



Avd. för kärnteknik och avfall

Statens kärnkraftinspektion
106 58 STOCKHOLM

YTTRANDE

Datum

2008-05-15

Vår referens

Dnr 2007/2969-26

Ert datum

2007-10-01

Er referens

SKI 2007/1218

SSI:s yttrande över SKB:s Fud-program 2007

Statens kärnkraftinspektion (SKI) överlämnade den 1 oktober 2007 det program för forskning, utveckling och demonstration (Fud-program 2007) som Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) upprättat till Statens strålskyddsinstitut (SSI) för yttrande. Bifogad rapport utgör SSI:s remissyttrande till SKI i ärendet.

Beslut i detta ärende har fattats av avdelningschefen Taina Bäckström. I ärendets handläggning har deltagit projektassistenten Carina Wetzel, verksamhetschefen Johanna Sandwall, t.f. verksamhetschefen Erica Brewitz, myndighetsspecialisterna Björn Dverstorp och Mikael Jensen, strålskyddsinspektören Henrik Efraimsson, utredarna Shulan Xu, Jinsong Liu och Maria Nordén, samt verksamhetsjuristen Tomas Löfgren. Föredragande har varit utredaren Anders Wiebert.

För Statens strålskyddsinstitut

Taina Bäckström

Anders Wiebert

Bilaga: SSI:s yttrande över Fud-program 2007

Kopia: enligt sändlista

Sändlista

Miljödepartementet
SKB
Barsebäck Kraft AB
Ringhals AB
OKG AB
Forsmarks Kraftgrupp AB
Studsvik Nuclear AB
Westinghouse Electric Sweden AB
Ranstad Mineral AB
AB SVAFO
Vattenfall AB

Boverket
Kärnavfallsrådet
Länsstyrelsen i Hallands län
Länsstyrelsen i Kalmar län
Länsstyrelsen i Skåne län
Länsstyrelsen i Södermanlands län
Länsstyrelsen i Uppsala län
Länsstyrelsen i Västmanlands län
Länsstyrelsen i Västra Götalands län

Kävlinge kommun
Nyköpings kommun
Oskarshamns kommun
Skövde kommun
Varbergs kommun
Västerås kommun
Östhammars kommun

Lokala säkerhetsnämnden i Kävlinge kommun
Lokala säkerhetsnämnden vid Forsmarks kärnkraftverk
Lokala säkerhetsnämnden vid Oskarshamns kärnkraftverk
Lokala säkerhetsnämnden vid Ringhals kärnkraftverk
Lokala säkerhetsnämnden vid Studsviks kärntekniska anläggningar

Svenska Naturskyddsföreningen
Greenpeace – Sverige
Folkkampanjen mot kärnkraft och kärnvapen
MKG
Milkas
Miljöförbundet Jordens vänner
Miljövänner för kärnkraft
Föreningen kärnteknik
SERO

SSI:s granskning av SKB:s Fud-program 2007

Innehållsförteckning

<i>SSI:s slutsatser</i>	7
<i>1 Inledning</i>	13
1.1 Ärendet.....	13
1.2 Bakgrund	13
1.3 Utgångspunkter för SSI:s granskning.....	13
<i>2 Beslutsprocessen</i>	15
2.1 Tidsaspekter.....	15
2.2 Fud-processen	16
<i>3 Handlingsplan för kärnbränsleprogrammet</i>	19
3.1 SKB:s redovisning	19
3.2 SSI:s synpunkter	19
<i>4 Synpunkter på säkerhetsanalys och naturvetenskaplig forskning</i>	23
4.1 Metoder för säkerhetsanalys	23
4.2 Biosfär	24
4.3 Bränsleupplösning.....	29
4.4 Risken för kriticitet	30
4.5 Kriterier för mikrobiell aktivitet i bufferten	30
4.6 Mikrobiella processers betydelse för allmän korrosion.....	31
4.7 Korrosion i syrefritt vatten.....	32
4.8 Bufferterosion	33
4.9 Nedträngning av syre.....	34
4.10 Postglaciala skalv och respektavstånd.....	34
<i>5 Alternativet djupa borrhål</i>	37
5.1 Bakgrund	37
5.2 SKB:s redovisning	37
5.3 SSI:s bedömning.....	37
<i>6 LOMA och rivning</i>	39
6.1 SFL – Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall.....	39
6.2 Mellanlager för långlivat avfall.....	41
6.3 SFR	42
6.4 Rivning	44
6.5 Deponering av annat radioaktivt avfall i SKB:s anläggningar	46
<i>7 FUD-program för Ågestareaktorn</i>	49

7.1 SKB:s redovisning	49
7.2 SSI:s bedömning.....	49
8 Samhällsvetenskaplig forskning	51
8.1 Översikt – samhällsvetenskaplig forskning	51
8.2 Socioekonomisk påverkan – samhällsekonomiska effekter.....	51
8.3 Beslutsprocesser	52
8.4 Opinion och attityder – psykosociala effekter	53
8.5 Omvärldsförändringar	53
8.6 Markanvändningsrestriktioner.....	54
Referenser	55

SSI:s förslag till regeringsvillkor

Kärnbränsleprogrammet

SSI anser att de delar av redovisningen som berör kärnbränsleprogrammet är välstrukturerade och att programmet överlag genomförs med höga ambitioner. För vissa kritiska frågor är dock redovisningen i Fud-program 2007 otillräcklig för att SSI ska kunna bedöma om SKB:s program är ändamålsenligt och kan förväntas ge ett tillräckligt underlag för en tillståndsansökan inom 1-2 års tid. SSI anser därför att regeringen bör ålägga SKB att komplettera Fud-program 2007 med en särskild redovisning av program och planer för:

- Modellering av biosfären i kommande säkerhetsredovisning.
- Omhändertagande av myndigheternas synpunkter från granskningen av säkerhetsredovisningen SR-Can.
- Långtidsförsök såväl i Äspölaboratoriet som i ett kommande slutförvar.
- Jämförelse mellan alternativen djupa borrhål och KBS-3.

SSI anser att SKB:s redovisning av dessa frågor lämpligen kan följas upp inom samrådet för platsundersökningsskedet. Frågan om alternativredovisning i en tillståndsansökan kan även behöva tas upp i det pågående MKB-samrådet.

Loma- och rivningsprogrammet

SSI anser inte att den del av redovisningen som berör låg- och medelaktivt avfall (Loma) samt rivningsfrågor uppfyller lagens krav på allsidighet. Redovisningen lever inte heller upp till de förväntningar som anges i regeringens beslut över Fud-program 2004.

SSI föreslår därför att regeringen begär att Fud-program 2007 kompletteras med:

- En samlad redovisning och motivering av den kort- och långsiktiga strategin för omhändertagande av allt kortlivat låg- och medelaktivt radioaktivt avfall från drift, rivning och avveckling av kärnkraftverken med tillhörande anläggningar. Redovisningen bör utgå från det behov av omhändertagande av avfall som kan förväntas med nuvarande planering för fortsatt drift, avveckling och rivning av kärnkraftverken. Av redovisningen bör även framgå vilken flexibilitet som finns för förändringar i de nuvarande planerna.
- Ett program för forsknings- och utvecklingsverksamhet som behövs för att hantera och i ett framtida SFL (slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall) slutförvara avfall som uppkommer under drift, avveckling och rivning av kärnkraftverken samt det övriga långlivade avfall som SKB enligt upprättade avtal har ansvar för att omhänderta. Redovisningen bör klargöra forsknings- och utvecklingsprogrammets utformning med hänsyn till:
 - Behovet av skyddsförmåga vid slutförvaring av avfallet samt utvecklade planer för slutförvarets utformning och det säkerhetskoncept som avses tillämpas.
 - Strategi för lokalisering och uppförande, inklusive möjligheten till stegvis utbyggnad och/eller drifttagande.

- Behov av acceptanskriterier och riktlinjer för konditionering av avfall som redan har uppkommit och avfall som förväntas uppkomma innan slutförvaret tas i drift.
- Behov av mellanlagring av det aktuella avfallet.
- Möjligheter till omhändertagande av annat radioaktivt avfall än det som omfattas av 10 och 12 §§ lagen om kärnteknisk verksamhet (1984:3).
- En fullständig redovisning av reaktorinnehavarnas och SKB:s strategier för att uppfylla 10 och 12 §§ lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet när det gäller avveckling och rivning av kärnkraftverken. Av redovisningen bör planerade åtgärder för dekontaminering, nedmontering, rivning och avfallshantering klargöras, med angivande av tidsplaner och slutmål. Programförklaringen bör göras av den eller de aktörer som i framtiden ska svara för att åtgärderna genomförs.

SSI anser att SKB:s och reaktorinnehavarnas komplettering av dessa frågor bör genomgå förnyat berednings-, remiss- och beslutsförfarande.

Ågestareaktorn

Av lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet framgår det att kraven enligt 10 och 12 §§ även bör omfatta Ågestareaktorn. SSI anser att den redovisning som lämnats av SKB visar att omhändertagande av avfall från denna reaktor inte ingår i SKB:s uppdrag, åtminstone vad gäller det låg- och medelaktiva avfallet. SSI anser därför att regeringen bör begära att reaktorinnehavaren Vattenfall AB redovisar ett program för omhändertagandet av avfall från avveckling och rivning av denna reaktor.

SSI:s slutsatser

SKB:s program för använt kärnbränsle

Beslutsprocessen

SSI har förståelse för att SKB i sin projektplanering har behov av att utgå från en uppskattad tidsåtgång för olika steg i processen. SSI inser det problematiska i att försöka fastställa en sannolik tidsplan för prövningsförfarandet. SSI vill dock framhålla vikten av att SKB bygger sin planering på en välgrundad och realistisk uppskattning av tidsåtgången för prövningsförfarandet. Enligt SSI:s uppfattning är det inte troligt att myndigheternas granskning och det efterföljande prövningsförfarandet kommer att klaras av på två år.

Dessutom behöver berörd(a) kommun(er) få nödvändig tid att dels granska själva ansökan, dels ta del av myndigheternas och miljödomstolens bedömningar och slutsatser från granskningsarbetet.

Fud-processen

SSI konstaterar i detta yttrande att Fud-processen inte alltid har fungerat på ett ändamålsenligt sätt. SSI ger exempel på frågor som SKB och tillståndshavarna för kärnkraftverken, trots upprepade påpekanden från myndigheterna och trots regeringsbeslut, har hanterat på ett otillfredsställande sätt. Detta är i sig bekymmersamt. Eftersom förevarande Fud-redovisning dessutom är den sista innan SKB planerar att välja plats och lämna in en tillståndsansökan är det angeläget att återkopplingen från myndigheternas granskning förbättras. Annars riskeras omfattande kompletteringar av underlaget att behövas med betydande, och onödiga, förseningar av arbetet.

Handlingsplan för kärnbränsleprogrammet

Struktur på SKB:s redovisning

SSI anser att SKB:s handlingsplan ger en bra översikt av SKB:s tidsplaner och planerade arbete i de olika delarna av kärnbränslesprogrammet och att strukturen på redovisningen bör kunna vara användbar för fortsatta redovisningar.

Behov inför tillståndsansökan

Den kommande tillståndsprocessen för ett slutförvar för använt kärnbränsle innebär att viktiga principbeslut rörande såväl metodval som platsval kommer att behöva tas. I samband med detta är det enligt SSI nödvändigt att programmet är moget för att ta nästa steg. Detta innebär att forskningen måste ha kommit så långt att SKB har tillräcklig kunskap om vilka faktorer som är mest avgörande för val av plats och metod, så att bl.a. SSI:s krav på riskbegränsning, bästa möjliga teknik (BAT) och strålskyddsoptimering kan uppnås.

SSI pekar i yttrandet på kvarstående avgörande frågeställningar av betydelse för metod- och platsval som behöver utredas inför tillståndsansökan. Detta gäller forskningsfrågor som buffererosion, betydelsen av hydrologiska och hydrogeokemiska frågor, påverkan av framtida glaciationer genom såväl jordskalv som nedträngning av syresatt vatten samt modelleringen av biosfären.

SSI konstaterar i yttrandet att teknikutvecklingsbehovet för driften av ett slutförvar ännu är stort och att SKB:s redovisade program är vagt på denna punkt. Eftersom de praktiska svårigheterna att faktiskt uppföra ett slutförvar i hög grad kan vara av betydelse för plats-

valet anser SSI att SKB inför tillståndsansökan behöver ha demonstrerat och verifierat att man kan producera och installera lerbarriärerna under de geokemiska förhållanden och det spann av hydrologiska förhållanden som kan förväntas att råda på den valda platsen. Slutliga planer för att demonstrera och verifiera övriga delar av deponeringssekvensen behöver också finnas framtagna till tillståndsansökan.

Djupa borrhål

SSI anser att SKB ytterligare bör utreda konceptet djupa borrhål inför tillståndsansökan för att kunna göra en fördjupad jämförelse med huvudmetoden. Syftet bör vara att kunna bedöma om djupa borrhål är ett utvecklingsbart förvarskoncept och att kunna göra en jämförelse med KBS-3-metoden avseende den långsiktiga skyddsförmågan med beaktande av osäkerheter hos de båda metoderna.

SSI:s synpunkter på säkerhetsanalys och naturvetenskaplig forskning

Metoder för säkerhetsanalys

SSI anser att SKB:s metod för säkerhetsanalys är en bra utgångspunkt för SR-Site. Det finns dock ett antal områden som behöver utvecklas ytterligare. Myndigheternas granskningsrapport av SR-Can bör kunna vara en utgångspunkt för en fortsatt dialog kring dessa frågor inför SR-Site.

Biosfären

I SR-Can tog SKB fram en integrerad landskapsmodell som inkluderar flera ekosystem i successionen av landskapet till följd av landhöjning. Myndigheterna framförde i granskningen av SR-Can att det är bra med en integrerad ansats. Det finns dock svagheter i metodiken som bör åtgärdas inför SR-Site:

- Metodiken ger en effekt av utspädning i dosberäkningarna
- Relevanta transportprocesser har inte inkluderats i modellbeskrivningen
- Valideringen av modellerna mot fältdata är bristfällig
- Det saknas en osäkerhetsanalys

Fud-program 2007 ger inte svar på frågan om SKB:s program tar hand om de svagheter som myndigheterna påtalat i samband med granskningen av SR-Can. Det saknas en tydlig beskrivning av vidareutvecklingen av dosmodeller, t.ex. vilka processer som ska ingå i myr- och sjömodeller. När det gäller modellvalidering är skogsmodellen den enda modell som SKB anger ska valideras. SKB nämner heller inte hur osäkerheter i data och modeller ska hanteras i samband med dosberäkningar.

Eftersom det inte kommer att ske någon ytterligare Fud-redovisning innan SKB planerar att lämna in tillståndsansökan, anser SSI att SKB bör klargöra hur myndigheternas synpunkter på SR-Can och på Fud-program 2007 kommer att omhändertas i det fortsatta biosfärsprogrammet. En sådan redovisning kan lämpligen ske inom det pågående samrådet om platsundersökningsskedet.

Bränsleupplösning

SSI anser att resultaten från SR-Can har gett frågan om bränsleupplösning förnyad aktualitet. Det finns framför allt ett antal frågor kring bränsleupplösningshastigheten som behöver utredas vidare inför tillståndsansökan. Detta gäller:

- Effekter av ökad utbränning.
- Försprödning i bränslet.
- Ökning av pulsutsläppsandelen med tiden.

Kriticitet

Vad det gäller risken för kriticitet konstaterar SSI att de synpunkter som myndigheten framförde i yttrandet över Fud-program 2004 har lyfts in i SKB:s planering, men att det faktiska arbetet återstår att göra. Som en följd av de uppmärksammade erosionsproblemen i SR-Can anser SSI att SKB därutöver bör utreda vad borttransport av buffert- och kapselmateriel kan ha för betydelse för risken för kriticitet. Om en betydande borttransport av kapsel- och buffertmateriel från deponeringshålen sker bör detta rimligen leda till en ökad risk för att en kritiskt säker bränslegeometri inte kan upprätthållas.

Mikrobiella processers betydelse för allmän korrosion

SSI anser att det finns kvarvarande osäkerheter i förståelsen av den mikrobiella aktiviteten i närområdet i slutförvarsmiljön och dess betydelse för kopparkorrosionsprocesser. Programmet bör ta en bredare ansats för att belysa samspelet mellan olika mikrober och de begränsningar som ges av tillgängliga energikällor och näringsämnen. Ändamålet med modelleringen bör vara att ta fram konservativa värden av koncentrationerna av olika korrosionsämnen.

Korrosion i syrefritt vatten

SSI anser att det är alldeles för tidigt att avfärda risken för korrosion i syrefritt vatten och dess påverkan på kapselns integritet. Eftersom processen potentiellt sett kan ha stor betydelse för förvarets funktion bör SKB ta fram ett underlag för att kunna ta ställning till om processen behöver inkluderas i kommande säkerhetsanalyser.

Bufferterrosion

Myndigheterna drog i granskningen av SR-Can slutsatsen att det behövs ett bättre kunskapsunderlag för erosionsprocesser för buffert och återfyllnad. Myndigheterna ansåg att det behövs experiment, en bättre processförståelse och en mera välgrundad modellering inför kommande säkerhetsrapport, SR-Site. SSI bedömer att SKB:s experimentella program är ändamålsenligt. SSI anser dock att SKB behöver fördjupa arbetet kring processförståelsen. Frågan om kemisk bufferterrosion är enbart förknippad med glacialt smältvatten, som endast kan förväntas långt in i framtiden, eller om bufferterrosion även kan inträffa i en tidigare fas av förvarets utveckling bör besvaras. Det behövs även beräkningar av omfattningen av en eventuell erosion av återfyllnaden. SKB bör även analysera konsekvenserna av en omfattande kolloidal transport av bentonit i berget, inkl. påverkan på transport av sorberande radionuklider.

Dessutom anser SSI att SKB bör utreda effekterna av mekanisk erosion av bufferten i kontakt med sprickor i deponeringshållens väggar. Även om processen är långsam kan den vara av betydelse eftersom den fortsätter att pågå efter det att bufferten blivit vattenmättad.

Nedträngning av syre

Som påpekades i myndigheternas gemensamma granskningsrapport av SR-Can finns det fortfarande stora osäkerheter vad gäller syrekonzentration i glacialt smältvatten, tillgänglighet av reducerande kapacitet i berget och reaktionskinetik samt modellering av infiltration av smältvatten. Myndigheterna framförde i granskningen av SR-Can att SKB bör komplettera den stödjande modelleringen med en analys av osäkerheterna i kommande säkerhetsanalys. De nya argument som SKB för fram i Fud-program 2007 är enligt SSI inte tillräckliga för att avfärda betydelsen av glacialt syre.

Postglaciala skalv och respektavstånd

Respektavståndet till sprickzoner och kriterier för val av deponeringshål har potentiellt stor betydelse för ett slutförvars känslighet för postglaciala jordskalv. Fud-program 2007 ger inte en bra helhetsbild av de kritiska osäkerheterna kring bedömningen av skalvens betydelse eller de åtgärder som behöver vidtas för att minimera riskerna för skadlig påverkan på slutförvaret. SSI anser att SKB, utifrån en samlad problembeskrivning, bör härleda och redovisa ett program för fortsatt arbete som belyser utveckling av modeller för att bedöma effekterna av ett jordskalv, metoder för identifiering av sprickor och deformationszoner, ytterligare arbete med diskreta nätverksmodeller samt utveckling av respektavstånd och kriterier.

SKB:s program för låg- och medelaktivt avfall samt rivning

SFL – Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall

SSI anser inte att SKB har redovisat ett program för arbetet med att vidareutveckla utformningen av ett slutförvar för långlivat avfall (SFL) som är godtagbart i förhållande till regeringens beslut över Fud-program 2004. Planerna för kommande Fud-redovisningar är vaga och ofullständiga. SSI bedömer, liksom vid flera tidigare yttranden över SKB:s Fud-redovisningar, att avsaknaden av ett trovärdigt slutförvarskoncept och väl underbyggda riktlinjer och kriterier för avfallens konditionering kan medföra framtida strålskyddsproblem. Redan idag uppkommer i samband med modernisering och effekthöjning av kärnkraftverken avfall som är avsett för SFL. Den konditionering som behöver göras idag kan i framtiden visa sig vara olämplig. Konsekvensen av detta kan bli att slutförvaret måste anpassas till det befintliga avfallet på ett sätt som kan försämra slutförvarets funktion. Alternativt måste avfallet omkonditioneras vilket medför risker för onödiga stråldoser till framtida personal. SSI anser detta väcker frågan om det är acceptabelt från strålskyddssynpunkt att konditionera ytterligare betydande mängder avfall för SFL innan planerna har vidareutvecklats.

SSI anser inte heller att SKB, i enlighet med regeringens beslut över Fud-program 2004, har klargjort skälen att vänta med uppförandet av SFL till år 2045. SSI konstaterar att avsaknad av ett slutförvar leder till att betydande mängder avfall behöver mellanlagras under lång tid. Ett stegvis uppförande för att möjliggöra en tidigareläggning av deponering av befintligt avfall bör därför utvärderas.

SSI anser därför att regeringen bör kräva att redovisningen av Fud-program 2007 bör kompletteras i dessa avseenden.

Mellanlager för långlivat avfall

SSI konstaterar att de tidigare planerna på mellanlagring av SFL-avfall i SFR inte längre är aktuella. Planerna är nu istället att mellanlagra avfall i ett för kärnkraftbolagen gemensamt mellanlager i Oskarshamn (BFA). Eftersom dessa ändringar har tillkommit sent och någon transportbehållare för avfallet inte finns framtagen planerar Forsmark att upprätta ett temporärt mellanlager för avfallet. SSI anser att detta är ytterligare ett exempel som visar på brister i SKB:s framförhållning och deras långsiktiga planering för omhändertagande av avfall samt i samordningen av de olika kärnkraftbolagens strategier för hantering av långlivat avfall. SSI anser att SKB och reaktorinnehavarna bör redovisa vilka avfallsmängder som förväntas, vid vilka tidpunkter avfallet uppstår, hur behovet av mellanlagring kommer att tillgodoses och hur dessa planer kopplar till planerna för uppförande av SFL.

SFR

SSI ser positivt på att SKB inlett arbetet med att bygga ut SFR. SSI har tidigare framfört att SKB i en tillståndsansökan behöver motivera både val av plats och metod i enlighet med kraven i myndighetens föreskrifter. Som en viktig del i detta underlag behöver SKB visa att en lokalisering vid det befintliga slutförvaret är den mest ändamålsenliga med utgångspunkt från det långsiktiga strålskyddet och med hänsyn tagen till ekonomiska och samhälleliga faktorer.

SSI anser att SKB inte har redovisat tillräckligt underlag till sina ställningstaganden kring förutsättningarna att deponera rivningsavfall i det befintliga SFR.

Rivning

SSI måste återigen konstatera att Fud-redovisningen inte innehåller ett allsidigt och fullständigt program för de åtgärder som krävs för att avveckla och riva kärnkraftverken. I redovisningen saknas även denna gång en redovisning av reaktorinnehavarnas egna planer för rivning och omhändertagande av allt uppkommet avfall.

För de frågor som ligger utanför SKB:s åtagande gentemot reaktorinnehavarna bör en redovisning lämnas separat av varje enskild reaktorinnehavare. SSI anser därför att regeringen bör kräva att redovisningen kompletteras i detta avseende.

Ågestareaktorn

Av lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet framgår det att kraven enligt 10 och 12 §§ även bör omfatta Ågestareaktorn. SSI anser att den redovisning som lämnats av SKB visar att omhändertagande av avfall från denna reaktor inte ingår i SKB:s uppdrag, åtminstone vad gäller det låg- och medelaktiva avfallet. SSI anser därför att regeringen bör begära att reaktorinnehavaren Vattenfall AB redovisar ett program för omhändertagandet av avfall från avveckling och rivning av denna reaktor.

1 Inledning

1.1 Ärendet

Tillståndshavarna för kärnkraftverken ska, enligt kärntekniklagen (1984:3) och kärnteknikförordningen (1984:14), vart tredje år redovisa ett program för de åtgärder, inklusive forsknings- och utvecklingsverksamhet, som krävs för att hantera och slutförvara kärnavfall som verksamheten ger upphov till samt avveckla och riva stängda anläggningar. Programmet ska dels innehålla en översikt över samtliga åtgärder som kan bli behövliga och dels närmare ange de åtgärder som avses bli vidtagna inom en tidrymd om minst sex år.

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har på uppdrag av kärnkraftbolagen lämnat in det nu aktuella programmet, Fud-program 2007, till Statens kärnkraftinspektion (SKI), som bett SSI att yttra sig över redovisningen. I denna rapport redovisas SSI:s granskning och bedömning av SKB:s redovisning. 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 2007 är det åttonde Fud-program som SKB redovisar sedan 1986. Dessutom har SKB, på regeringens begäran, redovisat kompletteringar av programmet vid två tillfällen. Redovisningen av Fud-programmen är en viktig del av granskningen och utvärderingen av SKB:s verksamhet eftersom det ger ett flertal aktörer och intressenter möjlighet till insyn i och kontroll av SKB:s arbete.

SKB har nu väsentligen slutfört platsundersökningarna i Oskarshamns och Östhammars kommuner. En ansökan enligt kärntekniklagen om att få uppföra en inkapslingsanläggning i anslutning till det centrala lagret för använt bränsle i Oskarshamn (Clab) inlämnades i slutet av 2006. SKB planerar att i slutet av 2009 lämna in en ansökan enligt kärntekniklagen om att få bygga slutförvaret och en ansökan enligt miljöbalken för slutförvarssystemet.

Ett utökat samråd enligt miljöbalken (1998:808) har pågått 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 under platsundersökningsskedet mellan SKB, SSI och SKI i enlighet med regeringsbeslut över tidigare Fud-redovisningar.

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 strålskydds krav som ställs på slutförvaret. SKB måste i kommande ansökningar om ett slutförvar redovisa hur dessa krav uppfylls. SSI har i allmänna råd (SSI FS 2005:5) utvecklat föreskrifternas krav och beskriver där hur kraven bör uppfyllas. 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 vara uppfyllda vid kommande ansökningar behöver SSI ha en bred kunskap om hela KBS-3-systemet, för att bl.a. kunna bedöma om kraven på bästa möjliga teknik och optimering uppfylls och om SSI:s riskkriterium för skyddet av människans hälsa uppfylls. För att bedöma detta behöver SSI 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 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 ovan nämnda föreskrifterna reglerar SSI även frågor om utsläpp vid drift av slutförvarsanläggningar (dvs vid hantering och deponering av avfall), om dokumentation av avfallet, om arkivering samt om skydd av personal mot strålning. För en fullständig översikt hänvisas till SSI:s föreskriftssamling, SSI FS, som finns tillgänglig på webbplatsen www.ssi.se.

SSI har, tillsammans med SKI, under våren 2008 avslutat granskningen av SKB:s säkerhetsredovisning SR-Can. Granskningen [1] har skett inom ovan angivna samråd under platsundersökningsskedet och är inte kopplad till SKB:s tillståndsansökan om inkapslingsanläggning. Granskningen av SR-Can har utgjort en viktig utgångspunkt för SSI:s granskning av föreliggande Fud-program. Det är avgörande för programmets fortsatta utveckling att SKB på ett ändamålsenligt sätt återkopplar till behovet av forsknings- och utvecklingsinsatser från de kritiska frågeställningar som säkerhetsanalysen identifierat.

SSI konstaterar i detta yttrande att Fud-processen inte alltid har fungerat på ett ändamålsenligt sätt. SSI ger exempel på frågor som SKB och tillståndshavarna för kärnkraftverken, trots upprepade påpekanden, har hanterat på ett otillfredsställande sätt. Detta är i sig bekymmersamt. Eftersom förevarande Fud-program dessutom är det sista innan SKB planerar att välja plats och lämna in en tillståndsansökan för ett slutförvar för använt bränsle är det mycket angeläget att återkopplingen från myndigheternas granskning förbättras. Detta för att undvika omfattande kompletteringar av underlaget, med betydande, och onödiga, förseningar av arbetet.

År 2006 beslutade regeringen att SSI och SKI ska sammanläggas till en ny myndighet, Strålsäkerhetsmyndigheten. Arbetet inför sammanläggningen, som ska ske den 1 juli 2008 går i en allt intensivare takt och har tagit i anspråk såväl personella som finansiella resurser på myndigheten. Arbetet med sammanläggningen, kombinerat med att den operativa tillsynen av SKB:s anläggningar i drift har varit intensiv under perioden, har lett till att mindre resurser kunnat avsättas till SSI:s granskning av föreliggande Fud-program. SSI har därför valt att göra en mer fokuserad granskning än tidigare. Fokus har särskilt lagts på hur SKB och reaktorinnehavarna i Fud-program 2007 har:

- Omhändertagit SSI:s synpunkter och regeringens beslut över Fud-program 2004.
- Omhändertagit erfarenheterna från säkerhetsredovisningen SR-Can.
- Följt upp frågeställningar som diskuterats i andra sammanhang, t.ex. miljödomstolsförhandlingarna kring avvecklingen av Barsebäcks kärnkraftverk och Kärnavfallsrådets (f.d. Kasam) seminarium om djupa borrhål.

2 Beslutsprocessen

2.1 Tidsaspekter

2.1.1 SKB:s redovisning

I kap. 1.6 anger SKB ett antal förutsättningar för att "huvudtidsplanen" ska kunna hållas, bl.a. att man får tillåtlighets- och tillståndsbeslut *inom två år* från det att ansökan lämnats in. I kap. 2.1 konstaterar SKB att man har begränsade möjligheter att styra tiden från det att ansökan enligt miljöbalken lämnats in till dess att tillståndet meddelats, men uppskattar periodens längd till *minst två år*.

Oavsett divergensen i den uppskattade tidsåtgången som SKB redogör för i själva texten (inom resp. minst två år) framgår det av figurerna 1-12 och 2-1 att bolaget bygger sin tidsplanering på att ansökan inte tar mer än två år att granska och besluta om.

SKB pekar själva på att den beräknade tidsåtgången bygger på ett antal viktiga förutsättningar infrias; att inkapslingsanläggningen kan lokaliseras till Clab, att inga oväntade tekniska svårigheter visar sig och att beslut inte överklagas. I kap. 7 beskriver SKB vidare huvuddragen i tillståndsprövningsprocessen och konstaterar att det är frågan om en omfattande process.

2.1.2 SSI:s bedömning

SSI har förståelse för att SKB i sin projektplanering har behov av att utgå från en uppskattad tidsåtgång för olika steg i processen och inser det problematiska i att försöka fastställa en sannolik tidsplan för prövningsförfarandet. SSI vill dock framhålla vikten av att SKB bygger sin planering på en välgrundad och realistisk uppskattning av tidsåtgången för myndigheternas granskning och det efterföljande prövningsförfarandet. Enligt SSI:s uppfattning är det inte troligt – inte minst beaktande de förutsättningar som SKB själva anger ovan – att prövningsförfarandet skulle kunna klaras av på två år. Prövningen av ett slutförvarssystem är unik. De enda exempel på mer komplexa prövningar av kärnteknisk verksamhet, som i någon mening kan jämföras med denna fråga, är miljöprövningarna av Ringhals AB och OKG AB. Det kan konstateras att prövningen av Ringhals AB – från det att ansökan lämnades in till dess att den meddelades – tog drygt tre år. Miljöprövningen av OKG tog knappt två år att genomföra. Den kortare tiden kan möjligen förklaras av att man kunde utnyttja de erfarenheter som gjordes i Ringhalsfallet. Det bör påpekas att i bägge dessa fall aktualiserades inte reglerna i 17 kap. 6 § miljöbalken om godkännande av kommunfullmäktige i de berörda kommunerna (kommunal vetorätt).

Enligt SSI:s uppfattning måste SKB räkna med en betydligt längre tid än två år för genomförandet av prövningsförfarandet. Inte minst med hänsyn till att berörd(a) kommun(er) ska få nödvändig tid att dels granska själva ansökan, dels ta del av myndigheternas och miljödomstolens bedömningar och slutsatser från granskningsarbetet.

Vilka övriga konsekvenser SKB:s snävt tilltagna tidsplanering har för kärnbränsleprogrammet om planeringen inte håller är svårt att med säkerhet säga. Perioden "uppförande och driftsättning" – som enligt planeringen ska pågå i 8-9 år – kan visa sig vara antingen en överskattning men också en underskattning av den egentliga tidsåtgången. Om den

perioden visar sig vara en underskattning av den faktiska tidsåtgången kan programmet hamna ordentligt efter huvudtidplanen. En effekt av detta kan vara att lagringskapaciteten vid Clab inte kommer att räcka till.

SSI anser att SKB måste använda sig av en betydligt mer realistisk tidsplanering för kärnbränsleprogrammet. Det kan t.ex. ske genom att redovisa troliga tidsspann för de olika delarna i programmet. Det klargörs då vilka effekter en mer utdragen process kan leda till längre fram, t.ex. behov av utbyggnad av Clab.

2.2 Fud-processen

Kravet på reaktorinnehavarna att upprätta ett program för den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet enligt 12 § kärntekniklagen är centralt för både den ansvarsfördelning som Sverige har valt att ha, men också för att en faktisk forskning och utveckling ska ske i kärnavfallsprogrammet. På det sätt som lagstiftaren reglerat denna fråga innebär det att samhället får en möjlighet till insyn och kontroll över forskningen och utvecklingen.

Det framhålls i förarbetena till reglerna att det är reaktorinnehavarna som själva ska svara för forsknings- och utvecklingsverksamheten och att en styrning av verksamheten i detalj genom villkor inte bör förekomma. Regeringen har dock möjlighet att uppställa villkor för denna verksamhet. I villkoren kan t.ex. anges att ett upprättat program måste kompletteras på visst angivet sätt. Av 26 § kärnteknikförordningen följer att granskande myndigheter ska utvärdera programmet rörande den planerade forsknings- och utvecklingsverksamheten, redovisade forskningsresultat, alternativa hanterings- och förvaringsmetoder och de åtgärder som avses bli vidtagna. Trovärdigheten i denna process bygger således på att SKB bedriver ett relevant forsknings- och utvecklingsprogram, att myndigheterna genomför en oberoende granskning av detta och slutligen att krav på förtydliganden och bättre redovisningar leder till att sådana faktiskt lämnas av SKB.

Är SKB:s återkoppling bristfällig från myndigheternas synpunkter, eller från regeringens beslut och villkor för det fortsatta Fud-programmet anser SSI att det finns risk för att trovärdigheten i Fud-instrumentet kan skadas. SSI anser att så varit fallet. Nedan anges några centrala frågor där, enligt SSI:s uppfattning, SKB inte förbättrat eller förtydligat sin Fud-redovisning trots att detta uttryckligen begärts av myndigheterna och regeringen.

- SSI har i återkommande yttranden över inlämnade Fud-program [1, 2] pekat på att redovisningarna är ofullständiga med avseende på strategin för rivningen av de kärntekniska anläggningarna och omhändertagandet av de stora mängder lågaktivt avfall som *inte* kommer att slutförvaras i SKB:s anläggningar. SSI konstaterar även i detta yttrande att redovisningarna inte uppfyller lagens krav på allsidighet eftersom reaktorinnehavarnas egna planer och strategier för rivning och omhändertagande av allt uppkommet avfall väsentligen saknas.
- I regeringens beslut över Fud-program 2004 uttalade regeringen att man delar SSI:s och SKI:s bedömning att SKB:s redovisning av utformningen av ett slutförvar för det långlivade låg- och medelaktiva avfallet måste förtydligas i Fud-program 2007. Vidare ansåg regeringen i likhet med myndigheterna att SKB skulle se över skälen till att vänta med ett slutförvar för långlivat avfall tills merparten av alla kraftverk har rivits. Som SSI har kunnat konstatera i granskningen

av Fud-program 2007 har SKB varken förtydligat sin redovisning av utformningen av ett sådant förvar, eller angivit några ytterligare skäl för att avvakta med genomförandet av detta.

- I granskningen av SKB:s val av platser för platsundersökningar (i den s.k. Fud-K) pekade SSI på att vissa hydrologiska och hydrokemiska frågor behöver utredas närmare innan SKB gör sitt slutliga platsval. Regeringen tog fasta på dessa synpunkter i beslutet över Fud-K [3]. Uppföljningen av dessa frågor har dock inte prioriterats av SKB. SSI tvingades begära in kompletterande redovisningar hösten 2004 [4]. Som framfördes i SSI:s granskning [5] av SKB:s senaste redovisning från 2006 återstår ännu för SKB att slutligt utvärdera betydelsen av dessa frågor. Genom denna fördröjning har de praktiska möjligheterna för SKB att ta hänsyn till resultaten och eventuellt revidera sitt val av platser för platsundersökningar påtagligt försvårats.

3 Handlingsplan för kärnbränsleprogrammet

Det framgår av 12 § kärntekniklagen (1984:3) att den som har tillstånd att inneha eller att driva en kärnkraftsreaktor ska upprätta ett program för den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamheten 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 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 redovisning

SKB redovisar i del I i Fud-program 2007 en handlingsplan för det fortsatta kärnavfallsprogrammet, detta såväl för bränsleprogrammet som för Loma-programmet. Utifrån behovet av tekniska utvecklingsinsatser och lagstiftningskrav har SKB identifierat ett antal viktiga milstolpar för respektive program.

För kärnbränsleprogrammet är redovisningen strukturerad med utgångspunkt från det stegvisa genomförandet. Handlingsplanen beskriver vilka aktiviteter som planeras inför kommande tillståndsansökningar och hur de olika aktiviteterna kopplar till varandra.

Handlingsplanen för Loma-programmet kommenteras i kapitel 6.

3.2 SSI:s synpunkter

3.2.1 Struktur på SKB:s redovisning

SSI anser att SKB:s handlingsplan ger en bra översikt av SKB:s tidsplaner och planerade arbete i de olika delarna av kärnbränsleprogrammet. SSI bedömer att föreliggande redovisningsstruktur, jämfört med tidigare, ger en tydligare koppling mellan programmets olika delar, åtminstone på en principiell nivå. Strukturen på SKB:s redovisning bör därför kunna vara användbar för fortsatta redovisningar.

I yttrandet över Fud-program 2004 framförde SSI att SKB:s redovisning saknade en diskussion om prioriteringen av forskningsprogrammet. SSI anser att denna brist kvarstår i förevarande redovisning. SSI bedömer att kapitel 19 i högre grad borde ha innehållit en övergripande diskussion utifrån säkerhetsanalysens resultat och kritiska forskningsfrågor som i sin tur refererar till forskningsprogrammet för enskilda processer i tabell 19.1. Det sätt som kopplade forskningsfrågor splittrats upp mellan enskilda processbeskrivningar gör det svårt att få en överblick och bedöma om de planerade insatserna är tillräckliga. Detta gäller t.ex. betydelsen av infiltrerande syresatt glacialt smältvatten och forskningsfrågor kopplade till postglaciala jordskalv. SSI anser vidare att det är en brist att SKB ännu inte har integrerat biosfärsfrågorna i den samlade utvärderingen av forskningsbehoven i kapitel 19.

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 en analys av hur slutförvarets initialtillstånd beror på utformningen och driften av såväl inkapslingsanläggningen

och transportsystemet som slutförvaret. Kunskaper om osäkerheter/avvikelser från det initiala tillståndet hos slutförvarets olika komponenter behöver redovisas och är ett viktigt underlag för säkerhetsanalysen. SSI bedömer att de produktionslinjerapporter som SKB håller på att ta fram kan fylla detta syfte. Strukturen bör därför kunna ligga till grund för det fortsatta arbetet.

SSI bedömer att det är positivt att frågor rörande teknikutvecklingen i Fud-program 2007 fått en tydligare belysning. Redovisningen av teknik- och driftsrelaterade frågor är dock fortfarande kortfattad och preliminär. Det pekar på att det ännu återstår mycket utvecklingsarbete för SKB att genomföra.

3.2.2 Behov inför tillståndsansökan och drifttagande

Den kommande tillståndsprövningsprocessen för ett slutförvar för använt kärnbränsle innebär att viktiga principbeslut rörande såväl metodval som platsval kommer att behöva göras. I samband med detta är det enligt SSI nödvändigt att programmet är moget för att ta nästa steg. Detta innebär att forskningen och teknikutvecklingen måste ha kommit så långt att SKB har tillräcklig kunskap om vilka faktorer som är mest avgörande för val av plats och metod, så att bl.a. SSI:s krav på bästa möjliga teknik (BAT) och strålskyddsoptimering kan uppnås. Ett fullständigt beslutsunderlag är också en förutsättning för att det ska bli en effektiv tillståndsprövningsprocess utan omfattande behov av kompletteringar. Nedan ger SSI ett urval av kritiska frågor vars betydelse behöver klargöras inför kommande milstolpar.

3.2.2.1 Forskningsbehov till tillståndsansökan

Den nyligen genomförda granskningen av säkerhetsrapporten SR-Can visar att det finns forskningsfrågor med avgörande betydelse för det långsiktiga strålskyddet, som behöver utredas inför tillståndsansökan, t.ex.:

- Modellering av biosfären.
- Bufferterrosion – betydelsen av kemisk och mekanisk bufferterrosion.
- Syresatt grundvatten – utförligare analys av än den som utgjorde underlag till SR-Can.
- Klargöra betydelsen av mikrober för produktion av korrosionsämnen.
- Betydelse av framtida jordskalv – robust/alternativ ansats behövs för att modellera konsekvenser för slutförvaret och kriterier för respektavstånd av ett jordskalv.
- Jordskalvsfrekvens – en kompletterande utvärdering av de antaganden som utgjorde underlag till SR-Can.

Utöver dessa frågor återstår även för SKB att genomföra en slutlig utvärdering av betydelsen av hydrogeokemiska och hydrologiska frågor som kvarstår sedan val av plats för platsundersökningar, se SSI PM daterat den 31 augusti 2004 [1] samt SSI rapport 2007:11 [2]. Se även avsnitt 2.3 i detta yttrande.

3.2.2.2 Teknikutvecklingsbehov till tillståndsansökan och drifttagande

Demonstration av deponeringssekvens

Inför tillståndsansökan behöver SKB göra troligt att det inte återstår rent praktiska frågetecken av principiell karaktär kring möjligheten att bygga och driva ett slutförvarssystem av KBS-3-typ. Ännu finns det en rad svårigheter och oklarheter förknippade med installationen av kapsel, buffert, återfyllnad och pluggar i slutförvaret. Av dessa bedömer SSI att svårigheterna att säkerställa installationen av lerbarriärerna kan vara särskilt svårbemästrade och kritiska för KBS-3-metoden. Exempelvis kan lera eroderas bort från buffert och återfyllnad under installationsfasen vilket kan leda till att ställda krav på barriärerna inte kan uppfyllas. Svårigheterna bedöms i hög grad kunna påverkas av de hydrologiska förhållanden som råder på den plats som väljs för att uppföra slutförvaret. Inför tillståndsansökan behöver SKB därför demonstrera (inte nödvändigtvis i full-skala) att man kan hantera buffert, återfyllnad och installation av pluggar med den spännvidd av framförallt hydrologiska förhållanden och geokemiska förhållanden som kan förväntas råda på den valda platsen. Inför drifttagande av slutförvaret anser SSI att SKB behöver demonstrera att man kan hantera samtliga steg i deponeringsprocessen i en sekvens (generalrepetition). Slutliga planer för demonstration och verifiering av deponeringssekvensen behöver därför vidareutvecklas till tillståndsansökan.

Demonstration på Äspö respektive vid slutförvaret

SSI har inga invändningar mot att den huvudsakliga utveckling och verifiering av metoder för deponeringen sker vid Äspö-laboratoriet under förutsättning att de komponenter, metoder och rutiner som används är de som SKB senare avser att tillämpa vid den faktiska driften. Ytterligare provning kommer att ske i de olika slutförvarsanläggningarna när de har uppförts. När dessa samfunktionsprovningar visat att systemen fungerar som avsett kommer SKB att lämna in en ansökan om provdrift. SSI anser att SKB behöver utveckla och klargöra vilka typer av tester som man avser att genomföra och vilka frågeställningar som avses belysas i samband med samfunktionsprovningen under driftsättningsskedet. SKB behöver även klargöra hur dessa relaterar till den utveckling och verifiering av systemet som man avser att genomföra vid Äspö.

Kriterier för val av deponeringsposition

Resultaten från SR-Can visar att kriterier för val av deponeringspositioner har ett mycket stort genomslag på analysen av förvarets långsiktiga funktion. SSI bedömer att återkopplingen från SR-Can till det fortsatta forskningsprogrammet är otillräckligt redovisad för denna fråga. SKB anger endast att metoder ska utvecklas för att bestämma inflödets storlek i borrhåll deponeringshål, detta för att utgöra en grund för att bestämma om ett deponeringshål ska förkastas eller godkännas. Det saknas dock ett tydligt program för att vidareutveckla kriterierna för vilka deponeringshål som kan accepteras.

3.2.2.3 Långtidsförsök

SSI har i tidigare yttranden över SKB:s Fud-redovisningar pekat på behovet av en samlad diskussion om behovet av långtidsförsök. SSI har tidigare ifrågasatt SKB:s planer att avsluta försöken i Äspö vid den tidpunkt då den reguljära driften av slutförvaret inleds. SSI bedömde att SKB på ett tydligare sätt behövde motivera detta beslut samt att dessutom utreda möjligheten att göra ytterligare långtidsförsök under den flera decennier långa driftperioden i det faktiska slutförvaret.

SSI noterar att SKB överväger någon form av ytterligare Prototypförvar, men redovisar i övrigt inga detaljer eller en analys av behoven. Planerna för Äspö-laboratoriet är vaga ("..laboratoriet ska vara i drift under en lång tid framöver") och frågan om långtidsförsök i slutförvaret adresseras inte.

Med tanke på återstående frågor kring buffertens och återfyllnadens funktioner anser SSI att SKB borde ha redovisat en analys av tillräckligheten i pågående försök. SSI anser att SKB behöver klargöra vilka försök som behövs, vilket syfte som de olika försöken avser att tillgodose samt ta fram en planering för deras genomförande.

4 Synpunkter på säkerhetsanalys och naturvetenskaplig forskning

4.1 Metoder för säkerhetsanalys

4.1.1 SKB:s redovisning

SKB redovisar i Fud-program 2007 en kort sammanfattning av den metodik för säkerhetsanalys som använts i den senaste säkerhetsredovisningen, SR-Can [1]. Programmet för det fortsatta arbetet är i stort sett detsamma som redovisades i SR-Can-rapporten.

4.1.2 SSI:s bedömning

SSI har tillsammans med SKI nyligen granskat SKB:s senaste säkerhetsredovisning för kärnbränsleförvar vid Laxemar respektive Forsmark [2]. Myndigheterna framförde då att SKB:s 10-steps-metodik, som användes i SR-Can i huvudsak, är en bra utgångspunkt för att ta fram den säkerhetsredovisning som ska bifogas tillståndsansökan för ett slutförvar. Myndigheterna pekar dock på att metodik bör vidareutvecklas på flera punkter, t.ex:

- De valda och delvis nyutvecklade metoderna för säkerhetsanalysen bör motiveras och förklaras på ett mera samlat sätt.
- Fullständighet i säkerhetsfunktionerna bör ses över. Valda kriterier för funktionsindikatorer bör motiveras bättre.
- Fullständighet i valet av scenarier bör utvärderas ytterligare, t.ex. med hänsyn till tidigt uteslutna FEP och kombinationer av FEP.
- Osäkerhets- och känslighetsanalyser bör genomföras på ett mer systematiskt sätt samt kopplas till en utvärdering av optimering och bästa möjliga teknik.
- Hantering av utspädning och representation av vissa transportprocesser bör förbättras i beräkningarna av dos och risk.
- SKB bör utveckla och implementera fullständiga rutiner för kvalitetssäkring av alla delar av säkerhetsanalysen i god tid inför SR-Site. Det antagna initialtillståndet hos slutförvaret bör underbyggas bättre med beskrivningar av kvalitetsrutiner för tillverkning och provning av förvarskomponenter.

Fud-program 2007 ger inte svar på frågan om SKB har ett tillräckligt program för att ta om hand synpunkterna från granskningen av SR-Can (vilket förklaras av att myndigheternas granskningsrapport publicerades efter det att Fud-program 2007 färdigställdes). SSI har dock förstått att SKB påbörjat arbetet med att hantera granskningssynpunkterna på SR-Can. Med tanke på att detta är den sista Fud-granskningen innan SKB:s planerade tillståndsansökan anser SSI att SKB särskilt bör redovisa sitt program för metodutveckling av säkerhetsanalys inom det pågående samrådet för platsundersökningsskedet.

4.2 Biosfär

4.2.1 Inledande kommentarer

SKB anger att en av de viktigaste insatserna för biosfärsforskningsprogrammet är att uppnå tillräcklig förståelse för processer och fenomen för att kunna förenkla och göra numeriska modeller som behövs för dosberäkningar. SSI:s bedömningar nedan berör framförallt modeller för dosberäkningar i säkerhetsanalysen.

I SR-Can tog SKB fram en integrerad landskapsmodell som inkluderar flera ekosystem i successionen av landskapet till följd av landhöjningen. I granskningen ansåg myndigheterna att denna metodik är ett framsteg i utvecklingen av riskanalysen, men det finns en rad brister i metodiken, vilka behöver åtgärdas om den ska användas i SR-Site [2]:

- Metodiken ger en effekt av utspädning i dosberäkningarna.
- Relevanta transportprocesser har inte inkluderats i modellbeskrivningen.
- Valideringen av modellerna mot fältdata är bristfällig.
- Det saknas en osäkerhetsanalys.

SSI är medvetet om att SKB inte i Fud-program 2007 har kunnat ta hänsyn till de kommentarer om biosfären som finns i myndigheternas granskning av SR-Can. SSI återkommer trots det ofta till dessa kommentarer. Dels därför att SR-Can visar hur SKB använder kunskap från biosfärsprogrammet i en säkerhetsanalys och dels därför att den enligt SKB:s planering är den sista säkerhetsanalysen innan ansökan. SSI anser att det är viktigt att SKB klargör hur myndigheternas synpunkter på SR-Can och på Fud-program 2007 kommer att omhändertas i det fortsatta biosfärsprogrammet.

Nedan ges mer detaljerade synpunkter under rubriker som återfinns i avsnitt 27 Biosfär i Fud-program 2007.

4.2.2 Förståelse och konceptuella modeller

SKB:s redovisning

SKB anger i inledningen att utvecklingen av processbaserade modeller bedöms vara en framkomlig väg att demonstrera förståelse, samtidigt som dessa modeller ger numeriska resultat som kan användas i säkerhetsanalysen. SKB har vidareutvecklat landskapsmodellen genom att sammanbinda ekosystemmodellerna i tid och rum. Organiskt kol används som bas för att beräkna ett ekosystems produktion, en människas årliga födointag och hur många människor ett ekosystem kan försörja.

Med syfte att effektivt kommunicera nyvunnen kunskap och förståelse mellan utförare av platsundersökningar och platsanalys till forskning och säkerhetsanalys har SKB etablerat nätverket SurfaceNet. I nätverket ingår ett brett urval av representanter från olika ämnesområden som har betydelse för ytnära ekosystem.

SSI:s bedömning

SSI anser generellt att terminologin försvårar förståelsen av SKB:s beskrivning av biosfären i Fud-program 2007. Till exempel finns det många olika namn för modeller; ekosystemmodell, radionuklidmodell, dosmodell, biosfärmodell, processbaserad modell och

mekanistisk modell. SSI antar att begreppen processbaserad modell och mekanistisk modell är synonymer för de modeller som beskriver detaljerade processer i ekosystem i olika referenser till SR-Can t.ex. kolflödesmodellen eller Coupmodellen. De övriga modellnamnen förutsätts referera till de modeller som används i säkerhetsanalysen.

Som nämnts i en tidigare Fud granskning [3] anser SSI att det är en brist att det saknas en samlad beskrivning av processer som är relevanta för att ta fram de modeller som används för att beräkna doser i säkerhetsanalysen. Denna brist försvårade även myndigheternas granskning av SR-Can.

I SR-Can har myndigheterna granskat SKB:s landskapsmodell och detaljerna kan hittas i [2]. SSI ser positivt på att SKB utvecklat en integrerad modell för att beskriva radionuklidens spridning i miljön. Det finns dock många frågor kring tillämpningen av denna modell i säkerhetsanalysen. SSI framförde bl.a. att det är svårt att se kopplingen mellan landskapsmodellen och de processbaserade modellerna. De radionuklidtransportmodeller som ingår i landskapsmodellen är i stort sett desamma som de som användes i SR-97 och speglar således inte den uppdaterade processförståelse som erhållits de senaste tio åren.

SSI ser positivt på att SKB har skapat nätverket SurfaceNet som kan bidra till bättre processförståelse och helhetssyn på ytnära ekosystem.

4.2.3 Modellutveckling

SKB:s redovisning

SKB har utvecklat verktyget Pandora som ersätter de tidigare verktygen Biopath och Prism. Pandora har anpassats till det probabilistiska verktyget Eikos för att enkelt kunna göra probabilistiska beräkningar. SR-Can var den första säkerhetsanalys i vilken Pandora tillämpades. SKB anger att fördelen med Pandora är att processbaserade modeller kan användas. Vidare anger SKB som brister i de modeller som används i Biopath och Prism för tidigare säkerhetsanalyser, t.ex. SR-97 och SAFE, att de i huvudsak baseras på generiska överföringsfaktorer (eller transfer- och bioackumulationsfaktorer). SKB menar också att överföringsfaktorerna i många fall baseras på empiriska data och saknar en mekanistisk förklaringsgrund. SKB anger att användningen av processbaserade modeller löser en del av dessa problem eftersom överföringen mellan reservoarer blir, förutom via vattenflödena, baserad på naturliga processer som till exempel fotosyntes, nedbrytning, födo-intag, metabolism och näringsbehov.

SSI:s bedömning

SSI ser positivt på att SKB har utvecklat avancerade numeriska verktyg som kan lösa stora och komplexa modeller. Men SSI vill framhålla vikten av att de numeriska verktygen kvalitetssäkras. SSI:s bild av SKB:s modellutveckling är att SKB parallellt arbetar med landskapsmodellen och de processbaserade modellerna. SSI anser att beskrivningen av kopplingen mellan de processbaserade modellerna och landskapsmodellen är otydlig.

En annan oklarhet är i vilken utsträckning SKB tar hänsyn till radionuklidens fysikaliska och kemiska egenskaper i utvärderingen av flödesvägar och fördelning inom olika ekosystem. SKB anger att flöden baseras på omsättningen av organiskt material och till dessa flöden associeras proportionella flöden av radioaktiva ämnen samt att modellerna är generella för alla radionuklider. Det anges ingen referens till detta antagande. SSI anser att

SKB bör redogöra för hur radionuklider som helt eller delvis inte följer samma flödesvägar som organiskt material beaktas.

4.2.4 Transportprocesser

SKB:s redovisning

SKB anger att "Transportprocesserna avgör vilka ekosystem och organismer som kommer att utsättas för radionuklider samt hur stor utspädningen blir. I säkerhetsanalysen utgör transportprocesserna en väsentlig del av beräkningarna. Den viktigaste av de variabler som är relaterade till transportprocesser är vattenomsättningen." Vidare anger SKB att den preliminära känslighetsanalysen av LDF visar att topografin har stor betydelse och konstaterar att det är positivt från modelleringssynpunkt att doserna påverkas av relativt lätt förutsägbara egenskaper som topografi.

Olika modeller har använts för att studera transportprocesser. Förenklade Gis-modeller har jämförts med olika typer av mer avancerade hydrologiska modeller i Gis eller i speciella verktyg som Mike She och Shetran. Mike She har också använts för att studera vattenflöden och ackumulation av ämnen i samband med utvecklingen av en myr och transporter av lösta ämnen från berg till jordlager och vidare genom ytsystemet.

En rad aktiviteter har planerats, t.ex. partikeltransport i havet, en studie av radionuklidtransport i Krycklanområdet och ythydromodellering. Som en del av platsbeskrivningen planerar SKB en sammanfattande rapport som hanterar konceptuella modeller och transportegenskaper i övergången mellan geosfär och biosfär för båda platserna.

SSI:s bedömning

SSI instämmer med SKB i att transportprocesser är väsentliga i säkerhetsanalysen. Men SSI vill understryka att utöver vattenomsättningen och topografin som SKB nämnt finns det andra transportprocesser som kan ha stor påverkan på doserna i miljön, t.ex. sorption, utbyte i den hyporheiska zonen och spridning i de kvartära avlagringarna [4].

SSI ser positivt på att SKB har gjort modelleringsstudier som ökar kunskapen om ythydrologi och transportprocesser i övergången mellan geosfär och biosfär samt i ytmiljön. Men SSI kan inte se att denna kunskap har överförts till landskapsmodellen som används i SR-Can. Ett exempel är att resultaten från modelleringsstudien för myr inte har tillämpats i den förenklade myrmodellen i säkerhetsanalysen (se mer detaljerad diskussion i [4]). Ett annat exempel är modelleringsstudien [5] med MIKE-She som visar hur stor den kontaminerade arean kan bli från ett utsläppsområde drygt 100 m ner i berget. Kunskapen från studien har inte kopplats till landskapsmodellen, t.ex. hur man identifierar storleken på biosfärsobjekt i landskapsmodellen. I övrigt anser SSI att modelleringsstudien är intressant men att det finns svagheter i studien och att den kan förbättras, t.ex. genom att lägga den antagna utsläppskällan på det förvarsdjup som planeras för bränsleförvaret (ca 500 m). Dessutom anser SSI att SKB ytterligare bör utreda orsaken till dispersionen i modelleringen.

SSI saknar inom biosfärsprogrammet liknande fältstudier med spårämnesförsök som finns i geosfärsprogrammet, och som kan bidra till ökad transportprocessförståelse och prediktiv förmåga för modellerna som används i säkerhetsanalysen. SSI anser att SKB bör utreda om ett begränsat program för spårämnesförsök i ytnära sediment/kvartära avlagringar och i utvalda vattendrag skulle kunna bidra till att verifiera delar av modellerna eller re-

ducera kritiska osäkerheter från SR-Can (inkl. de frågor som tagits upp i myndigheternas granskning). Med tanke på att osäkerheterna i dosomvandlingsfaktorer för biosfären kan vara mycket stora bedömer SSI att det kan bli problematiskt att i alltför hög grad ersätta en god processförståelse med en pessimistisk hantering i säkerhetsanalysen.

När det gäller planerade aktiviteter anser SSI att det är viktigt att SKB kan knyta ihop all kunskap från dessa aktiviteter till den slutliga säkerhetsanalysmodellen.

4.2.5 Terrestra ekosystem

SKB:s redovisning

SKB har utvecklat skogsmodellen för att den ska kunna användas i säkerhetsanalysen. Parallellt har utvecklingen av den processbaserade Coupmodellen fortsatt och den har anpassats för att kunna hantera transport av radionuklider i olika ekosystem. SKB anger att skogsmodellen kommer att kompletteras med kunskaperna om de viktigaste mekanismerna för radionuklidtransport. Kunskaperna kommer från utvecklingen och känslighetsanalysen av Coupmodellen. Delar av skogsmodellen kan även vara möjlig att validera med data från en kommande studie av åldern på organiskt material i mark.

SKB anger att myrar och våtmarker är viktiga recipienter och att de är troliga utströmningspunkter från geosfären. Därför är det viktigt att studera processer som kan påverka radionuklidtransport och potentiella exponeringsvägar i anslutning till myrar och våtmarker.

SSI:s bedömning

SSI anser att SKB:s arbete med att utveckla skogsmodellen för användning i säkerhetsanalysen är värdefullt. Både kunskapsstödet från den processbaserade Coupmodellen och valideringen av skogsmodellen mot observerade data ger ett positivt intryck.

När det gäller myr och våtmark redovisar SKB inte en tydlig plan för modellutvecklingen. Vid granskningen av SR-Can ansåg en extern granskare, K. Stark, att SKB behöver använda sig av fler våtmarksmodeller för att täcka in den diversitet av förutsättningar som finns i olika typer av våtmarker [6]. SSI delar den åsikten.

4.2.6 Akvatiska ekosystem

SKB:s redovisning

SKB anger i inledningen att radionuklider i många utströmningsområden kommer att passera genom sedimentlager och att dessa därigenom påverkar spridnings- och spädningsmönster. ”I gränsskiktet mellan sediment och vatten sker en markant förändring i redoxförhållanden, salthalt och biologisk aktivitet, vilket kan påverka radionuklidflödet. Kortsiktigt kommer dessa processer troligen att minska utflödet och ge lägre doser.” Långsiktigt kan däremot radionuklider ackumuleras i sediment för att senare frigöras vid t.ex. landhöjning eller resuspension vilket kan ge förhöjda doser.

SKB har genom riktade forskningsinsatser erhållit ett utökat kunskapsunderlag om sedimentbildning, omlagringsprocesser och ackumulation. SKB nämner bl.a. tre referenser [7, 8, 9] och anger att kunskapsunderlaget i dem direkt har omsatts i säkerhetsanalysen SR-Can.

Inför SR-Site avser SKB att sammanställa tillgänglig kunskap från platsen i en rapport om sjöar och vattendrag och i en rapport om havet. I dessa rapporter kommer jämförelser att göras med vetenskaplig litteratur om akvatiska ekosystem. För sjöekosystem planeras en vidareutveckling av dosmodeller.

SSI:s bedömning

SSI delar SKB:s syn på processer för radionuklidtransport genom sediment. SSI vill tillägga att kunskap om hur radionuklider sprider sig i sediment är viktig därför att spridningen påverkar storleken på den kontaminerade arean som i sin tur påverkar den slutliga dosen.

SSI har invändningar mot att SKB anger att kunskaperna från de tre referenserna [7, 8, 9] direkt har omsatts i SR-Can. Myndigheterna påpekade i granskningen av SR-Can [2] att resultaten från SKB:s modelleringsstudie [7] inte har tillämpats i myrmodellen. Modellen för att beskriva radionuklidtransport i rinnande vatten [8, 9] har heller inte använts i SR-Can, vilket SSI påpekat tidigare [4].

SKB anger att en vidareutveckling av dosmodeller planeras för sjöar men ger inte någon konkret plan t.ex. för på vilket sätt vidareutvecklingen ska ske eller vilka processer som ska ingå. Det är svårt för SSI att bedöma om SKB:s vidareutveckling kommer att omhänderta myndigheternas kommentarer på SR-Can.

4.2.7 Redovisning av biosfären i säkerhetsanalysen

SKB:s redovisning

SKB anger i inledningen att en av de viktigaste insatserna för biosfärsforskningsprogrammet är att uppnå tillräcklig förståelse för processer och fenomen för att kunna förenkla och göra numeriska modeller som behövs för dosberäkningar. SKB anger vidare att för SR-Can har en del ekosystemmodeller uppdaterats liksom radionuklidspecifika data för doskonvertering, K_d och överföringsparametrar. Det är första gången data från kandidatplatserna används i modellerna. I SR-Can redovisas också för första gången en analys av förvarets påverkan på miljön.

SKB avser att inför SR-Site fortsätta att utveckla modeller som använder elementflöden och ersätta eller komplettera överföringsfaktorer med mekanistiska modeller. Sensivitetsstudier av landskapsmodellen kommer att underlätta prioriteringarna av parametrar och ge en översyn av om modellen fångar upp väsentliga förlopp. SKB avser också att utförligare beskriva hur biosfären ser ut under permafrostförhållanden och studera alternativa utvecklingar av hur en våtmark bildas från en havsvik.

SSI:s bedömning

Till skillnad från den tidigare riskanalysen i SR-97, där endast ett ekosystem i taget analyserades, använder SKB i SR-Can en integrerad landskapsmodell som inkluderar flera ekosystem i successionen av landskapet till följd av landhöjningen. Detta är ett framsteg i utvecklingen av riskanalysen. Nya inslag i analysen är t.ex. den lognormala fördelningsmetoden som gör det möjligt att bestämma den mest exponerade gruppen vid ett läckage från förvaret. Som nämnts tidigare anser SSI att det finns en rad brister i det nya konceptet, vilka behöver åtgärdas om det ska användas i SR-Site.

Dosberäkningar baseras på beräkningar av radionuklidkoncentration i olika miljöer och i olika födoämnen (t.ex. genom överföringsfaktorer). SSI:s intryck är att SKB lägger stor vikt vid att utveckla modeller som använder elementflöden, där överföringsfaktorer ersätts eller kompletteras med mekanistiska modeller. SSI har inget att invända mot att SKB utvecklar nya modeller/metoder förutsatt att det finns en bra diskussion om de nya modellernas tillämplighet. SSI konstaterar dock att det saknas ett program för verifiering och validering i Fud-program 2007. I hela beskrivningen av SKB:s biosfärsprogram nämns modellvalidering endast en gång. SKB nämner heller inte hur osäkerheter i data och modeller ska hanteras i samband med dosberäkningar.

I Fud-program 2007 nämns ingen plan för hur miljöpåverkan ska redovisas i kommande säkerhetsanalyser. I granskningen av SR-Can framförde myndigheterna att SKB:s redovisning av miljöpåverkan bör kompletteras till SR-Site. SKB bör redovisa hur stor osäkerheten är för uppskattade aktivitetskoncentrationer och ge en beskrivning av exponeringsvägar för biota.

Utifrån den beskrivning som ges uppfattar SSI att landskapsmodellen kommer att användas i SR-Site. Myndigheterna har i granskningen av SR-Can [2] pekat på brister i denna modell som bör åtgärdas inför SR-Site. Det framgår inte på ett bra sätt i Fud-program 2007 hur dessa brister kommer att tas om hand i SKB:s fortsatta biosfärsprogram (vilket delvis förklaras av att myndigheternas granskning inte var publicerad när Fud-program 2007 togs fram).

4.3 Bränsleupplösning

4.3.1 SKB:s redovisning

SKB har ett forskningsprogram planerat för att utreda effekter av ökad utbränningsgrad i bränsle på gapinventariet, förvarets termiska utveckling, bränsleupplösning samt heliumproduktion.

SKB anger att konsekvenserna av heliumproduktionen genom alfasönderfall för korngränsernas mekaniska stabilitet fortfarande är en öppen fråga.

Sedan Fud-program 2004 har forskning kring fissionsproduktfördelningens utveckling med tiden gjorts inom EU-projektet SFS (Spent fuel stability under repository conditions). SKB konstaterar att det inte finns någon anledning att anta att en eventuell strålningssinducerad diffusion skulle leda till en ökning av gapinventariet av radionuklider ens efter en miljon år.

4.3.2 SSI:s bedömning

SSI bedömer att resultaten från SR-Can har gett frågan om bränsleupplösningshastigheten en förnyad aktualitet och det finns ett antal frågor som behöver utredas ytterligare till tillståndsansökan. SSI bedömer visserligen att SKB har identifierat de viktigaste frågorna för bränsleupplösningshastigheten i Fud-program 2007 men att programmet behöver fördjupas inom vissa områden.

SSI kan konstatera att det forskningsprogram för heliumproduktion som redovisas i FUD-program 2007 är mycket kortfattat, vilket gör det svårbedömt. Dessutom anser myndigheten att SKB bör utreda heliumproduktionsfråga för alla bränslen, inte bara för de framtida

bränslen med hög utbränning och MOX-bränsle, som anges i FUD-program 2007. Angreppssättet och resultaten av modellering i NF-PRO projektet [10] bör beaktas.

Vad gäller ökningen av pulsutsläppsandelen (gapinventariet) med tiden anser SSI att SKB bör fördjupa förståelsen av hur strålningsinducerad diffusion kan förändra gapinventariet med tiden. Diffusionslängden som redovisas i Fud-program 2007 ger enligt SSI ingen uppfattning om detta. Det finns modeller, t.ex. Booths modell [11], som man kan använda för att direkt beräkna pulsutsläppsandelen vid olika tider med bränslets kända kornstorlekar och angivna diffusiviteter. I forskningsprogrammet för gapinventariet bör MOX-bränsle och andra udda bränslen som ingår i det svenska slutförvarsprogrammet också beaktas.

4.4 Risken för kriticitet

4.4.1 SKB:s redovisning

SKB anger att nya beräkningar kommer att göras för att utreda konsekvenserna för kriticitet av gjutdefekter i kapselinsatsen. SKB avser även att studera kriticitet för MOX-bränsle. I samband med de förnyade beräkningarna avser SKB även att beakta SSI:s synpunkter på Fud-program 2004, dvs att det behövs ytterligare utredningar kring hur risken för kriticitet påverkas om det sker vatteninträngning i kapseln och bränsle samt insats degraderar.

4.4.2 SSI:s bedömning

SSI ser positivt på att SKB i Fud-program 2007 tagit till sig myndighetens tidigare kommentarer kring risken för kriticitet. Som en följd av de uppmärksammade buffererosionsproblemen i SR-Can anser SSI att SKB därutöver bör utreda vad borttransport av buffert- och kapselmateriäl kan ha för betydelse för risken för kriticitet. Om en betydande borttransport av kapsel- och buffertmateriäl sker från deponeringshålen bör detta rimligen leda till en ökad risk för att en kritiskt säker bränslegeometri inte kan upprätthållas.

4.5 Kriterier för mikrobiell aktivitet i bufferten

4.5.1 SKB:s redovisning

SKB har i flera tidigare säkerhetsanalyser (interim SR-Can och SR-Can) uteslutit mikrobiell aktivitet i en vattenmättad och intakt buffert.

SKB:s forskning sedan Fud-program 2004 har inriktats på att studera naturligt förekommande bakterier istället för stammar av bakterier från laboratoriet. Forskningsresultaten visar att kommersiellt bentonitmateriäl, som ska användas för tillverkning av bufferten, från början innehåller ett stort antal olika bakterier. Undersökningar av buffertmateriälet från Lot- och Återtagnsförsöket visar att bakterier fanns allmänt i bufferten vid en densitet kring $1\,900\text{ kg m}^{-3}$. Omättad buffert i Återtagnsförsöket med en densitet strax över $2\,000\text{ kg m}^{-3}$ innehöll också levande bakterier. Andra försök visar att mikrobiell aktivitet minskade linjärt med ökande densitet i bufferten och att aktivitet inte är möjlig vid full densitet. SKB avser att fastställa gränsvärden för densitet av mikrobiell aktivitet i bufferten med sina pågående nya försök.

4.5.2 SSI:s bedömning

SSI ser positivt på att SKB kommer att fastställa kriterier för uteslutning av mikrobiell aktivitet i bufferten. Mikrobiell aktivitet i bufferten är en viktig process i säkerhetsanalysen eftersom den producerar korrosionsämnen som är i direkt kontakt med kopparkapseln, vilket gör att kapseln korroderar betydligt snabbare än i fall då det inte finns mikrober i bufferten. Dessutom kan förekomsten av mikrobiell aktivitet i bufferten under vissa betingelser ge upphov till gaser i bufferten.

SSI bedömer att funktionsindikatorn för att utesluta mikrobiell aktivitet i bufferten som framförts i olika säkerhetsrapporter är inkonsekvent, t.ex. i SR-Can [1], i interim-SR-Can [12] och i föreliggande Fud-program 2007. Myndigheten anser att SKB bör fördjupa sin förståelse av mekanismen för uteslutningen av mikrobiell aktivitet i buffert och förtydliga kriteriet för en eventuell uteslutning. SKB bör utreda om det fortfarande är endast vattenaktivitet i bufferten som begränsar mikrobiella aktiviteten eller om det finns andra faktorer som också är viktiga. Dessutom bör SKB utreda mer ingående sambanden mellan vattenaktivitet i bufferten och buffertens svälltryck och densitet.

4.6 Mikrobiella processers betydelse för allmän korrosion

4.6.1 Bakgrund

I säkerhetsredovisningen SR-Can identifierades erosion av bufferten följt av allmän korrosion av kopparkapseln som den sekvens av händelser som ger det mest betydande riskbidraget. Det är därför viktigt att öka förståelsen för mikrobers betydelse av produktion av korrosionsämnen i närområdet.

4.6.2 SKB:s redovisning

Sedan Fud-program 2004 har SKB:s fortsatta arbete kring mikrober utförts i ett laboratorium på 420 meters djup i Äspölaboratoriet. Detta gör det möjligt att studera mikrobiella processer under förvarsförhållanden med avseende på kemi, tryck och temperatur. Resultaten visar att sammansättningen av grundvatten och mikrobiell innehåll är relativt typiska för grundvatten på detta djup. Det framgår också att mikrobiella biofilmers effekt på sorption av radionuklider inte är entydig.

SKB:s resultat visar att metanoxiderande bakterier förekommer på djup där metan från underjorden möter syre från atmosfären. Enligt SKB utgör detta tydliga kvalitativa bevis för att mikrober reducerar syre med metan i grundvatten. Dessutom hävdar SKB att sulfidproduktion från vätgas via acetat kan vara en viktig process i djupa grundvatten. Sulfidkoncentrationen kan bli hög under optimala förhållanden, särskilt i grundvatten med hög vätgashalt, t.ex. på platser där transporten av vätgas från mantelprocesser är hög.

SKB kommer att starta nya projekt med syfte att modellera mikrobiella processer som utnyttjar hittills ackumulerade resultat från olika försöksplatser.

4.6.3 SSI:s bedömning

SSI bedömer att SKB:s resultat har blivit mer meningsfulla eftersom försöken genomförts under förvarsförhållanden med naturligt förekommande mikrober. Dessutom är SSI posi-

tiv till att SKB kommer att starta nya projekt med syfte att modellera mikrobiella processer.

SSI anser dock att det finns kvarvarande osäkerheter i förståelsen av den mikrobiella aktiviteten i närområdet kring slutförvarsmiljön. Med beaktande av att åtskilliga typer av mikrober som förekommer i slutförvarsmiljön och som samspelar i sin metabolism, men även kan konkurrera med varandra om tillgång till olika typer av energikällor och näringsresurser, bedömer SSI att studierna av enskilda bakterier knapphändigt kan belysa den fullständiga rollen av de olika mikrobiella processerna i kapselkorrosionen. Exempelvis kan de processer som berör kvävecirkulationen vid ökade koncentrationer av ammoniak och nitrit ha en negativ inverkan på spänningskorrosion av kopparkapslarna.

Myndigheten anser att SKB:s forskningsprogram bör ta en bredare ansats för att belysa samspillet mellan olika mikrober och de begränsningar som ges av tillgängliga energikällor och näringsämnen. Ändamålet för modelleringen bör vara att ta fram konservativa värden av koncentrationerna av olika korrosionsämnen.

SSI anser även att SKB bör kunna kvantifiera biofilmernas negativa inverkan på matrisdiffusionen.

4.7 Korrosion i syrefritt vatten

År 2007 publicerades en artikel av Szakálos m.fl. [13] som behandlar kopparkorrosion i syrefritt vatten. Där utfördes flera försök vid högre temperaturer (upp till 73°C). Resultaten pekade på att kopparkorrosion kan ske såväl genom syreförbrukning, om små mängder av syre kvarstår i systemet, som av vätebildning i rent vatten, d.v.s. att koppar korroderar i syrefritt vatten. Korrosionsprodukter kan vara väteinnehållande produkter. Författarna citerade också flera andra studier [14] som med hjälp av olika syreisotoper visade att det mesta syret i korrosionsprodukter av Fe, Cr och Cu egentligen kommer från vatten och inte från syrgas.

4.7.1 SKB:s redovisning

SKB redovisar inte kopparkorrosion i syrefritt vatten i Fud-program 2007 och inte heller i säkerhetsanalysen SR-Can.

4.7.2 SSI:s bedömning

SSI kan konstatera att trots att frågan diskuterades redan för drygt 20 år sedan och att myndigheterna själva har låtit sina konsulter granska frågan [15] är vetenskapsvärlden fortfarande är oenig. Myndigheten avser i fortsättningen att bevaka frågan med stöd av sina konsulter samt andra experter inom området.

SSI anser att det är alldeles för tidigt att avfärda processen och dess påverkan på kapselns integritet i ett KBS-3 slutförvar, även om processen kan vara extremt långsam. SKB bör utreda processen. Myndighetens inställning är dels baserad på att termodynamiska kriterier för förekomsten av kopparkorrosion med väteinnehållande komplexa produkter fortfarande saknas, vilket gör det svårt att avfärda processen teoretiskt, dels på att resultaten i försöken med syreisotoper gör det svårt att avfärda processen med avseende på kemisk kinetik.

4.8 Bufferterosion

4.8.1 SKB:s redovisning

Kemisk erosion av bufferten redovisades preliminärt i SR-Can. Resultaten från en grov modell visade att mycket stora mängder buffert skulle kunna försvinna när grundvatten med mycket låga salthalter strömmar runt bufferten. Tre olika typer av experiment som genomförts och redovisas i Fud-program 2007: studier av jonstyrkan och gravitationspåverkan på bentonitlösningsstabilitet; studier av utvecklingen av koncentrationsprofilen vid bentonitsvällning samt ett långtidsförsök av bentonitsvällning/upplösning i en artificiell vattenförande spricka.

Processen av fysikalisk erosion av bufferten nämns i Fud-program 2007, men har inte lyfts upp som en egen process och ytterligare redovisning saknas.

4.8.2 SSI:s bedömning

SSI bedömer att de nya experimenten som redovisas i Fud-program 2007 är ändamålsenliga. Dessutom ser myndigheten positivt på att SKB startat ett 2-årsprojekt, Bentonite Erosion. I myndigheternas gemensamma granskningsrapport för SR-Can [2] konstaterade myndigheterna att bufferterosionen har en stor betydelse för värdering av buffertens säkerhetsfunktion samt konsekvensanalys, vilket gör att detta arbete behövs som underlag för SR-Site. En av målsättningarna i forskningsarbetet bör vara en fördjupad teoretisk förståelse för balansering av olika krafter (van der Waals kraft, elektrostatisk kraft, tyngdkraft, viskösa krafter, m.m.) kring buffertkolloidernas stabilitet under olika relevanta betingelser. Den högsta kolloidkoncentration som kan transporteras i grundvatten bör fastställas med bättre motivering.

En annan fråga som behöver besvaras är om bufferterosion enbart är förknippad med glacialt smältvatten, som endast kan förväntas långt in i framtiden, eller om bufferterosion även kan inträffa i en tidigare fas av förvarets utveckling (p.g.a. reducerad jonstyrka under tempererade förhållanden). Det behövs även beräkningar på omfattningen av en eventuell erosion av återfyllnaden. Redovisning av åtgärder för att minimera erosion av buffert och återfyllnad behöver framföras för motiveringen av optimering och bästa möjliga teknik. Konsekvenserna av transport av bentonitkolloid med sorberande radionuklider bör modelleras med beaktande av kolloidpartiklarnas geometri, laddning och andra relevanta betingelser.

Utöver kemisk erosion behöver även betydelsen av mekanisk erosion utvärderas. Det kan möjligen finnas ett tunt skikt av flödebentonit i fronten av bufferten som sväller en sträcka in i en korsande spricka när buffertmaterial där har uppnått en så kallad vätskekonsistens (*liquid consistency*) [16]. Skiktet beter sig som ett vanligt Newtonflöde men med högre viskositet. Detta skikt kan eroderas och försörjas kontinuerligt oberoende av grundvattnets kemiska sammansättning. Även om processen kan vara långsam anser SSI att SKB ändå bör ta reda på konsekvenserna av denna process eftersom den är ständigt pågående efter det att bufferten blivit vattenmättad.

4.9 Nedträngning av syre

4.9.1 SKB:s redovisning

Processen nedträngning av syre med glacialt smältvatten redovisas inte som en egen process i Fud-program 2007 utan beskrivs bara kort i avsnitt 26.22.16 i samband med processen för lösning/fällning av sprickmineraler. Där konstateras att nuvarande redoxfront inte har nått större djup än cirka 30 meter på Äspö. Det finns starka indikationer på att reducerande förhållanden har förekommit på djup under 100 meter under lång tid. Underlaget för detta påstående är att man hittat nybildad pyrit i sprickfyllningsmaterialet under detta djup [17].

4.9.2 SSI:s bedömning

SSI konstaterar att den nybildade pyrit som är påträffad i sprickfyllningsmaterialet inte ger något bevis för att syre inte har trängt ned i förvarsdjupet och pyriten mycket väl kan ha bildats efter det senaste (Weichsellian) glaciala tillståndet. Myndighetens bedömning är baserad på att SKB:s senare platsundersökningsresultat i Laxemar visade att denna pyrit faktiskt härrör från omkristallisering av amorf järnmonosulfid som är en produkt av sulfatreducerande bakterier (SRB). Omkristalliseringen är en relativt snabb process som endast tar några år [18].

SSI bedömer att processen för syrenedträngning med glaciala smältvatten inte kan avfärdas med avseende på dagens kunskapsläge. Som påpekades i myndigheternas gemensamma granskningsrapport av SR-Can finns det fortfarande stora osäkerheter vad gäller syrekonzentration i glacialt smältvatten, tillgänglighet av reducerande kapacitet i berget och reaktionskinetik samt modell för infiltration av smältvatten [2]. SKB bör inför SR-Site komplettera den stödjande modelleringen med en analys av de osäkerheterna.

4.10 Postglaciala skalv och respektavstånd

4.10.1 Bakgrund

Postglaciala jordskalv ger i SR-Can ett mycket begränsat bidrag till risken från slutförvaret (förutsatt att respektavstånd och kriterier för val av deponeringshål tillämpas). Det finns dock betydande osäkerheter kopplade både till frekvenser av sådana skalv och den konceptuella förståelsen av effekterna av ett skalv (av magnitud 6). Parametersäkerheter i de diskreta spricknätverksmodellerna leder vidare till osäkerheter i bestämningen av vad som är tillräckliga respektavstånd och kriterier för val av deponeringshål. Som framgår av SKI:s och SSI:s granskning av SR-Can är myndigheterna inte övertygade om att dessa osäkerheter har hanterats på ett pessimistiskt sätt i säkerhetsanalysen.

4.10.2 SKB:s redovisning

SKB redovisar i FUD-program 2007 planer för att analysera skalv med magnitud större än 6 samt storskalig modellering av jordskorpan's spänningsutveckling under en glaciation. SKB:s program bygger väsentligen på modelleringar med 3Dec-koden.

4.10.3 SSI:s bedömning

SSI anser att det är en brist att det saknas en samlad beskrivning av kritiska osäkerheter och program för hantering av postglaciala skalv och deras effekter på slutförvaret. SSI anser att SKB bör ta fram en sådan programbeskrivning som bl.a. belyser:

- Utvecklingsarbetet med DFN-modeller (generiskt och kopplat till kandidatplatserna).
- Utveckling av metoder för identifiering av sprickor och deformationszoner från tunnlar.
- Analys av data och modellosäkerheter i de dynamiska beräkningarna av effekter av skalv.
- Ytterligare arbete med att kvantifiera osäkerheter i frekvensuppskattningar av postglaciala skalv.
- Koppling mellan hydrologiska och mekaniska kriterier för val av deponeringshål.
- Känslighetsanalyser bör genomföras för att studera inverkan av avvikelser i buffertens styvhet t.ex. på grund av partiell cementering, samt avvikelser i kapselns krypduktilitet p.g.a. allmänkorrosion.

5 Alternativet djupa borrhål

5.1 Bakgrund

SSI har i tidigare Fud-granskningar [1, 2] och i andra sammanhang [3] framfört att djupa borrhål kan utgöra ett lämpligt alternativ för redovisning i de miljökonsekvensbeskrivningar som ska bifogas tillståndsansökan för slutförvaret enligt kärntekniklagen och miljöbalken. Ett viktigt argument för detta är att skyddsförmågan hos djupa borrhål i högre grad beror på bergets förmåga att kvarhålla och fördröja de radioaktiva ämnena jämfört med KBS-3-metoden där de tekniska barriärernas isolerande förmåga är betydligt viktigare. De kontrasterande säkerhetsfunktionerna hos djupa borrhål ger således en bra utgångspunkt för att värdera huvudmetoden.

Eftersom djupa borrhål de facto är ett alternativ som beaktats under utvecklingen av slutförvaret behöver SKB även göra en utvärdering av för- och nackdelar hos djupa borrhål i förhållande till den förordade huvudmetoden för att leva upp till SSI:s föreskriftskrav på bästa möjliga teknik (BAT) och optimering [4]. Syftet är att styrka att den förordade metoden, med hänsyn till samhällliga och ekonomiska faktorer, är det bästa valet från strålskyddssynpunkt. SSI anser att en sådan jämförelse bör illustreras med beräkningar av förvarets skyddsförmåga utifrån befintliga geovetenskapliga data och kvalificerade bedömningar av genomförbarhet.

5.2 SKB:s redovisning

SKB sammanfattar i Fud-program 2007 tidigare utredningar av djupa borrhålsförvar och andra alternativa metoder för omhändertagande av använt kärnbränsle. SKB:s slutsatser från dessa studier är att vare sig djupa borrhål eller andra alternativ totalt sett är bättre än KBS-3-metoden. Utredningarna visar också att det skulle krävas ett omfattande FoU-program (30 år och 4 miljarder kronor) för att nå samma kunskapsnivå för djupa borrhål som för KBS-3-metoden. Sedan redovisningen av Fud-program 2004 har SKB låtit göra ytterligare en konsultutredning av alternativet djupa borrhål som omfattar en övergripande genomgång av förutsättningarna för djupa borrhål och en modelleringsstudie av grundvattenförhållandena på flera kilometers djup [5]. SKB:s modellering visar att det salta grundvattnet på stora djup är mer eller mindre stagnant och det skulle ta flera miljoner år för radioaktiva ämnen att nå den yttre miljön. SKB:s övergripande slutsats är ändå att det inte är meningsfullt att göra en säkerhetsbedömning av djupa borrhål med hänvisning till osäkerheter i genomförandet. I diskussionen om nyvunnen kunskap för SKB ett resonemang om risken för att jordskalv skulle kunna mobilisera det salta grundvattnet. SKB anger avslutningsvis att man inte avser att göra någon ytterligare forskning kring djupa borrhål. SKB avser dock att redovisa en jämförelse mellan djupa borrhål och KBS-3-metoden senast i samband med tillståndsansökan.

5.3 SSI:s bedömning

Med tanke på de positiva resultat som hittills erhållits i analyserna av bergets barriärfunktion för konceptet djupa borrhål, anser SSI att SKB bör ta fram ett mer fullständigt underlag för den planerade jämförelsen med KBS-3-metoden, både vad gäller genomförbarhet och långsiktigt strålskydd.

SSI är medveten om att det finns stora osäkerheter kopplade till både borrhäls- och framförallt deponeringsförfarandet. SSI bedömer dock, bl.a. utifrån Kasam:s seminarium om djupa borrhål 14-15 mars 2007 [6], att dagens kunskapsläge kring borrhäls- och deponering är tillräckligt för att kunna göra en utförligare utredning än vad SKB hittills redovisat. SKB bör vidare belysa konsekvenserna av missöden i samband med deponering (t.ex. att kapslar fastnar i deponeringshålet), liksom möjliga åtgärder för att hantera sådana missöden. En formell expertutfrågning av experter från angränsande teknikområden skulle kunna vara ett sätt att belysa frågor kring genomförande och deponering för djupa borrhål.

Vad gäller den långsiktiga säkerheten och strålskyddet är den kritiska frågan om det salta grundvattnet på stora djup verkligen kan förväntas vara tillräckligt orörligt för att kvarhålla de radioaktiva ämnena under hundratusentals år. SSI anser att det finns förenklingar i SKB:s beräkningar [7], framförallt den begränsade storleken på modelldomänen, som bör utredas för att klargöra denna fråga ytterligare. SKB pekar i Fud-program 2007 på att det finns stora osäkerheter om hur en framtida glaciation skulle kunna påverka det stagnanta grundvattnet. SSI ser dock inga principiella hinder för SKB att göra en analys av dessa frågor. Effekter av postglaciala jordskalv är, trots betydande osäkerheter, en integrerad del av säkerhetsanalysen för ett KBS-3-förvar och bör kunna genomföras även för djupa borrhål. För att kunna göra en rättvis jämförelse med KBS-3-metoden bör SKB också ta fram bättre argument för den begränsade designlivslängden (1000 år) för de analyserade kapslarna i djupa borrhålskonceptet.

Den principiella frågan om djupa borrhål uppfyller SKI:s föreskriftskrav på flera barriärer om kapslarna inte kan garanteras vara täta i förvarsmiljön är intressant. Ett sådant resonemang bör dock sättas i perspektiv mot att kapslarna inte heller i KBS-3-metoden kan garanteras vara täta över lång tid, vilket illustreras av resultaten i SR-Can. Denna fråga kopplar även till utformning och val av material hos kapslarna (designlivslängden).

Sammanfattningsvis anser SSI att SKB bör göra ytterligare utredningar av konceptet djupa borrhål inför tillståndsansökan för att kunna göra en meningsfull jämförelse med huvudmetoden. Syftet bör vara att kunna bedöma om djupa borrhål är ett utvecklingsbart förvarskoncept och att göra en jämförelse med KBS-3-metoden avseende den långsiktiga skyddsförmågan med beaktande av osäkerheter hos båda metoderna.

6 LOMA och rivning

Delar av det avfall som uppstår till följd av driften av kärnkraftverken och anläggningarna i Studsvik deponeras för närvarande vid SKB:s slutförvar för radioaktivt driftavfall (SFR 1). Vid SFR 1 slutförvaras även liknande avfall från övrig användning av radioaktivt material vid till exempel forskning och utbildning, på sjukhus och i industrin.

Enligt SKB:s planer ska SFR 1 byggas ut med ett slutförvar för rivningsavfall (SFR 3). Enligt planerna ska denna utbyggnad tas i drift år 2020 och drivas integrerat med SFR 1, dvs. ingen särskilnad kommer att göras på avfall från drift respektive rivning.

Långlivat avfall som uppstår under drift och rivning planeras att deponeras i ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall (SFL). Detta slutförvar planeras att tas i drift ca år 2045.

Driftavfall med mycket låg radioaktivitet deponeras i markförvarsanläggningar vid kärnkraftverken i Ringhals, Forsmark och Oskarshamn samt vid Studsviks anläggningar.

6.1 SFL – Slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall

6.1.1 SSI:s bedömning av SFL-frågor i tidigare Fud-program

Regeringen beslutade efter Fud-program 1995 att SKB, inför val av platser för platsundersökningar, skulle presentera en säkerhetsredovisning av bl.a. ett slutförvar för långlivat kärnavfall (SFL). Denna säkerhetsredovisning granskades av myndigheterna inför SKB:s komplettering av Fud-program 1998 [1]. Redovisningen granskades även av en internationell expertgrupp [2]. Såväl granskningsgruppen som myndigheterna pekade i sin bedömning av säkerhetsredovisningen på brister i det föreslagna slutförvarskonceptet och ansåg att det fanns ett uppenbart behov av vidareutveckling och forskning inom området. Även SKB drog slutsatsen att konceptet behövde vidareutvecklas.

Som en följd av granskningen av säkerhetsredovisningen 1999 har SSI i sina utvärderingar av de efterföljande Fud-programmen [3] framfört och vidhållit följande synpunkter på SKB:s arbete och planer:

- Det slutförvarskoncept som låg till grund för säkerhetsredovisningen 1999 behöver vidareutvecklas för att klargöra att avfallet kan slutförvaras på ett från strålskyddssynpunkt tillfredsställande sätt.
- Eftersom det är viktigt att SKB redan idag visar att aktuellt avfall kan omhändertas är det angeläget att det erforderliga forsknings- och utvecklingsarbetet inte skjuts på framtiden.
- Utan ett trovärdigt slutförvarskoncept är risken stor för att det avfall som idag produceras och konditioneras kommer att behöva omkonditioneras, vilket kan leda till onödiga stråldoser i samband med hanteringen.
- SSI har också pekat på behov av riktlinjer för karaktäriseringen av avfallet utifrån en ändamålsenlig säkerhetsanalys.

- Med tanke på att betydande mängder långlivat avfall redan har producerats bör SKB se över skälen att vänta med uppförandet tills merparten av alla kärnkraftverk rivs, dvs. SKB bör överväga en stegvis utbyggnad av SFL.

6.1.2 Regeringens beslut över Fud-program 2004

I beslutet över Fud-program 2004 uttryckte regeringen sitt stöd för myndigheternas synpunkter rörande:

- Utformningen av ett slutförvar för långlivat avfall behöver förtydligas och en sådan beskrivning bör framgå av Fud-program 2007.
- SKB behöver se över skälen att vänta med uppförandet av SFL tills merparten av alla kärnkraftverk rivs, detta för att i möjligaste mån undvika långtidslagring av avfall.

6.1.3 SKB:s redovisning

SKB anger att planeringen för ett slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall, SFL (tidigare kallat SFL 3-5), inriktas på att förvaret ska stå färdigt ca år 2045, när större delen av det långlivade avfallet antas finnas tillgängligt för deponering. I avvaktan på detta drifttagande ska delar av det långlivade avfallet mellanlagras vid det befintliga bergrummet för avfall (BFA) vid Oskarshamnsverket, detta som en avlastning av Clab och kärnkraftverken, där det aktuella avfallet mellanlagras idag.

SKB redogör kortfattat för arbetet med kommande säkerhetsredovisningar för SFL-anläggningen. Enligt planeringen ska en uppdatering ske av säkerhetsbedömningarna när ansökan om utbyggnad av SFR är inlämnad (år 2013, se avsnittet om SFR nedan). SKB anger att man i Fud-program 2010 avser att redovisa hur man planerar att projektera SFL och att "...redovisningen kan bland annat innehålla strategi för val av plats och förvarsdjup samt studier av förvarets dimensioner."

SKB framför under avsnittet "Tidpunkt för rivning" att det inte finns skäl att påbörja byggandet av SFL eftersom avfallsvolymererna är små och en tidig utbyggnad bedöms ge en omotiverat lång drifttid.

Enligt Fud-redovisningen bedriver inte SKB någon forskning specifikt för SFL. Den forskning som för närvarande bedrivs inom Loma gäller inventariet och den långsiktiga säkerheten för SFR.

6.1.4 SSI:s bedömning

SSI konstaterar att SKB:s redovisning alltjämt är mycket vag och att SKB utan vidare motivering skjuter fortsatt planering och forskning på framtiden.

SSI konstaterar att redovisningen inte innehåller någon egentlig översyn av skälen att avvakta med uppförandet av SFL tills huvuddelen av avfallet finns tillgängligt. SKB anför endast att detta är rimligt eftersom avfallsvolymererna ännu är små och att drifttiden skulle bli "omotiverat" lång. SSI konstaterar att avsaknad av ett slutförvar leder till att betydande mängder avfall behöver mellanlagras under lång tid. Ett stegvis uppförande för att möjliggöra en tidigareläggning av deponering av befintligt avfall bör därför utvärderas.

SSI konstaterar att SKB inte har hörsammat att förvarets utformning borde ha förtydligats och redovisats i Fud-program 2007, i enlighet med regeringens beslut över Fud-program 2004. Frågan om förvarets utformning adresseras inte heller i SKB:s planering inför Fud-program 2010. SSI bedömer, liksom vid flera tidigare yttranden över SKB:s Fud-redovisningar, att detta kan leda till strålskyddsproblem på kort och lång sikt.

Frånvaron av ett trovärdigt slutförvarskoncept och väl underbyggda riktlinjer för avfallets konditionering kan enligt SSI medföra framtida strålskyddsproblem. Redan idag uppkommer, i samband med modernisering och effekthöjning av kärnkraftsverken, avfall som är avsett för SFL. Den konditionering som behöver göras idag kan i framtiden visa sig vara olämplig. Konsekvensen av detta kan bli att slutförvaret måste anpassas till det befintliga avfallet på ett sätt som kan försämra slutförvarets funktion. Alternativt måste avfallet omkonditioneras vilket medför risker för onödiga stråldoser till framtida personal. SSI anser att detta väcker frågan om det är acceptabelt från strålskyddssynpunkt att konditionera ytterligare betydande mängder avfall för SFL innan planerna har vidareutvecklats.

En säkerhetsanalys baserat på ett trovärdigt slutförvarskoncept utgör också en viktig grund för hur avfallet bör karaktäriseras. Bristerna kan vara irreversibla, genom att nyckelnuklider avklingar och genom att kunskap om avfallets ursprung går förlorad. Att i efterhand försöka karaktärisera avfallet kan därför visa sig vara omöjligt eller mycket svårt och vara förenat med stora kostnader. En otillräcklig karaktärisering leder i sin tur till osäkerheter i säkerhetsanalysen. Jämför med problemen att karaktärisera historiskt avfall i Studsvik.

Sammanfattningsvis anser SSI att SKB:s redovisning inte uppfyller lagens krav på allsidighet och inte heller motsvarar den redovisning som efterfrågas i regeringens beslut över Fud-program 2004. SSI anser därför att Fud-programmet bör kompletteras i detta avseende.

6.2 Mellanlager för långlivat avfall

6.2.1 SKB:s redovisning

Enligt SKB:s planer ska SFL-avfall från kärnkraftverken samlas i ett gemensamt mellanlager i Oskarshamn (BFA). Eftersom det tar ytterligare några år innan avfall från andra kärnkraftverk kan transporteras och tas emot i BFA har Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA) beslutat att uppföra ett eget mellanlager i Forsmark. FKA:s plan är att efter kortare tids mellanlagring flytta avfallet till Oskarshamn.

6.2.2 SSI:s bedömning

SSI konstaterar att de tidigare planerna på mellanlagring av SFL-avfall i SFR inte längre är aktuella. Planerna är nu istället att mellanlagra avfall i ett gemensamt mellanlager i Oskarshamn (BFA). Eftersom dessa ändringar har tillkommit sent och att någon transportbehållare för avfallet inte finns framtagna planeras ett temporärt mellanlager för avfallet i Forsmark. SSI anser att detta förhållande är ytterligare ett exempel som visar på brister i SKB:s framförhållning och långsiktiga planering för omhändertagande av avfall samt i samordningen av de olika kärnkraftbolagens strategier för hantering av långlivat avfall. SSI anser att SKB och reaktorinnehavarna bör redovisa vilka avfallsmängder som

förväntas, vid vilka tidpunkter avfallet uppstår, hur behovet av mellanlagring kommer att tillgodoses och hur dessa planer kopplar till planerna för uppförande av SFL.

6.3 SFR

6.3.1 SSI:s bedömning av SFR-frågor i tidigare Fud-program

SSI framförde i sitt yttrande över Fud-program 2004 att SKB:s planer för utbyggnad och omlicensiering av SFR behövde revideras snarast och att SKB senast i samband med Fud-program 2007 borde redovisa en ny strategi för utbyggnaden.

6.3.2 Regeringens beslut över Fud-program 2004

I beslutet över Fud-program 2004 uttryckte regeringen sitt stöd för myndigheternas synpunkt att SKB bör utreda vilken kortaste tid som krävs för att en tillståndprocess för slutförvaring av rivningsavfall kan påbörjas.

6.3.3 Miljöprövning av verksamheten vid Barsebäcks kärnkraftverk

Miljödomstolen i Växjö lämnade i juli 2006 tillstånd enligt miljöbalken för den nuvarande verksamheten vid Barsebäcks kärnkraftverk ("servicedrift för inledande avveckling"). Tillståndet tidsbegränsades till den 31 december 2012, med motiveringen att det inte var tillräckligt utrett om det fanns förutsättningar att påbörja rivningen tidigare än planerat. Domstolen hänvisar till att SKB ska presentera visst underlag i Fud-program 2007 och att det därefter bör finnas tillräckligt underlag för att pröva frågan om den fortsatta avvecklingen.

6.3.4 SKB:s redovisning

SKB avser i enlighet med tidigare planer att utnyttja SFR för både tillkommande driftavfall och för låg- och medelaktivt rivningsavfall från kärnkraftverken, Ågesta kraftverk och Studsvik. För att skapa utrymme för rivningsavfallet avser SKB att bygga ut anläggningen, vilket kräver ett förnyat regeringstillstånd.

SKB anger att även om det befintliga SFR omlicensierades till att även ta emot rivningsavfall, skulle deponering av rivningsavfall från Barsebäck inte vara möjligt eller önskvärt. SKB hänvisar till att övriga intressenter skulle behöva avstå delar av sina avtalade andelar i SFR, vilket skulle kunna leda till oönskade konsekvenser för driften av övriga kärnkraftverk. Dessutom anger SKB att avfallet skulle behöva behandlas på särskilt sätt för att passa in i de förvarsutrymmen som finns tillgängliga, vilket skulle påverka rivningslogistik och personalsträldoser negativt. Någon närmare bakgrund till dessa uppgifter ges inte i Fud-programmet.

En ansökan om en utbyggnad av SFR planerar SKB att lämna in år 2013 och SKB räknar med att anläggningen ska kunna tas i rutinemässig drift år 2020, under förutsättning att tillstånd ges år 2016. Utbyggnaden avses bestå av ett bergum för medelaktivt avfall av typ BMA (Bergum för medelaktivt avfall i det befintliga SFR), och ett eller flera bergum för lågaktivt avfall av typ BLA (Bergum för lågaktivt avfall i det befintliga SFR). Enligt SKB ska utbyggnaden ge tillräckligt utrymme för att deponera avfall från de idag

avställda anläggningarna (i första hand reaktorerna i Ågesta, Studsvik och Barsebäck, men även mindre anläggningar i Studsvik).

Samtidigt med ansökan om utbyggnad avser SKB att ansöka om att få utnyttja anläggningen i sin helhet för både drift- och rivningsavfall. Efter 2020 planerar SKB att bygga ut anläggningen ytterligare för att kunna ta emot rivningsavfall från kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals när dessa anläggningar rivs. Med hänsyn till planerade driftstider för dessa anläggningar bedömer SKB att den andra etappen av utbyggnaden behöver vara driftklar omkring år 2030.

SKB redogör vidare för den forskning som för närvarande bedrivs kring inventariet och den långsiktiga säkerheten för SFR.

6.3.5 SSI:s bedömning

Planer för utbyggnad av SFR

SSI ser positivt på att SKB har inlett arbetet med utbyggnaden av SFR. SSI har tidigare framfört [4] att SKB i en tillståndsansökan behöver motivera både val av plats och metod i enlighet med kraven i myndighetens föreskrifter. Som en viktig del i detta underlag behöver SKB visa att en lokalisering vid det befintliga slutförvaret är den mest ändamålsenliga med utgångspunkt från det långsiktiga strålskyddet och med hänsyn tagen till ekonomiska och samhällseliga faktorer.

SSI noterar att SKB tidigare planerade att utbyggnaden skulle ske till år 2010 (Fud-program 1995 och 1998), men att tidpunkten successivt har förskjutits baserat på antaganden om kärnkraftverkens fortsatta drift. Denna förskjutning har lett till att rivningen av Barsebäckverket inte kan ske enligt industrins aviserade huvudstrategi (rivning så snart som möjligt efter slutlig avställning, jfr avsnittet om rivning nedan). SSI anser att SKB bör utgå från denna erfarenhet i sin planering av utbyggnaden av SFR. SSI vill peka på att SKB:s plan att senare bygga ut SFR i en andra etapp (inför rivningarna av kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals) mycket väl kan leda till att huvudstrategin inte kommer att kunna uppfyllas för dessa anläggningar heller. SSI anser därför att SKB bör utreda alternativ till den nuvarande planen. SSI vill särskilt peka på alternativen att från början göra en fullständig utbyggnad eller att göra en större utbyggnad i den första etappen. Därigenom skulle utrymme skapas för ytterligare rivningsavfall för det fall att någon eller några av reaktorerna i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals stängs tidigare än vad som idag förutses.

Deponering av rivningsavfall

SSI anser att SKB i Fud-program 2007 inte har redovisat tillräckligt underlag till sina ställningstaganden kring förutsättningarna att deponera rivningsavfall i det befintliga SFR.

Eftersom tillgången på ett slutförvar för låg- och medelaktivt avfall har stor betydelse för avfallshanteringen vid rivning av redan avställda anläggningar och SKB har deklarerat att huvudstrategin är att stängda anläggningar ska rivas så snart som möjligt, anser SSI att SKB:s planer bör återspegla en ambition att så snart som möjligt få till stånd en slutförvarslösning för rivningsavfallet. SSI anser inte att Fud-program 2007 motsvarar en sådan ambition. SKB har lämnat otillräckligt underlag till sina ställningstaganden kring deponering av rivningsavfall i det befintliga SFR. SKB har dessutom inte angivit några skäl till

varför förvaret inte kan börja utnyttjas för både rivnings- och driftavfall redan efter det att ett regeringstillstånd erhållits (år 2016 enligt SKB:s planering).

SSI har på ett mycket sent stadium i sin granskning erhållit ytterligare underlag från SKB [5]. SKB redovisar i rapporten ytterligare underlag till sitt ställningstagande att deponering av rivningsavfall inte kan ske förrän ett utbyggt och godkänt slutförvar finns tillgängligt. SSI anser att underlaget behöver kompletteras för att SSI ska kunna bedöma om SKB:s slutsatser är rimliga och om tidsplanen för avvecklingen av Barsebäcks kärnkraftverk är rimlig. SSI efterfrågar särskilt underlag till de angivna uppskattade avfallsmängderna och en redovisning av när under rivningen de olika typerna av avfall förväntas uppkomma.

Forskning

SSI konstaterar att den forskning som bedrivs har föranletts av myndigheternas krav på kompletteringar av säkerhetsredovisningen för SFR (SAFE). SSI ser positivt på SKB:s arbete med inventariefrågorna. SSI efterfrågar en redovisning av SKB:s strategi för fortsatt forskning inom området kopplat till driften och utbyggnaden av SFR.

6.4 Rivning

6.4.1 SSI:s bedömning av rivningsfrågor i tidigare Fud-program

SSI riktade i sin granskning av Fud-program 2001 ett flertal kommentarer till kärnkraftbolagen, vilka enligt 12 § KTL ska redovisa ett program för de åtgärder som krävs för att avveckla och riva kärnkraftverken.

SSI framförde i sitt yttrande över Fud-program 2004 att redovisningen behövde utvecklas för att utgöra ett sådant program som krävs enligt 12 § KTL. SSI poängterade att det av redovisningen skulle framgå hur *reaktorinnehavarna* avser att genomföra avveckling och rivning. Exempelvis borde redovisningen inkludera de strategier och planer som enligt SKB bestäms av kraftbolagen. SSI efterfrågade återigen ett helhetsgrepp på avfallshantering och behovet av alternativa strategier beroende på reaktorernas drifttid.

När det gäller ansvarsfördelningen vid rivning har SSI framfört att det bör tydliggöras att det endast är SKB:s ansvar att ta hand om det radioaktiva avfall för vilket kärnkraftbolagen inte väljer egna lösningar.

SSI har uttryckt sitt stöd för SKB:s utgångspunkt att rivning bör ske så snart som möjligt efter slutlig stängning.

SSI har framfört att frågan om anläggningsplatsernas användning efter rivning bör lösas i nära samråd med närboende, berörd kommun och övriga intressenter.

6.4.2 Regeringens beslut över Fud-program 2004

I beslutet över Fud-program 2004 uttryckte regeringen sitt stöd för myndigheternas synpunkter rörande:

- SKB och de enskilda tillståndshavarna för kärnkraftverken bör klargöra hur ansvaret fördelas när det gäller val av metoder för rivning, avfallshantering och kostnadsberäkningar.

- SKB bör intensifiera arbetet med rivningsfrågor och presentera resultatet i Fud-program 2007. Detta arbete bör bedrivas med beaktande av de avvecklingsplaner som reaktorinnehavarna är skyldiga att ta fram, t.ex. med avseende på analys av kompetens i rivningsfrågor samt anläggningarnas status och aktivitetssinnehåll.
- SKB och reaktorinnehavarna bör utreda om vissa delar av rivningsarbetet kan tidigareläggas. SKB bör utreda vilken kortaste tid som krävs för att en tillståndsprozess för slutförvaring av rivningsavfall kan påbörjas.
- SKB bör redovisa hur de stora volymer lågaktivt avfall som uppstår i samband med rivning avses att tas om hand, eventuellt genom markförvaring.

6.4.3 SKB:s redovisning

SKB framhåller att en av de viktigaste kommentarerna från myndigheterna vid granskningen av Fud-program 2004 var att ansvarsfördelningen bör klarläggas och förtydligas, när det gäller val av metoder för rivning, avfallshantering och kostnadsberäkningar.

SKB anger följande ansvarsfördelning: reaktorinnehavarna ansvarar för planering, tillståndsfrågor och genomförande av rivningen, medan SKB ansvarar för att ta omhand det radioaktiva avfallet. Enligt SKB omfattar detta transport, mellanlagring och deponering i slutförvar.

SKB anger att "SKB:s och tillståndshavarnas strategi är att börja riva en anläggning så snart den ställts av för gott och det resulterande avfallet kan skickas till ett godkänt slutförvar". SSI noterar att förutsättningen att avfallet ska kunna deponeras endast gäller kortlivat avfall, eftersom långlivat avfall avses mellanlagras inför slutförvaring.

När det gäller omhändertagande av friklassat och konventionellt avfall lämnar SKB ingen redovisning utan hänvisar till att detta ligger utanför SKB:s åtagande gentemot ägarna. SKB anger att "det är upp till tillståndshavarna om de vill riva även de inaktiva delarna och i så fall när".

När det gäller anläggningsplatsernas användning efter genomförd rivning menar SKB att detta är en strategifråga för reaktorinnehavarna.

Som direkt kommentar till SSI:s synpunkt att det måste framgå hur reaktorinnehavarna avser att genomföra avveckling och rivning samt hantera de stora mängderna avfall, framför SKB att det är en strategifråga för reaktorinnehavarna hur de vill genomföra sin rivning.

SKB beskriver reaktorinnehavarnas strategier enligt följande: målet för avvecklingen är att anläggningsplatserna bör utnyttjas för framtida energiproduktion. Rivningen av ett block påbörjas inte förrän intilliggande block med gemensamma byggnader och/eller system är avställt. Rivningen antas sedan ske efter en grundlig rengöring (dekontaminering) av processystemen. Beroende på förhållandena i anläggningen kan dekontamineringen enligt SKB eventuellt uteslutas. Rivningen inleds med systemrivning, varefter byggnader saneras och kontaminerade byggnadsdelar rivs. Någon specifik information om enskilda reaktorinnehavares planer ges inte, förutom för Barsebäck, där en beskrivning av tidsplaner och tillståndsfrågor ges.

SKB planerar att göra en förstudie över möjligheterna att deponera det mycket lågaktiva avfallet från rivningen av kärnkraftverken i markförvar. Eftersom detta kan komma att

påverka behovet av deponering i SFR genomförs förstudien i det inledande skedet vid planeringen av utbyggnaden av SFR.

6.4.4 SSI:s bedömning

SSI vill först och främst framhålla att det enligt 12 § KTL är tillståndshavarna för kärnkraftverken som är skyldiga att upprätta och redovisa ett program för de åtgärder som krävs för att avveckla och riva kärnkraftverken. När det gäller hanteringen av radioaktivt avfall från rivningen redovisar SKB endast de åtgärder som planeras av SKB. Den redovisning som krävs enligt 12 § KTL ska emellertid enligt SSI:s mening även innehålla de åtgärder som planeras av reaktorinnehavarna själva. SSI har framfört detta tidigare, men uppenbarligen inte vunnit gehör hos vare sig SKB eller reaktorinnehavarna. Liksom i tidigare Fud-program hänvisar SKB på flera viktiga punkter till att dessa ligger utanför SKB:s åtagande och att de istället är strategifrågor för reaktorinnehavarna. SSI anser att redovisningen därmed inte uppfyller kraven i 12 § KTL och att den därför måste kompletteras. Av redovisningen måste reaktorinnehavarnas planerade åtgärder för att uppfylla 10 § KTL tydligt framgå, lämpligen i form av de avvecklingsplaner som krävs enligt SSI:s och SKI:s föreskrifter. Exempelvis bör planerade åtgärder för dekontaminering, nedmontering, rivning och avfallshantering redovisas, med angivande av tidsplaner och slutmål. Av redovisningen bör även framgå vilken flexibilitet som finns för förändringar i de angivna planerna.

SSI noterar att det ligger utanför SKB:s åtagande gentemot kärnkraftbolagen att ta fram planer för rivning av enskilda anläggningar och för hantering av avfall på anläggningsplatserna. SSI anser därför att SKB i detta fall inte bör svara för den redovisning som krävs enligt 12 § KTL. Programförklaringen bör göras av den aktör som i framtiden ska svara för att åtgärderna genomförs. SSI anser därför att varje kärnkraftbolag enskilt bör lämna in en kompletterande redovisning för de anläggningar de på sikt är skyldiga att avveckla och riva.

När det gäller ansvarsfördelningen anser SSI att den beskrivning som SKB ger inte är tillräckligt tydlig. Det framgår fortfarande inte att reaktorinnehavarna svarar för all hantering som sker på anläggningsplatsen och att kärnkraftbolagen kan välja egna lösningar som inte framgår av Fud-programmet.

Såsom SSI konstaterade i granskningen av Fud-program 2004 saknas alltså en helhetsbild av hur avfallet från rivning och avveckling av de kärntekniska anläggningarna ska omhändertas. Det är ännu inte klarlagt för SSI hur stora delar av det 150 000 m³ rivningsavfall som SKB avser att deponera i SFR som istället kan markförvaras eller friklassas.

6.5 Deponering av annat radioaktivt avfall i SKB:s anläggningar

6.5.1 SKB:s redovisning

SKB anger i redovisningen att programmet även kan komma att omfatta radioaktivt avfall från verksamheten i Studsvik, Ågestareaktorn, bränslefabriken i Västerås, Ranstad samt avfall från övrig användning av radioaktivt material vid exempelvis forskning och utbildning, på sjukhus och i industrin. SKB konstaterar samtidigt att detta ligger utanför SKB:s

åtagande gentemot kärnkraftbolagen och att särskilda avtal behöver tecknas för att avfallet ska omfattas av programmet.

6.5.2 SSI:s bedömning

SSI bedömer att de anläggningar som drivs och planeras av SKB kan komma att utgöra viktiga resurser för omhändertagande av annat radioaktivt avfall än det som idag omfattas av Fud-programmet. Exempel på sådant avfall är:

- Avfall från kärnteknisk verksamhet som inte omfattas av 12 § KTL, t.ex. avfall från bränslefabriken i Västerås samt anläggningarna i Ranstad och Studsvik.
- Avfall från sjukhus, forskning och industri, varav visst avfall (såsom uttjänta strålkällor) redan har överförts till Studsvik Nuclear AB.
- Avfall innehållande förhöjda halter av naturligt förekommande radioaktiva ämnen, som inte kan deponeras på kommunala deponier. Det kan också röra poster med höga halter av uran, t.ex. utarmat uran.

För att underlätta avfallsproducenternas planering och SSI:s arbete med riktlinjer på området är det angeläget att SKB tydliggör vilka deponeringsmöjligheter som finns och kommer att finnas för radioaktivt avfall från andra producenter i SKB:s anläggningar. Det finns även ett behov av att kunna uppskatta kostnaderna för omhändertagandet. SSI anser att det även ur denna aspekt är angeläget att arbetet med att vidareutveckla slutförvarskoncepten för låg- och medelaktivt avfall drivs vidare.

7 FUD-program för Ågestareaktorn

7.1 SKB:s redovisning

SKB anger i Fud-program 2007 att bränsleprogrammet inkluderar 20 ton bränsle från Ågestareaktorn. När det gäller utbyggnaden av SFR anger SKB att den första etappen av utbyggnaden görs för att även kunna ta emot avfall från rivning av Ågestareaktorn. Samtidigt anger SKB i kapitlet om rivning att ”särskilda avtal kan komma att tecknas för omhändertagande av avfallet från Studsviks R2-reaktor och Ågestareaktorn”.

SKB anger att Loma-programmet även *kan komma att* ta hand om radioaktivt avfall från Ågestareaktorn.

7.2 SSI:s bedömning

Av lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet framgår det att kraven enligt 10 och 12 §§ även bör omfatta Ågestareaktorn, eftersom denna reaktor använts för utvinning av kärnenergi och därmed är att betrakta som en kärnkraftsreaktor i enlighet med 2 § kärntekniklagen.

SSI anser att den redovisning som lämnats av SKB gör gällande att omhändertagande av avfall från denna reaktor inte ingår i SKB:s uppdrag, åtminstone vad gäller det låg- och medelaktiva avfallet. Det Fud-program för Ågestareaktorn som krävs enligt 12 § kärntekniklagen saknas därför i redovisningen. SSI anser därför att regeringen bör begära att tillståndshavaren för Ågestareaktorn, Vattenfall AB, redovisar ett program för de åtgärder som kan komma att behövas för att avveckla och riva Ågestareaktorn samt hantera och slutförvara det kärnavfall som uppkommer.

8 Samhällsvetenskaplig forskning

8.1 Översikt – samhällsvetenskaplig forskning

8.1.1 SKB:s redovisning

Sedan FUD-program 2004 inkluderas samhällsvetenskaplig forskning efter flera remissinstansers efterfrågan. Programmet är inte fixerat, utan kan byggas ut efter synpunkter från samrådsparter och remissinstanser.

SKB redogör för relationen mellan forskning och övriga dokument. MKB-dokument ska beskriva hur den planerade verksamheten kan påverka människa och miljö. Samhällsforskningen ska ta fram ny och generell vetenskap, medan samhällsutredningar är av mer lokal karaktär. Resultaten presenteras vid seminarier, i forskningsprogrammets årsbok och projektens slutrapporter samt via SKB:s webbplats.

SKB avser att fortsätta med samhällsforskningen under år 2008 och år 2009. Ambitionen är att forskningsprogrammet innan år 2010 ska kunna tillgodose de behov som finns ur ett samhällsvetenskapligt perspektiv.

8.1.2 SSI:s bedömning

SSI anser att det är bra med en flexibilitet och öppenhet för nya idéer i planeringen kring samhällsforskningsprogrammet. SSI menar att den samhällsvetenskapliga forskningen fyller en funktion. Myndigheten fokuserar dock på det som är av vikt för strålskyddet, vilket myndigheten i det här sammanhanget till störst del anser vara framtida händelser förorsakade av människor, som intrång i ett slutförvar. Dessa händelser benämns även FHA (Future Human Actions,).

SKB förklarar hur resultaten av forskningen redovisas för berörda och intresserade. SSI ser dock inte hur resultaten används inom SKB:s arbete.

8.2 Socioekonomisk påverkan – samhällsekonomiska effekter

8.2.1 SKB:s redovisning

Två forskningsprojekt har slutförts och rapporterats på detta tema: "Lokal utveckling och regional mobilisering kring tekniska och storskaliga projekt" samt "Långsiktiga socioekonomiska effekter på små och medelstora orter". Det sistnämnda projektet ledde till att en utredning om upphandling utfördes i Oskarshamns och Östhammars kommuner.

8.2.2 SSI:s bedömning

SKB ger ett bra exempel på när forskning ger upphov till undersökningar på lokal nivå.

SSI ställer sig frågan vad SKB har för avsikt att åstadkomma inom området inför nästa Fud-redovisning, eftersom ett program för socioekonomisk påverkan saknas.

8.3 Beslutsprocesser

8.3.1 SKB:s redovisning

Inom det här området forskas det om generell kunskap om beslutsprocesser kring komplexa frågor. Två projekt har genomförts på området. Ambitionen är att kunskapen ska användas till att genomföra samråd, utredningar, planeringsinsatser och beslutsfattande. Ämnet har kopplingar till såväl lokal samhällsplanering och nationell energipolitik som utvecklingen internationellt.

Ett nytt projekt har startats: "Bilderna av platsen – riskuppfattning och beslutslegitimitet". Bakgrunden till forskningen är vikten av att beslutsfattare måste ha kunskap om hur människor uppfattar risker och hot samt planering och åtgärder för att reducera eller förebygga dessa. Det är viktigt med en fungerande kommunikation mellan planerare och beslutsfattare på statlig, regional samt kommunal nivå och medborgarna. Studien tar upp hur beslutsprocessen uppfattas på främst kommunal och regional nivå.

8.3.2 SSI:s bedömning

KASAM (numera Kärnavfallsrådet) har i sin rapport SOU 2007:38 fördjupat sig i ämnet risk i samband med kärnavfallsfrågan. Även den studien tar upp subjektiv riskuppfattning, vikten och svårigheten av riskkommunikation samt hantering av risk i samhället. Studien gör även riskjämförelser, vilket från strålskyddssynpunkt kan vara av intresse. Lokalbefolkningen i kommuner som kan bli föremål för avfallslager ställer ofta frågor som berör den acceptabla riskens storlek och vilka eventuella effekter strålning kan få på lång sikt. SSI menar att det är viktigt att förstå den subjektiva oron och ha kunskap kring den komplexitet som omgärdar riskkommunikation för att kunna bemöta frågeställningar från medborgare.

SKB skriver att frågan har koppling till såväl lokal samhällsplanering som nationell energipolitik. Detta till trots tas ingen hänsyn till energi- och miljöpolitikens utveckling. SSI anser att SKB och tillståndshavarna för kärnkraftverken behöver en större beredskap för eventuella ändringar i svensk energipolitik. Det enda vi i dag kan säga om de långsiktiga planerna är att de med största sannolikhet kommer att behöva modifieras. Som SSI konstaterar i detta Fud-yttrande är planerna för idrifttagande av anläggningar för slutförvaring av kort- och långlivat avfall (dvs. såväl den successiva utbyggnaden av SFR som SFL) alltför låsta vid antagandet om viss avvecklingstakt av det svenska kärnkraftsprogrammet. Detta riskerar att leda till att industrin även i framtiden kan tvingas att anpassa avvecklingen av anläggningar i avvaktan på tillgängliga slutförvar på samma sätt som rivningen av Barsebäcksverket har tvingats att skjutas på framtiden.

8.4 Opinion och attityder – psykosociala effekter

8.4.1 SKB:s redovisning

Syftet med det här temat är att studera hur opinioner och attityder uppkommer och förändras. Syftet till forskningen är att den ska bidra till förståelsen för de olika aktörernas ställningstaganden och till att genomföra samråd.

Fyra projekt har genomförts på detta tema. Efter önskemål från Oskarshamns kommun genomförs forskning om medias behandling av kärnavfallsfrågan. I projektet "Opinion och attityder till ett förvar för använt kärnbränsle" framkom att inställningen till slutförvar i Östhammar och Oskarshamn är mest positiv i de yngre åldersgrupperna. Ett nytt projekt har därför påbörjats för att studera attitydskillnader mellan könen och hur dessa interagerar med ålder.

8.4.2 SSI:s bedömning

SSI menar att forskningen kring ämnet opinion och attityder är av stor vikt för slutförvarets genomförande. Däremot ser SSI ingen direkt, möjligen indirekt, koppling till strålskyddet. Således avstår myndigheten från att vidare yttra sig.

8.5 Omvärldsförändringar

8.5.1 SKB:s redovisning

Relevanta omvärldsfaktorer och omvärldsförändringar studeras inom detta tema. Kunskapen som genereras är tänkt att användas för planering, utredningar, samråd och beslutsfattande.

SKB fick efter Fud-program 2004 kritik för temats ringa omfattning. SKB menar att forskningsprogrammet successivt byggs ut, och därför kan komma att förändras. De påpekar dessutom att det inte finns definitiva gränser mellan forskningsområdena "Omvärldsförändringar" och "Opinion och attityder".

Ett projekt har slutförts sedan föregående Fud-program och flera har påbörjats. Etik och ansvarstagande är två ämnen som tas upp.

8.5.2 SSI:s bedömning

SSI ser en positiv effekt av programmets flexibilitet: att forskningen på temat Omvärldsförändringar har utökats. SSI menar att frågan om informationsbevarande har en plats under detta tema. SSI ser positivt på att SKB har påbörjat ett projekt rörande informationsbevarande i och med rapporten Kunskapsbevarande för framtiden – Fas 1 [1]. Detta är en viktig komponent i att uppfylla SSI:s krav rörande risk för intrång, som framgår av SSI:s allmänna råd. SSI ser fram emot Fas 2 av projektet.

8.6 Markanvändningsrestriktioner

I säkerhetsanalysen för SFL 3-5 [2] utgick SKB från att brunnsanvändning i närheten av förvaret under de första hundra åren efter förslutning kunde uteslutas eftersom kunskapen om förvaret skulle eliminera risken för brunnar för drickvattenkonsumtion. SSI anser att SKB på motsvarande sätt bör ta fram ett underlag för att avgöra om det under uppförande eller efter förslutning av ett KBS-3-slutförvar finns behov av liknande markanvändningsrestriktioner. Frågan behöver även belysas i samband med arbetet med att vidareutveckla det tidigare SFL 3-5-förvaret.

Om SKB avser att tillgodoräkna sig någon form av inskränkningar i scenariet för tiden närmast efter förslutning av ett kärnbränsleförvar på grund av markanvändningsrestriktioner, bör detta klart framgå i kommande säkerhetsredovisningar.

Referenser

Kapitel 1 Inledning

[1] SSI och SKI 2008. SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport SR-Can. Granskningsrapport. SSI rapport 2008:04/SKI 2008:19, Statens strålskyddsinstitut/Statens kärnkraftinspektion

Kapitel 2 Beslutsprocessen

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

[2] SSI 2005. SSI:s granskning av SKB:s Fud-program 2004. SSI rapport 2005:11, Statens strålskyddsinstitut

[3] Regeringsbeslut angående komplettering av Fud-program 98, 2001-11-01, nr 2

[4] SSI dnr 2004/780-26

[5] SSI 2007. SSI:s granskning av SKB:s storregionala grundvattenmodellering för östra Småland (SKB Rapport 06-64). SSI rapport 2007:11, Statens strålskyddsinstitut

Kapitel 3 Handlingsplan för kärnbränsleprogrammet

[1] SSI dnr 2004/780-26

[2] SSI 2007. SSI:s granskning av SKB:s storregionala grundvattenmodellering för östra Småland (SKB Rapport 06-64). SSI rapport 2007:1, Statens strålskyddsinstitut

Kapitel 4 Synpunkter på säkerhetsanalys och naturvetenskaplig forskning

[1] SKB 2006. TR-06-09, Long-term safety for KBS-3 repositories at Forsmark and Laxemar - a first evaluation. Main report of the SR-Can project, Svensk Kärnbränslehantering AB

[2] SSI och SKI 2008. SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport SR-Can. Granskningsrapport. SSI rapport 2008:04/SKI 2008:19, Statens strålskyddsinstitut/Statens kärnkraftinspektion

[3] SSI 2005. SSI:s granskning av SKB:s Fud-program 2004. SSI Rapport 2005:11, Statens strålskyddsinstitut

[4] SSI 2008. SSI's independent consequence calculations in support of the regulatory review of the SR-Can safety assessment. SSI Rapport 2008:08, Statens strålskyddsinstitut

[5] SKB 2006. R-06-52, Near-surface hydrogeological model of Forsmark. Open repository and solute transport applications - Forsmark 1.2, Svensk Kärnbränslehantering AB

[6] SSI och SKI 2008. Review of SKB's Safety Assessment SR-Can – Contributions in support of SKI's and SSI's review by external consultants. SSI Rapport 2008:06/SKI Rapport 2008:16, Statens strålskyddsinstitut/Statens kärnkraftinspektion

[7] SKB 2006. R-06-46, Modelling transport of water and solutes in future wetlands in Forsmark, Svensk Kärnbränslehantering AB

[8] SKB 2005. TR-05-03, Model for radionuclide transport in running waters, Svensk Kärnbränslehantering AB

- [9] SKB 2006. R-06-77, Radionuclide transport in running waters, sensitivity analysis of bed-load, channel geometry and model discretisation, Svensk Kärnbränslehantering AB
- [10] Ferry C, Piron J P, 2007. Repository spent fuel source term model: updated of the instant release fraction. Report deliverable from Task D. 1.4.4 of NF-PRO, European Union Integrated Project under the Sixth Framework Programme on the Geological Disposal of Radioactive Waste
- [11] White R J och Tucker M O, 1983. A new fission-gas release model. J. Nucl. Mater., 118, 1-38
- [12] SKB 2004. TR-04-11, Interim main report of the safety assessment SR-Can, Svensk Kärnbränslehantering AB
- [13] Szakálos P, Hultquist G, och Wikmark G, 2007. Corrosion of copper by water. Electrochemical and Solid-State Letters, 10, C63-C67
- [14] Hultquist G, Gråsjö L, Lu Q och Åkermærk T, 1994. The analysis of gas consumption in the reaction of Fe and Cu in H₂ ¹⁶O/H₂ ¹⁸O/O₂ gas mixtures. Corrosion Sci., 36, 1459-1471
- [15] SKI 1995. Kopparkorrosion i rent syrefritt vatten. SKI Rapport 95:72, Statens Kärnkraftinspektion
- [16] SKB 2002. TR-02-20, The Buffer and Backfill Handbook. Part 1: Definitions, basic relationships and laboratory methods, Svensk Kärnbränslehantering AB
- [17] SKB 2001. R-01-37, Effects of glacial/post-glacial weathering compared with hydrothermal alteration - implications for matrix diffusion. Results from drill core studies in porphyritic quartz monzodiorite from Äspö SE Sweden, Svensk Kärnbränslehantering AB
- [18] SKB 2006. R-06-70, Hydrogeochemical evaluation. Preliminary site description Laxemar subarea - version 2.1, Svensk Kärnbränslehantering AB

Kapitel 5 Alternativet djupa borrhål

- [1] SSI 2002. SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001. SSI Rapport 2002:03, Statens strålskyddsinstitut
- [2] SSI 2005. SSI:s granskning av SKB:s Fud-program 2004. SSI Rapport 2005:11, Statens strålskyddsinstitut
- [3] Kasam Rapport 2007:6 och 2006:1, Samrådsprotokoll från MKB-samråd 2004-10-29, 2005-03-22, 2005-10-22, 2006-02-21, SSI dnr 2006/1413-26
- [4] SSI och SKI 2005. Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken år 2004. SSI Rapport 2005:5/SKI 2005:32, Statens Strålskyddsinstitut/Statens Kärnkraftinspektion och SSI FS 1998:1, Statens Strålskyddsinstitut
- [5] SKB 2006. R-06-65, Inledande kulturhistoriska studier i Simpevarpsområdet. Småland, Misterhult socken, Oskarshamns kommun och R-06-59, Hydrogeochemical evaluation of the Forsmark site, modelling stage 2.1 - issue report, Svensk Kärnbränslehantering AB

[6] Kasam 2007. Djupa borrhål; Ett alternativ för slutförvaring av använt kärnbränsle? SOU 2007:6, Statens råd för kärnavfallsfrågor

[7] SKB 2006. R-06-59, Very deep hole concept. Thermal effects on groundwater flow, Svensk Kärnbränslehantering AB

Kapitel 6 LOMA och rivning

[1] SSI 2001. SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s preliminära säkerhetsanalys för slutförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. SSI Rapport 2001:10, Statens strålskyddsinstitut

[2] SKI 2000. Djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall i Sverige (SFL 3-5) SKI Rapport 2000:54

[3] SSI 2001, 2002 och 2005. SSI:s granskning av SKB:s komplettering av FUD-98. SSI Rapport 2001:12, SSI:s granskning av SKB:s FUD-program 2001. SSI Rapport 2002:3 och SSI:s granskning av SKB:s Fud-program 2004. SSI Rapport 2005:11, Statens strålskyddsinstitut

[4] SSI dnr 2007/4094-257

[5] Omhändertagande av rivningsavfall i SFR, SKB-rapport DL 120, SSI dnr 2008/1535-26

Kapitel 8 Samhällsvetenskaplig forskning

[1] SKB 2007. P-07-220, Kunskapsbevarande för framtiden – Fas 1, Svensk Kärnbränslehantering AB

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