

Kärnavfall

– barriärerna, biosfären och samhället

*Rapport från Statens råd för kärnavfallsfrågor
(KASAM)*

Stockholm 2005



STATENS OFFENTLIGA
UTREDNINGAR

SOU 2005:47

SOU och Ds kan köpas från Fritzes kundtjänst. För remissutsändningar av SOU och Ds svarar Fritzes Offentliga Publikationer på uppdrag av Regeringskansliets förvaltningsavdelning.

Beställningsadress:
Fritzes kundtjänst
106 47 Stockholm
Orderfax: 08-690 91 91
Ordertel: 08-690 91 90
E-post: order.fritzes@nj.se
Internet: www.fritzes.se

Svara på remiss. Hur och varför. Statsrådsberedningen, 2003.
– En liten broschyr som underlättar arbetet för den som skall svara på remiss.

Broschyren är gratis och kan laddas ner eller beställas på
<http://www.regeringen.se/remiss>

Omslagsbild: Steg 1 vid extrudering av kopparkapsel för använt kärnbränsle.
(Källa: SKB).

Tryckt av XGS Grafisk Service
Stockholm 2005

ISBN 91-38-22364-3
ISSN 0375-250X

Till miljöministern vid Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet

KASAM:s yttrande över Svensk Kärnbränslehantering AB:s FUD-program 2004 – program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, inklusive samhällsforskning

En av uppgifterna för KASAM – Statens råd för kärnavfallsfrågor – är (se Dir. 1992:72) att för regeringen redovisa sin självständiga bedömning av det s.k. FUD-programmet (forsknings-, utvecklings- och demonstrationsprogram), som de svenska kärnkraftföretagen genom Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) skall avge vart tredje år. Detta program skall enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (den s.k. kärntekniklagen) avse den allsidiga forskning och övriga åtgärder som behövs för att hantera och slutförvara kärnavfall på ett säkert sätt samt för att avveckla och riva kärnkraftverken.

Denna rapport utgör KASAM:s yttrande till regeringen över FUD-program 2004. Programmet omfattar SKB:s planer för perioden 2005-2010 inklusive en mer detaljerad redovisning av de frågor, som kommer att behandlas till år 2008. Vid den tidpunkten avser SKB att för regeringens prövning ge in ansökningar om tillåtlighet/tillstånd enligt miljöbalken (1998:808) och kärntekniklagen för ett slutförvar för använt kärnbränsle.

I samband med redovisningen av KASAM:s bedömning av FUD-program 2004 redovisar KASAM ett antal rekommendationer huvudsakligen riktade till SKB men även till regeringen.

KASAM föreslår regeringen att konstatera att reaktorinnehavarna, genom SKB:s FUD-program 2004, har uppfyllt kraven i 12 § kärntekniklagen.

Bakom KASAM:s granskning står samtliga ledamöter jämte sakkunniga Hannu Hänninen och Olof Söderberg, expert Sören Norrby samt sekreterare Mats Lindman.

Stockholm i juni 2005

KASAM – Statens råd för kärnavfallsfrågor

Kristina Glimelius

Rolf Sandström

Lena Andersson-Skog

Carl Reinhold Bråkenhielm

Willis Forsling

Tuija Hilding-Rydevik

Gert Knutsson

Inga-Britt Lindblad

Sören Mattsson

Marie Nisser

Jimmy Stigh

/Mats Lindman

Innehåll

1	Inledning	13
1.1	Bakgrund	13
1.1.1	Bakgrunden till lagstiftningen	13
1.1.2	Kravet på allsidigt program	14
1.1.3	Kärnkraftindustrins redovisning av programmet	15
1.1.4	Granskningsprocessen	16
1.1.5	Val av metod och plats	16
1.2	KASAM:s granskning av FUD-program 2004	18
1.3	Resultatet av KASAM:s granskning	18
2	Helhetsbedömning	19
2.1	Bakgrund	19
2.2	KASAM:s bedömning	21
2.2.1	Övergripande bedömning	21
2.2.2	Bedömning i vissa frågor	21
2.2.2.1	SKB:s redovisning i förhållande till kärntekniklagens krav	21
2.2.2.2	Redovisningens utformning	21
2.2.2.3	Fortsatt behov av teknisk utveckling.....	22
2.2.2.4	Materialtekniska frågor.....	22
2.2.2.5	Övriga naturvetenskapliga frågor.....	22
2.2.2.6	Barriärerna i KBS-3 koncept.....	23

2.2.2.7	Biosfärsfrågor.....	23
2.2.2.8	MKB-frågor.....	23
2.2.2.9	Tidigare val och prioriteringar	24
2.2.2.10	Säkerhetsanalysens begriplighet.....	24
2.2.2.11	Allvarliga händelser samt skyddsåtgärder	25
2.2.2.12	SKB:s handlingsplan	25
2.2.2.13	Samlad prövning av inkapslingsanläggning och slutförvar	26
2.2.2.14	Rivning av kärntekniska anläggningar	26
2.2.2.15	Behov av oberoende forskning	26
2.2.2.16	Behov av kompetens inom strålskydds- och kärnsäkerhetsområdena.....	27
2.2.2.17	Vetenskaplig bredd i kommande FUD-program.....	28
3	SKB:s program och handlingsplan	29
3.1	Bakgrund	29
3.2	KASAM:s överväganden och bedömning	31
3.2.1	Kärnavfallssystemet (kap. 1 i FUD- program 2004)	31
3.2.2	Handlingsplan (kap. 2 samt bilaga A i FUD-program 2004)	32
3.2.2.1	Prövningsfrågor	32
3.2.2.2	MKB-frågor.....	34
3.2.2.3	SKB:s ansökan för inkapslingsanläggningen.....	35
3.2.2.4	Samrådsfrågor	35
3.2.2.5	KASAM:s uppgifter.....	36
3.2.2.6	Säkerhetsfrågor m.m.....	36
3.2.2.7	Övriga frågor i bilaga A.....	38
3.2.3	FUD-program (kap. 3 i FUD- program 2004).....	39
3.3	KASAM:s slutsatser	39

4	Kapsel – tillverkning	41
4.1	Bakgrund	41
4.2	KASAM:s överväganden och bedömning	41
4.2.1	Val av tillverkningsmetod för kopparkapseln.....	41
4.2.2	Barriär mot korrosion	44
4.2.3	Gjutjärnsinsatsen	45
4.2.4	Oförstörande provning	46
4.2.5	Kvalitetssäkring	46
4.3	KASAM:s slutsatser	47
5	Kapsel - förslutning	49
5.1	Bakgrund	49
5.2	KASAM:s överväganden och bedömning	50
5.2.1	Val av förslutningsmetod för kopparkapseln	50
5.2.2	Elektronstrålesvetsning	51
5.2.3	Friction stir welding	52
5.2.4	Restspänningar	52
5.2.5	Oförstörande provning	53
5.2.6	Krypning	53
5.3	KASAM:s slutsatser	54
6	Inkapslingsanläggning	55
6.1	Bakgrund	55
6.2	KASAM:s överväganden och bedömning	55
6.3	KASAM:s slutsatser	56
7	Transporter	59
7.1	Bakgrund	59
7.1.1	Transportsystemet	59

7.1.2	SKB:s program	60
7.2	KASAM:s överväganden och bedömning	60
7.3	KASAM:s slutsatser	61
8	Säkerhetsanalys	63
8.1	Bakgrund	63
8.2	KASAM:s överväganden och bedömning.....	63
8.2.1	Varför säkerhetsanalys?	64
8.2.2	Hur används säkerhetsanalysen?	65
8.2.3	Vad har gjorts tidigare?	66
8.2.4	Internationella insatser	67
8.2.5	Scenariometodik	68
8.2.6	FEP-hantering och FEP-data	69
8.2.7	Myndigheternas krav på en säkerhetsanalys	70
8.2.8	SKB:s program för säkerhetsanalys	70
8.2.9	Sammanfattande synpunkter	71
8.3	KASAM:s slutsatser	73
9	Buffert	75
9.1	Bakgrund	75
9.1.1	Vad är bentonit?	75
9.1.2	SKB:s krav på bufferten	77
9.2	KASAM:s överväganden och bedömning	78
9.2.1	Alternativa buffertmaterial	80
9.2.2	Föroreningarnas betydelse	80
9.2.3	Långsiktig stabilitet	80
9.2.4	Processer vid svällning	81
9.2.5	Buffertens densitet	82
9.2.6	Gastransport	83
9.2.7	Diffusionsmodell	83

9.3	KASAM:s slutsatser	85
10	Återfyllning	87
10.1	Bakgrund	87
10.2	KASAM:s överväganden och bedömning	88
10.2.1	Krav på återfyllningen	88
10.2.2	Processer i återfyllningen	89
10.3	KASAM:s slutsatser	91
11	Geosfär	93
11.1	Bakgrund	93
11.2	KASAM:s överväganden och bedömning	94
11.2.1	Processer i geosfären: Översikt av processer	97
11.2.2	Värmetransport	98
11.2.3	Grundvattenströmning och grundvatten- bildning	98
11.2.4	Rörelser i intakt berg	101
11.2.5	Termisk rörelse	101
11.2.6	Reaktivering (rörelser längs befintliga sprickor) samt sprickbildning	101
11.2.7	Tidsberoende deformationer	104
11.2.8	Advektion/blandning – grundvattenkemi, radionuklidtransport	104
11.2.9	Diffusion – grundvattenkemi, radionuklidtransport	105
11.2.10	Reaktioner med berget – lösning/fällning av sprickmineral	105
11.2.11	Mikrobiella processer	105
11.2.12	Kolloidomsättning – kolloider i grundvatten, radionuklidtransport med kolloider	106
11.3	KASAM:s slutsatser	106

12 Biosfär	109
12.1 Bakgrund	109
12.2 KASAM:s överväganden och bedömning	110
12.2.1 Platsundersökningsprogrammet och modellutvecklingen	111
12.2.2 Miljöövervakning	112
12.2.3 Transportprocesser	112
12.2.4 Behov av ökade kunskaper om de hydrologiska sambanden	114
12.2.5 Terrestra och akvatiska ekosystem	114
12.2.6 Ekosystemens betydelse	116
12.2.7 Radionuklider och andra ämnen	116
12.2.8 Biosfärsmodellernas tillämpning	117
12.2.9 Monitering i och kring förvaret	117
12.3 KASAM:s slutsatser	118
13 Klimat	119
13.1 Bakgrund	119
13.2 KASAM:s överväganden och bedömning	119
13.3 KASAM:s slutsatser	122
14 Samhällsforskning	123
14.1 Bakgrund	123
14.2 KASAM:s överväganden och bedömning	124
14.2.1 SKB:s samhällsforskningsprogram	124
14.3 KASAM:s slutsatser	125
15 Alternativa metoder	127
15.1 Bakgrund	127

15.1.1	SKB:s FUD-program 2004	128
15.2	KASAM:s överväganden och bedömning	129
15.2.1	Förutsättningar för separation och transmutation	129
15.2.2	För- och nackdelar med transmutation	130
15.2.3	KASAM:s samlade bedömning i frågan om transmutation	132
15.2.4	Djupa borrhål	132
15.2.5	KASAM:s samlade bedömning i frågan om alternativa metoder	133
15.3	KASAM:s slutsatser	133
16	Rivning	135
16.1	Bakgrund	135
16.2	KASAM:s överväganden och bedömning	136
16.3	KASAM:s slutsatser	140
17	Låg- och medelaktivt avfall	143
17.1	Bakgrund	143
17.1.1	SKB:s program	144
17.2	KASAM:s överväganden och bedömning	145
17.3	KASAM:s slutsatser	147

1 Inledning

1.1 Bakgrund

1.1.1 Bakgrunden till lagstiftningen

Produktionen av elektricitet från kärnkraftverken i Sverige inleddes då den första stora kärnkraftreaktorn Oskarshamn 1 togs i kommersiell drift år 1972. Planeringen av de första kärnkraftreaktorerna skedde redan under 1960-talet. Den lagstiftning som framför allt reglerade kärnkraftsfrågorna på den tiden var den s.k. atomenergilagen. I samband med starten av Oskarshamnsverket började en diskussion om avfallet från kärnkraftverken men det var först under de närmast följande åren som diskussionen tog fart på allvar.

Den statliga AKA-utredningen föreslog redan i mitten av 1970-talet ett system av anläggningar som liknar det system som nu till vissa delar finns i Sverige och som Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) planerar att utveckla. Det fullständiga systemet omfattar bl.a. de befintliga avfallsanläggningarna CLAB (centralt mellanlager för använt kärnbränsle) och SFR (slutförvar för låg- och medelaktivt driftavfall) samt planerade slutförvar för bl.a. högaktivt avfall. AKA-utredningen ledde aldrig till någon proposition om ny lagstiftning, men den fick mycket stor betydelse för planeringen av det svenska kärnavfalls-systemet. I den s.k. villkorlagen, som trädde i kraft under år

1977, ställdes krav på en "helt säker" slutförvaring av det använda kärnbränslet.

Efter omfattande tekniska och politiska diskussioner samt utredningar tillkom den nu gällande lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (den s.k. kärntekniklagen). Lagen kräver en "säker" hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall och den lägger ansvaret för forskning och utveckling på kärnkraftindustrin. Enligt lagen skall kärnkraftföretagen redovisa ett forsknings- och utvecklingsprogram vart tredje år. För att upprätta och utveckla detta program (det s.k. FUD-programmet) och att ta hand om det radioaktiva avfallet och det använda kärnbränslet från reaktorerna har kärnkraftföretagen bildat SKB, som ägs av kärnkraftföretagen gemensamt.

För att bedriva forsknings- och utvecklingsverksamhet på detta område och för att driva avfallsanläggningarna behövs pengar. Enligt lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m. (den s.k. finansieringslagen), ursprungligen från år 1981, skall kärnkraftföretagen betala kostnaderna för en säker hantering och slutförvaring av kärnavfallet. Det sker genom att avgifter per kWh betalas in till ett särskilt fonderingssystem i statlig regi. Detta fonderingssystem har fungerat väl. Hittills har det svenska kärnavfallsprogrammet kostat drygt 15 miljarder kronor. Dagens beräkningar tyder på att det kommer att behövas ytterligare ca 55 miljarder kronor. Av detta belopp finns idag ca 35 miljarder kronor fonderade. Mellanskillnaden på ca 20 miljarder kronor beräknas kunna täckas dels av avkastningen från redan fonderade medel, dels genom fortsatta avgiftsinbetalningar så länge reaktorer är i drift.

1.1.2 Kravet på allsidigt program

Kärntekniklagen kräver ett allsidigt forsknings- och utvecklingsprogram. Detta krav är särskilt tydligt i ett inledningsskede när underlaget för att välja inriktningar och koncept bör vara mycket

brett. Men även i senare skeden är det viktigt att utreda alternativa lösningar i rimlig omfattning, så att programmet ger underlag för strategiska val utan begränsningar till en enda väg som kan visa sig vara en återvändsgränd. Det är dock inte rimligt eller möjligt att hela tiden utreda och utveckla alla tänkbara alternativ till samma kunskapsnivå. Det skulle kunna förhindra möjligheterna att nå fram till beslut, särskilt som nya varianter och koncept för processer och anläggningar för omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall kan komma att bli föreslagna under det fortsatta utvecklingsarbetet. Det är alltså möjligt och nödvändigt att successivt koncentrera utredningarna till de alternativ, som visar sig vara särskilt intressanta. Vad som nu sagts utesluter naturligtvis inte att man ständigt måste vara beredd att ompröva redan gjorda ställningstaganden, om nya fakta kommer fram genom pågående forskning.

1.1.3 Kärnkraftindustrins redovisning av programmet

Enligt 12 § kärntekniklagen skall reaktorägarna upprätta eller låta upprätta ett program för den allsidiga forsknings- och utvecklingsverksamhet samt de övriga åtgärder som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall och att på ett säkert sätt avveckla och riva anläggningar som inte längre behövs. Programmet skall upprättas vart tredje år och skall omfatta en tid av sex år och ges in till Statens kärnkraftinspektion (SKI).

Reaktorägarna har uppdragit åt SKB att upprätta detta program. FUD-program 2004 – *Program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall, inklusive samhällsforskning* – redovisades av SKB i september 2004.

1.1.4 Granskningsprocessen

FUD-programmet granskas av SKI, som genom ett remissförfarande bjuder in ett stort antal organisationer att lämna synpunkter. Dessa synpunkter sammanställs av SKI, som med ett eget yttrande lämnar sina synpunkter till regeringen. Parallellt med SKI:s förfarande granskas programmet av KASAM, som också lämnar ett eget yttrande till regeringen. Med SKI:s och KASAM:s yttranden som grund beslutar sedan regeringen om programmet och tar ställning till om programmet uppfyller kärntekniklagens krav (bl.a. avseende allsidighet). Regeringen föreskriver även de villkor för den fortsatta forsknings- och utvecklingsverksamheten som anses vara nödvändiga. Genom dessa återkommande granskningar av SKB:s forsknings- och utvecklingsprogram vart tredje år och genom regeringens beslut har programmet fått samhällets stöd och godkännande.

1.1.5 Val av metod och plats

För val av metod för slutförvaring har SKB redovisat flera möjliga alternativ. På ett tidigt stadium stod det emellertid klart att slutförvaring i stabila geologiska formationer på stort djup är att föredra. Det finns även en bred internationell enighet bland tekniska experter att geologisk förvaring är den mest passande metoden för långtidsförvaring av de farligaste formerna av radioaktivt avfall. En sådan inriktning föredras också av de flesta länder, som har ett forsknings- och utvecklingsprogram för högaktivt avfall eller använt kärnbränsle.

Den s.k. KBS-3 metoden (som innebär att det använda kärnbränslet placeras i kopparkapslar med en insats av gjutjärn, en omgivande barriär av bentonitlera, med en placering i ett tunnelsystem i berg på flera hundra meters djup) har utvecklats successivt under en lång följd av år och har återkommande redovisats och granskats. KBS-3 metoden har av regeringen accepterats som huvudlinjen i det fortsatta utvecklingsarbetet. I

ett regeringsbeslut i november år 2001 med avseende på SKB:s komplettering av FUD-program 98 (den s.k. FUD-K rapporten) godtog regeringen denna metod som en "planeringsförutsättning" för de platsundersökningar som SKB nu genomför i Forsmark (Östhammars kommun) och Simpevarp/Laxemar (Oskarshamns kommun). Regeringen har dock i samma beslut understrukt "att ett slutligt godkännande av viss metod för slutförvaring inte kan göras förrän i samband med ett framtida ställningstagande till ansökningar om tillstånd enligt miljöbalken och kärntekniklagen att uppföra ett slutförvar för använt kärnbränsle".

De geologiska undersökningar som SKB har genomfört och nu genomför för att få underlag för val av plats för ett slutförvar för använt kärnbränsle bedrevs från början med syfte att kartlägga de geologiska förutsättningarna i stora delar av Sverige. Man kan med viss fog säga att SKB inledningsvis eftersträvade att finna "bästa" plats för slutförvaret. Efter motstånd i form av bl.a. lokala folkomröstningar har strategin ändrats så att SKB nu närmast har som mål att finna en "tillräckligt bra" plats, dvs. att finna en plats som uppfyller vissa grundläggande säkerhetskrav.

För KASAM är det uppenbart att förvarets utformning inkl. deponeringstekniken och platsens geologiska och hydrologiska karaktär är beroende av varandra. Den geologiska barriären är en del av barriärsystemet, som skall förhindra eller åtminstone försvåra utläckage av radioaktiva ämnen till biosfären.

Regeringens beslut att acceptera KBS-3 metoden som en planeringsförutsättning gjorde det möjligt för SKB att starta de platsundersökningar, som nu pågår i Forsmark och Simpevarp/Laxemar. Dessa platsundersökningar tillför kunskap om geologiska, hydrologiska och andra förutsättningar i de aktuella undersökningsområdena, men ger också mer allmänt underlag för att kunna konstruera ett slutförvar och att bedöma dess säkerhet.

1.2 KASAM:s granskning av FUD-program 2004

KASAM – Statens råd för kärnavfallsfrågor – är en fristående vetenskaplig kommitté inom Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet med uppgift att utreda frågor om kärnavfall och avställning av kärntekniska anläggningar samt att lämna regeringen och vissa myndigheter råd i dessa frågor. I KASAM:s uppdrag ingår bl.a. att för regeringen redovisa sin självständiga bedömning av kärnkraftföretagens forsknings- och utvecklingsprogram. Föreliggande rapport utgör KASAM:s yttrande till regeringen över SKB:s FUD-program 2004.

KASAM:s granskning har skett genom insatser av kommitténs ledamöter, sakkunniga, expert och sekreterare.

Bland utgångspunkterna för KASAM:s granskning kan nämnas KASAM:s granskningsyttranden över FUD-program 2001 (september 2001) och tidigare FUD-program samt regeringens beslut över dessa redovisningar från SKB.

1.3 Resultatet av KASAM:s granskning

I kapitel 2 i föreliggande yttrande till regeringen redovisas först KASAM:s *helhetsbedömning* av FUD-program 2004. Därefter följer, i kapitlen 3-17, kommentarer till de avsnitt i FUD-program 2004 som KASAM har granskat närmare. De *slutsatser*, som KASAM har dragit vid denna granskning redovisas som punktsatser i slutet av varje kapitel.

2 Helhetsbedömning

2.1 Bakgrund

FUD-program 2004 omfattar SKB:s forsknings- och utvecklingsplaner för perioden 2005-2010. Tonvikten ligger på tiden fram till år 2008, då SKB avser att ge in ansökningar om tillåtlighet/tillstånd för prövning enligt miljöbalken (1998:808) och kärntekniklagen (1984:3) för ett slutförvar för använt kärnbränsle. Ansökningar för motsvarande tillåtlighets-/tillståndsprövningar för en inkapslingsanläggning kommer enligt FUD-program 2004 att ges in under år 2006.

Programmets huvudsakliga inriktning är teknisk/naturvetenskaplig, med en viss tonvikt på forskning och teknikutveckling med särskild inriktning på kapsel- och inkapslingsfrågor för det använda kärnbränslet. FUD-program 2004 ger på detta sätt underlag för den ansökan om tillstånd enligt kärntekniklagen för en inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle som SKB avser att ge in under år 2006. Sedan SKB:s föregående redovisning av forsknings- och utvecklingsprogrammet, dvs. FUD-program 2001, har ett särskilt kapitel om "samhällsforskning" tillkommit.

I FUD-program 2004 har SKB redovisat en handlingsplan för ansökningar om tillåtlighet/tillstånd enligt såväl kärntekniklagen som miljöbalken för en inkapslingsanläggning och ett slutförvar för använt kärnbränsle. Enligt denna handlingsplan skulle ansökningar enligt kärntekniklagen och miljöbalken för en inkapslingsanläggning ges in år 2006 och ansökningar enligt

kärntekniklagen och miljöbalken för ett slutförvar ges in år 2008. Eftersom det efter hand har framstått som allt klarare att ansökningarna för dessa båda verksamheter är starkt kopplade till varandra och att det därför är rimligast att regeringen tar ställning till dessa vid ett och samma beslutstillfälle, så har SKB under pågående granskning av FUD-program 2004, ändrat sin planering för beslutsprocessen. Enligt SKB:s nuvarande förslag till handlingsplan (mars 2005) skall ansökan enligt kärntekniklagen för en inkapslingsanläggning ges in år 2006. År 2008 skall ansökan enligt kärntekniklagen ges in för ett slutförvar samt ansökningar enligt miljöbalken ges in för både en inkapslingsanläggning och ett slutförvar.

Under de gångna åren har KASAM i sina yttranden över FUD-programmet lämnat många synpunkter i enskilda frågor, men också gjort den allmänna bedömningen att programmen uppfyller kärntekniklagens krav, bl.a. kravet på allsidighet. KASAM har framför allt fokuserat på tre huvudfrågor, nämligen:

- inkapsling,
- slutförvar inklusive val av plats samt
- beslutsprocess inklusive ansökningar om tillstånd samt frågor om samråd och miljökonsekvensbeskrivningar.

Utöver dessa frågor har KASAM kommenterat övriga frågor som tas upp i FUD-programmen, t.ex. säkerhetsanalytisk metodik, transporter av kärnavfall och använt kärnbränsle samt rivning av kärntekniska anläggningar.

På senare år har KASAM även pekat på behovet av samhällsvetenskaplig forskning om frågor som berör kärnavfall. Sist men inte minst har KASAM uppmärksammat regeringen på behovet av oberoende kompetens i frågor som rör säkerhet och strålskydd, men också särskilt betonat detta behov vad gäller samhällsvetenskaplig forskning. Det behövs kompetens, som är oberoende av SKB och kärnkraftindustrin, för att granskningen av SKB:s program och ansökningar om tillstånd skall kunna göras på ett tillförlitligt sätt och för att ge det förtroende som

behövs för att få samhällets acceptans för slutförvaringen samt för att ge ett tillräckligt bra underlag för regeringens beslut.

2.2 KASAM:s bedömning

2.2.1 Övergripande bedömning

KASAM:s övergripande bedömning är att SKB:s FUD-program 2004 uppfyller kärntekniklagens krav på ett allsidigt forsknings- och utvecklingsprogram. KASAM framhåller samtidigt behovet av fortsatt forskning och utredningar med syfte att åstadkomma en gynnsam utveckling av FUD-programmet samt att skapa bästa förutsättningar för slutliga val av teknik och plats för de planerade verksamheterna. Forskning och utredningar behövs även för att ge underlag för tillräckliga ansökningshandlingar, inklusive miljökonsekvensbeskrivningar och säkerhetsanalyser, för regeringens och övriga myndigheters tillåtighets-/tillståndsprövningar.

2.2.2 Bedömning i vissa frågor

2.2.2.1 SKB:s redovisning i förhållande till kärntekniklagens krav

KASAM anser att reaktorägarna genom FUD-program 2004 har uppfyllt kraven i 12 § kärntekniklagen.

2.2.2.2 Redovisningens utformning

KASAM anser att SKB har redovisat sitt forsknings- och utvecklingsprogram på ett förtjänstfullt sätt. Det gäller både vad SKB har gjort och vad bolaget avser att göra. Rapporten är välstrukturerad och tydlig. I många fall innehåller den en systematisk genomgång av bl.a. myndigheternas, regeringens och i

vissa fall även KASAM:s tidigare synpunkter och hur dessa synpunkter har tagits om hand eller avses tas om hand.

2.2.2.3 Fortsatt behov av teknisk utveckling

Av FUD-program 2004 framgår att det fortfarande finns ett stort utvecklingsbehov på ett antal viktiga tekniska områden. Detta gäller t.ex. tillverkning och förslutning av kapslar samt kontrollmetoder för dessa verksamheter. SKB:s forsknings- och utvecklingsverksamhet vid Kapsellaboratoriet i Oskarshamn har stor betydelse i detta sammanhang.

2.2.2.4 Materialtekniska frågor

Valet av metod enligt KBS-3 konceptet förutsätter att det kan visas att de tekniska barriärerna, inklusive kopparkapseln, kan antas fylla sina funktioner även i ett mycket långt tidsperspektiv. SKB har utvecklat olika tekniker för förslutning av kopparkapseln. SKB har i samband därmed (maj 2005) i ett pressmeddelande tillkännagivit att en ”säker metod för inkapsling av det använda kärnbränslet är klar”. Även om KASAM stöder valet av svetsmetod, anser KASAM att SKB borde ha väntat med sitt ställningstagande tills man haft tillgång till resultaten av SKI:s och KASAM:s granskningar av FUD-program 2004. Det återstår för SKB att visa att svetsförfarandena rutinmässigt kan ge resultat som uppfyller uppställda krav.

2.2.2.5 Övriga naturvetenskapliga frågor

Även inom andra områden, t.ex. geologi, bergmekanik, hydrologi, biologi och kemi, finns det ett stort behov av fortsatt forsknings- och utvecklingsarbete, liksom av praktiska demonstrationer av tekniska tillämpningar. Erfarenheterna från de

pågående platsundersökningarna i Forsmark och Simpevarp/Laxemar samt SKB:s Berglaboratorium i Äspö har ett stort vetenskapligt värde i det fortsatta utvecklingsarbetet för det slutliga omhändertagandet av det använda kärnbränslet och övrigt kärnavfall.

2.2.2.6 Barriärerna i KBS-3 konceptet

Ingående kunskaper om barriärerna (kapsel–buffert–återfyllning–geosfär) utgör grundläggande förutsättningar för lokaliseringen och utformningen av ett säkert slutförvar. Valet av plats för ett slutförvar för använt kärnbränsle bör därför, enligt KASAM:s bedömning, baseras på ett hydrogeologiskt undersökningsmaterial, som även representerar andra geologiska förhållanden än de som nu undersöks i Forsmark och Simpevarp/Laxemar. KASAM saknar ett övertygande resonemang i FUD-program 2004 om skälen för SKB:s uttalande att ”djupförvaret skall förläggas i kristallint berg med granitisk sammansättning”.

2.2.2.7 Biosfärsfrågor

En djupare förståelse för biosfärens sammansättning och de biologiska processerna utgör också en grundläggande förutsättning för lokaliseringen de aktuella kärnavfallsanläggningarna.

2.2.2.8 MKB-frågor

Samtidigt som det fordras djupa kunskaper för att kunna identifiera och beskriva de direkta och indirekta miljökonsekvenserna (även med avseende på en avlägsen framtid) av de verksamheter som kommer att anges i ansökningarna, så kommer det att behövas ett brett beslutsunderlag för att på ett

övertygande sätt kunna påvisa vad som motsvarar miljöbalkens krav på ”bästa möjliga teknik” samt krav på val av ”lämplig” plats där ”ändamålet kan uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön”. En utförlig redovisning av alternativa platser och alternativ teknik ses i detta sammanhang som en nödvändighet för att miljökonsekvensbeskrivningen skall kunna fylla sin funktion. En sådan ”bred” alternativredovisning bör även kunna underlätta förståelsen för det slutliga valet av utformning och lokalisering. Tillsammans med miljöbalkens krav på en ”icke-teknisk sammanfattning” bör detta kunna uppnå syftet att göra beslutsunderlaget mera tillgängligt för allmänheten.

2.2.2.9 Tidigare val och prioriteringar

Med syfte att belysa de strategiska val som SKB har gjort under processens gång, och att därmed sätta FUD-program 2004 i ett mer begripligt sammanhang, bör FUD-programmet i fortsättningen utökas med en bakgrundsbeskrivning, som belyser förutsättningar, innehåll och prioriteringar samt motiven för övervägandena och ställningstagandena i de tidigare FUD-programmen. En sådan beskrivning bör, enligt KASAM, presenteras senast i samband med inlämnandet av FUD-program 2007.

2.2.2.10 Säkerhetsanalysens begriplighet

SKB bör tydligare än i dag uppskatta och redovisa osäkerheten i säkerhetsanalysens olika delar. Säkerhetsanalysens utgångspunkter och metodik måste beskrivas och motiveras på ett tydligt sätt och det behövs en genomarbetad metod för val av scenarier. Säkerheten vid ett eventuellt återtagande av det förvarade materialet måste också belysas.

Det är dessutom viktigt att uppmärksamma beslutsunderlagets begriplighet, för en större krets än experterna inom kärnavfalls-

området, vid utformningen av säkerhetsanalyserna. Genom att utveckla dessa analyser skulle man kunna öka förståelsen för riskerna med ett djupförvar jämfört med andra risker i samhället. Med hänsyn till allmänhetens och kommunernas behov av insyn och förståelse, i samband med prövningsprocessen för det slutliga omhändertagandet av det använda kärnbränslet, anser KASAM att både SKB och myndigheterna behöver publicera pedagogiska beskrivningar av de komplicerade säkerhetsanalyserna.

2.2.2.11 Allvarliga händelser samt skyddsåtgärder

Möjligheterna att kunna förutse olyckor, sabotage och terrorhandlingar i samband med transporter och annan hantering av använt kärnbränsle fordrar särskild uppmärksamhet. Sådana uppgifter utgör en förutsättning för effektiva skyddsåtgärder. Behovet av att uppmärksamma även mycket osannolika händelser avgörs av de beräknade konsekvensernas omfattning vid en inträffad händelse. KASAM förutsätter att dessa risker samt behovet av skyddsåtgärder blir väl belysta i samband med de säkerhetsanalyser och miljökonsekvensbeskrivningar som kommer att ingå i ansökningshandlingarna om tillstånd för en inkapslingsanläggning och ett slutförvar för använt kärnbränsle.

2.2.2.12 SKB:s handlingsplan

KASAM bedömde i samband med granskningen av FUD-program 2001 att SKB:s tidsplan föreföll alltför optimistisk för att garantera god kvalitet på allt det arbete som behöver göras. KASAM gör fortfarande samma bedömning och anser att det är kravet på hög kvalitet på beslutsunderlaget som skall styra forsknings- och utvecklingsarbetet, inte en viss antagen tidsplan för beslutsprocessen.

2.2.2.13 Samlad prövning av inkapslingsanläggning och slutförvar

KASAM ser positivt på SKB:s ändrade tidsplan (mars 2005) för samråd och ansökningar m.m. samt betonar att en inkapslingsanläggning och ett slutförvar för använt kärnbränsle bör tillåtlighets-/tillståndsprövas (enligt kärntekniklagen och miljöbalken) i *ett* sammanhang, eftersom dessa anläggningar utgör två delar i ett och samma avfallssystem. Vidare anser KASAM att det för dessa prövningar bör upprättas en enda, samordnad miljökonsekvensbeskrivning.

2.2.2.14 Rivning av kärntekniska anläggningar

Det finns anledning att rikta kritik mot att rivningsfrågorna inte har givits större uppmärksamhet i FUD-program 2004, framför allt i frågor om beräkningar av kostnaderna för rivning av kärnkraftverken. Dessa frågor har fått ökad aktualitet genom regeringens beslut i december 2004 om att rätten att driva kärnkraftreaktorn Barsebäck 2 för att utvinna kärnenergi skall upphöra att gälla vid utgången av maj 2005. Det finns också mer övergripande aspekter på rivning som kräver fördjupade studier under de närmaste åren. Med hänsyn till frågan om behovet av en miljökonsekvensbedömning menar KASAM att regeringen bör ta initiativ till en mer ingående belysning av de miljöpolitiska, energipolitiska och rättsliga frågorna i samband avvecklingen av kärnkraften i Sverige.

2.2.2.15 Behov av oberoende forskning

KASAM ansåg vid granskningen av FUD-program 2001 att humanistiska och samhällsvetenskapliga frågor, med betydelse för slutförvaring av kärnavfall, borde få ökad uppmärksamhet och ser nu med tillfredsställelse att SKB har initierat ett

samhällsforskningsprogram som en del av FUD-program 2004. För forskningens trovärdighet är det dock av stor vikt att det inom det humanistiska och samhällsvetenskapliga kunskapsområdet även finns forskning, som finansieras av andra än kärnkraftindustrin. Det är viktigt att regeringen avsätter medel så att fristående forskare har ekonomiska förutsättningar att ta initiativ till forskning, som har betydelse för granskningen av industrins förslag, samt till forskning om beslutsprocesserna i samband med sådana granskningar.

Behovet av forskning, som är fristående från kärnkraftindustrin inklusive SKB, gäller även inom teknik och naturvetenskap.

2.2.2.16 Behov av kompetens inom strålskydds- och kärnsäkerhetsområdena

KASAM känner oro för att den pågående nedskärningen av resurser inom ämnesområden, såsom strålningsfysik/radiofysik, reaktorfysik, kärnkemi, radioekologi och strålningsbiologi, kommer att leda till att det inom strålskydds- och kärnsäkerhetsområdena inte kommer att finnas tillgång till den kompetens som kommer att behövas. Som exempel inom strålskyddsområdet noterar KASAM att flera universitet har lagt ner institutioner som verkat inom området. Det finns i praktiken inte heller något forskningsorgan som ger medel för grundläggande strålskyddsforskning. Med en tynande forskning kommer strålskyddet i Sverige att bli lidande och kompetensen sjunker. Redan år 1994 pekade en statlig utredning i betänkandet "Långsiktig strålskyddsforskning" (SOU 1994:40) på att strålskyddsforskningen befann sig i ett allvarligt läge. Utredningen mottogs positivt av remissinstanserna, men resulterade inte i att några ytterligare medel anslogs. Situationen är idag ännu allvarligare.

2.2.2.17 Vetenskaplig bredd i kommande FUD-program

KASAM vill avslutningsvis betona att kommande redovisningar av FUD-program bör ha en stor vetenskaplig bredd för att kunna motsvara kärntekniklagens krav på allsidighet men också för att tillgodose miljöbalkens krav på beslutsunderlaget, inklusive miljökonsekvensbeskrivningen, vid prövning enligt 17 och 9 kapitlen i miljöbalken.

3 SKB:s program och handlingsplan

3.1 Bakgrund

SKB:s forsknings-, utvecklings- och demonstrationsprogram för hantering och slutförvaring av använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall i Sverige inleddes för mer än 25 år sedan. Förändringar i lagstiftningen, myndigheternas krav och den allmänna uppfattningen om betydelsen av miljö- och samhällsfrågor har med åren ändrat förutsättningarna för detta program. SKB (och även lagstiftningen) hade från början en tydlig inriktning på de tekniska lösningarna – bolaget skulle klara en ”helt säker slutförvaring”. Med tiden har miljöfrågorna ökat i betydelse; miljölagstiftningen har skärpts och miljökonsekvensbeskrivningar (MKB) och tillståndsprövningar har blivit allt viktigare instrument. På detta sätt har många frågor fått uppmärksamhet, inte bara enskilda tekniska frågeställningar utan också viktiga principiella frågor, som t.ex. alternativredovisning av val av metod och plats. SKB ändrade sin strategi (efter svårigheter i programmet) och gick från en teknisk/geologisk platsvalsprocess (syftande till vad som nästan kan kallas ”bästa” plats) till en demokratiskt förankrad process (syftande till en accepterad plats med ”tillräcklig” säkerhet). Programmet har alltså vuxit fram under en tidsperiod med gradvis förändrade uppfattningar om miljö och samhälle, men även med förändringar i tekniken samt insikter om samspelet mellan dessa frågor. Som en följd av denna utveckling har även lagstiftningen ändrats.

Det svenska kärnavfallsprogrammet närmar sig nu den tidpunkt då SKB kommer att ge in ansökningar om att få uppföra och driva anläggningar för hantering och slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och annat kärnavfall från kärnkraftverken, förutom att bolaget återkommande redovisar de FUD-program som kärntekniklagen kräver. Det kan antas att ansökningarna kommer att grundas på det s.k. KBS-3 konceptet.

SKB:s FUD-program 2004 har fokus på frågor om inkapsling av det använda kärnbränslet och utgör ett underlag för den ansökan om tillstånd för en inkapslingsanläggning som SKB planerar att ge in år 2006. FUD-program 2007 kommer enligt SKB att ha fokus på geologi och val av plats för ett slutförvar för det använda kärnbränslet. Programmet kommer därmed att utgöra ett underlag för ansökningar om tillstånd för ett slutförvar som SKB planerar att ge in år 2008. Nya FUD-program kommer även fortsättningsvis att upprättas vart tredje år.

En inkapslingsanläggning och ett slutförvar för använt kärnbränsle enligt KBS-3 konceptet fordrar tillstånd enligt både kärntekniklagen och miljöbalken. Regeringen prövar frågor om tillstånd enligt kärntekniklagen och frågor om tillåtlighet enligt 17 kap. miljöbalken för anläggningar på angivna platser. Beredningen av prövningsärenden enligt kärntekniklagen sker vid SKI medan beredningen för tillåtlighetsprövning enligt 17 kap. miljöbalken samt beredningen och tillståndsprövningen enligt 9 kap. miljöbalken sker vid miljödomstolen.

Miljöbalken och dess MKB-bestämmelser i 6 kap. utgör en viktig grund för utformningen av samråds- och prövningsprocessen. Kraven i miljöbalken på innehållet i miljökonsekvensbeskrivningar är relativt breda och för att kunna uppfylla dessa krav kan man utgå från att utredningar och viss forskning kommer att behövas.

FUD-program 2004 tar, utöver den mycket omfattande naturvetenskapliga och tekniska redovisningen, i allmänna ordalag upp behoven i MKB-processen och behovet av samhällsvetenskapliga studier.

3.2 KASAM:s överväganden och bedömning

En viktig fråga är hur väl FUD-program 2004 motsvarar lagstiftningens krav. Detta berörs på olika sätt i programmet.

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 1-3, inklusive bilaga A, i FUD-program 2004.

3.2.1 Kärnavfallssystemet (kap. 1 i FUD-program 2004)

Kapitel 1 i FUD-program 2004 innehåller en översiktlig beskrivning av det svenska kärnavfallssystemet med dess tekniska och naturvetenskapliga delar och funktion. Bakgrund saknas om på vilket sätt som kärnavfallssystemet, utöver att vara ett tekniskt avancerat projekt, även utgör en hälsoskydds- och miljöfråga samt en samhällsfråga. Detta belyses dock i någon mån i bilaga A där olika överväganden, säkerhetsprinciper etc. för slutförvaret för använt kärnbränsle redovisas.

För att bidra till kunskapsöverföring, kontinuitet och tydlighet i den långa planerings- och prövningsprocess som FUD-programmet ingår i anser KASAM att programmet i fortsättningen behöver kompletteras med en särskild redovisning, som belyser förutsättningar, innehåll och prioriteringar i de tidigare FUD-programmen samt därmed bakgrunden till de frågor och ställningstaganden, som är aktuella. En sådan tillbakablick med motiveringar för de överväganden och ställningstaganden, som gjorts i tidigare skeden, skulle kunna ge bättre möjligheter att avgöra på vilka grunder FUD-programmets inriktning vilar i relation till ett slutförvar för använt kärnbränsle som samhälls- och miljöfråga i Sverige och om programmet motsvarar de krav som gäller enligt lagstiftningen. KASAM anser att en sådan bakgrundsbeskrivning bör göras, t.ex. i en särskild rapport, senast i samband med inlämnandet av FUD-program 2007. En uppdaterad, översiktlig sammanfattning av en sådan bakgrundsbeskrivning bör även ingå i varje kommande FUD-program.

3.2.2 Handlingsplan (kap. 2 samt bilaga A i FUD-program 2004)

Kapitel 2 i FUD-program 2004, tillsammans med bilaga A, visar planeringen för kärnbränslesystemet och för systemet för omhändertagande av låg- och medelaktivt radioaktivt avfall. Handlingsplanen har enligt SKB tagits fram för att ge underlag för myndigheterna att bedöma vilka kommande granskningar de behöver genomföra och för att de skall kunna bedöma hur SKB skall uppnå målet för en säker slutförvaring av kärnavfallet. Detta är alltså ett kapitel där SKB:s olika antaganden om teknik, ekonomi, ansökningar och prövningsprocedurer etc. läggs fram.

Det bör här noteras att SKB, efter det att FUD-program 2004 lades fram, diskussionsvis har redovisat förslag till en ”modifierad handlingsplan”, som innebär ändrade antaganden om tidpunkter för inlämnande av ansökningar och tider för prövning av dessa. KASAM har utgått från dessa nya förutsättningar vid bedömningen av FUD-programmet.

3.2.2.1 Prövningsfrågor

Med hänsyn till de diskussioner som SKB har initierat med bl.a. KASAM och de medverkande i den pågående samrådsprocessen enligt miljöbalken, gör KASAM följande bedömning.

Enligt KASAM är det sakligt motiverat, med hänsyn till miljöbalkens krav på bästa möjliga teknik, att inkapslingsanläggningen och slutförvaret för använt kärnbränsle tillståndsprövas i *ett* sammanhang, eftersom dessa anläggningar utgör två delar i ett och samma avfallssystem, baserat på tekniska och naturliga barriärer i samverkan. Behovet av samordning mellan prövningarna av inkapslingsanläggningen och slutförvaret följer också av 16 kap. 7 § miljöbalken, som anger följande: ”Vid prövningen enligt denna balk skall hänsyn tas till andra verksamheter eller särskilda anläggningar som kan antas bli behövliga för att verksamheten skall kunna utnyttjas på ett ändamålsenligt sätt.”

KASAM ser därför positivt på SKB:s under våren 2005 ändrade förslag till tidsplan för prövningsprocessen.

Det är också motiverat att prövningarna enligt olika lagstiftningar, främst miljöbalken och kärntekniklagen, sker samordnat och i ett sammanhang. I prop. 1997/98:90, om följdlagstiftning till miljöbalken m.m., anges (se s. 270-271) bl.a. följande i fråga om samordning mellan prövning enligt miljöbalken och kärntekniklagen: "Är ärendet av det slaget att regeringen skall pröva tillåtligheten enligt 17 kap. miljöbalken skall miljödomstolen efter beredning av ärendet överlämna det till regeringen för prövning. Det kan förutsättas att miljödomstolens handläggning enligt miljöbalken sker parallellt med en beredning hos SKI av tillståndsärendet enligt kärntekniklagen. Tillåtlighetsprövning enligt miljöbalken och tillståndsprövning bör därvid samordnas så att miljödomstolen har tillgång till expertmyndigheternas granskningsrapporter i kärntekniklagärendet vid sin behandling av tillåtlighetsprövningen enligt miljöbalken. Även regeringens slutliga beredning och beslut enligt de båda lagarna bör ske samordnat. Efter att tillåtlighetsprövningen enligt miljöbalken har slutförts hos regeringen lämnas ärendet åter till miljödomstolen om det krävs tillstånd enligt miljöbalken och då prövas alla utsläpp och störningar från anläggningen."

Som redan framhållits har SKB, efter det att FUD-program 2004 gavs in, initierat en diskussion med bl.a. KASAM om en ändrad tidsplan för inlämnandet av ansökningar för de planerade anläggningarna och redovisat en förväntad tidsplan för beslutsprocessen. SKB:s "modifierade handlingsplan" för beslutsprocessen innebär i huvudsak följande.

Ansökningar om tillstånd enligt miljöbalken för såväl inkapslingsanläggning som slutförvar för använt kärnbränsle inges år 2008. Ansökningar om tillstånd enligt kärntekniklagen ges in för inkapslingsanläggningen år 2006 (och kompletteras år 2008) och för slutförvaret år 2008.

I samband med diskussionen om den modifierade handlingsplanen har SKB även anfört att "SKB är överens med samrådsparterna om att prövningen av de olika anläggningsdelarna i

KBS-3 systemet bör baseras på ett material som är så komplett, samlat och lättöverskådligt som möjligt”.

3.2.2.2 MKB-frågor

Både kärntekniklagen och miljöbalken ställer krav på att ansökan skall innehålla en miljökonsekvensbeskrivning, som skall upprättas efter samråd enligt 6 kap. miljöbalken, dvs. med berörda statliga myndigheter, kommuner, allmänheten och organisationer. SKB har i de fortsatta diskussionerna om en modifierad handlingsplan för prövningarna uppgivit att bolaget avser att lämna en miljökonsekvensbeskrivning, som blir gemensam för de båda anläggningarna (en inkapslingsanläggning och ett slutförvar för använt kärnbränsle) och prövningarna enligt båda dessa lagstiftningar.

KASAM anser att det är av stor vikt att det upprättas en enda, samordnad miljökonsekvensbeskrivning inför regeringens tillåtlighets-/tillståndsprövningar, vilka förutsätts ske samordnat. Detta motiveras av behovet av att få en överblick över de sammanlagda konsekvenserna av en inkapslingsanläggning och ett slutförvar för använt kärnbränsle tillsammans med övriga aktiviteter i samband med byggande och drift av dessa verksamheter. Det motiveras också av behovet av samordning mellan prövningarna enligt de olika lagstiftningarna och mellan prövningarna av inkapslingsanläggningen och slutförvaret. Detta skulle även tillgodose behovet av allmän insyn och överskådlighet avseende hela den komplexa slutförvarsfrågan, i ett skede då ansökningshandlingarna inklusive miljökonsekvensbeskrivningen är kompletterade av SKB och sålunda kan kungöras av berörd myndighet, inför de fortsatta beredningarna och prövningarna.

3.2.2.3 SKB:s ansökan för inkapslingsanläggningen

Mot denna bakgrund ser KASAM positivt på SKB:s ändrade förslag till tidsplan för prövningsprocessen. Förslaget innebär att SKB i ett tidigt skede (år 2006) kommer att lämna in en ansökan (inklusive miljökonsekvensbeskrivning) enbart för en inkapslingsanläggning och enbart enligt kärntekniklagen samt att denna "preliminära" ansökan (liksom den tillhörande miljökonsekvensbeskrivningen) kommer att kompletteras under åren 2006-2008. Denna utveckling av ansökan och miljökonsekvensbeskrivningen kommer då att ske i samband med att SKB fortsätter det utökade samrådet enligt 6 kap. 5 § miljöbalken och att SKI, förutom att delta i det utökade samrådet, även granskar den av SKB inlämnade "preliminära" ansökan, som underlag för en slutlig ansökan i ett senare skede. Myndighetens granskning av den av SKB inlämnade "preliminära" ansökan kan då närmast få karaktären av en fördjupad del av samrådsprocessen till gagn för såväl innehållet i SKB:s slutliga ansökan med miljökonsekvensbeskrivning som SKI:s senare beredning av de kompletta ansökningshandlingarna.

3.2.2.4 Samrådsfrågor

Ett av syftena med FUD-programmet är att ge underlag för framtida ansökningar enligt miljöbalken och kärntekniklagen. En viktig fråga är då i vilken omfattning som redovisningen i FUD-program 2004 motsvarar kraven på innehållet i ansökningarna enligt dessa lagstiftningar. Resultaten från de senaste samråden enligt 6 kap. miljöbalken och dessas eventuella inverkan på innehållet i FUD-programmet kunde t.ex. ha diskuterats.

SKB har genomfört samråd (med berörda enligt 6 kap. 5 § miljöbalken) som underlag för de s.k. omfattnings- och avgränsningsrapporterna (för miljökonsekvensbeskrivningen för en inkapslingsanläggning och ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark eller Simpevarp/Laxemar) men anger inte om

denna preliminära avgränsning har inverkat på FUD-programmet eller hur man har beaktat resultaten i relation till behoven i FUD-programmet.

Det är rimligt att anta att arbetet med att upprätta miljökonsekvensbeskrivningen kan föranleda behov av kortare forskningsprojekt utöver de stora tekniska FUD-projekt som SKB bedriver. Bolaget säger också i samband med den samhällsvetenskapliga insatsen att dessa forskningsresultat skall bidra till innehållet i miljökonsekvensbeskrivningen, men det återstår för SKB att visa hur detta kan ske, t.ex. i någon första skiss av innehållet i den kommande miljökonsekvensbeskrivningen.

3.2.2.5 KASAM:s uppgifter

KASAM har ingen formell roll som part i processen för samråd enligt miljöbalken och prövning av tillståndsansökningarna enligt miljöbalken och kärntekniklagen. Som framgår av regeringens direktiv år 1992 är KASAM:s huvuduppgifter att granska SKB:s FUD-program, att publicera kunskapslägesrapporter om de frågor som KASAM finner aktuella i den pågående processen och att uppmuntra till en fördjupad diskussion om dessa frågor, t.ex. i form av seminarier. Enligt KASAM:s bedömning är det därför nödvändigt att KASAM bevakar det underlag som ges in i anslutning till ansökningarna för att kunna fullgöra sina uppgifter. Detta innebär att KASAM behöver göra delvis nya insatser. Detta får ses som en naturlig följd av den nya mer intensiva fas som föregår de viktiga beslut som behöver tas, inte minst av regeringen (beslut om ansökningarna men även beslut om FUD-programmen).

3.2.2.6 Säkerhetsfrågor m.m.

Det finns många syften angivna i de olika kapitlen i FUD-program 2004 och det är svårt att överblicka och att värdera

dessa. I bilaga A finns ett särskilt avsnitt om säkerhet, som naturligtvis är en central fråga i detta sammanhang. SKB anger att det ”yttersta syftet” är att åstadkomma ett säkert förvar för använt kärnbränsle. SKB redovisar ett antal ”säkerhetsprinciper” som vägledning i arbetet för att åstadkomma långsiktig säkerhet, vilket är utmärkt att man tydliggör. Några frågor med anledning av säkerhetsprinciperna är följande:

- Vad avser SKB när bolaget talar om snabba, genomgripande och oförutsägbara samhällsförändringar, som man bör tänka på i samband med slutförvarets säkerhet? Är det något av de samhällsvetenskapliga projekten som fokuserar detta? Är detta en viktig fråga för FUD-programmet och för miljökonsekvensbeskrivningen?
- SKB talar bara om själva djupförvaret i de punkter som tas upp; men hur är det med säkerheten kring inkapslingsanläggning och transporter och hur är riskerna för olyckor, sabotage och terrorism? Är det rimligt att också ta dessa i beaktande? Två säkerhetsrapporter skall tas fram nämligen SR-Can (SKB:s säkerhetsanalys som underlag till ansökan om att bygga en inkapslingsanläggning; SKB har under år 2004 lämnat en preliminär säkerhetsredovisning som belyser den metodik SKB avser att använda vid kommande säkerhetsanalyser) och SR-site (SKB:s säkerhetsanalys som underlag till ansökan om att bygga ett djupförvar). SKB uppger emellertid inte vad som avses ingå i t.ex. SR-site.
- SKB säger att den övergripande systemanalysen skall ta hänsyn till missöden och störningar; men vilka sådana kan inträffa och är det möjligt att bedöma om alla är beaktade? Dessa frågor återges inte i bilagan och man får i de inledande kapitlen inte veta om de är viktiga att beakta i FUD-programmet.
- SKB säger att miljökonsekvensbeskrivningen skall visa att djupförvarsprojektet kan genomföras med acceptabla konsekvenser för människor och miljön och på annat ställe säger man att miljökraven skall uppfyllas. Vad menas här med

acceptabla, vem avgör det och hur skall det visas? Det hade varit rimligt med en diskussion kring dessa överväganden och hur de har betydelse för utformningen av FUD-programmet. Motsvarande gäller för de miljökrav man hänvisar till.

SKB kommer att redovisa fakta om vad projektet kan tillföra samhället, men kommer att överlåta värderandet till andra enligt uppgift i bilaga A. Det är klokt tänkt men valet av vilka fakta som presenteras är också ett sätt att välja vilken bild man vill presentera. För den öppna MKB-processens skull hade det varit bra om de sammanlagda kunskapsbehoven inför upprättandet av ansökningarna och utformningen av anläggningarna hade lagts fram som bakgrund till valet av inriktning i FUD-program 2004.

KASAM konstaterar sammanfattningsvis att innehållet i miljökonsekvensbeskrivningen bör vara en viktig utgångspunkt för att motivera olika delar av FUD-programmet. Kunskapsbehovet för miljökonsekvensbeskrivningen bör därför redovisas utförligt. Det är också en viktig uppgift för SKB att argumentera för FUD-programmets fortsatta inriktning med utgångspunkt i detta kunskapsbehov samt målsättningen om en öppen MKB-process och därmed goda förutsättningar för förståelse och acceptans för FUD-programmet.

3.2.2.7 Övriga frågor i bilaga A

Vilka frihetsgrader för vägval kommer att finnas i olika skeden av samråds- och prövningsprocessen? SKB hävdar att tillräcklig tid måste avsättas för att ta fram solida beslutsunderlag, men det finns inga resonemang om man uppnått detta med sin planering av FUD-programmet eller om det finns frågor, som är extra kritiska med tanke på tidsaspekten. Kommande beslutsprocesser är väl definierade, enligt SKB, men bolaget säger inget om vad man menar med detta uttalande och om det har någon betydelse för FUD-programmets inriktning. Framställningen har en

närmast översiktlig karaktär vilket gör det svårt att se vilka överväganden som gjorts inför FUD-programmet. I avsnitt A 2.3.2 skriver SKB t.ex. att avsikten är att göra vägvalen på systemnivå ner till detaljer, men att definitiva val kommer att göras i så sena skeden som möjligt, för att bl.a. ta till vara den senaste teknikutvecklingen. Ur det offentliga synvinkel kan man undra över om vi idag vet exakt vilka avgörande vägval som kommer att finnas kvar att göra när ansökan väl lämnas in, och om dessa frihetsgrader är acceptabla för samhället och dess beslutande instanser? FUD-programmet ger inte underlag att bedöma detta.

3.2.3 FUD-program (kap. 3 i FUD-program 2004)

Kapitel 3 i FUD-program 2004 utgör en kort sammanfattning av inriktningen på FUD-program 2004. Den samhällsvetenskapliga forskningens koppling till hela slutförvarsprojektet och hur man tänker ta till vara resultaten från den samhällsvetenskapliga forskningen är svåra att se i detta kapitel. FUD-program 2004 ger inte heller någon närmare vägledning om kopplingen mellan behoven av kunskapsunderlag för miljökonsekvensbeskrivningen, övrig planering, projektering, anläggande och drift till det samhällsvetenskapliga programmet.

3.3 KASAM:s slutsatser

- KASAM anser att kommande FUD-program bör utökas med en särskild bakgrundsbeskrivning, som belyser förutsättningar, innehåll och prioriteringar i de tidigare FUD-programmen. En sådan tillbakablick med motiveringar för de överväganden och ställningstaganden, som gjorts i tidigare skeden, skulle kunna ge bättre möjligheter att avgöra på vilka grunder FUD-programmets inriktning vilar och om pro-

grammet motsvarar de krav som ställs i lagstiftningen. Bakgrundsbeskrivningen bör presenteras senast i samband med inlämnandet av FUD-program 2007. En uppdaterad, översiktlig sammanfattning av en sådan bakgrundsbeskrivning bör även ingå i varje kommande FUD-program.

- FUD-program 2004 innehåller allmänna beskrivningar av kopplingen till krav enligt miljöbalken, men saknar konkreta resonemang om FUD-programmets inriktning i relation till kravet på innehåll i den kommande miljökonsekvensbeskrivningen. (Se även KASAM:s slutsatser i kap. 14 i frågor om samhällsvetenskaplig forskning.)
- FUD-program 2004 saknar ett samlat resonemang om de sammanlagda kunskapsbehoven inför upprättandet av ansökningar om tillstånd, för ett slutförvar för använt kärnbränsle, med tillhörande miljökonsekvensbeskrivning och som underlag för FUD-programmets inriktning.
- KASAM förordar att inkapslingsanläggningen och slutförvaret för använt kärnbränsle tillståndsprövas (enligt kärntekniklagen och miljöbalken) i *ett* sammanhang, eftersom dessa anläggningar utgör två delar i ett och samma avfallssystem, baserat på tekniska och naturliga barriärer i samverkan. KASAM bedömer att det därför är av stor vikt att det upprättas en enda, samordnad miljökonsekvensbeskrivning inför regeringens tillåtlighets-/tillståndsprövningar enligt miljöbalken och kärntekniklagen av inkapslingsanläggningen och slutförvaret för använt kärnbränsle.
- KASAM ser positivt på SKB:s ändrade förslag till tidsplan för prövningsprocessen men anser att det tydligt bör framgå att de preliminära ansökningshandlingarna som SKB avser att ge in till SKI under år 2006 skall betraktas som underlag för en fördjupning av det pågående samrådet enligt 6 kap. miljöbalken inför prövning enligt kärntekniklagen.

4 Kapsel – tillverkning

4.1 Bakgrund

Kapselns funktion är att isolera kärnavfallet från omgivningen. Kapseln har en mycket central barriärfunktion. Så länge kapseln är intakt kommer inga radioaktiva ämnen att läcka ut. Kapseln måste vara beständig i djupförvarets kemiska miljö och tåla de mekaniska påkänningar som kan uppträda. Utgångspunkten är att kapseln skall motstå korrosionsangrepp under minst 100 000 år. Kapseln måste vara tillräckligt tjock så att strålningen på utsidan inte ger upphov till radiolys, för då skulle korrosion snabbt ske. SKB:s referenskapsel är utformad som en yttre korrosionsbarriär av koppar och en tryckbärande insats av segjärn.

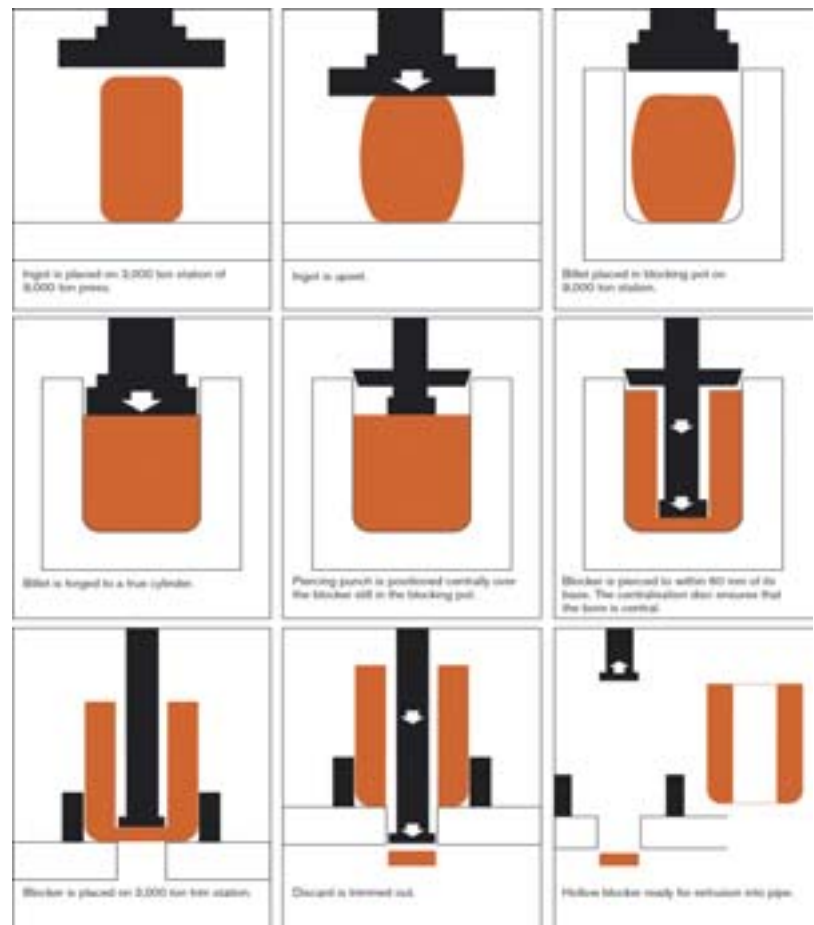
4.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 5 i FUD-program 2004.

4.2.1 Val av tillverkningsmetod för kopparkapseln

SKB har i huvudsak provat fyra metoder för tillverkningen av kopparrör till kapslarna: Rullformning, extrusion, dornpressning och smide. Rullformning utförs på så sätt att en plåt förs emellan

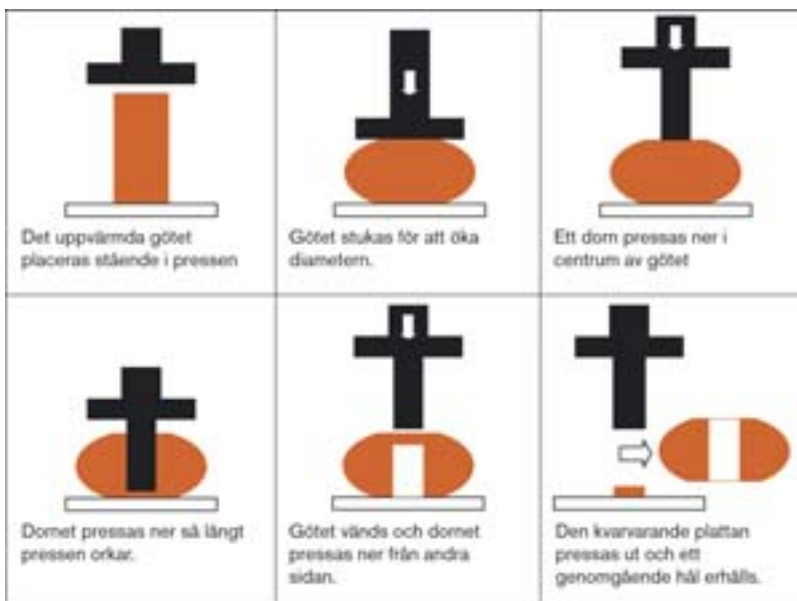
tre valsar så att plåten får formen av en del av en cylinder. Vid extrusion följs en hel sekvens av bearbetningssteg, se figur 4.1.



Figur 4.1 Steg 1 vid extrudering (från "Utveckling av tillverkningsteknik för kopparkapslar med gjutna insatser. Lägesrapport i augusti 2001" av Claes-Göran Andersson; SKB rapport R-01-39)

Först trycks götet samman (stukas) och får samtidigt en större diameter. Därefter hålas ämnet och slutligen placeras det i extrusionspressen för att fås sin slutliga dimension. Vid dornpressning extruderas ett ämne från två håll med dorn så att ett rör med bibehållen botten kan erhållas.

En ny metod har börjat studeras för att tillverka sömlösa rör genom smidning, se figur 4.2. Ett varmt göt placeras i en press, stukas, hålas från ena sidan, vänds och hålas från andra sidan. Det hålade götet sätts på en dorn och smids sedan runt om så att ämnet förlängs och samtidigt blir tunnare. Genom ett successivt val av dorndiametrar och smidesverktyg kan de önskade rördimensionerna uppnås.



Figur 4.2 Framställning av ämne för ringsmide (från "Lägesrapport kapseltillverkning" av Claes-Göran Andersson, Göran Emilsson, Peter Eriksson och Marika Westman, juni 2004; SKB rapport R-04-14)

Resultaten demonstrerar att alla fyra metoderna är tänkbara att använda men att extrudering har givit den bästa mikrostrukturen (jämn mikrostruktur och fin kornstorlek). Det är sedan länge välkänt att detta krävs för att kapseln skall få acceptabla mekaniska långtidsegenskaper (krypduktilitet) och för att kunna godkännas vid oförstörande provning. Tyvärr verkar det endast finnas ett företag som har en tillräckligt stor press för att genomföra extrusionen och därför är det nödvändigt att ha minst en ytterligare fungerande metod.

KASAM rekommenderar att SKB fokuserar sin tillverkning till ytterligare en metod, utöver extrusion, med tanke på det omfattande arbete som återstår att kvalitetssäkra framställningen av kapseln, även om möjligheterna att vidareutveckla de övriga metoderna är påtagliga.

Beträffande kapsellock och botten är den naturliga tillverkningsmetoden smidning. Homogenitet i deformation och mikrostruktur är här viktigt. Även om goda resultat har uppnåtts bör ytterligare modelleringsarbete genomföras så att fördelningen av mikrostrukturen kan predikteras för olika deformationsförlopp. Detta är ett angeläget underlag när tillverkningskraven för lock och botten skall specificeras. Det är oklart om tillräckligt fin kornstorlek har uppnåtts i de lock som hittills har tillverkats.

4.2.2 Barriär mot korrosion

Kopparkapselns viktigaste funktion är som barriär mot korrosion.

Hittills framkomna resultat har inte påvisat att någon specifik korrosionstyp är livslängdsbegränsande, även om detta inte är någon verifikation att kritiska mekanismer inte skulle kunna förekomma.

KASAM vill framhålla att fortsatta studier erfordras inom två områden: i) accelererade långtidsförsök för spänningskorrosion och ii) korrosion som styrs av växelverkan med betenit. Dessutom är fortsatta försök i Åspölaboratoriet i aktuell miljö ange-

lägna för att visa att gjorda förutsägelser är korrekta inom det tidsperspektiv på omkring tio år som är möjligt att studera. Få korrosionsstudier har hittills utförts för svetsat material. KASAM anser att det är angeläget att sådana studier genomförs.

4.2.3 Gjutjärnsinsatsen

För att ta upp det hydrostatiska trycket planeras kapseln att förses med en insats av segjärn (en form av gjutjärn). Formen hos grafiten i gjutjärnet styr de mekaniska egenskaperna. Hos segjärn bör grafiten vara kulformig för att tillfredställande hållfasthet, duktilitet och seghet skall erhållas. Grafitens form styrs genom små tillsatser till smältan. SKB har låtit tillverka ett antal insatser. Insatserna har uppvisat varierande mikrostruktur och mekaniska egenskaper. Det tycks vara svårt att få en homogen kulformig grafit i komponenter av den storlek som insatserna utgör. Inte heller de mekaniska egenskaperna har helt nått uppställda krav. En fortsatt kartläggning av sambandet mellan mikrostrukturen och mekaniska egenskaper är därför central. Järnets sammansättning, gjutningen och insatsens egenskaper måste optimeras så att specificerade krav kan uppfyllas.

En viktig frågeställning gäller risken för sprödbrott hos insatsen. Om tillräckligt stora defekter samt ogynnsam mikrostruktur föreligger finns risk för kollaps hos kapseln när den utsätts för det hydrostatiska trycket, som råder i djupförvaret. Sådana egenskaper hos järninsatsen måste därför absolut undvikas. Fortsatta bestämmningar av hur brott-segheten varierar över tillverkade insatser är därför en angelägen uppgift, liksom det är att utnyttja dessa resultat i finit element-beräkningar för att verifiera att brottrisen är försumbar. Resultaten utgör en bas för optimering av tillverkningsprocessen, materialspecifikationen och provningsmetoderna.

4.2.4 Oförstörande provning

Mängden och storleken av defekter måste begränsas för att kapselns funktion skall kunna säkras. Det pågående arbetet med att formulera acceptanskriterier för detta måste fortsätta, så att säkra tillverkningskrav kan formuleras. För att bestämma förekomsten av defekter utnyttjas oförstörande provning (OFP). Arbetet med att utveckla OFP-metoder har pågått under längre tid men måste likafullt intensifieras. Även om de metoder, som tillverkarna använder sig av för att prova kapselkomponenterna, har kartlagts så är dokumentationen knapphändig och det är inte möjligt att läsa ut vilken precision i resultaten som kan förväntas.

KASAM anser att den typen av dokumentation måste tas fram under den kommande treårsperioden. Detta gäller inte minst gjutjärninsatsen där förekomsten av porositet och andra defekter kan uppträda i betydande omfattning om en noggrann kontroll inte genomförs. SKB menar att det finns goda förutsättningar att detektera defekter över insatsen men detta måste också verifieras. T.ex. måste referenskomponenter med kända defekter av aktuella typer tas fram så att en precis kalibrering av den oförstörande provningen kan göras.

De försök som har inletts med OFP-teknik för att bestämma kornstorleken hos kopparmaterialet liksom andra mikrostrukturparametrar hos både koppar och gjutjärn bör föras vidare. Om dessa försök är framgångsrika kan precisionen i mikrostrukturen hos den färdiga kapseln ökas.

4.2.5 Kvalitetssäkring

Det kvalitetssystem för kapseltillverkning som SKB redan har utvecklat, bör dokumenteras i detalj så att även oberoende bedömare kan övertygas om att det är tillfredställande. I systemet skall, som SKB påpekar, både den planerade egna kapselfabriken och underleverantörer innefattas.

4.3 KASAM:s slutsatser

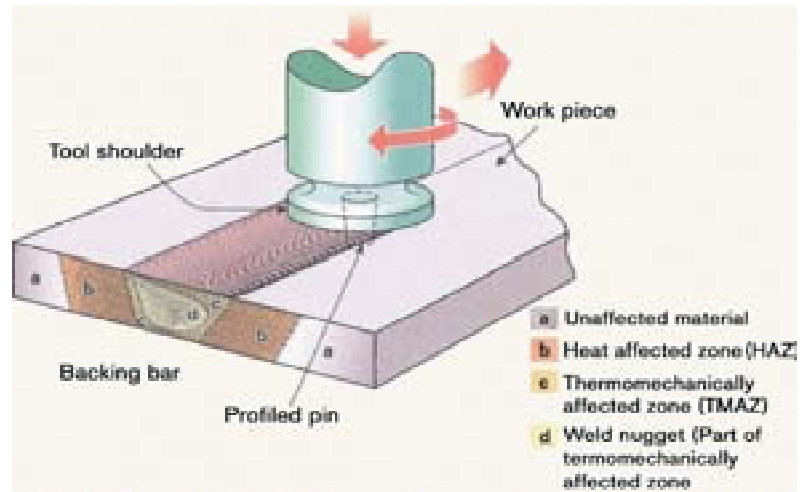
- KASAM rekommenderar att SKB fokuserar sin tillverkning av kopparrör till ytterligare en metod, utöver extrusion, med tanke på det omfattande arbete som återstår när det gäller att kvalitetssäkra framställningen av kapseln.
- Fortsatta korrosionsstudier erfordras inom två områden:
 - i) accelererade långtidsförsök för spänningskorrosion och
 - ii) korrosion som styrs av växelverkan med betonet.
- En fortsatt kartläggning av sambandet mellan mikrostruktur och mekaniska egenskaper hos gjutjärnsinsatsen är central. Material och process måste optimeras så att specificerade krav kan uppfyllas.
- Arbetet med att utveckla metoder för oförstörande provning (OFP) måste fortsättas med full intensitet. Speciellt viktigt är det att dokumentationen tas fram så att det är möjligt att läsa ut vilken precision i resultaten som kan förväntas.
- Även beträffande system för kvalitetssäkring bör dokumentationen utökas så att oberoende bedömare kan tolka säkerhetsnivån.

5 Kapsel - förslutning

5.1 Bakgrund

Beroende på tillverkningsmetoden kommer en eller flera svetsar att finnas på kapslarna. Utveckling av svetsmetoder för detta ändamål har pågått under mycket lång tid och börjar nu ge resultat. SKB studerar två metoder: Friction stir welding (FSW) och elektronstrålesvetsning (EBW).

Friction stir welding (FSW) är en relativt ny svetsmetod som uppfanns år 1991. Metoden har revolutionerat svetsning av aluminiumlegeringar. År 1997 inleddes försök att tillämpa den på koppar. Metoden har ännu inget svenskt namn. Principen för metoden framgår av figur 5.1. Ett roterande verktyg förs mellan två plåtar på ett sådant sätt att en effektiv blandning av materialet i dem erhålles. Temperaturen i svetsen är i närheten av smältpunkten, men den överstigs inte. Detta minskar risken för distorsion samt för bildande av hålrum i svetsen.



Figur 5.1 Principsskiss över friction stir welding (från "Utveckling av tillverkningsteknik för kopparkapslar med gjutna insatser. Lägesrapport i augusti 2001" av Claes-Göran Andersson, SKB rapport R-01-39)

5.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 6 i FUD-program 2004.

5.2.1 Val av förslutningsmetod för kopparkapseln

Två svetsmetoder för att försluta kopparkapslarna studeras parallellt vid SKB:s kapsellaboratorium: Elektronstrålesvetsning och friction stir welding. Under den senaste treårsperioden har betydande framsteg gjorts. Svetsar med tillfredställande struktur har kunnat framställas med båda metoderna. KASAM anser att det är rimligt att SKB har valt friction stir welding som referensmetod men konstaterar att det fortfarande saknas erfarenheter

beträffande möjligheterna att visa att svetsförfarandena rutinmässigt kan ge resultat som uppfyller uppställda krav.

5.2.2 Elektronstrålesvetsning

Utvecklingen av elektronstrålesvetsning har pågått i mer än två decennier och varit fylld av problem. Elektronstrålesvetsning av koppar är en mycket komplicerad process på grund av koppars höga värmeledningsförmåga och låga viskositet i smältan.

Avsikten har hela tiden varit att utforma svetsprocessen så att risken för att få defekter i svetsen blir liten. Flera nyckelinsatser har gjorts under åren 2002–2004. En ny typ av katod har utvecklats, som ger en rund profil i botten på svetsen. Detta reducerar risken för defekter i denna del av svetsen. Vidare har en utrustning tagits fram för att oscillera elektronstrålen. För svetsning av kopparn utnyttjas en speciell typ av elektronstrålesvetsning med begränsat vakuum. Det har dock visat sig nödvändigt att förbättra vakuomet för att undvika störningar av elektronstrålen. Ytterligare insatser planeras för att ytterligare förbättra utrustningen vid Kapsellaboratoriet. Speciellt kommer katoderna att vidareutvecklas och högspänningssystemet att modifieras för att undvika överslag.

Med tanke på utvecklingsinsatserna så kunde först år 2003 mera systematiska insatser göras för att fastställa viktiga processparametrar och på detta sätt undvika oönskade defekter i svetsen. Genom att utnyttja högre svetshastigheter och förbättrade möjligheter att oscillera elektronstrålen, har svetsens kvalitet väsentligt kunnat förbättras. SKB hävdar nu att man kan uppnå ett homogent svetsgods och få en jämn yta på svetsen.

KASAM vill framhålla att det nu är viktigt att demonstrera att metoden fungerar på en bredare uppsättning av prover liksom att den kan användas i produktionstekniska sammanhang. SKB planerar att genomföra sådana försök.

5.2.3 Friction stir welding

En metod som fått snabb utbredning inom industrin under senare år är friction stir welding (FSW). Med metoden fogas material samman med friktionsvärme från ett roterande verktyg utan att materialet smälts, se figur 5.1. Detta förhindrar en inhomogen stelningsstruktur och distorsion i svetsen. I samarbete med TWI (Cambridge) har SKB utvecklat FSW-metoden för svetsning av kopparkapslar. Svetsar med god mikrostruktur har framgångsrikt tagits fram med den utrustning som nu finns vid Kapsellaboratoriet.

KASAM anser att det fortsatta arbetet bör inriktas på fastställa värden på processparametrar såsom svets hastighet och verktygskrafter så att defektfria svetsar med god mikrostruktur kan erhållas. Ett viktigt hjälpmedel är modellering av mikrostrukturen med hjälp av finit element-metoder. Det finns idag en omfattande internationell verksamhet inom detta område och det är viktigt att den utnyttjas. Med hjälp av modelleringen kan de olika faserna vid svetsningen beskrivas, nämligen start och acceleration, stationär fas och avslutning. Med modellering kan även den skäggbildning, som kan uppträda vid distorsion, studeras.

När lämpliga processparametrar fastställts bör mekaniska egenskaper inklusive krypning och seghet dokumenteras. Att svetsarna har tillräckliga korrosionsegenskaper bör även verifieras.

5.2.4 Restspänningar

KASAM anser att typiska restspänningsnivåer i svetsförbanden måste bestämmas experimentellt. Parallellt bör ny modellering av restspänningarna göras med nya data för krypning och plastisk deformation. Restspänningarna bör vara låga för att minimera risken för spänningskorrosion.

5.2.5 Oförstörande provning

Tidigare har i första hand fel av typen porositet, där defekterna har en påtaglig volym, kunnat studeras med hjälp av röntgen. Däremot har defekter av typ sprickor och bindfel i svetsarna endast kunnat undersökas i begränsad utsträckning eftersom lämplig ultraljudsteknik inte funnits tillgänglig. Detsamma gäller ytnära fel som lämpligen studeras med hjälp av induktionsteknik. Denna situation har nu förändrats i och med att ny teknik har tagits fram.

KASAM rekommenderar SKB att fortsätta utvecklingen av oförstörande provningsmetoder för svetsar så att förekommande defekt-typer säkert kan detekteras. Metoderna bör kalibreras mot provkroppar med kända defekter. Dessutom bör systematiska försök med blindprov genomföras, där defektfördelningar som inte är kända i förväg karakteriseras med oförstörande metoder. När denna karakterisering är avslutad sågas sedan proverna upp så att OFP resultaten kan verifieras. SKB planerar att utnyttja teoretiska resultat för ultraljudsprovning, vilket KASAM finner tillfredsställande. Vidare bedrivs internationellt samarbete på området med bl.a. BAM i Berlin, vilket är värdefullt.

Det är angeläget att SKB publicerar dokumentation av erhållna resultat från den oförstörande provningen. Detta har hittills skett i begränsad utsträckning trots uppmaningar från myndigheterna.

5.2.6 Krypning

Fortsatta studier av krypning av kopparmaterialet och speciellt då för svetsförband är angelägna. Krypegenskaperna måste verifieras för svetsförband som är framtagna under produktions-tekniska förhållanden. Beräkningar av krypdeformationen för hela eller delar av kapslar bör genomföras.

5.3 KASAM:s slutsatser

- Det är viktigt att SKB demonstrerar att elektronstråle-svetsning fungerar på en bredare uppsättning av prover än som hittills studerats liksom att metoden kan användas i produktionstekniska sammanhang.
- KASAM anser att det är rimligt att SKB har valt friction stir welding som referensmetod men anser att SKB borde ha väntat med sitt ställningstagande tills man haft tillgång till resultaten av SKI:s och KASAM:s granskningar av FUD-program 2004. Det återstår för SKB att visa att svetsförfarandena rutinmässigt kan ge resultat som uppfyller uppställda krav.
- KASAM anser att för friction stir welding bör det fortsatta arbetet inriktas på att fastställa värden på processparametrar såsom svets hastighet och verktygskrafter, så att defektfria svetsar med god mikrostruktur kan erhållas. Fortsatt arbete med att modellera den uppkomna mikrostrukturen bör även bedrivas.
- När lämpliga processparametrar för svetsmetoderna fastställts bör mekaniska egenskaper inklusive krypning och seghet dokumenteras. Att svetsarna har tillräckliga korrosions-egenskaper bör även verifieras.
- Storleken på restspänningar i svetsförbanden bör kartläggas.
- KASAM rekommenderar SKB att fortsätta utvecklingen av oförstörande provningsmetoder för svetsar så att förekommande defektyper säkert kan detekteras. Det är angeläget att SKB publicerar dokumentation av erhållna resultat från den oförstörande provningen så att precisionen i resultaten kan bedömas.

6 Inkapslingsanläggning

6.1 Bakgrund

Av FUD-program 2004 framgår att SKB har räknat med att ansöka om tillåtlighet/tillstånd enligt såväl miljöbalken som kärntekniklagen för en inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle under år 2006. I ett senare presenterat förslag till ”modifierad handlingsplan” räknar SKB med att den ansökan som bolaget kommer att ge in under år 2006 kommer att begränsas till att enbart avse prövning enligt kärntekniklagen. SKB:s huvudalternativ är att bygga inkapslingsanläggningen i anslutning till CLAB, där det använda kärnbränslet mellanlagras i avvaktan på inkapsling och slutförvaring. SKB har även studerat möjligheten att lokalisera inkapslingsanläggningen till Forsmark under förutsättning att även slutförvaret lokaliseras dit. Samråd med berörda enligt 6 kap. miljöbalken pågår, med avseende på båda dessa lokaliseringsalternativ, med syfte att ta fram underlag för ansökan och tillhörande miljökonsekvensbeskrivning.

6.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 8 i FUD-program 2004.

Valet av metod för att ta hand om kärnavfallet är en avgörande fråga. SKB:s förslag till utformning av inkapslingsanläggningen

utgår från antagandet att KBS-3 metoden vid kommande tillståndsprövningar kommer att kunna visas uppfylla säkerhetskraven enligt kärntekniklagen samt godkännas som bästa möjliga teknik enligt miljöbalken, vid slutligt omhändertagande av det använda kärnbränslet. Av FUD-program 2004 framgår att utformningen av inkapslingsanläggningen bl.a. är beroende av val av metod för svetsning av kopparkapseln samt var anläggningen kommer att lokaliseras. Enligt KASAM bör avgörandet om vad som kan anses vara bästa möjliga teknik och tillräckligt säkert ske med avseende på inkapslingsanläggningen och slutförvaret sammantagna, eftersom dessa anläggningar utgör två delar i ett och samma avfallssystem, baserat på tekniska och naturliga barriärer i samverkan.

Utformningen av inkapslingsanläggningen måste även göras med hänsyn till de driftstörningar och olyckor som kan uppkomma i verksamheten. Särskilda krav på utformningen för att t.ex. ta hand om skadat bränsle och defekta kapslar med använt bränsle bör beskrivas närmare. KASAM förutsätter också att SKB inom ramen för miljökonsekvensbeskrivningen och säkerhetsanalyserna kommer att utförligt beskriva och värdera konsekvenserna, bl.a. med avseende på människors hälsa och miljön, av möjliga störningar i verksamheten samt redogöra för de skyddsåtgärder som planeras vid olika typer av mer eller mindre allvarliga händelser.

6.3 KASAM:s slutsatser

- Enligt KASAM bör avgörandet om vad som kan anses vara bästa möjliga teknik och tillräckligt säkert ske med avseende på inkapslingsanläggningen och slutförvaret sammantagna.
- KASAM anser att särskilda krav på utformningen för att ta hand om skadat bränsle och defekta kapslar med använt bränsle bör beskrivas närmare.
- KASAM förutsätter att SKB inom ramen för miljökonsekvensbeskrivningen och säkerhetsanalyserna kommer

att utförligt beskriva och värdera konsekvenserna, bl.a. med avseende på människors hälsa och miljön, av möjliga störningar i verksamheten samt redogöra för de skyddsåtgärder som planeras vid olika typer av mer eller mindre allvarliga händelser.

7 Transporter

7.1 Bakgrund

7.1.1 Transportsystemet

Transporter av använt kärnbränsle avses ske med beprövad teknik. Av FUD-program 2004 framgår att SKB har goda erfarenheter inom detta område och att det sker ett utbyte av erfarenheter mellan länderna, framför allt inom IAEA:s program, och att SKB deltar i detta arbete. SKB:s redovisning av transportfrågorna i FUD-program 2001 var mycket kortfattad, alltför kortfattad enligt vissa remissinstanser. För att ge en utförligare beskrivning av transporter av använt kärnbränsle redogör SKB nu för transportfrågor i ett särskilt kapitel i FUD-program 2004.

Transporter mellan inkapslingsanläggning och slutförvar sker i särskilda transportbehållare (70-75 ton inklusive last). Transportsystemets viktigaste komponenter är, förutom transportbehållare, fartyget Sigyn (kapacitet ca 10 bränsletransportbehållare) och terminalfordon. Ca 200 transporter per år kommer att behövas. Samma transportsystem (med olika typer av transportbehållare) används sedan flera år för transporter av olika typer av kärnavfall och använt kärnbränsle från kärnkraftverken till CLAB.

De särskilda transportbehållare, som planeras för bränslekapslarna, väger som ovan nämnts 70-75 ton inklusive last. De har en diameter på ca 1,6 m och en godstjocklek på 25-30 cm

samt neutronabsorberande material. Transportbehållarna uppfyller de krav som fastställts av IAEA för bl.a. strålskärmning och täthet. Detta kontrolleras med beräkningar och tester.

Fartyget Sigyn kan behöva ersättas av ett nytt fartyg med i huvudsak samma funktion som det nuvarande. Transporterna av bränslekapslar kommer att integreras i det transportsystem för olika typer av kärnavfall som behövs i framtiden.

De skyddsfrågor som aktualiseras i samband med transporter är framför allt strålskärmning, säkerhet och safeguards (kärnämneskontroll). Särskilda tillstånd för transporterna krävs av SKI och SSI som också utövar tillsyn över transportverksamheten.

7.1.2 SKB:s program

SKB:s program för de kommande sex åren innebär en fortsättning av det nu pågående programmet (transporter från kärnkraftverken och Studsvik till CLAB och SFR). Det finns planer för ett nytt fartyg. Kraven på det nya fartyget är ännu inte preciserade, men fartygets funktioner skall i princip vara desamma som för Sigyn. Även andra delar av transportsystemet kan med tiden behöva ersättas. Som tidigare nämnts projekteras transportbehållare för bränslekapslarna. I samband med ansökan för djupförvaret skall en redovisning av transportsystemet ske och inför ansökan för inkapslingsanläggningen skall en lägesrapport presenteras.

7.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 9 i FUD-program 2004.

KASAM ser inga särskilda svårigheter i utveckling, underhåll och drift av transportsystemet från en teknisk utgångspunkt. Befintlig teknik kan användas och det finns omfattande erfaren-

heter av transporter samt en fungerande tillsyn genom SKI och SSI. KASAM vill dock erinra om att transporter av använt kärnbränsle – även när bränslet är inkapslat – är en potentiell källa till hot mot människors hälsa och miljön. Det använda kärnbränslet innehåller höga aktivitetsmängder, som kräver effektiv inneslutning av materialet och god strålavskärmning.

De hot som det använda kärnbränslet representerar i transportsammanhang är av samma slag som när det förvaras i kärnkraftverken eller i CLAB och innefattar strålskydds-, säkerhets- och safeguards-aspekter. Men riskerna kan vara större vid transporter än vid förvaring och hantering i de särskilda anläggningar som finns och dessa risker måste uppmärksammas och analyseras i detalj. Här avses bl.a. de ökade riskerna för missöden, sabotage- och terroristhandlingar, som kommit att aktualiseras i andra sammanhang. En bättre redovisning av detta bör göras.

KASAM förutsätter därför att SKB gör en analys av säkerhetsfrågor (och angränsande frågor) i samband med transporter av inkapslat bränsle och att en sådan analys presenteras i anslutning till den kommande ansökan för inkapslingsanläggningen. Detta kan eventuellt ingå i den lägesrapport av kapseltransporterna som SKB avser att lämna in som underlag för denna ansökan.

7.3 KASAM:s slutsatser

- KASAM ser inga särskilda svårigheter i utveckling, underhåll och drift av transportsystemet från en teknisk utgångspunkt. Befintlig teknik kan användas och omfattande erfarenheter av transporter finns. Riskerna vid transporter bör dock uppmärksammas bl.a. mot bakgrund av hot om sabotage- och terroristhandlingar.
- En bättre redovisning av konsekvenserna av sabotage- och terroristhandlingar bör göras.
- KASAM förutsätter att SKB gör en analys av säkerhetsfrågor i samband med transporter av inkapslat bränsle och att en

sådan analys presenteras i anslutning till den kommande ansökan för inkapslingsanläggningen.

8 Säkerhetsanalys

8.1 Bakgrund

Säkerhetsanalyser för slutförvaringen av använt kärnbränsle på stort djup i den svenska berggrunden har gjorts i flera omgångar, av såväl SKB som SKI och SSI. Resultaten har redovisats som tekniska rapporter med utförliga beskrivningar av kunskapsunderlag, beräkningsmetoder och beräkningsresultat. Dessa rapporter har av många uppfattats som svårbegripliga. Politiker och allmänhet i de kommuner där SKB planerat eller genomfört förstudier för slutförvaringen fäster självklart stort avseende vid frågan om en slutförvaring är säker eller kan innebära allvarliga risker för dem själva eller framtida generationer.

Frågan om det går att slutförvara det använda kärnbränslet har också tagits upp i diskussioner om det är ansvarsfullt att fortsätta att driva de nuvarande kärnkraftaggregaten en begränsad tid eller på obestämd tid. Mot denna bakgrund är metoder för utveckling av säkerhetsanalysen en viktig del av FUD-programmet och det kan vara motiverat att sammanfatta vad som hittills har gjorts i frågan och varför det gjorts.

8.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 13-14 i FUD-program 2004.

8.2.1 Varför säkerhetsanalys?

Använt kärnbränsle är farligt. Det innehåller radioaktiva ämnen som avger joniserande strålning. Man kan inte hantera eller uppehålla sig i närheten av ett bränsleelement som tagits ut ur en reaktor, om inte bränsleelementet är inneslutet i en tjockväggig behållare eller har placerats djupt under ytan i en vattenfylld bassäng. Radioaktiva ämnen kan – om de kommer ut i omgivningen – också ansamlas i våra kroppar genom att vi äter, dricker eller inandas dem.

Men att radioaktiva ämnen i använt kärnbränsle är farliga betyder inte nödvändigtvis att använt kärnbränsle utgör någon fara för människor och miljö. Om bränslet omges av så tjocka strålskärmar att dess strålning inte kan tränga igenom och om de radioaktiva ämnena är så väl inneslutna att de inte kan slippa ut i vår livsmiljö så utgör bränslet inte någon risk för människor eller andra varelser i något av hanteringsleden.

Det är säkerhetsanalysens uppgift att visa hur effektivt vi kan avskärma och innesluta de radioaktiva ämnena i bränslet, och hur robust och varaktigt detta skydd kan förväntas bli. Den måste också visa vilka risker det blir, om skyddsbarriärerna skadas eller om vi tvingas eller vill ta tillbaka avfallet. Dessa risker måste jämföras med andra risker av samma typ, t.ex. strålningsbidraget från Tjernobyl eller strålningsbidraget från naturligt radioaktiva ämnen, som ständigt frigörs från berggrunden genom erosion och vittring.

Säkerhetsanalysen utnyttjas inte bara för att i ett visst skede bedöma säkerheten för slutförvaringen utan också som ett verktyg för att identifiera behovet av nödvändig forskning och utveckling. Säkerheten måste sedan fortlöpande analyseras för hela den tid som det använda kärnbränslet är farligt.

Överväganden beträffande den långsiktiga säkerheten hos ett djupförvar för använt kärnbränsle kommer med nödvändighet också att innefatta en rad etiska bedömningar.

8.2.2 Hur används säkerhetsanalysen?

Såväl SKB som tillsynsmyndigheterna behöver analysera hur ett slutförvar fungerar och hur säkert det är. Analyser behöver göras i flera omgångar, från de första konstruktionsförslagen genom det fortsatta forsknings- och utvecklingsprogrammet och fram till driften och förslutningen av anläggningen.

I inledningsskedet är naturligtvis kunskaperna i många avseenden ofullständiga. Man får göra rimliga antaganden snarare än att luta sig mot säkra utredningar om barriärernas egenskaper. När utvecklingsarbetet närmar sig verkställighet, platsundersökningar och prototyp tillverkning av enskilda barriärer, behövs analyserna som underlag för kravspecifikationer på berggrunden och på de tillverkade barriärerna.

I ansökan om att få uppföra anläggningar måste det ingå en komplett säkerhetsanalys av hela förvaringssystemet eftersom de olika hanteringsstegen inkapsling, eventuell mellanlagring, transporter och deponering var för sig ställer krav som måste vara kända och kunna tillgodoses från början. Detta har också tydligt uttalats av regeringen i sitt beslut efter SKB:s komplettering av FUD-program 92. Regeringen fann att en samlad säkerhetsanalys bör ingå som underlag i eventuella ansökningar att få uppföra den planerade inkapslingsanläggningen.

Det är viktigt att även SKI och SSI i god tid bildar sig en egen uppfattning om vilka krav som behöver ställas på förvaret i sin helhet och på enskilda barriärer, och för att ha egna bedömningsunderlag när tillståndsansökningar från SKB skall prövas vid olika tillfällen. Såväl SKI som SSI arbetar sedan länge med att utveckla egen kompetens för säkerhetsanalys. Det är enligt KASAM:s bedömning angeläget att denna typ av verksamhet kan fortsätta.

Säkerhetsanalyser av slutförvaringen har betydelse på flera nivåer, för staten, för de centrala och lokala myndigheterna, för kringboende, som berörs av lokaliseringen av olika anläggningar och för medborgare som i övrigt engagerar sig i frågor om kärnkraften. Just därför bör säkerhetsanalyserna vara möjliga att

ta del av för alla berörda. Både SKB och myndigheterna måste anstränga sig för att förklara och att t.ex. publicera pedagogiska beskrivningar av de säkerhetsanalyser som genomförts. Det handlar inte om förenklade analyser utan om pedagogiska beskrivningar av de komplicerade analyser som behövs och att myndigheterna måste vara de experter som kommunerna kan förlita sig på i prövningsprocessen.

8.2.3 Vad har gjorts tidigare?

Planeringen av ett slutförvar för högaktivt radioaktivt avfall och använt kärnbränsle påbörjades under år 1977. Under några få år presenterades tre säkerhetsanalyser. Den första, KBS-1 (1977), visade att det var möjligt att uppfylla en extremt hög grad av säkerhet genom att deponera högaktivt förglasat radioaktivt avfall (efter upparbetning, som då var aktuell) i ett djupt geologiskt förvar. Regeringen accepterade denna säkerhetsbedömning och två färdigställda reaktorer tilläts starta baserat på denna säkerhetsanalys.

Några år senare gjordes två nya studier, KBS-2 och KBS-3, vilka utredde deponering av icke-upparbetat använt bränsle i kopparkapslar. Dessa säkerhetsanalyser visade att också detta var möjligt att göra med mycket hög grad av säkerhet. I KBS-3 lösningen är bränslet inkapslat i kopparbehållare som placeras i djupa borrhål i utgrävda tunnlar på ett djup av ca 500 m under markytan. Behållarna omges av kompakterad bentonitlera. Denna grundläggande idé är basen för det nuvarande programmet och har också utnyttjats av många andra länder som en start för deras egen utveckling på området.

För närvarande undersöks två lokaler, en Simpevarp/Laxemar (Oskarshamns kommun) och en i Forsmark (Östhammars kommun), som möjliga platser för djupförvaring av använt kärnbränsle från alla de svenska reaktorerna. En av dessa platser avses komma att användas förutsatt att bergets egenskaper och andra förhållanden är acceptabla.

De säkerhetsanalyser som hittills har gjorts baseras på modeller av möjliga utsläpp och transport av radioaktiva ämnen genom de konstruerade barriärerna och genom berg och mark – huvudsakligen via grundvatten – till biosfären.

Mycket information om flöden och transportegenskaper i berg och bergmaterial har erhållits från laboratoriet i Stripa-gruvan (1978-1992). Det nya berglaboratoriet på Äspö, som startade sin verksamhet under tidigt 1990-tal, har tillhandahållit mycket viktig information om flöden och transportegenskaper, bergmekanik, lerans egenskaper m.m., vilka nu utnyttjas för konstruktion och säkerhetsanalys för ett kommande djupförvar.

När det gäller biosfären har olika nationella och internationella modeller och databaser utnyttjats.

8.2.4 Internationella insatser

Metodik för analys av ett slutförvars långsiktiga säkerhet har varit föremål för ett omfattande internationellt samarbete och är så fortfarande. Insatserna har till stor del kanaliserats genom OECD/NEA och IAEA men omfattande arbete har också gjorts i direkt samarbete mellan länder. I de internationella projekten har metodikfrågor analyserats och utvecklats och modeller för t.ex. grundvattentransport och radionuklidtransport har analyserats och jämförts. Databaser för scenarioanalys har upprättats och finns tillgängliga. Modellernas tillförlitlighet och begränsningar har utvärderats (verifiering och validering) och en omfattande kunskapsbas finns tillgänglig för säkerhetsanalys av slutförvar. Frågor om relevanta tidsperioder för säkerhetsanalysen och kunskapsunderlagets kvalitet har diskuterats.

Denna typ av internationellt arbete fortsätter inom bl.a. NEA och IAEA och även här medverkar både SKI, SSI och SKB. På detta sätt sker oberoende granskning av programmen.

8.2.5 Scenariometodik

Säkerhetsanalysen av ett slutförvar måste behandla inkapslingen, transporterna, deponeringsskedet – när det använda kärnbränslet placeras tillsammans med buffertmaterialet i förberedda positioner i berget – och den fortsatta utvecklingen av slutförvaret efter förslutning inklusive eventuell återtagning.

Analysen av säkerheten på lång sikt görs med hjälp av antaganden om den framtida utvecklingen av barriärernas tillstånd och av yttre förhållanden, framför allt klimatet. Ett sådant antagande, som kallas scenario, beskrivs så utförligt som det behövs för beräkningarna av konsekvenserna med avseende på säkerheten. Ingen kan göra anspråk på att kunna förutse den framtida utvecklingen i dess helhet, men en omsorgsfull inventering av tänkbara utvecklingar och händelser är ändå befogad. Med hjälp av scenarioanalyser kan ett slutförvar konstrueras så robust, att det tål de framtida påfrestningar vi kan förutse, i den utsträckning vi anser befogad.

Med hjälp av en säkerhetsanalys går det dock inte att fastställa hur stora resurser vår generation skall lägga ner på att förebygga skador, som hypotetiskt kan drabba framtida generationer. Hur försiktighetsprincipen skall tillämpas på säkerhetsanalysens resultat är ytterst ett politiskt avgörande.

Det närmast tillhands liggande antagandet om framtiden är att berggrunden och klimatet förblir som de är i dag. Detta antagande används av både SKB, SKI och SSI som en utgångspunkt för den långsiktiga analysen. Antagandet kommer att stämma med verkligheten under någon tid efter förslutningen dock allra högst några tusen år. Berggrunden förändras visserligen mycket långsamt, men klimatet kommer antagligen att förändras avsevärt inom några årtusenden (se kommentarer till kap. 21, Klimat, i FUD-program 2004).

8.2.6 FEP-hantering och FEP-data

Under senare år har en logisk metod tagits fram för att bygga upp modeller för biosfären, med utnyttjande av s.k. FEP-listor (FEP-databaser). Metoden används även för andra system. FEP står för "Features", "Events" och "Processes" och kan på svenska översättas som "Förhållanden/egenskaper", "Händelser" och "Processer" inom geologi, kemi, ekologi, fysik m.m. och avser egenskaper, händelser och processer inom ett givet system som med viss sannolikhet kan förekomma. Varje enskild FEP-komponent (händelse, egenskap eller process), t.ex. att en förkastning i berggrunden uppstår efter det att en glaciär dragit sig tillbaka över ett landområde, kan tillsammans med andra FEP-komponenter sättas ihop till ett scenario. T.ex. kan man anta att denna förkastning sker precis i anslutning till djupförvaret, kombinerat med ogynnsamma flödesförhållanden i berggrunden som leder till snabb transport och spridning av läckande radionuklider från förvaret till biosfären.

Många säkerhetsanalyser, internationellt sett, har utnyttjat metoden med att sätta upp listor över olika FEP-komponenter, som – efter bedömning och viss utgallring på grund av låg sannolikhet – kombineras till olika scenarier. Därefter beräknas konsekvensen till kritisk grupp i form av effektiv dos utifrån de sammanställda scenarierna. Identifieringen av faktorer att beakta utgör en viktig del av säkerhetsanalysen. Det aktuella initialtillståndet beskrivs liksom processer, externa förhållanden, säkerhetsfunktioner, funktionsindikatorer och kriterier för dessa. Funktionsindikatorerna utvärderas. En preliminär uppsättning scenarier väljs för analys. Efter val av indata analyseras systemets utveckling för valda scenarier. Dessa utvärderas och eventuellt väljes ytterligare scenarier. Man modellerar och analyserar därefter termiska, mekaniska, gasrelaterade och kemiska processer samt genomför beräkningar av radionuklidtransport.

8.2.7 Myndigheternas krav på en säkerhetsanalys

Ett viktigt syfte med säkerhetsanalysen är att visa att man klarar myndigheternas krav. Dessa krav sammanfattas i föreskrifter, som utfärdats av SSI (SSI FS 1998:1) och SKI (SKI FS 2002:1).

Huvudkriteriet för att förvaret skall kunna accepteras är att det utformas så att "den årliga risken för skadeverkningar (dödlig cancer) efter förslutningen blir högst 10^{-6} för en representativ individ i den grupp som utsätts för den största risken". Detta motsvarar en dosgräns på ca 10 mSv/år dvs. ca 1 % av den naturliga bakgrundsstrålningen. Detta är som KASAM tidigare påpekat ett mycket strängt krav. SKI har utfärdat föreskrifter och allmänna råd om föreskrifternas tillämpning. SSI har just nu ett förslag till allmänna råd till en av sina föreskrifter ute på remiss och bl.a. KASAM har nyligen yttrat sig över detta förslag. De allmänna råden innehåller oftast viktig och till själva föreskriften kompletterande information.

8.2.8 SKB:s program för säkerhetsanalys

Säkerhetsanalysen är till största delen inriktad på beskrivning och beräkning av grundvattnets förmåga att tränga igenom barriärerna, och att därefter transportera radioaktiva ämnen från bränslet till biosfären. Dessa förlopp beskrivs enklast och mest överskådligt, om man indelar förvaret och dess omgivande miljö i tre delar, som fungerar på olika sätt.

Den första är de tillverkade barriärerna. Deras uppgift är att innesluta radionukliderna så att de inte kommer ut till berget. Den andra är berggrunden omkring förvaret. Berggrunden kan inte innesluta radionukliderna, eftersom den innehåller rörligt grundvatten, som kan transportera radionukliderna, men den kan fördröja och späda ut dem. Den tredje är biosfären, där radionukliderna fördelas mellan sediment i våtmarker, ytvatten med havet som slutstation och grundvatten. Våtmarker kan torrläggas och bli åkermark, djur i vattendragen kan ingå i vår

näringskedja och grundvatten kan avtappas med brunnar för hushållsbruk eller bevattning av växande grödor. I säkerhetsanalysen arbetar man med matematiska modeller av de olika händelseförloppen, men underlaget till modellerna är en detaljerad beskrivning av förloppen.

I säkerhetskapitlet (kap. 14 i FUD-program 2004) knyts stora delar av FUD-programmet samman. Kapitlet beskriver SKB:s program för att vidareutveckla metodiken för analys av den långsiktiga säkerheten hos djupförvaret. Analysens utformning är beroende av den initiala tidpunkt man väljer för beskrivning av förvaret. Säkerhetsanalysen är fortfarande koncentrerad på den långsiktiga säkerheten. En nyhet är att samhällsvetenskaplig forskning har tillkommit. De viktigaste säkerhetsanalysprojekten för dagen är de analyser som måste bifogas ansökningarna om byggandet av en inkapslingsanläggning resp. ett djupförvar för det använda kärnbränslet.

SKB arbetar med detaljerade och komplicerade s.k. systemmodeller som består av flera integrerade delmodeller. Numeriska beräkningar av radionuklidtransport görs med nyutvecklade datorprogram. Programmen tillåter såväl deterministiska beräkningar som probabilistiska. Arbetet med säkerhetsanalysen är koncentrerat till förvarsalternativet KBS-3V (vertikal deponering i hål borrhåll från underjordiska horisontella tunnlar). Alternativet KBS-3H (horisontell deponering) utreds av finska Posiva Oy i samarbete med SKB.

Förutom huvudscenariot analyseras nu också en situation med skadade kapslar – ett krav som tidigare framförts av KASAM.

8.2.9 Sammanfattande synpunkter

KASAM konstaterar att SKB fortsatt utvecklingen av sin metodik när det gäller att analysera den långsiktiga säkerheten för djupförvaret. Det är ett imponerande arbete som pågår när det gäller långtidssäkerheten för KBS-3 konceptet. Arbetet är väl strukturerat och logiskt uppbyggt och har förutsättningar att

efter fortsatt utveckling ge en bra utgångspunkt för framtida säkerhetsanalyser. Redovisningen av säkerhetsanalysens olika delar är dock fortfarande ojämn – från detaljerade beskrivningar med beräkningsexempel till väldigt översiktliga eller obefintliga delar.

Valet av scenarier för analyserna av slutförvarets långsiktiga säkerhet är en central del av varje säkerhetsanalys. Valda scenarier måste täcka in ett tillräckligt brett spektrum av osäkerheter och ogynnsamma FEP. Initialt bör SKB ha en bred ansats i det preliminära valet av scenarier och inte från början utesluta mindre sannolika men ogynnsamma FEP och avvikelser från initialtillståndet från riskanalysen. SKB behöver en genomarbetad metod för val av scenarier. Olika typer av sabotage och terrorhandlingar bör också ingå bland scenarierna. När det gäller de modeller som används, kan de trots sin detaljeringsgrad fortfarande inte ge något annat än väldigt grova beskrivningar av verkligheten. KASAM anser att det är angeläget och självklart att modellerna även i framtiden noggrant utvärderas av oberoende granskare.

SKB har tillämpat den metodik, som beskrivs i FUD-program 2004, för en detaljerad säkerhetsanalys för hela förvarssystemet (se rapporten ”Interim main report of the safety assessment SR-Can”, SKB TR 04-11). Det är tilltalande att metodiken redan nu demonstreras och kan granskas innan den används i samband med att ansökan om tillstånd för inkapslingsanläggningen lämnas in år 2006. Användandet av s.k. funktionsindikatorer är ett bra initiativ som skulle kunna stärka säkerhetsanalysen.

Detta är i linje med tidigare önskemål från KASAM, att separata och detaljerade säkerhetsanalyser görs för t.ex. inkapslingsanläggningen (för vilken analysen nu har påbörjats), men också för transporter, driftfas för djupförvaret och eventuellt återtag. Även platsundersökningsskedet kräver sin säkerhetsanalys. SKB bör snarast ange när och var resterande säkerhetsanalyser skall genomföras.

KASAM påpekade vid sin förra granskning nödvändigheten av att analysera säkerheten vid ett eventuellt återtagande av bränsle-

kapslar från slutförvaret. Någon sådan analys har ännu inte redovisats. Det är angeläget att ett sådant arbete snarast påbörjas.

Även om SKB:s (och myndigheternas) säkerhetsanalyser är väl genomarbetade och tydliga för insatta personer kan de vara närmast obegripliga för en intresserad allmänhet. Detta tillsammans med det faktum att SKB genomför nästan all sin forskning på egen hand kan komma att inverka mycket negativt på den trovärdighet och den allmänna opinionsbildning, som kommer att växa sig stark inför SKB:s ansökan framöver. KASAM föreslår därför att SKB gör förenklade och populärvetenskapliga sammanställningar av säkerhetsanalyserna.

8.3 KASAM:s slutsatser

- KASAM konstaterar att SKB på ett konsekvent och logiskt sätt fortsatt utvecklingen av sin metodik när det gäller att analysera den långsiktiga säkerheten för djupförvar enligt KBS-3 konceptet.
- KASAM anser dock att det behövs större tydlighet och överskådlighet i säkerhetsredovisningen.
- Separata och detaljerade säkerhetsanalyser behövs för t.ex. platsundersökningar, inkapslingsanläggning, transporter samt slutförvar, inklusive driftfas och eventuellt återtagande; ett analysarbete som nu har påbörjats.
- SKB bör tydligare än i dag uppskatta och redovisa osäkerheten i säkerhetsanalysens olika delar.
- Säkerhetsanalysens utgångspunkter och metodik måste beskrivas och motiveras på ett tydligt sätt. SKB behöver ta fram en genomarbetad metod för val av scenarier.
- Säkerheten vid ett ev. återtagande av det förvarade materialet måste belysas.
- Både SKB och myndigheterna måste förklara och publicera pedagogiska beskrivningar av de säkerhetsanalyser som genomförts och de modeller som analyserna är baserade på. Det handlar inte om förenklade analyser utan om peda-

gogiska beskrivningar. Myndigheterna måste vara de expertorgan som kommuner och allmänhet kan förlita sig på i prövningsprocessen.

9 Buffert

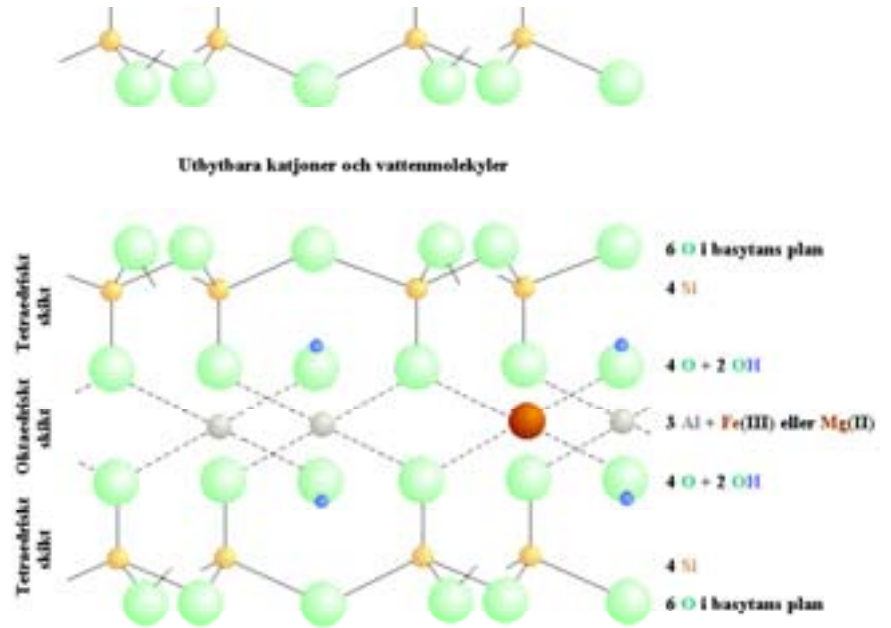
9.1 Bakgrund

Bentonitbufferten har en nyckelroll för förvarets säkerhet. Den skall hålla kopparkapseln på plats i mitten av borrhålet och leda bort bränslets återstående värmeenergi, som frigörs vid radioaktivt sönderfall. Den skall dessutom hindra strömmande vatten att komma i kontakt med kapseln och förhindra eller kraftigt begränsa läckage av radioaktiva gaser och vattenlösliga föreningar till omgivande berggrund. Bufferten skall kunna behålla sina egenskaper vid hög temperatur, efter höga stråldoser och lång tid.

9.1.1 Vad är bentonit?

Bentonit har fått sitt namn från Fort Benton i Wyoming, USA och består huvudsakligen av ett lermineral, montmorillonit (se figur 9.1), som tillhör gruppen smektiter. Andra mineral i den gruppen är hectorit, saponit, beidellit och nontronit, som alla är uppbyggda av två tetraedriska kiselskikt (SiO_4 -skikt), som omger ett oktaedriskt MO_5OH -skikt där M betecknar aluminium (Al), magnesium (Mg) eller järn (Fe). Silikatskikten har negativ laddning som kompenseras av positiva joner (katjoner), företrädesvis kalciumjoner (Ca^{2+}), magnesiumjoner (Mg^{2+}) och natriumjoner (Na^+). Dessa joner är i vattenlösning hydratiserade

dvs. de omger sig med ett hölje av vattenmolekyler och hela "paketet" kan adsorberas mellan silikatskikten (interkristallint), vilket leder till att leran sväller.



Figur 9.1 Strukturen av montmorillonit, som är det huvudsakliga lermineralet i bentonit. En del av det nedre tetraedriska skiktet hos en angränsande mineralpartikel visas överst i figuren. Vattenmolekyler och katjoner finns mellan partiklarna och katjonerna är starkt sorberade på ytan, som är negativt laddad genom att trevärdade aluminiumjoner i det oktaedriska skiktet delvis har utbytt mot tvåvärdade magnesiumjoner (från KASAM:s Kunskapslägesrapport 2001, SOU 2001:35; modifierad från Anderson et al. 1996 och Hemingway & Sposito 1989)

Beroende på förhållandena under bildningen och den senare miljön kan bentoniten innehålla en rad föroreningar t.ex. kvarts,

fältspat, kalcit, gips eller pyrit. Närvaron av dessa mineral påverkar bentonitens egenskaper och därmed värdet i olika applikationer.

Det referensmaterial som hittills använts av SKB har beteckningen MX-80 och är en blandning av naturliga leror från USA. Det är av Na-bentonit typ och har enligt SKB en halt av montmorillonit på ca 85 %.

MX-80 har genom åren utgjort ett viktigt material i KBS-3 konceptet. Dess egenskaper med avseende på svällning i vatten, densitet, diffusion, mikrobiella egenskaper, gastransport, kemisk stabilitet, värmeledningsförmåga och flera andra egenskaper har redovisats i en rad forskningsrapporter från SKB och även i fristående arbeten publicerade i olika vetenskapliga tidskrifter.

En sammanfattning av kunskapsläget med avseende på bentonitens roll i slutförvaret har tidigare gjorts av KASAM i rapporten "Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2001" (SOU 2001:35).

9.1.2 SKB:s krav på bufferten

I FUD-program 2004 har SKB sammanfattat kraven på bufferten på följande sätt:

- Låg hydraulisk konduktivitet så att radionuklider och korrosiva ämnen enbart transporteras genom diffusion.
- Bufferten måste bibehålla sina dimensioner efter svällning så att hela det tillgängliga utrymmet fylls ut och inga större hålrum uppkommer med tiden.
- Bufferten skall ha förmåga att själv täta eventuella sprickor så att de inte blir bestående.
- Bufferten skall vara långsiktigt fysikaliskt och kemiskt stabil.

För att fungera väl skall bufferten dessutom uppfylla en rad andra önskemål som att:

- Förhindra mikrobiell verksamhet som kan leda till korrosion på kapseln.
- Kunna släppa ut stora mängder gas som kan bildas vid korrosion inuti kapseln. Tillåta att värme från kapseln kan ledas bort utan att leda till kemiska eller fysikaliska förändringar.
- Inte innehålla föroreningar som är skadliga för andra barriärer.
- Ha förmåga att filtrera bort kolloidala partiklar.

9.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 17 i FUD-program 2004.

Hur väl bentonitbufferten förmår att uppfylla angivna krav har som tidigare nämnts varit föremål för omfattande forskning, som har sammanfattats i en lång rad rapporter och publikationer från SKB och i artiklar från internationella forskargrupper.

KASAM har också under flera år engagerat sig i frågan om bentonitbuffertens funktion och långsiktiga egenskaper bl.a. genom att sammanfatta internationella forskningsresultat i Kunskapslägesrapporten 2001, genom sitt yttrande över SKB:s FUD-program 2001 samt genom att medverka i offentliga utfrågningar bl.a. i Oskarshamn (2001).

KASAM:s kritik har i stort sett varit positiv även om behovet av ökade kunskaper har understrukits när det gäller vissa för buffertens funktion avgörande parametrar. I KASAM:s yttrande över FUD-program 2001 finns en rad sådana påpekanden och KASAM återkommer till några av dessa tidigare framförda synpunkter och förslag i föreliggande granskningsyttrande.

9.2.1 Alternativa buffertmaterial

SKB redovisar att man för närvarande genomför ett omfattande program för att studera alternativa buffertmaterial, men den grundläggande orsaken till detta är inte helt klar.

Görs detta för att långsiktigt trygga godkända leverantörer eller är det av ekonomiska skäl?

KASAM ser positivt på att man får referenser till de omfattande studier av natriumbentonit, som har redovisats i många forskningsrapporter, men ser med viss oro på att en av SKB:s slutsatser redan i detta tidiga skede tycks vara att ”kalciumbentonit har minskad svällningspotential men tätningsegenskaperna är likvärdiga med natriumbentonitens” (FUD-program 2004, s. 196). – Kan man verkligen säga detta redan nu? Vilka referenser stöder man sig på? – Vetenskapliga rapporter som i tidigare yttranden har refererats av KASAM (Kunskapslägesrapporten 2001) beskriver att diffusionskoefficienterna för många joner är av storleksordningen 10 gånger högre i kalciumbentonit än i natriumbentonit.

KASAM rekommenderade i yttrandet över SKB:s FUD-program 2001 att kalciumbentonitens egenskaper bör studeras bättre. Motivet till att föreslå detta var i första hand inte att ersätta natriumbentoniten som buffertmaterial men att den genom grundvattnets inverkan förr eller senare delvis kan komma att omvandlas till kalciumbentonit.

Omvandlingstakten kommer att bero på den relativa fukthalten i omgivningen. Under alla förhållanden och inte minst i situationer med vatten i överskott torde en sådan omvandling innebära att bufferten krymper och att vatten frigörs. Detta förlopp har SKB självt redovisat i FUD-program 2001, s. 112.

SKB säger också att detta inte påverkar buffertens funktion men utan att redovisa sina referenser, som kan styrka denna slutsats.

KASAM föreslår att SKB genomför en undersökning av egenskaperna med avseende på svällning och densitet hos natriumbentonit som mätts med kalciumhaltigt vatten.

9.2.2 Föreningarnas betydelse

Bentoniten innehåller normalt, som nämnts ovan, en rad föreningar, som påverkar bentonitens egenskaper både positivt och negativt. Mängden föreningar varierar beroende på var bentoniten bildats och utvinns och det är därför angeläget att SKB har klart för sig hur de olika föreningarna, var och en och i kombination med varandra, påverkar buffertens egenskaper.

Detta har KASAM påpekat i tidigare yttranden och det blir ännu mer aktuellt i samband med att SKB har aviserat att man söker alternativa material till natriumbentoniten, MX-80.

9.2.3 Långsiktig stabilitet

Natriumbentonitens kemiska stabilitet på lång sikt har genom åren ifrågasatts i en rad sammanhang. Kritiker har bl.a. talat om risken för en möjlig omvandling av montmorillonit – som är huvudbeståndsdelen i natriumbentonit – till illit, vilket påskyndas av förhöjd temperatur och kaliumjoner från omgivande kaliumhaltiga mineral t.ex. i återfyllningen.

Lermineralet illit påminner om montmorillonit men med mer kisel utbytt mot aluminium i skiktstrukturen, vilket leder till en ökad negativ laddning. Den negativa laddningen kompenseras av starkt adsorberade kaliumjoner som lätt kan avge sitt omgivande vattenhölje, vilket ger inga eller mycket dåliga svällningsegenskaper i vatten. En sådan omvandling skulle innebära att bufferten krymper med eventuell sprickbildning som följd.

KASAM har tidigare föreslagit att SKB skall undersöka hur en begränsad omvandling till illit respektive kalciumbentonit påverkar buffertens egenskaper, men att helt ersätta natriumbentoniten som buffertmaterial kräver mycket omfattande studier med avseende på de av SKB uppsatta kriterierna. KASAM tolkar forskningsprogrammet i FUD-program 2004 som att SKB inser detta.

En faktor som bara diskuteras i förbigående (avsnitt 17.1.4, 17.2.2 och 17.2.20 i FUD-program 2004) är förändringar av buffertens egenskaper till följd av den kraftiga bestrålning som bentoniten i kapselns närhet utsätts för. Dosraten uppskattas initialt till 0,5 Gy/timme vilket ger ca 4 kGy per år. Dosbidraget domineras av ^{137}Cs som har 30 års halveringstid varför effekten är av intresse under de första århundradena. Det är rimligt att tro att de då uppnådda stråldoserna, upp till några hundra kGy, skulle kunna ge mikrostrukturella förändringar av bentoniten som i sin tur skulle kunna påverka adsorptionskapacitet, gas-transport m.m. KASAM bedömer det som viktigt att SKB redovisar egna och andras forskning på området och vid behov kompletterar denna forskning.

9.2.4 Processer vid svällning

Den omättade buffertens vattenadsorption från omgivningen är en kritisk process, som i många avseenden kommer att påverka dess framtida egenskaper med avseende på t.ex. tätning mot kapsel och omgivande berg, porstruktur och därigenom diffusionsvägar för lösta ämnen och gaser. Eftersom vattenmättnaden i detta inledande skede till stor del kommer att ske genom s.k. advektion (tryckinducerat flöde) på grund av undertryck i buffertens porer kommer joner från omgivande vatten att förhållandevis snabbt transporteras relativt långt in i bufferten.

Detta sker dessutom under inverkan av en temperaturgradient där området närmast kapseln har en temperatur på 80-90°C medan de delar av bufferten som befinner sig närmast omgivande berg kommer att anta dess temperatur.

Detta förhållande kommer säkert att bestå under ganska lång tid beroende på tillgången av vatten från omgivningen och dess sammansättning. Bentonitens egenskaper med avseende på svällningshastighet och -nivå påverkas av temperaturen. Det gäller även porvattnets löslighet av olika ämnen. Sänkt temperatur kan orsaka utfällning av t.ex. kalcit, gips och kalciumsilikater och

därigenom förhindra eller försvåra ytterligare vattentransport och fortsatt svällning under detta inledande skede.

Dessa heterogena förhållanden under vattenupptagningen kan enligt KASAM:s mening leda till att det kan uppkomma långsiktiga defekter i buffertens funktion och konsekvenserna av detta bör därför studeras speciellt.

Det kommer att vara speciellt viktigt att tätningen mot kapseln är så bra som möjligt för att förhindra transport av korrosiva ämnen och bakterier.

9.2.5 Buffertens densitet

En viktig parameter i bufferten är densiteten, som på grund av heterogena förhållanden under svällning kan variera avsevärt på olika ställen och i olika riktningar. Eftersom denna i sin tur påverkar en hel rad andra egenskaper (t.ex. porstorlek, porvattensammansättning, jondiffusion, mikrobiell aktivitet) kommer detta att få konsekvenser för buffertens egenskaper.

Ett högt värde på densiteten är kritiskt för bentonitbuffertens egenskaper vilket har redovisats i en lång rad rapporter från SKB och i av andra publicerade vetenskapliga arbeten. Således är bentonitbuffertens densitet i vattenmättat tillstånd avgörande för t.ex. radionuklidernas diffusion, gaskonduktivitet och mikrobiell aktivitet.

Kompakterad bentonit kommer att svälla i kontakt med grundvattnet i slutförvaret. Buffertens slutliga densitet och svälltryck blir beroende av vattnets sammansättning, temperaturen, den volym som skall fyllas ut i borrhålet och av mottrycket från omgivningen. Dessa parametrar kan samtliga variera mer eller mindre.

Hur kan man under dessa omständigheter försäkra sig om att bentonitbufferten i förvaret har de egenskaper med avseende på t.ex. densitet, som har utgjort förutsättningarna i de forskningsrapporter och studier som SKB refererar till?

Dessa frågeställningar har i tidigare granskning av FUD-program 2001 framförts av KASAM och behovet är fortsatt stort att få svar på dessa frågor inte minst i samband med att SKB nu avser att testa nya buffertmaterial.

9.2.6 Gastransport

SKB redovisar att man för närvarande genomför ett relativt omfattande forskningsprogram gällande studier av gastransport genom bentonit. Som sägs i FUD-program 2004 är nuvarande kunskap i stort sett enbart baserad på experiment i relativt liten skala. Det är därför anmärkningsvärt att SKB på andra ställen i programtexten redan nu tycker sig veta att bentoniten kan öppna sig och släppa ut stora mängder gas utan att egenskaperna egentligen försämras.

Enligt KASAM:s mening är denna slutsats av SKB, inte minst mot bakgrund av vad som sägs i föregående avsnitt, mer att betrakta som en förhoppning än ett bevisat påstående.

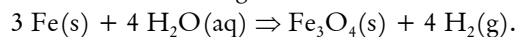
KASAM vill understryka behovet av fortsatt forskning inom området.

9.2.7 Diffusionsmodell

KASAM har i sin granskning av FUD-program 2001 ansett att det går att åstadkomma en mer sofistikerad sorptionsmodell av radionuklider och andra joner i bufferten. I en helt nypublicerad rapport, "Migration parameters for the bentonite buffer in the KBS-3 concept", SKB TR-04-18, har ett urval av transportparametrar för radionuklider i en buffert av MX-80 bentonit redovisats.

Faktaruta

Om en skada uppstår på kopparkapseln och vatten kommer i kontakt med insatsen av järn kommer det att bildas vätgas i kapseln genom reduktion av vatten genom reaktionen:



Vätgasen skall därefter på ett eller annat sätt transporteras genom bentonitbufferten.

Trycket av den gas som bildats genom anoxisk korrosion, radioaktivt sönderfall och radiolys av vatten måste troligen vara högre än ca 12 MPa innan någon väsentlig sprickbildning i bentoniten kan initieras. (Se KASAM:s rapport "Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2001", SOU 2001:35, s. 201.)

Transport av löst gas genom bentoniten kan dock ske vid mycket lägre gastryck även om det då sker mycket långsamt. (SKB i FUD-program 2004).

Det kan vara intressant att göra en enkel överslagberäkning på hur långsamt detta går under förutsättning att den hydrauliska konduktiviteten är försumbar.

Lösligheten av gaser i vatten bestäms av Henrys lag, $X_B = P_B/K_{H,B}$, som förutsäger att lösligheten X_B beror av gasens partialtryck P_B och Henrys konstant $K_{H,B}$ som beror av vattnets temperatur och jonstyrka men naturligtvis även på vilken gas som avses.

Om Henrys lag följs exakt skall lösligheten öka linjärt med trycket och det stämmer ganska bra för t.ex. H_2 , He och N_2 upp till ca 10^7 Pa, dvs. inom det tryckområde som är aktuellt i förvaret.

Henrys konstant för H_2 är 1260 bar/(mol/L) vid 20°C , vilket innebär att jämviktskoncentrationen för $\text{H}_2\text{(aq)}$ i omgivande porvatten blir $1 \cdot 10^6 \cdot 10^{-5} / 1260 \text{ mol/L} \approx 20 \text{ cm}^3/\text{L} = 2 \text{ vol \%}$ vid trycket 1 MPa.

Diffusiviteten (D) för $\text{H}_2\text{(aq)}$ är $4,5 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ (vid 25°C) och med hjälp av formeln $x^2 = 2Dt$ kan man få en uppfattning av den genomsnittsdistans som en löst vätgasmolekyl kan färdas på ett år (ca 0.5 m) vilket torde bli en betydligt kortare sträcka i bufferten med tanke på dess komplicerade porstruktur.

I ovanstående beräkning har ingen hänsyn tagits till koncentrationsgradienten men denna påverkar inte resultatet särskilt mycket.

Fortfarande gäller att avgörande parametrar i detta sammanhang utgörs av s.k. fördelnings-koefficienter (K_d) som är konditionella, vilket betyder att de är giltiga vid en viss temperatur, jonstyrka, densitet, porvattensammansättning, pH, redox-förhållande etc. Eftersom samtliga parametrar kan variera på olika ställen, till och med i samma slutförvar, medan distributionskoefficienterna bestämts vid 25°C måste de uppmätta värdena extrapoleras, vilket medför stora osäkerheter.

I rapporten ovan argumenteras för användning av konditionella konstanter snarare än termodynamiska modeller. En genomgående motivering är att förhållandena i slutförvaret är alltför speciella för att kunna fångas in av termodynamiska parametrar. Med tanke på hur lång tid SKB har hållit på med egen forskning inom detta område och dessutom initierat diffusionsstudier i bentonit vid olika universitet är det märkligt att man inte har funnit det nödvändigt att jämföra resultaten från en termodynamisk sorptionsmodell med de migrationsmodeller man genomgående har redovisat.

KASAM anser att en sådan jämförelse kunde och borde ha genomförts av SKB för åtminstone någon viktig positiv jon i sammanhanget (t.ex. cesiumjon, Cs^+) och en viktig anjon (t.ex. jodidjon, I^-) med syfte att bestämma om det går att åstadkomma en mer generell modell för transport av radionuklider genom bufferten.

KASAM beklagar att SKB i FUD-program 2004 uttalar att sorption i bentonit inte kommer att vara ett prioriterat område.

9.3 KASAM:s slutsatser

- SKB bör föreslå gränsvärden för föroreningshalter i bentonitbufferten.
- Buffertens funktion som en följd av kombinationer av föroreningar bör utredas.

- Konsekvenserna av en trolig omvandling från Na-bentonit till Ca-bentonit respektive en begränsad illitisering bör undersökas.
- SKB:s egen och andras forskning med avseende på strålningens inverkan på bufferten bör redovisas.
- SKB bör redovisa hur man kan säkerställa att buffertens densitet kan upprätthållas på en tillräckligt hög nivå i förvaret.
- KASAM anser att SKB:s forskning med avseende på gastransport i stor skala genom bentonit är angelägen.
- En övergripande termodynamisk modell för transport av de viktigaste radionukliderna genom bentoniten bör upprättas.

10 Återfyllning

10.1 Bakgrund

Återfyllningen av alla deponeringstunnlar och andra håligheter i berget som åstadkommit i samband med byggandet av förvaret är en kritisk process för förvarets fortsatta funktion.

SKB slår i FUD-program 2004 omedelbart fast att återfyllningen i tunnlar inte utgör någon egen barriär i KBS-3 konceptet men att den är nödvändig för att bufferten och berget skall få önskad funktion.

SKB har dessutom identifierat och formulerat de krav som ställs på återfyllningen i ett antal satser:

- Återfyllningen skall ha en styvhet som minimerar buffertens expansion uppåt för att bibehålla buffertens densitet.
- Återfyllningen skall ha en hydraulisk konduktivitet, som är jämförbar med det omgivande bergets. Deponeringstunnlar kan annars utgöra konduktiva vägar, som påverkar vattenomsättningen i förvaret.
- Återfyllningen skall uppnå ett visst svälltryck mot taket för att bibehålla en svällförmåga, som kan täta eventuella effekter av kanalbildning och kryprörelser.
- Återfyllningen får inte ha någon negativ påverkan på barriärerna i förvaret vilket ställer krav på den kemiska sammansättningen.

10.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 18 i FUD-program 2004.

Återfyllningen är en kritisk process som fordrar särskild uppmärksamhet. Återfyllningsmaterialets kvalitet har en avgörande betydelse för förvarets framtida funktion. Den tekniska lösning som SKB väljer måste också ge tillräcklig täthet mot tak, väggar och golv, för att förhindra transportvägar för vatten. KASAM vill understryka behovet av realistiska försök med syfte att fastställa optimal teknik.

KASAM har i alla tidigare yttranden över SKB:s FUD-program (från 1995 och senare) understrukit återfyllningens viktiga roll för förvarets långsiktiga funktion. I samtliga dessa yttranden har problemen med att säkerställa kvaliteten med avseende på ovanstående identifierade kriterier uppmärksammats.

KASAM har betonat att återfyllningens uppgift att upprätthålla densiteten i bentonitbufferten, genom att stå emot svällningen, bör prioriteras. Dessutom har KASAM rekommenderat SKB att göra funktionsanalyser med avseende på olika typer av återfyllning, inklusive enbart naturliga leror, blandningar av bergkross och lera samt enbart bergkross med optimal storleksfördelning för att ge maximal motståndskraft mot sammanpressning av svällande bentonit.

KASAM har också rekommenderat SKB att sätta en begränsning för mängden kalium i återfyllningen, för att minska risken för negativ påverkan på bentonit-bufferten genom en långsiktig omvandling av bentonit till illit.

10.2.1 Krav på återfyllningen

SKB betonar tydligt att återfyllningen inte utgör någon egen barriär. Eftersom det är ett viktigt krav att den hydrauliska konduktiviteten skall vara av samma storleksordning som i det

omgivande berget, som ju är en naturlig barriär, är det svårt att inse vad detta förtydligande innebär.

Återfyllningen består i det ursprungliga referenskonceptet av en blandning av mineralpartiklar. En sådan konstruktion innebär en helt naturlig förekomst av vatten i olika former.

Förutom mer eller mindre obundet vatten och hydratiserade joner kommer det att finnas porvatten, ytadsorberat vatten och kemiskt bundet vatten i kristallstrukturer i ursprungliga och sekundärt utfällda mineral.

Tillsatsen av svällande leror kommer att innebära en viss omfördelning av tillgängligt vatten och en genomsnittlig minskning av porstorleken, men blandningen av olika mineralpartiklar med varierande storlek gör att återfyllningen knappast blir homogen. Det kommer följaktligen att finnas fler och tydligare diffusionsvägar för radionuklider, joner, kolloider och gaser i återfyllningen än i bentonitbufferten och även jämfört med omgivande berg i varje fall om detta inte innehåller större sprickbildningar.

En fördel i sammanhanget är dock att sorptionsytan är betydligt större i återfyllningen än i omgivande berg.

En så homogen partikelstorleksfördelning som möjligt i återfyllningen är troligen att föredra och KASAM stöder därför SKB:s planer på att närmare studera koncept B (enbart svällande lera) tillsammans med fortsatta studier av ursprungskonceptet A (blandning av bentonit och ballast) (s. 232 i FUD-program 2004).

10.2.2 Processer i återfyllningen

Återfyllningskoncepten bygger på att vattentransporten är låg, med målsättning att den skall vara av samma storleksordning som omgivande berg. Detta kan endast uppnås om densiteten är hög och tätningen mot väggar och framför allt tak är tillräckligt bra.

Förekomst av spalter i återfyllningen innebär en stor risk för strömmande vatten och därmed för en snabb erosion och

transport av kolloider. KASAM stöder därför SKB:s motivering för att i första hand använda svällande leror. Svällande lera enligt koncept B innebär troligen en mindre risk för tillförsel av kemiska ämnen, t.ex. kaliumjoner, som kan orsaka skador på bufferten. Om SKB slutligen väljer att använda sig av koncept A anser KASAM att gränsvärden bör sättas för sådana ämnen, som kan vara skadliga för bufferten. Den förhållandevis stora exponerade ytan av partiklar i bergkross leder primärt till en ökad löslighet av ingående mineral. Detta kan jämföras med de restriktioner som gäller för krossat berg och grus vid användning i betong.

KASAM håller med om de synpunkter som SKB framför på s. 236-239 med avseende på advektion, osmos, jonbyte, montmorillonitombildning och mikrobiella processer. KASAM vill dock understryka att dessa processer blir principiellt olika i de olika koncepten (A och B), som SKB avser att utreda vidare.

Enligt koncept A kommer återfyllningen att bestå av olika typer av mineralpartiklar tillsammans med bentonit. Dessa partiklar kommer följaktligen att vid samma yttre förhållanden ha olika egenskaper, såsom ytladdning, typ av ytaktiva grupper, adsorptionsförmåga etc. vilket sammantaget gör att t.ex. fastläggning av radionuklider och mekanismer för transport blir mer komplicerade.

När det gäller radionuklidtransport i återfyllningen genom diffusion säger SKB på s. 239 att den är av underordnad betydelse men på följande sida anser SKB att specieringen har betydelse för sorption och diffusion. – Vad menar man egentligen? Varför är specieringen viktig om processen är av underordnad betydelse?

KASAM anser att SKB tar för lätt på betydelsen av transport av radionuklider genom återfyllningen. Densiteten kommer troligen att vara lägre i återfyllningen än i bufferten och därmed blir diffusionsvägarna kortare och mer betydande.

Den lägre densiteten i återfyllningen kommer att leda till en ökad mikrobiell aktivitet. SKB tycks anse att detta enbart är positivt genom att det bidrar till syrereduktionen. En icke önsk-

värd konsekvens av bakteriell verksamhet är dock troligen en ökad lakning av de mineralpartiklar som ingår i återfyllningen enligt koncept A. Detta kan i sin tur inverka negativt på bentonitbufferten. KASAM uppmanar SKB att närmare studera vilka långsiktiga konsekvenser detta kan få.

10.3 KASAM:s slutsatser

- Återfyllningens uppgift att upprätthålla bentonitbuffertens densitet bör prioriteras.
- KASAM stöder SKB:s avsikter att undersöka återfyllning med enbart svällande leror (koncept B) för att åstadkomma maximal tätning mot väggar och tak.
- SKB bör undersöka hur mikrobiell aktivitet påverkar mineralers löslighet och lakning i återfyllningen både i koncept A och B.
- Det återstår att förklara hur den lägre densiteten i återfyllningen jämfört med bentonitbufferten kommer att påverka transporten av radionuklider och hur specieringen påverkar transporten.
- SKB bör utreda och beskriva föroreningarnas betydelse för återfyllningens långsiktiga funktion.

11 Geosfär

11.1 Bakgrund

Bergets främsta uppgift i ett djupförvar är att tillgodose stabila mekaniska och kemiska förhållanden, som är gynnsamma för kapselns och lerbarriärens hållbarhet och för en så långsam urlakning av radionuklider ur bränslet som möjligt. Lokaliseringen av ett djupförvar till en lämplig berggrund som uppfyller motsvarande mekaniska och kemiska egenskaper är således av avgörande vikt. För att kunna utvärdera mekanisk stabilitet krävs kunskap om vår svenska berggrund och dess geologiska historia. På ett likartat sätt krävs kunskap om de ämnen i grundvattnet, som påverkar buffertens och kapselns stabilitet vid naturliga förhållanden och som är av betydelse för radionuklidens migration, för att utvärdera den kemiska stabiliteten. Det fordras också särskild kunskap om flera parametrar för att kunna utvärdera vatten-mineraljämvikten och de olika faktorer som har inverkan på utvecklingen av vattenkemin.

Grundvattnets förekomst, strömning och kemiska sammansättning är sålunda av central betydelse för lokalisering, utformning och byggande av underjordsanläggningar i berg, i synnerhet för förvaring av använt kärnbränsle. Rikligt vattenförande berg försvårar anläggningsarbeten och förvaring av avfall. Grundvattenförhållandena i olika delar av landskapet omkring en tänkt förvaringsplats samt grundvattenbildningens storlek och grundvattnets strömningsmönster på olika djup måste där-

för klarläggas. Grundvattnet kan emellertid också angripa de tekniska barriärerna (kapseln m.fl.), särskilt om salthalten är hög, samt lösa ut och transportera skadliga komponenter, som därigenom kanske kan nå biosfären eller vattentäkter. Olika grundvattentyper, deras kemiska sammansättning, ursprung och utveckling samt dominanta reaktioner och reaktiva processer i berggrunden måste därför bestämmas.

I det mycket långa tidsperspektiv, som det är fråga om vid förvaring av kärnavfall, måste grundvattenförhållandena också prognostiseras för såväl landhöjningen som olika tänkbara klimatförhållanden, dels ett varmare och fuktigare klimat på grund av växthuseffekten dels ett kallare klimat vid en framtida glaciation. Grundvattenbildningens storlek påverkas direkt av ändringar i klimatet, grundvattnets strömningsmönster förändras genom ändrade nivåförhållanden i landskapet och i omgivande hav, vilket också påverkar grundvattenkemin.

Av ovanstående framgår att det, för att lokalisera djupförvaret till en plats som uppfyller ställda säkerhetskrav, krävs omfattande geovetenskapliga undersökningar, modelleringar samt djupgående geologiska, hydrogeologiska, och geokemiska kunskaper.

11.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförligt till kap. 19 i FUD-program 2004.

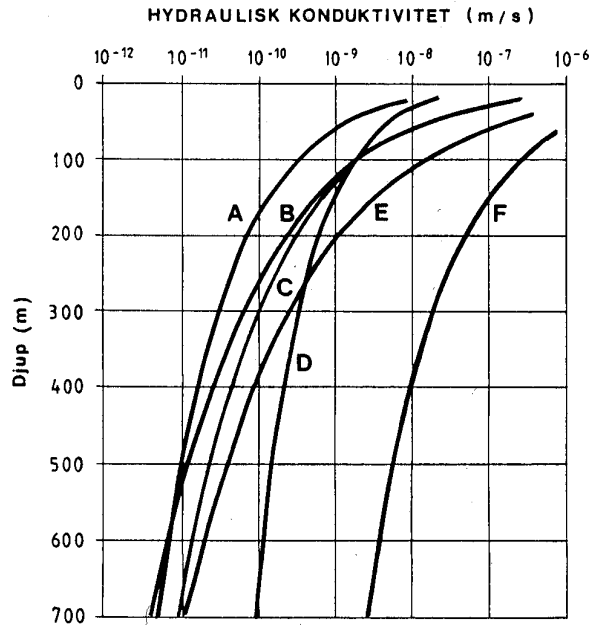
Enligt SKB:s FUD-program 2004 skall djupförvaret för använt kärnbränsle förläggas i kristallint berg med granitisk sammansättning (rad 1, s. 243). KASAM konstaterar att detta uttalande utesluter en diskussion om berggrundens sammansättning, textur, struktur och egenskaper med avseende på andra bergarter än granitiska. SKB:s tidigare strävan om geologisk bredd vid undersökningarna har därmed begränsats till de två platser som för närvarande undersöks, nämligen Forsmark och Simpevarp/Laxemar, med likartad berggrund. KASAM saknar ett övertygande resonemang om skälen för denna avgränsning.

I FUD-K rapporten år 2000 (kompletteringsrapport till FUD-program 1998, redovisad i december 2000) framhöll SKB att platsundersökningsprogrammet borde inkludera fler alternativ än Forsmark och Simpevarp (som ansågs ha tydliga fördelar ur "etablerings- och samhällssynpunkt", dvs. av andra än geologiska skäl) för att vara robust. Därför, angav SKB, borde platsundersökningsskedet "omfatta studier av alternativ som har goda förutsättningar, men är olika i förhållande till Forsmark och Simpevarp. I första hand bör tillkommande platser representera andra geologiska förhållanden samt ligga i andra kommuner". SKB refererade till lokaliseringalternativen Tierp-norra/ Skutskär och Skavsta/Fjällveden, som ansågs kunna "bidra till större geologisk bredd på det geologiska underlaget".

I sitt yttrande över FUD-K rapporten framhöll KASAM att "det skulle vara en styrka om valet av plats för den framtida detaljundersökningen kunde grundas på resultat från platsundersökningar med den geologiska bredd som SKB har eftersträvat."

Av olika skäl har det inte varit möjligt för SKB att undersöka alternativen Tierp-norra/Skutskär och Skavsta/ Fjällveden på det sätt som SKB förslög år 2000. Men detta förhållande betyder inte att det inte längre finns behov av att utveckla och redovisa ett beslutsunderlag med stor geologisk bredd för prövning (enligt miljöbalken och kärntekniklagen) och val av plats för ett slutförvar för använt kärnbränsle. Detta påpekades av KASAM vid granskningen av FUD-program 2001 (s. 70 i KASAM:s yttrande, SOU 2002:63).

Skillnaderna mellan olika bergarters egenskaper, t.ex. vattengenomsläpplighet, motiverar att beslutsunderlaget för val av plats skall ha en stor geologisk bredd. (Figur 11.1 visar hydraulisk konduktivitet för ett antal bergarter i några utvalda typområden i Sverige. Den hydrauliska konduktiviteten är ett mått på vattengenomsläppligheten och definieras som vattenflödet per tidsenhet vid vissa givna förutsättningar.) Den hydrauliska konduktiviteten avtar visserligen mot djupet, men som framgår av figuren består skillnaden mellan olika bergartstyper även på 600-700 meters djup, enligt SKB:s egna undersökningar.



- A = Gabbro, Taavinunnanen (27 data)
- B = Sedimentådergnejs , Fjällveden (175 data)
- C = Diabasgångar, Gideå (28 data)
- D = Granitgångar, Taavinunnanen (11 data)
- E = Sedimentådergnejs , Gideå (74 data)
- F = Anorogen granit, Kråkemåla (20 data)

Figur 11.1 Hydraulisk konduktivitet för bergmassan (exkl. sprickzoner) i typområdena Fjällveden, Gideå Kråkemåla, och Taavinunnanen. I figuren redovisas även hydraulisk konduktivitet för granitgångar i Taavinunnanen och diabasgångar i Gideå (från "Sammanställning av olika bergarters vattenförande egenskaper baserade på undersökningar för lagring av kärnavfall" av Ahlbom, K., & Carlsson, L.; Dokumentation från symposiet "Geohydrologi i praktiken" av Viak AB och Svenska Hydrologiska rådet den 4 maj 1988)

Med anledning av SKB:s ställningstagande, att djupförvaret skall förläggas i kristallint berg med granitisk sammansättning, finns det skäl för att ställa frågan om hur inhomogen den granitiska berggrunden får vara (t.ex. vad gäller förekomst av gångbergarter, sprickor och sprickzoner) och hur SKB definierar granitisk sammansättning. KASAM har tidigare förordat att SKB anger ett program för att utveckla metodik för klassning av bergets heterogenitet.

KASAM anser att det finns geologiskt sett goda skäl för att arbeta vidare med platsundersökningarna i Forsmark och Simpevarp/Laxemar. KASAM anser dock att SKB, med syfte att säkerställa tillräcklig geologisk bredd, bör utvidga utredningsmaterialet. Ett sätt kan vara att analysera och vid behov komplettera tidigare genomförda undersökningar i Gideå och Fjällveden (dvs. C-berg och B-berg). Det kan t.ex. handla om att göra förnyade beräkningar och mätningar med ny metodik. Det är viktigt att undersökningarna är likartat utförda så att platserna kan jämföras på ett vetenskapligt korrekt sätt och att en objektiv analys kan göras.

Sådana analyser och kompletteringar skulle kunna vidga det underlag för val av en sådan lämplig plats som miljöbalken kräver (jämför 2 kap. 4 § miljöbalken) samt underlag för ansökan (inklusive miljökonsekvensbeskrivning enligt 6 kap. 7 § miljöbalken) om tillstånd (enligt i första hand kärntekniklagen och miljöbalken) för att anlägga ett slutförvar för använt kärnbränsle.

11.2.1 Processer i geosfären: Översikt av processer

Den mekaniska utvecklingen bestäms av hur geosfären svarar på de olika mekaniska laster som den utsätts för. Förändringar kan uppträda som sprickbildning med plötsliga rörelser i befintliga sprickor eller som långsamma kryprörelser i berggrunden. Genom grundvattenströmning omfördelas grundvattnet i geosfärens spricksystem.

KASAM anser att frågor om naturliga bergspänningar och spricksystem på förvarsplatsen samt de förändringar som byggandet av förvaret ger upphov till samt grundvattnets förekomst, strömning och kemiska sammansättning är viktiga för ställningstagande till ett slutligt förvar.

11.2.2 Värmetransport

KASAM noterar att arbetet, med att utveckla, kalibrera och verifiera metoder för att bestämma termiska egenskaper, fortsätter och att de temperaturmätningar i berget som görs i Prototypförvaret och inom återtagsförsöket i Äspölaboratoriet kommer att utvärderas i syfte att bestämma värmetransportegenskaper. Resultaten skall användas för att vidareutveckla och beskriva den termiska platsmodellen.

11.2.3 Grundvattenströmning och grundvattenbildning

KASAM konstaterar med tillfredsställelse att SKB genomfört en del av de viktiga studier som KASAM efterlyste vid tidigare granskning av FUD-programmet, nämligen modelleringar av grundvattenströmning i regional skala med god upplösning av topografin samt modelleringar av grundvattenbildning på olika djup. Den lokala topografin visade sig därvid som väntat ha stor betydelse för det ytliga strömningsmönstret, medan utströmningen av grundvatten från förvarsdjup är begränsad till väldefinierade lågpunkter i terrängen såsom våtmarker och sjöar.

Det framkom också – liksom för övrigt tidigare i Finnsjön – att salt grundvatten på djupet kan verka som ett golv och därmed ytterligare förstärka den ytliga strömningen. Det konstateras att de längsta flödesvägarna företrädesvis finns under sjöbottnar med täta bottensediment.

Det finns anledning att fråga om kunskapen om våtmarkernas uppbyggnad har varit tillräcklig, eftersom s.k. igenväxnings-

torvmarker ofta har väl så täta bottnar som sjöar och i regel mäktigare lagerföljd med såväl täta lersediment som täta organiska jordarter, t.ex. gyttja och dy. Lagerföljderna under sjöar, vattendrag och våtmarker behöver dock inte överallt vara enhetligt täta utan kan innehålla mera genomsläppliga partier, i synnerhet under vattendrag, där erosionen under högvattenflöden, t.ex. efter snösmältning, kan blottlägga sandiga-grusiga bottnar och stränder. Detta kan under sådana perioder med höga ytvattennivåer leda till inläckning av ytvatten i grundvattenmagasin, som då har låga grundvattennivåer på grund av fördröjd grundvattenbildning på grund av en kanske lång och kall vinter. Detaljinformation om såväl lagerföljder som vattennivåer är därför nödvändiga för att klargöra de komplicerade vattenutbyten som kan förekomma mellan yt- och grundvatten. Isärskilt känsliga områden är det säkraste sättet att utreda utbytet genom att utföra spårämnesförsök vid olika vattensituationer.

Det måste också ifrågasättas, om detaljinformationen om geologin i övrigt varit tillfredsställande, när det förutom jordlagrens tjocklek främst talas om topografins betydelse för strömningsmönstret. Strukturer i berggrunden såväl de mest genomsläppliga i form av subhorisontella och mer eller mindre vertikala sprickzoner som de mest täta, t.ex. diabasgångar, torde rimligen kunna styra strömningsmönstret på ett annat sätt än enbart topografiska skillnader.

Programmet upptar fortsatt verksamhet inom detta problemområde, framför allt ytterligare testning av beräkningsverktygen, försök att få en sammanhängande bild av utvecklingen av grundvattenkemin i ett 10 000 års perspektiv, en förbättrad förståelse av den ytnära hydrogeologin och effekterna på denna av grundvattensänkningar i ett öppet förvar samt utveckling av en koppad hydrologisk modell för ytvatten, ytligt och djupt grundvatten. Möjligen skall också biosfären kunna inkorporeras i nämnda modell. I samtliga fall måste såväl landhöjningen som en tänkbar klimatförändring relativt snart liksom en framtida glaciation beaktas.

Kopplade modeller är en intressant och fruktbar utvecklingen inom hydrologisk modellering, som prövats på andra områden, vilket berördes i KASAM:s Kunskapslägesrapport år 2001. Sedan dess har bl.a. en ny kopplad modell ECOFLOW utvecklats med lovande resultat i ett doktorandarbete vid KTH, nämligen en koppling mellan en rysk hydrologisk modell ECOMAG och den amerikanska grundvattenmodellen MODFLOW. Med den modellen kan man beräkna utbytet mellan ytvatten och grundvatten samt transporten av vissa kemiska föroreningar. Man kan anpassa modellen efter de förhållanden, vilka gäller i ett avrinningsområde, som man i vissa delar kan studera ganska översiktligt men i andra delar behöver studera i detalj, t.ex. ett tilltänt lokaliseringsområde.

KASAM finner det mycket angeläget att det planerade programmet för grundvattenströmning genomförs. Det skulle vinna i förståelse och realism om mera konkret geologisk information tillfördes de regionala strömningssimuleringarna. Vad betyder t.ex. dels de flacka, öppna sprickorna som påträffats i Forsmarksområdet, dels de branta djupgående sprickzonerna ("skurorna") i östra Småland? Det skulle också vinna i tillförlitlighet, om uppgifterna från modelleringen om den naturliga grundvattenbildningens storlek på stort djup kunde verifieras genom att flera av varandra helt oberoende bestämningsmetoder för grundvattenbildning prövades i samma område, på det sätt som gjorts i Yucca Mountain, USA – se KASAM:s Kunskapslägesrapport år 2004.

Därefter bör man analysera vad ingrepp som t.ex. bortledning av grundvatten vid tunnelbyggnad medför för förändring av grundvattenbildningen. Sänkningen av grundvattennivåerna omkring en tunnel eller ett bergrum leder ofta till att inströmningsområdet förändras och förstoras, vilket medför ökad grundvattenbildning, snabbare vattenomsättning och förändrad grundvattenkemi. Som exempel kan nämnas att vid anläggningen av järnvägstunneln genom Hallandsås har ökningen av grundvattenbildningen på tunnelnivå beräknats uppgå till 25 % vid en maximal grundvattensänkning på 100 m.

KASAM har tidigare påpekat, att det är synnerligen angeläget att utveckla metoder för mätning av grundvattenflödet mellan jordlager och berggrund. Kunskapen därom är alltför bristfällig. Den är av betydelse när det gäller att bedöma och beräkna (modellera) såväl grundvattenbildningens storlek vid olika lagerföljder som det uppåtriktade flödet och transporten av grundvatten med eventuella föroreningar till ytliga system och biosfären.

11.2.4 Rörelser i intakt berg

KASAM finner det märkligt att GPS-mätningarna i Oskarshamn – för att studera rörelser i berggrunden – inte är upptaget i FUD-program 2004. Dessa mätningar borde utsträckas till ett mätområde även i Forsmark och pågå under så lång tid som möjligt.

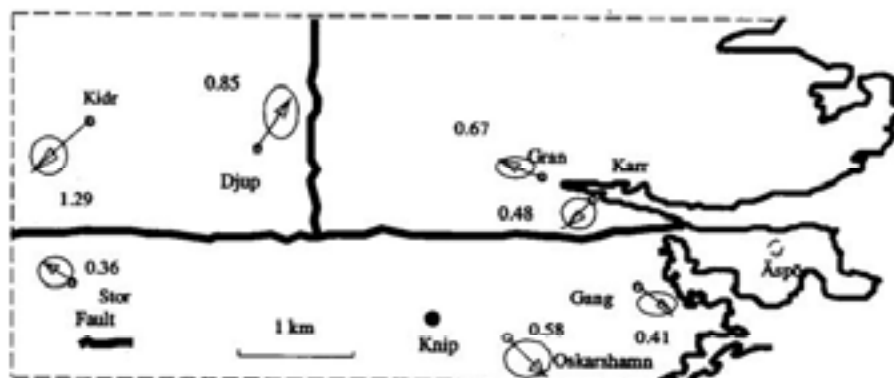
11.2.5 Termisk rörelse

Risken för kapselskador på grund av termomekanisk belastning kan enligt FUD-programmet sättas till noll, förutsatt att inga kapselhål kommer att skäras av sprickor med en utsträckning som är större än 700 m i stupningsriktningen. Detta återstår att visa.

11.2.6 Reaktivering (rörelser längs befintliga sprickor) samt sprickbildning

KASAM finner att värdefull nyvunnen kunskap inhämtats under den gångna tre-årsperioden, dels vad beträffar dokumenterade jordskalvsinducerade skador på undermarkskonstruktioner, dels vad gäller dynamiska beräkningar med olika modeller av sprickrörelser i samband med jordskalv av magnitud 6,0. Det som

däremot saknas är en redovisning av resultaten av GPS-mätningarna i det lokala seismiska nätet i Oskarshamn, som påbörjades år 2000, se figur 11.2.



Figur 11.2 Det detaljerade GPS nätet i Oskarshamnstrakten för bestämning av blockrörelser. Stationerna har förkortade platsnamn. Förkastningszonerna är markerade med en grov linje. Pilarna anger hastigheten i förskjutningen i mm per år som har inträffat under observationsperioden (från KASAM:s Kunskapslägesrapport 2004, SOU 2004:67, från Sjöberg et al. 2002)

KASAM påpekade i Kunskapslägesrapporten år 2004 att det var fördömligt med dessa mätningar i ett lokalt nät som komplement till det översiktliga, landsomfattande nätet. Mätningar av detta slag är av stor vikt för att övervaka seismiska händelser i området och att få kunskap om de deformationsprocesser som eventuellt pågår. KASAM framhöll att det var angeläget att likartade mätningar snarast skulle påbörjas jämväl i Forsmarksområdet. Enligt uppgift har emellertid mätningarna i Oskarshamn avslutats, då de tydligen ansetts för kostsamma att fortsätta. För att få ned kostnaderna vore det dock klokare att minska på antalet stationer och mättillfällen och fortsätta

mätningarna under längre tid än att lägga ned mätningarna helt och hållet. Det är dessutom viktigt för jämförelsens skull att etablera ett lokalt nät i Forsmark. Bearbetningstekniken och instrumenteringen utvecklas, varför allt säkrare och noggrannare resultat kommer att erhållas. Även om inga signifikanta rörelser skulle påvisas efter en längre tids mätning, skulle ett sådant resultat och bakomliggande mätdata vara ett mycket viktigt underlag vid en platsansökan och för det fortsatta arbetet med förvaret. Modelleringar kan inte ersätta fältdata. KASAM vill därför kraftfullt understryka, att GPS-mätningarna bör återupptas i Oskarshamn och att ett lokalt nät etableras i Forsmark. Det bör påpekas att i Finland pågår GPS-mätningar sedan 1995. De anses där vara av stort värde och föreslås fortsätta åtminstone en hel solaktivitetscykel, dvs. 11 år (ref: "Review of the GPS deformation monitoring studies commissioned by Posiva Oy on the Olkiluoto, Kivetty and Romuvaara sites, 1994-2000" av Vermeer, M., 2002; rapport STUK-YTO-TR 186, Strålsäkerhetscentralen, Helsingfors).

KASAM understryker vikten av SKB:s program för att visa giltigheten hos de generella samband som finns mellan en sprickas utsträckning och den rörelse som kan komma till stånd längs sprickan vid en given belastning och i ett givet spricksystem. Det är även av intresse att studera rörelsen hos två eller flera mindre sprickor, som samverkar via en brygga av delvis intakt berg, och hur denna rörelse kan underskattas om inte samverkan mellan sprickorna tas i beaktande.

SKB tar inte upp frågan om respektavstånd i FUD-program 2004. Det förefaller som om SKB avsiktligt undvikit att ta med direkta hänvisningar till säkerhetsanalysens behov av data från platsundersökningarna. Platsundersökningarna avhandlas i sin tur inte heller i programmet annat än som inslag i tidsplaner. KASAM anser att beskrivningen av behovet av respektavstånd mellan ett förvar och sprickor av olika utsträckning och karaktär bör förtydligas samt att argumenten för dessa avstånd bör vara väl underbyggda av publicerade forskningsresultat och empirisk erfarenhet. KASAM efterlyser sålunda den övergripande mål-

sättningen att komma fram till ett väldefinierat och systematiskt underlag för att bestämma respektavstånd, dvs. hur långt ifrån ett förkastningsplan/en förkastningszon ett förvar kan förläggas. En sådan forskning skulle kunna utgöra en del av den redan påbörjade forskningen om sprickmineral och mineralomvandling i sidoberget.

Dessutom är det intressant att följa diskussionen huruvida förvaret i sig i samverkan med sprickor och sprickzoner kan komma att fungera som ett svaghetsplan i berggrunden.

11.2.7 Tidsberoende deformationer

Programmet hänvisar till en litteraturstudie som syftar till att sätta gränser för de spänningsförändringar som förvarsberget kan komma att utsättas för över tiden, till följd av långsamma tektoniska rörelser. Detta liksom modelleringsteknik för att kunna gränssätta konvergensen av tunnlar och deponeringshål som kan tänkas ske under tusentals år, till följd av berggrundens inneboende tidsberoende egenskaper, är av största vikt.

11.2.8 Advektion/blandning – grundvattenkemi, radionuklidtransport

Utvecklingen av datorkoden M3 för blandningsberäkningar av grundvattenkemin har varit mycket fruktbar och inneburit en väsentligt ökad förståelse om grundvattnets ursprung och ålder, särskilt på större djup i hårt berg. Den planerade uppdateringen och verifieringen av M3 är därför mycket angelägen att genomföra, likaså de föreslagna beräkningarna av salthaltsutvecklingen vid omfattande klimatförändringar. Det är därvid nödvändigt att arbeta med olika scenarier för såväl växthuseffekten som en framtida glaciation och att koppla samman hydrokemi och hydrogeologi.

Radionuklidtransport bör i första hand studeras genom att använda en kopplad flödes- och transportmodell, inte genom en förenklad modell, som överdriver retentionen.

11.2.9 Diffusion – grundvattenkemi, radionuklidtransport

Tidigare undersökningar och blandningsberäkningar tyder på att det är en mycket långsam diffusiv transport, som kan förklara det salta grundvattnet på stort djup. Det är därför ett mycket intressant förslag att utnyttja data från djupet under landisen på Grönland för att verifiera detta antagande. Förslaget tillstyrks varmt! Då det kan röra sig om vatten med mycket hög ålder, vore det önskvärt att låta utföra ^{36}Cl analyser på dylika vatten.

Utvecklingen av elektriska metoder för att mäta diffusionen av radionuklider tycks vara en framgångsrik metodik. De planerade långvariga försöken i fält för att mäta diffusionen in i den intakta matrisen är angelägna att genomföra.

11.2.10 Reaktionen med berget – lösning/fällning av sprickmineral

För att förstå grundvattenkemins utveckling avseende redoxförhållanden är det av största vikt att studera upplösning och utfällning av sprickmineral, som är en ständigt pågående process. KASAM noterar att denna forskning har fått ett betydande utrymme i FUD-rapporten.

Programmet visar även att SKB har låtit påbörja datering av sprickmineral och studier av sprickriktningar.

11.2.11 Mikrobiella processer

Mycket ny och värdefull kunskap har uppnåtts inom detta forskningsområde på senare år, dels att mikrober i kombination

med järnoxider bildar mycket effektiva filter för spårmetaller, dels att mikrober från stort djup utsöndrar komplexbildare, som kan mobilisera radionuklider från fasta faser. De planerade försöken är därför av mycket stort intresse och bör genomföras med så goda resurser som möjligt i fält vid Äspölaboratoriet och på undersökningsplatserna.

11.2.12 Kolloidsättning – kolloider i grundvatten, radionuklidtransport med kolloider

Även på detta område har ny kunskap framkommit, delvis från andra miljöer än hårt urberg. De planerade spårämnesförsöken bör genomföras, bl.a. med tanke på bentonitens roll.

11.3 KASAM:s slutsatser

- KASAM anser att utgångspunkten för val av plats bör vara ett undersökningsmaterial från platsundersökningar med stor geologisk bredd, med tillförlitliga uppgifter om förhållandena på förvarsdjup. Det finns därför anledning för SKB att analysera och vid behov komplettera tidigare geologiska undersökningar, som skulle representera andra geologiska förhållanden än de som nu undersöks i Forsmark och Simpevarp/Laxemar.
- KASAM anser att det är mycket angeläget att genomföra det planerade programmet för grundvattenströmning. Det är därvid viktigt att konkret information om geologiska strukturer och gränser tillförs de regionala strömningsberäkningarna, liksom detaljerade uppgifter om lagerföljder och vattennivåer i bedömda utströmningsområden.
- Den naturliga grundvattenbildningen på förvarsdjup bör inte bara beräknas genom modellering utan också bestämmas med olika – av varandra oberoende – metoder. Därefter bör

den genom bergrums- och tunnelbyggnad störda grundvattenbildningen beräknas. Prognoser för såväl naturlig som störd grundvattenbildning vid tänkbara framtida klimatförändringar bör också göras.

- Mätningar för att övervaka seismiska händelser och deformationsprocesser i berggrunden är mycket viktiga och bör pågå under lång tid. GPS-mätningar i lokal skala bör därför återupptas i Oskarshamn och etableras i Forsmark.
- Grundvattenkemiska och geokemiska undersökningar bör genomföras enligt föreslagna program. Åldersbestämning av grundvatten på stort djup under t.ex. landisförhållanden är önskvärt att låta göra med olika bestämningsmetoder, bl.a. ^{36}Cl analyser.

12 Biosfär

12.1 Bakgrund

Biosfären kan definieras som alla levande organismer i miljön, inklusive människan, samt den del av miljön med vilken människan och de andra organismerna växelverkar.

SKB har under senare år successivt ökat ansträngningarna inom biosfärområdet. Kap. 20 i FUD-program 2004 utgör en tydlig och systematisk redovisning av det nuvarande programmet. De remissvar som kommit in beträffande FUD-program 2001 redovisas och kommenteras. Många av synpunkterna har tagits till vara vid utarbetandet av det nya programmet och för andra finns en plan för senare agerande. Nyvunnen kunskap redovisas separat, vilket är bra för läsaren. Materialet i underlagsrapporterna är omfattande. De övergripande målen för biosfärprogrammet pekar enligt KASAM:s bedömning mot en hög ambitionsnivå.

Data från de intensifierade och efterhand mer och mer vetenskapligt bedrivna platsundersökningarna avses ligga till grund för en fördjupad förståelse för biosfärprocesserna samt för att utveckla modeller för säkerhetsanalyser enligt de krav som ställs i miljöbalken, kärntekniklagen och strålskyddslagen, inklusive tillhörande författningar. Det systemekologiska angreppssättet och utvecklingen av processbaserade modeller är viktiga nya inslag i arbetet.

En utökad publicering har skett i internationellt spridda tidskrifter. Enligt KASAM är det – som tidigare påpekats – angeläget att de data som redovisas fortsatt görs väl tillgängliga för nationell och internationell granskning. Ett problem när det gäller möjlighet till oberoende nationell granskning är att svenska forskningsfinansiärer i stort sett helt släppt områdena strålskydds- och kärnsäkerhetsforskning till förmån för mer ”fancy” forskning. I ett läge då även myndigheterna tvingas dra ner på sina forskningsinsatser får SKB själv en dominerande roll inom forskningen på området och står också för anslagen till flera universitetsbaserade forskargrupper. Det är bra att SKB ökar sina ambitioner, men en fara för trovärdigheten att samhället får mindre och mindre möjlighet till oberoende granskning av resultaten.

I FUD-program 2004 ger SKB liksom i föregående forskningsprogram en inblick i det internationella arbete som pågår inom biosfärsområdet. SKB har bl.a. deltagit i FASSET-projektet (Framework for ASSESSment of Environmental impacT) inom EU:s femte ramprogram t.o.m. år 2003. SKB fortsätter nu inom ERICA (Environmental Risk from Ionising Contaminants: Assessment and management), efterföljaren till FASSET. SKB deltar också i ett internationellt samarbete mellan olika företag och organisationer, som är verksamma inom avfallsförvarsområdet.

12.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 20 i FUD-program 2004.

KASAM stödjer biosfärsprogrammets övergripande mål att med en modern kunskapsbas beskriva de från radiologisk synpunkt viktigaste processerna i biosfären samt att ge ett tillräckligt vetenskapligt stöd för att bedöma miljökonsekvenser av konstruktion och drift av ett slutförvar.

KASAM noterar speciellt den i FUD-programmet uttalade ambitionen att befästa och fördjupa kunskaperna i pågående projekt med bl.a. utökad publicering i internationella tidskrifter. KASAM delar SKB:s uppfattning om att det är viktigt att förmedla bolagets kunskaper till såväl svenska som internationella forskargrupper för att erhålla synpunkter och för att få nödvändig vetenskaplig granskning.

Regeringen bör emellertid snarast uppmärksamma den pågående avlövnings av svensk forskning på området och de konsekvenser detta kommer att få för möjligheter till oberoende granskning.

12.2.1 Platsundersökningsprogrammet och modellutvecklingen

Inom detta område har SKB under senare år gjort viktiga satsningar. Ett nytt platsundersökningsprogram för biosfären har startats. Viktiga insatser har gjorts för att öka förståelsen för processer och egenskaper hos de platsspecifika ekosystemen. Detta kommer att ge viktigt basmaterial för säkerhetsanalysen. Trots de nya satsningarna kommer det fortsatt att saknas mycket av basdata för säkerhetsanalysen, såväl när det gäller källtermer som radionuklidernas uppträdande i biosfären.

Aktiviteten för att utveckla nya modeller för radionuklid-spridning i biosfären har varit hög. Tidigare modeller som BIOPATH och PRISM har vidareutvecklats och alternativa processbaserade modeller – baserade på systemekologiska principer – har börjat utvecklas och testas.

Frågan om dagens biosfärsförhållanden kan användas som platsvalskriterier vid lokalisering av förvar för mycket långlivat avfall har varit föremål för diskussion, mot bakgrund av biosfärens förändring i samband med variationer i klimat, landhöjning etc. För mycket långa tider erbjuder geosfären en mer stabil barriärfunktion. För kortare tider (som gäller för markbaserade anläggningar och aktiviteter såsom transporter, som är

kopplade till slutförvaret) är det dock viktigt att hänsyn tas till biosfärsförhållandena på platsen. Även för slutförvaret självt finns självklart en inledande tid där (nuvarande) biosfärsförhållanden är av betydelse för säkerheten. SKB framhåller att man tar hänsyn till biosfären i platsvalet. Man har bl.a. identifierat ett antal biosfärsrelaterade faktorer, som kartläggs för aktuella platser.

12.2.2 Miljöövervakning

KASAM förutsätter att det fastställs ett miljöövervakningsprogram för kontroll av förvarets omgivning och att denna kontroll inleds redan i platsundersökningsskedet för erhållande av jämförbara data om ursprungsstillståndet i miljön. Programmet måste vara utformat så att påverkan från förvaret kan särskiljas från naturliga variationer i miljön. KASAM anser att det är angeläget att det fortsatta forsknings- och utvecklingsarbetet belyser förutsättningarna för val av mätbara parametrar och organismer/arter som kan utgöra lämpliga indikatorer för påverkan i biosfären vid modellberäkning och monitorering.

Det bör tydligt framgå av redovisningen hur man kommit fram till eventuella riktvärden för de olika parametrarna. KASAM konstaterar i detta sammanhang att det fortfarande finns vissa osäkerheter om hur SSI:s ”Föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall” (SSI FS 1998:1) skall tillämpas.

12.2.3 Transportprocesser

Spridningen av radionuklider till biosfären, inklusive människor, sker i första hand via grundvattenflöden som passerar förvaret. För att sådan spridning skall kunna ske måste förvarets barriärsystem vara defekt, t.ex. på grund av tillverkningsfel hos

de kopparkapslar som innehåller bränslet, eller till följd av korrosion i kapseln under lång tid eller genom andra skador på kapseln. Grundvattnet har kontakt med olika vattensystem som brunnar, myr- och våtmarker, insjöar, vattendrag samt kust- och havsvatten. Grundvattnet kan också kontaminera åkerjord med radionuklider via grundvattentransport till odlingszonen och via bevattning.

Vid en konsekvensbedömning av ett läckage från ett djupförvar av använt kärnbränsle är det utspädningsvolymerna i biosfärens olika vattensystem som till stor del avgör vilka konsekvenser, i form av stråldoser till människor och djur, ett utsläpp får. Ett annat sätt för radionuklider från ett djupförvar att nå människan är via sedimentering på havs- och sjöbottnar, vilka efter framtida landhöjningar kan komma att torrläggas och senare uppodlas för livsmedelsproduktion.

Med hänsyn till möjlig transport till biosfären bör det framhållas att KASAM, i tidigare yttranden konstaterat att förhållandena i övergångszonen mellan berggrund och jordlager är ett försummat forskningsområde, som behöver aktiveras på grund av dess betydelse för bl.a. utströmningen av radionuklider som transporteras med grundvattnet. – Generellt kan man säga att en fördröjning av storleksordningen 100-tals år av radionuklidtransporten kan förväntas i själva gränsszonen innan balans uppstår mellan inflöde av radionuklider från djupare grundvatten och utflöde av dessa ämnen via grundvattnet till biosfären.

FUD-program 2001 har hänvisat bl.a. till SAFE-projektet (säkerhetsanalysen av SFR år 2001) i vilket man har studerat interaktioner i gränsskiktet mellan grundvatten i berg och ytligare grundvatten. SKB anger att man med bl.a. fältstudier kommer att studera grundvattnets förmåga att följa vattenförande lager i kvartära avlagringar (med möjlighet till utströmning nära strandkanter).

SKB har noterat att en stor del av radionukliderna i miljön kommer att vara bundna till partiklar, humuskomplex och organismer.

KASAM anser nu, liksom i den tidigare granskningen att det är nödvändigt att undersöka och redovisa den omgivande biosfärens sammansättning och egenskaper för att bedöma ett tänkt förvars skyddsförmåga och möjligheter att uppfylla de krav som SSI hade ställt upp (i föreskrifterna SSI FS 1998:1 med bakgrund och kommentarer i SSI rapport 99:03). KASAM anser även, liksom vid den tidigare granskningen av FUD-programmet, att betydelsen av dagens lokala biosfärsförhållanden och utströmningsområden för platsvalet måste belysas.

12.2.4 Behov av ökade kunskaper om de hydrologiska sambanden

KASAM anser att en djupare förståelse av de hydrologiska sambanden mellan ett djupförvar för använt kärnbränsle och berörda ekosystem är i högsta grad nödvändig. Dessa kunskaper behövs för att man skall kunna göra en tillförlitlig bedömning av transportvägar och överföringshastigheter till biosfären i beräkningsmodellerna. Av en sådan redovisning bör det framgå inom vilka områden som yt- eller grundvatten kan antas bli påverkat av utsläpp från förvaret. Redovisningen bör också innehålla en analys av radionuklidtransporten från berg till jord (från geosfär till biosfär).

12.2.5 Terrestra och akvatiska ekosystem

SKB konstaterar att de terrestra ekosystemen jordbruksmark, skog och myr kännetecknas av att de har en grundvattenyta som ligger nära markytan. Därmed blir den dominerande transportprocessen till dessa system rotupptaget, kapillärkraften och grundvattenytans nivåfluktuation. Myrar och våtmarker är tillsammans med brunnar viktiga recipienter vid de tilltänkta lokaliseringarna. I det mycket långa tidsperspektiv, som det är fråga om för ett slutförvar för använt kärnbränsle, kommer det att ske

stora förändringar på förvarsplatsen. Detta gäller bl.a. jordlagren, de hydrologiska förhållandena och biosfären.

Enligt KASAM:s bedömning är de föreslagna ekosystemen (skog, myrmark och sediment) väl motiverade med hänsyn till dessa förändringar samt möjliga ackumulationseffekter och förhöjda exponeringar. Behovet av att utveckla kunskaperna om andra ekosystem, och då särskilt jordbruksmark, bör dock uppmärksammas i den fortsatta diskussionen.

Jordbruksekosystemet har stor betydelse för överföring av radionuklider till människan via födan. Upptag i skogsprodukter, till exempel svampar (framförallt mykorrhizabildande) och vilt, kan ge betydande stråldosbidrag via födan. Mossar och sediment tillhör de system där man har anledning att förvänta anrikning av radionuklider.

KASAM har vid tidigare granskning även pekat på vikten av att studera variationerna av biosfärparametrarna med tiden samt att bättre beskriva vad som sker under de första åren efter en förslutning av ett slutförvar för använt kärnbränsle.

I FUD-program 2004 beskriver SKB att man i SAFE-projektet har utvecklat tidsberoende biosfärmodeller samt gjort en första ansats att beskriva de första 1 000 åren.

Under avsnittet nyvunnen kunskap diskuteras särskilt utvecklandet av en ny typ av transportmodeller som bygger på tillväxt, näringsupptag och avdunstning från växterna som alternativ till rotupptagsfaktorer. Detta är en intressant utveckling men kan också vara farlig och ge direkt missvisande resultat. Exempelvis regleras cesium-upptaget förutom av nämnda faktorer även av kaliumkoncentrationen i jorden, strontium-upptaget av tillgängligheten av kalcium, radium-upptaget av barium-nivåerna osv.

De akvatiska ekosystemen utgörs av rinnande vatten, sjöar och hav. I utströmningsområden kommer radionukliderna att passera sedimentlager och själv sedimentera. Kortsiktigt kan detta minska utflödet men långsiktigt bygga upp radionuklid-innehållet, som senare kan frisättas. Betydande grundforskning utförs beträffande vattenkemi, säsongsdynamik, vidareutveckling

av systemekologiska modeller, omröring av djur i sediment, inventeringar av fauna och flora i grunda bottenar, modeller av sedimentationsmiljön osv.

12.2.6 Ekosystemens betydelse

KASAM bedömer att de i FUD-program 2004 föreslagna ekosystemen är viktiga ur strålskyddssynpunkt. KASAM anser att kunskaperna om jordbruksmarken (inklusive mark för produktion av energigröda) som ekosystem bör fördjupas, med särskild hänsyn till framtida uppodling av tidigare ackumulationsbottenar i vattendrag, sjöar och hav samt användande av myrmark, som kan innehålla förhöjda halter av radionuklider. I den fortsatta redovisningen är det angeläget att samtliga relevanta huvudtyper av ekosystem tas med för att skapa största möjliga underlag för val av ekosystem för den vidare granskningen.

12.2.7 Radionuklider och andra ämnen

Utsläpp av radioaktiva ämnen kan drabba hela biosfären. I säkerhetsanalysen tas också hänsyn till andra delar av biosfären än människan, nu bl.a. i form av mer realistiska processorienterade beskrivningar än tidigare.

KASAM förutsätter att den samlade miljökonsekvensbedömningen, som skall göras enligt bestämmelserna i 6 kap. 5 § miljöbalken, även kommer att innehålla en värdering av riskerna för kemisk-toxiska effekter av utläckande ämnen.

SKB framhöll i FUD-program 98 att man inte lyckats förmedla en realistisk beskrivning av vilka risker ett djupförvar för använt kärnbränsle skulle innebära för människor och miljö. KASAM saknade i FUD-program 98 en analys av orsakerna och förslag till vad SKB avser att göra för att åtgärda detta problem. KASAM noterade även att SKB:s insatser inom området

biosfärsstudier dittills hade varit begränsade och betonade vikten av att biosfärsdelen redovisas tydligt, inte minst på grund av allmänhetens intresse för den.

KASAM konstaterar nu att FUD-program 2004 är tydligare vad avser fortsatta undersökningar av biosfären. Behovet av tydlighet förtjänar dock att uppmärksammas i den fortsatta risk-kommunikationen med allmänheten.

12.2.8 Biosfärmodellernas tillämpning

SKB bedriver för närvarande ett omfattande utvecklingsarbete när det gäller biosfärmodellering. KASAM konstaterar att biosfärmodellerna bör tillämpas på omsättningen av såväl radionuklider som andra ämnen, som exempelvis genom sin kemiska toxicitet kan påverka miljön. KASAM konstaterar även att redovisningen av resultaten från biosfärsstudierna bör utformas med hänsyn till allmänhetens intresse av att förstå riskerna med ett djupförvar för använt kärnbränsle jämfört med andra risker i samhället.

12.2.9 Monitering i och kring förvaret

KASAM hänvisade i sitt yttrande över FUD-program 98 till SSI, som i sin granskning av programmet konstaterade att moniteringen kring ett förslutet förvar fortfarande var en öppen fråga. SKB hade nämnt mycket lite om kontrollen av förvarets funktion. KASAM ansåg att detta är en viktig fråga när det gäller att ge saklig information till allmänheten samt att det är angeläget att myndigheterna formulerar sina krav.

12.3 KASAM:s slutsatser

- KASAM stödjer biosfärsprogrammets övergripande mål att med en modern kunskapsbas beskriva de från radiologisk synpunkt viktigaste processerna i biosfären samt att ge ett tillräckligt vetenskapligt stöd för att bedöma miljökonsekvenser av konstruktion och drift av ett slutförvar.
- KASAM konstaterar att biosfärsmodellerna bör tillämpas på omsättningen av såväl radionuklider som andra ämnen, som exempelvis genom sin kemiska toxicitet kan påverka miljön.
- KASAM konstaterar att FUD-program 2004 är tydligare än tidigare program vad avser fortsatta undersökningar av biosfären.
- KASAM anser att SKB snarast måste tydliggöra vilken betydelse biosfärsförhållandena kommer att tillmätas i en lokaliseringdiskussion. Biosfären är otydligt integrerad i de övriga delarna av säkerhetsanalysen.
- KASAM delar SKB:s uppfattning om att det är viktigt att förmedla bolagets kunskaper till svenska forskargrupper och internationellt för att erhålla synpunkter och för att få nödvändig vetenskaplig granskning.
- Det är bra att SKB ökar sina ambitioner, men en fara för trovärdigheten att samhället får mindre och mindre möjlighet till oberoende granskning av resultaten. Regeringen bör uppmärksamma den pågående avlövnings av svensk forskning på området och de konsekvenser detta i en nära framtid kommer att få för möjligheterna till oberoende granskning.
- KASAM konstaterar även att redovisningen av resultaten från biosfärsstudierna bör utformas med hänsyn till allmänhetens intresse av att förstå riskerna med ett djupförvar för använt kärnbränsle jämfört med andra risker i samhället.
- Enligt KASAM:s uppfattning är det angeläget att fastställa ett miljöövervakningsprogram för kontroll av förvarets omgivning.

13 Klimat

13.1 Bakgrund

Klimatet förändras kontinuerligt. Vi har ofta svårt att se vad som är tillfälliga förändringar och vad som är en del av en långsiktig förändring. Även kortsiktiga förändringar kan påverka nederbörd och grundvattennivåer samt vattenståndet i haven och därmed strandlinjens läge. Mera drastiska förändringar kan ge ständig tjäle och inlandsis. Under den tidsperiod som är aktuell dvs. 100 000-tals år har det skandinaviska klimatet tidigare karakteriserats av upprepade istider. Klimatet har växlat mellan 1) glacialt tillstånd, 2) ständig tjäle (permafrost) och 3) tempererat/borealt tillstånd (som nu). En viktig del i SKB:s arbete är att försöka att analysera och förstå framtidens miljö- och klimatförändringar i Norden och hur dessa kan komma att påverka det planerade kärnbränsleförvaret. Sedan FUD-program 2001 har SKB inlett studier av den skandinaviska inlandsisens bottenförhållanden och hydrologi samt gjort studier av strandlinjeförskjutningar sedan den senaste istiden.

13.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 21 i FUD-program 2004.

Klimatförändringarnas inverkan på förhållandena ner till förvarsdjup och därmed riskerna för transporter av radionuklider till biosfären är av intresse att bedöma med avseende på olika lokaliseringalternativ.

Arbetet med klimatfrågorna har hittills framförallt koncentrerats på de långa tidsperspektiven upp till 100 000 år eller längre. KASAM vill påpeka att även klimatförändringar i det kortare tidsperspektivet, några hundra eller upp till 1 000 år kan vara av intresse med tanke på risken för global uppvärmning och höjning av vattennivån i världshaven. En klimatutredning för Olkiluotoregionen i sydvästra Finland visar att man med det värsta scenariot får höjningar av vattenståndet med 10 m om 1 000 år, vilket inte mer än delvis kompenseras av landhöjningen. Effekten kan få stor betydelse för kustnära lokaliserade förvar och kan vara ett skäl att parallellt undersöka ett inlandsalternativ (t.ex. Hultsfred). Ökad nederbörd ger också stigande grundvattennivåer.

När det gäller de långa tidsperspektiven har analyserna koncentrerats på vad som sker i samband med nedisning. Numerisk inlandsmodellering är ett nyckelprojekt i SKB:s program. Arbetet sker här med hög ambition och utförs på ett seriöst och bra sätt.

Några detaljer skulle emellertid kunna behandlas på ett annat sätt än vad som nu görs. Det är förståeligt att SKB väljer Weichselperioden som en analog till eventuella framtida nedisningar och klimatscenarier eftersom denna representerar den senaste istiden, som vi därmed också har mest information om. Emellertid är MIS (Marina IsotopStadiet) 11 den varmetid som är mest lik vår nuvarande vad gäller solinstrålning (insolation) och därmed också framtida nedisningsscenarier (liksom koldioxidhalt, CO₂). Denna interglacial (dvs. period mellan två istider), ca 400 000 år bakåt i tiden, kan nu analyseras mer i detalj än tidigare på grund av den nya EPICA-isborrkärnan i Antarktis som gått ner till mer än 700 000 år. Det är förståeligt att dessa data som publicerades under år 2004 inte har kommit med i rapporten, men man borde ändå ha påpekat att den senaste

istidscykeln avviker mycket från den insolationscykel vi har framför oss. På grund av den relativt svaga framtida insolationen kan andra klimatfaktorer därför spela betydligt större roll än vad de gjorde under Weichselperioden. KASAM förväntar sig därför att SKB diskuterar MIS 11 i kommande scenarier.

Vad gället strandförskjutning och ökad förståelse av jordkorpa, isbelastning, havsyttnivåer etc. anser KASAM att det inte är tillräckligt att enbart analysera dessa variabler med matematiska empiriska funktioner. Detta lär oss inget om bakomliggande processer. Istället behövs mer avancerad geofysisk modellering, där geofysiker i samarbete med geologer och glaciologer arbetar fram en helhetsmodell. Detta arbete skall baseras på en geofysisk/glaciologisk modell, som visar sig fungera för våra Fennoskandiska geologiska data från den senaste istidscykeln. I detta sammanhang är det värt att påpeka att det under senare år publicerats och kommer att publiceras nya strandförskjutningskurvor, inte bara från Uppland utan också från Norrland, nästan i direkt anslutning till landhöjningscentrum.

KASAM finner det förvånande att den geofysiker som bäst känner till det Fennoskandiska områdets respons på nedisningar, Kurt Lambeck i Canberra, inte är refererad i samband med de geofysiska avsnitten. Av de som försökt sig på att modellera den senaste istidscykelns varierande isutbredning, är han den som har tagit mest hänsyn till geologiska data. Han och hans grupp är också de geofysiker, som publicerat mest om den Skandinaviska inlandsisen. Deras unika geologiska kunskaper borde därför kunna utnyttjas mycket bättre än vad som hittills gjorts. Det är också svårt att förstå att SKB inte fortsatt engagerar sig i utbyggnaden av en nordisk strandlinjedatabas. Det finns i dag data som indikerar unga (yngre än 9 000 år) kraftiga landhöjningsanomalier i södra Sverige. Detta borde vara av intresse för SKB. Bekräftelse och detaljerad kartläggning av sådana förkastningar kräver en stor databas av strandlinjer.

En annan aspekt som bör undersökas är hur snabba klimatförändringar ändrar betingelserna för förvaret. Vi vet att den klimatförändring vi har sett under de senaste 100 åren inte på

något sett är unik. Vi har haft kraftigare och snabbare förändringar sedan den senaste istiden, för att inte tala om längre tillbaka i tiden. Därför är det också utmärkt att SKB nu stöder forskning om de senaste 2000 årens klimatutveckling.

Ytterligare en intressant uppgift för forskare inom detta område, är att undersöka hur pass troligt det är att människans aktiviteter fördröjer kommande nedisningsfaser. Detta skulle kunna göras med olika CO₂-scenarier kontra framtida insolationsnivåer på norra halvklotet. En annan intressant fråga är: Hur troligt är det att den vertikala omblandningen i världshaven stryps, varvid nordvästra Europa börjar nedisas medan globala temperaturer är höga? Detta scenario har seriösa modellerare kommit fram till, som ett möjligt resultat av kraftig CO₂-höjning.

13.3 KASAM:s slutsatser

- Det är glädjande att SKB verkligen vill bearbeta frågeställningar förknippade med subglacial dränering/hydrologi och permafrosten. Här kan SKB, med sin satsning, bidra med nya forskningsrön.
- KASAM vill påpeka att även klimatförändringar i det kortare tidsperspektivet, några hundra eller upptill 1 000 år kan vara av intresse med tanke på risk för global uppvärmning och höjning av vattennivån i världshaven, ökad nederbörd och stigande grundvattennivå.
- Även spår av andra istider än den senaste bör studeras och beaktas i SKB:s fortsatta arbete med klimatfrågorna.

14 Samhällsforskning

14.1 Bakgrund

Sedan FUD-program 2001, har ett särskilt kapitel om ”samhällsforskning” tillkommit.

I FUD-program 2004 anges åtta forskningsprojekt inom fyra forskningsområden, som SKB bedömer vara relevanta för kärnavfallsfrågan och för kommunerna.

En beredningsgrupp av forskare inom samhälls- och beteendevetenskap är utsedd som ansvarig för projektens vetenskapliga kvalitet och relevans samt att uppdragen ges åt lämpliga forskare.

SKB uppger att syftet med denna forskning är att:

- bredda perspektivet på kärnbränsleprogrammets samhällsaspekter,
- ge djupare kunskap och bättre underlag för plats- och projektanknutna utredningar och analyser samt
- bidra med underlag och analyser till forskning som rör samhällsaspekter av stora industri- och infrastrukturprojekt.

SKB anger att huvudinriktningen skall vara tillämpad forskning och att resultaten helst skall kunna användas praktiskt, t.ex. som underlag för tillståndsansökningar och miljökonsekvensbeskrivningar vid prövning av de kärnavfallsanläggningar som SKB planerar att anlägga.

SKB uppger att vetenskaplig publicering skall tillämpas samt att forskningsresultaten även skall redovisas i lättillgänglig, populärvetenskaplig form.

14.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 22 i FUD-program 2004.

I granskningen av SKB:s FUD-program 2001 påtalade KASAM behovet av en kvalificerad samhällsvetenskaplig forskning inom kärnavfallsfrågorna. KASAM:s bedömning utgick bl.a. från förstudiekommunernas önskemål om att SKB skulle ägna större uppmärksamhet åt kärnavfallsfrågornas samhälls- och demokratispekter. Det är därför med tillfredsställelse KASAM nu konstaterar att SKB under hösten 2004 initierat ett samhällsforskningsprogram.

14.2.1 SKB:s samhällsforskningsprogram

Forskningsprogrammet fokuserar på fyra områden, vilka pekats ut av forskare och olika remissinstanser som relevanta och centrala för den fortsatta beredningen av kärnavfallsfrågorna, särskilt med avseende på MKB-processens genomförande. De fyra teman som lyfts fram är:

- Socioekonomisk påverkan – samhällsekonomiska effekter
- Beslutsprocesser
- Opinioner och attityder – psykosociala effekter
- Omvärldsförändringar

I en första etapp finansieras åtta olika projekt inom dessa fält.

Enligt KASAM:s uppfattning är det en brist att området omvärldsfrågor i denna etapp endast undersöks i begränsad omfattning. Detta gäller särskilt mot bakgrund av att SKB i handlingsplanen i bilaga A talar om snabba, genomgripande och

oförutsägbara samhällsförändringar, som man bör tänka på i samband med slutförvarets säkerhet. Det är vidare oklart i vilken utsträckning som det samhällsvetenskapliga forskningsprogrammet är relaterat till befintliga kunskapsluckor med relevans för MKB-processen. Eftersom de första slutrapporterna från dessa forskningsprojekt beräknas vara klara först under hösten 2006, är det dock inte meningsfullt att anlägga några ytterligare synpunkter på de enskilda forskningsprojekten i detta läge.

KASAM konstaterar att SKB har gjort en allmän utlysning av forskningsmedlen för det samhällsvetenskapliga forskningsprogrammet. Detta förfarande överensstämmer med KASAM:s synsätt. Att forskare söker anslag i konkurrens är ett vedertaget sätt att samla de bästa kompetenserna kring ett forskningsproblem.

Med tanke på det intresse som KASAM under lång tid har visat för den samhällsvetenskapliga forskningen inom kärnavfallsfrågorna, är det naturligt att KASAM med stort intresse kommer att följa den fortsatta utvecklingen av SKB:s samhällsforskningsprogram. I ett förslag i december 2003 inför den forskningspolitiska proposition, som lämnades under våren 2005 underströk KASAM behovet av samhällsvetenskaplig forskning inom de områden där miljö, hållbar utveckling, samhällsplanering och beslutsprocesser möts. Det finns all anledning att än en gång understryka detta.

14.3 KASAM:s slutsatser

- KASAM ser med tillfredsställelse att SKB har initierat ett samhällsforskningsprogram och kommer med stort intresse följa SKB:s arbete på detta område.
- KASAM ser gärna att SKB redovisar hur resultaten från det samhällsvetenskapliga forskningsprogrammet avses bidra till att täcka kunskapsbehoven inom kärnavfallsområdet. t.ex. vid upprättandet av miljökonsekvensbeskrivningen. (Se även KASAM:s slutsatser i kapitel 3.)

15 Alternativa metoder

15.1 Bakgrund

Den svenska strategin för hantering av använt kärnbränsle är att detta skall direktdeponeras. Huvudinsatserna på området riktas därför mot att utveckla och bygga ett geologiskt slutförvar, där det använda kärnbränslet kan hållas isolerat från biosfären (människors och annat levandes miljö) under hundratusentals år, dvs. till dess farligheten har klingat av. Detta är grunden till det svenska s.k. KBS-3 konceptet. Regeringen har angivit att SKB bör använda den metoden, som planeringsförutsättning för de platsundersökningar, som nu genomförs av SKB sedan mer än tre år.

Kärntekniklagen (1984:3) kräver att den som har tillstånd till kärnteknisk verksamhet skall svara för att de åtgärder vidtas som behövs för att på ett säkert sätt hantera och slutförvara kärnavfall som uppkommer i verksamheten. Miljöbalken (1998:808) kräver användande av bästa möjliga teknik (2 kap. 3 §) samt att alternativa metoder utreds och redovisas i miljökonsekvensbeskrivningen (6 kap. 7 §), som skall höra till ansökningarna om tillåtlighet/tillstånd enligt miljöbalken och kärntekniklagen.

Redan tidigt i utvecklingsprocessen för slutförvaring stod det klart att alternativ behövs om KBS-3 konceptet av någon anledning inte skulle kunna genomföras. Regeringen har i sina beslut om SKB:s forskningsprogram påpekat att SKB bör fortsätta att bevaka teknikutvecklingen avseende olika alternativ för om-

händertagande av kärnavfall. Regeringen har i sitt beslut avseende FUD-program 2001 även förutsatt att frågor, om vilka alternativ som skall redovisas i miljökonsekvensbeskrivningen, blir föremål för ingående överväganden i samband med det föreskrivna samrådet enligt 6 kap. miljöbalken.

KASAM har i sitt yttrande till regeringen över FUD-program 2001 angivit att prövningen av alternativfrågan förutsätter ett väl underbyggt beslutsunderlag, inklusive bl.a. en bedömning av separation och transmutation, som en eventuellt jämförbar metod, vilket i sin tur förutsätter en aktuell lägesredovisning. KASAM framhöll betydelsen av att SKB aktivt bevakar utvecklingen samt föreslog regeringen att begära att SKB skulle presentera ett mer utförligt underlag för bedömning av SKB:s ekonomiska stöd till forskning och inhämtande av information inom transmutationsområdet. KASAM ansåg även att SKB borde hålla öppet för att sådana ökade insatser inom EU-finansierad forskning på transmutationsområdet, som då diskuterades, kunde leda till ökade svenska insatser. KASAM föreslog även regeringen att pröva möjligheten att upphäva 6 § och att modifiera 5a § kärntekniklagen med syfte att befrämja forskning inom det kärntekniska området och som skulle kunna medverka till alternativa lösningar för att omhänderta använt kärnbränsle.

15.1.1 SKB:s FUD-program 2004

SKB planerar att även fortsättningsvis följa och stöda, med ca 5 miljoner kronor per år, den grundläggande forskning inom separation och transmutation, som bedrivs i Sverige (vid KTH, Uppsala universitet och Chalmers Tekniska Högskola). SKB avser även att följa den internationella forskningen på detta område. De engagerade svenska forskarna medverkar även i flera EU-finansierade forskningsprojekt inom separation och transmutation. SKB pekar på möjligheten att medverka i internationella projekt, särskilt EU-projekt.

15.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 23 i FUD-program 2004.

15.2.1 Förutsättningar för separation och transmutation

KASAM har i rapporten "Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2004" (SOU 2004:67) behandlat frågan om transmutation som alternativ till slutförvaring. Redovisningen är avsedd att visa hur transmutationstekniken på olika sätt skulle kunna användas för att ta hand om det använda kärnbränslet från de svenska kärnkraftverken. Enligt redovisningen måste följande förutsättningar uppfyllas för att tekniken skall kunna tillämpas i Sverige:

- Den svenska policyn om användning av kärnkraft och slutförvaring av kärnavfall liksom kärntekniklagen måste ändras, eller så måste Sverige förlita sig på att dessa tjänster finns att köpa utomlands.
- Utveckling av transmutation till en industriell teknik kräver mycket omfattande utvecklingsinsatser under lång tid (minst 30 år enligt EU:s forsknings- och utvecklingsplan). Utvecklingsarbetet måste därför ske genom internationellt samarbete. Detta gäller även för det svenska forsknings- och utvecklingsarbetet.
- Fyra helt nya typer av kärntekniska anläggningar behöver utvecklas: En accelerator, en reaktor, en uppberedningsanläggning samt en bränslefabrik. Alla dessa måste fungera med stort utbyte (med effektiv separation av kort- och långlivade radionuklider), hög säkerhet för personal och omgivning och till rimliga kostnader.
- Först när prototyper för dessa anläggningar är i drift, om 20-30 år, kan man göra en mera precis bedömning av utbyte, säkerhet, ekonomi, etc. Först därefter är det meningsfullt att ta ställning till om transmutation är intressant att satsa på.

- Transmutationstekniken förutsätter byggandet av minst två reaktorer av ny typ för att klara av att omvandla det svenska kärnavfallet under en rimligt lång tidsperiod (100 år).

15.2.2 För- och nackdelar med transmutation

En satsning på transmutation innebär en satsning på kärnteknik med de för- och nackdelar som detta för med sig.

Fördelar:

- Transmutationstekniken bygger på kända principer och vetenskapliga fakta. Något vetenskapligt genombrott, som för fusion (vätekraft) behövs inte.
- I huvuddelen av det transmuterade kärnavfallet antas radioaktiviteten kunna avklinga till ofarliga nivåer inom ca 1 000 år. Detta kan jämföras med de flera hundra tusen år som behövs för att använt kärnbränsle, som inte har upparbetats eller transmuterats, skall bli lika ofarligt. Detta förenklar byggandet av ett slutförvar för avfallet samt minskar risken för radioaktiva utsläpp från förvaret. Detta resonemang förutsätter att kvarstående mängd långlivade radionuklider i huvudfraktionen blir mycket liten. Det bör dock understrykas att även med transmutation kommer anläggningar av samma typ, som i det nuvarande svenska kärnavfallsprogrammet, att behövas även om slutförvaret kan göras betydligt mindre och inte kräva samma tidsmässiga uthållighet.
- En satsning på transmutation innebär att den kärntekniska kompetensen kan bibehållas under lång tid.
- Genom transmutationsprocessen förbränns den mängd plutonium, som skulle kunna användas för kärnvapenframställning, samtidigt som energi kan tillgodogöras. (Jämför dock följande punkt.)

Nackdelar:

- Transmutationstekniken, i den form som innefattar plutoniumförbränning i form av MOX-bränsle, förutsätter upp-
arbetning före förbränningen. Detta ökar utsläppen till
omgivningen och ökar risken för spridning av kärnvapen-
material. – Den svenska policyn är att inte upparbeta använt
kärnbränsle.
- De nya reaktorerna skulle kunna byggas i Sverige. Det är
dock osäkert om detta skulle kunna accepteras under en
period av kärnkraftavveckling. De nya reaktorerna skulle
även kunna byggas utanför Sverige men det förutsätter att en
annan nation är beredd att ställa sig bakom ett sådant
arrangemang. – Detta kan uppfattas som att man i viss ut-
sträckning går ifrån principen om att varje land skall ta hand
om sitt eget avfall.
- Det är knappast tekniskt eller ekonomiskt rimligt att Sverige
bygger den eller de separationsanläggningar som krävs för
transmutation. En förutsättning blir därför att separationen
kan ske gemensamt mellan länder i ett antal europeiska an-
läggningar.
- Mängden transporter både inom Sverige och utomlands
kommer att öka. Detta kan innebära ökade risker.
- Hanteringen av högaktivt avfall ökar, vilket innebär risker
för ökade stråldoser för de som arbetar i anläggningarna.
- För att få rimlig ekonomi i transmutationstekniken måste de
reaktorer som byggs kunna utnyttjas även för produktion
och leverans av elektrisk kraft. Även med kraftproduktion
kan transmutation emellertid förväntas ge betydligt dyrare
hantering av kärnavfallet än den direktdeponering som nu
planeras. - Om kostnaderna för direktdeponering blir ca 5 %
av kostnaderna för den producerade elkraften, så blir mot-
svarande kostnader för att ta hand om avfallet genom
transmutation ca 30 % av elproduktionskostnaderna, enligt
svenska beräkningar. Enligt samma beräkningskälla mot-

svarar den senare högre elproduktionskostnaden ungefär den för alternativa energikällor som vind och biobränsle.

15.2.3 KASAM:s samlade bedömning i frågan om transmutation

Utnyttjandet av transmutation för det svenska kärnavfallet blir en fråga för kommande generationer. Med dagens kunskap om denna teknik är det inte acceptabelt att avbryta eller senarelägga det svenska slutförvarsprogrammet, med hänvisning till transmutation som ett möjligt alternativ. Däremot stärker detta möjliga framtida alternativ kravet på att förvaret skall utformas så att återtagning av avfallet blir möjlig. Enligt de etiska principer, som bl.a. KASAM ställt upp, bör varje generation ta hand om sitt eget avfall och inte tvinga framtida generationer att utveckla ny teknik för att lösa problemen. Därför är det rimligt att resurser avsätts för fortsatt forskning om transmutation. Denna forskning kan även ge utbyte, som är av värde inom andra områden, t.ex. kärnfysik. Den svenska transmutationsforskningen bör samordnas med den forskning och utveckling som sker i andra länder. Att nu avsätta resurser för fortsatt transmutationsforskning ligger också i linje med synsättet att vår generation bör ge kommande generationer bästa möjliga förutsättningar att avgöra om de vill välja transmutation, som metod för att ta hand om det använda kärnbränslet, i stället för enbart direktdeponering (enligt t.ex. KBS-3 metoden).

15.2.4 Djupa borrhål

KASAM har, bl.a. i samband med granskningen av FUD-program 2001, bedömt att deponering i djupa borrhål (mellan 2 och 4 km ner i berggrunden) inte är en realistisk metod. Möjligheten att återta det använda kärnbränslet vid sådan deponering torde vara i det närmaste obefintlig och därmed skulle det även

bli betydande svårigheter att genomföra en demonstrationsetapp för ett sådant förvar. Det torde också, i likhet med vad SKB anger i FUD-program 2004, vara svårt att bedöma de termiska förhållandena och de hydrauliska transportförhållandena på stora djup.

15.2.5 KASAM:s samlade bedömning i frågan om alternativa metoder

KASAM har, bl.a. i samband med granskningen av FUD-program 2001, framhållit att deponering i djupa borrhål inte kan anses ha tillräcklig realism för att kunna fungera som ett alternativ vid miljöprövningen. Transmutation kan knappast heller utnyttjas i detta sammanhang eftersom tekniska bedömningar av vad som kan uppnås inte kommer att finnas tillgängliga inom de närmaste två decennierna. Det är angeläget att SKB överväger andra alternativ till KBS-3 metoden som dels kan förväntas vara tekniskt genomförbara och dels att detta kan visas i samband med miljöprövningen.

KASAM har tidigare bedömt att alternativ – som skall redovisas i miljökonsekvensbeskrivningen enligt 6 kap. 7 § miljöbalken – till KBS-3 metoden bör sökas inom kategorin byggda förvar inom den översta kilometern i berg. Den slutsatsen kvarstår.

15.3 KASAM:s slutsatser

- Med nuvarande kunskap om tänkbara alternativ till KBS-3 metoden finns det enligt KASAM:s bedömning starka skäl att fortsätta det nuvarande forsknings- och utvecklingsarbetet med inriktning mot direktdeponering enligt KBS-3 metoden. – Det är enligt KASAM:s bedömning inte acceptabelt att senarelägga det svenska slutförvarsprogrammet,

med hänvisning till angivna alternativa metoder som möjlig teknik.

- Med hänsyn till eventuella framtida framsteg inom transmutationsforskningen, bör SKB i det fortsatta FUD-programmet uppmärksamma möjligheten att konstruera slutförvaret, så att det kan gå att återta det använda kärnbränslet.
- KASAM anser att det är rimligt att SKB med stor uppmärksamhet följer och stöder pågående forsknings- och utvecklingsprojekt avseende transmutation inom och utanför Sverige.
- Det är angeläget att SKB studerar alternativa metoder som kan förväntas vara tekniskt genomförbara och att detta kan visas i samband med miljöprövningen.
- KASAM erinrar regeringen om det förslag till översyn av kärntekniklagen som KASAM föreslog i rapporten "Kärnavfall – forskning och teknikutveckling; KASAM:s yttrande över SKB:s FUD-program 2001" (SOU 2002:63, s 104-109).

16 Rivning

16.1 Bakgrund

Planeringen för en framtida rivning av de svenska kärnkraftverken behandlas översiktligt i kap. 24 i SKB:s FUD-program 2004. Av detta framgår att någon tidsplan för rivning av kärnkraftverken inte är fastlagd och att ägarna till kärnkraftverken numera bedömer att dessa kan drivas under 60 år eller mer. Det framhålls också att beräkningarna av kostnader för rivning uppdateras årligen och att SKB räknar med 40 års driftstid (med undantag av Barsebäck 1).

Sammanfattningen visar de slutsatser som SKB har dragit av de synpunkter som framfördes vid granskningen av motsvarande kapitel i FUD-program 2001 samt nyvunnen kunskap under senare år.

Under rubriken ”Program” anges tre övergripande mål för SKB:s insatser inom rivningsområdet. Dessa kan sammanfattas enligt följande:

- Säkerställa att kunskap och teknik för rivning finns utvecklad i god tid innan detaljplaneringen av rivningsarbetet påbörjas.
- Genom kostnadsberäkningar ge underlag för behov av att fondera medel för rivningen.
- Säkerställa att det radioaktiva avfallet från rivningen kan tas om hand, transporteras och slutförvaras.

Inriktningen enligt programmet för den kommande sexårsperioden kommer i huvudsak att vara följande:

- Utredningar avseende deponering av hela reaktortankar och andra stora komponenter.
- Uppdatering av tidigare gjorda rivningsstudier. En mer omfattande, total, rivningsstudie genomförs.
- Uppskattning av dos-budget för personalen vid rivning av kärnkraftverk.
- Studium av omhändertagande av inaktivt avfall (mängder, förvaring, återanvändning).
- Översyn av rivningslogistiken. Studium av konsekvenserna av att förlänga driften från 40 till 60 år. Planering för att genomföra avvecklingen med begränsade resurser.
- Genomförande av preliminära säkerhetsanalyser för ett slutförvar för kortlivat rivningsavfall där förvaringen samordnas med verksamheten i det befintliga slutförvaret för låg- och medelaktivt driftavfall, SFR.
- Arbete med en preliminär säkerhetsbedömning av den långsiktiga säkerheten vid slutförvaring av långlivat låg- och medelaktivt avfall påbörjas i slutet av perioden.

16.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 24 i FUD-program 2004.

Ett beslut om att verksamheten i ett kärnkraftverk skall upphöra leder till omfattande åtgärder, inklusive nedmontering/rivning av olika system och byggnader samt återställning av mark. Planeringen av områdets framtida användning är avgörande för hur långt återställningsarbetet skall drivas. Olika alternativ kan bli aktuella, alltifrån fortsatt elproduktion, annan industriell verksamhet eller bostadsbebyggelse till areella näringar som jord- och skogsbruk. Oavsett den framtida markanvändningen måste dock verksamhetsutövaren vidta åtgärder så att den som i framtiden vistas i området inte löper risk att skadas av strålning, som härrör från den tidigare kärntekniska verksamheten.

KASAM konstaterade i sitt yttrande över motsvarande framställning i FUD-program 2001 att frågor om rivning av kärnkraftverk inte är ett område som är kontroversiellt ur teknisk/-vetenskaplig synpunkt (SOU 2002:63, s. 111). Den bedömningen kvarstår.

Däremot menar KASAM att kritik bör riktas mot att rivningsfrågorna inte har givits större uppmärksamhet i FUD-program 2004. Det gäller framför allt frågor kring beräkningar av kostnaderna för den rivning av kärnkraftverken som måste ske någon gång i framtiden.

Dessa frågor har fått ökad aktualitet genom regeringens beslut i december 2004 om att rätten, att driva kärnkraftreaktorn Barsebäck 2 för att utvinna kärnenergi, skall upphöra att gälla vid utgången av maj 2005. Detta berörs också av den s.k. Finansieringsutredningen i dess slutbetänkande "Betalningsansvaret för kärnavfallet" (SOU 2004:125) och i KASAM:s remissyttrande över betänkandet.

Sammanställningar i IAEA:s och OECD/NEA:s regi visar att ett stort antal kärnkraftverk runt om i världen uppnår 40 års driftstid inom perioden 2015-2025 och att frågor om olika aspekter på rivning ("decommissioning") därför har fått ökad internationell uppmärksamhet. Rivning av kärnkraftverk pågår redan på flera håll i världen, bl.a. i Tyskland. KASAM utgår från att SKB och de svenska reaktorinnehavarna successivt tillgodosör sig erfarenheterna från sådana pågående rivningar.

Det finns ett antal mer övergripande aspekter på rivningsfrågorna som kräver fördjupade studier under de närmaste åren. Vissa av dessa frågeställningar är av sådan natur att initiativ bör tas av regeringen, i andra fall av reaktorinnehavarna.

En första sådan fråga gäller vilka krav som finns, enligt EU-direktiv och enligt miljöbalken, på att upprätta miljökonsekvensbeskrivningar i samband med kärnkraftsavvecklingen och den kommande rivningen av kärnkraftverk. Enligt förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd fordras tillstånd enligt 9 kap. miljöbalken (1998:808) för "verksamhet varigenom kärnkraftverk eller annan kärnreaktor nedmonteras

eller avvecklas, från det att reaktorn stängs av till dess att reaktorn upphört genom att allt kärnbränsle och annat radioaktivt material varaktigt har avlägsnats från anläggningsplatsen”. Till ansökan om sådant tillstånd skall det, enligt 6 kap. miljöbalken, höra en miljökonsekvensbeskrivning, som upprättats efter samråd med enskilda särskilt berörda och övrig allmänhet samt berörda kommuner, myndigheter och organisationer.

I regeringens beslut i december 2004, om upphävande av rätten av driva Barsebäck 2 för att utvinna kärnenergi, görs bedömningen att det varken ankommer på regeringen eller på verksamhetsutövaren att få till stånd en miljökonsekvensbeskrivning som en förutsättning för ett sådant regeringsbeslut. Däremot måste, uttalas det i beslutet, verksamhetsutövaren utarbeta en miljökonsekvensbeskrivning som underlag för nedmontering eller avveckling av reaktorn.

KASAM konstaterar att en storskalig kärnkraftsavveckling, som innefattar rivning av kärnkraftverk, självfallet kommer att få konsekvenser för miljön. Frågorna om behovet av en miljökonsekvensbedömning innefattar såväl energipolitiska som rättsliga aspekter. KASAM menar att regeringen bör ta initiativ till att få hithörande miljöpolitiska, energipolitiska och rättsliga frågeställningar belysta mer ingående.

Regeringen har också ett övergripande ansvar för att universitets- och högskoleväsendet har tillgång till de utbildnings- och forskningsresurser som behövs för att rivningen av kärnkraftverk skall kunna utföras på ett säkert sätt. Samma gäller givetvis också de andra delarna av programmet för omhändertagandet av det radioaktiva avfallet, transporter av kärnavfall och kärnämnen samt för hantering av olyckor, terrorhot och terrorhandlingar som är riktade mot kärntekniska anläggningar.

Andra övergripande frågeställningar bör i första hand hanteras av reaktorinnehavarna. Frågor om rivningslogistik finns angivet som ett arbetsområde i SKB:s program för den kommande sexårsperioden. KASAM ser behov av att SKB ägnar ökad uppmärksamhet åt strategiska frågeställningar av denna art. Ett exempel är frågan om alla typer av slutförvar för rivningsavfall

skall stå färdiga innan rivning av en enskild reaktor inleds. Ett annat exempel gäller platsvalsprocessen i samband med val av plats för slutförvar för rivningsavfall. SKB anger i FUD-program 2004 att ”det kortlivade avfallet från rivning av kärnkraftverk kommer att slutförvaras i en utbyggnad till SFR”. SKB anger även att långlivat avfall från rivning planeras att deponeras ”i ett särskilt förvar, som avses byggas t.ex. vid SFR men på ett större djup”. KASAM anser att SKB bör överväga om dessa planer på att bygga ut verksamheten vid SFR är förenliga med bestämmelserna i miljöbalken om hur val av plats för ett förvar för rivningsavfall bör ske. SKB bör belysa dessa frågeställningar i FUD-program 2007.

När det gäller problematiken kring kostnadsberäkningarna har KASAM följande synpunkter.

I FUD-program 2004 anges – som ett övergripande mål – att SKB under den kommande sexårsperioden avser att genomföra en uppdatering av tidigare gjorda rivningsstudier samt att genomföra en mer omfattande, total, rivningsstudie. KASAM utgår från att dessa studier även omfattar kostnadsfrågorna. Dessa kostnadsberäkningar måste ha en hög kvalitet. De utgör en väsentlig del av ingångsvärdena vid de årliga regeringsbesluten om avgifter för reaktorinnehavarna enligt lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle m.m. Om kostnaderna underskattas systematiskt och under en längre tid ökar risken för att tillräckliga medel inte fonderas, varigenom finansieringssystemet inte kommer att kunna fylla sitt syfte på avsett sätt.

Det finns vidare skäl för KASAM att understryka betydelsen av att SKB och reaktorinnehavarna kritiskt granskar de beräkningar av kostnader för rivning av svenska kärnkraftverk som bolaget hittills har presenterat i skilda sammanhang och som ligger till grund för den fondering som sker. Vid internationella jämförelser visar det sig regelmässigt att resultaten av de svenska, liksom för övrigt även de finska, beräkningarna ligger på en klart lägre nivå än vad motsvarande beräkningar gör i andra länder. Även om det är mycket svårt att jämföra kostnadsberäkningar

från olika länder, förefaller det nödvändigt att SKB och de svenska reaktorägarna lägger ner ökade resurser på att säkerställa kvaliteten i de beräkningar som utförs.

Slutligen har KASAM observerat att referenslistan till kap. 24 endast omfattar två publikationer. KASAM saknar en närliggande referens, nämligen rapporten "Struktur på avvecklingsplan för kärntekniska anläggningar, "guideline", SKB R-04-43". Referenslistan borde även omfatta viktigare internationella publikationer med inriktning på rivningsfrågor, inte minst nyligen publicerade konferensbidrag och sammanställningar från IAEA och OECD/NEA. Exempel på denna typ av publikationer är dokumentationen (som utkom år 2003) från en IAEA-konferens i oktober 2002 i Berlin på temat "Safe Decommissioning of Nuclear Activities: Assuring the Safe Termination of Practices Involving Radioactive Materials". OECD/NEA har på senare tid även givit ut bl.a. skrifterna "The Decommissioning and Dismantling of Nuclear Facilities – Status, Approaches, Challenges (2002), Decommissioning Nuclear Power Plants – Policies, Strategies and Costs (2003)" samt "Strategy Selection for the Decommissioning of Nuclear Facilities – Seminar Proceedings, Tarragona, Spain 1-4 September 2003".

16.3 KASAM:s slutsatser

- KASAM bedömer, liksom vid granskningen av FUD-program 2001, att frågor om rivning av kärnkraftverk inte är ett område som är kontroversiellt från teknisk/naturvetenskaplig synpunkt.
- Regeringen bör se till att frågor om behovet av miljökonsekvensbedömningar av en storskalig kärnkraftsavveckling, innefattande rivning av kärnkraftverken, får en bättre belysning. Innebörden av gällande EU-direktiv och bestämmelser i miljöbalken behöver klargöras inför rivning av kärnkraftverk.

- Regeringen bör uppmärksamma att pågående nedrustning av forskningsresurser inom vissa områden riskerar att leda till att det inom strålskyddsområdet inte kommer att finnas tillgång till den kompetens, som kommer att behövas i samband med bl.a. rivning av kärnkraftverken.
- SKB:s och reaktorinnehavarnas planering behöver nu konkretiseras ytterligare, bl.a. avseende rivningslogistiken.
- SKB behöver kritiskt granska de beräkningar av kostnaderna för den framtida rivningen som hittills har gjorts.

17 Låg- och medelaktivt avfall

17.1 Bakgrund

Från driften (och senare rivningen) av kärnreaktorerna uppstår, förutom använt kärnbränsle, även låg- och medelaktivt radioaktivt avfall. SKB:s anläggningar för låg- och medelaktivt avfall omfattar idag slutförvaret för kortlivat låg- och medelaktivt avfall (SFR), mellanlagret för använt kärnbränsle och hårdkomponenter (CLAB) samt transportsystemet med bl.a. fartyget Sigyn. Systemet kommer senare att kompletteras med slutförvar för avfall från rivning av kärnkraftverken samt avveckling av övrig kärnteknisk verksamhet (behöver enligt SKB utnyttjas omkring år 2020). Det kortlivade rivningsavfallet planeras bli deponerat i en utbyggnad av SFR. Ett särskilt slutförvar för långlivat avfall planeras stå färdigt omkring år 2045. För hårdkomponenter planeras en anläggning för mellanlagring. Delar av systemet för låg- och medelaktivt avfall utnyttjas även för avfall från Studsvik och andra avfallsleverantörer.

I granskningen av FUD-program 2001 framkom önskemål om bättre redovisning av hur avfallet från rivning skall hanteras, särskilt de stora mängder lågaktivt avfall som förväntas. För långlivat avfall utpekades vissa nuklider som särskilt intressanta (t.ex. klor-36 och molybden-93). Säkerhetsmyndigheterna ansåg att slutförvaret för kortlivat avfall bör stå färdigt år 2015. Myndigheterna framhöll även att säkerhetsanalysen behöver utvecklas. KASAM framhöll i sitt yttrande vikten av att SKB bedriver den

forsknings- och utvecklingsverksamhet, som behövs för att karaktärisera (dvs. kartlägga egenskaperna för) det låg- och medelaktiva avfallet samt att utveckla den säkerhetsanalytiska metodiken för dessa avfallstyper.

17.1.1 SKB:s program

SKB framhåller i FUD-program 2004 att många av de studier som görs är tillämpbara både för det kortlivade och det långlivade avfallet.

För det kortlivade avfallet är SKB:s utgångspunkt att ett slutförvar för rivningsavfall skall vara färdigt när rivning påbörjas i större omfattning (år 2020).

För härdkomponenter (innehållande långlivade radionuklider) planeras ett särskilt mellanlager som ett komplement till CLAB, där sådant avfall också kan förvaras.

De övergripande målen för SKB:s arbete med låg- och medelaktivt avfall under perioden 2005-2010 är att:

- Ta i bruk ett system för torr mellanlagring av härdkomponenter för att avlasta CLAB.
- Förbereda framtida säkerhetsanalyser.
- Utveckla hantering och lagring av avfallet i samarbete med kärnkraftverken.
- Genomföra preliminära säkerhetsbedömningar för slutförvaring av kortlivat drift- och rivningsavfall i SFR.
- Studera förutsättningarna för ett markförvar för mycket lågaktivt rivningsavfall.

Under perioden 2005-2010 kommer, enligt SKB, forskningsverksamhet att bedrivas för att ge underlag för kommande säkerhetsanalyser. Den planerade verksamheten är inriktad på följande studier:

- Fortsatta studier av diffusion och sorption av radionuklider på betong och berg vid höga pH-värden.
- Utveckla modellerna för betongnedbrytning.
- Studera reaktioner mellan lakvatten från betong och det omgivande gruset i förvaret.
- Fältstudier och undersökningar av naturliga analogier till alkaliska betongmiljöer.
- Korrosion av metaller i betongmiljö.

17.2 KASAM:s överväganden och bedömning

KASAM:s kommentarer i det följande är i huvudsak hänförliga till kap. 25 i FUD-program 2004.

KASAM vill, liksom i yttrandet över FUD-program 2001, understryka att låg- och medelaktivt avfall (både kort- och långlivat) kan ha mycket varierande egenskaper och att karaktäriseringen och dokumentationen av dessa avfallstyper är en viktig fråga. Säkerhetsbedömningar för låg- och medelaktivt avfall kan vara mer komplexa till sin natur än den förhållandevis mer homogena avfallstyp som använt kärnbränsle representerar.

KASAM stöder det program för forskning som SKB redovisar men vill understryka att SKB också bör inrikta sitt utvecklingsarbete på den säkerhetsanalytiska metodiken med hänsynstagande till de mycket varierande egenskaper som det låg- och medelaktiva avfallet kan ha. Säkerhetsanalysen bör inte enbart utnyttjas för att bedöma säkerheten i slutförvaringen, utan också som ett verktyg för identifiering och inriktning av nödvändig forskning (t.ex. behov av ytterligare studier av betongens långtidshållbarhet i olika miljöer, effektiva metoder för hantering och rening av radioaktivt förorenad mark etc.).

KASAM vill också understryka behovet av att planeringen av lokalisering och uppförande av anläggningar tar hänsyn till alla de kopplingar, som finns mellan verksamheter och anläggningar (t.ex. tidsplan för rivning och tidsplan för uppförande av behövliga anläggningar), så att en rationell och säkerhetsbefrämjande totalplanering uppnås.

Det kan synas som om det finns mycket tid till förfogande för denna planering men erfarenheten har hittills visat att lokaliseringsprocesser kan bli mycket mer tidskrävande än planerat. För vissa av de avfallsanläggningar som behövs har SKB pekat ut platser. För rivningsavfall förutsätter SKB sålunda en utbyggnad av SFR. Mellanlagring av låg- och medelaktiva hårdkomponenter förutsätts ske i anslutning till CLAB. För ett slutförvar för långlivat avfall finns hittills ingen plats utpekad.

KASAM kritiserar inte den planering som SKB hittills har redovisat. KASAM vill dock understryka behovet av att alla aspekter beaktas i samband med planeringen, särskilt de kopplingar som nämns ovan. Det gäller alltså såväl säkerhet och strålskydd som generella miljöaspekter i ett regionalt och nationellt perspektiv, så att en god totalplanering av hela avfallsystemet kan uppnås. KASAM anser att SKB bättre bör redovisa skälen för sin planering, t.ex. med avseende på frågan om tillfällig mellanlagring för hårdkomponenter. Genom stängningen av Barsebäck 2, som nu har beslutats av regeringen, ges ytterligare motiv för en översyn av planeringen.

KASAM anser också att det är nödvändigt att skapa ett effektivt nationellt system för slutligt omhändertagande av allt radioaktivt avfall, såväl kärnkraftsavfall som icke kärnkraftsanknutet avfall ("IKA-avfall")¹. Det är därför angeläget att SKB, som ju är den dominerande aktören när det gäller omhändertagande av radioaktivt avfall, i sin planering även tar hänsyn till de behov som uppkommer när det gäller IKA-avfall även om (det ekonomiska) ansvaret formellt ligger hos producenterna av

¹ Se även KASAM:s yttrande till Miljödepartementet 2004-03-25, dnr 3-04 över IKA-utredningens betänkande "Radioaktivt avfall i säkra händer" (SOU 2003:122).

avfallet. Det ur hela samhällets synvinkel viktiga ansvaret för ett riktigt omhändertagande av det historiska avfallet och av avfall där det saknas juridiskt ansvarig bör också beaktas.

KASAM anser också att andra egenskaper hos avfallet än joniserande strålning måste uppmärksammas av SKB, t.ex. avfallens biologiska och kemiska egenskaper. Det bör utredas i vilken utsträckning detta påverkar planeringen.

17.3 KASAM:s slutsatser

- KASAM är positivt till det program för forskning om frågor avseende låg- och medelaktivt avfall som SKB redovisar men vill också understryka värdet av säkerhetsanalys, som ett instrument för att identifiera och inrikta den forskning som bedrivs inom programmet.
- KASAM understryker behovet av att ha ett system av anläggningar, som behövs för avfallens hantering och förvaring, där kopplingarna mellan systemets delar och verksamheter analyseras så att planering och lokalisering sker på ett rationellt sätt.
- KASAM anser det nödvändigt att ett nationellt system skapas inte bara för kärnkraftens avfall utan också för avfall från icke kärnteknisk verksamhet (IKA-avfall).
- KASAM anser att även andra egenskaper än joniserande strålning, t.ex. kemiska och biologiska egenskaper, bör uppmärksammas både för kärnavfall och s.k. IKA-avfall.

Statens offentliga utredningar 2005

Kronologisk förteckning

1. Radio och TV i allmänhetens tjänst. Riktlinjer för en ny tillståndsperiod. Ku.
2. Radio och TV i allmänhetens tjänst. Finansiering och skatter. Ku.
3. Sveriges tillträde till 1995 års Unidroit-konvention om stulna eller olagligt utförda kulturföremål. Ku.
4. Liberalisering, regler och marknader. + Bilagor. N.
5. Postmarknad i förändring. N.
6. Säkert inläst? En granskning av rymningarna från Kumla, Hall, Norrtälje och Mariefred 2004. Ju.
7. Försvarsfastigheter – information till riksdagen och effektiv lokalförsörjning. Fi.
8. Behov av rörlig ledningsstödsresurs. Fö.
9. KRUT Reformerat regelverk för handel med försvarsmateriel. UD.
10. Handla för bättre klimat. Från införande till utförande. M.
11. Valfärdsverksamhet för sjömän. N.
12. Bokpriskommissionens slutrapport. Det skall vara billigt att köpa böcker och tidskrifter. U.
13. Lördagsdistribution av dagstidningar. U.
14. Effektivare handläggning av anknätningsärenden. UD.
15. Familjeåterförening och fri rörlighet för tredjelandsmedborgare. UD.
16. Reformerat system för insättningsgarantin. Fi.
17. Vem får jaga och fiska? Rätt till jakt och fiske i lappmarkerna och på renbetesfjällen. Jo.
18. Prospektansvar. Fi.
19. Beskattningen vid omstruktureringar enligt fusionsdirektivet. Fi.
20. Konsumentskydd vid modemkapning. Ju.
21. Vinstandelar. Fi.
22. Nya upphandlingsregler. Fi.
23. en BRASKatt? – beskattning av avfall som förbränns. Fi.
24. Arbetslivsinriktad rehabilitering. Framtida organisation för Arbetslivstjänster och Samhall Resurs AB. N.
25. Gränslös utmaning – alkoholpolitik i ny tid. S.
26. Mobil med bil. Ett nytt synsätt på bilstöd och färdtjänst. + Bilaga, lättläst och Daisy. S.
27. Den svenska fiskerikontrollen – en utvärdering. Jo.
28. Dubbel bosättning för ökad rörlighet. Fi.
29. Storstad i rörelse. Kunskapsöversikt över utvärderingar av storstadspolitikens lokala utvecklingsavtal. Ju.
30. Lagen om byggfelsförsäkring. En utvärdering. M.
31. Stödet till utbildningsvetenskaplig forskning. U.
32. Regeringens stabsmyndigheter. Fi.
33. Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden. M.
34. Socialtjänsten och den fria rörligheten. S.
35. Krav på kassaregister Effektivare utredning av ekobrott. Fi.
36. På väg mot ... En hållbar landsbygdsutveckling. Jo.

37. Tolkutbildning – nya former för nya krav. U.
38. Tillgång till elektronisk kommunikation i brottsutredningar m.m. Ju.
39. Skog till nytta för alla? N.
40. Rätten till mitt språk
Förstärkt minoritetsskydd. Ju.
41. Bortom Vi och Dom.
Teoretiska reflektioner om makt, integration och strukturell diskriminering. Ju.
42. Säker information. Förslag till informationssäkerhetspolitik. Fö.
43. Vårdnad – Boende – Umgänge
Barnets bästa, föräldrars ansvar.
Del A + B. Ju.
44. Smiley: Hygien och redlighet i livsmedelshanteringen. Jo.
45. Säkra förare på moped, snöskoter och terränghjuling. N.
46. Bättre arbetslivsriktad rehabilitering.
En fusion mellan Arbetslivstjänster och Samhall Resurs AB. N.
47. Kärnavfall – barriärerna, biosfären och samhället. M.

Statens offentliga utredningar 2005

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

Säkert inläst?

En granskning av rymningarna från Kumla, Hall, Norrtälje och Mariefred 2004. [6]

Konsumentskydd vid modemkapning. [20] Storstad i rörelse.

Kunskapsöversikt över utvärderingar av storstadspolitikens lokala utvecklingsavtal. [29]

Tillgång till elektronisk kommunikation i brottsutredningar m.m. [38]

Rätten till mitt språk

Förstärkt minoritetsskydd. [40]

Bortom Vi och Dom.

Teoretiska reflektioner om makt, integration och strukturell diskriminering. [41]

Vårdnad – Boende – Umgänge.

Barnets bästa, föräldrars ansvar. Del A + B. [43]

Utrikesdepartementet

KRUT

Reformerat regelverk för handel med försvarsmateriel. [9]

Effektivare handläggning av anknytningsärenden. [14]

Familjeåterförening och fri rörlighet för tredjelandsmedborgare. [15]

Försvarsdepartementet

Behov av rörlig ledningsstödsresurs. [8]

Säker information. Förslag till informations-säkerhetspolitik. [42]

Socialdepartementet

Gränslös utmaning – alkoholpolitik i ny tid. [25]

Mobil med bil. Ett nytt synsätt på bilstöd och färdtjänst. + Bilaga, lättläst och Daisy. [26]

Socialtjänsten och den fria rörligheten. [34]

Finansdepartementet

Försvarsfastigheter – information till riksdagen och effektiv lokalförsörjning. [7]

Reformerat system för insättningsgarantin. [16]

Prospektansvar. [18]

Beskattningen vid omstruktureringar enligt fusionsdirektivet. [19]

Vinstandelar. [21]

Nya upphandlingsregler. [22]

en BRASKatt? – beskattning av avfall som förbränns. [23]

Dubbel bosättning för ökad rörlighet. [28]

Regeringens stabsmyndigheter. [32]

Krav på kassaregister Effektivare utredning av ekobrott. [35]

Utbildnings- och kulturdepartementet

Radio och TV i allmänhetens tjänst.

Riktlinjer för en ny tillståndsperiod. [1]

Radio och TV i allmänhetens tjänst.

Finansiering och skatter. [2]

Sveriges tillträde till 1995 års Unidroit-konvention om stulna eller olagligt utförda kulturföremål. [3]

Bokpriskommissionens slutrapport.

Det skall vara billigt att köpa böcker och tidskrifter. [12]

Lördagsdistribution av dagstidningar. [13]

Stödet till utbildningsvetenskaplig forskning. [31]

Tolkutbildning – nya former för nya krav. [37]

Jordbruksdepartementet

Vem får jaga och fiska?

Rätt till jakt och fiske i lappmarkerna
och på renbetesfjällen. [17]

Den svenska fiskerikontrollen – en ut-
värdering. [27]

På väg mot ... En hållbar landsbygds-
utveckling. [36]

Smiley: Hygien och redlighet i livsmedels-
hanteringen. [44]

Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet

Handla för bättre klimat.

Från införande till utförande. [10]

Lagen om byggfelsförsäkring.

En utvärdering. [30]

Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden. [33]

Kärnavfall – barriärerna, biosfären och
samhället. [47]

Näringsdepartementet

Liberalisering, regler och marknader. [4]

Postmarknad i förändring. [5]

Välfärdsverksamhet för sjömän. [11]

Arbetslivsinriktad rehabilitering.

Framtida organisation för Arbetslivs-
tjänster och Samhall Resurs AB. [24]

Skog till nytta för alla? [39]

Säkra förare på moped, snöskoter och
terränghjuling. [45]

Bättre arbetslivsinriktad rehabilitering. En
fusion mellan Arbetslivstjänster och
Samhall Resurs AB. [46]