

Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2007

– nu levandes ansvar, framtida generationers frihet



KASAM

STATENS RÅD FÖR
KÄRNAVFALLSFRÅGOR
National Council for Nuclear Waste



STATENS OFFENTLIGA
UTREDNINGAR

SOU 2007:38

Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2007

Nu levandes ansvar, framtida generationers frihet

*Huvudrapport från Statens råd för kärnavfallsfrågor
(KASAM)*

Stockholm 2007



STATENS OFFENTLIGA
UTREDNINGAR

SOU 2007:38

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>

Foto omslagsbild: Hillevi Nagel

Tryckt av Edita Sverige AB
Stockholm 2007

ISBN 978-91-38-22754-1
ISSN 0375-250X

Till statsrådet och chefen för miljödepartementet

Alltsedan sin tillkomst år 1985 har Statens råd för kärnavfallsfrågor (KASAM) regelbundet publicerat rapporter med sin självständiga bedömning av kunskapsläget på kärnavfallsområdet. Enligt de direktiv som regeringen beslutade år 1992 för KASAM:s verksamhet (Dir 1992:72) gäller att en sådan bedömning ska redovisas vart tredje år.

KASAM överlämnar härmed sin rapport om kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2007 - den nionde på detta tema. I år består rapporten av dels föreliggande huvudrapport med titeln Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2007 – nu levandes ansvar, framtida generationers frihet (SOU 2007:38), dels fyra fördjupningsrapporter. Dessa är Slutförvaring av använt kärnbränsle – regelsystem och olika aktörers roller under beslutsprocessen (KASAM Rapport 2007:1), Säkerhetsanalys av slutförvaring av kärnavfall – roll, utveckling och utmaning (KASAM Rapport 2007:2), Tid för slutförvaring av kärnavfall – samhälle, teknik och natur (KASAM Rapport 2007:3) samt Riskperspektiv på slutförvaring av kärnavfall – individ, samhälle och kommunikation (KASAM Rapport 2007:4).

Bakom föreliggande huvudrapport står samtliga ledamöter, experter och sakkunniga i KASAM. Fördjupningsrapporterna har utformats av olika författare som i de flesta fall är nära knutna till KASAM.

Rapporterna om kunskapsläget på kärnavfallsområdet åren 1998, 2001 och 2004 finns också tillgängliga i engelsk version. KASAM avser att senare i år ge ut en engelsk översättning av delar av 2007 års rapport.

Stockholm i maj 2007

Kristina Glimelius
Ordförande

KASAM har för närvarande följande sammansättning:

Ledamöter:

Kristina Glimelius (ordf.), professor, genetik och växtförädling,
Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU)

Carl Reinhold Bråkenhielm (vice ordf.), professor, teologi, Uppsala
universitet

Lena Andersson-Skog, professor, ekonomisk historia, Umeå
universitet

Yvonne Brandberg, professor, beteendevetenskap, Karolinska
Institutet

Willis Forsling, professor, kemi,
Luleå tekniska universitet

Tuija Hilding-Rydevik, docent mark- och vattenresurser med in-
riktning på MKB, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU)

Gert Knutsson, professor emeritur, hydrologi, Kungl Tekniska Hög-
skolan (KTH)

Inga-Britt Lindblad, professor, media och kommunikation, Umeå
universitet

Sören Mattsson, professor, radiofysik, Lunds universitet

Jimmy Stigh, professor, geologi, Göteborgs universitet

Clas-Otto Wene, professor emeritus, energisystemteknik, Chalmers
Tekniska Högskola (CTH)

Sakkunnig: *Hannu Hänninen*, professor, maskinteknik, Tekniska
Högskolan, Helsingfors

Expert: *Torsten Carlsson*, f.d. kommunalråd

Kansli: *Björn Hedberg* (kanslichef)

Eva Simic (sekreterare)

Siv Milton (biträdande sekreterare)

Konsulter: *Kjell Andersson*, fil. dr (genomlysningprojektet)

Sören Norrby, fil. mag.

Olof Söderberg, fil. dr.

Förord

Den kunskapslägesrapport som Statens råd för kärnavfallsfrågor (KASAM) presenterar år 2007 har en något annan karaktär än de kunskapslägesrapporter som publicerats tidigare. KASAM har i år sett ett behov av att i någorlunda lätt tillgänglig form ge en samlad bild av sina bedömningar alltsedan den första kunskapslägesrapporten år 1986. En del har naturligtvis blivit överspelat av utvecklingen, men förvånansvärt mycket är fortfarande relevant.

2007 års kunskapslägesrapport ska ses mot bakgrund av att regeringen och berörda myndigheter inom några få år måste ta ställning till ansökningar om hur och var det använda kärnbränslet från de svenska kärnkraftverken ska slutförvaras. Hösten 2006 lämnade Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) in en ansökan att få bygga en s.k. inkapslingsanläggning. År 2009 planerar företaget att ge in fullständiga ansökningshandlingar om bl.a. tillstånd för att anlägga ett slutförvar för det använda kärnbränslet. I sista hand faller det på regeringen att ta ställning till dessa ansökningar efter det att de i vanlig ordning har granskats av myndigheter och miljödomstol.

Men KASAM vill inte endast återge sina bedömningar i en samlad form. Syftet är också att översiktligt skildra det händelseförlopp inom vilket dessa bedömningar gjordes. På så sätt vill KASAM bidra till en *grundläggande förståelse* av hela det slutförvarssystem som planerats och utforskats inom SKB alltsedan slutet av 1970-talet. Med grundläggande förståelse avser KASAM en integrerad kunskap om slutförvarets tekniska och naturvetenskapliga grundförutsättningar. Dessa förutsättningar måste också integreras och samverka med juridiska, samhällsvetenskapliga och etiska dimensioner i ett mer omfattande sammanhang av kunskaper. Först när vår samlade kunskap om ett kommande slutförvar integreras i och avstäms mot ett bredare sammanhang av kunskaper får vi en tillräcklig förståelse. Behovet av en sådan förståelse ska

också ses mot bakgrund av frågornas oerhörda dimension i tid, hundratusentals år.

Betydelsefulla ställningstaganden till frågor som hänger samman med slutförvaring av vårt använda kärnbränsle – metod och plats – behöver alltså göras av samhällets organ inom en mycket nära framtid. Frågeställningarna har nationellt intresse. Trots det får de för närvarande endast begränsad uppmärksamhet i den allmänna debatten. I de båda kommuner – Oskarshamn och Östhammar – där SKB för närvarande utför platsundersökningar finns ett stort engagemang och ingående kunskaper hos lokala politiker och hos stora delar av befolkningen. Men i större delen av landet i övrigt verkar slutförvarsfrågan ses som en ”icke-fråga”. KASAM ser ett behov av, och är angelägen om, att ge sitt bidrag till att förstärka kunskapsläget.

För att underlätta för läsarna har 2007 års kunskapslägesrapport delats upp i dels en allmän mer tillgänglig och sammanfattande huvudrapport, dels några fördjupningsrapporter med inriktning på särskilda områden. Dessa fördjupningsrapporter kan läsas separat från varandra och från den sammanfattande rapporten. Sammantagna utgör de KASAM:s rapport om kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2007.

Arbetet med att utforma fördjupningsrapporterna har utgått från tanken att dessa ska spegla frågorna om slutförvaring av det använda kärnbränslet utifrån fyra olika perspektiv: beslutsprocess, säkerhet, tid och risk. Frågor om beslutsprocessen diskuterades vid ett seminarium som KASAM anordnade i november 2006. Rapporten från det seminariet, som utgavs i början av år 2007 (*Slutförvaring av använt kärnbränsle – regelsystem och olika aktörers roller under beslutsprocessen, KASAM Rapport 2007:1*), ska samtidigt ses som en fördjupningsrapport till 2007 års kunskapslägesrapport.

Övriga fördjupningsrapporter är följande:

- Säkerhetsanalys av slutförvaring av kärnavfall – roll, utveckling och utmaning (KASAM Rapport 2007:2).
- Tid för slutförvaring av kärnavfall – samhälle, teknik och natur (KASAM Rapport 2007:3).
- Riskperspektiv på slutförvaring av kärnavfall – individ, samhälle och kommunikation (KASAM Rapport 2007:4).

Innehåll

1	Kärnavfallet	13
1.1	Energikällor – förnybara och icke-förnybara	13
1.2	Kärnklyvningsprodukter	14
1.3	Forskning om kärnavfallet och dess effekter	18
1.4	Slutförvaring i Sverige och internationellt.....	19
1.5	Kärnavfallsfrågan i ett samhällsperspektiv – beslut under osäkerhet.....	21
1.6	Avslutande reflektioner	23
2	Regelverket	25
2.1	Strålskyddslagen, kärntekniklagen och miljöbalken.....	25
2.2	Principiella utgångspunkter.....	26
2.3	Föreskrifter och allmänna råd	27
2.4	Bästa möjliga teknik och optimering.....	29
2.5	De etiska förutsättningarna.....	30
2.6	Avslutande reflektioner	34
3	Alternativen	37
3.1	Alternativ A och B.....	38
3.2	Alternativ C.....	38
3.3	Alternativ D	41

3.4	Alternativ E.....	42
3.5	Översiktlig värdering	44
3.6	Avslutande reflektioner	45
4	Planeringsförutsättningen	47
4.1	Historisk bakgrund	49
4.2	KBS-3 metoden	51
4.3	KASAM:s bedömning av KBS-3 metoden.....	52
4.4	Återtagbarhetsfrågan.....	58
4.5	Säkerhetsanalysens roll och utveckling.....	59
	4.5.1 Rollen.....	59
	4.5.2 Utvecklingen	60
	4.5.3 Utmaningarna.....	62
4.6	Avslutande reflektioner	63
5	Platsvalet.....	65
5.1	Allmänna utgångspunkter.....	66
5.2	Flexibel eller systematisk platsvalsstrategi?	68
5.3	Platsvalsprocessen	71
5.4	KASAM:s bedömning av förstudier och platsundersökningar	72
5.5	Samhällsforskningen	73
5.6	Avslutande reflektioner	75
6	Beslutsprocessen.....	77
6.1	Beslutsprocessen – en social barriär?	77
6.2	Beslutsprocessen hittills.....	79

6.3	Den framtida beslutsprocessen	80
6.3.1	Oklarheter när det gäller samordningen av ärendenas beredning inom och mellan förvaltningsmyndigheter, miljödomstol och regeringskansli	83
6.3.2	Oklarheter i användningen av vissa centrala termer och begrepp.....	83
6.3.3	Oklarheter beträffande slutförvarets bakomliggande ändamål	83
6.4	Avslutande reflektioner	84
7	Referenser	89

1 Kärnavfallet

1.1 Energikällor – förnybara och icke-förnybara

Man brukar skilja mellan förnybara och icke-förnybara energikällor. De förnybara förnyas i samma takt som de används. Till dessa räknas energikällor som vattenkraft, biobränslen och vindkraft – de uppgår idag till ca 28 % av Sveriges energiförsörjning. Till de icke-förnybara räknas främst fossila bränslen (kol, olja och naturgas) och kärnenergi.

De icke-förnybara energikällorna uppkom långt tillbaka i tiden. De fossila bränslena anses ha sitt ursprung i små vattendjur och växter som dött och blivit liggande på botten av hav och insjöar. Så småningom har dessa organiska rester täckts av allt tjockare sedimentlager och utsatts för ökande tryck och temperatur. Kärnkraftens viktigaste energikälla – uranet – bildades tillsammans med andra grundämnen ännu längre tillbaka i tiden innan solen och solsystemet uppkommit från en exploderande supernova (se vidare fördjupningsrapporten Tid för slutförvaring av kärnavfall – samhälle teknik och natur, KASAM Rapport 2007:3).

Den totala tillgången på uran i världen uppgår enligt IAEA-NEA:s bedömning till 16,2 miljoner ton. Med dagens förbrukningstakt skulle uranet räcka i flera hundra år. Dessutom kan teknisk utveckling mot bättre kärnbränsle ge mer energi från en given mängd uran. Därtill finns mycket stora uranmängder i havsvatten, uppskattningsvis ca 4,5 miljarder ton. Teknik för att utvinna dessa har studerats, men kostnaderna för utvinning i stor skala är inte kända.

1.2 Kärnklyvningsprodukter

År 1938 gjorde fysikerna Otto Hahn och Fritz Strassman en märklig upptäckt. Efter ett experiment där man försökt att tillföra urankärnan neutroner för att skapa ett tyngre grundämne, bildades istället atomer med *lägre* atomnummer, ofta radioaktiva – och dessutom väldigt mycket energi! En tidigare medarbetare till Hahn – österrikiskan Lise Meitner – på landsflykt i Sverige undan nazisterna, kom tillsammans med sin kollega Otto Frisch på förklaringen under en skidtur utanför Kungälv. Neutronerna hade inte bildat ett tyngre grundämne utan splittrat urankärnan! I samband med klyvningen (fissionen) hade massa omvandlats till energi helt i enlighet med Albert Einsteins formel $E=mc^2$. Den utvunna energin motsvarade precis massan gånger kvadraten på ljushastigheten. Det är denna process som utnyttjas i kärnvapensprängningar och i mer kontrollerade former och långsammare takt i de ca 400 kärnkraftsreaktorer som för närvarande är i drift runtom i världen. Tre kärnkraftverk med sammanlagt 10 reaktorer är för närvarande i drift i Sverige. De svarar för ca hälften av vår produktion av elektricitet.

Senare forskning har i detalj kartlagt de olika produkter som bildas när urankärnan splittras. Förutom fissionsprodukter och lättare atomer bildas bl.a. också neutroner och neutronaktiveringsprodukter, av vilka transuraner (med fler protoner än uran) är av speciellt intresse ur strålskyddssynpunkt. Ett flertal fissionsprodukter, neutronaktiveringsprodukter och transuraner har det gemensamt att de avger s.k. *joniserande strålning*, som ger upphov till jonisationer i de material som den träffar. Dessa s.k. radionuklider är i vissa fall kortlivade, medan andra sönderfaller långsammare och utgör ett strålskyddsproblem under lång tid. Lyckligtvis har vi goda kunskaper om hur vi kan skydda oss och annat liv mot dessa radioaktiva ämnen.

Gammastrålning och neutronstrålning från radioaktiva ämnen tar sig lätt genom olika material och är därför farliga även om strålkällan finns utanför kroppen. Använt kärnbränsle ger ifrån sig såväl gamma- som neutronstrålning med hög penetrationsförmåga. Strålningen i närheten av ett naket avvänt bränsleelement är så kraftig att den på kort tid ger dödliga stråldoser till en oskyddad person även lång tid efter uttaget från reaktorn.

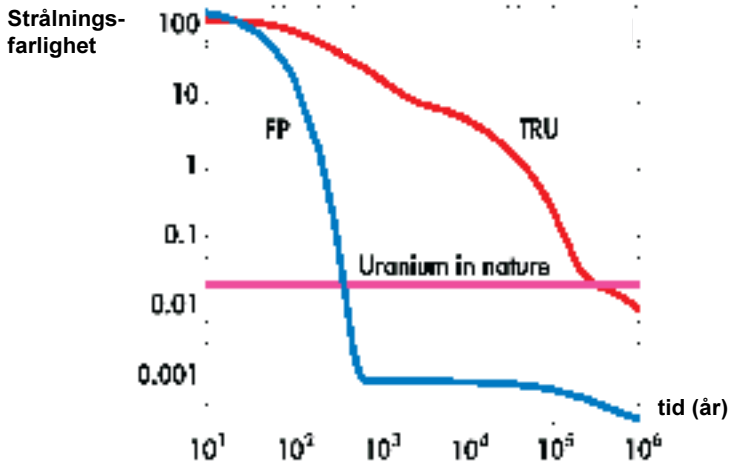
Andra radioaktiva ämnen är farliga om de kommer in i kroppen, via vatten, mat eller luft och avger sin strålning där. Under de första århundradena dominerar cesium- och strontiumisotoper denna

risk, men efterhand får transuraner som plutonium och americium större och större betydelse.

Konstruktionen av ett effektivt och uthålligt slutförvar för kärnavfallet är – enkelt uttryckt – lika med upprättandet av tekniska och/eller naturliga barriärer mot kärnavfallets kvarblivande joniserande strålning. I kapitel 3 återkommer vi till olika alternativa metoder för konstruktionen av ett slutförvar med sådana egenskaper – och till andra metoder, enligt vilka man helt enkelt skulle kunna göra sig av med avfallet (s.k. kvittblivning).

Det uran som används i ett kärnkraftverk laddas in i reaktorn i form av bränslestavar. En mycket liten del av uranet kommer till användning och när bränslestavarna efter några år tas ut består de fortfarande till ca 95 % av uran. Endast ca 4 % utgörs av klyningsprodukter och ca 1 % av transuraner. Detta använda kärnbränsle måste hanteras med stor försiktighet. När det tas ut ur reaktorn är strålningsfarligheten 10 000 gånger högre än från naturligt uran. Strålningen kan åstadkomma skadeverkningar i form av förändringar i cellernas DNA-molekyler, som i sin tur kan ge upphov till en ökad risk för cancer under resten av livet samt kan vid högre doser även leda till celledöd och vävnadsskador. Det dröjer flera hundra tusen år tills denna strålning avklingat till strålningsnivåer i naturligt uran. Plutonium är en av dessa transuraner och har en halveringstid på ca 24 000 år. Figur 1.1 ger en sammanfattande bild av det använda kärnbränslets farlighet och den tid det tar för strålningsfarligheten att avta.

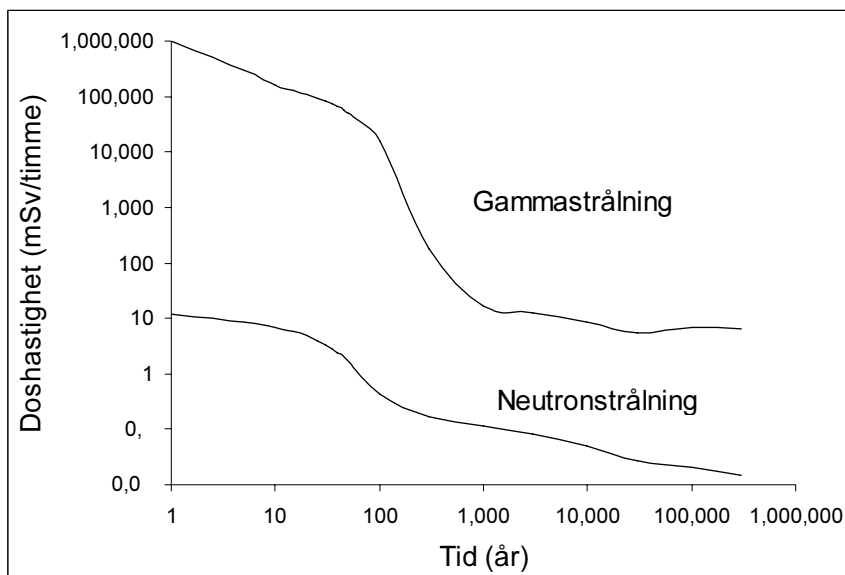
Figur 1.1. Avklingning med tiden för strålningsfarligheten hos använt kärnbränsle, uppdelat på bidrag från transuraner (TRU) och klyvningsprodukter (fissionsprodukter, FP). Strålningsfarligheten jämförs med den för uranmalm



Källa: KASAM:s kunskapslägesrapport 2004 (SOU 2004:67, s. 328).

En sak bör dock framhållas i detta sammanhang. Figur 1.1 kan inte tolkas så att det använda kärnbränslet inte medför några strålskyddsproblem efter ca 100 000 år. Det fortsätter även efter denna tid att utsända strålning (se figur 1.2). På 1 meters avstånd från 1 ton oskärmat använt kärnbränsle blir gammadosraten ca 10 mSv per timme (Hedin, 1997). Med intakt kapsling reduceras dosraten till ca 0,1 mSv/tim (Håkansson, 2000). Som jämförelse kan nämnas att den högsta tillåtliga nivån för personer som yrkesbetingat arbetar med strålning är idag 50 mSv under en 5-års period och för allmänheten 1 mSv per år.

Figur 1.2 Doshastigheten (mSv/tim) från gammastrålning och neutronstrålning på 1 meters avstånd från 1 ton oskärmat använt kärnbränsle vid olika tidpunkter efter uttaget ur reaktorn. Observera logaritmisk skala. Med intakt kapsel reduceras gammadosraten till ca 1% av detta värde (Håkansson, 2000). Gammastrålningsnivån mellan 300 000 och 1 miljon år ligger förmodligen kvar på ungefär samma nivå



Källa: Spent nuclear fuel – how dangerous is it? A report from the project “Description of risk” (TR-97-13, s. 23).

Vid sidan av det högaktiva använda kärnbränslet finns även lågaktivt och medelaktivt kärnavfall. Det låg- och medelaktiva avfallet deponeras i ett särskilt slutförvar, SFR, 60 meter under Östersjön nära Forsmarks kärnkraftverk. Det medelaktiva avfallet i form av reningsfilter, skyddskläder, verktyg m.m. ingjutes i betong, medan det lågaktiva läggs i enklare behållare.

Det högaktiva avfallet skiljer sig från det lågaktiva och medelaktiva inte endast genom sin strålningsintensitet, utan också genom värmeutvecklingen. För att bli lättare att hantera kräver det högaktiva avfallet en avkylningsperiod, så att temperaturen nedbringas från ca 400 °C till under 100 °C. Detta sker genom att det använda kärnbränslet lagras i ett s.k. mellanlager. Ett sådant mellanlager

(Clab, Centralt lager för använt kärnbränsle) är sedan 1985 i drift i anslutning till kärnkraftverket på Simpevarpshalvön norr om Oskarshamn. Med hjälp av ett särskilt transportfartyg (Sigyn) transporteras högaktiva använda bränslestavar från de övriga svenska kärnkraftverken till Clab. Sigyn forslar också låg- och medelaktivt avfall till SFR i Forsmark. Det rör sig om ett hundratal transporter per år.

1.3 Forskning om kärnavfallet och dess effekter

Statens strålskyddsinstitut (SSI) har det centrala ansvaret för landets strålskydd och ansvarar också för viktig forskning inom området. Forskningen syftar till att öka våra kunskaper om bl.a. det högaktiva avfallens egenskaper, dess effekter på människor, djur och växter och hur vi idag och så länge som strålningsfarligheten består kan skydda oss mot dess skadeverkningar. En annan viktig del av forskningen bedrivs vid universitet och högskolor inom ämnen som radiofysik, radioekologi, fysik, kemi och kärnkemi. Forskning inom dessa områden finansieras också av Statens kärnkraftinspektion (SKI).

Svensk kärnbränslehantering AB (SKB) bildades av kärnkraftsindustrin bl.a. för att konkret utforma ett slutförvarssystem för det använda kärnbränslet. SKB har också genomfört olika forskningsprojekt inom sitt område. Denna forskning har sedan 1986 redovisats vart tredje år i s.k. Fud-program (program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall). Sedan år 2004 omfattar SKB:s forskning även ett särskilt samhällsforskningsprogram. Fud-programmen inklusive underlagsrapporter har kritiskt granskats av de statliga tillsynsmyndigheterna (SSI och SKI) samt av KASAM, universitet och högskolor m.fl. Det senaste Fud-programmet publicerades år 2004 och granskades av KASAM i en särskild rapport till regeringen år 2005 (SOU 2005:47).

Ett centralt område av betydelse för våra kunskaper om kärnavfallet och dess effekter är radiobiologi, dvs. vetenskapen om den joniserande strålningens inverkan på biologiska organismer. I detta sammanhang kan man notera att KASAM i nyssnämnda rapport (s. 27) uttryckte en oro över den pågående nedskärningen av resurser inom bl.a. strålningsfysik/radiofysik, radioekologi och strålningsbiologi. En mycket begränsad förstärkning har skett genom

att SSI i 2007 års budget tillförts 10 mkr för grundläggande strålskyddsforskning.

Genom den radioekologiska forskningen har vi idag goda och tillförlitliga kunskaper om de radioaktiva ämnenas omsättning i omgivningen och den joniserande strålningens effekter på levande organismer. Skadeverkningar uppstår först vid relativt höga strålningsdoser och viktiga kunskaper har erhållits efter kärnvapenattackerna på Hiroshima och Nagasaki samt efter kärnkraftolyckan i Tjernobyl 1986. FN:s strålningskommitté UNSCEAR (United Nations Committee on the Effects of Atomic Radiation) ställer kontinuerligt samman data beträffande strålningsnivåer och går igenom kunskapsläget när det gäller kunskaperna om effekter av joniserande strålning. International Commission on Radiological Protection (ICRP) – bildat redan 1925 – är en annan viktig aktör på detta område och gällande strålskyddsrekommendationer vilar på en god vetenskaplig grund. ICRP:s rekommendationer är inarbetade i aktuell nationell lagstiftning och bildar utgångspunkten för de krav och kriterier som måste uppfyllas av ett slutförvar för använt kärnbränsle. Vi återkommer till en sammanfattning av dessa krav och kriterier i nästa kapitel.

Det kan också finnas andra effekter än de som beror på den joniserande strålningen från radionuklider i slutförvaret och som inte inkluderas i ICRP:s regelverk, t.ex. kemiskt toxiska ämnen i slutförvaret. KASAM behandlar inte dessa frågor i denna rapport.

1.4 Slutförvaring i Sverige och internationellt

De flesta länder som arbetat med kärnavfallsfrågan har valt geologisk slutförvaring som ett huvudalternativ. Det gäller t.ex. Finland, USA, Tyskland, Frankrike och Japan. Andra alternativ har också diskuterats och under senare år finns det bl.a. ett visst intresse för transmutation (se kapitel 3). Men geologisk slutförvaring – i berg, lera eller saltformationer – är fortfarande huvudspåret. I tabell 1.1 ges en överblick över inriktningen på olika länders slutförvarsprogram.

Tabell 1.1 Slutförvaring av ”högaktivt avfall (HLW) / ”använt kärnbränsle (SF)” i några olika länder. I samtliga länder är inriktningen slutförvaring, i form av flerbarriärssystem, på några hundra meters djup i olika typer av geologisk formationer. I flera av länderna kan olika geologiska formationer bli aktuella (t.ex. Frankrike och Tyskland), i tabellen anges nuvarande huvudinriktning

Land	HLW / SF	Geologisk formation
Sverige	SF	Berg
Belgien	HLW	Lera
Finland	SF	Berg
Frankrike	SF	Lera
Japan	HLW	Berg
Kanada	SF	Berg
Schweiz	SF	Lera
Storbritannien	HLW	Berg
Tyskland	SF	Salt
USA	SF	Berg

Det antyds också i de föreskrifter om slutförvaring som beslutats av Statens kärnkraftinspektion (se vidare kapitel 2) att geologisk slutförvaring är huvudspåret i det svenska slutförvarsprogrammet. Enligt dessa föreskrifter, ska ”säkerheten efter förslutning av ett slutförvar upprätthållas genom ett system av passiva barriärer” (SKIFS 2002:1 2 §). Exempel på sådana barriärer är behållare för kärnavfall, buffert och den bergsformation i vilken kärnavfallet deponerats. Barriärernas huvudfunktion är att förhindra eller fördröja spridningen av radioaktiva ämnen, så att de inte skadar människor eller miljö. Denna slutförvarsprincip kallas *flerbarriärssystem*.

Det finns en övergripande internationell enighet alltsedan 1970-talet om att den geologiska slutförvaringen ska bygga på ett flerbarriärssystem. I Sverige blev AKA-utredningen (se kapitel 3) av grundläggande betydelse. KBS 1 – som utvecklades i slutet av 1970-talet – förutsatte ett geologiskt flerbarriärssystem¹. En bidragande faktor till den framväxande internationella samstämmigheten kring ett geologiskt flerbarriärssystem var enligt sociologen Göran Sundqvist riskerna för kärnvapenspridning. Detta ledde också till

¹ KBS-1 systemet avsåg slutförvaring av uppberedningsavfall, se vidare kapitel 3 och 4.

att man så småningom övergav tidigare planer på upparbetning av kärnavfallet. Terrorister och ”skurkstater” kan knappast anse det mödan värt att ta sig ner till ett förslutet slutförvar för att tillverka kärnvapen eller annat i utpressningssyfte. Det finns enklare sätt.

Människan och biosfären ska alltså skyddas från det radioaktiva avfallet genom att detta isoleras i berggrunden. Djupet i kombination med bergformationen och andra barriärer innebär att transporttiden för de radioaktiva ämnena blir så pass lång att den farliga strålningen helt eller delvis avklingat på vägen från förvaret till biosfären.

1.5 Kärnavfallsfrågan i ett samhällsperspektiv – beslut under osäkerhet

Våra kunskaper om det använda kärnbränslet, dess egenskaper och skadlighet under 100 000-tals år vilar på vetenskaplig grund – det gäller också våra kunskaper om hur vi på olika sätt kan skydda människor, liv och miljö mot den joniserande strålningens skadeverkningar. SKB har genom sitt forskningsprogram i långa stycken besvarat frågan om hur en kombination av barriärer på olika sätt förhindrar eller åtminstone fördröjer radionuklider att via grundvattenströmmar nå markytan. Däremot kan inga forskare med samma säkerhet uttala sig om yttre fysiska händelser, som skulle kunna påverka slutförvarets förmåga att avskärma det använda kärnbränslet från kontakt med biosfären. Jordbävningar eller istider skulle kunna vara två sådana händelser. De förslag till utformning av slutförvaret som diskuterats i Sverige har naturligtvis tagit hänsyn till sådana händelseförlopp (Se vidare fördjupningsrapporten Säkerhetsanalys av slutförvaring av kärnavfall – roll, utveckling och utmaning, KASAM rapport 2007:2)

Vi kan således bedöma och kontrollera slutförvarets förmåga att under relativt statiska förhållanden förhindra ett läckage av radionuklider som är farliga för liv och människor. Med samma säkerhet kan vi inte bedöma när i tiden jordbävningar och andra svårförutsedda fysiska händelseförlopp (kometnedslag, större klimatförändringar etc.) kommer att inträffa, men slutförvaret kan ändå utformas så att det kan förutses behålla sin förmåga att innesluta det använda kärnbränslet under ett helt spektrum av yttre fysiska förändringar.

Däremot är vår möjlighet att förutsäga olika typer av samhällsförändringar mycket mer begränsad. Under senare år har vi lärt oss en hel del om efterkrigstidens värderingssvängningar och hur dessa påverkat den kulturella, sociala och politiska utvecklingen. Vissa prognoser kan göras på basis av dessa kunskaper. Men vår kunskap om kommande generationers levnadsförhållanden på längre sikt – för att inte tala om samhällsförhållandena 100-tals, 1 000-tals och t.o.m. 100 000-tals år i framtiden – är praktiskt taget obefintliga. Sådana samhällsförhållanden skulle kunna påverka slutförvaret och dess grundläggande funktion på olika sätt. För det första kan samhällsförhållanden naturligtvis avgöra om ett framtida samhälle har resurser och kunskaper att förhindra eller i varje fall begränsa de skadeverkningar som kan bli följden av ett läckage. För det andra kan samhällsförhållandena också påverka sannolikheten av ett slutförvarsintrång av misstag. Kunskaperna om slutförvarets belägenhet och farlighet kan ha gått förlorade efter en allvarlig samhällskonflikt, samhället kan därefter ha återuppbyggts och utan vetskap eller avsikt träffat på ett bortglömt slutförvar. Sannolikheten för ett sådant händelseförlopp är kanske inte särskilt stor; större är kanske sannolikheten för ett avsiktligt intrång för att någon gång i framtiden tillgodogöra sig en resurs vars farlighet ännu inte upphört.

Riskerna för läckage och skadeverkningar påverkas av tre faktorer, nämligen (1) inre faktorer som sammanhänger med förvarets konstruktion och de naturliga barriärer som finns mellan det använda kärnbränslet och biosfären, (2) yttre faktorer såsom klimat och jordskorpanns stabilitet, samt (3) ett framtida avsiktligt eller oavsiktligt intrång i förvaret. (1) kan förutses och kontrolleras med relativt hög tillförlitlighet, (2) med något mindre tillförlitlighet – och (3) med en mycket begränsad – för att inte säga obefintlig – tillförlitlighet. Ett beslut om ett framtida slutförvar är med andra ord i vissa avseenden ett ”beslut under osäkerhet”. Detta förhållande uppmärksammades av KASAM i början av 1990-talet vid olika seminarier, som sammanfattades i 1992 års kunskapslägesrapport. Osäkerheten får sin särskilda betydelse i kärnavfallsfrågan, men det framhölls också att samhälleliga beslut i allmänhet endast undantagsvis kan fattas på ett helt säkert underlag – ”hållfastheten för framtiden går sällan att avgöra”. Därtill kommer att beslut under osäkerhet inte med nödvändighet är något negativt – särskilt om säkerheten är medvetandegjord. Osäkerhet kan bli ett viktigt perspektiv på den egna verksamheten och innebär t.ex. positivt en

beredskap att kritiskt granska och att ge tidigare ”säker” kunskap en annan vikt, när sammanhangen vidgas och nya faktorer tillkommer.

Mot denna bakgrund formulerades den s.k. KASAM-principen: ”Ett slutförvar bör utformas så att det dels gör kontroll och åtgärder onödiga, dels inte omöjliggör kontroll och åtgärder. Vår generation bör med andra ord inte lägga ansvaret för slutförvaret på senare generationer men bör å andra sidan inte heller beröva framtida generationer deras möjlighet att ta ansvar” (1987-års kunskapslägesrapport, s. 92; 1992-års kunskapslägesrapport, s. 15-16; Etik och kärnavfall 1988, s. 201). Målsättningen är alltså dubbel: driftsäkerhet och åtgärdbarhet. Kontroll ska vara obehövlig men samtidigt möjlig. Åtgärdbarhet innebär att slutförvaret ska konstrueras med målet att redan från början åstadkomma högsta möjliga säkerhet, men samtidigt ska det finnas utrymme för förändring och förbättring.

1.6 Avslutande reflektioner

Det grundläggande problemet med det använda kärnbränslet är den joniserande strålningen. Den avtar visserligen med tiden till skillnad från t ex den kemiska giftigheten hos stabila element som kvicksilver och arsenik, men kan om det använda bränslet inte hålles väl inneslutet åstadkomma stora skadeverkningar på levande organismer, särskilt under de första århundradena efter uttaget ur reaktorn. Betydande problem återstår efter årtusenden och det använda kärnbränslet måste hållas åtskilt från liv och människor i mer än 100 000 år. Man måste dels förhindra att människor och annat levande utsätts för direkt gamma- och neutronstrålning från bränslet (i närheten av bränslet är stråldosnivåerna höga även efter 100 000 år), dels att ingen del av bränslet läcker ut ur förvaret och via grundvatten och livsmedel når människor och miljö. Insikten om problemets vidd gör det nödvändigt att med all kraft snarast åstadkomma en fungerande slutförvarslösning.

Vårt använda kärnbränsle skulle annars kunna förorsaka skador på liv och människor som lever såväl idag som om flera hundra tusen år - om inte kärnavfallet intill dess hålls effektivt, avskilt från biosfären.

Den kvardröjande strålningen och dess farlighet under flera hundra tusen år fram i tiden är ett mått på den utmaning som

kärnavfallsfrågan utgör för vår generation. I grund och botten är det en etisk och moralisk utmaning. Framtida generationers väl och ve längre in i framtiden än vi kan föreställa oss kan påverkas av vårt handlande idag. Vi kommer att återkomma till dessa frågor längre fram i denna rapport, men redan på detta stadium finns det anledning att påminna om en grundläggande tankeregeln i dessa stora frågor. Ett ställningstagande i kärnavfallsfrågan måste alltid präglas av *rimlighet*. Olika omständigheter måste avvägas mot varandra och man måste beakta att handlingsalternativen – eller underlåtenheten att handla – också har konsekvenser som innebär risker och ibland kanske större risker än det aktuella alternativet. Långsiktigheten i problemet är en nyttig påminnelse om kärnavfallsfrågans bedömda utmaning – men också denna omständighet bör i en samlad bedömning behandlas i en anda av rimlighet.

2 Regelverket

I detta kapitel kommer vi att gå igenom de olika lagar, föreskrifter och rekommendationer, som anger de krav och kriterier som ett framtida slutförvar i Sverige måste uppfylla. Vi kommer också att ge en beskrivning och tolkning av de moraliska och etiska förutsättningar som uttalade eller outtalade är invävda i detta regelverk (och som på olika sätt påverkats av internationella aktörer på bl.a. strålskyddsområdet).

Det regelverk som vuxit fram under de senaste 30 åren har väglett av vissa grundläggande politiska ställningstaganden. Dessa kan sammanfattas i följande punkter.

- Det använda bränslet ska inte upparbetas.
- Avfallet från de svenska kärnkraftverken ska omhändertas inom landets gränser.
- Sverige ska inte slutförvara kärnavfall från andra länder.

Dessa olika beslut är förankrade i internationella överenskommelser och fördrag. De har alla sin speciella bakgrund och förklaring. Beslutet att inte upparbeta kärnavfallet sammanhänger t.ex. med att det innehåller plutonium som anrikas i upparbetningsprocessen. Plutonium kan användas för tillverkning av kärnvapen. Detta är ett viktigt skäl att avstå från upparbetning och i enlighet med en internationell strävan att förhindra kärnvapenspridning.

2.1 Strålskyddslagen, kärntekniklagen och miljöbalken

Kärnkraften och hanteringen av det använda kärnbränslet är idag rättsligt huvudsakligen reglerade genom lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen), strålskyddslagen (1988:220) och miljöbalken (1998:808). Här anges de grundvillkor som måste uppfyllas av ett kommande slutförvar. I 10 § kärntekniklagen sägs

bl.a. 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 i verksamheten uppkommet kärnavfall eller däri uppkommet kärnämne som inte används på nytt”. En liknande formulering finns även i 13 § strålskyddslagen, där sägs bl.a. att ”Den som bedriver eller har bedrivit verksamhet med strålning skall svara för att det i verksamheten uppkomna radioaktiva avfallet hanteras och, när det behövs, slutförvaras på ett från strålskyddssynpunkt tillfredsställande sätt. Detsamma gäller kasserade strålkällor som använts i verksamheten.” Av central betydelse i detta sammanhang är också det regelverk som finns i miljöbalken. Där finns bl. a. föreskrifter om upprättande av miljökonsekvensbeskrivningar (MKB) och hur de som närmast berörs (t.ex. markägare) ska få inflytande i beslutsprocessen. KASAM har vid olika tillfällen i seminarier och kunskapslägesrapporter analyserat MKB som ett verktyg i beslutsprocessen (se t.ex. KASAM:s kunskapslägesrapport 1995, SOU 1995:50, kap. 5).

Frågan om kärntekniklagens förhållande till miljöbalken behandlades vid ett seminarium som KASAM arrangerade hösten 2006 (KASAM rapport 2007:1). Till denna fråga återkommer vi i kapitel 6 om beslutsprocessen.

2.2 Principiella utgångspunkter

År 1993 publicerades ett antal rekommendationer och kriterier av de nordiska tillsynsmyndigheterna (den s.k. Flaggboken; se även KASAM:s kunskapslägesrapporter 1989, kap. 5 och 1995, kap. 7) bl.a. om förvarsplatsens geologi, djup och utformning av förvaret, återfyllning och förslutning av förvaret och konstruktion av avfallskapslarna. Dessa kriterier kan ses som föregångare till myndigheternas nu gällande föreskrifter och allmänna råd. Även SKB har definierat kriterier för slutförvarssystemets olika komponenter (se kapitel 4).

Följande redovisning av Flaggbokens rekommendationer syftar till att ge en allmän bakgrund till nu gällande föreskrifter, allmänna råd och kriterier.

Flaggboken anger att ett slutförvar bör utformas med i princip tre slags barriärer: behållare, buffert/återfyllning och berg. Ändamålet med dessa olika barriärer är att förhindra eller fördröja sprid-

ning av radioaktiva ämnen. För att realisera detta ändamål, måste barriärerna uppfylla ett antal allmänna kriterier.

Behållarna/avfallskapslarna ska enligt Flaggboken ha en sådan mekanisk och kemisk stabilitet att de ger en nära nog fullständig isolering av radioaktiva ämnen under en tillräckligt lång tidsrymd. Kraven på kapslarna är störst under de första tusen åren tills den största delen av de radioaktiva ämnena hunnit sönderfalla. Förekomsten av långlivade s.k. transuraner ställer dock krav på en ut hållig stabilitet och isoleringsförmåga i över 100 000 år.

Buffert och återfyllning utgör ytterligare barriärer mot spridning av radionuklider. Bufferten omsluter kapseln i deponeringshålet. Återfyllningen ska stabilisera transporttunnlar och hålla bufferten kring kärnavfallsbehållarna på plats. Sammantaget ska buffert och återfyllning bidra till slutförvarets totala stabilitet och kärnavfallets långsiktiga inneslutning och isolering.

Berget, dvs. förvarsplatsen, bör enligt Flaggboken ”ge goda naturliga förutsättningar för att förvara och isolera radioaktiva substanser”. Generella kriterier som ges är bl.a. lågt grundvattenflöde inne i förvaret, lång transporttid för grundvattnet från förvaret till biosfären, geokemiska egenskaper som medverkar till en låg korrosionshastighet hos kapselmaterialet och lokalisering till en region med låg tektonisk och seismisk aktivitet.

2.3 Föreskrifter och allmänna råd

Statens kärnkraftinspektion (SKI) och Statens strålskyddsinstitut (SSI) är de centrala myndigheterna för tillsynen av SKB:s arbete och har i olika föreskrifter och allmänna råd förtydligat de krav som ställs på ett slutförvar för det högaktiva kärnavfallet. SKB har kärnkraftsindustrins uppdrag att ta ansvar för att dessa krav blir uppfyllda.

De grundläggande kraven på slutförvaring av kärnavfallet från svenska kärnkraftverk finns i kärntekniklagen. Som framgått av avsnitt 2.1 ansvarar den som har tillstånd till kärnteknisk verksamhet också för att de åtgärder vidtas som behövs för att på ett säkert sätt slutförvara kärnavfallet (10 §). De mer detaljerade bestämmelserna har utformats av SSI och SKI i särskilda föreskrifter. Vissa anvisningar har också sammanfattats i s.k. allmänna råd, som inte är bindande.

SKI har antagit föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall (SKIFS 2002:1). Här uttalar man sig med anmärkningsvärd tydlighet inte endast om målsättningen, utan också om den konstruktion som säkerheten kräver. Säkerhet är enligt SKI:s allmänna råd till föreskrifterna förmågan hos ett slutförvar att hindra spridningen av radioaktiva ämnen. Denna säkerhet ska upprätthållas genom ett system av tekniska och naturliga barriärer, som innesluter, förhindrar eller åtminstone fördröjer spridningen av radioaktiva ämnen (3 §). Slutförvarsdjupet ska ge ”tillräckliga stabila och gynnsamma förhållanden för att slutförvarets barriärer ska fungera som avsett under tillräckligt lång tid” (Allmänna råd, s. 7). Barriärsystemet ska ha tålighet mot olika typer av händelser och innehålla flera barriärer så att säkerhet upprätthålls trots enstaka brister i en barriär (7 §). Betongkonstruktioner ska t.ex. erbjuda ett effektivt skydd om själva kärnavfallsbehållaren börjar läcka.

Av SSI:s föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall (SSIFS 1998:1) framgår bl.a. att ”människors hälsa och miljön skall skyddas från skadlig verkan av joniserande strålning, dels under den tid då de olika stegen i det slutliga omhändertagandet av använt kärnbränsle och kärnavfall genomförs, dels i framtiden. Det slutliga omhändertagandet får inte orsaka svårare effekter på människors hälsa och miljön utanför Sveriges gränser än vad som accepteras inom Sverige” (3 §). Föreskrifterna klargör också att kärnavfallet inte får vålla någon skada så länge den skadliga strålningen består, dvs. i över 100 000 år (jfr figur 1.1 och 1.2).

SSI anger också i sina föreskrifter vilken skyddsförmåga som slutförvaret ska ha. Sannolikheten för att en människa i den grupp som utsätts för den största risken att skadas av ett sådant läckage får inte överstiga en på miljonen. I första hand tänker man då på de människor som lever i förvarets närhet och utsätts för joniserande strålning som läckt ut från förvaret genom de tekniska och naturliga barriärerna till t.ex. grundvatten, sjöar och vattendrag. Hur man i praktiken ska kunna visa att ett slutförvar inte innebär en högre risk än en på miljonen är naturligtvis en komplicerad fråga. En närmare analys av riskbegreppet finns i fördjupningsrapport Riskperspektiv på slutförvaring av kärnavfall – individ, samhälle och kommunikation (KASAM Rapport 2007:4).

2.4 Bästa möjliga teknik och optimering

Enligt SKI:s föreskrifter (6 § SKIFS 2002:1) ska varje komponent i slutförvaret konstrueras med hänsyn till ”bästa möjliga teknik”. För en definition av detta begrepp hänvisar SKI till 2 kap. 3 § miljöbalken. Av förarbetena till denna bestämmelse framgår (prop. 1997/98:45 del 2 s. 16-17) att ”tekniken måste från teknisk och ekonomisk synpunkt vara industriellt möjlig att använda inom branschen i fråga. Det innebär att den skall vara tillgänglig och inte bara förekomma på experimentstadiet. Den behöver dock inte finnas i Sverige.”

SSI har i sina allmänna råd från 2005 om tillämpning av sina föreskrifter SSIFS 1998:1 understrukt att slutförvaret måste utformas med hjälp av bästa möjliga teknik och att detta gäller både förläggningsplats, utformning, bygge och drift av slutförvaret (s. 2).

I miljöbalken under *Allmänna hänsynsregler* m.m. (2 kap.) kan man läsa att ”Vid en yrkesmässig verksamhet skall bästa möjliga teknik användas för att undvika skador. Tekniken skall från teknisk och ekonomisk synpunkt vara industriellt möjlig att använda inom branschen i fråga.”

Den ursprungliga termen är inte bästa *möjliga* teknik, utan bästa *tillgängliga* teknik (engelska Best Available Technology, BAT). Detta påpekades i samband med ett seminarium om den s.k. alternativfrågan (se kapitel 3) som KASAM anordnade i februari 2006. I realiteten är det i det svenska regelverket ingen skillnad mellan dessa begrepp. Detta framgår bl.a. av förarbetena till miljöbalken, där det sägs att bästa möjliga teknik måste vara tillgänglig och från teknisk och ekonomisk synpunkt industriellt möjlig att använda (KASAM-rapport 2006:1, s. 19).

Optimering är vid sidan av BAT ett viktigt krav på slutförvaret (4 § SSIFS 1998:1). I SSI:s allmänna råd år 2005 om tillämpning av dessa föreskrifter sägs att optimering och bästa möjliga teknik bör användas parallellt i syfte att förbättra förvarets skyddsförmåga (s. 2).

Optimering kan beskrivas som en tillämpning av den s.k. ALARA-principen. Den joniserande strålningen, som människor kan riskera att utsättas för, ska inte endast understiga ett visst föreskrivet gränsvärde; den ska vara ”As Low As Reasonably Achievable”, dvs. så låg som rimligen är möjligt. Ett system med tröskeldoser övergavs av ICRP redan under 1950-talet i och med nya kunskaper om att inga doser över bakgrundsnivån kunde be-

traktas som säkra. Optimering är enligt SSI:s föreskrifter en begränsning av stråldoser till människor ”så långt detta rimligen kan göras med hänsyn tagen till såväl ekonomiska som samhälleliga aspekter” (2 §). Det främsta medlet för optimering är risk- eller säkerhetsanalyser, som syftar till att beskriva slutförvarets skyddsförmåga efter en förslutning. Vad är sannolikheten för att de tekniska barriärerna bryts ner (t.ex. genom korrosion)? Hur stor är risken för att olika typer av klimatförändringar försämrar slutförvarets skyddsförmåga? Dessa frågor kan besvaras genom att studera slutförvarets utveckling under en serie olika – och inte helt osannolika – händelseförlopp (scenarier). När det gäller t.ex. klimatförändringar bör man i första hand studera konsekvenserna av istider och permafrost.

En central punkt i SSI:s föreskrifter och allmänna råd är kraven/rekommendationerna på redovisning av risk *för olika tidsperioder* efter förslutning. Detta problemkomplex behandlas i fördjupningsrapporten *Tid för slutförvaring av kärnavfall – samhälle, teknik och natur*, KASAM Rapport (2007:3).

2.5 De etiska förutsättningarna

Etiska frågor kring kärnavfall faller under s.k. miljöetik. När man studerar de etiska förutsättningarna för det svenska regelverket kring frågan om slutförvaring av använt kärnbränsle, är det viktigt att skilja mellan *beskrivande* och *normativ* miljöetik (eller mer generellt mellan beskrivande och normativ etik).

Inom den *beskrivande* miljöetiken försöker man upptäcka, beskriva och klassificera människors, grupper eller samhällets miljövärderingar. Man kan t.ex. söka att (1) beskriva och klassificera de moraliska värderingar som direkt eller indirekt styr miljövärdens och miljöpolitikens utformning och (2) analysera hur människor i allmänhet reagerar på miljöpolitiska åtgärder (utifrån deras egna grundläggande värderingar om hur man som människa ska förhålla sig till naturen). Det är viktigt att understryka att det är många andra än de som sysslar med universitetsämnet etik som ägnar sig åt beskrivande etik. Forskare inom både samhällsvetenskap, humaniora och etik bedriver forskning inom området beskrivande etik. Vi skulle kunna tala om ”värderingsforskning” på miljöområdet som en mer generell kategori av forskning. Utan en sådan värderingsforskning, blir det svårt att på ett meningsfullt sätt bedriva en

normativ etik. Vi behöver få kunskap om vilka grundvärderingar människor har när det gäller vårt förhållande till naturen, särskilt om:

- hur dessa grundvärderingar förmedlas, tolkas eller kanske t.o.m. med ignoreras av institutioner och myndigheter,
- hur dessa grundvärderingar är kopplade till handlingar och levnadssätt, och
- hur man på ett framgångsrikt och acceptabelt sätt kan påverka människors moraliska värderingar, osv.

Det som är specifikt för etiker är att de inte nöjer sig med att beskriva människors grundläggande värderingar eller attityder emot naturen, utan vill också kritiskt och konstruktivt granska dessa värderingar. Ett sådant konstruktivt och kritiskt studium av miljöfrågorna kan kallas *normativ* etik. Inom normativ miljöetik försöker man att kritiskt och konstruktivt granska de moraliska värderingar som direkt eller indirekt styr miljövärdens och miljöpolitikens utformning och människors reaktioner på dessa. Här är några exempel på normativa miljöetiska frågor:

- Bör vi försöka bevara utrotningshotade arter och i så fall varför och i vilken utsträckning?
- Bör vi ta hänsyn till kommande människogenerationer vid t.ex. nyttjandet av icke-förnybara naturresurser som fossila bränslen?
- Har vi i vår generation rätt att göra av med all olja?
- Om vi har rätt till detta bör framtida generationer i så fall kompenseras på något sätt?

Etiska teorier om vad som är kriteriet på rätt handling spelar en viktig roll inom den normativa etiken. Man brukar vanligtvis skilja mellan *konsekvensetik* och *pliktetik*. Konsekvensetiken utgår från att det är konsekvenserna som avgör huruvida en handling är rätt eller fel – pliktetiken utgår snarare från själva handlingen. Ett exempel kan klargöra skillnaden. Det är moraliskt fel att ljuga. Men detta kan tolkas på två olika sätt. Antingen är själva handlingen att ljuga fel. Eller så är handlingen fel, därför att den medför konsekvenser som är skadliga eller destruktiva.

Följande fråga skulle nu kunna ställas till det ovan sammanfattade svenska regelverket kring slutförvaring av använt kärnbränsle: Vilken etisk teori är förutsatt i detta regelverk? Ett svar kan ta sin utgångspunkt i ett bidrag till ett tidigt KASAM-seminarium om *Etik och kärnavfall* 1987 (se SKN-rapport 28). Där skriver

Sven Ove Hansson att den dominerande formen av konsekvensetik är utilitarismen och att denna är väl lämpad för sannolikhetsanalys. Den ekonomiska vetenskapens behandling av risk och osäkerhet har också utilitarismen som sin filosofiska bas. Den formaliserade riskanalysen bygger nästan uteslutande på utilitaristiska modeller.

Grundprincipen inom utilitarismen kan formuleras på olika sätt, men enligt en utformning är en handling moraliskt rätt om den sannolikt – för alla som berörs av handlingen – medför ett större överskott av lust över lidande än varje annan handling. Tillämpat på frågan om ett beslut om konstruktionen av ett slutförvar för det svenska använda kärnbränslet blir alltså den grundläggande moraliska och etiska frågan följande: Är det sannolikt att detta beslut – för alla som berörs av beslutet och dess genomförande – innebär ett större överskott av lust över lidande än varje annan handling?

Den utilitaristiska teorin förefaller ligga mycket nära till hands om man vill ge en etisk tolkning av det svenska regelverket om slutförvaring av använt kärnbränsle. Den grundläggande frågan handlar om att minimera kärnavfallens skadeverkningar i form av lidande, sjukdom och död. Därvid ska man beakta alla som berörs av handlingen, dvs. också framtida generationer. Risk- och säkerhetsanalysen förser oss med svaret också på kärnavfallsfrågans etiska utmaning. Bästa tillgängliga teknik förutsätts kunna minska riskerna och optimering syftar till att så litet som rimligen är möjligt ska läcka ut från förvaret i form av radionuklider som kan skada liv och människor.

Men det finns vissa inslag i det svenska regelverket som inte lika naturligt låter sig tolkas med hjälp av en utilitaristisk teori. Dit hör t.ex. den grundläggande principen om producentansvar, dvs. 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 i verksamheten uppkommet kärnavfall eller däri uppkommet kärnämne som inte används på nytt” (kärntekniklagen, 10 §). Denna princip om producentansvar (”polluter pays principle”) har varit av grundläggande betydelse för hanteringen av använt kärnbränsle i Sverige. Den berör en mer allmän ansvarsprincip, som framhävts i olika nationella och internationella sammanhang i deras verksamhet. Med ”polluter” avses här främst ett ansvar hos kärnkraftsproducenterna, men man kan i uttrycket även tolka in ett ansvar för dem som använt elektriciteten, dvs. elkonsumenterna. Detta innebär att vi i Sverige har ett gemensamt ansvar för landets radioaktiva avfall. Det ska inte lämnas över till komm-

ande generationer, utan tas om hand redan i dag. Vi kan kalla detta ansvarsprincipen.

Producentansvarsprincipen, liksom ansvarsprincipen i mer allmän betydelse, kan naturligtvis i sin tur motiveras utilitaristiskt. Om vi iakttar dessa principer, så blir konsekvenserna bättre och skadeverkningarna av det använda kärnbränslet mindre. Man skulle emellertid också kunna ifrågasätta om producentansvarsprincipen och ansvarsprincipen verkligen ligger i linje med den utilitaristiska principen. Någon skulle kanske kunna ge skäl för att en annan fördelning av ansvaret för det använda kärnbränslet medför bättre konsekvenser. I USA är den federala regeringen ansvarig för slutförvaringen. Erfarenheterna av denna modell är kanske inte alltigenom positiva – men det kanske beror på andra saker än ansvarsfördelningen.

Ansvarsprincipen är tydligt förankrad i det internationella regelverket för hanteringen av kärnavfallet. IAEA antog 1995 grundläggande principer för hanteringen av radioaktivt avfall (*The Principles of Radioactive Waste Management*). Enligt artikel 5 ska avfallet hanteras på ett sätt ”som inte pålägger framtida generationer oskäliga bördor”. Med hänvisning till dessa principer utvecklades denna tanke i IAEA:s *Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management* från 1997. Sverige är anslutet till denna konvention. Enligt Artikel 1 är konventionens målsättning bl.a.:

att säkerställa att det, under alla faser av hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall, finns effektiva skydd mot möjliga faror så att individer, samhället och miljön skyddas från skadliga verkningar av joniserade strålning, nu och i framtiden, på ett sådant sätt att behoven och strävandena hos dagens generation tillgodoses utan att äventyra möjligheten för kommande generationer att tillgodose sina behov och strävanden. (Prop. 1997/98:145, bilaga 59, s. 161).

Denna formulering anknyter till vissa etiska resonemang, som har blivit vanliga i internationella miljösammanhang. En utgångspunkt kan tas i Bruntlandskommissionens berömda definition 1988 av hållbar utveckling:

En hållbar utveckling kan definieras som en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov. (Vår gemensamma framtid, 1988, s. 57).

Om vi accepterar tanken om en hållbar utveckling accepterar vi alltså att vi har en moralisk förpliktelse mot framtida människogenerationer. Resurser och bördor bör fördelas rättvist mellan nu levande och kommande generationer. Detta betyder att rättviseprincipen har tidsmässigt utvidgats till att innefatta inte bara nu levande människor utan också kommande människogenerationer. I vårt handlande och vår samhällsplanering bör vi alltså ta moralisk hänsyn inte bara till nu levande människor (traditionell antropocentrism), utan också till kommande människogenerationer (intergenerationell antropocentrism). Här kan vi tala om en ny etik. Tidigare har vi människor sällan föreställt oss att vi skulle kunna ha ett moraliskt ansvar som sträcker sig längre än någon generation eller två in i framtiden. Men kärnavfallsfrågan vidgar ansvaret på ett dramatiskt sätt längre än vi kan föreställa oss, dvs. så länge som kärnavfallet utgör en hälsofara, dvs. 100 000-tals år in i framtiden. En viktig forsknings- och värderingsfråga blir då naturligtvis vad mer exakt detta ansvar eller hänsyn innebär, i synnerhet i situationer när våra intressen kan komma i konflikt med de intressen som kommande generationer kan tänkas ha. Detta ”nya” miljöetiska tänkesätt (som också kallats ”den hållbara utvecklingens etik”) dominerar i den politiska debatten både nationellt och internationellt.

Sammanfattningsvis kan man alltså i regelverket kring hanteringen av kärnavfall urskilja en etisk teori sammansatt av en utilitaristisk princip och en ansvars- och rättviseprincip. Enligt den utilitaristiska principen ska man eftersträva ett sådant beslut i kärnavfallsfrågan som sannolikt – för alla som berörs av beslutet – medför ett större överskott av lust över lidande än varje annan handling. BAT och optimering antas ligga i linje med denna princip. Enligt ansvars- och rättviseprincipen ska kärnavfallet hanteras på ett sätt som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov.

2.6 Avslutande reflektioner

I detta kapitel har vi sammanfattat det svenska regelverket för hanteringen av det använda kärnbränslet från svenska kärnkraftverk. Det återfinns i olika författningar, främst kärntekniklagen och miljöbalken, samt SKI:s och SSI:s föreskrifter och allmänna råd. Dessa bestämmelser och rekommendationer är avstämde mot

olika internationella överenskommelser och fördrag. I olika avseenden kan man i detta regelverk också urskilja vissa grundläggande etiska riktlinjer.

Lagstiftningen tillsammans med SKI:s och SSI:s föreskrifter har varit vägledande för inriktningen av SKB:s slutförvarsprogram. Föreskrifterna har dock i viss utsträckning tillkommit parallellt med att SKB har utvecklat slutförvarsprogrammet. Detta regelverk i sin helhet kommer att vägleda den kommande prövningen av SKB:s ansökningar om att bygga en inkapslingsanläggning och en slutförvaringsanläggning. En viktig demokratifråga är oundviklig: i vilken utsträckning kommer denna prövningsprocess att vara öppen och tillgänglig för medborgarna i allmänhet?

Frågan är relevant därför att det är svårt att tränga in i de svårbegripliga tekniska och vetenskapliga frågorna om t.ex. svetssteknik och barriärkonstruktioner. Det är dessutom inte helt lätt att förstå innebörden av bestämmelserna i olika författningar – för att inte tala om den beslutsprocess i vilken de kommer att tillämpas (se vidare kapitel 6).

Åtgärder för att främja transparens och genomlysning blir i detta sammanhang av centralt värde. KASAM har låtit göra en förstudie om den närmare innebörden av dessa värden och de metoder som främjar deras förverkligande. I denna förstudie är den s.k. RISCUM-modellen av grundläggande betydelse (se vidare Kjell Andersson, *Genomlysning av beslutsprocess och beslutsunderlag på kärnavfallsområdet - Rapport från förstudie*. Karita research. April 2007). Det handlar om fakta (är detta sant?), legitimitet (är detta rättvist?) och autenticitet (är du uppriktig?, vilka är dina värderingar?). ”Genomlysning med hjälp av RISCUM modellen innebär att ge deltagarna¹ insyn och möjlighet att skaffa sig en uppfattning om argumentens sanningshalt och relevans samt om aktörernas² autenticitet. Detta görs genom att aktörerna utsätts för ingående utfrågning från olika vinklingar och att värderingar bakom sakargumenten tydliggörs” (Andersson 2007, s. 16). RISCUM-modellen tillämpades inte fullt ut vid den utfrågning om ”djupa borrhål” som KASAM arrangerade 14-15 mars 2007. Denna utfrågning får ses som ett första exempel på detta arbetssätt, men KASAM avser att vid kommande utfrågningar, på ett mer systematiskt sätt tillämpa denna modell så att de som utfrågas avkrävs svar

¹ Med deltagarna avses här de som deltar i den aktuella genomlysningen. Vilka de är beror på vilken fråga som behandlas men kravet på insyn betyder att genomlysningen är offentlig.

² Med aktörerna avses här de organisationer som utfrågas vid den aktuella genomlysningen.

(”stretchas”) i frågor om fakta och värderingar samt legitimitet och autenticitet.

3 Alternativen

Frågan om alternativa metoder för att skydda människa och miljö mot kärnavfallens joniserande strålning och dess skadlighet har diskuterats alltsedan kärnkraftens barndom. Från 1973 och fram till mitten av 1980-talet var kärnkraften föremål för en omfattande och engagerad offentlig debatt – en av huvudfrågorna var just kärnavfallshandlingen. Enligt villkorslagen 1977 krävdes en ”helt säker” metod för slutlig förvaring av det använda kärnbränslet. Den s k AKA-utredningen (Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall, SOU 1976:30, 31 och 41) utpekade två huvudalternativ: deponering av avfallet efter upparbetning av det använda kärnbränslet eller direkt deponering av det använda kärnbränslet. Så småningom utmönstrades upparbetningsalternativet och KBS-3-metoden växte fram – liksom olika förslag om alternativa metoder.

KASAM behandlade alternativfrågan redan i sin första kunskapslägesrapport 1986. Frågan återkommer i kunskapslägesrapporten 1992, i KASAM:s yttrande över SKB:s Fud-program 98, i en särskild rapport om etiska dilemman kring kärnavfall 1999 (*Ansvar, rättvisa och trovärdighet*), i KASAM:s yttrande över SKB:s kompletterande redovisning år 2000 till FUD-program 98, i KASAM:s yttrande över SKB:s Fud-program 2001 och i kunskapslägesrapporterna från 2001 och 2004.

I KASAM:s yttrande över Fud-program 98 behandlades de fem olika strategier för hantering av kärnavfall som övervägts i det internationella idéutbytet (SOU 1999:67):

- Kvittblivning genom utskjutning i rymden (alternativ A).
- Deponering i otillgängliga områden på vår planet, exempelvis under Antarktis istäcke eller i havsbottensediment på stort djup (alternativ B).
- Långtidslagring av det använda bränslet i ett övervakat förvar – eventuellt i avvaktan på den fortsatta utvecklingen av andra

strategiska och tekniska alternativ, det s.k. noll-alternativet (alternativ C).

- Kärnteknisk omvandling, transmutation, av avfallet för att reducera dess farlighet (alternativ D).
- Slutförvaring av avfallet djupt ner i berggrunden (alternativ E).

3.1 Alternativ A och B

Alternativ A och B kan snabbt och av uppenbara skäl avföras från diskussionen. Dit hör t.ex. uppskjutning av avfallet i rymden eller deponering av kärnavfallet i bottensediment i de stora oceanerna. Dessa lösningar skulle medföra oacceptabla säkerhetsrisker och/eller brott mot internationella konventioner (Convention on the prevention of marine pollution by dumping of wastes and other matter 1972, Konventionen om säkerhet vid hanteringen av använt kärnbränsle och om säkerheten vid hanteringen av radioaktivt avfall 1997).

3.2 Alternativ C

Alternativ C brukar beskrivas som det s.k. nollalternativet. Ett sådant alternativ ska redovisas enligt Miljöbalken och innehålla en beskrivning av de konsekvenser som uppstår om verksamheten inte kommer till stånd (miljöbalken 6 kap. 7 § 4; KASAM-rapport 2006:1, s. 12). Nollalternativet i kärnavfallsfrågan skulle kunna beskrivas på tre olika sätt. Det första underalternativet (C 1) innebär en fortsatt mellanlagring i Clab. Det andra (C 2) innebär uppförandet av någon form av torr lagring på eller i omedelbar närhet till jordytan. Underalternativ C 3 liknar C 2, men här är det torra förvaret avsett som en mellanlagring i avvaktan på en mer slutgiltig lösning.

Underalternativ C 1 innebär alltså att Clab som nu fungerar som ett mellanlager tas i anspråk under en avsevärt längre tidsrymd än den som ursprungligen beräknats. Problemet är naturligtvis att Clab är konstruerat som ett mellanlager för ca 40 år och inte uppfyller de säkerhetskrav man kan ställa under en längre tidsperiod. Detta gäller särskilt om Clab plötsligt lämnas utan tillsyn. SKB har år 2000 – i sin komplettering till Fud-program 98 – be-

skrivit konsekvenserna av en förlängd mellanlagring i Clab upp till ca 250 år. Kontinuerliga renoveringsarbeten kan upprätthålla säkerheten, men vad händer om det snabbt måste överges till följd av krig eller miljökatastrof? Om kylpumparna avstannar och detta sker medan bränsletemperaturen fortfarande är hög, kan vattnet avdunsta och frilägga bränslet. Bränslet skulle då kunna få allvarliga skador och farliga radionuklider efter ganska kort tid läcka ut i biosfären. Om kylningen upphör efter det att bränslet svalnat, behöver konsekvenserna inte bli lika allvarliga.

Underalternativ C 2 innebär en förlängd mellanlagring i s.k. torr förvar på eller i nära anslutning till markytan. En variant av torr lagring, DRD (Dry Rock Deposit), är avsedd för lagring under mycket lång tid, flera tusen år. I DRD-konceptet placeras behållare med bränsle i ett självdränerande berggrum, som byggs i en bergformation som skjuter upp över en omgivande dalsänka. Efter deponering stängs berggrummet. Inga insatser krävs för länsdumpning eller kylning. Tanken är att minimera behovet av underhåll och övervakning, så att lagringen kan ske under lång tid. Höga temperaturer och närvaro av syre gör dock att det är svårt att visa att behållarna förblir täta under långa tidsperioder (*Underlag för samråd enligt miljöbalken*, kap. 6. SKB, maj 2006, s.22).

Underalternativ C 3 påminner om C 2 med den skillnaden att den torra lagringen *endast* är avsedd som en mellanlagring i avvaktan på att en ny och bättre teknik. I debatten har det vid olika tillfällen framförts uppfattningen att ett beslut om slutförvaring bör uppskjutas, så att man kan dra nytta av den teknikutveckling som kan komma om hundratals år (KASAM-rapport 2006:1, s. 25). Under mellanperioden bör det använda kärnbränslet deponeras i ett torrt bergförvar på markytan och vara tillgängligt att omhändertas när teknologin för detta blir tillgänglig. Argumentet för detta skulle kunna hämtas från utilitaristisk teori – en bättre slutförvarsteknik ökar säkerheten och minskar riskerna för framtida generationer. Den utilitaristiska principen strider visserligen mot ansvars- och rättvisepincipen att vår generation är moraliskt skyldig att omhänderta det farliga avfallet – men i en sådan konflikt bör man ge företräde till den utilitaristiska principen.

Låt oss anta att det är sannolikt att en bättre framtida teknik skulle kunna göra ett slutförvar säkrare än med den bästa teknik som är tillgänglig idag. Är det ett tillräckligt skäl att överge ansvarsprincipen och överlämna frågans lösning till framtida generationer? Det kan ifrågasättas, eftersom det inte kan uteslutas att vi

redan idag har en tillräckligt säker lösning för slutförvaring och att det kan vara så att en framtida lösning endast marginellt förbättrar säkerheten för framtida generationer. Åsidosättandet av ansvarsprincipen förutsätter att vi idag inte har en tillräckligt god teknik för att uppföra ett slutförvar. Men detta återstår att pröva när SKB lämnat in sin ansökan om uppförande av ett slutförvar för använt kärnbränsle 2009.

Därtill kommer naturligtvis att det inte alls är säkert att vi har en bättre teknik hundratals år framåt i tiden. Samhällsutvecklingen kanske inte alls har gått framåt utan bakåt. Landet kan ha drabbats av svåra ekonomiska, sociala eller medicinska problem. Då hamnar vi i den sämsta av alla världar: ett samhälle i kris utan resurser att ta hand om det farliga avfallet.

Man skulle kunna sammanfatta den etiska frågan på följande sätt: om det kan göras sannolikt att vi får en bättre teknik i framtiden, så utesluter inte detta att dagens teknik är tillräckligt bra. I så fall kan ansvarsprincipen ges företräde framför den utilitaristiska principen. Man kan också ifrågasätta förutsättningen att frågan får en bättre lösning i framtiden. I så fall strider inte den utilitaristiska principen mot ansvars- och rättvisepincipen. Vi har en dubbel moralisk anledning att ta hand om avfallet så snart som en tillräckligt säker metod uppvisats.

KASAM framhöll i sitt yttrande 1999 över SKB:s Fud-rapport 1998 att det kan finnas ytterligare skäl mot en förlängd mellanlagring i Clab eller något annat mellanlager:

Utvecklingen av en fruktbar idé till en mogen, utprovad teknik tar decennier, när tekniken skall fylla de anspråk som ställs på hantering och slutförvaring av högaktivt avfall. Under tiden hinner den kompetens inom kärnavfallsområdet som nu finns hos myndigheter, kärnkraftföretag, SKB, universitet och konsulter att skingras. Om dessutom kärnkraften avvecklats under tiden och avfallsarbetet satts på sparlåga blir arbetsområdet ointressant och får ingen nyrekrytering. Engagemang, överblick och detaljkunskaper finns nu. Att riskera att avveckla denna resurs är ett dåligt alternativ. (KASAM:s Fud-yttrande 1999, SOU 1999:67, s. 23 f.)

3.3 Alternativ D

Alternativ D kan sammanfattas under begreppet *transmutation*. Metoden beskrevs redan i KASAM:s kunskapslägesrapport 1986 (s. 35). Idén bygger på att man omvandlar mer långlivade radioaktiva ämnen till mer kortlivade genom att bestråla dem med neutroner. Detta kan ske i en vanlig kärnreaktor eller med hjälp av en kraftfull partikelaccelerator. Enligt vissa bedömare har vi idag tillgång till en teknik som skulle göra det möjligt att omvandla kärnavfallet så att det endast behöver slutförvaras i en kortare tid än 1 000 år för att nå naturliga strålningsnivåer (se Janne Wallenius bidrag till Andrén & Sandberg, s. 108).

I KASAM:s kunskapslägesrapport 2004 behandlas frågan om transmutation ingående i ett särskilt kapitel, där professor Henri Condé vid Uppsala universitet medverkade. Slutsatserna är inte särskilt hoppgivande.

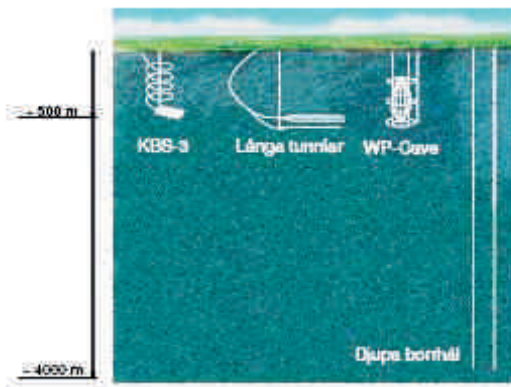
Utnyttjandet av transmutation för det svenska kärnavfallet blir en fråga för kommande generationer. Med dagens kunskap om denna teknik är det inte acceptabelt att avbryta eller senarelägga det svenska slutförvarsprogrammet, med hänvisning till transmutation som ett möjligt alternativ. Däremot stärker detta möjliga framtida alternativ kravet på att förvaret skall utformas så att återtagning av avfallet blir möjlig. Enligt de etiska principer, som bland andra 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, kemisk separationsteknik och materialteknik. 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). (SOU 2004:67, s. 381-382).

Därtill kommer att metoden inte innebär att allt kärnavfall kan omvandlas till ofarliga ämnen. Ett slutförvar – låt vara av mer begränsad omfattning – skulle ändå behövas.

3.4 Alternativ E

Alternativ E omfattar slutförvaring av avfallet djupt ner i berggrunden eller andra geologiska formationer. Det är denna metod som alla berörda länder inriktar sig på. Däremot skiljer sig lösningarna åt beroende på de geologiska formationer som är tillgängliga i respektive land och på vilket sätt de har bedömts som ändamålsenliga för isolering av kärnavfallet från biosfären under mycket långa tider. Saltformationer har sedan länge studerats i USA och Tyskland. Frankrike har intresserat sig för deponering i lerlager. Finland, Schweiz och Sverige har huvudsakligen inriktat sig på slutförvaring i urberg. Tre olika metoder för en sådan deponering har studerats i Sverige och blivit föremål för olika studier av SKB (se t.ex. Underlag för samråd enligt miljöbalken, SKB, maj 2006, kap. 6).

Figur 3.1 Alternativa metoder för geologisk deponering



Källa: Bilden är hämtad från Underlag för samråd enligt miljöbalken, SKB, maj 2006, s. 10.

Underalternativ E 1 – KBS-3-metoden - är den mest genomarbetade metoden och SKB:s huvudalternativ. Den har blivit föremål för forskning och utveckling av SKB i olika studier och presenteras närmare i kapitel 5. Det använda kärnbränslet innesluts i kopparkapslar, som deponeras på ca 500 meters djup i en för ändamålet

lämpad geologisk omgivning. Kapslarna omges med ett lager bentonitlera, som utgör en buffert för mindre rörelser i berget och förhindrar att korroderande ämnen kommer i kontakt med kapseln. Bentoniten fungerar också som en barriär för att radionuklider från kärnavfallet ska kunna spridas och nå upp till markytan om kapseln skadas.

Underalternativ E 2 går under beteckningarna *långa tunnlar* respektive *WP-Cave* (en förvaringsmetod som ursprungligen utvecklades av konsulter inom företaget Widmark & Platzer). Långa tunnlar liknar i många avseenden KBS-3-metoden, men innebär en spridning av det inkapslade kärnbränslet i ca 5 km långa tunnlar. Varje tunnel återfylls och genom spridningen skulle säkerheten kunna öka. Lokala brister och sättningar i urbergsformationen skulle endast kunna skada några enskilda kapslar. WP-Cave är ett annat koncept som bygger på en tätare deponering än som förutsätts i KBS-3-metoden. Kapslarna skulle deponeras i en burliknande konstruktion med relativt hög värme och som helhet vara omgivna av en bentonitbuffert. Hela slutförvarsstrukturen skulle i sin tur vara omsluten av en hydraulisk bur för att förhindra vatten genomströmning.

Långa tunnlar och WP-Cave har av SKB ansetts rymma alltför många osäkerhetsmoment för att vara värda ett utförligare studium.

Underalternativ E 3 har sammanfattats under beteckningen *djupa borrhål* och innebär att avfallet innesluts i kapslar, som sedan sänks ner i borrhål till 2-4 km djup i det svenska urberget. Huvudmotivet för denna metod är att vattenomsättningen på detta djup är mycket begränsad och att det skulle ta så lång tid för grundvattnet att transportera upp radioaktiva ämnen från kapslarna att den farliga strålningen avklingat innan dessa ämnen når ut i biosfären. Kunskaperna om bergets egenskaper på dessa djup är begränsade och SKB beräknade för några år sedan att ett forsknings- och utvecklingsarbete om detta alternativ skulle ta ca 30 år och kosta minst 4 miljarder kronor (Clab tillsammans med en inkapslingsanläggning samt ett slutförvar beräknas enligt SKI sammanlagt kosta 26 miljarder kronor). Därtill kommer att metoden i praktiken är ett enbarriärssystem eftersom kapslar och buffert mycket snart kommer att bli utsatta för stora påfrestningar. Därmed uppkommer också frågan om metoden uppfyller SKI:s föreskrifter och krav på ett flerbarriärssystem. Säkerheten vid själva deponeringen är ett annat problem. Kapslarna kan fastna eller skadas på vägen ner

genom berget. Möjligheten att återta det deponerade bränslet är i praktiken obefintligt.

3.5 Översiktlig värdering

För att illustrera en översiktlig värdering av olika systemlösningar för slutförvaring av använt kärnbränsle, gjorde KASAM i sitt yttrande över Fud-program 92 en tabell över olika metoder med avseende på fem kriterier: säkerhet, återtagbarhet, tillsynsfrihet, flexibilitet och kostnader (SOU 1993:67 s. 16). Med ledning av kunskaps- och teknikutvecklingen sedan den tiden, kan ett liknande uppdaterat schema uppställas för de här angivna metoderna *C 1*, *C 2*, *E 1*, *E 2* och *E 3*. Vi har dessutom tillfogat ett sjätte kriterium, nämligen åtgärdbarhet.

Med *säkerhet* avses att förvaret sannolikt skulle kunna uppfylla tillsynsmyndigheternas krav på ett slutförvar – även om det skulle kräva ett mer eller mindre omfattande utvecklingsarbete. Säkerheten ska tillgodoses både under byggnads- och driftsskedena.

Med *återtagbarhet* avses att en framtida generation skulle kunna återta det använda kärnbränslet utan alltför omfattande risker för skador.

Med *tillsynsfrihet* avses att förvaret för säkerhetens skull inte ska behöva inspekteras eller underhållas efter förslutningen.

Med *flexibilitet* avses möjligheten att anpassa utformningen av förvaret efter de lokala förhållandena i omgivningen.

Med *kostnader* avses kostnader i jämförelse med ett slutförvar enligt KBS-3-metoden tillsammans med mellanlagring och inkapslingsanläggning (ca 26 miljarder kronor enligt SKI). Är det sannolikt att de är mindre (+) likvärdiga (0) eller större (-)?

Med *åtgärdbarhet* avses möjligheten att efter en förslutning åtgärda brister eller genomföra förbättringar i slutförvaret (som inte förutsetts innan förslutning).

Plustecken (+) indikerar att metoden sannolikt uppfyller kriteriet. Med 0 avses sämre kriterieuppfyllelse än vad som avses med + (även om metoden i den aktuella bemärkelsen inte är oacceptabelt dålig). Minustecken (-) markerar att metoden inte alls uppfyller det avsedda kriteriet. Frågetecken (?) markerar att tillräcklig kunskap om kriterieuppfyllelse saknas.

Tabell 3.1 Tabellen visar i vilken utsträckning olika metoder uppfyller de uppställda kriterierna: säkerhet, återtagbarhet, tillsynsfrihet, flexibilitet och kostnader

	Säkerhet ¹	Återtagbarhet	Tillsynsfrihet	Flexibilitet	Kostnader	Åtgärdbarhet
Clab	-	+	-	+	+	?
Torra berggrum ²	-	+	-	+	+	+
Långa tunnlar	0	+	+	0	?	0
WP-Cave	0	+	+	0	?	0
KBS-3	+	+	+	+	(ref alt)	+
Djupa borrhål	0	-	+	+	-	-

Källa: Bearbetad efter SOU 1993:67 s.16.

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 enligt KASAM:s yttrande över Fud-program 2004 (SOU 2005:47 s. 133).

3.6 Avslutande reflektioner

Djupa borrhål är det slutförvaringsalternativ som under den senaste tidens svenska debatt har uppfattats som den främsta konkurrenten till KBS-3-metoden. SKB har i olika sammanhang berört frågan alltsedan slutet av 1990-talet och miljöorganisationerna har länge verkat för att frågan ska utredas ytterligare. Under år 2006 har SKB och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) tagit fram rapporterna: *Djupa borrhål – status och analys av konsekvenser vid användning i Sverige* (SKB Rapport R-06-58) respektive *Slutförvaring av högaktivt avfall i djupa borrhål - En utvärdering baserad på senare års forskning om bergrunden på stora djupa* (MKG-

¹ I begreppet säkerhet ingår både den långsiktiga säkerheten och driftsäkerhet (dvs. säkerhet under deponering).

² Alternativet är inte helt jämförbart med övriga alternativ eftersom det i regel avser en lagring av kärnavfallet intill dess att en slutgiltig lösning erhållits, dvs. upp till ca 300 år.

rapport 1, 2006). Dessa bägge rapporter utmynnar i olika slutsatser. Enligt SKB-rapporten är en borrhålsdeponering ”både ett intressant och svårigenomförbart alternativ. De säkerhetsfördelar de antagna stagnanta grundvattenförhållandena kan förväntas medföra är dock svåra att visa med den säkerhet som krävs för slutlig förvaring av använt kärnbränsle” (R-06-58 s. 4). MKG-rapporten är mer optimistisk i frågan om möjligheterna att genomföra en tillförlitlig säkerhetsanalys och att utveckla en effektiv borrhåls-teknik. MKG-rapporten framhåller den stora fördelen med stagnanta grundvattenförhållanden på större djup. Detta sakförhållande ifrågasätts inte heller i SKB-rapporten, som istället framhäver praktiska svårigheter i form av utredningskostnader och förseningar av slutförvarsprojektet (se SKB rapport R-00-28, s. 9).

KASAM har vid olika tillfällen (Fud-yttrande 1999, kap 2; Fud-K-yttrande 2001 s. 9; och senast vid sin granskning av SKB:s Fud-Program 2004) bedömt att deponering av använt kärnbränsle i djupa borrhål inte är en realistisk metod (SOU 2005:47 s. 132). Genomlysningen av djupa borrhålskonceptet våren 2007 bekräftar KASAM:s bedömning att det inte verkar finnas någon i miljöbalkens mening tillgänglig teknik för deponering i djupa borrhål och att sådan teknik inte kan förväntas bli tillgänglig inom tidshorisonten för den planerade beslutsprocessen. Såväl borrhåls-teknik som sensorteknik har emellertid utvecklats under de senaste 10-15 åren, främst genom FoU-insatser inom olje- och gasindustrin. KASAM anser därför att det finns mycket goda skäl för SKB att tydligt redovisa och motivera sina ställningstaganden vad gäller konceptet ”djupa borrhål” dels i Fud-program 2007, dels i den till år 2009 aviserade ansökan om slutförvarsanläggningen. KASAM avser också att följa utvecklingen inom området, framför allt vad avser teknik för sådana borrhålsningar och mätningar som syftar till att undersöka om berggrunden har de egenskaper som krävs för att metoden ska resultera i en säker slutförvaring.

4 Planeringsförutsättningen

I ett beslut från 2001 uttalade regeringen att SKB bör använda KBS-3-metoden som ”planeringsförutsättning” för de kommande platsundersökningarna (Regeringsbeslut 2001-11-01). Visserligen underströks i samma beslut ”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”. Men KBS-3-metoden har bl.a. genom regeringsuttalandet år 2001 fått en särställning inför det s.k. metodvalet. Också SKI har vid olika tillfällen gjort en positiv värdering av SKB:s systemval och säger i sitt yttrande till regeringen över SKB:s Fud-program 2004 att ”slutförvaring enligt KBS-3-metoden fortfarande framstår som det mest ändamålsenliga sättet för att slutligt omhänderta det använda kärnbränslet”.

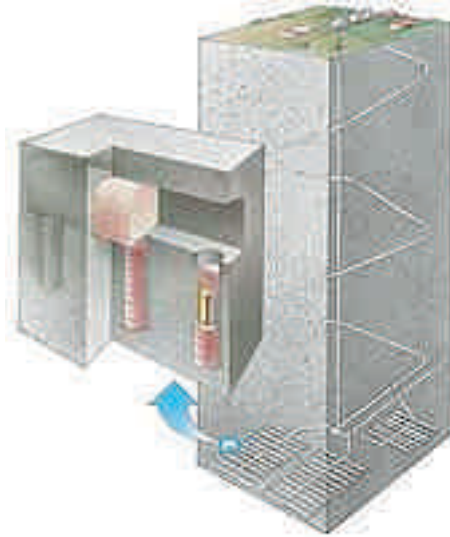
I november 2006 lämnade SKB in en ansökan om tillstånd enligt kärntekniklagen för att uppföra en inkapslingsanläggning vid Clab. I denna ansökan anger SKB syftet med denna anläggning och det med denna anläggning sammankopplade slutförvaret.

SKB har som syfte att ett slutförvar för kärnbränsle från de svenska kärnreaktorerna ska skapas inom Sveriges gränser och med frivillig medverkan av berörda kommuner. Slutförvaret ska byggas, drivas och förslutas med säkerhet, strålskydd och miljöhänsyn i fokus. Det ska vara utformat så att olovlig befattning med kärnbränsle förhindras både före och efter förslutning. Den långsiktiga säkerheten ska baseras på ett system av passiva barriärer. Slutförvaret skall etableras av de generationer som dragit nytta av de svenska kärnreaktorerna och utformas så att det förblir säkert även utan framtida underhåll eller övervakning. (SKB:s ansökan om inkapslingsanläggning, bilaga A, 3.1 Syfte och ändamål, s. 7).

För att uppfylla detta syfte krävs enligt SKB en inkapslingsanläggning och ett slutförvar. Ansökan om slutförvar kommer att lämnas in 2009, men i och med ansökan 2006 står det klart att SKB

planerar att utforma slutförvaret enligt den s.k. KBS-3 metoden. I SKB:s Fud-program 2004 s. 27 presenteras denna metod med hjälp av nedanstående bild (figur 5.1).

Figur 4.1 KBS-3-metoden



I urberget, 500 meter under markytan, ska allt använt kärnbränsle slutförvaras. Bränslet är inneslutet i kopparkapslar som är omgivna av bentonit lera. Metoden bygger på att avfallet ska kunna förvaras utan övervakning och kontroll av kommande generationer.

Källa: SKB:s Fud-program 2004 s. 27.

KBS-3-metoden är alltså vägledande för SKB:s arbete med ett slutförvar för det svenska kärnavfallet. Den närmare utformningen kommer att framgå av SKB:s ansökan 2009, men huvudkomponenterna i systemet har successivt utformats sedan slutet av 1970-talet. KASAM har följt och analyserat denna utveckling genom åren, t.ex. i kunskapslägesrapporter och yttranden över SKB:s Fud-program.

4.1 Historisk bakgrund

Frågan om slutförvaring av det använda kärnbränslet från de svenska kärnkraftverken väckte ringa uppmärksamhet i samband med att kärnkraften introducerades i Sverige under 1960-talet. Men under 1970-talet politiserades frågan och bidrog till regeringsskiftet 1976, då en borgerlig regering under ledning av den dåvarande centerpartiledaren Thorbjörn Fälldin tillträdde (förhistorien till detta skildras av Evert Vedung i Andrén & Sandberg 2004, s. 33-56). Kärnavfallsfrågan stod i den politiska debattens centrum och enligt den s.k. villkorlagen 1977 kunde en kärnreaktor endast tillföras kärnbränsle och sättas i drift under endera av två förutsättningar. Den ena var att reaktorinnehavaren hade ett avtal om upparbetning av det använda kärnbränslet och kunde visa hur en "helt säker" slutlig förvaring av det upparbetade avfallet kunde ske. Den *andra* (alternativa) förutsättningen var att en "helt säker" slutlig förvaring av använt, ej upparbetat, kärnbränsle kunde ske. Som ett svar på villkorlagen uppdrog de svenska kärnkraftsproducenterna åt deras gemensamt ägda företag *Svensk Kärnbränsleförsörjning AB* (SKBF, fr.o.m. år 1983 *Svensk Kärnbränslehantering AB*, SKB) att ta fram ett principförslag för omhändertagandet av det använda kärnbränslet från de svenska kärnkraftverken. Förslagen KBS (Kärnbränslesäkerhet) 1 och KBS 2 byggde på villkorlagens två huvudalternativ: slutförvar efter upparbetning (KBS 1) och direkt slutförvaring utan upparbetning (KBS 2). Ur KBS-2-metoden växte så småningom det aktuella huvudalternativet, KBS 3-metoden, fram. (För en närmare beskrivning av den politiska och legala utvecklingen på kärnavfallsområdet, se KASAM:s kunskapslägesrapport 1995 (SOU 1995:50, kap. 1) samt fördjupningsrapporten *Tid för slutförvaring av kärnavfall – samhälle, teknik och natur* (KASAM Rapport 2007:3).

Göran Sundqvist och Jonas Anshelm har i olika arbeten närmare utrett den betydelse som KBS 3-metoden haft för utvecklingen av den svenska kärnkraften (Sundqvist 2002 och Anshelm 2006). Av särskild betydelse är den granskning som gjordes i samband med kärnkraftsindustrins ansökningar om tillstånd att ladda kärnkraftsreaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3. KBS-3-metoden utvärderades av internationella experter och fick klartecken både av dessa och av SKI, som bedömde att KBS 3-metoden kunde uppnå kraven på godtagbar säkerhet. Sommaren 1984 utfärdade regering-

en bl.a. på denna grund laddningstillstånd för Forsmark 3 och Oskarshamn 3.

Under den fortsatta utvecklingen har frågan om val av plats för slutförvaret kommit alltmer i förgrunden och delvis t.o.m. undan-skymt metodfrågan. Men år 1999 kom SKB med en säkerhets-redovisning, SR 97, som blåste nytt liv i diskussionen kring KBS-3-metoden. SR 97 var ett svar på ett regeringsbeslut 1995 med anledning av en komplettering av SKB:s Fud-program 92. Ett av syftena med SR 97 var ”att ge underlag för att påvisa möjligheten att finna en plats i svensk berggrund där KBS-3 metoden för djupförvaring av använt kärnbränsle uppfyller de krav på långsiktig säkerhet och strålskydd som anges i SSI:s och SKI:s föreskrifter” (SR 97, s. 11). SR 97 handlar om den långsiktiga säkerheten efter förslutning. Kriterierna för ett godtagbart slutförvar är SSI:s och SKI:s föreskrifter, som berörts i tidigare kapitel.

I SR 97 preciseras den ”filosofi” som varit vägledande för analysen av KBS-3-metodens säkerhet på följande sätt:

- Den långsiktiga säkerheten ska inte kräva framtida övervakning och underhåll.
- Förvaret ska utformas så att det tillåter eventuella framtida åtgärder för att förändra förvaret eller att återta avfallet.
- Förvarets långsiktiga säkerhet ska bygga på flera tekniska och naturliga barriärer som genom olika funktioner bidrar till förvarets totala säkerhet.

KBS-3-förvaret för använt kärnbränsle är utformat för att i första hand isolera avfallet. I andra hand, om isoleringen av någon anledning till någon del skulle gå förlorad, ska förvaret fördröja utsläppet av radionuklider. Säkerheten åstadkoms med ett system av barriärer som stöder och kompletterar varandra. Säkerheten hos förvaret ska vara tillräcklig även om någon barriär skulle vara defekt eller inte fungera som avsett. Detta är innebörden i flerbarriär-principen.

En annan princip är att göra förvaret ”naturnära”, dvs. att använda naturliga material till de tillverkade barriärerna. Genom att välja material från naturen blir det möjligt att bedöma och utvärdera materialens långsiktiga stabilitet och uppförande i ett djupförvar med hjälp av kunskaper om naturliga förekomster. Av samma skäl strävar man efter att bygga ett förvar som förändrar de naturliga förhållandena i berget så lite som möjligt. Framför allt

försöker man begränsa den kemiska påverkan förvaret ger i berget. (SR 97, s. 17).

I november 2006 publicerade SKB ytterligare en säkerhetsanalys av ett KBS-3-förvar (SR-Can). År 2009 kommer en samlad säkerhetsanalys med hänsyn till platsvalet att offentliggöras (SR Site). Vi återkommer till frågor om säkerhetsanalyser i avsnitt 4.5.

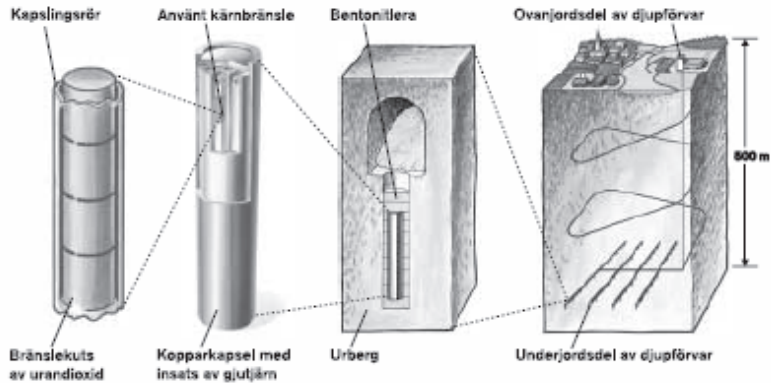
4.2 KBS-3 metoden

KBS-3-metoden sammanfattas på följande sätt av SKB i SR 97 (se Huvudrapport 1999, s. 27):

- Bränslet placeras i korrosionsbeständiga kopparkapslar. De fem meter långa kapslarna är försedda med en insats av järn som ger mekanisk hållfasthet.
- Kapslarna omges av ett lager av bentonitlera som skyddar kapseln mekaniskt vid mindre bergrörelser och hindrar grundvatten och korroderande ämnen att komma in till kapseln. Leran adsorberar även effektivt många radioaktiva ämnen som kan frigöras om kapslarna skulle skadas.
- Kapslarna med omgivande bentonitlera placeras på ca 500 meters djup i urberget. Här råder långsiktigt stabila mekaniska och kemiska förhållanden.
- Om någon kapsel skulle skadas utgör bränslets och de radioaktiva ämnens kemiska egenskaper, t.ex. deras svårlöslighet i vatten, kraftiga begränsningar för transport av radioaktiva ämnen från förvaret till markytan. Detta gäller speciellt de långsiktigt farligaste ämnena som americium och plutonium.

Metoden åskådliggörs i figur 4.2 på följande sida.

Figur 4.2 Centrala komponenter i KBS-3-metodens flerbarriärssystem



Källa: SKB: SR 97, Huvudrapport 1999 s. 28

SKB har bedrivit ett ingående forsknings- och utvecklingsarbete om detta systemval alltsedan KBS-3-metoden för första gången presenterades 1983. Var tredje år sedan 1986 har SKB till regeringen inlämnat program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall.

4.3 KASAM:s bedömning av KBS-3 metoden

KBS-3-metoden innehåller följande fyra grundläggande barriärer för att förhindra eller fördröja spridningen av radionuklider från kärnavfallet:

- kapseln,
- bufferten,
- återfyllningen,
- geosfären.

KASAM har vid olika tillfällen kommenterat SKB:s förslag beträffande utformningen av dessa barriärer och det sätt på vilket de kan förhindra eller åtminstone fördröja spridningen av kärnavfallets farliga ämnen.

Kapselbarriären är den viktigaste barriären för att isolera det använda kärnbränslet. Tre grundläggande krav ställs på en sådan

kapsel. Den ska (1) vara tät så att inga radioaktiva ämnen kommer ut och inget grundvatten kommer in, (2) ge mekanisk stabilitet, dvs. tåla de mekaniska påkänningar som rimligtvis kan uppträda. Vidare måste behållaren vara (3) korrosionsbeständig. ”Utgångspunkten är att kapseln ska motstå korrosionsangrepp under minst 100 000 år” (KASAM:s yttrande över SKB:s Fud-rapport 2004, SOU 2005:47 s. 41).

SKB:s ”referenskapsel” består av en inre behållare av gjutjärn och ett yttre hölje av koppar. Gjutjärnsinsatsen ska ge mekanisk stabilitet och kopparhöljet skydda mot korrosion. KASAM och andra myndigheter har varit positiva till materialvalet (se t.ex. KASAM:s yttrande över Fud-program 2001, SOU 2002:63 s. 49), men understrukit att ”acceptanskriterier måste utvecklas för kapselns alla delar”. SKB anser att man i sitt forskningsprogram visat att referenskapseln kan uppfylla de krav på mekanisk stabilitet och korrosionsbeständighet som krävs för att under en serie olika scenarier (dvs. utvecklingsförlopp) kunna innesluta det använda kärnbränslet under minst 100 000 år. Kapseln ska tåla såväl jordskalv och istider som mer ”normal” påverkan nere i slutförvaret. Kopparkapseln ska bl.a. klara skjuvrörelser och förhindra att grundvatten rinner in i spalten mellan kapselhölje och gjutjärnsinsats.

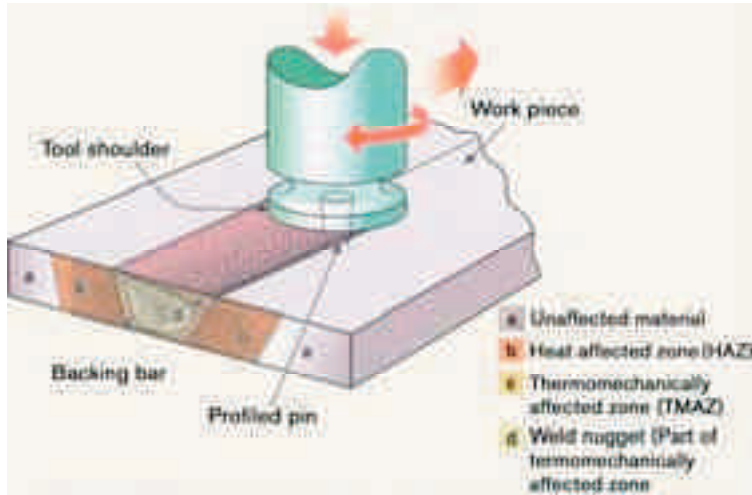
Säkerhetsanalyser måste utföras för att förutsäga möjliga förlopp om kapseln inte uppfyller de fastställda kriterierna (SOU 2004:67 s. 301). SKB har i sin ansökan om inkapslingsanläggning 2006 ställt upp vissa acceptanskriterier och utfört sådana konsekvensanalyser.

Uppställandet av acceptanskriterier syftar också till att säkerställa de enskilda kapslarnas kvalitet, dvs. att kopparhölje och gjutjärnsinsats inte har några fel i form av materialdefekter eller konstruktionsbrister (t.ex. bristfälliga svetsfogar). Tillverkningsprocessen måste garantera att sådana fel upptäcks och åtgärdas. Av särskild betydelse är tillgång till en effektiv svetsningsteknik för att på ett tillförlitligt sätt försluta kapseln. Ett kopparlock ska svetsas fast efter det att det använda kärnbränslet nedsänkts i gjutjärnsinsatsen. SKB har utvecklat olika tekniker för förslutning av kopparkapseln. Referensmetoden är numera en svetsmetod som fogar samman material med friktionsvärme utan att materialet smälts. Denna metod har blivit utförligt presenterad och utvärderad i SKB:s Fud-program 2004.

SKB tillkännagav i maj 2005 i ett pressmeddelande att en ”säker metod för inkapsling av det använda kärnbränslet är klar”. Denna teknik för förslutning av kapseln benämns ”friction stir welding”

och illustreras i figur 4.3. SKB:s inkapslingsmetod har blivit positivt bedömd bl.a. i KASAM:s Fud-yttrande 2005 (SOU 2005:47 s. 54). Men det återstår för SKB att visa att bl.a. svetsförfarandena rutinmässigt kan ge resultat som uppfyller uppställda krav (SOU 2005:47, s. 21).

Figur 4.3 Principsskiss över friction stir welding



Källa: Utveckling av tillverkningsteknik för kopparkapslar med gjutna insatser. Lägesrapport i augusti 2001” av Claes-Göran Andersson, SKB rapport R-01-39.

Bufferten ska hålla kapslarna på plats och i händelse av att kapseln börjar läcka fördröja spridningen av det radioaktiva materialet t.ex. via grundvattnet. Huvudfunktionen är att förhindra att strömmande vatten i berget kommer i kontakt med kapseln med dess kärnavfall. För att klara uppgiften måste bufferten enligt SKB uppfylla en serie krav (se Fud-rapport 2004 eller KASAM:s sammanfattning i yttrande SOU 2005:47 s. 77-78), t.ex. att :

- leda bort restvärme från kärnavfallet,
- ha en låg vattengenomströmningsförmåga för att fördröja transport av radioaktivt material från en skadad kapsel,

- ha ett tillräckligt svälltryck för att ge kontakt med det omgivande berget, men inte högre än vad det omgivande berget och kapseln tål,
- vara självläkande, så att inga bestående sprickor bildas,
- och i övrigt ha egenskaper måste vara stabila under minst 100 000 år.

Dessutom bör bufferten uppfylla ett antal önskemål, som att:

- förhindra att mikroorganismer kommer i kontakt med kapseln och förorsaka korrosion,
- kunna ta upp gas från en skadad eller korroderande kapsel utan att buffertegenskaper i övrigt försämras,
- inte innehålla föroreningar som är skadliga för kopparkapsel eller återfyllningsmaterial,
- ha förmåga att filtrera bort kolloidala partiklar.¹

SKB:s referensmaterial för bufferten är bentonitlera (MX-80), som SKB bedömer kan uppfylla ovan nämnda krav och önskemål. Frågan om alternativa buffertmaterial är dock inte slutgiltigt besvarad och diskuteras bl.a. i KASAM:s yttrande över Fud-program 2004 (SOU 2005:47 s. 79). En annan viktig fråga gäller gas-transport och hur t.ex. vätgas från en skadad kapsel transporteras genom bentonitbufferten. KASAM har ifrågasatt varför inte denna fråga prioriteras i SKB:s forskningsprogram.

Återfyllningen i deponeringstunnlarna är - hävdar SKB - inte en barriär i sig själv. Den är snarare en förutsättning för att bufferten och berget ska fungera som effektiva barriärer. Återfyllningens uppgift är med andra ord att stabilisera slutförvaret. Dessutom har SKB uppställt en rad andra krav. Återfyllningen ska (jfr SOU 2005:47 s. 87):

- ha en styvhet som minimerar bentonitbuffertens expansion uppåt,
- ha en vattengenomströmning som motsvarar det omgivande bergets,
- ha ett visst svälltryck mot taket och motverka kanalbildningar för vatten.

¹ Kolloider är små partiklar i storleksordningen 1 nm till 1 µm som kan förbli svävande i vatten, och som kan påverka radionuklidtransporten från ett slutförvar med radioaktivt avfall.

KASAM har i sitt yttrande över Fud-program 2004 framhållit att frågan om radionuklidtransporter genom återfyllningen och hur den i möjligaste mån kan fördröjas, utgör en viktigare del av kravspecifikationen än vad som framkommer i SKB:s Fud-program. Återfyllningsmaterialets täthet (densitet) kommer förmodligen att vara lägre än buffertens. Radionuklider från en skadad kopparkapsel kommer att färdas snabbare genom återfyllningen än genom bufferten. Detta har inte i tillräcklig grad uppmärksammats av SKB. Inte heller den ökande mikrobiologiska aktiviteten i återfyllningen som kan bli följden av dess lägre täthet.

I motsats till bufferten anges i SKB:s senaste Fud-program (2004) inget bestämt referensmaterial för återfyllningen. KASAM har – i sitt yttrande över Fud-program 2001 - framhållit fördelarna med svällande lera som kompakteras på plats i tunneln. Leran åstadkommer en maximal tätning mot väggar och tak. KASAM har dessutom framhållit att olika material kan behövas i olika utrymmen. Deponeringstunnlarna kan kräva ett annat material än transporttunnlar eller schakt och ramper till markytan (SOU 2002:63, s. 65).

Geosfären är ett naturligt skydd för kapslarna. Ett berg med mekanisk stabilitet, begränsad sprickbildning och rätt kemisk sammansättning kan dessutom på ett avgörande sätt fördröja spridningen av radioaktivt material från skadade och läckande kapslar. Därför är det av avgörande betydelse att både sannolika och mindre sannolika utvecklingsförlopp i och kring slutförvaret kan urskiljas och konsekvenserna under dessa scenarier studeras och utvärderas. Tillförlitliga kunskaper om grundvattentransport längs olika sprickbildningar är av avgörande betydelse. Sådana kunskaper har bl.a. erhållits från Äspölaboratoriet.

En central fråga i detta sammanhang är förekomsten av och egenskaperna hos sprickor och sprickbildningar. Denna fråga uppmärksammades ingående i KASAM:s kunskapslägesrapport 1998. Målsättningen var tidigare att placera slutförvaret i en tillräckligt stor volym av ”sprickfri” berggrund. Efterhand modifierades denna målsättning. Ett ”lagom mycket” uppsprucket berg blev idealet. ”Plintmodellen” växte fram, dvs. det gällde att finna en homogen bergplint, skyddad av omgivande svaghetszoner, där eventuella framtida rörelser i samband med jordbävningar och istider kan tas upp (SOU 1998:68 s. 119).

SKB skriver i sitt Fud-program 2004 att slutförvaret ska förläggas i kristallint berg med granitisk sammansättning (s. 243).

Denna utgångspunkt har upprepade gånger ifrågasatts av KASAM i yttranden över tidigare Fud-program. Utgångspunkten bör i stället vara en jämförelse mellan olika bergarter och på vilket sätt de kan möta de krav som bergbarriären ska uppfylla (Fud-K-yttrande 2001, s. 2, SOU 2002:63 s. 70 och SOU 2005:47 s. 94). Ytterligare överväganden om bergbarriären görs i kapitel 7 om platsvalsprocessen.

Biosfären definieras som ”alla levande organismer i miljön, inklusive människan, samt den del av miljön med vilken människan och de andra organismerna växelverkar” (SOU 2005:47 s. 109). Om radioaktiva ämnen från skadade kapslar når biosfären, kan det få mer eller mindre skadliga effekter på människan och andra levande organismer. Dessa skador har närmare beskrivits i kapitel 1 och den etiska utmaningen för slutförvarsprojektet är att förutse och reducera sannolikheten av att sådana skador uppstår så mycket som rimligtvis är möjligt.

Skadliga radioaktiva ämnen från läckande kapslar kan nå biosfären på väsentligen tre olika sätt (undantaget ett avsiktligt eller oavsiktligt mänskligt intrång i slutförvaret). För det första kan sådana ämnen nå upp till markytan genom grundvattenflöden som passerar ett slutförvar med sönderbrutna och/eller korroderande kapslar. Utflödet för det förorenade grundvattnet kan vara brunnar, källor, myr- och våtmarker, insjöar, vattendrag samt kust- och havsvatten. Dessutom kan ett sådant grundvatten sprida skadliga radioaktiva ämnen i åkerjorden och tas upp av olika sädeslag, som djur och människor använder som föda. För det andra kan skadliga radioaktiva ämnen nå människor och djur via sedimentering på havs- och sjöbotten. Om de efter en framtida landhöjning torrläggas, kan de komma att uppodlas för produktion av livsmedel, som är förorenade. Och för det tredje skulle läckande kapslar kunna friläggas genom erosion, dvs. att berget slits ner till slutförvarets nivå, eller genom kraftiga förkastningar som för upp kapslarna till marknivån. Sådana förlopp är visserligen mindre sannolika, men kan inte helt uteslutas.

Det är utspädningsvolymen som avgör vilka konsekvenser ett utsläpp av radioaktiva ämnen från slutförvaret får för växter, djur och människor. Genom platsundersökningarna i närheten av kärnkraftverken i Forsmark och i Oskarshamn har SKB fått kunskap om olika utflödespunkter och kan därigenom också beräkna utspädningsfaktorn. Det s.k. Safe-projektet i Forsmark har visat att utströmmande vatten ifrån berget i stor utsträckning späds med

grundvattnet i avlagringarna ca 100 gånger (SKB:s Fud-program 2004, s. 279). Redovisning av ytterligare forskning på detta område kan förväntas i samband med SKB:s ansökan 2009.

I det avslutande kapitlet (6) ska vi återkomma till frågan om det inte finns ytterligare en barriär i form av den sociala beslutsprocessen. I detta kapitel ska vi uppmärksamma två ytterligare frågor, nämligen återtagbarhet och säkerhetsanalys.

4.4 Återtagbarhetsfrågan

Med återtag avses friläggande av en eller flera kapslar med återföring och eventuell återbruk. Frågan har fått en begränsad uppmärksamhet från SKB, bl.a. med motiveringen att det i Sverige inte är ett formellt krav att återtag av en deponerad kapsel ska vara möjligt (SKB:s Fud-program 2004, s. 125). KASAM har dock uppmärksammat frågan vid ett flertal olika tillfällen och inte minst i samband med ett internationellt seminarium arrangerat av KASAM i samarbete med IAEA 1999. Seminariet har dokumenterats i en utförlig rapport (*Retrievability of High Level Waste and Spent Nuclear Fuel*, IAEA-TEDOC-1187, 2000). Inledningsvis redovisas tre tänkbara skäl för återtagbarhet (vid olika tidpunkter):

- möjlighet till reparationer/förbättringar innan förvaret förslutits,
- det använda kärnbränslet kan någon gång i framtiden omvärderas och bli en viktig resurs,
- nya tekniker kan utvecklas så att bränslet kan göras mindre farligt eller tom oskadliggöras.

Dessa argument för att möjliggöra återtagbarhet måste dock vägas mot nackdelarna. Dit hör bl.a. de ökande kostnaderna för att anpassa ett slutförvar till ett eventuellt framtida återtag liksom naturligtvis kostnaderna för själva återtaget. En annan svårighet som uppmärksammades vid seminariet gäller konsekvenserna för den långsiktiga säkerheten. Medför anpassningen av slutförvaret för ett eventuellt återtag att man måste göra vissa eftergifter beträffande den långsiktiga säkerheten? Frågan kan beskrivas som etisk. Vad ska man prioritera? Framtida generationers handlingsfrihet eller deras säkerhet? I KASAM:s senaste kunskapslägesrapport argumenteras för ståndpunkten att om det finns en konflikt mellan

handlingsfrihet och säkerhet, så bör man välja säkerheten (SOU 2004:67 s. 422-423).

KASAM påpekade vid granskningen av Fud-program 2004 nödvändigheten av att analysera säkerheten vid ett eventuellt återtagande av bränslekapslar från slutförvaret. Någon sådan analys har ännu inte redovisats av SKB, men förutskickats som en s.k. systemvariant i en kommande systemanalys (Fud-program 2004, s. 370).

4.5 Säkerhetsanalysens roll och utveckling

Säkerhetsanalysen har huvudrollen i arbetet att demonstrera långsiktig säkerhet hos ett slutförvar i svensk berggrund för använt kärnbränsle och högaktivt reaktoravfall. Ett metodutvecklingsarbete har pågått i över tre decennier både i Sverige och internationellt och både inom myndighetsvärlden och industrivärlden. Sverige har ständigt legat långt framme och tidvis varit ledande i utveckling av säkerhetsanalytiska metoder.

Säkerhetsanalysen är ett verktyg för att systematiskt analysera alla tänkbara händelseförlopp (s.k. scenarier) som kan påverka ett slutförvar. Man vill få svar på vilka händelseförlopp som är möjliga, vilka konsekvenserna blir och hur stor sannolikheten är för de olika händelseförloppen.

Den följande framställningen bygger på fördjupningsrapporten Säkerhetsanalys av slutförvaring av kärnavfall – roll, utveckling och utmaning (KASAM Rapport 2007:2).

4.5.1 Rollen

I och med den s.k. villkorslagen år 1977 fick reaktorägarna ett tydligt ansvar för slutförvaring av kärnavfallet. Myndigheterna SKI och SSI skulle ställa upp krav och pröva ansökningar om tillstånd. Det krav som ställdes i villkorslagen på en "helt säker" slutförvaring medförde att säkerhetsanalytiskt arbete kom igång tidigt i Sverige med engagemang från både industrin och myndigheterna.

Även om en uppskattning av risken från ett slutförvar till stor del rör sig om vetenskapliga och tekniska bedömningar, handlar det till slut om värderingar. Och dessa värderingar kommer till uttryck i form av politiska beslut. När SKI och SSI beslutar om vilka krav och kriterier som ska gälla för slutförvaret agerar de som uttolkare

av de värderingar och normer som råder i samhället. SSI:s föreskrifter utgår från behovet av skydd för människa och miljö och SKI:s föreskrifter har en mer teknisk bakgrund som är inriktad på slutförvarets funktion och barriärernas förmåga att innesluta och fördröja transport av radioaktiva ämnen från förvaret.

Både SKI:s och SSI:s föreskrifter ställer krav på vad som bör ingå i en säkerhetsanalys. Säkerhetsanalysen är en komponent i både metodvalet och platsvalet – syftet med säkerhetsanalysen är ju att få grepp om den långsiktiga säkerheten för en viss slutförvarsmetod på en specifik plats. I säkerhetsanalysen vägs en mängd platsspecifika faktorer in så att en helhetsbedömning av platsens lämplighet att hysa ett visst slutförvar uppnås. Säkerhetsanalysen kan även användas för att undersöka effekten på den långsiktiga säkerheten av olika utformningar av de komponenter som ingår i slutförvaret, t.ex. återfyllning och kopparkapseln.

4.5.2 Utvecklingen

De specifika frågor som säkerhetsanalysen ska besvara har skiftat under de tre decennier som gått sedan mitten av 1970-talet, från frågor om möjlighet att bygga ett säkert slutförvar någonstans i svenskt urberg, till prioritering av FoU verksamhet och till projektering av slutförvar på en utvald plats. Ansvarsfördelningen mellan stat och industri har varit densamma under de tre decennierna (industrin har totalansvaret för kärnbränslecykeln från uranbrytning till slutförvar med SKI och SSI som tillsynsmyndigheter), men aktörernas roller i den *säkerhetsanalytiska processen* har skiftat. Vid sidan av rikspolitiker och beslutsfattare i myndigheter och industri, framstår nu kommunala myndigheter och kommunmedborgare liksom olika intresseorganisationer som viktiga frågeställare och mottagare.

Under de första åren tog industrin initiativet till utveckling av säkerhetsanalytisk metodik med fokus på att identifiera de processer och egenskaper hos det svenska urberget som styr förvarets säkerhet. Under 1980- och 1990-talen kom en stor del av metodikutveckling att drivas av myndigheterna, bl. a. genom en serie internationella projekt (tex. HYDROCOIN, INTRAVAL och BIOMOV). SKI:s satsning på ”egna” säkerhetsanalyser började med Projekt-90 och kulminerade med SITE 94 som är den senaste säkerhetsanalysen som tagits fram av myndigheterna. Genom dessa

projekt byggde framför allt SKI en egen kapacitet på området genom egna insatser, svenska och utländska konsulter och andra internationella experter. Under senare delen av 1990-talet återgick initiativet till industrin och SKB genomförde ett omfattande utvecklingsarbete med det yttersta syftet att skaffa de kunskaper och resurser som behövs för att ta fram den säkerhetsanalys som ska ligga till grund för en ansökan om att anlägga ett slutförvar – SR-Site – planerad till år 2009. Ett viktigt steg i riktningen mot SR-Site är SKB:s senast redovisade (år 2006) säkerhetsanalys SR-Can (SKB-rapport TR-06-09) som är den första platsspecifika säkerhetsanalysen där det är möjligt att jämföra egenskaper på olika platser och deras påverkan på beräkningsresultaten.

För enkelhetens skull kan man säga att en säkerhetsanalys principiellt innehåller tre element och att det är omkring dessa element som utvecklingen koncentreras. En *normativ del* ger de normer och kriterier som ska uppfyllas. En *beskrivande del* identifierar processer, händelser och egenskaper som styr utvecklingen av förvaret efter förslutning. Det tredje elementet är en *beräkningsdel* som knyter ihop den normativa och den beskrivande delen (dvs. visar att ett förvar som styrs av de ingående processerna, händelserna och egenskaperna uppfyller eller inte uppfyller de givna normerna och kriterierna).

Utvecklingen av säkerhetsanalysens beskrivnings- och beräkningsdelar har som tidigare nämnts skett inom både SKI, SSI och SKB.

Däremot är det myndigheternas roll att precisera och utveckla den normativa delen av säkerhetsanalysen. Detta gör de genom att ställa upp kriterier och normer (föreskrifter och allmänna råd). Den normativa delen och den kompetens som myndigheterna byggt upp under utvecklingsskedet utgör den plattform från vilken granskningsarbetet görs.

Parallellt med SKB:s arbete med SR-Can har myndigheterna, framför allt SSI, tagit fram nya föreskrifter och allmänna råd som påverkar säkerhetsanalysens form och innehåll. Under senare år har alltså utvecklingen även fokuserat på *den normativa delen*. SKB har utvecklat ett koncept med säkerhetsfunktioner som ska motsvara de kriterier och normer som SKI och SSI kräver att slutförvaret ska uppfylla.

4.5.3 Utmaningarna

Utmaningarna för säkerhetsanalysen är många. Den ska bedöma och sammanfoga information från ett mycket stort antal vetenskapliga områden. Informationen ska användas för att värdera riskerna för skador på människa och miljö från slutförvaret under en extremt lång tidsperiod – upp till en miljon år. Detta innebär bland annat att identifiera alla processer och händelser, som under denna långa tidsperiod kan utgöra ett hot mot de olika barriärernas förmåga att hindra eller fördröja transporten av radioaktiva ämnen från bränslet till människa och hennes miljö.

Säkerhetsanalysen måste – med utgångspunkt från egenskaperna hos barriärerna samt de processer och händelser som kan påverka dessa egenskaper – identifiera alla relevanta vägar som radioaktiva ämnen kan transporteras. I säkerhetsanalysen ingår också att därefter med hjälp av olika beräkningsmetoder värdera sannolikheterna för skador på människa och miljö. Transportvägarna i biosfären kan späda ut radioaktiva ämnen, men också koncentrera dessa så att även små läckage från slutförvaret kan få konsekvenser för liv och hälsa.

Myndigheterna ställer upp kriterier och normer som förvaret ska uppfylla för att anses säkert och en viktig del av myndighetsgranskningen är att kontrollera att SKB tolkat och applicerat dessa kriterier och normer på ett korrekt sätt. Kopplingarna mellan barriäregenskaper, processer och händelser under den långa tidsperioden är dock mycket komplexa. Även efter omfattande forskning och utveckling under tre decennier kommer det att finnas kvar betydande osäkerheter beträffande beskrivningen av processer, händelser och barriäregenskaper, liksom beträffande beräkningarna av förvarets förmåga att hindra radioaktiva ämnen att läcka ut och skada människa och natur. Det åligger SKB att ringa in dessa osäkerheter och visa att dessa sammantaget inte påverkar bedömningen av förvarets säkerhet.

Ansvar för beslut att bygga eller inte bygga ett föreslaget förvar ligger ytterst på landets politiska instanser, i sista hand regeringen. Även om granskningen kräver komplexa analyser, måste därför själva granskningsprocessen vara tydlig och transparent och vara möjlig att följa för berörda medborgare, som också måste ha tillfällen att ställa frågor under processen. Eftersom säkerhetsanalysen ingår i det underlag som politikerna måste ta del av är det

nödvändigt att få även den genomlyst på ett sätt som kan förstås av lekmän. Även detta är en av säkerhetsanalysens utmaningar.

4.6 Avslutande reflektioner

Som en sammanfattande bedömning i alternativfrågan uttalade KASAM i yttrande över Fud-program 98 i huvudsak följande (SOU 1999:67 s. 31). KBS-3-metoden har, när det gäller ett byggt förvar i berggrunden, flera fördelar. Metoden är den bästa vad gäller möjlighet att anpassa utformningen till de förhållanden i berggrunden som visar sig finnas på platsen för slutförvaret. Vidare bygger metoden på att bränslet innesluts i en utrymmessnål, kompakt modul – kapsel med omgivande bentonitbuffert. De små dimensionerna är gynnsamma när det gäller att placera avfallsmodulen i ett homogent bergsparti. Eftersom bränslet delas upp på många kapslar blir det en mindre mängd bränsle som exponeras för grundvatten om och när det går hål på kapseln. Varje deponeringsmodul placeras strålningsmässigt isolerat från alla andra moduler, viket dels underlättar deponeringen i angränsande hål, dels gör det enklare att återta en redan deponerad kapsel om en sådan åtgärd blir nödvändig.

I yttrandet över Fud-program 2001 upprepade KASAM denna bedömning (SOU 2002:63 s. 100) och tillfogade att deponering i djupa borrhål inte är en realistisk metod enligt miljöbalkens krav. I det sammanhanget uttalade KASAM att ”möjligheten till exempelvis återtag av det använda kärnbränslet torde vara närmast obefintlig och därmed skulle det även bli betydande svårigheter att genomföra en meningsfull demonstrationsetapp för ett sådant förvar”. KASAM uttalade även i samma yttrande att man inte hade någon invändning mot SKB:s framställning av nyvunnen kunskap på transmutationsområdet, men att ”starka skäl talar för den nuvarande inriktningen av det svenska kärnavfallsprogrammet, dvs. fortsatt utvecklingsarbete på direktdeponering enligt KBS-3-metoden. Detta utvecklingsarbete behöver målmedvetet drivas vidare.”

Vid granskningen av Fud-program 2004 saknade KASAM anledning att ytterligare kommentera valet av KBS-3-metoden som planeringsförutsättning för platsundersökningarna. Frågan om val av metod har därefter fått förnyad aktualitet sedan det i den allmänna debatten under år 2006 kommit fram önskemål om att på nytt

belysa det s.k. djupa-borrhålsalternativet. Denna fråga har redan berörts i kapitel 3.

5 Platsvalet

Ett av kärnavfallsfrågans huvudproblem är platsvalet, dvs. att nå fram till ett välgrundat beslut om lokaliseringen av ett slutförvar. Miljöbalken stadgar att ”för all verksamhet och alla åtgärder skall en sådan plats väljas att ändamålet kan uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön” (2 kap. 4 §). I diskussionen om platsvalet har man ofta talat om ”bästa möjliga plats”. Men innebörden av detta uttryck är oklart och förekommer inte i lagtexten och inte heller i relevanta förarbeten. Enligt KASAM är det lämpligare att tala om *platsvals-kriterier* i form av en uppsättning krav som en plats för upprättandet av ett slutförvar bör uppfylla. Sådana har också uppställts av SKB t.ex. i dess Fud-program 1995. Där räknade SKB med fyra s.k. platsvalsfaktorer, nämligen säkerhet, teknik, mark och miljö samt samhällsaspekter. SKB bedömde att denna indelning passade ändamålet med förstudierna. I Fud-K presenterar SKB en reviderad struktur för lokaliseringfaktorer i följande tre kategorier: berggrunden, industrietableringen och samhällsfrågan (se Fud-K¹, s. 116).

I föreliggande rapport har tidigare framhållits att man bör skilja mellan kriterierna för den *geografiska* lokaliseringen och kriterierna för den *geologiska* lokaliseringen. Den geografiska lokaliseringen handlar om var i landet slutförvaret bör förläggas. Den geologiska lokaliseringen avser bergsformationen. I vilket slags berg bör slutförvaret förläggas – och på vilket djup? Frågorna om den geografiska och geologiska lokaliseringen är naturligtvis beroende av varandra. Vissa platser i landet kan helt enkelt uteslutas för att de inte uppfyller kriterierna för den geologiska lokaliseringen.

¹ Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningskedet [Fud-K].

5.1 Allmänna utgångspunkter

Frågan om bästa möjliga plats har blivit livligt omdiskuterad i samband med miljöbalkens krav på minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön. Frågan om den närmare innebörden av detta kriterium diskuterades vid ett KASAM-seminarium i februari 2006 om metod- och platsval (KASAM Rapport 2006:1). När det gäller platsvalet gjordes olika tolkningar. Enligt en uppfattning kräver miljöbalken endast en *tillräckligt* bra plats. Enligt en annan strängare tolkning måste den sökande i en ansökan om tillstånd för att anlägga ett slutförvar kunna visa att platsen är den geologiskt bästa i en strängare och mer absolut mening. KASAM anförde i sina slutsatser från det s.k. alternativseminariet i februari 2006 följande:

Begreppet ”Bästa möjliga plats” saknar mening om det inte definieras vad som avses och under vilka förutsättningar begreppet ska tillämpas. Det finns inte heller i miljöbalken något uttryckligt krav på bästa plats ur geologisk synpunkt. Men det kan bli svårt för sökanden – och även regeringen – att motivera varför man vid en samlad bedömning av de konkreta alternativ som redovisas i MKB:n, inte skulle välja den plats som är ”bäst” ur geologisk synpunkt. (KASAM Rapport 2006:1, s. 34)

KASAM har tidigare framhållit sambandet mellan geologiska förhållanden och slutförvarets stabilitet och långsiktiga säkerhet. I gränsområdena mellan kontinentalplattorna finns instabila geologiska områden, där man inte bör placera ett slutförvar för använt kärnbränsle. ”Dessa bör i stället placeras inne i själva sköldarna, långt ifrån gränsområdena med aktiv geologi” (SOU 2004:120, s. 29). De kontinentala sköldarna, t.ex. Afrika och Europa, är miljarder år gamla. En av dessa sköldar är den baltiska skölden.

Berggrunden för ett slutförvar ska garantera den mekaniska stabiliteten upp till en miljon år. Jämfört med den Baltiska sköldens ålder är 100 000 år, ja t.o.m. en miljon år en kort tidsrymd. Bergarterna i denna sköld har inte förändrats på mycket länge. Jordbävningar och liknande kan hända även här men det är inte karakteristiskt för denna geologiska formation. Den Baltiska skölden ger därför goda förutsättningar för placeringen av ett slutförvar. Inom detta område finns det sedan bättre eller sämre områden beroende på bergartstyper, sprickförekomster, deformationszoner osv. Bra förutsättningar bör finnas i formationer i form av stora linser eller ”plintar”. Deformationen sker runt linsen respektive plinten, inte

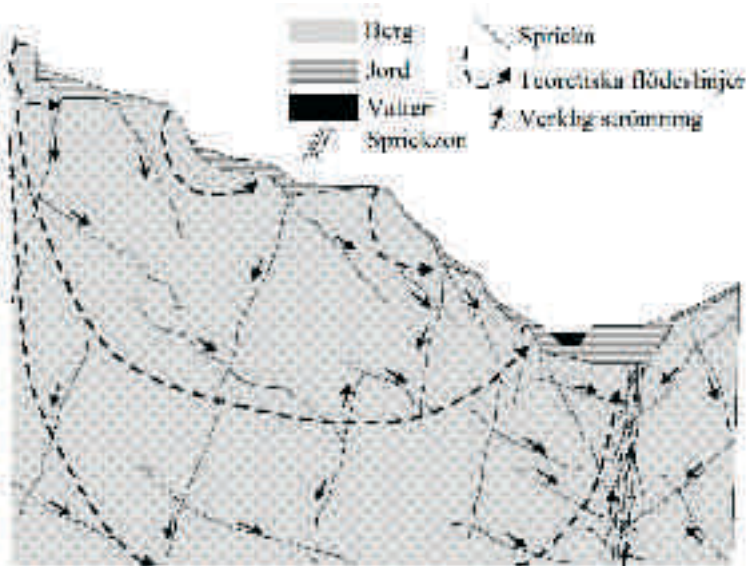
inom den. De har inte och kommer sannolikt inte heller att påverkas av istider.

Den mest sannolika vägen som radionuklider från kärnavfallet kan nå markytan är via grundvattenflödet genom bergets spricksystem. Därför blir frågan om grundvattenflödena i berget och hur de påverkas av slutförvaret grundläggande i den s.k. säkerhetsanalysen (se fördjupningsrapport Säkerhetsanalys av slutförvaring av kärnavfall – roll, utveckling och utmaning, KASAM Rapport 2007:2).

Grundvattenflödet studeras inom hydrogeologin, som uppmärksammar de fysikaliska och kemiska processer som styr vattnets förekomst och strömning i jord och berggrund och hur dessa kan formuleras matematiskt vid strömningsberäkningar. Radionukliderna sönderfaller och fastnar på vägen genom berget på ett mer eller mindre förutsägbart sätt. Man kan också beräkna hur de tekniska och naturliga barriärerna måste vara konstruerade för att fördröja transporten av radionuklider med grundvatten. Eftersom man i viss mån kan beräkna hur olika yttre förlopp som istider, förkastningar eller jordbävningar påverkar ett givet slutförvar, kan man också till viss del bedöma hur sådana händelser påverkar grundvattenströmmar i berget. Här finns god vetenskaplig kunskap, men också öppna frågor. Många studier har gjorts av kommande istider, men man måste också ta hänsyn till t.ex. perioder av varmare klimat genom t.ex. växthuseffekten (se en Tid för slutförvaring av kärnavfall – samhälle, teknik och natur, KASAM Rapport 2007:3).

KASAM har även berört frågan om inlands- respektive kustnära placering av ett slutförvar (KASAM 2005, s. 98-101). Det har bl.a. hävdats att det från säkerhetssynpunkt skulle vara lämpligare med en inlandsplacering – t.ex. på högländet i de inre delarna av Småland (Holmstrand, O. m.fl.. (2002) ”Sämsta platserna har valts”. Dagens Nyheter, 2002-01-04). Där har man teoretiskt sett långa transportsträckor för grundvattnet och därmed en fördröjning av ett utflöde av radionuklider från ett läckande slutförvar. Men i verkligheten är det kuperade landskapet (t.ex. i Småland) uppdelat i ett stort antal in- och utströmningsområden, där geologiska strukturer av olika slag såsom sprickzoner och gångbergarter styr grundvattnets strömningsvägar (se figur 5.1). Dessa frågor har sedermera belysts genom en mycket omfattande modellstudie av östra Småland (SKB rapport R-06-64).

Figur 5.1 In- och utströmningsområden samt grundvattnets strömningsmönster i en dalgång med varierande topografi och tunt jordtäckte på sprickigt, hårt berg. Det verkliga strömningsmönstret avviker kraftigt från det teoretiska beroende på sprickor och sprickzoner



Källa: SOU 2004:67 s. 220.

Sammanfattningsvis har KASAM i sina kunskapslägesrapporter och Fud-granskningar kunnat konstatera att kunskapen om grundvattenförhållanden i svenskt berg ökat genom SKB:s forskning. Huruvida de beräkningar som gjorts är tillförlitliga och tillräckliga, och styrker att det i Sverige finns geologiska formationer som uppfyller kravet på "en effektiv och pålitlig isolering av avfallet från miljön" under hundra tusentals år, kan egentligen bara bli trovärdigt besvarad i samband med tillsynsmyndigheternas granskning av SKB:s ansökan 2009.

5.2 Flexibel eller systematisk platsvalsstrategi?

En grundläggande meningsskiljaktighet om hela platsvalsproceduren blev tydlig och omdiskuterad i början av 1990-talet. Göran Sundqvist beskriver detta och skiljer i sin bok *The Bedrock of*

Opinion. Science, Technology and Society in the Siting of High-Level Nuclear Waste (2002) mellan två olika platsvalsstrategier. Han menar att SKB:s platsvalsstrategi är *flexibel*. Målet är att komma fram till platsvalsbeslut utan att tyngas av alltför detaljerade krav och föreskrifter. SKB förutsätter att det finns många platser i landet som är lämpliga ur geologiskt perspektiv. Alltså kan man vara lyhörd för kommunernas beredskap att tillåta uppförandet av en slutförvarsanläggning. Ett led i denna strategi är den inbjudan som 1992 skickades ut till landets då 286 kommuner med ett erbjudande om en s.k. förstudie. Denna flexibla platsvalsstrategi, baserad på frivillighet och lokal acceptans, skiljer sig enligt Sundqvist från den mer *systematiska strategi* som tillsynsmyndigheterna och KASAM har förordat. Grundläggande i denna strategi är tydliga och klara platsvalskriterier, en mer övergripande bedömning i form av en översiktsstudie, och mot denna bakgrund en systematisk urvalsprocess.

Den systematiska strategin kom till tydligt uttryck i den tidigare omnämnda s.k. Flaggboken, där nordiska tillsynsmyndigheter avstämt sina utgångspunkter i en samling kriterier för en godtagbar hantering av kärnavfallet. Platsvalsprocessen borde enligt Flaggboken genomföras i tre olika steg.

Det *första* steget borde vara en översiktsstudie, där man urskiljer de regioner inom vilka lämpliga platser för upprättandet av ett slutförvar kan återfinnas. Det gäller framför allt att utesluta de regioner som är olämpliga ur hydrologisk, tektonisk eller demografisk utgångspunkt. Man väljer t.ex. inte att placera ett slutförvar i ett tätbefolkat område med porösa bergarter. Dessutom avstår man från att lägga ett slutförvar i närheten av värdefulla mineraltillgångar.

Det *andra* steget borde bestå av att närmare identifiera ett antal platser inom de regioner som bedömts som lämpliga. Här ställs högre krav på undersökningsmetoderna och deras grundliga genomförande. Platsspecifika analyser måste genomföras mot bakgrund av slutförvarets särskilda design och för att kunna jämföra olika platser med varandra.

Det *tredje* steget borde slutligen vara att välja ut en plats, där en ännu grundligare detaljundersökning genomföres. Ett schakt bryts ner till slutförvarets planerade nivå och mätningar utförs från tunnlar på denna nivå. Det ger mer detaljerade kunskaper om bergets geologiska egenskaper än de som erhållits i det andra steget. Den slutliga prövningen av platsens lämplighet för ett slutförvar görs först när dessa resultat sammanställts och värderats.

I sitt Fud-program 1998 försvarade SKB sin flexibla strategi mot den kritik som riktats från företrädare för den systematiska strategin på följande sätt:

De som menar att det behövs en annan systematik för platsvalsprocessen tänker sig att en bästa plats kan identifieras genom att sälla i alltmer detaljerade skalor. Man ska inte ta hänsyn till opinionen, åtminstone inte i de inledande stegen, utan det är berggrundsförhållandena som ska styra platsvalet.

Vi menar att en sådan process har små förutsättningar att lyckas. Anledningen är att platsanknuten kännedom om de viktigaste faktorerna som styr säkerheten (grundvattenflöde, grundvattenkemi, förutsättningar för transport av radionuklider och bergmekaniska förhållanden) saknas på de flesta platser. Generaliserade omdömen kan ges, men det är först när borrhål och borrhålmätningar finns tillgängliga som det blir möjligt att värdera säkerheten och jämföra områden ur denna aspekt. Det är dessutom högst osäkert om kommuninvånare skulle acceptera en "bästa" plats som identifierats i en centraliserad process utan lokalt deltagande. Utländska erfarenheter ger stöd för denna uppfattning. (SKB:s Fud-program 1998, s. 78)

Det bör dock framhållas att de flexibla och systematiska platsvalsstrategierna aldrig har renodlats i praktiskt handlande. Tillsynsmyndigheterna och inte minst KASAM återkom ofta till frågan om lokal acceptans och en kommunalt förankrad beslutsprocess (se kapitel 6). SKB:s flexibla strategi markerades med den nyss nämnda inbjudan till landets kommuner att inkomma med en intresseanmälan för undersökningar avseende ett slutförvar. Förstudier påbörjades i åtta kommuner, men slutfördes endast i sex. Av dessa utvaldes Forsmark och Oskarhamn för platsundersökningar. Men man bör lägga märke till att SKB under loppet av denna process samtidigt publicerade förtydliganden av platsvalskriterierna (1994), en översiktsstudie (1995) och jämförelse mellan Nord/Syd och kustland/inland (1998). Den sistnämnda studien blev en viktig komplettering och markerade SKB:s tilltagande förståelse för en mer systematisk strategi. Samtidigt hade KASAM en del kritiska synpunkter på SKB:s platsvalsstrategi i sitt yttrande över SKB:s Fud-program 1998:

Även om en värdefull diskussion förs i rapporten, så utmynnar den i att det inte går att prioritera vare sig de norra eller de södra delarna av landet med avseende på förutsättningarna för en lokalisering. Samma slutsats gäller för jämförande värderingar av lokaliseringsförutsättningar i kustområden respektive i inlandet. Det är lätt att förstå att SKB inte vill dra alltför definitiva slutsatser i en rapport som denna,

men man borde t.ex. kunnat lyfta fram några frågor som har bäring på valet av platser för platsundersökningar. I rapporten diskuteras viktiga områden som berggrund, grundvatten, klimatförändringar (t.ex. permafrost och glaciation) och strandförskjutningar. Rapporten borde kunna tillhandahålla t.ex. en tabell som visar för vilka faktorer som ett kustläge kan väntas vara bättre respektive för vilka faktorer ett inlandsförvar kan väntas vara bättre. Bland sina föreslagna värderingsgrunder anger SKB att en kustlokalisering kan ha fördelar t.ex. vad gäller minskat behov av transporter på väg eller järnväg. Den kritiske läsare frågar sig om det möjligen finns någon annan faktor där en inlandslokalisering skulle ge bättre poäng. SKB anger själv i Nord-syd/Kust-inlandrapporten ett par sådana faktorer, nämligen jämför-elsevis mera föränderliga grundvattenförhållanden (som en effekt av att strandlinjen förflyttas) och möjlig förekomst av salta grundvatten i kustnära lägen. KASAM menar inte att detta är exempel på helt avgörande faktorer, men anser det viktigt att SKB i samband med framtagningen av det samlade lokaliseringsunderlaget inför valet av minst två platser för platsundersökningar försöker få fram något mer allsidiga och väldefinierade värderingsgrunder, bl.a. utifrån de resonemang som förs i den nämnda Nord-syd/Kust-inlandrapporten. (SOU 1999:67, s. 44 f.)

5.3 Platsvalsprocessen

SKB genomförde åren 1993 och 2000 *förstudier* i åtta kommuner: Storuman, Malå, Östhammar, Nyköping, Oskarshamn, Tierp, Älvkarleby och Hultsfred. Först 1995 publicerade SKB en *nationell översiktsstudie* och i slutet av 1990-talet även länsvisa översikter av berggrunden.

Efter kommunala folkomröstningar åren 1995 respektive 1997 sade fullmäktige i Storuman och Malå nej till fortsatta undersökningar. I slutet av år 2000 redovisade SKB sina slutsatser av förstudierna (se även avsnitt 5.4). Enligt SKB fanns det i fem av sex kommuner områden som ur geologisk synpunkt var lämpliga för vidare studier. SKB önskade utföra *platsundersökningar* på tre områden, belägna inom Östhammars, Oskarshamns och Tierps kommuner. Vidare önskade SKB studera ett område som var beläget inom Nyköpings kommun, men fullmäktige där motsatte sig våren 2001 en fortsatt medverkan i SKB:s platsval. I Tierp beslutade kommunfullmäktige med knapp majoritet att avböja fortsatt samarbete med SKB, medan klara majoriteter i Östhammar och Oskarshamn uttalade sig för de föreslagna platsundersökningarna.

Efter överenskommelse med de båda återstående kommunerna igångsattes år 2002 platsundersökningar i Forsmark och i närheten av Oskarshamns kärnkraftsverk. Mycket omfattande undersökningar har sedan dess genomförts i de båda områdena, bl.a. ett stort antal borrhål (600–800 m djupa) som ska ge besked om bergets hållbarhet, sprickzoner, vattengenomströmning och vattentryck, samt grundvattnets kemiska sammansättning. Med stöd av dessa undersökningar kommer SKB att göra sitt val av plats för ett kommande slutförvar och därefter göra sin ansökan. Enligt SKB:s beräkningar ska slutförvaret vara redo att ta emot den första kapseln 2018 och den sista ca 2050. Ca 4 500 kapslar kommer då att vara deponerade i slutförvaret. Därefter återstår en förslutning av förvaret. SKB har beräknat att en sådan förslutning kommer att ske ca 2060.

5.4 KASAM:s bedömning av förstudier och platsundersökningar

SKB inlämnade i december 2000 en komplettering till sitt Fud-program 1998 (Fud-K) med titeln *Samlad redovisning av metod, platsval och program inför platsundersökningsskedet*. Där redovisades de överväganden om platsvalet som antytts i avsnitt 5.2. Programmet omfattade också en del överväganden om metodvalet som berörts tidigare i denna rapport (se t.ex. kapitel 3). I detta sammanhang vill vi fokusera på platsvalet (Fud-K, del III) och förundersökningsprogrammet (Fud-K, del IV).

SKB:s grundläggande slutsats var att alla platser utom de undersökta områdena i Älvkarleby kommun har en berggrund som bedöms som potentiellt lämplig för ett slutförvar. De tekniska och miljömässiga förutsättningarna är också goda. Efter en närmare analys kom SKB till slutsatsen att prioritera ”Forsmark, Simpevarp och Tierp norra för provborrningar och fortsatta utredningar, samt ytterligare utredningar om förutsättningarna för alternativet Skavsta/Fjällveden.” Enligt SKB ger detta alternativ ”en rimlig balans mellan önskemålet om ett robust program och en skälig nivå på erforderliga insatser och engagemang från samhällets sida” (Fud-K 2000 s. 18).

KASAM publicerade i juni 2001 sitt yttrande över Fud-K 2000. Den övergripande bedömningen var positiv. De presenterade förstudierna var enligt KASAM välgjorda inom ramen för sina syften

och begränsningar. Eftersom kunskaperna om bergartsgeologi, sprickförekomst, hydrogeologi och vattenkemi är ofullständiga, uttalade KASAM, kan man inte förutsätta att de kommande platsundersökningarna ger positivt resultat. Därför är det också viktigt att behålla bredden i platsundersökningsprogrammet under ytterligare någon tid.

Under remisstiden publicerade SKB också en nyss omnämnd rapport (R-01-10) med särskild inriktning på de kommande platsundersökningarna. Denna rapport fick ett mycket gott betyg i KASAM:s yttrande och ansågs kunna bli mönsterbildande för undersökningar som ska läggas till grund för miljökonsekvensbeskrivningar i andra sammanhang. I denna rapport – liksom som i den tidigare från 2000 (dvs. Fud-K 2000) – berördes t.ex. den centrala frågan om lokalisering av sprickzoner. Sprickzonernas betydelse för platsvalet underströks och med instämmande citerades t.ex. följande konstaterande i Fud-K:

Om förvaret inte kan inplaceras på ett rimligt sätt i förhållande till regionala plastiska skjuvzoner, regionala sprickzoner eller större lokala sprickzoner, är platsen inte lämplig för ett djupförvar. (Fud-K, s. 116)

5.5 Samhällsforskningen

KASAM menade i sitt yttrande 2002 över SKB:s Fud-program 2001 att SKB:s platsundersökningsprogram var alltför ensidigt inriktat på naturvetenskapliga och tekniska frågor. Dessa är naturligtvis centrala, men bör kompletteras med samhällsvetenskapliga studier om den berörda befolkningen och berörda lokalsamhällen. ”Exempel på sådana frågeställningar är platsundersökningsskedets effekter på informations- och demokratikrav inklusive arbets- och beslutsprocesser på det politiska området. Andra exempel är eventuella effekter på lagstiftningsområdet, förändringar i regionala förhållanden med avseende på arbetsmarknad och kommunal ekonomi samt utveckling av opinioner lokalt och nationellt vad gäller det fortsatta arbetet med ett slutförvar. Inte minst kan det vara intressant att studera frågor om massmedias roll i opinionsbildningen” (SOU 2002:63 s. 116). Även från andra håll, bl.a. berörda kommuner, framfördes likartade synpunkter.

Med tanke på dessa önskemål är det tillfredsställande att SKB sedan 2004 driver ett särskilt samhällsforskningsprogram med syfte att bredda perspektivet på kärnbränsleprogrammets samhällsaspekter, höja kvaliteten på beslutsunderlagen och MKB-dokumentationen, och bidra till forskningen om samhällsaspekterna av stora industri- och infrastrukturprojekt.

SKB har koncentrerat sitt samhällsforskningsprogram på fyra områden, nämligen:

- Socioekonomisk påverkan – samhällsekonomiska effekter (2 delprojekt).
- Beslutsprocesser (2 delprojekt).
- Opinioner och attityder – psykosociala effekter (3 delprojekt).
- Omvärldsförändringar (1 delprojekt).

I en första etapp finansierades alltså sammanlagt åtta olika projekt inom dessa fyra områden. I sitt yttrande över SKB:s Fud-program 2004 uppfattade KASAM det som 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 till Fud-program 2004 talar om snabba, genomgripande och oförutsägbara samhällsförändringar, som man bör tänka på i samband med slutförvarets säkerhet (Fud-program 2004 s. 371). Samhällsforskningsprogrammet omfattar idag (januari 2007) tolv olika projekt. Fyra projekt har tillkommit, men inget av dessa ligger inom området omvärldsförändringar utan är närmast att hänföra till det tredje området, dvs. Opinioner och attityder – psykosociala effekter. På denna punkt finns det alltså anledning att upprepa den kritik som KASAM uttalade i sitt Fud-yttrande 2005. Därmed förblir det också oklart i vilken utsträckning som det samhällsvetenskapliga forskningsprogrammet är relaterat till befintliga kunskapsluckor med relevans för MKB-processen och de grundläggande säkerhetsfrågor, som är förknippade med det framtida upprättandet av ett slutförvar för använt kärnbränsle.

Sedan ett antal år tillbaka har KASAM påpekat behovet av samhällsvetenskaplig forskning, som ett komplement till den tekniska och naturvetenskapliga. Detta behov har också bejakats av kärnkraftsindustrin. Sedan 2004 finansierar SKB ett program för samhällsforskning, vars olika delprojekt utförs av ett antal institutioner vid några av de svenska universiteterna. KASAM har dock ansett att det är av vikt för forskningens trovärdighet att det att det även

finns forskning som finansieras av andra än verksamhetsutövarna och SSI och SKI.

En rapport av Institutionen för Ekonomisk Historia, Umeå Universitet har sammanställts på uppdrag av KASAM och utgör en kunskapsöversikt över den samhällsvetenskapliga forskning och litteratur som producerats kring kärnavfallsfrågan i Sverige, med fokus på den idag aktuella forskningen. Syftet har varit att kartlägga omfattningen av och inriktningen på den fristående samhällsvetenskapliga forskningen i frågan om kärnavfall i Sverige i relation till den forskning som initierats och finansierats av de aktörer som är delaktiga i beslutsprocessen i kärnavfallsfrågan.

Rapporten visar att den samhällsvetenskapliga forskningen i fråga om kärnavfall är idag till övervägande delen finansierad av sektorns egna aktörer, främst SKB, men i viss mån även SSI och SKI. Endast ett forskningsprojekt med stiftelsefinansiering och ett projekt med EU finansiering har identifierats (dessa medel handhas dessutom av samma forskare). SKB:s samhällsforskningsprogram har av naturliga skäl karaktären av tillämpad forskning, med fokus på lokaliseringsproblematiken. I rapporten redovisas ett antal forskningsfrågor som kan anses vara angelägna t.ex. Miljöfrågor och energipolitik, Internationella och globala sammanhang, Kommunernas utsatta position samt etisk-filosofiska aspekter.

5.6 Avslutande reflektioner

Den platsvalsprocess som beskrivits och bedömts i detta kapitel förefaller vara mer av historiskt intresse. Forsmark i Östhammars kommun och Laxemar i Oskarshamns kommun är idag föremål för platsundersökningar. Ett kommande slutförvar kommer att lokaliseras till någon av dessa platser – under förutsättning att regeringen godkänner SKB:s ansökan om tillstånd att uppföra en slutförvarsanläggning.

Den tidigare platsvalsprocessen är dock inte enbart av historiskt intresse. Den kastar sin skugga lika långt in i framtiden som den kommande slutförvarsanläggningen är avsedd att skydda oss och kommande generationer mot kärnavfalllets skadeverkningar. Slutförvarsprojektets trovärdighet är beroende av att denna process uppfattas som vetenskapligt hållbar. Motsättningen mellan den systematiska och den flexibla platsvalsmodellen är därmed inte avskrivnen. En urvalsprocess som slutar med att platsvalet reduceras

till ett val mellan två områden i nära anslutning till existerande kärnkraftsanläggningar kan väcka många kritiska frågor. Har hänsynen till lokal acceptans fått spela en alltför framträdande roll i jämförelse med geologiska frågor? Har ett inlandsalternativ avskrivits utan tillräckligt vägande skäl? Avskrivningen av ett inlandsalternativ innebär bl.a. att man inte kan göra en närmare jämförelse mellan t.ex. grundvattenflöden i ett kustnära alternativ och ett inlandsalternativ. Under alla omständigheter förefaller det angeläget att SKB på ett tydligt sätt redovisar sin syn och hur man har gått tillväga.

Resultaten av platsundersökningarna i Forsmark och Laxemar kommer att vara centrala i SKB:s kommande ansökan (år 2009) om uppförande av en slutförvarsanläggning.

Avslutningsvis finns det anledning att återkomma till frågan om behovet av samhällsvetenskaplig och humanistisk forskning i samband med planering och genomförande av stora, tekniskt avancerade projekt som exempelvis kärnavfallsprojektet. KASAM har i olika sammanhang understrukit värdet av SKB:s samhällsforskningsprogram, men samtidigt också framhållit behovet av fristående forskning om kärnavfallens sociala, ekonomiska, juridiska och etiska aspekter. Dessa aspekter bör i största möjliga utsträckning studeras utanför de organisationer som har kärnavfallsfrågan som sin huvuduppgift. Det ökar förutsättningarna för att det kan komma fram kunskap som kan tjäna som kritiskt underlag inför kommande beslut.

Sammanfattningsvis vill KASAM alltså understryka behovet av en strategisk, fristående och långsiktig samhällsforskning kring kärnavfallsfrågan som dessutom kan komma till nytta för andra storskaliga projekt som är av nationellt intresse.

6 Beslutsprocessen

6.1 Beslutsprocessen – en social barriär?

I SKI:s allmänna råd till föreskrifterna SKIFS 2002:1 framhålls (s. 8) att de fysiska barriärerna i ett slutförvarssystem kan vara av två olika slag: tillverkade (t.ex. kopparkapseln som innesluter kärnbränslet) eller naturliga (bergsformationer). Till dessa bägge slag av barriärer kan man emellertid foga en tredje, nämligen en social barriär. Vikten av ett sådant *utvidgat* flerbarriärssystem har framhållits av sociologen Göran Sundqvist, jfr figur 6.1 (se Sundqvist 2001 s. 203-219 och Sundqvist 2002 s. 14-18). Samhället – i betydelse av välinformerad och kritisk opinionsbildning samt en demokratisk beslutsprocess – kan utgöra en sådan barriär. Sundqvist skriver (Sundqvist 2001 s. x):

För det första har inte minst lokalsamhället varit en barriär – i meningen hinder – för kärnkraftsföretag och myndigheter, genom att i flera fall hindra transporter av avfall och arbetet (undersökningar av berggrunden) med att finna en plats för slutförvaringen. I denna betydelse är samhället en barriär som hindrar avfallet från att bli slutförvarat på särskilt utvalda platser. I Sverige är ”Rädda Kynnefjäll” det bästa exemplet på en social barriär i denna mening. För det andra kan samhället, på samma sätt som de andra barriärerna, fungera som en skyddsbarriär som hindrar avfallets spridning till biosfären. Kompetenta och ansvarsställande människor kan ”övervaka” förvaret, idag och långt in i framtiden, genom att bevara det i samhällets kollektiva minne, och på så sätt förhindra mänskliga intrång, både avsedda (plutoniumtjuvar) och icke-avsedda (sökandet efter åtråvärda naturresurser).

Denna sociala barriär är naturligtvis en analogi - den är av annan natur än de naturliga och tekniska barriärerna. Men på ett liknande sätt som dessa har den sociala barriären sin skyddsfunktion, sina

begränsningar och sina kontrollsystem. Likväl kan den sociala beslutsprocessen indirekt påverka slutförvarssystemets skyddsförmåga.

Figur 6.1 Den utvidgade flerbarriärprincipen

Den naturliga barriären	Den tekniska barriären	Den sociala barriären
Berggrund	Inkapsling	Beslutsprocess, attityd, kollektivt minne
<i>Skydd</i>	<i>Skydd</i>	<i>Skydd</i>
Bra berg	Fungerande inkapsling	Delaktighet, informationsbevarande
<i>Motstånd</i>	<i>Motstånd</i>	<i>Motstånd</i>
Dåligt berg	Dålig inneslutning	Opinion: acceptans eller avvisning
<i>Kontroll</i>	<i>Kontroll</i>	<i>Kontroll</i>
Geologer	SKB	Många aktörer, i sista hand regering

Källa: Efter Sundqvist 2001 s. 207.

Tabellen i figur 6.1 vill tydliggöra att samhället på olika sätt ("den sociala barriären") bidrar till att det använda kärnbränslet inte tillåts skada människan och miljön. Tabellen ger en förenklad bild av sammanhangen, men KASAM anser den värdefull som en utgångspunkt för en diskussion om beslutsprocessen för slutförvaret för använt kärnbränsle.

I detta kapitel kommer vi att koncentrera oss på den beslutsprocess som kommer att leda fram till ett ställningstagande till SKB:s kommande ansökan att upprätta ett slutförvar för använt kärnbränsle

6.2 Beslutsprocessen hittills

KASAM har vid olika tillfällen uppmärksammat frågor i anslutning till beslutsprocessen. I slutet av 1980-talet anordnade KASAM tre olika seminarier i samarbete med Statens kärnbränslenämnd (SKN). Dessa seminarier behandlade den ofrånkomliga osäkerhet som varje beslut i kärnavfallsfrågan är förknippade med. Det långa tidsperspektivet tydliggör denna osäkerhet även om det finns en betydande osäkerhet förenade med beslut också på kortare sikt. Seminarierna utgick från en enkel modell för välgrundat beslutsfattande som förtjänar att upprepas. Å ena sidan kräver ett välgrundat beslutsfattande medvetenhet om de mål samhället vill uppnå och de värderingar som bör styra den verksamhet som besluten gäller. Å andra sidan krävs också kunskap om relevanta fakta. Problemet med beslut i kärnavfallsfrågan är att kunskapsbasen är ofullständig och att säker kunskap inte står till förfogande vid det nödvändiga beslutstillfället. Därför måste ett beslut om en viss lösning präglas av insikten att andra lösningar *kan* bli aktuella i framtiden. Denna öppenhet inför framtiden kommer till uttryck i den s.k. KASAM-principen, som tidigare berörts i denna kunskapslägesrapport: ”ett slutförvar bör utformas så att det dels gör kontroll och åtgärder onödiga, dels inte omöjliggör kontroll och åtgärder. Vår generation bör med andra ord inte lägga ansvaret för slutförvaret på senare generationer men bör å andra sidan inte heller beröva kommande generationer deras möjlighet att ta ansvar” (KASAM:s kunskapslägesrapport 1992, s. 15-16). Målsättningen är enligt citatet dubbel: driftssäkerhet och reparerbarhet, kontroll obehövlig men samtidigt möjlig, förvar under säkrast möjliga former men också utrymme för förändring.

Vid senare seminarier och i kunskapslägesrapporter har KASAM vid olika tillfällen kommit in på frågan om innehållet och kraven på den miljökonsekvensbeskrivning (MKB) som ska bifogas en ansökan om att upprätta ett slutförvar för använt kärnbränsle. År 1994 anordnades en internationell konferens, som redovisades i KASAM:s kunskapslägesrapport 1995 (kap. 5). Frågan återkom i 1998 års kunskapslägesrapport, där ett seminarium 1997 presenterades. Förutom MKB-processen behandlades frågor som Hur handläggs de kommande tillståndsansökningarna? Vilka lagar är tillämpliga? Vad är innebörden av det kommunala vetot? Men seminariet koncentrerade sig till stor del på den förestående platsvalsprocessen (se kap. 5).

6.3 Den framtida beslutsprocessen

Frågan om använt kärnbränsle har varit föremål för en beslutsprocess som pågått i mer än 30 år, och inneburit många ställningstaganden både av SKB och av offentligrättsliga organ. Den offentliga beslutsprocessen har nu kommit in i ett nytt skede i och med att SKB i november 2006 inlämnat en ansökan enligt kärntekniklagen om tillstånd att anlägga en inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle i direkt anslutning till Clab i Oskarshamn samt har aviserat ansökningar år 2009 om att anlägga ett slutförvar för använt kärnbränsle.

KASAM anordnade den 15 november 2006 seminariet ”Slutförvaring av använt kärnbränsle – regelsystem och olika aktörers roller under beslutsprocessen” (KASAM Rapport 2007:1). Syftet med seminariet var just att beskriva regelsystemet och vilka roller olika aktörer har under beslutsprocessen. Ett annat mål med seminariet var att identifiera eventuella oklarheter under denna beslutsprocess. En ytterligare fråga av intresse var att diskutera det sätt på vilket underlaget till ett framtida beslut tas fram.

Den följande framställningen utgår från den nyss nämnda rapporten från KASAM:s seminarium i november 2006.

Beslutsprocessen regleras av i första hand tre olika lagar, nämligen miljöbalken, kärntekniklagen och plan- och bygglagen. Dessa tre lagar är centrala i tre olika beslutsprocesser som berör varandra på olika punkter.

Beslutsprocessen enligt kärntekniklagen

Det har redan framgått att SKB hösten 2006 har lämnat in ansökan om tillstånd enligt kärntekniklagen för inkapslingsanläggningen och att företaget avser att år 2009 lämna in en ansökan enligt kärntekniklagen om anläggande av ett slutförvar för använt kärnbränsle. Dessa ansökningar bereds av SKI (i nära samarbete med SSI), som yttrar sig till regeringen. Det står redan nu klart att SKI inte kommer att avge något yttrande till regeringen över den förstnämnda ansökan förrän i samband med ett ställningstagande till ansökan om ett slutförvar och att denna beslutsprocess på något sätt kommer att samordnas med den beslutsprocessen enligt miljöbalken (se nedan) Regeringen fattar sedan beslut om att bevilja eller

avslå de båda ansökningarna enligt kärntekniklagen. Om tillstånd beviljas, utfärdar SKI och SSI särskilda villkor.

Beslutsprocessen enligt miljöbalken

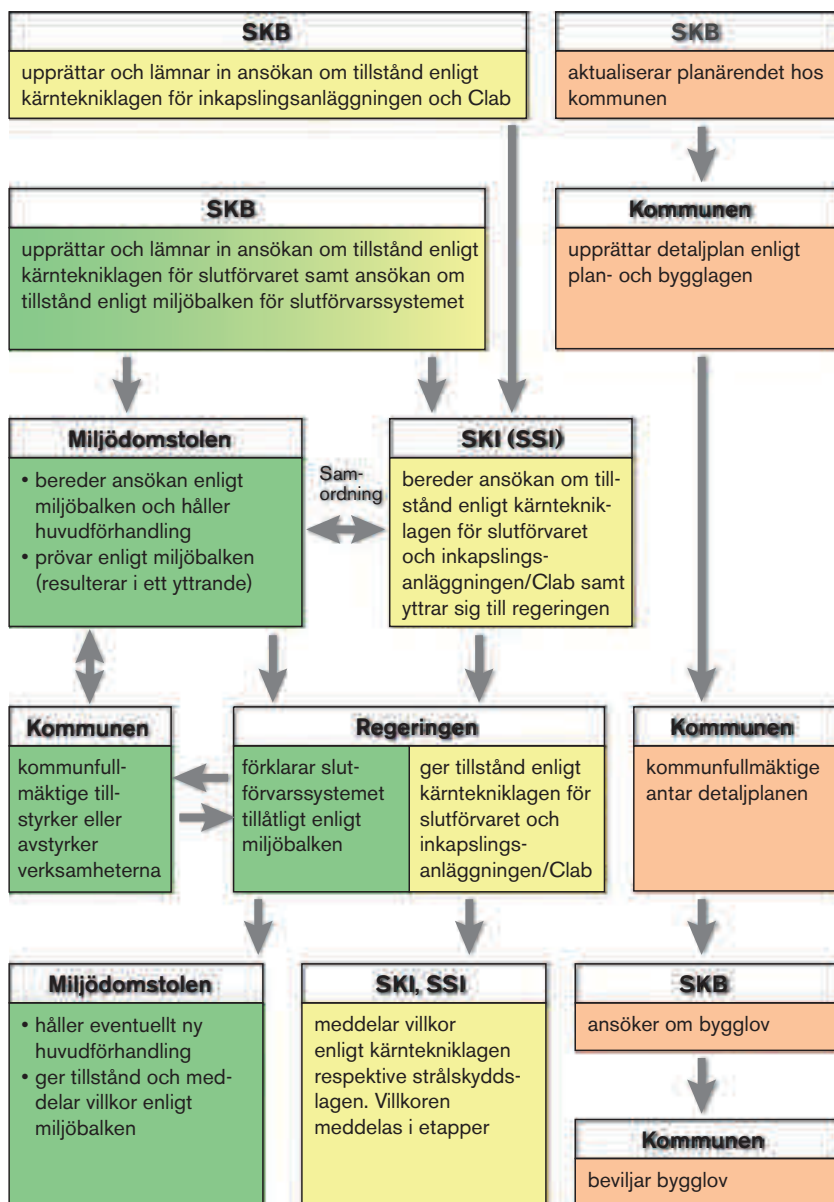
År 2009 planerar SKB att lämna in en ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för hela slutförvarssystemet. Denna ansökan bereds av miljödomstolen som yttrar sig till regeringen. Under miljödomstolens beredning av ärendet kommer den att inhämta synpunkter från bl.a. SKI och SSI. Ett regeringsbeslut om tillåtlighet enligt miljöbalken förutsätter i princip att den berörda kommunens fullmäktige har tillstyrkt ansökan. Om kommunfullmäktige avstyrker ansökan får alltså regeringen inte tillåta verksamheten (det kommunala vetot). Om regeringen finner att verksamheten är tillåtlig, håller miljödomstolen sannolikt en ny förhandling och meddelar beslut om tillstånd och villkor enligt miljöbalken.

Planprocessen

I samband med att SKB lämnar in ansökan om tillstånd för inkapslings- och slutförvarsanläggningen aktualiseras också planärendet hos den berörda kommunen. Kommunen upprättar en detaljplan i enlighet med plan- och bygglagen. Om regeringen ger sitt tillstånd till anläggningen antar kommunfullmäktige en detaljplan, som sedan ligger till grund för SKB:s ansökan om bygglov.

Figur 6.2 illustrerar de olika stegen, de olika lagarna och de olika aktörerna i prövningsprocessen, dvs. grundstrukturen i den framtida beslutsprocessen. Den innehåller många detaljer, som belyses i KASAM:s rapport 2007:1. I samband med seminariet identifierades också en del oklarheter i beslutsprocessen som kan behöva klargöras. Dessa oklarheter visar sig inom tre olika områden.

Figur 6.2 Huvuddragen i processen fram till beslut i kärnavfallsfrågan (ur KASAM rapport 2007:1, s. 17).



Källa: SKB Rapport R-06-50 s. 20.

6.3.1 Oklarheter när det gäller samordningen av ärendenas beredning inom och mellan förvaltningsmyndigheter, miljödomstol och regeringskansli

En viktig förutsättning för en demokratisk beslutsprocess är att myndigheternas behandling av olika ärenden sker på ett öppet och transparent sätt. Hur kommer miljödomstolen att pröva SKB:s ansökan och på vilket sätt avgör SKI om SKB uppfyller kärntekniklagens krav? Hur avgör SSI om SKB uppfyller SSI:s föreskrifter? Hur kommer det att gå till i praktiken när regeringen och dess kansli prövar ärendena enligt kärntekniklagen och enligt miljöbalken?

6.3.2 Oklarheter i användningen av vissa centrala termer och begrepp

I den offentliga diskussionen om slutförvaring används ibland olika begrepp eller normativa principer utan att det framgår om dessa är hämtade från lagar, förordningar, myndighetsföreskrifter eller rekommendationer. Begreppen används dessutom ofta i olika betydelser och ibland på ett oklart sätt. Exempel på sådana begrepp är:

- Alternativa metoder, alternativa utformningar och bästa möjliga teknik.
- Alternativa platser, lämplig plats och bästa plats.
- Optimering.

KASAM anser att det i den kommande diskussionen är angeläget att dessa begrepp klargörs och att deras normativa status klargörs.

6.3.3 Oklarheter beträffande slutförvarets bakomliggande ändamål

Vid tillåtlighetsprövning enligt miljöbalken har bestämningen av ändamålet med den föreslagna anläggningen en central betydelse.

Ändamålsformuleringar svarar på frågan "varför?" Vad är anledningen till att man önskar konstruera ett slutförvar för använt kärnbränsle? Svaret på den frågan är grundläggande för nästa tankeled, nämligen hur ska ett slutförvar förverkligas, dvs. frågorna om

metod/utformning och plats. Dessa olika tankeled måste iaktas av den sökande.

Ändamålet med en slutförvarsanläggning är inte lokal acceptans eller att tillämpa en viss metod (t.ex. KBS-3-metoden). Ändamålet med ett slutförvar för använt kärnbränsle har ytterst formulerats av samhället på en politisk nivå (riksdag och regering). I detta fall kan man finna en övergripande ändamålsbestämning i kärntekniklagen. Det finns nämligen i 10 § formulerad en allmän skyldighet för tillståndshavare (alltså den som har tillstånd att bedriva kärnteknisk verksamhet) att ”på ett säkert sätt hantera och slutförvara i verksamheten uppkommet kärnavfall...”.

SKB har beskrivit ändamålet och syftet med slutförvar för använt kärnbränsle på följande sätt i sin ansökan november 2006 om tillstånd att anlägga en inkapslingsanläggning:

SKB:s syfte är att skapa ett slutförvar för använt kärnbränsle från de svenska kärnreaktorerna inom Sveriges gränser och med frivillig medverkan av berörda kommuner. Slutförvaret ska byggas, drivas och förslutas med säkerhet, strålskydd och miljöhänsyn i fokus. Det ska vara utformat så att olovlig befattning med kärnbränsle förhindras både före och efter förslutning. Den långsiktiga säkerheten ska baseras på ett system av passiva barriärer. Slutförvaret ska etableras av de generationer som dragit nytta av de svenska kärnreaktorerna och utformas så att det förblir säkert även utan framtida underhåll eller övervakning.

KBS-3-metoden uppfyller detta syfte. SKB kommer därmed att söka tillstånd enligt kärntekniklagen och miljöbalken för de tillståndspliktiga anläggningar som är en förutsättning för att slutförvara använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden...

KASAM anser att det är angeläget att klarlägga i vilken uträkning denna ändamålsbestämning är förankrad i olika författningar och andra uttalanden av policykaraktär som antagits av regering, riksdag och tillsynsmyndigheter.

6.4 Avslutande reflektioner

Beslutsprocessen i kärnavfallsfrågan aktualiserar en hel serie juridiska detaljproblem och flera av dem belystes hösten 2006 vid KASAM:s seminarium om regelsystem och olika aktörers roller under beslutsprocessen (se KASAM Rapport 2007:1). Ett speciellt problem har redan berörts. SKB har valt att dela upp ansökningsprocessen i två steg och först ansöka om tillstånd enligt kärn-

tekniklagen om att anlägga en inkapslingsanläggning och tre år därefter lämna in ansökan enligt miljöbalken för inkapslingsanläggningen och ansökningar enligt både kärntekniklagen och miljöbalken om att uppföra en slutförvarsanläggning.

Under seminariet riktades viss kritik mot denna uppdelning. Ansökan om inkapslingsanläggningen låser upp ansökan om slutförvaret vid en viss metod, nämligen KBS 3-metoden. Kritiken gick ut på att alternativdiskussionen i ansökan om slutförvaret i praktiken skulle vara överspelad genom att ansökan om att uppföra en inkapslingsanläggning utgår från att KBS-3-metoden ska användas. År 2009 skulle det enligt detta synsätt vara mycket svårt att ta ett steg tillbaka och förutsättningslöst titta på alternativ. Från tillsynsmyndigheterna uttalade man att man inte avser att ta ställning till den hösten 2006 ingivna ansökan om inkapslingsanläggningen innan man sett den fullständiga miljökonsekvensbeskrivningen i ansökan om slutförvaret 2009. Ett skäl för denna inställning var enligt myndigheterna att deras prövning av KBS-3-metoden först kan göras när ett fullständigt underlag föreligger, dvs. i praktiken först år 2009 enligt SKB:s tidsplan.

Vid seminariet besvarade företrädare för SKB denna kritik. För det första är det viktigt att så tidigt som möjligt komma igång med själva granskningsprocessen. ”Det är en fördel att SKI och SSI har möjlighet att sätta sig in i ett tydligt underlag för hur inkapslingen ska gå till” (KASAM Rapport 2007:1 s. 41). Men några ställningstaganden förväntas inte förrän allt underlag är på bordet. För det andra har arbetet med inkapslingen kommit så pass långt att tiden nu (dvs. november 2006) var mogen att lämna in en ansökan.

Det är troligt att beslutsfattare och medborgare i allmänhet under processens gång och vid kritiska beslutstillfällen kommer att ställas inför det faktum att experter är oeniga i olika frågor. Ett exempel på en sådan fråga är att det inte finns en vetenskaplig konsensus vad gäller den baltiska sköldens lämplighet att hysa ett slutförvar. I Sverige finns en berggrund som varit stabil i hundratals miljoner år och som därför – under antagandet att katastrofer med globala konsekvenser (t.ex. gigantiska meteoritnedslag) inte inträffar – kan bedömas vara stabil intill dess att kärnavfallens farlighet avklingat om några miljoner år. Detta är naturligtvis inte ett påstående som är säkert till 100 %, men det är ändå ett påstående som ger oss en viss grund att stå på. Dock har avvikande bedömningar gjorts av innebörd att urberget varken är stabilt eller förutsägbart.

Vi kan urskilja konturerna till ett välkänt dilemma: hur ska medborgare i allmänhet kunna göra ett välgrundat val i en fråga där även initierade experter är oeniga? Den nu så aktuella klimatfrågan illustrerar samma dilemma. Det finns en långtgående – men inte fullständig – vetenskaplig konsensus om att människan på ett avgörande sätt genom bl.a. utsläpp av växthusgaser bidrar till uppvärmningen av jordens luftmassa. FN:s klimatpanel har belyst de destruktiva konsekvenserna torra och översvämningar inte minst för jordens fattigare länder. Det hindrar inte att det finns avvikande röster som bestrider grundförutsättningen.

Den tidigare beskrivna RISCOM-modellen är en metod som kan användas för att komma till rätta med det dilemma som expertoenighet ger upphov till i det demokratiska beslutfattandet. Hur åstadkommer man genomlysning i praktiken? ”En förutsättning för att få den utmaning av argument som behövs är att olika grupper i samhället engageras – det ska inte bara vara den traditionella gruppen av experter som deltar. Först då får man nya infallsvinklar på frågan. Deltagande är alltså en viktig förutsättning. Vidare måste genomlysningen ske i det offentliga rummet – först då kan allmänheten få den insyn som krävs i ett demokratiskt samhälle. En annan förutsättning är att den som organiserar genomlysningen måste uppfattas som neutral, dvs. inte ha någon uttalad preferens för vilka beslut som ska fattas. Det ska finnas en kraft som har just genomlysningen som sin identitet” (Andersson 2007, s. 14).

Det beslut som nu står inför dörren handlar om ifall KBS-3 metoden ska genomföras eller om vi ska vänta på bättre lösningar som eventuellt kan finnas tillgängliga inom några tiotals år, eller ännu längre in i framtiden (givetvis kan bättre lösningar komma fram under tiden fram till dess att ett KBS-3 förvar ska förslutas). Det använda kärnbränslet finns i Clab och mängden ökar så länge vi fortsätter att driva de svenska kärnkraftverken. När denna beslutssituation ska genomlysas så måste även de argument som förs fram för att inte nu genomföra KBS-3 utmanas och problem som t.ex. kan ha att göra med övervakad lagring och tryggad finansiering på lång sikt måste tas upp.

Avslutningsvis vill vi ännu en gång påminna om den riktningsgivande princip som KASAM formulerade för hanteringen av kärnavfallsfrågan redan i slutet av 1980-talet: ”Ett slutförvar bör utformas så att det dels gör kontroll och åtgärder onödiga, dels inte möjliggör kontroll och åtgärder. Vår generation bör med andra

ord inte lägga ansvaret för slutförvaret på senare generationer men bör å andra sidan inte heller beröva kommande generationer deras möjlighet att ta ansvar” (KASAM:s kunskapslägesrapport 1992, s. 15-16). Principen vill balansera den nuvarande generationens ansvar mot kommande generationers handlingsfrihet.

Denna balansakt ter sig dock lättare i princip än i praktiken. Också denna fråga kom upp i samband med seminariet i november 2006. Vad säger lagen om möjligheten för framtida generationer att återta kärnavfallet från slutförvaret? Vid seminariet klargjordes att det inte finns något om återtagbarhet i de lagar som ska tillämpas. Däremot finns det en formulering i SKI:s föreskrifter om slutförvaring av använt kärnbränsle (SKIFS 2002:1) som bör uppmärksammas. Där står det i 8 §:

Inverkan på säkerheten av sådana åtgärder som vidtas för att underlätta övervakning eller återtagning av deponerat kärnämne eller kärnbränsle från slutförvaret eller för att försvåra tillträde till slutförvaret skall analyseras och redovisas till Statens kärnkraftinspektion.

Av denna föreskrift kan man utläsa att det krävs en särskild motivering för att underlätta återtagning och möjligen också att man inte får tumma på säkerheten för återtagbarhetens eller kontrollerbarhetens skull. Vid seminariet i november 2006 uttalade SKB:s verkställande direktör en liknande grundvärdering. Det grundläggande kravet är långsiktig säkerhet. Men han tillade samtidigt att ”vi ser det också som en principiell fördel att det finns en teknisk möjlighet att återta kapslar efter förslutning, om framtida generationer skulle vilja göra det” (KASAM Rapport 2007:1, s. 41-42) och att KASAM tidigare uttalat att det ligger ett värde i att kombinera långsiktig säkerhet och handlingsfrihet (för kommande generationer). KASAM har fortfarande samma grundinställning, något som bör framhållas i varje kommentar till den s.k. KASAM-principen. De nu levande har ett ansvar för framtida generationers säkerhet – och för deras handlingsfrihet. Men om dessa bägge värden – säkerhet och handlingsfrihet – i praktiken kan uppnås utan att det ena inkräktar på det andra är en fråga som fortfarande är obesvarad. Kanske blir den besvarad i SKB:s ansökan 2009 om tillstånd att upprätta en anläggning för slutförvaring av använt kärnbränsle.

7 Referenser

Denna rapport bygger till stor del på en genomgång av kommittébetänkanden, riksdagstryck och författningar under den aktuella perioden. En genomgång har också skett av de sammanlagt åtta program för forskning, utveckling och demonstration av metoder för hantering och slutförvaring av kärnavfall som Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har presenterat åren 1986-2004, de yttranden över dessa som KASAM har avgett samt de regeringsbeslut som har fattats med anledning av dessa s.k. Fud-program. Även KASAM:s kunskapslägesrapporter för kärnavfallsområdet, som publiceras vart tredje år, har tjänat som underlag liksom fördjupningsrapporterna till årets kunskapslägesrapport. Ett ytterligare underlag har varit SKB:s ansökan i november 2006 om tillstånd enligt kärntekniklagen avseende ”inkapslingsanläggning och centralt mellanlager för använt kärnbränsle vid Simpevarp i Oskarshamns kommun”. I tillägg till dessa dokument har ett antal dokument förtecknats i nedanstående referenslista.

Kapitel 1

Använt kärnbränsle – Hur farligt är det? En delrapport från projektet ”Beskrivning av risk”, SKB rapport R-97-02, Hedin 1997.

Etik och kärnavfall – Rapport från ett seminarium om etiskt handlande under osäkerhet (SKN Rapport 28, mars 1988).

Håkansson R. Beräkning av nuklidinnehåll, resteffekt, aktivitet samt doshastighet för utbränt kärnbränsle. SKB rapport R-99-74, 2000.

Kapitel 2

- Brundtlandkommissionen, 1987/1988: Vår gemensamma framtid. Stockholm: Prisma. Brännlund, Runar & Kriström, Bengt, 1998. Flaggboken. Dokument publicerat av de nordiska tillsynsmyndigheterna.
- Genomlysning av beslutsprocess och beslutsunderlag på kärnavfallsområdet - Rapport från förstudie. Karita research. April 2007.
- IAEA 1995. The Principles of Radioactive Waste Management.
- IAEA 1997. Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management.
- KASAM-seminarium: Etik och kärnavfall 1987 (SKN-rapport 28).
- KASAM-seminarium: Kärnavfall – vilka alternativ för metod och plats bör redovisas? KASAM Rapport 2006:1.
- KASAM-seminarium: Slutförvaring av använt kärnbränsle. Regelsystem och olika aktörers roller under beslutsprocessen. KASAM Rapport 2007:1.
- SSI FS 2005:5 allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna (SSI FS 1998:1) om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall.
- Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall (SSI FS 1998:1)
- Statens kärnkraftinspektions föreskrifter och allmänna råd om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall (SKIFS 2002:1).
- Svenska miljömål. Miljöpolitik för ett hållbart Sverige. Prop. 1997/98:145.

Kapitel 3

- AKA-utredningen. Använt kärnbränsle och radioaktivt avfall, SOU 1976:30, 31 och 41.
- Ansvar, rättvisa och trovärdighet – etiska dilemman kring kärnavfall. Kommentus Förlag 1999. Nationelle samordnaren på kärnavfallsområdet (M 1996:C, sedermera Särskilde rådgivaren inom kärnavfallsområdet).

Bertil Grundfelt & Marie Wiborgh, Djupa borrhål – status och analys av konsekvenser vid användning i Sverige. SKB Rapport R-06-58.

Förvarsalternativet djupa borrhål. SKB Rapport R-00-28.

Karl Inge Åhäll, Slutförvaring av högaktivt avfall i djupa borrhål. En utvärdering baserad på senare års forskning om bergrunden på stora djup. MKG-rapport 1, 2006.

KASAM-seminarium: Kärnavfall - Vilka alternativ för metod och plats bör redovisas? KASAM Rapport 2006:1.

Kärnavfallens politiska utmaningar, Andrén & Strandberg, Gidlunds förlag.

Slutförvaring av använt kärnbränsle. KASAM:s yttrande över SKB:s Fud-program 92 (SOU 1993:67).

Underlag för samråd enligt miljöbalken, kap. 6. SKB, maj 2006.

Kapitel 4

Anshelm, Jonas (2006), Bergsäkert eller våghalsigt? Frågan om kärnavfallens hantering i det offentliga samtalet i Sverige 1950-2002, Lund; Arkiv.

KASAM-IAEA seminarium. Retrievability of High Level Waste and Spent Nuclear Fuel, IAEA-TEDOC-1187, 2000.

Krav på långsiktig säkerhet och strålskydd som anges i SSI:s och SKI:s föreskrifter (SR 97).

Kärnavfallens politiska utmaningar, Andrén & Strandberg, Gidlunds förlag.

Long-term safety for KBS-3 repositories at Forsmark and Laxemar – a first evaluation. Main report of the SR-Can project. TR-06-09.

Regeringsbeslut 2001-11-01.

Sundquist, Göran (2002), The Bedrock of Opinion. Science, Technology and Society in the Siting of High Level Nuclear Waste. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht.

Kapitel 5

Flaggboken. Dokument publicerat av de nordiska tillsynsmyndigheterna.

- Göran Sundqvist. *The Bedrock of Opinion. Science, Technology and Society in the Siting of High-Level Nuclear Waste* (2002). Kungliga Svenska Vetenskapsakademins tidskrift *AMBIO* (Volume XXXV, nr 8, december 2006).
- Platsundersökningar. Undersökningsmetoder och generellt genomförandeprogram. SKB-rapport R-01-10.
- ”Sämsta platserna har valts.” *Dagens Nyheter*, 2002-01-04.

Kapitel 6

- Genomlysning av beslutsprocess och beslutsunderlag på kärnavfallsområdet - Rapport från förstudie. Karita research. April 2007.
- Göran Sundqvist. *The Bedrock of Opinion. Science, Technology and Society in the Siting of High-Level Nuclear Waste* (2002).
- KASAM seminarium: Slutförvaring av använt kärnbränsle - regelsystem och olika aktörers roller under beslutsprocessen. KASAM Rapport 2007:1.
- Statens kärnkraftinspektions föreskrifter och allmänna råd om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall (SKIFS 2002:1).

Statens offentliga utredningar 2007

Kronologisk förteckning

1. Telefonförsäljning. Jo.
2. Från socialbidrag till arbete.
+ Bilaga. Fördjupningsstudier.
+ Lättläst. Sammanfattning. S.
3. Föräldraskap vid assisterad befruktning. Ju.
4. Trafikinspektionen
– en myndighet för säkerhet och skydd inom transportområdet. N.
5. Summa summarum – en fristående myndighet för utredning av anmälningar om brott av poliser och åklagare? Ju.
6. Målsägandebiträdet.
Ett aktivt stöd i rättsprocessen. Ju.
7. Den nya inskrivningsmyndigheten. M.
8. Nya förutsättningar för ekobrottsbekämpning. Ju.
9. Svenskan i världen. UD.
10. Hållbar samhällsorganisation med utvecklingskraft. Fi.
11. Regional utveckling och regional samhällsorganisation. Fi
12. Hälso- och sjukvården. Fi.
13. Staten och kommunerna – uppgifter, struktur och relation. Fi.
14. Renovering av bostadsmarknad efterlyses!
Om ungas möjligheter till en egen bostad.
Rapport nr 1:
Om bara någon kunde säga vad jag ska göra för att få en bostad så skulle jag göra det.
Rapport nr 2:
Måste man ha tur?
Studier av yngre på bostadsmarknaden i svenska städer.
Rapport nr 3:
Effektiv bostadsservice och förmedling av bostäder – ur ett dubbelt användarperspektiv.
Rapport nr 4:
Unga vuxna på bolånemarknaden. M.
15. Stöd för framtiden – om förutsättningar för jämställdhetsintegrering.

Idébok:
Jämställd medborgarservice. Goda råd om jämställdhetsintegreringen. En idébok för chefer och strateger.
Metodbok:
JämStöd Praktika. Metodbok för jämställdhetsintegrering. IJ.
16. Ändrad könstillhörighet – förslag till ny lag. S.
17. Äktenskap för par med samma kön.
Vigsselfrågor. Ju.
18. Arbetsmarknadsutbildning för bristyrken och insatser för arbetslösa ungdomar. N.
19. Friskare tänder – till rimliga kostnader. S.
20. Administrativa sanktioner på yrkesfiskets område. Jo.
21. GMO-skador i naturen och Miljöbalkens försäkringar. M.
22. Skyddet för den personliga integriteten. Kartläggning och analys. Del 1+2. Ju.
23. Genomförande av tredje penningtvättsdirektivet. Fi.
24. Veterinär fältverksamhet i nya former. Jo.
25. Plats för tillväxt? Fi.
26. Alternativ tvistlösning. Ju.
27. Auktorisation av patentombud. N.
28. Tydliga mål och kunskapskrav i grundskolan. Förslag till nytt mål- och uppföljningssystem. U.
29. Hur tillämpas expropriationslagens ersättningsbestämmelser? Ju.
30. Två nya statliga specialskolor.
+ Lättläst+ Daisy. U.
31. Alltid redo! En ny myndighet mot olyckor och kriser. Fö.
32. Tillväxt genom turistnäringen. N.
33. Släpvagnskörning med B-körkort – när kan de nya EU-reglerna börja tillämpas? N.
34. Skolgång för barn som skall avvisas eller utvisas. Ju.

35. Flyttning och pendling i Sverige. Fi.
36. Bioenergi från jordbruket – en växande resurs. + Bilagedel. Jo.
37. Vård med omsorg. S.
38. Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2007. Nu levandes ansvar, framtida generationers frihet. M.

Statens offentliga utredningar 2007

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

- Föräldraskap vid assisterad befruktning. [3]
Summa summarum – en fristående myndighet för utredning av anmälningar om brott av poliser och åklagare? [5]
Målsägandebiträdet.
Ett aktivt stöd i rättsprocessen. [6]
Nya förutsättningar för ekobrottsbekämpning. [8]
Äktenskap för par med samma kön.
Vigsselfrågor. [17]
Skyddet för den personliga integriteten.
Kartläggning och analys. Del 1+2. [22]
Alternativ tvistlösning. [26]
Hur tillämpas expropriationslagens ersättningsbestämmelser? [29]
Skolgång för barn som skall avvisas eller utvisas. [34]

Utrikesdepartementet

- Svenskan i världen. [9]

Försvarsdepartementet

- Alltid redo! En ny myndighet mot olyckor och kriser. [31]

Socialdepartementet

- Från socialbidrag till arbete.
+ Bilaga. Fördjupningsstudier.
+ Lättläst. Sammanfattning. [2]
Ändrad könstillhörighet – förslag till ny lag. [16]
Friskare tänder – till rimliga kostnader. [19]
Vård med omsorg. [37]

Finansdepartementet

- Hållbar samhällsorganisation med utvecklingskraft. [10]
Regional utveckling och regional samhällsorganisation. [11]
Hälso- och sjukvården. [12]
Staten och kommunerna – uppgifter, struktur och relationer. [13]

- Genomförande av tredje penningtvättsdirektivet. [23]
Plats för tillväxt? [25]
Flyttning och pendling i Sverige. [35]

Utbildningsdepartementet

- Tydliga mål och kunskapskrav i grundskolan.
Förslag till nytt mål- och uppföljningssystem. [28]
Två nya statliga specialskolor.
+ Lättläst + Daisy. [30]

Jordbruksdepartementet

- Telefonförsäljning. [1]
Administrativa sanktioner på yrkesfiskets område. [20]
Veterinär fältverksamhet i nya former. [24]
Bioenergi från jordbruket – en växande resurs.
+ Bilagedel. [36]

Miljödepartementet

- Den nya inskrivningsmyndigheten. [7]
Renovering av bostadsmarknad efterlyses!
Om ungas möjligheter till en egen bostad.
Rapport nr 1:
Om bara någon kunde säga vad jag ska göra för att få en bostad så skulle jag göra det.
Rapport nr 2:
Måste man ha tur?
Studier av yngre på bostadsmarknaden i svenska städer.
Rapport nr 3:
Effektiv bostadsservice och förmedling av bostäder – ur ett dubbelt användarperspektiv.
Rapport nr 4:
Unga vuxna på bolänemarknaden. [14]
GMO-skador i naturen och Miljöbalkens försäkringar. [21]
Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2007.
Nu levandes ansvar, framtida generationers frihet. [38]

Näringsdepartementet

Trafikinspektionen

– en myndighet för säkerhet och skydd inom transportområdet. [4]

Arbetsmarknadsutbildning för bristyrken och insatser för arbetslösa ungdomar. [18]

Auktorisation av patentombud. [27]

Tillväxt genom turistnäringen. [32]

Släpvnagskörning med B-körkort
– när kan de nya EU-reglerna börja tillämpas? [33]

Integrations- och jämställdhetsdepartementet

Stöd för framtiden – om förutsättningar för jämställdhetsintegrering.

Idébok:

Jämställd medborgarservice. Goda råd om jämställdhetsintegreringen. En idébok för chefer och strateger.

Metodbok:

JämStöd Praktika. Metodbok för jämställdhetsintegrering. [15]

Statens råd för kärnavfallsfrågor – KASAM – är en fristående vetenskaplig kommitté inom Miljödepartementet. Uppgiften är att ge regeringen råd i frågor om kärnavfall samt avställning och rivning av kärntekniska anläggningar. Ledamöterna representerar oberoende sakkunskap inom olika områden som har betydelse för slutförvaringen av radioaktivt avfall, inom såväl teknik och naturvetenskap som etik, humaniora och samhällsvetenskap.

I KASAM:s verksamhet ingår att vart tredje år beskriva kunskapsläget inom kärnavfallsområdet i en så kallad kunskapslägesrapport. 2007 års rapport om kunskapsläget på kärnavfallsområdet är den nionde på detta tema. I år består rapporten av dels föreliggande huvudrapport med titeln *Kunskapsläget på kärnavfallsområdet 2007 – nu levandes ansvar, framtida generationers frihet* (SOU 2007:38), dels fyra fördjupningsrapporter. Dessa är

- *Slutförvaring av använt kärnbränsle – regelsystem och olika aktörers roller under beslutsprocessen* (KASAM Rapport 2007:1),
- *Säkerhetsanalys av slutförvaring av kärnavfall – roll, utveckling och utmaning* (KASAM Rapport 2007:2),
- *Tid för slutförvaring av kärnavfall – samhälle, teknik och natur* (KASAM Rapport 2007:3) samt
- *Riskperspektiv på slutförvaring av kärnavfall – individ, samhälle och kommunikation* (KASAM Rapport 2007:4).

Tanken med denna huvudrapport är att i någorlunda lätt tillgänglig form ge en samlad bild av våra bedömningar alltsedan den första kunskapslägesrapporten år 1986. En del har naturligtvis blivit överspelat av utvecklingen, men förvånansvärt mycket är fortfarande relevant. Syftet är också att översiktligt skildra det händelseförlopp inom vilket dessa bedömningar gjordes för att bidra till en grundläggande förståelse av problematiken kring kärnavfallsfrågan.

Rapporten finns tillgänglig på www.kasam.org. Den kan även beställas hos kasam@environment.ministry.se.

KASAM

STATENS RÅD FÖR
KÄRNAVALLSFRÅGOR
National Council for Nuclear Waste

