningar för att bestämma svälltryck och hydraulisk konduktivitet i olika bentonitleror och med olika salthalter. SSI saknar dock en översiktlig beskrivning av förståelsen av salthaltens påverkan på bentonitlerans återmättnad och långsiktiga funktion, med hänsyn till de naturliga variationer i salthalt som kan förväntas och i samband med större grundvattenkemiska förändringar under en glaciation (upconing av salta djupgrundvatten eller infiltration av extremt jonfattigt glacialt smältvatten).

SKB anger att risken för att bentoniten ska komma i flyttillstånd och tappa hållfastheten är mycket liten. SKB anger också att man eventuellt kommer att studera denna process i ett simulerat deponeringshål. SSI kan inte bedöma risken för att ett sådant flyttillstånd ska uppkomma, men anser att SKB bör ta fram ett bättre underlag för att kunna bedöma under vilka förhållanden flyttillstånd kan uppkomma. Om processen inte kan uteslutas bör det finnas en beredskap för att kunna hantera den i riskanalysen för slutförvaret.

#### *Mekanisk växelverkan mellan buffert och återfyllning*

SKB redovisar resultaten av nya beräkningar av uppsvällningen av bufferten för ett fall med Friedlandlera i återfyllningen. Vidare hänvisar SKB till de data som kommer att fås vid brytningen av prototypförvaret. SSI anser att det är en brist att SKB inte beskriver kunskapsläget för referensutformningen med en blandning av bergkross och bentonitlera i återfyllnaden. Enligt SSI:s uppfattning borde vissa aspekter av den tidiga uppsvällningen av bufferten kunna studeras med en inaktiv demonstrationsdeponering (se SSI:s synpunkter på SKB:s handlingsplan i Kapitel 3).

#### *Mekanisk växelverkan mellan buffert och kapsel*

SKB:s redovisning innehåller en bra beskrivning av de processer som kan vara av betydelse för slutförvarets funktion, t.ex. ojämn återmättnad, kapselsjunkning och bergskjivning. SKB:s program är dock mycket svårbedömt, dels saknas helt en beskrivning av kunskapsläget och återstående osäkerheter, dels är redovisningen av det fortsatta programmet mycket vagt.

#### *Integrerade studier*

SKB:s avsnitt om integrerade studier för omättade och mättade förhållanden i bufferten ger en bra översikt av pågående och planerat arbete. SSI ser positivt på att SKB utvecklar kopplade termo-hydro-mekaniska (THM) modeller för att kunna utvärdera de viktiga laboratorie- och fältförsöken för buffert och återfyllnad. SSI bedömer att SKB driver ett ambitiöst och omfattande program för olika typer av laboratieförsök för att få data och kunna verifiera sina modeller. Av redovisningen framgår även att det återstår en hel del arbete innan man får tillräcklig förståelse av hur olika processer samverkar under bentonitens återmättnadsförlopp (verifiering och validering av de nya modellerna är besvärlig).

Programmet för fältstudier och långtidsförsök beskrivs alltför summariskt. Förutom att bara nämna pågående försök vid namn (prototypförvaret, Återtagningsförsöket, och TBT-försöket) bör det finnas en beskrivning av vilka resultat som försöken förväntas ge och vilka kriterier som kommer att användas vid utvärderingen. SKB borde även ha fört en diskussion om tillräckligheten i pågående försök med hänsyn till återstående osäkerheter och deras betydelse för slutförvarets funktion.

### **6.5.3 SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING**

SSI bedömer att SKB bedriver ett ambitiöst arbete med modellutveckling och omfattande laboratorieundersökningar kring bentonitbuffertens egenskaper och funktioner. Med tanke på återstående osäkerheter och de komplexa processerna under återmättnaden, vill SSI dock uppmana SKB att överväga möjligheten att förstärka kunskapsunderlaget kring buffertens funktioner med ytterligare långtidsförsök under realistiska förhållanden. SKB bör även tydliggöra vad som behöver visas med pågående långtidsförsök (Prototypförvaret).

För att underlätta granskningen av kommande FUD-program anser SSI att SKB bör ta fram en tabell eller motsvarande översikt som visar kopplingen mellan SKB:s laboratorie- och fältförsök samt modellstudier för bufferten och de olika processer och osäkerheter som de förväntas ge information om. Tabellen bör även kopplas till milstolparna i SKB:s program för att visa när olika typer av resultat behöver vara framme.

## 6.6 Återfyllning

### 6.6.1 SKB:S REDOVISNING

SKB redovisar i kapitel 18 forskningsprogrammet för återfyllning av deponeringstunnlar. SKB:s redovisning följer samma struktur som i avsnittet om bufferten, d.v.s. en beskrivning av initialtillståndet följt av en genomgång av olika processer, inkl. en beskrivning av integrerade studier av bentonitens funktion och av radionuklidtransport.

SKB presenterar fem olika koncept för återfyllning varav det fortsatta arbetet kommer att fokuseras på det ursprungliga referenskonceptet med en blandning av krossat berg och bentonitlera samt återfyllning med en svällande lera (Friedlandlera). För båda koncepten packas återfyllning på plats i tunneln. Vissa studier planeras även för konceptet med varvade snedställda lager med bentonitblock respektive krossat berg. Det fortsatta forsknings- och utvecklingsarbetet bedrivs huvudsakligen inom projekten ”Backfill and Plug Test”, ”Återfyllning och förslutning av tunnlar och bergtrum” samt ”Prototypförvaret”.

### 6.6.2 SSI:S BEDÖMNING

#### Processer i återfyllningen

SSI ser positivt på att SKB nu förstärkt sitt forskningsprogram för att utreda osäkerheterna kring återfyllningens funktion som bl.a. SSI fört fram i tidigare FUD-granskningar. Det faktum att SKB nu även utreder alternativ till referenskonceptet visar att SKB åtminstone indirekt gjort bedömningen att det återstår kritiska osäkerheter kring återfyllningens funktion.

SSI bedömer att SKB driver ett ambitiöst experimentellt program för det fortsatta arbetet med återfyllning. SSI anser dock att det återstår en del frågor kring möjligheten att få fram resultat i tid för tillståndsansökan om ett slutförvar, dels för att SKB ännu inte tagit beslut om återfyllningskoncept, dels för att det kan behövas tidskrävande försök och demonstrationsinsatser för att verifiera funktionen hos det valda konceptet. Problemet blir särskilt akut om SKB väljer att byta koncept efter utvärderingen av de pågående fullskaleförsöken (”Backfill and Plug Test” och ”Prototypförvaret”). ”Backfill and Plug Test” bygger på referensmetoden med 30/70 bentonit/bergkross respektive 100% bergkross med bentonitblock i taket. Om andra koncept väljs kommer man alltså inte ha data från ett relevant fullskaleförsök.

SKB:s beskrivning av projektet för ”Återfyllning och förslutning av tunnlar och bergtrum” förefaller innehålla en omfattande utredning av olika återfyllningskoncept. SKB:s beskrivning av projektet är dock alltför vag för att SSI ska kunna bedöma om det har förutsättningar att ge de nödvändiga resultaten. SKB nämner till exempel bara att man planerar ett storskaligt fältförsök med målet att verifiera återfyllningens funktion. Det framgår dock inte vilka återfyllningskoncept som ska studeras, hur experimentet ska genomföras och när resultaten kan förväntas vara framme. SSI anser att ett sådant fullskaleförsök också bör inkludera deponeringspositioner för att kunna verifiera återfyllningens interaktion med bufferten.

SKB:s pågående fullskaleförsök för återfyllningen bygger på en konstlad (forcerad) vätning. Enligt SSI:s uppfattning bör SKB klargöra om dessa försök ger tillräcklig information om det mekaniska och hydrauliska samspelet mellan buffert och återmättnad i ett tidigt skede efter

förslutning, för det spann av återmättnadshastigheter som kan förväntas under naturliga förhållanden i slutförvaret.

SSI har i tidigare FUD-granskningar efterfrågat en bättre utredning av hur grundvattnets salthalt påverkar återfyllnadens funktion. SSI anser inte att FUD-redovisningen ger en bra bild av hur SKB avser att ta fram data för återfyllnadens funktion i grundvatten med olika salthalt. Enligt SSI:s uppfattning bör SKB kunna visa att det finns marginaler för att klara återfyllnadens (och buffertens) funktion för den naturliga variation av salthalter som kan förekomma inklusive förhöjda salthalter på grund av up-coning av djupare grundvatten under driftperioden.

SKB anger att fenomenet med ”piping-erosion” (kanalbildning i återfyllnaden på grund av stora vatteninflöden) kommer att studeras vid brytningen av ”Backfill and Plug Test” och ”Prototypförvaret”. Enligt SSI:s uppfattning är detta inte tillräckligt eftersom förhållandena i dessa försöksupställningar inte nödvändigtvis är de rätta för att kunna observera fenomenet. SSI anser därför att SKB bör komplettera med mer systematiska undersökningar för att istället kunna fastställa under vilka omständigheter piping-erosion kan vara ett problem. SKB hänvisar även till projektet för Återfyllning och förslutning av tunnlar och bergrum i denna fråga men det framgår inte vad som planeras.

### **6.6.3 SAMMANFATTANDE BEDÖMNING**

Det är bra att SKB nu intensifierat sitt FoU-program för att få fram ett fungerande koncept för återfyllning av tunnlar. SSI konstaterar dock att det återstår att utreda ett antal kritiska osäkerheter, t.ex. kring det mekaniska samspelet mellan buffert och återfyllnad, betydelsen av salta grundvatten och risk för kanalbildning under deponering. Med tanke på att SKB dessutom ännu inte valt slutligt koncept för återfyllning och att redovisningen av det fortsatta programmet (projekt ”Återfyllning och förslutning av tunnlar och bergrum”) är vag, är SSI inte övertygat om att SKB kommer att få fram tillräckliga resultat i tid för tillståndsansökan om ett slutförvar 2008. SSI anser därför att SKB bör ta fram en utförligare handlingsplan som beskriver vad som behöver uppnås inför val av referenskoncept i tillståndsansökan 2008 samt vilka ytterligare fullskaleförsök, för det valda konceptet, som kan behövas inför ansökan om inledande drift.

## **6.7 Radionuklidens transportvägar till och i biosfären**

### **6.7.1 BAKGRUND**

Biosfären är den del av jorden som djur, växter och människan kan använda för sitt livsuppehälle och fortbestånd. Konsekvenser av ett utsläpp av radioaktiva ämnen från ett förvar för radioaktivt avfall manifesteras i biosfären. Av särskild betydelse är hur, var och när de radioaktiva ämnena når biosfären. Radionuklidtransporten genom geosfären påverkas bland annat av grundvattnets strömningsmönster vilket i sin tur har betydelse för val av förvarsplats. En korrekt analys av hur de radioaktiva ämnena uppför sig i övergången mellan geosfär och biosfär liksom transport- och exponeringsvägar för radioaktiva ämnen i biosfären och de olika ekosystemen är därför nödvändig för att förstå ett förvars skyddsförmåga. Kunskap om dagens biosfär är en utgångspunkt för framtidens biosfärer.

### **6.7.2 ALLMÄNNA GRANSKNINGSSYNPUNKTER**

SSI har tidigare konstaterat att SKB sedan några år tillbaka gör betydande insatser inom biosfärsområdet [12]. Detta omfattar såväl fältundersökningar som modellutveckling liksom deltagande i internationella projekt. SSI konstaterar dock att beskrivningen i FUD-program 2004 inte helt återspeglar detta. Särskilt avsnittet om modellutveckling är svårtolkat, och det är



oklart hur de modellkoncept och beräkningsverktyg som SKB för närvarande utvecklar kommer att knytas samman. Detta borde framgå av ett forskningsprogram. Det saknas också en beskrivning av de viktigaste slutsatserna av forskningen hittills liksom en beskrivning av återstående centrala frågor, samt en tydlig plan över kommande insatser. Till en del förklaras troligen bristerna i biosfärskapitlet av att fokus i FUD-program 2004 ligger på kapseln medan nästa FUD-rapport väntas vara mer inriktad på bl.a. biosfären. Detta är också tydligt i kapitel 13 som behandlar säkerhetsanalys där visserligen biosfären nämns i texten men där uppgifter om biosfären helt saknas i den sammanfattande tabell 13-1 som visar forskning kring långsiktig säkerhet.

Med detta som bakgrund ges i det följande ett begränsat antal mer detaljerade granskningskommentarer, dels om biosfärsrelaterade frågor, dels om vissa geosfärsaspekter.

### **6.7.3 HYDROLOGIMODELLER FÖR GEOSFÄREN**

#### **SKB:s redovisning**

SKB redovisar pågående utvecklingsarbete med modellerna Connectflow och DarcyTools. De nya modellerna har bl.a. utvecklats för att bättre kunna representera heterogenitet och olika komponenter i slutförvaret. SKB anger också att man planerar riktade insatser för att belysa hur salthalten i grundvattnet har utvecklats och kommer att utvecklas i framtiden, bl.a. i ett projekt kopplat till Äspölaboratoriet.

#### **SSI:s bedömning**

SSI ser positivt på att SKB vidareutvecklar sina hydrologimodeller för att bättre kunna utvärdera betydelsen av heterogeniteter i olika skalor. Som framförts i granskningen av SKB:s interimrapport för SR-Can [1] är det av stor vikt att SKB verifierar och dokumenterar de nyutvecklade modellerna innan de används för kommande tillståndsansökningar. Det är bra att SKB planerar olika studier för att belysa den tidsberoende utvecklingen av grundvattnets salthalt. Förhoppningsvis kan resultaten från dessa studier även bidra till förståelsen av regionala skillnader i grundvattnets salthalt.

### **6.7.4 RADIONUKLIDTRANSPORT I GEOSFÄREN**

#### **SKB:s redovisning**

SKB redovisar utvecklingsarbete, bland annat med hjälp av flödesmodellering i spricknätverksmodeller, för att bättre kunna hantera heterogenitet i de transportmodeller som används i säkerhetsanalysen. Arbete pågår även för att öka kunskapen om hur modeller som baseras på data från kortsiktiga fältexperiment kan extrapoleras till de tidsskalor som är relevanta för säkerhetsanalysen.

#### **SSI:s bedömning**

SSI är positivt till att SKB vidareutvecklar modeller för att kunna ta hänsyn till heterogenitet utmed transportvägarna i berget. Emellertid har heterogeniteten och variabiliteten hos retentionsparametrar, som t.ex. fördelningsskoefficient, matrisporositet, och effektiv diffusivitet, inte inkluderats i studien p.g.a brist på data [13]. SSI anser att SKB bör utreda i vilken utsträckning sådana data kan erhållas i platsundersökningarna. I den mån platspecifika data inte kan tas fram bör SKB redovisa vilka osäkerheter detta leder till och hur dessa kommer att tas om hand i säkerhetsanalysen. SSI anser vidare att SKB bör utreda effekterna av de förenklingar som radionuklidtransportmodellerna (Farf-31-modellerna) är förknippade med, t.ex. vad gäller sorptionskinetik, endimensionell beskrivning av flervägstransport, samt kolloidalt orsakad transport.

## **6.7.5 IN- OCH UTSTRÖMNINGSOMRÅDEN**

### **SKB:s redovisning och SSI:s bedömning**

I granskningen av FUD-program 2001 [12] framfördes att SKB inte tillräckligt väl utrett betydelsen av grundvattnets regionala strömningsmönster och salthalt vid val av platser för platsundersökningar. Frågan gällde om det är möjligt att hitta platser i inlandet där grundvattnets strömningsmönster och lägre salthalt kan ge ett säkrare slutförvar jämfört med de kustnära platser. Som en följd av frågan genomförde SKB ett antal modellsimuleringar av grundvattencirkulationen i östra Götaland respektive norra Uppland [14, 15]. I en sammanfattande rapport belyste SKB betydelsen av grundvattnets strömningsförhållanden och salthalt för lokaliseringen av ett slutförvar [16].

SSI:s granskning [17] av SKB:s rapport ledde till slutsatsen att studieresultaten var otillräckliga för att kunna utesluta möjliga fördelar med en inlandslokalisering och att SKB borde genomföra en mer genomgripande analys. I samråd med SSI och SKI startade därför SKB ytterligare en modelleringsstudie för östra Götaland. SKB avser att presentera preliminära resultat från den nya studien i juni 2005 med en slutrapport klar till hösten 2005. Detta omnämns inte i FUD-program 2004 eftersom beslutet att genomföra studien togs efter det att programmet lämnats över.

## **6.7.6 FÖRSTÅELSE OCH KONCEPTUELLA BIOSFÄRSMODELLER**

### **SKB:s redovisning**

SKB har påbörjat arbetet med att sammanställa processbeskrivningar för biosfären på ett liknande sätt som för övriga förvarsdelar. Ambitionen är att dokumentera biosfärprocesserna i en processrapport till SR-Can och till nästa FUD-rapport. SKB har fortsatt att anpassa det systemekologiska synsättet för att beskriva omsättningen av radionuklider i biosfären. Programmet för den närmaste perioden innebär ett fortsatt långsiktigt stöd för kompetensutveckling.

### **SSI:s bedömning**

SSI stödjer den metodik som SKB valt för att konceptuellt beskriva ekosystemen. SSI anser också, liksom vid granskningen av FUD-program 2001 [12], att det är nödvändigt att en komplett dokumentation upprättas som stöd för biosfärsmatrisen.

Men, liksom efter granskningen av FUD-program 2001, finns det anledning att hysa oro för tidsplanen i SKB:s utvecklingsarbete. 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. Någon sådant program har inte presenterats. Inte heller i SKB:s handlingsplan (bilaga A till FUD-program 2004) berörs dessa frågor.

## **6.7.7 UTVECKLING AV BIOSFÄRSMODELLER**

### **SKB:s redovisning**

SKB:s modellering av spridningen av radioaktiva ämnen i biosfären har hittills i huvudsak genomförts med BIOPATH- och PRISM-modellerna. I FUD-program 2001 angavs att alternativa modeller behövs bl.a. för att kunna tillvarata platsspecifik information om processer och tillstånd i miljön. Dessutom behövs modeller som baseras på radionuklidflödet i hela ekosystemet. SKB avser att använda processbaserade modeller för att lösa en del av problemen och för att reducera osäkerheterna. Överföringen mellan olika delar av ekosystemen baseras på naturliga processer som fotosyntes, nedbrytning, födointag, metabolism, näringsbehov mm.

Flödena drivs till största delen av massbalansen mellan fixeringen och nedbrytningen av organiskt material. Till dessa flöden kopplas proportionella flöden av radioaktiva ämnen.

SKB anger att de systemekologiska modellerna kommer att vidareutvecklas för sjö och land. Verktygslådan Simulink/Matlab kommer att utvecklas bl.a. för att ge färdiga modeller för brunnar, dos till människa, bevattning samt mallar för sjö-, havs- och landekosystem. Speciellt kommer metoder för att använda platsspecifika data att studeras. SKB anger att målet är att inför SR-Can ha en fullt fungerande simuleringsmiljö med Tensit.

### **SSI:s bedömning**

SSI anser att den s.k. systemekologiska modellutvecklingen är ett bra komplement till de kompartment-modeller 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. Det kvarstår dock osäkerheter, vilket gör att de processbaserade modellerna inte nödvändigtvis på ett avgörande sätt förbättrar prediktionsförmågan och/eller reducerar osäkerheterna. Den totala osäkerheten i konsekvensberäkningar kan vara betydande. Osäkerheten i själva biosfärsmodelleringen kan vara en dominerande faktor i denna osäkerhet vilket också påpekades av SKB i interimrapporten SR-Can [1].

I FUD-program 2004 nämns olika beräkningsverktyg som SKB för närvarande utvärderar som komplement till Biopath och Prism. Detta omfattar både grafiska modelleringsprogram och specifika program för säkerhetsanalyser. Simulink/Matlab bedöms av SKB efter en översiktlig genomgång ha den största potentialen och flexibiliteten för framtida biosfärsanalyser. En fördel är att de systemekologiska modellerna lätt kan implementeras i Simulink/Matlab. En nackdel är att verktygsbibliotek behöver utvecklas som stöd. Två sådana nämns i FUD-program 2004, Biomat och Tensit, men det är oklart hur dessa kommer att användas i det fortsatta arbetet. Det saknas en komplett beskrivning av samtliga modeller som ska användas i säkerhetsanalysen vilket innebär att sambandet mellan de olika beräkningsverktygen är svårt att förstå. Det behövs också redogörelser av hur väl modellerna representerar relevanta ekosystem.

## **6.7.8 TRANSPORTPROCESSER I ÖVERGÅNGEN MELLAN GEOSFÄR OCH BIOSFÄR**

### **SKB:s redovisning**

Resultaten av en modelleringsstudie [18] kring grundvattenströmningen nära markytan dvs. i övergången mellan geosfär och biosfär, visar att utströmningen av radioaktiva ämnen från förvarsdjup sker i lågpunkter i terrängen, t.ex. sjöar och vattendrag, oberoende av förhållandena nära markytan. SKB:s slutsats av detta är att de modeller som idag används för att modellera det djupa grundvattnet i berget är tillräckliga för att beskriva var radioaktiva ämnen från ett slutförvar når biosfären. Den vidare spridningen av de radioaktiva ämnena kan då beskrivas med frikopplade biosfärsmodeller. I det fortsatta programmet avser SKB att utvärdera denna slutsats genom att jämföra med en kopplad strategi där både den djupa och yt nära grundvattenströmningen samt ytvattenhydrologin beskrivs i samma modell.

SKB anger att fördjupade modellstudier kommer att göras av ämnestransport vid utströmningspunkter från berget, speciellt hur ämnen rör sig i närheten av sjö och havsbäcken. En andel av radionukliderna i miljön kommer att vara bundna till partiklar, humuskomplex och organismer. Därför är transporten av radionuklider i biosfären beroende av partikeltransporten, och modell- och litteraturstudier av partikeltransport kommer att genomföras kompletterat med fältdata från platsundersökningarna.

SKB anger 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 har i tidigare granskningar av SKB:s FUD-program och säkerhetsanalyser [19, 20] kritiserat att SKB försummat potentiellt viktiga processer för spridningen av radionukliderna i övergången mellan geosfär och biosfär, t.ex. ackumulation av radioaktiva ämnen i sediment. SSI har även efterlyst en bättre beskrivning av de interaktioner som kan förekomma mellan de olika miljöerna längs transportvägarna, t.ex. mellan ytnära och djupa grundvattenakviferer. SSI ser därför positivt på att SKB nu påbörjat en utredning av hur dessa processer bör hanteras i kommande säkerhetsanalyser.

För det redovisade modelleringsprojektet [18] kring ytvattenhydrologi anser SSI att resultaten bör tolkas med försiktighet. Enligt SSI:s uppfattning bygger modelleringen på förenklade antaganden om randvillkor, t.ex. att grundvattendelare och ytvattendelare alltid sammanfaller. SKB bör också utreda effekterna av modellens begränsade area och djup. SSI anser vidare att SKB bör integrera modelleringsarbetet med platsundersökningarna för att tillse att de ger de data som kommer att behövas inför kommande säkerhetsanalyser.

Den ytnära hydrologin är viktig för att förstå vilka transportvägar, spridnings- och spädningsprocesser som påverkar kontaminerat vatten sedan det lämnat berget. Forskning kring övergången mellan geosfär och biosfär, och transporten av radioaktiva ämnen inom biosfären är viktig. I granskningen av interimrapporten för SR-CAN [2] framförde SSI att även om radioaktiva ämnen introduceras i olika punkter i landskapet och på så sätt kopplar ihop geosfär och biosfär bättre än i tidigare säkerhetsanalyser omfattas ännu inte mellanliggande kvartära avlagringar och den ytnära hydrologin i modellsystemet. Den senare kopplar samman de olika ekosystemen och är drivkraften för den horisontella transporten av radionuklider. SSI saknar i FUD-program 2004, liksom i FUD-program 2001, en tydlig plan för hur SKB tänker bedriva forskningen.

I en teknisk rapport (R-03-06) [21] beskriver SKB den generiska strategin för att karakterisera ekosystem. Karakteriseringen ska bl.a. vara underlag till kommande säkerhetsanalys och för en beskrivande ekosystemmodell. Detta är positivt. Vidare anges att säkerhetsanalysen kommer att använda biogeokemiska flöden för att modellera radionuklidtransporter vilket innebär att platsundersökningarna måste kunna beskriva och kvantifiera processer som påverkar kol, kväve och fosfor, samt de hydrologiska egenskaper som utgör drivkrafter för transport av ämnen. Kopplingen mellan data från platsundersökningarna och krav som de platsanpassade ekosystemmodellerna ställer är dock oklar. Det är oklart när exempelvis kritiska FoU-resultat och modeller måste 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 i SSI:s föreskrifter (SSI FS 1998:1) om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall. Men dessa studier var planerade redan i FUD-program 2001 och SKB redovisar inte heller nu någon närmare tidsplan för studierna. SSI understryker därför vikten av att resultat behövs redan under platsundersökningsskedet för att kunna jämföra platserna ur detta perspektiv.

## **6.7.9 TERRESTRA EKOSYSTEM**

### **SKB:s redovisning**

Skogen är det dominerande terrestra ekosystemet vid de tilltänkta lokaliseringarna av ett djupförvar. SKB:s studier av utströmning från ett djupförvar visar att få strömlinjer hamnar i skogen, de flesta hamnar under vattendrag och i strandkanterna av sjöar och hav samt i våtmarker. Skogar i sänkor, så kallade sumpskogar, bedöms därför av SKB vara mest intressanta. Myrar och våtmarker är också viktiga recipienter för de tilltänkta lokaliseringarna.

SKB anger att dagens våtmarksmodeller kommer att vidareutvecklas, studier kommer att genomföras av myrars och våtmarkers hydrologi, och historiskt och potentiellt utnyttjande av olika markslag kommer att studeras. Dessutom kommer fördelning av biomassa, primärproduktion och kolets kretslopp i olika skogstyper, bland annat sumpskogar, att studeras. SKB anger att platsundersökningarna är en viktig del för ökad förståelse av terrestra ekosystem samt för att ge viktiga data för modellerna.

#### **SSI:s bedömning**

Studier av skogs- och jordbruksmark samt våtmarker är enligt SSI:s uppfattning väl motiverade, eftersom dessa ekosystem vid en kustnära förläggning kan förväntas övergå i varandra i förvarets närhet som en följd av en ändrad kustlinje. Utgående från hittills utförd forskning kan man också förvänta sig att de högsta stråldoserna uppkommer i dessa ekosystem, och kanske framför allt när t.ex. sediment övergår i våtmark för att sedan övergå i skog.

Enligt en teknisk underlagsrapport [22] kommer också exponeringen av människan att beräknas via flera exponeringsvägar och ekosystem samtidigt vilket inte varit fallet tidigare. Detta är i enlighet med vad SSI argumenterat för i tidigare granskningar.

### **6.7.10 AKVATISKA EKOSYSTEM**

#### **SKB:s redovisning**

Enligt SKB är kunskaperna om de dominerande processerna för ämnestransport för de akvatiska systemen, rinnande vatten, sjö och hav, relativt goda. Det viktigaste arbetet gäller användning och utveckling av modeller och modellverktyg som kan hantera kunskaperna och att samla in data från platserna för att parametrisera modellerna. SKB pekar på sedimentens betydelse för transporten av radionuklider till biota och när radionukliderna når biota.

Platsundersökningarna förväntas ge nödvändiga data över fördelningen av sediment och ackumulationshastigheter. Enligt SKB är modellering av spridningsprocesser under och genom sediment, modellering av omlagring och ackumulation av sediment kompletterat med fältdata, modellering av ämnestransport genom sediment alternativt strandzon viktiga områden för fortsatt studier. Vidare är utveckling av en systemekologisk modell för sjöarna på platserna, utveckling av en generell modell för radionuklidspridning i havsvikarna, samt utveckling av en modell som beskriver sorptionsprocesser i mindre rinnande vattendrag viktiga områden.

#### **SSI:s bedömning**

SKB:s planerade forskning omfattar flera viktiga områden. SSI välkomnar särskilt studierna av sedimentens betydelse för exponering av människa och miljö. Däremot är det oklart hur forskningen passar in i ett större perspektiv.

### **6.7.11 INTERNATIONELLT ARBETE KRING BIOSFÄRSFRÅGOR**

#### **SKB:s redovisning**

SKB deltar aktivt bl.a. i EU-projektet ERICA (Environmental risks from ionising contaminants; assessment and management), och i det internationella BIOPROTA-projektet (Key issues in biosphere aspects of assessment of the long-term impact of contaminant releases associated with radioactive waste management) och Internationella radioekologiunionens (IUR) arbetsgrupp om avfall. Samarbetet med finska Posiva kommer att fördjupas. Dessutom följer SKB arbetet i EU, Internationella strålskyddskommissionen (ICRP), Nordiska kärnsäkerhetsarbetet (NKS), och Internationella samfundet för strålskydd (IRPA). SKB avser att presentera arbeten vid viktiga mötet om strålningsbiologi, miljövard och systemekologi.

### **SSI:s bedömning**

Att följa och delta i det internationella arbetet är av stor betydelse. SSI har i tidigare granskningar pekat på vikten av att de resultat som SKB producerar och publiceras i vetenskapliga tidskrifter och utsätts för den inomvetenskapliga granskning som detta medför. Det är positivt att ett flertal artiklar har publicerats i den vetenskapliga litteraturen under den senaste perioden liksom att två doktorsavhandlingar och två licentiatavhandlingar behandlar frågor som rör biosfären.

## **6.7.12 BIOSFÄRENS ROLL I SÄKERHETSANALYSEN**

### **SKB:s redovisning**

Forskningsprogrammet på biosfärsområdet syftar till att ge underlag för att kunna genomföra säkerhetsanalyser med ett vetenskapligt underlag. För detta behövs en tillräcklig förståelse för processer och fenomen för att kunna förenkla och göra numeriska modeller som behövs för dosberäkning.

Under kommande period avser SKB att genomföra och planera flera säkerhetsanalyser. Avsikten är att kunna hantera tidsberoende och kopplade ekosystem. Viktiga inslag är hur processer och plats specifika data ska hanteras i analysen av förvarets långsiktiga säkerhet. Metoder och kunskaper om konsekvenser för miljön kommer att utvecklas i nära anknytning till resultat från FASSET- och ERICA-projekten.

### **SSI:s bedömning**

SSI anser att SKB under senare år höjt ambitionen i syfte att förbättra analysen av biosfären som en viktig del i säkerhetsanalysen. Det är i biosfären som konsekvenserna av utsläpp från ett djupförvar visar sig. Med det som bakgrund anser SSI det förvånande att inte biosfären finns med i den översikt (tabell 13-1) som beskriver forskningen kring den långsiktiga säkerheten.

I granskningen av FUD-program 2001 [12] efterfrågade SSI hur resultaten från FASSET mm kommer att användas praktiskt i säkerhetsanalysen och inom platsundersökningsprogrammet liksom hur miljöskyddsaspekterna kommer att tillgodoses i platsundersökningarna. SKB anger att redan insamlade data från platsundersökningarna vida överstiger de behov som anges i FASSET. Detta påstående behöver motiveras, särskilt som FASSET i första hand beskriver hur data ska användas och vilka slutsatser som kan dras.

## **6.7.13 STÖDJADE FORSKNING FÖR PLATSUNDERSÖKNINGSPROGRAM**

### **SKB:s redovisning**

Målet är att huvuddelen av datainsamlingen sker inom SKB:s platsundersökningsorganisation. SKB anger att forskningsinsatser behövs främst för att stödja analysarbete av insamlade data samt för att utföra mätningar av processhastigheter in-situ. Ett nära samarbete mellan forskning, säkerhetsanalys och platsundersökningar är nödvändigt. Informationsutbyte kommer att ske i form av workshops och möten. Samordning har även gjorts med geofärsprogrammet för att finna gemensamma behov av data för randvillkor, underlag för miljökonsekvensbeskrivningen, och underlag för framtida övervakningsprogram. Den största insatsen under de senaste åren har varit att förmedla det databehov som säkerhetsanalysen har, samt tillhandahålla experter inom olika områden för att planera och genomföra undersökningar i de ytnära ekosystemen.

### **SSI:s bedömning**

SSI har vid flera tillfällen påtalat behovet av att samordna modellutveckling och platsundersökningar senast i granskningen av FUD-program 2001 [12]. Det är därför positivt

att SKB beskriver ett nära samarbete mellan forskning, säkerhetsanalys och platsundersökningar. Liksom vid granskningen av FUD-program 2001 saknar dock SSI i FUD-program 2004 fortfarande en tydlig handlingsplan, och en dokumentation av den konkreta kopplingen mellan modellutveckling och platsundersökningarna.

#### **6.7.14 SSI:S SAMMANFATTANDE BEDÖMNING**

SKB:s forskning på biosfärsområdet har under senare år genomförts mer metodiskt och med högre ambition än som varit fallet tidigare. SSI har välkomnat detta. Tyvärr är inte den beskrivning av biosfärsforskningen som görs i huvudrapporten FUD-program 2004 representativ.

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

Kopplingen mellan data från platsundersökningarna och de krav som de platsanpassade ekosystemmodellerna och modellerna för övergången mellan geosfär och biosfär ställer måste vara tydlig. Det är oklart när exempelvis kritiska FoU-resultat och modeller måste finnas framtagna med hänsyn till behoven vid platsundersökningarna.

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

## **6.8 Klimat**

### **6.8.1 BAKGRUND**

SKB:s redovisning innehåller en genomgång av kunskapsläget och planerade forskningsinsatser för klimatutveckling i ett perspektiv om tio till hundra tusen år som omfattar nedisning och klimatförhållanden kring istid såsom permafrost. Ett omfattande arbete redovisas som både omfattar aktiv egen, och uppföljning av annan pågående forskning.

SSI har tidigare, i granskningen av FUD-program 2001, varit positiv till den datainsamling och de modelleringsinsatser som gjorts för att öka förståelsen av klimatfrågor.

SSI har givit viss vägledning i den remissversion som nu finns av de allmänna råden till myndighetens föreskrift SSI FS 98:1, ”Statens strålskyddsinstituts allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall”. Där framgår att SSI förutsätter att SKB väljer att belysa ”de mest betydelsefulla och rimligt förutsägbara sekvenserna av framtida klimattillstånd och deras påverkan på slutförvarets skyddsförmåga och omgivningskonsekvenser”. SSI noterar att detta också är SKB:s strategi. (”Om det kan visas att förvaret är säkert, givet de olika tänkbara klimattillstånden, har den faktiska utvecklingen mindre betydelse, FUD-program 2004, s 292).

Det är också en betydande förbättring från den i tidigare redovisningen från kompletteringen till FUD-program 98, där utspädningen i marina miljöer var en central komponent.

### **6.8.2 GLACIATION**

SSI stöder SKB i avgränsningen av frågor som är av speciellt intresse i samband med glaciation:

- Möjligt djup på subglacial permafrost.
- Förekommande vattentryck och vattenflöden.
- Möjlig nedträngning av glacialt smältvatten samt upptransport av djupa salta grundvatten.
- Förändringar av bergspänningar och benägenhet till bergrörelser.
- Kopplingar mellan hydrologiska och mekaniska processer.

Sammantaget utgör SKB:s ambitioner en allsidig ansats.

### **6.8.3 HAVSNIVÅFÖRÄNDRINGAR**

Eftersom SKB fokuserar på två kustnära platser i sitt program är det angeläget att belysa framtida havsnivåförändringar, av flera skäl som är relaterade till de strålskyddsmässiga konsekvenserna från ett utsläpp. SSI har tidigare påpekat betydelsen av att SKB fördjupar kunskapen om möjligheten för utspädning av ett utsläpp i Östersjön, och betydelsen av en sådan utspädning.

SSI erinrar om betydelse för de radiologiska konsekvenserna från t.ex. frigörelse av radionuklider som tidigare ackumulerats i havssediment. Detta är en fråga som dels berör en allmän komponent inom ekologin, betydelsen av ekosystemförändringar, men som bör ha en naturlig plats inom studier av strandlinjeförskjutning.



# 7 Platsundersökningar

## 7.1 Bakgrund

SKB:s utveckling av platsundersökningsprogrammet har pågått kontinuerligt under hela 1990-talet och i kompletteringen till FUD-program 98 [1] ger SKB en samlad redovisning av programmet inför platsundersökningskedet.

I förordet till huvudrapporten för FUD-program 2001 [2] anger SKB att frågor som rör lokalisering av anläggningar kommer att redovisas mer ingående i samband med ansökningar till myndigheter och i därtill hörande miljökonsekvensbeskrivningar, och att FUD-programmen kommer att fokusera på teknik- och forskningsfrågor.

I sitt yttrande över FUD-program 2001 [3], förutsatte SSI att större forskningsinsatser som initieras inom PLU-samrådet mellan SKB och myndigheterna redovisas i de kommande FUD-programmen, samt att SKB bör återge resultat av betydelse från PLU-samråden i de kommande FUD-programmen.

## 7.2 SKB:s redovisning

I SKB:s handlingsplan behandlas de två platser vid vilka platsundersökningar för närvarande pågår, Östhammar och Oskarshamn. SKB redovisar översiktligt bl.a. hur långt man kommit i programmet vid respektive plats när FUD-program 2004 skrevs samt platsspecifika frågor som identifierades innan platsundersökningarna startade.

Förutom avsnittet i handlingsplanen berörs platsundersökningarna inte specifikt i FUD-program 2004, utan hänvisas endast allmänt till i ett flertal av de tekniska kapitlen.

## 7.3 SSI:s sammanfattande bedömning

SSI konstaterar att beskrivningen av SKB:s platsundersökningsprogram i handlingsplanen är kortfattad och övergripande, i enlighet med vad SKB angivit i FUD-program 2001, se ovan. Med tanke på att inte alla remissinstanser med nödvändighet är insatta i den pågående platsundersökningsprocessen, hade SSI gärna sett att platsundersökningsprogrammet beskrivits något mer ingående. En frågeställning som SSI i synnerhet saknar i detta sammanhang är vilka forsknings- och teknikutvecklingsfrågor SKB har identifierat som behöver lösas och kopplingen mellan dessa och det fortsatta platsundersökningsprogrammet (inklusive SKB:s tidplan för att lösa frågorna), se även kapitel 3.

Ovanstående fråga avser SSI att följa upp under de fortsatta PLU-samråden mellan SKB och myndigheterna samt i myndighetens kommande granskningar av de preliminära platsutvärderingar. Andra frågor som SSI anser är viktiga att följa upp i PLU-samrådsprocessen, och som SKB inte har behandlat närmare i FUD-program 2004, är t.ex. återkopplingen mellan de preliminära säkerhetsbedömningarna och SR-Can och SKB:s pågående utredning kring in- och utströmning och salthalter (vad som ska uppnås och hur resultaten kan påverka lokaliseringsprogrammet), se även avsnitt 6.7.5.

I FUD-program 2004 anger SKB – om det skulle visa sig innan platsundersökningarna är slutförda att en av de två platserna inte duger – att enbart en plats undersöks fullständigt. SSI bedömer att detta kan vara ett avsteg jämfört med vad SKB sagt tidigare i t.ex. kompletteringen till FUD-program 98 [1] och jämfört med regeringens uttalande om att undersökningar ska ha

genomförts på minst två platser innan tillståndsansökan lämnas in [4]. Även denna fråga kommer SSI att följa upp i samrådet om platsundersökningar.

SKB anger i FUD-program 2004 att man eventuellt kommer att behöva revidera gällande krav, kriterier och önskemål för platsens egenskaper. SSI anser att SKB behöver klargöra på vilka grunder som en sådan revidering kan anses vara motiverad. SKB har tidigare framhållit [5] att en revidering endast kommer att göras om nya tekniska eller vetenskapliga landvinningar har gjorts eller om förvarskonceptet har ändrats.

## 8 Låg- och medelaktivt avfall

### 8.1 Rivning

#### 8.1.1 SKB:S REDOVISNING

I FUD-programmets kapitel 24 redovisar SKB översiktligt den förväntade hanteringen av radioaktivt avfall från rivning av de svenska kärnkraftverken samt SKB:s egna genomförda och planerade insatser på rivningsområdet.

SKB:s planering bygger på att kraftverken drivs i 40 år och därefter rivs så snart som möjligt. Anläggningsplatserna ska enligt SKB återställas till industriområde för annan verksamhet. Planeringen bygger vidare på att ingen rivning påbörjas så länge en närliggande reaktor är i drift.

SKB anger att ansvarsfördelningen mellan SKB och kraftbolagen är sådan att SKB genomför generella rivningsstudier och säkerställer att teknik och kompetens finns samt att kostnaderna bedöms på ett korrekt sätt. SKB framhåller att det är kraftföretagens ansvar att fastlägga rivningsstrategi samt planera och genomföra rivningen, medan det är SKB:s ansvar att ta hand om det radioaktiva avfallet.

SKB anger liksom tidigare att man planer att deponera kortlivat avfall i en utbyggnad till det befintliga SFR, medan man planerar att mellanlagra långlivat avfall tills merparten av alla kraftverk har rivits. Utbyggnaden av SFR ska enligt SKB genomföras så att den första etappen står färdig när rivning av kraftverken börjar. I sammanhanget anges att utbyggnaden inte behövs förrän tidigast år 2020 (baserat på förutsättningen att Barsebäck 2 drivs till 2017).

Sedan FUD-program 2001 har enligt SKB en metod utvecklats för torr mellanlagring av hårdkomponenter, ett register upprättats över dokumentation inom rivningsområdet samt ett system införts för registrering av avfall som ska mellanlagras. För den kommande sexårsperioden anges bland annat att deponering av hela reaktortankar ska utredas, att rivningsstudier ska uppdateras och rivningslogistiken ses över, att dosbudget för rivning ska uppskattas samt att hantering av inaktivt avfall ska utredas. Dessutom ska preliminära säkerhetsanalyser genomföras för slutförvar för kortlivat avfall samt arbete påbörjas med en preliminär säkerhetsbedömning för slutförvar för låg- och medelaktivt långlivat avfall.

#### 8.1.2 SSI:S BEDÖMNING

##### **Avfallsproducenternas ansvar**

Vid sin förra granskning riktade SSI ett flertal kommentarer till avfallsproducenterna [1]. SSI anser även denna gång att den redovisning som lämnats av SKB är bristfällig på ett flertal punkter. För att utgöra ett översiktligt program för avveckling och rivning såsom krävs enligt 12 § kärntekniklagen behöver enligt SSI:s mening redovisningen utvecklas. Tillståndshavarna för kärnkraftverken måste enligt SSI:s mening se till att det framgår av den redovisning som lämnas in *hur tillståndshavarna avser att genomföra avveckling och rivning*. Redovisningen bör exempelvis inkludera de strategier och planer som enligt SKB ska fastläggas av kraftföretagen. Bland annat bör, som SSI tidigare efterfrågat, helhetsgrepp på avfallshanteringen och alternativa scenarier beroende på reaktorernas drifttid redovisas. SSI ställer i sina föreskrifter om planering inför och under avveckling av kärntekniska anläggningar (SSI FS 2002:4) krav på planering och utredningar kring frågor av betydelse från

strålskyddssynpunkt vid avveckling. Dessa planer och utredningar skulle kunna ingå som en del i den redovisning som krävs för avveckling och rivning enligt 12 § kärntekniklagen. SSI förväntar sig en förbättrad redovisning i samband med redovisningen av FUD-programmet 2007.

#### **SKB:s ansvar**

SSI anser att det bör tydliggöras att det endast är SKB:s ansvar att ta om hand det radioaktiva avfall för vilket kärnkraftföretagen inte väljer egna lösningar såsom markförvar och egna mellanlager.

#### **Tidpunkt för rivning och utbyggnad av SFR**

SSI stödjer utgångspunkten att rivning bör ske så snart som möjligt efter avslutad drift. SSI konstaterar att planeringsförutsättningarna för rivning av Barsebäckreaktorerna och utbyggnad av SFR ändras när Barsebäck 2 stängs av som planerat i maj 2005. För att undvika att även det kortlivade avfallet från rivningen ska behöva mellanlagras behöver planer för utbyggnad och omlicensieringar revideras snarast. SKB bör därför senast i samband med redovisningen av FUD-programmet 2007 redovisa en ny strategi för utbyggnaden.

#### **Återställande av anläggningsplatserna**

SSI anser att frågan om anläggningsplatsernas framtida användning bör lösas i nära samråd med närboende, berörd kommun samt övriga intressenter. SSI avser i detta sammanhang att bidra med riskbedömningar, strålskyddskriterier och friklassningsgränser. SSI anser att det är rimligt att anta att anläggningsplatserna kommer att kunna återställas till industriområde för annan verksamhet, men att SKB inte bör utesluta möjligheten att marken kommer att kunna återställas helt och därefter utnyttjas på godtyckligt sätt.

## **8.2 LOMA-programmet**

### **8.2.1 BAKGRUND**

SSI pekade i sitt yttrande över FUD-2001 på bristen av redovisning av hur den stora mängden låg- och medelaktivt avfall (LOMA) som uppstår vid avveckling av kärnkraften är tänkt att tas om hand. SKB visar i föreliggande redovisning i handlingsplanen (A5) ett program för LOMA och anger att tidplanen är beroende av hur länge kärnkraftverken kommer att drivas i Sverige. SKB anger att nuvarande skattning till 40 års drifttid kan komma att utökas till 60 år vilket påverkar behovet av förvaringsutrymme för driftavfall och tidsplanen för slutförvaring av långlivat LOMA.

### **8.2.2 SKB:S REDOVISNING I FUD-PROGRAM 2004**

SKB ger i FUD-program 2004 (Del IV, kapitel 25) endast en mycket övergripande beskrivning av kommande program för hur allt rivningsavfall och låg- och medelaktivt avfall ska tas om hand. En utbyggnad av SFR för kortlivat drift- och rivningsavfall planeras bli färdig i mitten av 2020-talet. Planeringen för ett slutförvar för långlivat LOMA (tidigare kallat SFL 3-5 av SKB) uppges innebära att slutförvaret kan stå färdigt omkring 2045, när större delen av det långlivade avfallet antas finnas tillgängligt för deponering. En del av det långlivade avfallet avses därför att mellanlagras under tiotals år. Var denna mellanlagring ska ske är ännu inte bestämt. SKB anger att en metod för torr mellanlagring av hårdkomponenter utvecklats som ett komplement till mellanlagring i Clab. Någon redovisning av denna metod har dock inte presenterats. SKB redovisar under avsnittet om LOMA även en del forskning som gäller mer generellt för långsiktig säkerhet i ett slutförvar, bl.a. hur betong förändras med tiden i olika miljöer.

### 8.2.3 SSI:S SYNPUNKTER

SKB behöver besvara de frågor om LOMA som SSI tidigare framhållit som väsentliga från strålskyddssynpunkt [1]. Frågorna utvecklas vidare i de följande avsnitten. Strålskyddsfrågor som rör det låg- och medelaktiva avfallet verkar inte ha prioriterats i denna redovisning.

### 8.2.4 KORTLIVAT AVFALL FRÅN DRIFT OCH RIVNING

Stora mängder lågaktivt avfall kommer att produceras i samband med rivning. Den presenterade redovisningen ger inte en helhetsbild över hur detta avfall ska hanteras. Volymen kortlivat rivningsavfall som avses deponeras i ett utbyggt SFR beräknas till 150 000 m<sup>3</sup>. Planer för hur övrigt rivningsavfall ska tas om hand redovisas inte.

Frågan om behov av markdeponier behandlas inte redovisningen. Det anges istället att "kraftverkens interna markdeponier ingår inte heller" i redovisningen. SSI anser att det inte är acceptabelt att redovisningen på detta vis utesluter viktiga frågor med hänvisning till att det är interna frågor för kärnkraftverken. Redovisningens huvudsyfte att visa hur det radioaktiva avfallet ska tas om hand kan inte uppfyllas om vissa delar, som beträffande rivningsavfallet dessutom rör stora volymer, på detta sätt inte redovisas. Som SSI angett ovan behöver redovisningen kompletteras med den planering och de åtgärder som kärnkraftverken enskilt ansvarar för.

SKB anger i sin handlingsplan att man vill använda SFR även för rivningsavfall. En utbyggnad och en omlicensiering planeras med syfte att alla förvarsdelar ska kunna användas för såväl drift- som rivningsavfall. SSI har inget att invända mot denna princip. Det kan ändå vara värt att påpeka att SSI har begärt en redovisning från SKB för att visa att anläggningen hittills använts på ett optimalt sätt. Med tanke på att den avfallsdel som har den bästa skyddsförmågan, den s.k. Silon, inte använts i den utsträckning som planerats har SSI funnit skäl till att begära denna utredning. SSI kommer även fortsättningsvis att bevaka användningen av olika förvarsdelar. SKB bör i sin planering beakta att det kan vara olämpligt ur strålskyddssynpunkt att t.ex. "spara" plats i Silon för framtida behov genom att placera avfall som ursprungligen var tänkt att hamna i Silon i en förvarsdel med lägre skyddsegenskaper.

### 8.2.5 LÅNGLIVAT AVFALL

#### Mellanlagring

En betydande andel av de förväntade mängderna långlivat låg- och medelaktivt avfall har redan producerats i Studsvik och i viss mån även vid kärnkraftverken. Ytterligare mängder kan i en nära framtid komma att produceras vid rivning av stängda reaktorer. SSI anser att långtidslagring av avfall i avvaktan på ett slutförvar i möjligaste mån bör undvikas och att SKB därför bör se över skälen till att vänta med ett slutförvar för långlivat avfall tills merparten av alla kraftverk har rivits.

#### Slutförvaring

Långlivat låg- och medelaktivt avfall mellanlagras idag främst vid Studsvik, i Clab och vid kärnkraftverken. I många fall har avfallet segmenterats och förpackats i olika typer av emballage. SSI anser att så länge inget trovärdigt slutförvarskoncept tagits fram är risken stor att detta avfall kommer att behöva omkonditioneras inför deponering, vilket kan leda till onödiga stråldoser i samband med hanteringen. Erfarenheterna från SFR-1 visar att det även kan bli så att avfall på grund av den ursprungliga behållarens egenskaper inte kan deponeras i den, med hänsyn till avfallets egenskaper, lämpligaste förvarsdelen.

Mot bakgrund av detta anser SSI att utformningen av ett slutförvar för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet bör prioriteras i forskningsprogrammet och en sådan prioritering bör framgå av FUD-programmet 2007.

SKB skissade i slutsatserna av den preliminära säkerhetsanalys för SFL 3-5 som presenterades år 1999 på möjliga förbättringar av konceptet [2]. SSI pekade i granskningen av FUD-program 2001 på att SKB borde klargöra vilka av de skisserade möjliga förbättringar av SFL 3-5-systemet som är realiserbara och identifiera vilket ytterligare FoU-behov som finns. Baserat på en sådan analys borde beslut om ytterligare försök i t.ex. Äspö tas. SSI får återigen framföra att det är angeläget att frågan drivs vidare. Med nuvarande ambitionsnivå riskerar SKB hamna i ett läge där det inte längre finns tid att genomföra de försök som behövs.

### **8.3 SSI:s sammanfattande bedömning**

SSI anser att den redovisning som lämnats behöver utvecklas så att det framgår hur tillståndshavarna avser att genomföra avveckling och rivning samt hur man avser att hantera de stora mängderna avfall.

SSI anser att rivning bör ske så snart det är rimligt möjligt efter avslutad drift. Eftersom planeringsförutsättningarna för en utbyggnad av SFR ändras när Barsebäck 2 stängs bör SKB så snart som möjligt redovisa en ny strategi för utbyggnaden.

SSI anser att tillståndshavarna inte bör utesluta möjligheten att anläggningsplatserna kommer att kunna återställas helt och därefter utnyttjas på godtyckligt sätt.

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

## 9 Referenser

### **Kapitel 1 Inledning**

[1] SSI 2004, Remiss om Statens strålskyddsinstituts allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall (SSI FS 1998:1), Statens strålskyddsinstitut, SSI Dnr 2004/3790-26.

[2] SSI 2005, Granskning av SKB:s SR-Can interimrapport: SKI:s och SSI:s bedömning av SKB:s uppdaterade metoder för säkerhetsanalys, SSI-rapport 2005:03, Statens strålskyddsinstitut.

### **Kapitel 2 Beslutsprocessen**

[1] SSI 2004, SSI:s yttrande över SKB:s avgränsningsrapport version 0, 2004-01-29, SSI Dnr 624/3557/03.

[2] SKB 2005, Protokoll över samrådsmöte om system- och säkerhetsanalys, 2005-03-17, dokument-id 1034930.

[3] SKB 2005, Protokoll över samrådsmöte om system- och säkerhetsanalys, 2005-04-01, dokument-id 103734

[4] SSI 2002, SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001. SSI-rapport 2002:03, Statens strålskyddsinstitut

[5] SKB 2003, Preliminär rapport "omfattning, avgränsningar och utredningar för miljökonsekvensbeskrivning (MKB) för inkapslingsanläggning och slutförvar för använt kärnbränsle (version 0), MKB/2003/13-14, Svensk Kärnbränslehantering AB

### **Kapitel 3 SKB:s handlingsplan och inriktning på FUD-programmet**

[1] SSI 2002, SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001. SSI-rapport 2002:03, Statens strålskyddsinstitut.

[2] SKI 2002, SKI:s yttrande över SKB:s redovisning av FUD-program 2001, SKI Rapport 02:9, Statens kärnkraftinspektion.

[3] Regeringsbeslut angående FUD-program 2001, 2002-12-12, nr 7.

[4] SKB 2004, TR-04-11, Interim main report of the safety assesement SR-Can, Svensk Kärnbränslehantering AB.

### **Kapitel 4 Systemanalys och alternativredovisningar**

[1] Proposition till miljöbalken 1997/98:45, del 2, s. 63

[2] Proposition till miljöbalken 1997/98:45, del 1, s. 292

[3] SSI 2002, SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001. SSI-rapport 2002:03, Statens strålskyddsinstitut

[4] Regeringsbeslut angående FUD-program 2001, 2002-12-12, nr 7.

[5] SKB 2004, Anteckningar, Möte med Statens strålskyddsinstitut, 2004-10-29, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[6] SKB 2005, Anteckningar, Möte med Statens strålskyddsinstitut, 2005-03-22 Svensk Kärnbränslehantering AB.

- [7] Regeringsbeslut angående FUD-program 1995, 1996-12-19, nr 25.
- [8] SSI rapport 99:12 SSI, 1999. SKI:s och SSI:s granskning av SKB:s systembeskrivning i FUD-program 98. SSI-rapport 99:12, Statens strålskyddsinstitut.
- [9] SSI 2001. SSI:s granskning av SKB:s komplettering av FUD-98. SSI-rapport 2001:12, Statens strålskyddsinstitut.
- [10] SSI 2004, Remiss om Statens strålskyddsinstituts allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall (SSI FS 1998:1), Statens strålskyddsinstitut, SSI Dnr 2004/3790-26.
- [11] SSI och SKI 1998, SKI:s och SSI:s synpunkter på SKB:s kommande redovisning av system för slutförvaring av använt kärnbränsle, SSI Dnr 6220/1994/97, Statens strålskyddsinstitut.
- [12] SKB 2003, Protokoll daterat 2003-03-28, Samrådsmöte om system och säkerhetsanalys, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [13] SKB 2005, Anteckningar daterade 2005-02-01, Expertmöte med myndigheterna om systemanalys – synopsis, Svensk Kärnbränslehantering AB.

## **Kapitel 5 Teknikutveckling**

- [1] SSI 2001. SSI:s granskning av SKB:s komplettering av FUD-98. SSI-rapport 2001:12, Statens strålskyddsinstitut.
- [2] SSI 2002, SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001. SSI-rapport 2002:03, Statens strålskyddsinstitut.
- [3] Ronneteg, U. Och Moberg, B., Inkapslingsteknik, Lägesrapport 2002, Oförstörande provning, R-03-31 Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [4] Andersson, C-G, Eriksson, P., Westman, M. Och Emilsson, G., 2004, Lägesrapport kapseltillverkning, R-04-14 Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [5] SKB 2004, Elektronstrålesvetsning av kopparlock rapport 2, Statusrapport till 2003-12-31, R-04-29, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [6] Müller, C och Öberg, T, 2004, Strategy for verification and demonstration of the sealing process for canisters for spent fuel, SKB-rapport R-04-56, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [7] SKB 2004, TR-04-11, Interim main report of the safety assessment SR-Can, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [8] SKB 1999, Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [9] SKB 2004, Protokoll daterat 2004-05-28, Expertmöte om inkapslingsanläggningen Dok-id 1025277.
- [10] SKI 2004, EBS – Long term stability of buffer and backfill, Statens kärnkraftinspektion, under tryckning
- [11] SKB 2001, PM daterat 2001-11-15, bilaga till kallelse inför PLU-samrådsmöte nr 1, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [12] SKB 2001, Protokoll daterat 2001-12-06, Samråd om SKB:s platsundersökningar med SKI och SSI, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- [13] SKB 2005, Protokoll daterat 2005-02-03, Samråd om SKB:s platsundersökningar med SKI och SSI, möte nr 8, Svensk Kärnbränslehantering AB.



[14] Fördraget den 25 mars 1957 om upprättandet av Europeiska atomenergigemenskapen (Euratomfördraget) SFS 1994:1501

[15] SSI 2004, Remiss om Statens strålskyddsinstitutets allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall (SSI FS 1998:1), Statens strålskyddsinstitut, SSI Dnr 2004/3790-26.

## **Kapitel 6 Säkerhetsanalys och forskning**

[1] SKB 2004, TR-04-11, Interim main report of the safety assesment SR-Can, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[2] SSI 2005, Granskning av SKB:s SR-Can interimrapport: SKI:s och SSI:s bedömning av SKB:s uppdaterade metoder för säkerhetsanalys, SSI-rapport 2005:03, Statens strålskyddsinstitut.

[3] SKB 2005, Protokoll daterat 2005-03-17, Samrådsmöte System- och säkerhetsanalys Svensk Kärnbränslehantering AB dokument-id 1034930.

[4] SKB 1999, Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerheten efter förslutning, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[5] Neretnieks, I. (1985). Stationary transport of dissolved species in the backfill surrounding a waste canister in fissured rock: some simple analytical solutions. Nuclear Technology. V72, 194-197.

[6] Maul P. (2003). A review of analytical methods used by SKB for performance assessment calculation for a deep repository, QRS-1097d-2, version 1, SKI arbetsmaterial juni 2003.

[7] Håkansson R 1999, Beräkning av nuklidinnehåll, resteffekt, aktivitet samt doshastighet för utbränt kärnbränsle. SKB R-99-74, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[8] Agrenius L 2002. Critically safety calculations of storage canisters. SKB TR-02-17, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[9] SKB 1999, Kriticitetsförhållanden i kapslar för slutförvaring av använt kärnbränsle. SKB R-99-52, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[10] SKB 2004 TR-04-06, Final disposal of fuel - electron radiation outside /the/ copper canister, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[11] SKI 2004, EBS – Long term stability of buffer and backfill, Statens kärnkraftinspektion, under tryckning

[12] SSI, 2002, SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001. SSI-rapport 2002:03, Statens strålskyddsinstitut

[13] Cvetkovic V., Painter S., Outters, N. and Selroos J. O. 2004. Stochastic simulation of radionuclide migration in discretely fractured rock near the Äspö Hard Rock Laboratory. Water Resources Research. V40, W02404.

[14] Follin S, Svensson U, 2003. On the role of mesh discretisation and salinity for the occurrence of local flow cells. Results from a regional-scale groundwater flow model of Östra Götaland. SKB R-03-23, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[15] Holmén J, Stigsson M, Marsic N, Gylling B, 2003. Modelling of groundwater flow and flow paths for a large regional domain in northeast Uppland. A three-dimensional, mathematical modelling of groundwater flows and flow paths on a super-regional scale, for different complexity levels of the flow domain. SKB R-03-24, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[16] SKB 2003, Grundvattnets regionala flödesmönster och sammansättning – betydelse för lokalisering av djupförvaret, SKB R-03-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[17] SSI 2004, SSI:s synpunkter på SKB:s redovisning av grundvattnets regionala flödesmönster och sammansättning, och deras betydelse för lokalisering av ett slutförvar, SSI-PM daterat 2004-08-31. SSI Dnr 2004/780-26.

[18] Holmén J, Forsman J, 2004. Flow of groundwater from great depths in the near surface deposits; modelling of a local domain in northeast Uppland. SKB R-04-31, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[19] SSI 2000, SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport 97 SSI-rapport 2000:17, Statens strålskyddsinstitut.

[20] SSI 2003, SSI:s och SKI:s granskning av SKB:s uppdaterade Slutlig Säkerhetsrapport för SFR 1. SSI-rapport 2003:21, Statens strålskyddsinstitut.

[21] Löfgren A, Lindborg T 2003. A descriptive ecosystem model – a strategy for model development during site investigations. SKB R-03-06, Svensk kärnbränslehantering AB.

[22] SKB 2003. Planning report for the safety assessment SR-Can. SKB TR-03-08, Svensk Kärnbränslehantering AB.

### **Kapitel 7 Platsundersökningar**

[1] SKB 2000, Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[2] SKB 2001, FUD-program 2001, Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, Svensk Kärnbränslehantering AB.

[3] SSI 2002, SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001. SSI-rapport 2002:03, Statens strålskyddsinstitut.

[4] Regeringsbeslut angående komplettering av FUD-program 92, 1995-05-18, nr 11.

[5] Andersson J, et al., 2000. Vilka krav ställer djupförvaret på berget? Geovetenskapliga lämplighetsindikatorer och kriterier för lokalisering och platsutvärdering. SKB R-00-15, Svensk Kärnbränslehantering AB.

### **Kapitel 8 Låg- och medelaktivt avfall**

[1] SSI 2002, SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001. SSI-rapport 2002:03, Statens strålskyddsinstitut.

[2] SKB, 1999. Djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. Preliminär säkerhetsanalys. SKB R-99-59. svensk Kärnbränslehantering AB.