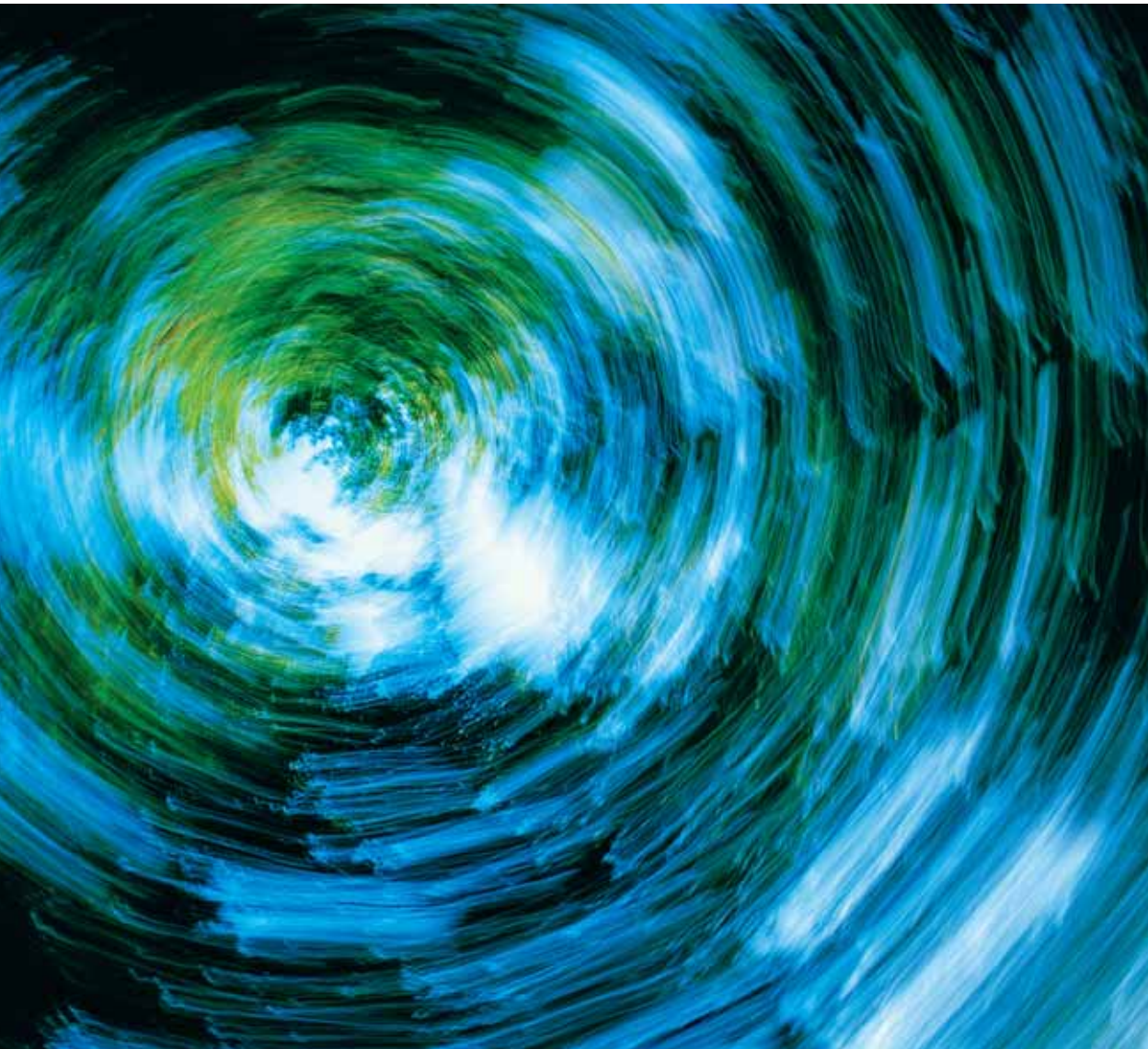


KASAM

STATENS RÅD FÖR
KÄRNAV FALLSFRÅGOR
National Council for Nuclear Waste



STATENS OFFENTLIGA
UTREDNINGAR



Djupa borrhål

Ett alternativ för slutförvaring av använt kärnbränsle?

Rapport från KASAM:s utfrågning den 14–15 mars 2007



STATENS OFFENTLIGA
UTREDNINGAR

Statens råd för kärnavfalls-
frågor (KASAM) M 1992:A

Djupa borrhål

Ett alternativ för slutförvaring av använt
kärnbränsle?



En fördjupning till KASAM:s rapport om kunskapsläget på
kärnavfallsområdet 2007 (SOU 2007:38)

Statens råd för kärnavfallsfrågor (M 1992:A), KASAM
Miljödepartementet
Kv. Spektern, 103 33 Stockholm
Tel: 08-405 24 37; Fax 08-20 10 66, www.kasam.org

Rapporten kan beställas från KASAM:s kansli
kasam@environment.ministry.se

Skribent: Annika Olofsdotter, Vetenskapsjournalisterna
Omslag: Miljöinformation AB
Foto omslag: Ingmar Jernberg

EDITA VÄSTRA AROS
Stockholm 2007
ISSN 1653-820 X

Förord

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har under hösten 2006 ansökt om tillstånd att anlägga en inkapslingsanläggning, och planerar att under år 2009 ansöka om tillstånd att anlägga ett slutförvar för använt kärnbränsle. Detta är en viktig utgångspunkt för verksamhetsplaneringen inom Statens råd för kärnavfallsfrågor (KASAM), eftersom rådet ska kunna vara ett aktivt och effektivt stöd till regeringen inför behandlingen av dessa ansökningar.

En viktig del i detta arbete är att identifiera vad som är centrala frågor ur olika perspektiv inför beslutet om slutförvaret och att göra argument och beslutsunderlag transparenta genom att sakfrågor och värderingar tydliggörs för beslutsfattare och allmänhet. Vidare är det av stor vikt att skapa en dialog kring dessa frågor mellan de aktörer som är centrala för beredningen av ansökan och med de aktörer som på andra sätt berörs av beslutet. Dialogen är viktig ur såväl ett kunskapsperspektiv (att identifiera viktiga frågor och få dem belysta och diskuterade) som ur ett demokratiskt perspektiv (berörda aktörer ska ges tillfälle att göra sina röster hörda och frågorna ska belysas på ett sätt som är tillgängligt för olika kategorier av aktörer).

Under hösten 2006 startade därför KASAM ett genomlysningsprogram med syftet att bidra till en kunskapsuppbyggnad för KASAM och till att stärka KASAM:s roll som rådgivare till regeringen genom att få strategiska frågor genomlysta. Genomlysningen bör även bli en resurs för övriga intressenter i den kommande tillståndsprövningen.

Det första steget i programmet var att träffa olika aktörer inom kärnavfallsområdet för att få synpunkter på vilka frågor som skulle vara lämpliga att behandla inom ramen för programmet. Resultatet blev en lista över frågor av skiftande karaktär (allt från detaljerade vetenskapliga frågor till frågor av principiell betydelse i beslutsprocessen).

På senare tid har ”Djupa borrhål” uppmärksammats i den offentliga debatten som alternativ till den s.k. KBS-3-metoden för hur det använda kärnbränslet ska tas om hand. I enlighet med önskemål från Oskarshamns och Östhammars kommuner, SKB och Miljöorganisationernas kärnavfallsgranskning (MKG) fann KASAM därför det angeläget att dessa frågor skulle få en mer ingående belysning. Även Statens kärnkraftinspektion (SKI) och Statens strålskyddsinstitut (SSI) ställde sig bakom detta tema för utfrågningen.

KASAM anordnade därför den 14-15 mars 2007 en genomlysning och utfrågning med syftet att allsidigt belysa djupa borrhål som metod för att slutförvara använt kärnbränsle. Några av de frågor som togs upp var: Vilka tekniska, geologiska, hydrologiska förutsättningar och möjligheter finns? Vilka är riskerna ur olika synvinklar och vilka värderingar ligger till grund för olika uppfattningar om djupa borrhåls förutsättningar och lämplighet?

Denna utfrågning är den första i en serie av seminarier och utfrågningar inom ramen för genomlysningsprogrammet. Ett program för kommande genomlysningar finns tillgängligt på KASAM:s webbplats www.kasam.org.

Stockholm i augusti 2007

Torsten Carlsson
Ordförande

Innehåll

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inledning..... | 9 |
| 2 | Bakgrund: Formella krav, värderingar och geologiska förutsättningar | 11 |
| 2.1 | Krav på alternativredovisning..... | 11 |
| 2.2 | Vad är djupa borrhål?..... | 16 |
| 2.3 | Geologiska förutsättningar för djupa borrhål | 18 |
| 2.4 | Grundvattenkemi på stora djup | 19 |
| 2.5 | Val av metod beror på fakta och aktörers underliggande värderingar | 22 |
| 3 | Teknik och långsiktig säkerhet | 27 |
| 3.1 | Djupa borrhål – borrhåstekniska förutsättningar..... | 27 |
| 3.2 | SKB om djupa borrhål | 29 |
| 3.2.1 | Bakgrund | 29 |
| 3.2.2 | SKB:s synsätt | 30 |
| 3.2.3 | Hur kan djupa borrhål påverkas av glaciation? | 32 |
| 3.2.4 | Frågor och diskussion | 35 |
| 3.3 | Några reflektioner kring SKB:s inställning | 38 |
| 4 | Har fakta tillkommit som stöder eller ändrar tidigare ståndpunkter om djupa borrhål; några reflektioner | 45 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5 | Tillsynsmyndigheternas syn på konceptet djupa borrhål | 51 |
| 5.1 | Statens strålskyddsinstitut | 51 |
| 5.2 | Statens kärnkraftinspektion..... | 54 |
| 5.3 | Frågor och diskussion | 56 |
| 6 | Säkerhetsfilosofi för slutförvaring | 59 |
| 6.1 | Aktörernas synpunkter | 59 |
| 6.2 | Frågor och diskussion | 65 |
| 7 | Politikerdebatt om slutförvaring av kärnavfall..... | 69 |
| 7.1 | Inledande reflektioner..... | 69 |
| 7.2 | MKG:s opinionsundersökning om slutförvars- metoder | 73 |
| 7.3 | Alternativa slutförvarsmetoder, frågan om återtag- barhet | 75 |
| 7.4 | Partiernas inställning till alternativa slutförvars- metoder | 79 |
| 8 | Avslutande paneldebatt och diskussion..... | 81 |
| 8.1 | Teknologi..... | 81 |
| 8.2 | Dold agenda och rollfördelning..... | 83 |
| 8.3 | Hur får vi fram utredningar om alternativet djupa borrhål? Vem ska betala? | 86 |
| 8.4 | Multinationella förvar | 90 |
| 8.5 | Är det bättre att vänta med ett slutförvar tills tekniken utvecklats ytterligare?..... | 91 |
| 8.6 | Tidpunkt för beslut? | 92 |
| 8.7 | Inlägg från och frågor till Nils Axel Mörner, MILKAS | 93 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 9 | Några reflektioner..... | 97 |
| 9.1 | Enighet om grundläggande fakta och förutsättningar..... | 97 |
| 9.2 | Aktörernas argument..... | 98 |
| 9.3 | Slutord | 103 |

1 Inledning

Den s.k. KBS-3-metoden har under ett 30-tal år utvecklats av SKB och är den metod för slutförvaring av använt kärnbränsle som industrin förespråkar och som SKB kommer att ansöka om tillstånd för. Metoden accepterades av regeringen i ett beslut från 2001 som ”planeringsförutsättning” för de platsundersökningar som SKB gör för att finna en plats för ett slutförvar för Sveriges använda kärnbränsle (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. metodalet.

På senare tid har alternativet ”Djupa borrhål” uppmärksammats i den offentliga debatten och förts fram som det alternativ som KBS-3-metoden i första hand ska jämföras med. SKB och Miljöorganisationernas Kärnavfallsgranskning, MKG, har under 2006 tagit fram var sin rapport om djupa borrhål och kommit till olika slutsatser i frågan om huruvida ett sådant alternativ bör fortsätta att utvecklas.

Eftersom det hör till KASAM:s uppgifter att informera och skapa arenor för kritisk granskning och diskussion kring olika delar av slutförvarsfrågan, så organiserades en utfrågning om djupa borrhål den 14-15 mars 2007. Syftet var att genomlysas konceptet som metod för slutförvaring och att diskutera hur långt utvecklingen på området kommit och om ytterligare forskning på området är önskvärd. Såväl fakta som värderingar bakom argument för och emot konceptet skulle diskuteras. Presentationer skulle också ge information om vilka tekniska, geologiska och hydrologiska förutsättningar och möjligheter som finns. Dessutom var avsikten att diskutera vilka risker som kan vara förenade med detta koncept.

Denna rapport är ett sammandrag av seminariet. KASAM har gjort ett urval av inlägg och frågor från debatten som fördes utifrån vilken relevans de haft för seminariets syfte.

Rapporten följer i huvudsak den kronologiska föredrags- och debattordningen för seminariet, men är redigerad utifrån olika frågeställningar snarare än utifrån vid vilket tillfälle olika personer talat i debatten.

I kapitel 2 beskrivs ett antal utgångspunkter i miljöbalkens och kärntekniklagens krav på alternativredovisning. Vidare innehåller kapitlet en beskrivning av vad konceptet djupa borrhål innebär och en diskussion om de geovetenskapliga förutsättningarna. Dessutom beskrivs hur olika värderingar kan inverka på valet av slutförvarsmetod.

I kapitel 3–6 redovisas och diskuteras teknik och långsiktig säkerhet, tillsynsmyndigheternas synpunkter på djupa borrhål och säkerhetsfilosofi genom föredrag, följda av frågor från KASAM:s utfrågare och publik.

Under kvällen den 14 mars diskuterade företrädare för de sju riksdagspartierna sina förberedelser och utgångspunkter inför en kommande nationell debatt om slutförvar av kärnavfall. Även denna diskussion återges i rapporten som kapitel 7.

Huvudpunkter från en avslutande paneldebatt och diskussion redovisas i kapitel 8.

Ett avslutande kapitel (kap. 9) innehåller några reflektioner om olika argument som framfördes under utfrågningen, frågor det tycks råda enighet om och var det finns skiljaktigheter i uppfattningar.

Föredragshållares presentationer och andra inlägg finns på KASAM:s hemsida: www.kasam.org.

2 Bakgrund: Formella krav, värderingar och geologiska förutsättningar

2.1 Krav på alternativredovisning

Tuija Hilding-Rydevik, KASAM

KASAM anordnade år 2006 ett seminarium om vad lagstiftningen kräver när det gäller alternativredovisning och ett seminarium om beslutsprocesser inför anläggandet av ett slutförvar för använt kärnbränsle.¹ Tuija Hilding-Rydevik summerar resultaten från seminarierna:

Beslutsprocessen styrs i första hand av två lagar: miljöbalken och kärntekniklagen (här bortses då från bestämmelserna i bl.a. plan- och bygglagen som naturligtvis också ska tillämpas). Till dessa kommer bestämmelser som framför allt finns i föreskrifter som har utfärdats av Statens kärnkraftinspektion (SKI) och Statens strålskyddsinstitut (SSI). De båda myndigheterna har också utfärdat allmänna råd till sina respektive föreskrifter.

Miljöbalken bygger på ett antal allmänna hänsynsregler och talar bl.a. om vad som krävs för att få fram ett gott beslutsunderlag, särskilt avseende den miljökonsekvensbeskrivning (MKB) som ska bifogas en ansökan om tillstånd att anlägga eller driva vissa verksamheter. Det finns bestämmelser om att miljökonsekvensbeskrivningen ska innehålla redovisningar av ”alternativa platser om sådana är möjliga” för den verksamhet eller de åtgärder som ansökan avser, liksom redovisningar av ”alternativa utformningar”. Vidare ska

¹ Kärnavfall – vilka alternativ bör redovisas? (KASAM Rapport 2006:1) respektive Slutförvaring av använt kärnbränsle – regelsystem och olika aktörers roller under beslutsprocessen (KASAM Rapport 2007:1).

miljökonsekvensbeskrivningen innehålla en redovisning av konsekvenserna av att den föreslagna verksamheten eller åtgärden inte kommer till stånd, det s.k. nollalternativet. Bestämmelserna om alternativredovisning är dock så utformade att de ger utrymme för ekonomiska rimlighetsbedömningar – kostnaderna för olika alternativ kan behöva ställas i relation till nyttan. Kraven på redovisning av olika alternativ kan, särskilt när det gäller stora projekt, ses som ett hjälpmedel, ett slags pedagogiskt instrument eller en referensram, för beslutsfattarna. De ska ge ett allsidigt underlag för att beslutsfattarna ska kunna fatta ett från ett helhetsperspektiv väl genomtänkt beslut där olika faktorer har vägts in.

I kärntekniklagen ställs inga krav på redovisning av alternativ i samband med ansökan om att anlägga ett slutförvar för använt kärnbränsle. Däremot finns bestämmelser som innebär att Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) vart tredje år ska redovisa ett allsidigt forskningsprogram kring slutförvaringsfrågorna. Programmet ska enligt förordningen (1984:14) om kärnteknisk verksamhet lämnas till Statens kärnkraftinspektion som efter ett omfattande remissförfarande granskar det och överlämnar det till regeringen för slutligt ställningstagande. SKB har i dessa program redovisat olika alternativa metoder för slutförvaring. Både SKI och regeringen har kommenterat redovisningarna och vid olika tillfällen ställt krav på dessa. SKI har vidare utfärdat föreskrifter som innehåller olika krav som ställs på slutförvaret, t.ex. om ett flerbarrärsystem, om användning av bästa möjliga teknik samt om upprättande av säkerhetsanalyser och säkerhetsredovisningar. Av SKI:s allmänna råd till dessa föreskrifter framgår att platsen för ett slutförvar och förvarsdjupet bör väljas så att den geologiska formationen ger tillräckligt stabila förhållanden under tillräckligt lång tid.

Också i föreskrifter som har utfärdats av Statens strålskyddsinstitut (med utgångspunkt från strålskyddslagen) finns bestämmelser om slutförvaring, t.ex. när det gäller användning av bästa möjliga teknik och tillämpning av begreppet optimering av strålskyddet.

– Det finns en del olika tolkningsmöjligheter när det gäller hur de olika föreskrifterna och lagarna exakt förhåller sig till varandra. Även miljöjuristerna gav vid KASAM:s seminarium uttryck för olika bedömningar om vad som exakt gäller i slutförvarsfrågan, säger Tuija Hilding-Rydevik.

Stor betydelse för hur alternativredovisningen enligt miljöbalken ska utformas är hur man formulerar det grundläggande syftet med slutförvaret.

– Det är inte hugget i sten vad som ska vara med när det gäller alternativ utan en diskussion förs idag om hur miljökonsekvensbeskrivningen inklusive alternativredovisningen ska se ut när SKB ansöker om att anlägga ett slutförvar, påpekar Hilding-Rydevik.

Ändamålet eller syftet har formulerats av SKB (se faktaruta 2.1), men vi vet inte om den beskrivningen överensstämmer exakt med samhällsorganens uppfattning förrän en ansökan har prövats. Formuleringar i olika propositioner ger kanske inte en tillräcklig vägledning, menar hon. Det har t.ex. skett en förändring på så sätt att det numera förs en diskussion om möjligheten att utforma ett slutförvar på ett sådant sätt att det är tekniskt möjligt att återta det använda kärnbränslet. Den tanken föresvävade knappast lagstiftaren när kärntekniklagen tillkom.

Faktaruta 1

Hur SKB:s beskriver syfte och ändamål²

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.

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.

När det gäller alternativ säger miljöbalken att direkta och indirekta effekter på människors hälsa och djur ska identifieras för alternativen (se faktaruta 2.2).

² Ur SKB:s ansökan om inkapslingsanläggning 2006, Bilaga A, 3.1 Syfte och ändamål s. 7.

Faktaruta 2.2

Miljöbalken 6 kap. Miljökonsekvensbeskrivningar och annat beslutsunderlag (utdrag)

3 § Syftet med en miljökonsekvensbeskrivning för en verksamhet eller åtgärd är att identifiera och beskriva de direkta och indirekta effekter som den planerade verksamheten eller åtgärden kan medföra dels på människor, djur, växter, mark, vatten, luft, klimat, landskap och kulturmiljö, dels på hushållningen med mark, vatten och den fysiska miljön i övrigt, dels på annan hushållning med material, råvaror och energi. Vidare är syftet att möjliggöra en samlad bedömning av dessa effekter på människors hälsa och miljön.

7 § Miljökonsekvensbeskrivningen skall, i den utsträckning det behövs med hänsyn till verksamhetens eller åtgärdens art och omfattning, innehålla de uppgifter som behövs för att uppfylla syftet enligt 3 §.

Om verksamheten eller åtgärder ... skall antas medföra en betydande miljöpåverkan, skall miljökonsekvensbeskrivningen alltid innehålla

4) en redovisning av alternativa platser, om sådana är möjliga, samt alternativa utformningar tillsammans med dels en motivering varför ett visst alternativ har valts, dels en beskrivning av konsekvenserna av att verksamheten eller åtgärden inte kommer till stånd.

Vid KASAM:s seminarium "Kärnavfall – vilka alternativ bör redovisas?"³ framkom att det finns olika tolkningar när det gäller miljöbalkens krav på redovisning av alternativa platser. Tuija Hilding-Rydevik sammanfattar:

- Utgångspunkten måste vara att en plats ska väljas inom Sveriges gränser. Det är dock inte självklart att det räcker med att enbart redovisa en jämförelse mellan Forsmark och Oskarshamn. Om det finns platser som är lämpligare så kan dessa behöva redovisas.
- Det faktum att det finns en positiv inställning bland befolkningen i vissa kommuner utgör i sig inte ett tillräckligt skäl att begränsa redovisningen till platser i dessa kommuner.

³ Kärnavfall – vilka alternativ bör redovisas? (KASAM Rapport 2006:1).

- Alternativa platser ska vara beskrivna på en jämförbar nivå och alla alternativ som beskrivs ska vara lämpliga för att uppnå ändamålet med slutförvaret.
- Valet av plats måste alltid fylla miljöbalkens grundläggande krav på lämplighet, men det är i valet av plats som det finns störst utrymme för politiska ställningstaganden.
- Sökanden måste motivera varför vissa platser som har övervägts därefter har valts bort.

Både i miljöbalken och i SKI:s och SSI:s föreskrifter ställs krav på att bästa möjliga teknik, BAT, ska användas. Begreppet ska tolkas som att det rör sig om en teknik som är industriellt tillgänglig och inte befinner sig på experimentstadiet. Den behöver dock inte finnas på marknaden just i Sverige. Om det finns någon teknik som bättre uppfyller ändamålet än KBS-3-metoden så kan man alltså förvänta sig att tillstånd inte ges till ett förvar av KBS-3-typ. Bestämmelserna i kärntekniklagen om ett allsidigt forskningsprogram kan tolkas som att det kan ställas krav på att SKB utvecklar ny teknik, om befintlig bästa möjliga teknik inte anses vara tillräcklig för att uppnå syftet med ett förvar. En rimlighetsavvägning ska dock göras mellan nyttan och merkostnaden av valet av den nya tekniken.

I SSI:s föreskrifter från 1998 sägs att vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle ska optimering ske och hänsyn tas till bästa möjliga teknik. Begreppet optimering står för ”begränsning av stråldoser till människor så långt detta rimligen låter sig göras med hänsyn tagen till såväl ekonomiska som samhällliga faktorer”. I de allmänna råd som SSI år 2005 utfärdat om hur dessa föreskrifter ska tillämpas, sägs att optimering och bästa möjliga teknik bör användas parallellt för att förbättra förvarets skyddsförmåga. Det framgår också att vid eventuella konflikter mellan tillämpningen av optimering och bästa möjliga teknik bör bästa möjliga teknik ges företräde.

Exakt hur dessa bestämmelser ska tillämpas står inte klart i alla avseenden. KASAM har i rapporten om beslutsprocessen redovisat frågor inom fyra huvudområden som behöver belysas ytterligare (KASAM Rapport 2007:1 s. 59-64). Det rör sig bl.a. om samordningen av ärendenas beredning inom och mellan förvaltningsmyndigheter, miljödomstol och regeringskansli, samt om användningen av vissa centrala termer och begrepp såsom bl.a. alternativa metoder, alternativa utformningar, bästa möjliga teknik, alternativa

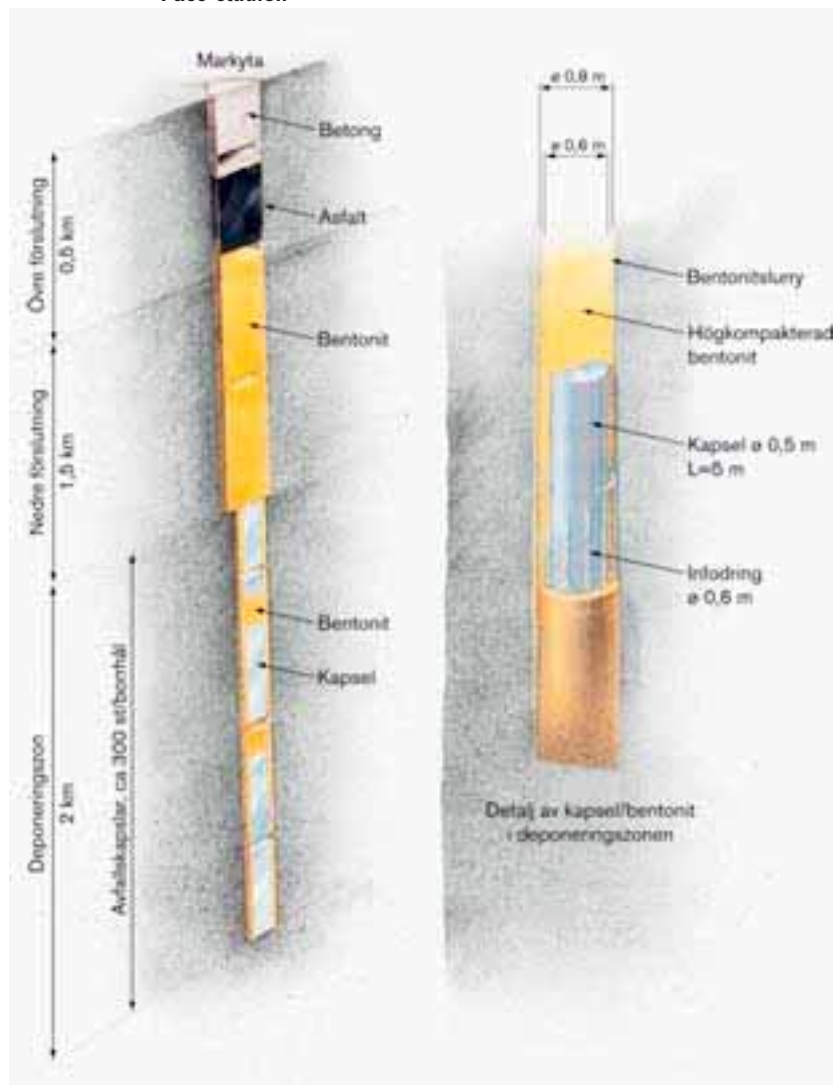
platser, lämplig plats och bästa plats. Det behövs också ytterligare diskussioner kring hur man ska beskriva det bakomliggande ändamålet med ett slutförvar. Klarhet i alla frågor kan dock kanske inte uppnås förrän efter det att ansökan kommit in.

2.2 Vad är djupa borrhål?

Konceptet djupa borrhål för slutförvaring av använt kärnbränsle innebär att ett antal hål borras i berggrunden ner till ca 4 000 meters djup (se figur 2.1). Kapslar med kärnbränsle, fem meter långa och en halv meter breda i diameter, deponeras i borrhålen på ett djup av mellan 2 000 och 4 000 meter och varvas med bentonitlera. Borrhålen försluts sedan med betong.

En mer ingående redovisning av de borrhållstekniska förutsättningarna finns i kapitel 3.

Figur 2.1 Principiell utformning av förvar i djupa borrhål framtagen inom Pass-studien⁴



Källa: SKB Rapport R-06-58 s. 17.

⁴ Project Alternative Systems Study – Pass. Analysis of performance and long-term safety of repository concepts, SKB rapport TR-92-43.

2.3 Geologiska förutsättningar för djupa borrhål

Jimmy Stigh, KASAM

En förvarsplats med djupa borrhål kräver relativt stor yta, kanske mer än 10 km². Jimmy Stigh antar att det i och för sig går att anlägga djupa borrhålsförvar runt om i Sverige, men att det förmodligen av logistiska och kostnadsskäl är att föredra att ha avfallet samlat på ett ställe. Man kan då välja mellan att antingen konstruera ett ”högtemperaturförvar” eller ett ”lågtemperaturförvar”. I det högtempererade fallet borras hålen relativt nära varandra och berget kommer därmed att bli varmt till följd av den värme det använda kärnbränslet avger. Detta ses som fördelar av vissa personer medan andra oroas över vad som blir följderna av de högre temperaturerna. Alternativet är längre avstånd mellan hålen och därmed fås en lägre temperatur. Då kommer givetvis förvaret att kräva en större yta.

Poängen med ett slutförvar i djupa borrhål är att grundvattnet på detta djup, under mycket lång tid, är stagnant, dvs. att det rör sig extremt långsamt, och även är kemiskt stabilt.

– Oavsett vilken slutförvarsmetod man väljer måste avfallet förvaras säkert under lång tid. Det är fortfarande över 100 000 år vi pratar om och här skiljer sig inte djupa borrhål från KBS-3-metoden, säger Jimmy Stigh. Han pekar dock på att KBS-3 är ett mycket teknikbaserat projekt som bygger på att kapseln klarar sig i 100 000 år. I fråga om djupa borrhål antas istället berget kunna fungera som ensam skyddsbarriär efter det att kapseln brutits ned vilket beräknas ske efter en betydligt kortare tid än 100 000 år. Då är det kemiskt stabila vattnet och stagnanta flödet mycket viktiga faktorer.

Vattenflödet i berggrunden förväntas minska med djupet och vattnet är i stort sett stillastående, eller stagnant, på stora djup. Salthalten ökar också med djupet – på 4 000 meter är vattnet i stort sett som saltlake.

Även temperatur och tryck ökar med djupet, liksom spänningarna i berget. Temperaturen ökar med djupet och stiger med ca 15 °C per kilometer från ytan och nedåt. På 5 000 meters djup ligger temperaturen mellan 60 och 105 °C.

Stigh visar att sprickbildningen i berget är högre vid ytan, vilket leder till större vattengenomsläpplighet. På större djup är vattenflödet i första hand begränsat till större, men färre horisontella

sprickzoner. På större djup förekommer också fler skjuvrörelser och förkastningar.

– Konceptet djupa borrhål bygger på en säkerhetsstrategi där större vikt läggs på den geologiska barriären i förhållande till de tekniska barriärer som ingår i KBS-3-alternativet, framhåller Stigh. Samtidigt, säger han, är den samlade kunskapen om djupa borrhål mycket begränsad. Kunskapen baseras på information från ett fåtal djupa borrhål vid Siljan i Sverige, Kolahalvön i Ryssland och i USA.

Stigh hävdar att det idag inte finns någon etablerad teknik för att deponera kapslar med använt kärnbränsle i djupa borrhål. Det finns inte heller någon teknik som kan verifiera att kapslarna håller sig täta eller som kan visa vilka egenskaper berget har som buffert runt kapslarna när de väl ligger på plats.

– Detta innebär att det idag inte är möjligt att med någon trovärdighet bedöma och kvantifiera kapselns och bergets barriärfunktion, säger han. Stigh anser också att man inte kan jämföra KBS-3 metoden med djupa borrhålskonceptet utan att först borra ett hål med den diameter som skulle krävas och till lämpligt djup i lämplig berggrund och på så sätt få fram grundläggande data.

Han säger att det har forskats länge och mycket kring KBS-3 men mycket lite om djupa borrhål. Vi bör därför diskutera om det är möjligt och i så fall hur detaljerade förundersökningar kan genomföras samt hur man gör noggranna positionsbestämningar vid själva borrhållningen.

– Man glömmer lätt att ett intakt och ett påverkat berg är två skilda saker. Berget skadas vid alla borrhållningsarbeten. Vi skapar transportvägar som inte tidigare fanns i berget.

2.4 Grundvattenkemi på stora djup

Gunnar Jacks, professor emeritus i mark- och grundvattenkemi, KTH

Salthalt, pH och syre är nyckelfaktorer för hur miljön i berggrunden kan komma att påverka ett slutförvar för kärnavfallet. Dessa faktorer är i sin tur beroende av tillrinningen av grundvatten. Enligt Gunnar Jacks finns en stor kunskap om förhållandena ner till några hundra meters djup när det gäller vattentillrinning, men hur tillrinningen är på större djup vet vi inte mycket om.

– Vattenomsättningen i orört berg på 400-500 meters djup kan röra sig om tusentals år, kanske tiotusentals, vilket uppmätts med kol 14-metoden. Nere på 2 000-4 000 meters djup bör omsättningen vara ännu mycket långsammare, säger Jacks.

Salthalten är en faktor som i hög grad förändras med djupet. I vanligt regnvatten finns ca 10 mg/liter medan man i en grävd tiometersbrunn finner tio gånger så mycket. I en borrarad brunn på 100 meter är salthalten omkring 500 mg/liter.

– På 1 000 meters djup är vattnet som saltlake, med omkring 50 000 mg/liter. Detta kan jämföras med havsvatten som har en halt på 35 000 mg/liter, säger Jacks.

Däremot beskriver han förändringen av pH-halten som mindre dramatisk. Surheten minskar från pH 5 i regnvatten till pH 8 på 1 000 meters djup.

Syret är viktigt i det här avseendet. Regnvatten är mättat på syre men halten sjunker snabbt med djupet. I grävda brunnar finns en liten mängd syre, och i en borrarad brunn finns knappast något syre alls. På ett djup av tusen meter finns i stället en syreskuld; där råder en helt syrefri miljö.

På olika djup i berggrunden finner vi också olika populationer av bakterier. Vid ytan finns heterotrofa bakterier som lever på fotosyntesen. Längre ner är bakterierna av autrof natur och lever på vätgas och koldioxid.

– De här bakterierna kannibaliserar på varandra och varandras produkter. För sin kolförsörjning tar de koldioxid och lämnar ifrån sig metan. De är inte lika effektiva med att bryta ner substanser som de aeroba bakterierna, säger Jacks. Han pekar också på att temperaturen stiger med djupet och att den är ca 100 grader på 5 000 meters djup. Här är det i stort sett sterilt.

Varför är då grundvattnet så salt djupt ner i berggrunden? Extremt djupa grundvatten karakteriseras ofta av höga halter av kalcium, natrium och klorid, med en kalciumhalt som ofta är högre än natriumhalten i våra bergarter eftersom dessa ofta är kalciumkloriddominerade. Enligt Jacks finns det flera förklaringar till den höga salthalten. Det kan vara bubblor i bergarten som är fyllda med gas eller vätska och som spruckit av rörelser i berget så att den salthaltiga vätskan i bubblorna har läckt ut i sprickor.

– Men det kan också vara evaporiter, dvs. sedimentära bergarter som bildats under de geologiska torrperioderna genom att vattnet i hav/sjöar avdunstat och svårslösliga salter fällts ut. Dessa förklaringar är de allmänt mest accepterade. Enligt Jacks är det också

möjligt att salter kommer ur evaporiter från bergarter, som inte finns kvar utan som eroderats bort. En fjärde förklaring är att de är restlösningar som frusits ut ur inlandsisen.

Att pH-värdet är relativt stabilt i berggrunden beror på att det finns buffrande mineral i sprickor, såsom kalciumkarbonat, vilka har bildats under berggrundens omkring 2 miljarder år långa historia.

Hur olika ämnen bryts ned och reagerar med varandra (t.ex. genom redoxreaktioner) har stor betydelse för vilken kemisk miljö som kommer att finnas i berggrunden. För ett slutförvar för använt kärnbränsle har denna miljö stor betydelse, eftersom den kommer att bestämma hur lång tid som kapslarna kan förbli intakta. Gunnar Jacks förklarar sambanden:

Medan pH handlar om omsättningen av vätejoner så handlar redoxprocesserna om omsättningen av elektroner som flyttas från ett ämne till ett annat. Ett exempel på en redoxreaktion är när grundvatten som har höga halter av löst järn (i form av Fe^{2+}) och som har transporterats under reducerande (dvs. syrefattiga) förhållanden sedan strömmar ut ur marken och syresätts. Då oxideras det lösta järnet (dvs. järnet förlorar en elektron) till järn i form av Fe^{3+} som bildar oxider och hydroxider som inte är vattenlösliga utan fälls ut.

– Detta är säkert något som ni sett i skogsbäckar eller källor i skogen. Det är alltså järnrikt syrefattigt grundvatten som läcker ut och när det kommer i kontakt med syre så fälls järnet ut. Det bildas då roströda utfällningar och vattenytan kan vara blåskimrande och se ut som om det skett ett litet oljeläckage.

Alla levande organismer – människor, möss, elefanter och de flesta bakterier – får sin energi genom biologisk nedbrytning av den organiska substans som växterna bildat genom fotosyntesen. Nedbrytningen kan ske aerobiskt (med tillgång på syre) och anaerobiskt (utan tillgång på syre). Sker den aerobiskt fungerar syret som oxidant (dvs. det ämne som tar emot elektroner), medan den anaeroba nedbrytningen kräver närvaro av något annat ämne som fungerar som oxidant. De flesta organismer använder syre som en oxidant för att frigöra energin ur den organiska substansen. När syret tar slut tar andra organismer (bakterier) över och flyttar elektroner till andra ämnen än syre.

Gunnar Jacks beskriver detta i form av en s.k. redoxtrappa som illustrerar hur olika redox- och nedbrytningsprocesser sker efter

varandra med djupet ner i berggrunden, men var och på vilka djup de olika processerna äger rum varierar kraftigt, betonar Jacks.

– Man kan ha skilda steg i trappan som ligger millimetrar från varandra. I en spricka kan en process pågå medan det några centimeter in i berget pågår en helt annan process.

Enligt Jacks kan kopparkapslarna i ett slutförvar av KBS-3-typ angripas i en syrerik miljö och där det finns svavelväte. Däremot är miljön mer gynnsam för koppar där löst järn förekommer. Det är i dessa järnrika miljöer som SKB planerar att förlägga KBS-3-förvaret.

– Den kemiska miljön på det djup som gäller för KBS-3, är lämplig, åtminstone i ostörda förhållanden. Omständigheterna kan förstås ändras i och med att förvaret byggs. Jämfört med djupa borrhål har man dock en högre vattenomsättning, säger Jacks. Djupa borrhål, å sin sida, har alltså lägre eller ingen vattenomsättning, men mycket högre salthalt vilket ger en mer aggressiv/korrosiv miljö.

– Djupa borrhål innebär också en kortare störningsperiod eftersom man förmodligen kan borra ett hål, deponera avfallet och försluta hålet på ungefär ett år – vilket kan jämföras med 60 år för KBS-3-systemet. Detta är en fördel eftersom man då inte stör förhållandena i berget, och därmed vattenomsättningen, under en längre tid.

2.5 Val av metod beror på fakta och aktörers underliggande värderingar

Carl-Reinhold Bråkenhielm, KASAM

Det finns flera olika fall där industrin och miljörorelsen argumenterar utifrån värderingar i stället för fakta, hävdar Carl-Reinhold Bråkenhielm. Han tar som utgångspunkt SKB:s formulering av syftet med en inkapslingsanläggning som finns i bolagets ansökan om att få tillstånd till anläggningen (se faktaruta 2.1).

– Det återgivna citatet innehåller först en sammanfattning av hur SKB uppfattat krav och principer från lagstiftningen och sedan gör SKB en tydlig värdering om att KBS-3-metoden uppfyller detta syfte. Huruvida syftet verkligen uppfylls är vad som ska prövas av myndigheterna och beslutas av regeringen, säger han.

Andra aktörer framhåller att syftet kanske bäst uppfylls av någon alternativ metod, exempelvis slutförvaring i djupa borrhål. Bl.a. har Naturskyddsföreningen och Miljöförvaltningens kärnavfallssektori (MILKAS) ifrågasatt SKB:s formulering om att den valda metoden uppfyller syftet med förvaret. En ledare i Svenska naturskyddsföreningens tidskrift *Sveriges Natur* beskriver KBS-3-metoden som ett "ytligt" förvar (se faktaruta 2.4). I ett sådant ordval kan man också ana en värdering, säger Bråkenhielm, och menar även att det är tveksamt ur ett naturvetenskapligt perspektiv att beteckna KBS-3 som ett "ytligt förvar". Att det skulle vara oansvarigt av industrin att söka tillstånd för metoden utan att undersöka andra alternativ, är en ännu tydligare form av värdering, säger han.

Faktaruta 2.4

Ur ledare i Sveriges natur nr 2, 2007

Kärnkraftsindustrins förslag om ett ytligt förvar (på 500 meters djup) är djupt tveksamt i ett miljövetenskapligt perspektiv. Sedan metoden lanserades på 1970-talet har säkerhetsbrister visats och alternativ föreslagits. På 3–5 km djup slipper man rörligt vatten och där är tåligheten klart större. Ändå söker industrin tillstånd utan att noga undersöka andra alternativ. Oansvarigt!

Bråkenhielm illustrerar distinktionen mellan värderingar och fakta med ett exempel från gymnasiets filosofiundervisning:

– Tänk er orden "Det är vackrast när det skymmer". Detta är inget sakpåstående eftersom skymningens skönhet inte är något vi kan undersöka med våra sinnen eller bevisa vetenskapligt. Att det är vackrast just när det skymmer uttrycker en värdering och meningen utgör en s.k. värdesats.

Det finns dock saker vi gillar eller ogillar, uppskattar eller avvisar och det finns sakförhållanden som råder oavsett om vi gillar det eller inte. Bråkenhielm beskriver fakta som sakförhållanden som kan fastställas genom vetenskaplig forskning. Värderingar däremot uttrycker vårt gillande eller ogillande.

– Dessutom kan man dela in värderingarna i etiska värderingar som handlar om människor, våra förpliktelser och motiv, till skillnad från icke-etiska värderingar som innefattar föremål, processer, tillstånd eller system. Påståendet om att SKB är oansvarigt, är en etisk värdering. Ett påstående att förvarsmetoden med djupa borrhål

hål är bättre än KBS-3 är däremot exempel på en icke etisk värdering.

Han frågar sig om den oenighet som finns mellan SKB och andra aktörer är en oenighet om fakta eller om värderingar. Är det fråga om oenighet om etiska värderingar eller icke etiska värderingar? Ytligt sett förefaller det finnas en oenighet om fakta, men efter att ha studerat olika uttalanden från SKB och miljörelsen menar han att det snarare råder enighet om fakta – det är i stället till stor del fråga om oenighet om värderingar.

Sakpåståendet i den återgivna ledaren i Sveriges natur om att man slipper rörligt vatten i ett borrhålsförvar följs av ett uttalande av professor Karl-Inge Åhäll i en rapport till MKG (se faktaruta 2.5). Åhäll skriver att djupa borrhål förläggs på ett djup i berget där förvaret skulle omges av stabilt densitetsskiktat grundvatten. SKB har å sin sida utrett djupa borrhål vid olika tillfällen sedan 1990-talet och senast genom konsultbolaget Kemakta. Även SKB:s beräkningar visar att det rör sig om mycket långa beräknade transporttider av grundvatten från stora djup till ytan.

Faktaruta 2.5

Karl-Inge Åhäll i MKG-rapport⁵ :

En fördel, jämfört med ett yttnära slutförvar av KBS-3-typ som nu förbereds i Sverige, är att ett borrhålsförvar har förutsättningar att bli mer teknologiskt robust. Det beror på att konceptet djupa borrhål tycks tillåta en så djup deponering av kärnavfallet att hela deponeringsområdet skulle omges av ett stabilt densitetsskiktat grundvatten utan kontakt med marknära nivåer medan ett KBS-3-förvar skulle omges av ett rörligt grundvatten i kontakt med marknära nivåer. Denna hydrologiska skillnad har stor betydelse för säkerheten, vilket blir särskilt tydligt i scenarier med utläckage av radioaktiva ämnen.

– Någon egentlig oenighet finns inte när det gäller t.ex. grundläggande fakta om stagnant grundvatten på 3-5 kilometers djup. Man kan i stället anta att det är en fråga om värderingar, säger Bråkenhielm. Ledaren i Naturskyddsföreningens tidning säger att SKB är oansvarigt eftersom man inte utrett alternativa metoder.

⁵ Ur sammanfattningen i Slutförvaring av högaktivt kärnavfall i djupa borrhål, MKG-rapport 1, 2006.

SKB tycker tvärtom att man just belyst djupa borrhål i olika utredningar.

Bråkenhielm tar också upp SKB:s kommentarer i en TV-debatt i oktober 2006 då man hävdade att deponering i djupa borrhål är svårkontrollerad och att kapslarna blir svåra eller omöjliga att återta. SKB sade också att miljön är ofördelaktig för kapseln; en hög salthalt och det faktum att det inte finns någon lerbuffert utsätter kapseln för en korrosiv miljö som förkortar dess livslängd. SKB anser inte heller att metoden uppfyller lagens krav på flera barriärer utan att berget får utgöra den enda barriären.

Bråkenhielm anser att var och en av dessa punkter är värda att studera. De flesta ger uttryck för icke etiska värderingar. Men påståendet om svårigheter att återta kapslarna hänger samman med det värde man tillskriver återtagningens möjlighet. Framtida generationers handlingsfrihet kan ställas mot önskvärdheten att försvåra olovligt intrång.

– Åhalls studie för MKG uttrycker liknande farhågor som SKB när det gäller att en deponering i djupa borrhål är svårkontrollerad. Åhäll förutsätter att man för att undvika haverier behöver forskning och teknisk utveckling.

Enligt Bråkenhielm finns kanske inte heller någon oenighet mellan miljörelsen och SKB i frågan om huruvida det är svårt att återta kapslarna ur djupa borrhål. Frågan gäller i stället om en etisk värdering är att betrakta som skäl mot borrhålsalternativet.

– Det finns stora skillnader i hur aktörerna värdesätter själva möjligheten till återtagbarhet. Är den positiv då framtida generationers handlingsfrihet ökar eller är återtagbarheten en risk för olovliga intrång som kan få svåra följder med exempelvis kärnvapenspridning?

Han pekar emellertid på en djup oenighet i sak mellan miljörelsen och SKB i fråga om huruvida det är möjligt att få fram tillförlitliga data om säkerhetsförhållandena i de djupa borrhålen. SKB anser att säkerheten inte alls kan bedömas, medan Åhäll ser mer optimistiskt på möjligheter att få fram uppgifter.

– När det gäller barriärer så skriver SKB i den nämnda kommentaren att konceptet djupa borrhål inte uppfyller lagens krav på flera barriärer och att berget ”får utgöra den enda barriären”. Man kan dock notera att det i SKB:s egna utredningar finns andra bedömningar (se faktaruta 2.6) och det ska bli intressant att se huruvida djupa borrhål kommer att ses som ett en- eller flerbarriärssystem

när SKB år 2009 lägger fram sin ansökan om ett slutförvar, säger Bråkenhielm.

Faktaruta 2.6

SKB om barriärer och djupa borrhål⁶:

Även om den väsentliga långsiktiga säkerheten i konceptet ligger i bergets funktion så finns det andra barriärer. Kapseln ska konstrueras för att motstå den mekaniska påverkan som uppstår på fyra kilometers djup. Bufferten har till främsta uppgift att fixera kapslarna i sina lägen efter deponeringen. Liksom vid KBS-3 utnyttjas flera barriärfunktioner, men betoningen på barriärerna är olika. I KBS-3 är ingenjörbarriärerna, kapseln och bufferten, garanterna för isolering i samverkan med berggrunden. I djupa borrhål är det i första hand berggrunden som garanterar att spridningen av nuklider inte når markytan. Liksom på 500 meters djup finns det på 4 000 meters djup grundvatten. Detta har dock betydligt högre salthalt och lägre rörlighet.

Bråkenhielm finner alltså en viss samstämmighet vad gäller fakta, men tycker att KBS-3-kritikerna kanske nedvärderar möjligheterna och värdet av att kunna återta avfallet och i stället skjuter fram fördelarna med ett stagnant grundvatten på stora djup. SKB å sin sida, anser han, skjuter fram de tekniska svårigheterna, brister i säkerhetsanalyser och kostnaderna för utredningar om djupa borrhål.

Motsättningarna kring djupa borrhål förefaller bottna i en mer grundläggande oenighet, säger Bråkenhielm och pekar på en oenighet i fråga om perspektiv.

– Vilka fakta och värderingar är viktigast? Det kan vara en fråga om ideologisk oenighet, vilket är en svårare konflikt att undanröja än enkla faktafrågor. Vad är viktigast: stagnanta grundvattenförhållanden eller flera barriärer? Vad är avgörande: obefintliga möjligheter till återtag eller möjligheter till återtag? Och vad är mest önskvärt: en robust naturlig barriär eller en kombination av naturliga och tillverkade barriärer?

⁶ Försvarsalternativet djupa borrhål, SKB Rapport TR-00-28 s. 7.

3 Teknik och långsiktig säkerhet

3.1 Djupa borrhål – bortechniska förutsättningar

Leif Bjelm (professor i teknisk geologi, Lunds universitet) och Gunnar Nord (Atlas Copco) presenterade var bortechniken för djupa borrhål står i dag och hur borrhning av djupa hål med stor diameter går till. I faktaruta 3.1 ges ett sammandrag av Bjelms och Nords presentationer. De fullständiga presentationerna finns på www.kasam.org.

Faktaruta 3.1

Teknik för borrhning av djupa hål

Viktiga parametrar vid val av bortechnik: Styrande är kapselns diameterborrhålets längd samt krav på en så liten avvikelse som möjligt från lodlinjen.

Bortechniker: *Hammarborrhning*, innebär att en borrhsträng roteras i toppen medan ett medium i form av luft eller vatten förs ned i hålet och sätter fart på en hammare som sitter nere i borrhsträngen. Hammaren slår medan borren roterar. Vid *rotationsborrhning*, som vanligtvis brukas inom oljeindustrin, används en kraftig stång. En last läggs på den roterande stången för att ge kraft. Vad de två teknikerna idag kan prestera skiljer sig åt. Med hammarborrhningen kan hål borrhras med den diameter som behövs, men inte till de djup som erfordras. Rotationsborrhning å andra sidan kan prestera de avsedda djupen men inte den önskade diametern. Ett djupt hål kan borrhras med en kombination av olika tekniker beroende på vilka bergarter som förekommer. Hammarborrhning används normalt vid kristallint berg medan rotationsborrhning traditionellt används vid

sedimentära bergarter. Andra borrhåstekniker finns, men är inte relevanta för djupa borrhål.

Inklädnad av hålet: Om det bedöms som sannolikt att stabiliteten i hålet inte är tillräcklig utan hålet riskerar att bryta samman, kan hålet fodras med stålrör, så kallad casing. Borrningen avbryts då vid förutbestämda håldjup och stålrör sänks ned till botten. Rören gjuts fast i berget genom att cementpasta förs ned till borren och trycks upp mellan stålröret och bergväggen. Det krävs att vätska finns i hålen som håller emot det hydrostatiska trycket för att inte hålet ska kollapsa.

Hålavvikelse innebär att borrningen avviker från den tilltänkta lodlinjen och kan uppstå på grund av bergets struktur. Om borrningen går tvärt in mot en foliation (bergets svaghetsplan) kommer borrningen att vika av vinkelrätt mot foliationen. Kommer borrningen däremot in flackt mot foliationen, tenderar borrningen i stället att följa foliationsstråket. Ett hål för ett slutförvar får inte avvika mer än 1 % från lodlinjen. En avvikelse på 0,5 % innebär 20 meter vid ett hål på 4 000 meters djup. Hålavvikelsen har bl.a. betydelse för hur stort avståndet måste vara mellan två borrhål.

Mängden avfall: I Sverige finns ca 4 500 ton använt kärnbränsle år 2007. Det svenska kärnkraftsprogrammet kommer enligt SKB:s bedömning att resultera i totalt ca 9 000 ton använt kärnbränsle.¹ Antalet kapslar som krävs beror på hur mycket avfall som ryms i varje, men enligt SKB-rapport R-06-58 kommer ca 13 000 stycken att krävas vilket innebär omkring 45 borrhål med 300 kapslar i varje.

Kostnader: Det råder stor osäkerhet kring vad ett borrhål skulle kosta att utföra. En bedömning är att kostnaden skulle kunna ligga på storleksordningen 100 miljoner kronor för ett borrhål. I dagsläget är det ingen annan känd industri som efterfrågar denna typ av borrhål. Slutförvarsindustrin måste därmed själv driva utvecklingen och stå för kostnaderna.

Enligt Gunnar Nord finns inte tekniken för att borra ett djupa borrhålsförvar idag men den är gripbar med dagens kunskaper. Leif Bjelm menar å sin sida att nödvändig utrustning och prestanda redan finns, men säger att det saknas ordentligt utarbetade analyser

¹ Tabell 2.2 i Plan 2007.

av genomförbarheten. Kostnaderna för en utredning som mynnar ut i alternativa borrhållsprogram för olika avfallsförutsättningar uppskattar han till 3-4 miljoner US dollar.

3.2 SKB om djupa borrhål

3.2.1 Bakgrund

Saida Lâarouchi Engström, SKB

SKB har under mer än 20 år utrett och redovisat arbete om olika metoder för omhändertagande av använt kärnbränsle. Unikt för kärnavfallsprocessen är de forsknings- och utvecklingsprogram som SKB tagit fram vart tredje år sedan 1986 och som numera kallas Fud-program (Forskning, utveckling och demonstration). Programmet, som lämnas till regeringen, beskriver forskningsläget och planerna för den fortsatta forskningen.

– Myndigheter, organisationer, regeringen m.fl. granskar och yttrar sig över Fud-programmen. SKB får sedan direktiv från regeringen om hur vi ska fortsätta att bedriva vårt forskningsarbete.

När det gäller andra metoder för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle redovisar hon en rad olika utredningar som SKB har utfört² och framhåller särskilt den systemanalys som belyser olika metoder och hur man valt ut den metod (dvs. KBS-3-metoden) man anser vara mest löftesrik inför framtiden.³ Inom ramen för forskningsverksamheten har SKB alltså under lång tid studerat andra metoder, t.ex. djupa borrhål.

– SKB tar uppgiften om att undersöka alternativ på stort allvar och vi ska lämna underlag om detta, och där ingår djupa borrhål, i vår ansökan om slutförvaret år 2009, säger hon.

Hon framhåller att ny kunskap kommit fram, speciellt om borrhållsteknik, men hävdar att konceptet djupa borrhål ändå är förknippat med grundläggande svagheter som SKB inte anser att fortsatt forskning och utvecklingsarbete kan ändra på.

– Att slutförvaret förläggs djupare ner i berggunden är inte en garanti för större säkerhet, säger hon.

² FoU-program 86 och FoU-program 89; PASS (Project on Alternative Systems Study) 1993 (TR-92-43); Systemanalys. Val av strategi och system för omhändertagande av använt kärnbränsle, 2000 (R-00-32); Förvaltsalternativet djupa borrhål. Innehåll och omfattning av Fud-program som krävs för jämförelse med KBS-3-metoden, 2000 (R-00-28); Djupa borrhål – Status och analys av konsekvenserna vid användning i Sverige, 2006 (R-06-58).

³ Systemanalys. Val av strategi och system för omhändertagande av använt kärnbränsle, 2000.

Samhället och SKB har en gemensam syn på förutsättningarna för hur det använda kärnbränslet ska tas om hand, påpekar hon; slutförvaret ska ske på ett säkert sätt, det ska tas om hand inom landet, olovlig befattning med kärnämnen eller kärnavfall ska förhindras, säkerheten ska vila på flera barriärer, otillbörliga bördor på kommande generationer ska undvikas och hanteringen ska vara kontrollerad i alla led.

– Vi måste veta vad vi gör i alla steg. Vid deponering i djupa borrhål vet vi inte med säkerhet om kapseln och bufferten är intakta efter deponeringen och om de hamnat på rätt plats. Det är vidare viktigt att kunna reparera misstag eller fel som uppstått under drifttiden. Det ska därför gå att återta deponerade kapslar för att kontrollera eller reparera dem.

Hon anser inte att möjligheten till kontrollerad deponering eller reparationer av deponerade kapslar är tillfredsställande med djupa borrhål.

– Om man senare upptäcker att det kan vara fel på någon av kapslarna som släppts ned i ett hål på 4 000 meter, så är det omöjligt att få upp den. Vi måste räkna med den mänskliga faktorn och att saker kan gå fel. Det ska gå att rätta till misstag.

Låarouchi Engström anser att KBS-3-metoden uppfyller de syften som samhället i lagar och föreskrifter ställer på ett slutförvar. Syftet kan kanske uppfyllas även med andra metoder, men det är KBS-3 metoden som SKB anser vara bäst.

3.2.2 SKB:s synsätt

Erik Setzman, SKB

SKB räknar med att det svenska kärnkraftprogrammet ska bedrivas i omkring 40 år. Då skulle det i ett borrhålsförvar krävas ca 50 djupa borrhål om varje hål rymmer ca 300 kapslar för att ta hand om det svenska använda kärnbränslet.

Erik Setzman ställer KBS-3-metoden och djupa borrhål mot varandra. Ett förvar enligt KBS-3-metoden kommer att ligga på mellan 400-700 meters djup, medan djupa borrhål förläggs till 2 000-4 000 meters djup. Han hävdar att djupa borrhålskonceptet innebär en okontrollerad deponering, medan KBS-3-metoden innebär en kontrollerad. I djupa borrhål ska man förlita sig på *en* barriär medan KBS-3 är uppbyggt på flera, såväl tekniska som naturliga

barriärer. Detta förvar är också uppbyggt för att tåla externa störningar, till skillnad från djupa borrhålsalternativet som är känsligt för sådana. Dessutom är KBS-3-metoden klar att implementeras efter 30 års forskning, medan djupa borrhål kräver fortsatt utvecklingsarbete.

Enligt SKB blir inte slutförvaret säkrare av att förläggas djupare ner i bergrunden. Djupa borrhål innebär i stället tekniska svårigheter med borrhåls teknik och deponering, vilket i sig kanske kan lösas med forskning, men svagheterna när det gäller långsiktig säkerhet ändras inte av fortsatt forskning.

– Fördelen med ett KBS-3-förvar är att vi nere i tunnarna kan konstatera hur berget ser ut, även i själva deponeringshålen. Vi ser var det är lämpligt och olämpligt att förlägga kapslarna. I alternativet med djupa borrhål går det inte att sortera bort olämpliga positioner för kapslarna och det är svårt att undvika olämplig berggrund, säger Setzman. Han pekar också på att det inte går att få samma kunskap om berget kring de djupa borrhålen och att inspektioner inte går att utföra till den grad som den långsiktiga säkerheten kräver.

– Kapseln kan fastna i hålet och hamna på fel djup. Den kan skadas när den deponeras och risken för detta är relativt stor. Vi kommer därför inte att med säkerhet veta om kapseln och bufferten är intakta och om de är på rätt plats, säger han.

Miljön på det djupa som borrhålsalternativet innebär är besvärlig och aggressiv. Salthalten är högre och detta är å ena sidan en fördel i och med att vattenomsättningen i dagsläget är stagnant men kan också ställa till bekymmer, precis som den höga temperaturen och bergspänningarna. Det finns risk för att kapslarna korroderar och att buffertens funktion försämras. Det finns också risk för s.k. bergutfall, dvs. att berget går sönder, bitar av det lossnar och därmed eventuellt skadar kapseln. Sammantaget innebär detta att förvaret endast har en barriär, dvs. berget.

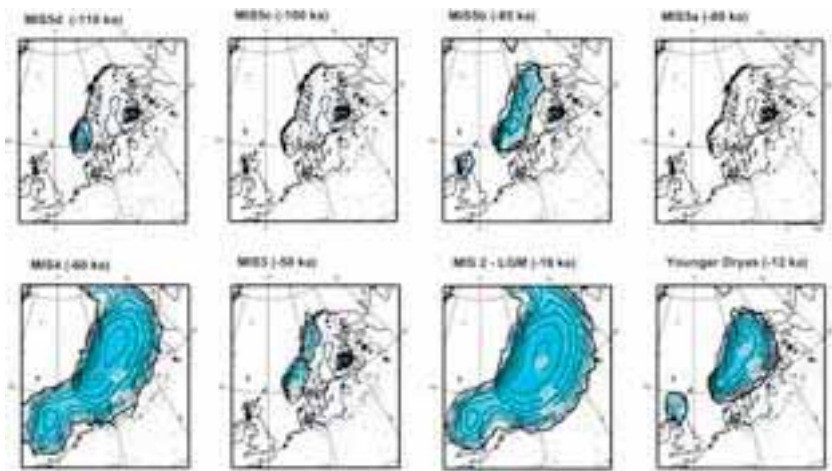
Det är också, enligt Setzman, okänt hur jordskalv och istider påverkar berget och grundvattnet som i dagsläget är stagnant. Han påpekar också att om borrhålet, bufferten eller kapseln skadas, så kan borrhålet bli en transportväg för radioaktivt material upp till ytan.

3.2.3 Hur kan djupa borrhål påverkas av glaciation?

Jens-Ove Näslund, SKB

– Glacialt tillstånd definieras här som att en inlandsis täcker den plats där förvaret finns. En såpass omfattande nedisning av Sverige måste beaktas när man anlägger ett förvar för använt kärnbränsle, slår Jens-Ove Näslund fast. Detta, säger han, gäller oavsett vilken metod som väljs. SKB bedömer att berggrunden kommer att vara den enda skyddsbarriären som finns kvar om man använder sig av konceptet djupa borrhål när nästa inlandsis kommer, kanske någon gång om 20 000 till 50 000 år. Lerbuffert och kapslar i förvaret är då nedbrutna på grund av de aggressiva förhållanden som råder på så stora djup i berggrunden.

Figur 3.1 Exempel på isutbredningar under senaste glaciala cykeln i Fennoskandia



Källa: SKB 2006. Climate and climate related issues for the safety assessment SR-Can. SKB TR-06-23, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Bildtext: En inlandsis kan avancera och dra sig tillbaka i flera omgångar under den tidsperiod som gäller för ett slutförvar.

De viktigaste processerna vid en glaciation är förändringar i grundvattenflödet och de jordskalv som uppstår. I berggrunden finns rörligt grundvatten ned till mellan 500 och 1 000 meter. På stora djup, över 3 000 meter, är grundvattnet salt och betydligt mindre rörligt. Mellan

det rörliga och mer stagnanta grundvattnet finns en övergångszon, men hur denna övergångszon ser ut vet vi inte. Det är mycket möjligt att en glaciation skulle påverka övergångszonen med resultatet att zonen flyttas nedåt, men kunskapen om hur mycket den påverkas är bristfällig, enligt Jens-Ove Näslund.

– Vi vet inte mycket om hur vattenflödena på stora djup påverkas av en glaciation han och hänvisar till simuleringar som gjorts av sedimentär berggrund som visar att under en nedisning har grundvattenflödet ökat på 2-3 kilometers djup. Kristallint berg, dvs. den berggrund som ett KBS-3 förvar planeras att förläggas i, skulle sannolikt inte påverkas lika kraftigt, men modellstudier indikerar att grundvatten på stora djup eventuellt kan påverkas.

– Det vi vet är att de största påverkningarna på ett förvar sker vid glaciationer och det gäller oavsett vilken förvarsmetod man har. Under en glaciation får vi ett ökat grundvattenflöde jämfört med perioder utan inlandsis. Det gäller framför allt när inlandsisens branta frontparti passerar förvaret, men också när isen drar sig tillbaka.

Det kan, enligt Näslund hända att isen växer till och retirerar flera gånger över ett förvar under 100 000 år. Om övergångszonen därmed förskjuts betyder det att grundvatten som tidigare varit stagnant nu kan bli rörligt. I sådana fall påverkar inlandsisen ett borrhålsförvars *enda* skyddsbarriär dvs. berget.

– De största osäkerheterna inträffar när förvaret övergått till ett enbarriärsystem, med berget som enda skyddsbarriär. Dessa osäkerheter härrör från förväntade förändringar i grundvattenflöde i den övre delen av geosfären, säger han.

Enligt Näslund visar sammanställda data från de Svenska nationella seismiska näten att det uppstår fler jordskalv långt ner i berget än närmare jordytan. Idag sker omkring 5-6 gånger fler skalv på ett djup av 2,5-6 km än på djup grundare än 2,5 km. De flesta stora jordskalv sker idag också på stora djup.

– Enligt många studier uppstår också fler jordskalv i samband med att en inlandsis rycker fram och drar sig tillbaka. Sannolikt är det på samma sätt under dessa förhållanden, att fler jordbävningar äger rum längre ner i berget än vid ytan, och en glaciation skulle alltså ge ännu fler skalv på djupet. Andelen stora skalv skulle också öka. Näslund säger att seismologer vid Uppsala universitet förväntar sig att de större glacialt inducerade skalven oftast skulle ske på djup större än 1-2 km. Ett förvar enligt konceptet djupa borrhål

är därför mer utsatt för jordskalv än ett grundare förvar, eftersom det ligger närmare startpunkten för de flesta skalven.

Vad kan jordskalv föra med sig som har betydelse för ett förvar? Näslund säger att man vid skalv får en volymförändring av berggrunden på grund av kompression och töjning av berggrunden och dess spricksystem. Observationer från bl.a. Island visar att man pga. detta vid skalv kan få rörelser hos grundvattnet. Teoretiskt sätt bör det även gälla salina grundvatten på stora djup. Skalv kan alltså resultera i att nya sprickor bildas och ger transportvägar för det djupa salta grundvattnet mot markytan.

– Teoretiskt sett bör skalven även kunna ge upphov till en transport av djupt salint grundvatten mot ytan, säger han. Därmed skulle också radionuklider kunna transporteras till det ytligt strömmande grundvattnet eller till markytan. Ett borrhålsförvar, med berget som enda skyddsbarriär, bör därför vara mer känsligt för påverkan från skalv än ett KBS-3-förvar som konstrueras med flera barriärer som tillsammans verkar för att hålla det använda kärnbränslet avskilt från grundvattnet och markytan, bl.a. vid skalv.

Sannolikheten för jordskalv till följd av en glaciation innebär också ökade svårigheter att undvika olämpliga deponeringspositioner. Det är, enligt Näslund, mycket svårt eller omöjligt att kartera sprickzoner runt ett djupt borrhål i samma detaljgrad som för deponeringshål enligt KBS-3-metoden.

– Med KBS-3-metoden arbetar vi med respektavstånd till sprickor eller sprickzoner för att undvika olämpliga positioner. Det blir mycket svårt att applicera detta arbetssätt på djupa borrhål då vi inte i samma detaljeringsgrad kommer att kunna veta hur berget i närområdet ser ut. Detta tillsammans med att det kostar mycket att borra ett nytt djupt hål om det första skulle visa sig olämpligt, gör att det blir svårt att välja bort olämpliga deponeringspositioner som kan skadas av skalv. I KBS-3-konceptet ingår däremot att vi ska kunna välja bort olämpliga kapselpositioner innan deponering. Slutsatsen är att glacialt inducerade jordskalv introducerar stora osäkerheter i den enda skyddsbarriärens funktion vid borrhålsdeponering, eftersom berget utgör den enda barriären vid tidpunkten för glaciation och förväntat ökat antal skalv.

Jordskalv kan leda till skador i ett förvar, inte bara då inlandsisar växer till och retirerar, utan även i dagens tempererade klimat, påpekar Näslund. Den samlade sannolikheten för att ett geologiskt förvar skadas ökar ju längre tiden går. Även om det skulle ta 50 000

är till nästa istid så utgör skalv en risk fram tills dess. Ett förvar enligt KBS-3-metoden konstrueras för att på bästa sätt utstå sådana påfrestningar.

Ett inlandsisscenario medför risker, i bemärkelsen ökade påfrestningar, för alla typer av geologiska slutförvar i Sverige. I dagsläget är det inte korrekt att säga att existerande data, oavsett metod, visar att riskerna minskar ju djupare avfallet placeras i berggrunden. För att föra ett resonemang kring dessa risker krävs att man gör åtskillnad mellan olika typer av förvarssystem och utvärderar funktionen hos deras barriärsystem som helhet, anser Näslund.

Han säger att det enligt dagens kunskap och data är högst osäkert om ett förvar enligt konceptet djupa borrhål någonsin skulle kunna visas vara säkert i samband med en inlandsis eftersom man vid den tidpunkten enbart kan tillgodoräkna sig berget som skyddsbarriär. För ett KBS-3-förvar är SKB:s bedömning att man med dagens kunskap kan bedöma påfrestningarnas storlek och därför kunna utforma de tekniska barriärerna så att de klarar de ökade påfrestningarna vid glaciationer.

Osäkerheterna är stora om vad som kan hända med ett slutförvar på 2-5 km djup vid en glaciation, säger Näslund. Eftersom förvar i djupa borrhål innebär att det blir svårt att tillgodoräkna sig några andra skyddsbarriärer än berget, är förvarskoncept känsligt för påverkan av glaciationer. Dessa osäkerheter beror på kombinationen av den enda skyddsbarriären och den förväntade ökningen av glacialt inducerade jordskalv, samt på förändringar av grundvattenflöde.

3.2.4 Frågor och diskussion

Kjell Andersson, KASAM: SKB argumenterar att djupa borrhål innebär en enbarriärprincip, men handlar inte detta om en gradskillnad i stället för en artskillnad? Bygger inte KBS-3-metoden också på en enbarriärprincip där man med teknik ska klara en period om 100 000 år?

Saida Lâarouchi Engström, SKB: Barriärens funktion måste ses på lång sikt. Påfrestningar och osäkerheter vid istider är de samma för djupa borrhål som för KBS-3. Därför är det viktigt att ha skyddsbarriärer som stärker funktionen även vid sådana osäkerheter. I djupa borrhål råder en aggressiv miljö för buffert och kapsel. Om man alls skulle få ner kapslarna kan man endast tillgodo-

göra sig den barriär som berget utgör under en begränsad tid. Vi bör i stället se till funktionen i sin helhet. KBS-3 har en barriär som skyddar och lever upp till säkerhetskraven som ställs, men vi kan inte dra samma slutsats för djupa borrhål. Även om vi lägger dit barriärer, försvinner de fortare än vid KBS-3.

Kjell Andersson, KASAM: Är det en principalsak att det ska finnas fler barriärer än en enda?

Saida Lâarouchi Engström, SKB: De föreskrifter som finns är härledda ur vetenskapen, vilken säger att det finns behov av flera barriärer.

Kjell Andersson, KASAM: Kraven på flera barriärer kommer från reaktorsäkerhetsområdet och har överförts till kärnavfallsfrågan. Är det relevant?

Saida Lâarouchi Engström, SKB: Ja, eftersom ett slutförvar också är en kärnteknisk anläggning.

Claes Thegerström, SKB: Att krav ställs på flera barriärer bottnar i att ingen kunskap om barriärer är absolut: om man bara lutar sig mot en enda barriär, tar man större risker än om man lutar sig mot flera. Filosofin som tillämpas inom kärnteknikområdet är att en barriär ska täcka upp för en annan.

Eva Simic, KASAM: Om det råder stagnanta förhållanden när det gäller vattenomsättningen på stora djupa i berggrunden, kan man då inte ställa andra (lägre) krav på djupa borrhål än KBS-3 när det gäller reparerbarhet?

Saida Lâarouchi Engström, SKB: Det ställs samma krav på samtliga metoder. KBS-3 är SKB:s förslag till metod för att klara de uppställda kraven. Vi kan inte ta bort vissa krav som vi har på KBS-3 när det gäller djupa borrhål. Det skulle varken vara juridiskt eller vetenskapligt acceptabelt.

Eva Simic, KASAM: Är inte kraven anpassade efter KBS-3-metoden? KBS-3-konceptet togs ju fram vid en tidpunkt då myndigheternas krav ännu inte specificerats.

Saida Lâarouchi Engström, SKB: Jag upplever det inte så. Det var tänkt från början att flera barriärer var nödvändiga. Reaktorsäkerhet smittar av sig.

Kjell Andersson, KASAM: Djupa borrhål bygger på att ingen ytterligare barriär än berget behövs pga. att stagnanta förhållanden råder. Varför ska vi då ha en möjlighet till reparerbarhet?

Saida Lâarouchi Engström, SKB: Du antar då att ingen kapsel någonsin fastnar på vägen ner i borrhålet. Om vi antar att alla ligger där de ska, har vi inga problem, men ingen kan garantera detta.

Jens-Ove Näslund, SKB: Om vi har missbedömt bergets funktion och det inte är som vi trodde om 5 000 år, och vi då endast har en barriär som i fallet djupa borrhål, då får vi inte upp avfallet. Då är återtagbarhet av intresse.

Jimmy Stigh, KASAM: Vi pratar om äpplen och päron. SKB har arbetat oerhört med att ta fram KBS-3-metoden, men det finns stora brister i vår kunskap när det gäller djupa borrhål. Om vi för 30 år sedan hade borrar djupa hål och vi hade kunnat göra mätningar, hade vi kunnat föra en annan diskussion. Men nu ställs de ändå mot varandra och värderas. Saida *Lâarouchi* Engström säger att KBS-3 innebär flera barriärer, men jag upplever att detta betonades i högre grad förr. Nu verkar kapseln vara så mycket av barriär att annat inte behövs, men OM det skulle hända något så finns andra barriärer där.

Gert Knutsson, KASAM: Jag anser att det som sägs om istider är motsägelsefullt. Vi vet inte, enligt Jens-Ove Näslund, hur istider påverkar berget på ett stort djup. Samtidigt säger han att det blir störningar, att det sker förändringar i ytliga grundvatten som borde påverka även djupare liggande grundvatten. Det verkar som att det indikerar att saker kan hända på stora djup?

Jens-Ove Näslund, SKB: Jag sade att det finns osäkerheter vid glaciation, men att vi inte riktigt vet vad.

Johan Swahn, MKG: Det är intressant att se att SKB hela tiden backar när nya frågeställningar kommer upp, vilka innebär ytterligare utredningar. Men det är tveksamt om det ska vara industrin som gör utredningarna. Vi bör ha en oberoende hantering i fortsättningen.

Saida Lâarouchi Engström, SKB: Vi backar inte utan forskar och utreder. De grundläggande svagheter i djupa borrhål är de samma som tidigare och ny kunskap säger att det finns ytterligare problem. Konceptet bygger på säkerhetsfilosofiska grundvalar som skakar.

Björn Dverstorp, SSI: Varför hävdar SKB kategoriskt att djupa borrhål är ett enbarriärssystem och att KBS-3 är ett flerbarriärssystem? Saida Lâarouchi Engström säger att det är en aggressiv miljö i djupa borrhål, men om man ser till den förväntade temperaturen och salthalten så uppfylls kraven för en buffert. SKB måste även utveckla varför kapseln i djupa borrhålskonceptet antas vara sämre än i KBS-3-alternativet. I KBS-3-fallet räknar SKB med kopparkapslar som håller mycket längre än de järnkapslar som man

utgår från i fallet med djupa borrhål. De senare rostar sönder mycket fortare.

Saida Lâarouchi Engström, SKB: Vi har inte gjort djupare analyser av hur länge kapslarna håller eller fungerar i djupa borrhål.

Claes Thegerström, SKB: I ett byggt KBS-3-förvar kommer vi att vara noggranna med att uppnå det initiala tillstånd som vi vill ha i barriärssystemet. Vi kan lägga avfallet så som vi vill ha det. Att detta inte går i djupa borrhålsförvaret, ser jag som en svaghet.

3.3 Några reflektioner kring SKB:s inställning

*Karl-Inge Åhäll, professor i berggrundsgeologi,
Karlstad universitet, för MKG*

I Sverige blev det, enligt Karl Inge Åhäll, mer allmänt känt under 1990-talet, att grundvatten på stora djup i berggrunden kan förbli avskilt från grundvatten högre upp. Det skedde genom en sammanställning av nya forskningsdata som Juhlin m.fl. gjorde på uppdrag av SKB.

Åhäll pekar på att berggrundens vattengenomsläpplighet (permeabilitet) och grundvattnets densitet förändras med djupet i berggrunden. Det gäller också faktorer som salthalt, temperatur och tryck.

I den övre delen av berggrunden finns normalt stora grundvattenflöden, men därunder och ned till 1-1,5 km djup finns något vi kan kalla en hydrogeologisk mellanzon med avtagande grundvattenrörelser. Flödena inom denna zon präglas av svaga men relativt stabila grundvattenrörelser från inlandets inströmningsområden ut mot kustens utströmningsområden.

Att permeabiliteten minskar neråt i mellanzonen antas bero på att trycket i berget ökar så mycket att sprickorna förblir ”hoptryckta” under 1-1,5 km djup. Data från svensk berggrund är sparsamma och Åhäll vill inte hävda med bestämdhet att förhållandena gäller generellt.

– Längre ner i berggrunden finns också sprickor men trycket där är så högt att sprickorna tycks varaktigt ihoptryckta. Detta medför en avsevärd sänkning av permeabiliteten. Äldre gnejs- och granitberggrund av den typ som dominerar Sverige på djup överstigande 1,5 km karakteriseras därför av att det i allmänhet saknas signifikanta flöden. Det finns dock undantag, där öppna spricksystem

åtminstone lokalt kan ha signifikanta flöden. Men mätkokalerna är få och spridda, och därmed är de flesta hydrogeologer rätt försiktiga i sina tolkningar.

Åhäll menar att det numera finns en bred enighet om att det finns en hydrogeologisk zonerings i berggrunden och att denna zonerings medför att det åtminstone lokalt finns ett densitetsskiktat grundvatten under 1-1,5 km som kan förbli ostörd under årtusenden. Men ännu återstår att ta reda på om det finns tillräckligt stora områden med en ostörd densitetsskiktning.

Om ett förvar skulle placeras i mellanzonen, menar Åhäll att man inte kan undvika att utläckande radioaktiva ämnen når biosfären i och med att förvaret då skulle omges av ett rörligt grundvatten i kontakt med marknära nivåer. Läckage från förvaret skulle då förr eller senare nå fram till regionala utströmningsområden. Om sådana förvar placeras i ett inströmningsområde kan man räkna med högre transporttider tills radioaktiviteten kan nå marknära nivåer jämfört med då förvaret placeras i utströmningsområden. Utifrån detta kan man ifrågasätta en lokalisering till både Oskarshamn och Forsmark, anser Åhäll, i och med att förvaret då skulle ligga i ett kustområde med regionala utströmningsområden. Valet av dessa platser kan därför knappast ha gjorts med vetenskapliga kriterier i botten, menar han och påpekar att detta är anmärkningsvärt.

Han förespråkar att man även tittar kritiskt på djupa borrhålskonceptet trots att förvaret då skulle ligga under zonen med rörligt grundvatten.

– Konceptet förutsätter dock att det verkligen går att identifiera tillräckligt stora områden med densitetsskiktat grundvatten, och detta måste verifieras, säger han. Man måste kunna påvisa att de finns.

– Utöver denna hydrogeologiska grundförutsättning för ett borrhålsförvar måste man få fram metoder för att deponera avfallet på ett säkert sätt och så att man inte varaktigt stör områdets stabila densitetsskiktning. I dag vet ingen om dessa förutsättningar kan infrias inom landet.

Åhäll beskriver förutsättningarna för ett slutförvar i djupa borrhål i nio punkter och framhåller att dessa rymmer såväl geologiska, hydrogeologiska, tekniska, ekonomiska samt politiska faktorer.

Det krävs att:

- Det under 15-30 år finns en politisk och social acceptans för att djupa borrhål genomförs samt för de kostnader som krävs under projektets gång.
- Det finns ett tillräckligt stort område på 3-5 km djup med stabilt densitetsskiktat grundvatten.
- Det finns mät- och analysteknik för borrhålmätningar som kan identifiera områden på 3-5 km djup med ett stabilt densitetsskiktat grundvatten.
- Det finns geodynamisk och hydrogeologisk kunskap så att man kan identifiera områden på 3-5 km djup där effekterna av framtida istider inte äventyrar förvarets långtida säkerhet.
- Det finns teknik för precisionsborrning som behövs av både smala borrhål för sondering och breda borrhål för deponering.
- Det finns teknik som medger en säker deponering av avfallsbehållarna och att man under deponifasen kan ta upp behållare för byte eller tester av material och teknik.
- Borrning, deponering av avfallsbehållare liksom förslutning av samtliga borrhål kan ske utan att grundvattnets densitetsskiktning långsiktigt störs utanför själva förvarsområdet.
- Kärnavfallet kan långtidsförvaras på 3-5 km djup utan att värme- och strålningseffekter från avfallets radioaktiva sönderfall stör grundvattnets densitetsskiktning utanför själva förvarsområdet.
- Såväl borrrustning, avfallsbehållare som borrhålsförslutningsmaterial väljs så att det inte främjar kemiska reaktioner som medför gasbildning i förvarsområdet.

Ett avgörande villkor för ett förvar i djupa borrhål är att det kan förläggas i berg med låg permeabilitet och en stabil densitetsskiktning.

Åhäll menar också att densitetsskiktningen är avgörande för den långsiktiga säkerheten eftersom det är dennas stabilitet som gör att det inte kan ske några större vertikala rörelser av grundvattnet på stora djup förutsatt att det inte tillförs någon energi i området som ändrar densitetsskiktningen. Och i och med att normalt svenskt urberg helt saknar energikällor av vulkanisk eller annan geotermal typ på stora djup, finns ingen energikälla som skulle kunna orsaka en vertikal transport av radioaktiva ämnen upp mot marknära nivåer. – Om ett förvar ska läggas i berggrunden ska man undvika alla nivåer där grundvattnet har kontakt med biosfären. Alltså är mini-

midjupet 1-1,5 km, men sen är det förstås klokt att även ha en bred buffertzona på ytterligare 1-1,5 km eftersom man inte vet hur stora ändringar av densitetsskiktningen som kan uppstå vid exempelvis en framtida glaciation, säger han. Sammantaget medför det ett djup på minst 2-2,5 km.

Eftersom såväl borrkostnader som säkerhet verkar öka med djupet, finns här en intressekonflikt att bevaka.

– Själv skulle jag förorda ett förvaringsdjup på minst 3 km. Med dagens teknik blir det nog för dyrt att deponera ända ned till 5 km djup, men om teknikutvecklingen fortsätter så kanske även det blir möjligt.

Åhäll menar att det i dag finns goda belägg för att det finns en stabil densitetsskiktning i normala urbergsområden inom landet, och att det därmed finns hydrogeologiska förutsättningar för ett slutförvar i djupa borrhål. Dessa slutsatser bedömer han inte längre som kontroversiella. Han vill se ett fördjupat forskningsarbete som koncentreras på områden utan deformationszoner och yngre diabasgångar som är geokemiskt okonsoliderade eftersom de skulle innebära potentiella försvagningsplaner i berggrunden. Ytterligare en förutsättning för borrhålskoncept är att få fram teknik för en säker deponering och denna teknikutveckling bör ske i samverkan med andra länder.

Han sammanfattar:

Det finns en hydrogeologisk zonerings i äldre kontinental berggrund. Detta medför att grundvatten på 3-5 km djup kan förbli stabilt densitetsskiktat under flera miljoner år. Däremot vet vi inte än om det finns tillräckligt stora områden med stabil densitetsskiktning i normal svensk gnejs- och granitberggrund.

Om vi jämför geologiska förvar på olika djup, har djupa borrhål fördelen av att kunna bli mer teknologiskt robust jämfört med grunda geologiska deponier av KBS-3-typ.

– Det beror på att hela deponiområdet för ett slutförvar i djupa borrhål skulle omges av ett högsalint, stabilt densitetsskiktat grundvatten utan kontakt med marknära nivåer. Ett KBS-3-förvar skulle i stället omges av ett rörligt, lågsalint grundvatten i kontakt med biosfären.

Åhäll hävdar därför att ett borrhålsförvar på 3-5 km djup har förutsättningar att bli mindre sårbart. Det gäller både vid förväntade händelser såsom när grundvattenförhållandena ändras under kommande istider och vid oönskade händelser som terrorist-

aktioner, teknologiska missgrepp eller större jordskalv i förvarsområdet.

För att belysa vikten av att välja en robust slutförvaringsmetod, påminner han om tidigare teknologiska missgrepp inom kärnkraftsektorn:

– Minns att inte ens våra särskilt utbildade ingenjörer hade förutsett de haverier som inträffade i Forsmark sommaren 2006 eller i Barsebäck 1992. Behovet av en förlåtande teknik kan aldrig över-skattas. Det finns därför en fundamental svaghet i KBS-konceptet eftersom det förutsätter att ingenting får gå fel någonstans i och med att denna typ av förvar alltid skulle omges av ett rörligt grundvatten i kontakt med biosfären.

Åhäll säger sig inte vara förespråkare för ett borrhålsförvar. I alla fall inte ännu. Men tillägger att han nog skulle bli det om grundförutsättningarna för konceptet djupa borrhål skulle infrias.

Frågor och debatt utifrån Åhälls inlägg

Björn Hedberg, KASAM: Du säger att densitetsskiktningen på grundvattnet i berget kommer att bibehållas om inte energi tillförs. Men är inte använt kärnbränsle per definition energi som tillförs?

Karl-Inge Åhäll: Visst. Men när man har analyserat dessa effekter har slutsatsen blivit att denna tillförda värme inte skulle medföra några större problem under förutsättning att avfallet inte placeras alltför tätt. Bl.a. finns en relativt färsk SKB-rapport med denna slutsats.

Eva Simic, KASAM: Det finns krav på att inget får gå fel med KBS-3, men måste inte samma krav ställas på djupa borrhål, exempelvis att inga kapslar får fastna på vägen?

Karl-Inge Åhäll: Självfallet måste man också ställa sådana krav och just när det gäller deponeringstekniken återstår mycket att klarlägga utöver det som redovisas i Harrisons SKB-rapport. Skillnaden är att när avfallet väl har kommit ner till nivåerna för djupa borrhål utan att störa densitetsskiktningen, då finns en större tolerans för såväl förväntade som oförutsedda händelser i och med att förvaret då inte skulle omges av ett rörligt grundvatten. Men innan avfallskapslarna kommit på plats finns flera riskmoment.

Jimmy Stigh, KASAM: Tolkar du det som att de höga vattenflödena i Gravberget⁴ beror på borrningen?

⁴ I Gravberget vid Siljansringen borrades i mitten av 1980-talet efter naturgas.

Karl-Inge Åhäll: Nja, man bör nog vara rätt försiktig med slutsatser i detta fall då borrningen i Gravberg inte var ett vetenskapligt styrt projekt utan ett spekulativt ekonomiskt projekt. Och så länge det bara finns data från ett enda borrhål som pekar på en så här stor avvikelse för djupet till ett salt grundvatten kan man väl också tänka sig att det kan finnas andra delar av fjällkedjan som inte har en lika stor påverkan på närliggande grundvattenflöden.

Kjell Andersson, KASAM: Det verkar inte som om MKG:s och SKB:s rapporter skiljer sig så mycket åt i sin vetenskapliga del. Men man lägger in värderingsmässiga argument såsom att det är svårt att komma åt en deponerad kapsel i ett djupt borrhål. Det argumentet framställs som en fördel i MKG:s argumentation men en nackdel i SKB:s. Argumentationen beror på värderingar och är uttryck för vad olika grupper innerst inne vill åstadkomma. Vi vet vad SKB vill; att få sin ansökan godkänd. Men vad vill MKG?

Karl-Inge Åhäll: Jag kan inte svara för MKG. Men mer generellt kan väl sägas att man inte kan jämföra olika metoder i kvalitativ mening utan att först definiera funktionsvillkor för slutförvaringen. Vi har idag motstridiga funktionsvillkor: vi pratar om att hålla avfallet avskilt men samtidigt återtagbart? Men vilken balans ska det då vara mellan dessa motstridiga krav? Och innan man fastställt det kan man inte avgöra om den ena eller andra metoden är bättre. Man kan således diskutera fördelar och svagheter med olika metoder, men inte göra absoluta värderingar. Så, för att kunna göra mer precisa jämförelser behövs en klargörande diskussion om funktionsvillkoren för ett svenskt slutförvar och KASAM bör därför trycka på för att vi ska få i gång den diskussionen.

Johan Swahn, MKG: Industrin definierar nu det samhälleliga ändamålet åt oss alla. MKG tar inte ställning till om djupa borrhål eller KBS-3 är att föredra. Miljörörelsen har jobbat i flera år med att försöka få till stånd fler utredningar. Vi har sett grundläggande hydrologiska möjligheter och potentiella fördelar med djupa borrhål och vill därför veta mer om detta alternativ. Vi är kritiska till att industrin har uppdraget och att kärntekniklagen ger dem den rätten. Om inte industrin tar fram information som räcker, undrar vi hur vi ska göra för att få fram mer information.

Saida Lâarouchi Engström, SKB: Jag vill betona att under drifttid är reparerbarhet – och återtagbarhet som ett led i detta – viktigt. Vi pratar inte om återtagbarhet med syftet att kommande generationer ska kunna återvinna energin ur det deponerade bränslet i ett senare läge.

När det gäller funktionskrav ställer myndigheterna krav på vad SKB ska göra och kraven ligger till grund för våra säkerhetsanalyser. Vi i industrin ställer inte dessa funktionskrav.

4 Har fakta tillkommit som stöder eller ändrar tidigare ståndpunkter om djupa borrhål; några reflektioner

Björn Hedberg, KASAM

– Claes Thegerström har i olika sammanhang betonat att det är SKB:s uppgift att ta fram en metod som SKB tror på. Detta ligger helt i linje med miljöbalken och kärntekniklagen som lägger ansvaret på SKB. Thegerström menar att SKB måste få ta ansvaret och ska därför inte driva nya utredningar om alternativ. Karl-Inge Åhäll sade nästan samma sak; att det är orimligt att ålägga SKB att utreda alternativen till en rimlig nivå.

Vi har också hört tidigare från SKB att det skulle ta 30 år och kosta lågt räknat 4 miljarder kronor att utreda djupa borrhål till samma nivå som KBS-3 har idag. Leif Bjelm har hävdats att det finns borrhåsteknik som inte SKB tagit hänsyn till. Det verkar finnas teknik för att utreda konceptet till en bättre nivå än nu, men utan att utreda till samma nivå som KBS-3. Enligt Bjelm behövs för en sådan utredning ca 1,5 år och 3-5 miljoner dollar, utöver kostnaden för själva borrhålet.

Karl Inge Åhäll

– Djupa borrhål är idag inte något alternativ därför att man inte kan bedöma konceptet. Kanske skulle det kunna bli ett framtida alternativ men ytterligare utredningar behövs för att denna bedömning

ska kunna göras. Det är alltså viktigt att nyansera diskussionen om alternativ.

SKB har alltsedan FoU-programmet 1986 redovisat alternativa utformningar och metoder, men på en skiftande nivå. Regeringen har vid sin granskning gett besked och synpunkter på forskningen och har bl.a. avfärdat såväl en metod med långa tunnlar under Östersjön som djupa borrhål. Senare har regeringen uppmanat SKB att redovisa både djupa borrhål och transmutation. Det har på detta vis skett en styrning från regeringens sida.

Det finns konsensus på många punkter. Åtminstone hydrologer och geologer är i någon mening överens om hur vi ska tolka existerande databaser. För 5-10 år sedan fanns det nog ingen som direkt förespråkade djupa borrhål och kanske gör fortfarande ingen det. Men det finns en potential i djupa borrhål som är värd att beakta och den samlar folk idag. Några av invändningarna för 10 år sedan är borta, så som att borrhållkapaciteten inte skulle finnas. Det finns inga farhågor om att borrhållindustrin inte skulle klara utmaningen. En intressant formulering av Gunnar Nord är att: "tekniken är gripbar med dagens kunskap". En annan att det är "en mycket stor utmaning".¹ Det finns en tillit till att man kan klara detta. Inte heller kostnadsbilden är längre ett argument mot djupa borrhål, jämfört med KBS-3.

Det kvarstår att bedöma om de grundläggande förutsättningarna för djupa borrhål existerar. Politikerna sade i går att det fanns behov av alternativ till samma utredningsnivå som KBS-3, men vi bör gå stegvis i stället. Om de grundläggande förutsättningar som konceptet måste bygga på inte förekommer i verkligheten, finns det ingen anledning att gå vidare.

Johan Andersson, SKB

– Det framställs här som om all säkerhetsteknik hänger på kapseln i fråga om KBS-3. Redan i början av 1980-talet insåg SKB att det fanns osäkerheter och därför byggde vi in flera barriärer; kopparkapsel, buffert och bra berg vilka ska samverka. Vi har sedan dess lärt mycket om komplexiteten och vi har idag en mer realistisk syn på de olika systemdelarna. Det visar på behovet av att inte välja en teknik som bygger på endast en fördel.

¹ SKB-rapport R-00-35.

Jag har blivit alltmer orolig inför konceptet djupa borrhål. Det framkom igår att de salthalter som man hittar i djupa borrhål inte är särskilt mycket högre än på de djup som vi undersöker för KBS-3. Är då densitetsskiktningen verkligen så stabil som en del tror? Man har också 3-4 km ner i Lunds urberget funnit många vattenförande sprickor. Det behövs alltså betydligt mer grundläggande undersökningar än vad jag trodde för att fastställa om de elementära förutsättningarna finns för djupa borrhål.

Olle Olsson, SKB

– Vi har lärt oss mer om borrhåning. Det går att borra ner till relevanta djup med mindre dimensioner, men vi måste också se till tillförlitligheten i borrhåningarna. Tekniska problem har hittills varit allmänt förekommande och ett stort antal hål skulle ha kasserats om de skulle använts för deponering, men i framtiden går det säkert att dra upp dimensionerna till det som behövs för att deponera kapslar.

Att bygga ett slutförvar är inte bara att kunna borra, utan ett säkert koncept innebär att radionuklider inte når markytan. Vi hävdar fortfarande att djupa borrhål väsentligen baseras endast på en barriär, nämligen berget. Denna barriär vet vi inte mycket om i nuläget och kommer aldrig att få veta mycket om på dessa djup.

Ett stagnant vatten betyder mycket höga salthalter. Tittar vi på Laxemar, ser vi ett mycket salthaltigt vatten, ca 8 %, på 1,2 km djup. Analyser tyder på att salthalten successivt ökar med djupet. Men på djupet har vi också från isotopanalyser sett att vi har inblandning av glacialt vatten. Vattnet är alltså fortfarande strömmande. Trots försök att kartera den övre gränsen för stillastående vatten, har vi svårt att finna den.

Vi har två observationer i landet på mycket salt vatten på stort djup, i Laxemar och Gravberget på 5 km djup. Ska vi basera vårt koncept på detta underlag och från det kunna styrka att det faktiskt håller? För att skaffa oss en god uppfattning om djupa saltvatten, så behöver vi ett antal decennier och det kommer att kosta mer än 4 miljarder kronor innan man vet säkert.

Vi har också arbetat med frågan om jordbävningar och vill basera förvaret på kunskap om berget i närheten av kapslarna. Det gör vi för att kunna kontrollera såväl dem som bufferten och berget. Vi vill undvika dåliga kapselpositioner och detta går inte att utföra

med konceptet djupa borrhål, oavsett hur mycket man borrar och undersöker.

Det finns även andra svagheter med djupa borrhål. Vi kan inte få ner en buffert med samma höga densitet, som vi kan få med KBS-3 för att skydda kapseln.

Ett större djup ger inte större säkerhet. Vi kan visa att KBS-3 är säkert och fyller uppställda krav. Vi kommer i vår ansökan att redovisa alternativ som vi studerat och argumentera för att vi ska låta dem bero och gå vidare med KBS-3.

Johan Swahn, MKG

Naturskyddsföreningen och MKG förordar ingen specifik metod men vill ha metoden djupa borrhål mer utförligt utredd eftersom det finns forskare som menar att djupa borrhål skulle kunna ge en bättre långsiktig miljösäkerhet än KBS-metoden. Dessutom skulle metoden kunna ge ett bättre långsiktigt skydd mot kärnavapensspridning. Föreningarna anser att det nu behövs av industrin oberoende utredningar kring djupa borrhålskonceptet. Det har framkommit att industrin, SKB, inte gjort sitt jobb under åren. Ett exempel på uppgifter som industrin inte tagit fram på ett rättvisande sätt är vilken yta ovan gjord som skulle krävas för att genomföra metoden djupa borrhål. Med modern borrhåsteknik kan avståndet mellan hålen på deponeringsdjup uppfylla säkerhetskrav även om ett flertal hål borrar från en plats.

Ytterligare utredningar för att kunna jämföra djupa borrhål som alternativ till KBS-metoden behöver inte göras så att den alternativa metoden är färdig för en ansökan, såsom industrin menar. MKG menar att för att en rättvisande utredning mellan olika metoder ska finnas som beslutsunderlag för miljödomstolar, myndigheter och regering måste grundläggande frågor som rör långsiktig säkerhet, teknik för ett säkert genomförande och vilka kostnader och vilken tid som behövs för ett genomförande ha fått tillfredsställande svar. Till att börja med bör en oberoende förstudie göras för att fastställa vilken tid en sådan mer omfattande utredning skulle ta och till vilken kostnad. MKG vill att KASAM och myndigheterna för upp frågan om behovet av en oberoende förstudie till regeringen, t.ex. i samband med granskningen av nästa Fud-program som industrin lämnar in hösten 2007.

Kjell Andersson, KASAM

På MKG:s hemsida finns en text som klart framhäver fördelarna med djupa borrhål, men inte nackdelarna. Den tar inte heller upp andra metoders fördelar så det är väl naturligt att ni uppfattas som förespråkare för djupa borrhål?

Johan Swahn, MKG

Jag tror att vi ger en nyanserad bild av vilka frågeställningar som kräver svar.

Saida Lâarouchi Engström, SKB

När SKB lägger fram sitt underlag i ansökan, kommer denna att innehålla tekniska landvinningar som skett i fråga om borrhåsteknik, liksom våra grundläggande säkerhetsfilosofiska bedömningar som KBS-3 baseras på. Detta ska sedan granskas. SKB har plikten att lösa uppgiften och jag förstår inte varför vi inte skulle få fullfölja denna plikt eller att ha rätten att få saken prövad?

5 Tillsynsmyndigheternas syn på konceptet djupa borrhål

5.1 Statens strålskyddsinstitut

Förutsättningar för att bedöma slutförvar, Björn Dverstorp, SSI

SSI har tagit fram föreskrifter som definierar en riskstandard till skydd för människors hälsa. Riskstandarderna innehåller ett kvantitativt mått, en ribba, för vad ett slutförvar ska klara av. Den årliga risken för att människor får skador, såsom cancer, ska understiga en på miljonen. Säkerhetsanalysen ger siffror på risken men beräkningarna kommer alltid att vara behäftade med osäkerhet.

– Det är svårt att extrapolera data och modeller till en avlägsen framtid och att kunna veta hur framtidens människor kommer att leva. Vi har heller inga möjligheter att kontrollera hur det faktiskt blev, säger Björn Dverstorp. Han säger att det för SKB inte räcker att redovisa dos och risk utan att bolaget måste komplettera med argument för att övertyga myndigheter och beslutsfattare att tillstånd till slutförvaret ska ges. SKB måste exempelvis kunna visa att de kvalitetssäkrat beräkningarna tillräckligt och använt vetenskapliga metoder.

– Hur vet vi att SKB vidtagit alla åtgärder och kontrollerat alla alternativ? Hur vet vi att inga genvägar tagits, frågar sig Dverstorp.

Här kommer SSI:s krav på optimering av strålskyddet och tillämpning av bästa möjliga teknik, BAT, in i bilden. SKB ska i ansökan redovisa valet av plats och metod. Alternativ ska övervägas och redovisas. Utgångspunkten är att SKB så långt som rimligt möjligt ska välja det alternativ som ger det bästa strålskyddet.

Dverstorp beskriver SSI:s verktyg för att bedöma det långsiktiga strålskyddet, optimering, vilket SKB ska använda för sina beräk-

ningar. Vid optimering används resultatet från riskberäkningarna för att utvärdera vilka tekniska lösningar eller alternativ som bäst minimerar riskerna.

– För mycket långa tider, speciellt efter en glaciation, ska man i stället för optimering lägga större vikt vid bästa möjliga teknik, BAT. Detta gör att man mer fokuserar på robusta indikatorer eller mått på barriärernas funktion, t ex hur många kapslar som kan gå sönder eller hur mycket radioaktiva ämnen som läcker ut från förvaret. SKB ska välja det alternativ som bäst begränsar utsläpp från slutförvaret.

Dverstorp pekar också på att en rimlighetsbedömning ska göras eftersom BAT inte kan drivas in absurdum. Samhällets ställer exempelvis begränsningar i form av politiska beslut. Ett sådant är principen för frivilligt kommunalt deltagande, vilket innebär att SSI inte kan kräva att SKB ska leta platser i kommuner där invånarna inte accepterar ett förvar. Ekonomiska begränsningar finns, såsom vilka medel som finns i kärnavfallsfonden. Slutligen finns tekniska begränsningar, som tillgängligheten till teknik eller möjlighet att utveckla teknik till rimliga kostnader.

Hur bedöms kraven på optimering och BAT?

– Det finns inga kvantitativa detaljerade kriterier för sådana bedömningar eftersom vi inte kan förutse vilka problem som kommer upp i tillståndsansökan och vad industrin presenterar, säger Dverstorp.

Syftet med alternativredovisning enligt kraven på optimering och BAT är att styrka valet av huvudmetod, alltså att visa att det inte finns alternativa bättre metoder.

Två situationer skulle kunna komma upp. Om ett alternativ är likvärdigt med huvudalternativet kan SKB fritt välja mellan dessa. Om i stället alternativet har väsentliga strålskyddsmässiga fördelar, då är utgångspunkten att SKB ska förorda detta. Men här finns ändå möjlighet för SKB att välja det som är sämre, så länge som SSI:s riskkriterier uppfylls.

– Men då krävs en övertygande argumentation av vilka överväganden man tvingats göra. Sedan är det upp till SSI att bedöma de avvägningar som SKB redovisat och i slutänden är det regeringen som får avgöra om de är acceptabla.

När SSI studerat kunskapsläget angående djupa borrhål har vi funnit preliminära bedömningar som visar att geosfären ensamt kan ge en mycket god skyddsförmåga. Fler analyser krävs dock, anser Dverstorp. Tekniken för borrhålling verkar inte vara omöjlig att utveckla men det finns en del svårbedömda frågor kring hur kapslar ska deponeras, säger han.

Sammanfattningsvis tycker SSI att det är värt att gå vidare med att ta fram ett bättre underlag om djupa borrhål för att kunna jämföra mot KBS-3, men detta betyder inte att man kräver ett utvecklat genomförandealternativ. I sin tillståndsansökan vill SSI att SKB beräknar förvarets skyddsförmåga utifrån existerande geodata och kvalificerade bedömningar av genomförbarhet, alltså också deponeringen.

– Vi vill även ha en jämförande bedömning mot KBS-3-metoden avseende grundläggande skyddsfunktioner. Viktig är att man då beaktar osäkerheter i bägge koncepten, trots att KBS-3 hunnit längre, säger Dverstorp.

SSI har inte gjort någon granskning, men dock en preliminär bedömning av den utredning som SKB uppdragit åt Kemakta att utföra.¹

– Det verkar som att man gjort en bra genomgång av de grundläggande förvarsfunktionerna för djupa borrhål, men det finns frågor som kan klargöras bättre. En fråga är vilket motiv man haft för att begränsa designlivslängden för kapseln till 1 000 år för borrhållsförvaret, när man har en betydligt längre livslängd för kapseln i KBS-3-metoden, säger Dverstorp.

Han anser också att Kemakta i andra fall överskattat skyddsförmågan. Av beräkningstekniska skäl har man använt en liten modellomän som stänger ute stora regionala strömningsmönster som skulle kunna föra med sig radioaktivitet även från djupa borrhål upp till markytan.

– I motsats till vad vi hört tidigare, så menar jag att vi inte kan veta att vattnet på stora djup är stillastående bara för att det är salt. Det kan finnas andra skäl till att det är salt; det kan ha funnits i berget och transporterats under lång tid.

SSI saknar också en systematisk jämförelse med KBS-3 avseende det långsiktiga strålskyddet, risker och genomförbarheten. Därför har myndigheten en del förväntningar på SKB:s Fud-program i höst:

¹ Djupa borrhål – Status och analys av konsekvenserna vid användning i Sverige; SKB-rapport R-06-58.

– Vi tycker SKB ska ta ställning till de nytillkomna utredningarna och kunskaperna. De bör också redovisa vilka ytterligare redovisningar som planeras så att vi vet vad vi kan förvänta oss av ansökan.

SSI anser att det är för tidigt att avfärda djupa borrhål som alternativ. Underlaget som myndigheten behöver för att kunna jämföra djupa borrhål med KBS-3 behöver förstärkas inför SKB:s ansökan.

Dverstorp vill också peka på en möjlig metod att stärka bedömningen av osäkerheter kring borrhåsteknik och deponering och hänvisar till formella expertutfrågningar, en metod som används i USA inom detta område.

5.2 Statens kärnkraftinspektion

Övind Toverud, SKI

Övind Toverud beskriver vilka ställningstaganden som SKI gjort beträffande SKB:s studier av olika alternativ och systemlösningar för ett slutförvar.

Under 1990-talet accepterade SKI industrins planer. Myndigheten ansåg att SKB, för att trovärdigt kunna avvisa ett alternativ, skulle visa att alternativet antingen var mindre lämpligt än det valda huvudalternativet eller att resurserna som krävdes för att utreda om alternativet var lämpligt var orimligt höga i förhållande till den förväntade nyttan. Att SKB under lång tid skulle bedriva parallell teknisk utveckling av alternativa metoder ansåg SKI inte vara rimligt och SKI skrev i några yttranden att det var nödvändigt att forskningsprogrammet alltmer inriktades mot en metod och en systemutformning.

– Även om SKI såg att det återstod mycket tekniskt utvecklings- och utprovningsarbete, ansåg man att underlaget talade för att KBS-3-metoden var tekniskt möjlig att förverkliga, säger Toverud. Han pekar på att SKI i yttranden över Fud-program ansett att SKB gjort bra redovisningar av djupa borrhålsalternativet, men att SKI inte ansett det vara ett realistiskt alternativ till KBS-3.

– Under 1990-talet sade vi att KBS-3 bedömdes vara lämpligast och den enda realistiska planeringsförutsättningen inför platsundersökningen.

Under 2000-talet var det SKI:s mening att SKB skulle fortsätta sitt program om olika alternativ för omhändertagande av kärnavfall

med i huvudsak samma inriktning och omfattning som hittills gjorts. Samtidigt fanns det ett behov av att förtydliga redovisningen av djupa borrhål och detta är vad SKB låtit konsultbolaget Kemakta göra. Djupa borrhål skulle jämföras med KBS-3 på en nivå som utnyttjade hittills tillämpad säkerhetsanalytisk metodik.

Hur ser då SKI på djupa borrhål idag? Öivind Toverud konstaterar att ett stort djup ger långsam vattenomsättning och långa transportvägar till biosfären för nuklider som eventuellt har frigjorts. Avfallet är också svåråtkomligt och risken minskar att någon oavsiktligt gör intrång i förvaret.

– Men det krävs avsevärda insatser för att utveckla borr- och deponeringsteknik och det kommer att finnas stora osäkerheter när avfallet ska deponeras, säger Toverud. Han menar att det också är svårt, kostsamt och riskfyllt att återta bränslen om något går fel då det deponeras. Dessutom finns avsevärda svårigheter att utvärdera den långsiktiga säkerheten eftersom det finns begränsat med relevanta data om berget.

– Redan efter tusen år är det troligt att berget är den enda barriären på grund av den korrosiva miljön, den höga temperaturen och det höga bergtrycket på stora djup säger han och trycker också på att ett återtag efter det att förvaret förslutits medför stora kostnader.

Toverud pekar också på SKI:s föreskrifter som bygger på att ett förvar ska ha flera barriärer så att det kan vara säkert trots enstaka brister i en enskild barriär.²

KBS-3 bygger på flera barriärer och det tar lång tid innan de tekniska barriärerna brutits ned till skillnad från djupa borrhålskonceptet, säger han.

Han tycker inte heller att industrin har möjlighet att avsätta resurser för att utreda fler alternativ; det finns inte medel avsatta i kärnavfallsfonden för detta ändamål. Såväl de nedlagda som de framtida kostnaderna som ska finansieras via fonden är baserade på KBS-3-konceptet.

– Utredning av fler alternativ får då bekostas av elkonsumenterna eller staten.

Toverud konstaterar också att om alternativen ska utredas så fördröjs förvarsprogrammet rejält, med 20-30 år, och det kommer att ske till betydande merkostnader för alla berörda aktörer.

² 7 § SKIFS 2002:1.

5.3 Frågor och diskussion

SSI vill att djupa borrhål utreds ytterligare, men SKI verkar inte ha tagit ställning till om man vill ha frågan utredd?

Öivind Toverud, SKI: Vi har framfört till SKB att vi i nästa Fud-program vill ha en redovisning av var SKB står i fråga om alternativa metoder och vi vill gärna få en historisk återblick över hur man hamnat där man står idag.

Finns skillnad mellan SSI och SKI när det gäller synen på om djupa borrhålskonceptet innebär ett en- eller flerbarriärssystem?

Öivind Toverud, SKI: Det är vår klara uppfattning att kapseln som avses användas vid deponering i djupa borrhål har en kort livslängd. Om livslängden är 1 000 år, 5 000 år eller längre kan man ha olika uppfattningar om.

Björn Dverstorp, SSI: Jag kan bara konstatera att frågan inte är utredd, kapseln rostar sönder på några tusen år om den är av järn, men det finns andra material, exempelvis koppar, som ju används i KBS-3-kapslarna. Man behöver nog motivera kapselvalet mer utförligt även för djupa borrhål. De kemiska och termiska egenskaperna skiljer sig inte dramatiskt åt mellan djupa borrhål och KBS-3. Åtminstone förefaller kraven på salthalt och temperatur som SKB själva satt upp för KBS-3 kunna uppfyllas.

Är bästa möjliga teknik (BAT) och bästa strålskydd samma sak?

Björn Dverstorp, SSI: Både kraven för optimering av strålskyddet och BAT är metoder för att bedöma förvarets skyddsförmåga och används för olika tidsperspektiv. De syftar till samma sak nämligen att åstadkomma ett så gott skydd som rimligt möjligt för människor och miljön i framtiden. Anledningen till att vi har bägge principerna i våra allmänna råd är att det är svårt att beräkna trovärdiga risker för en avlägsen framtid. Man måste göra antaganden om hur det ser ut i miljön och hur människor lever för att få fram risk-siffror. På lång sikt är inte risk ett bra mått på förvarets skyddsförmåga. Då bör man i stället förlita sig mer på robusta kriterier enligt principen om bästa möjliga teknik, såsom exempelvis att bedöma hur många kapslar som kan tänkas gå sönder.

Finns andra faktorer ur ett samhällsperspektiv än strålskydd och risk som kan vägas in i begreppet om vad som är det bästa lösningen och vem avgör i så fall det?

Björn Dverstorp, SSI: Många andra aspekter kommer in, och SSI bevakar strålskyddsaspekten. Miljöbalksprövningen innebär att även andra frågor tas upp.

6 Säkerhetsfilosofi för slutförvaring

6.1 Aktörernas synpunkter

Säkerhetsfilosofin för KBS-3-metoden, Allan Hedin, SKB

– Säkerhetsfilosofin bygger på en samling principer som man lever efter i sitt säkerhetsarbete, ungefär som en livsfilosofi som man lever sitt liv efter, säger Allan Hedin.

För KBS-3-metoden gäller för det första flerbarriärprincipen och att säkerheten ska baseras på ett system av passiva barriärer. Grundtanken är att slutförvaret ska isolera det använda bränslet från människa och miljö under ett miljonårsperspektiv. Om isoleringen av någon anledning skulle brytas så ska slutförvarssystemet som helhet fördröja en transport av radionuklider, alltså så att de radioaktiva ämnena hinner sönderfalla på sin väg från förvaret och eventuellt upp till ytan. Man ska inte förlita sig på *en* systemkomponent i förvaret utan det ska ha *flera* barriärer som enskilt och tillsammans bidrar till isolering och fördröjning.

– Barriärerna ska fungera passivt, dvs. man ska inte behöva ingripa i förvaret i framtiden. Det ska konstrueras så att det fungerar under mycket lång tid, säger Hedin.

En annan princip för SKB är att den långsiktiga säkerheten ska baseras på vetenskaplig förståelse. För detta behövs en förvarsmiljö där man på vetenskapliga grunder kan hävda att förvaret ligger i ett sådant berg som har de gynnsamma egenskaper som behövs på lång sikt.

– Då blir slutsatsen att avfallet placeras på djupet i en långsiktigt stabil, känd geologisk miljö som skyddar mot påverkan av samhällsliga förändringar och direkta effekter av långsiktiga klimatförändringar på ytan, säger han.

För att man på vetenskapliga grunder ska kunna hävda att systemet är långsiktigt säkert är det viktigt att de tillverkade barriärerna består av naturligt förekommande material. Det behövs också vedertagen kunskap om de processer som kan påverka barriärernas egenskaper.

Den tredje principen för SKB är säkerhet och kontroll i alla hanteringsled. Bergets och barriärernas egenskaper ska kunna verifieras, dvs. det måste gå att bekräfta att förvaret från början och när det lämnas över till naturen har de önskade egenskaperna.

I bygg- och driftskedet gäller en djupförsvarsprincip, som säger att radiologiska olyckor ska förebyggas genom flera barriärer, också under byggtiden och att bland annat tillförlitlig och beprövad teknisk utrustning ska användas.

Johan Swahn, MKG

Johan Swahn föredrar att ta upp säkerhetsfrågorna ur ett vidare perspektiv och oberoende av metodval. Han vill diskutera frågan om återtagbarhet kopplat till långsiktiga miljörisker på så sätt att de långsiktiga miljöriskerna ska minimeras och gå före det eventuellt goda med återtagbarhet. Han säger att detta förstås är en fråga om värderingar.

Swahn tror att en naturlig barriär, såsom den saltgradientbarriär som kan hindra grundvatten från djupa borrhål att nå människa och miljö, kan vara att föredra framför metoder som är beroende av konstgjorda barriärer för långsiktig miljösäkerhet. Han hänvisar till andra länders huvudinriktningar; i Tyskland har man saltdomer, i Frankrike, Belgien och Schweiz är lerlager just nu aktuellt. I USA har man tanken om en torr öken.

I fråga om flerbarriärssystem är han inte övertygad om att djupa borrhålsalternativet inte skulle kunna innebära flera barriärer:

– När det gäller material för kapseln har vi endast industrins val och beräkningar att förlita oss på. Det anser inte jag är tillfredsställande.

Swahn vill också analysera möjligheterna att återta kapslar vid deponering om det visar sig att något gått fel. Möjligheter att reparera under drifttid kan även finnas i djupa borrhålsalternativet, säger han. Kanske även efter tillslutning.

Han anser också att djupa borrhål ger större säkerhet mot kärnvapenspridning på mycket lång sikt.

– Om 10 000 år kanske vi har samhällen som ser helt annorlunda ut än i dag. Då krävs det 2000-talets teknik för att ta upp materialet från djupa borrhål, men det räcker med 1800-talsteknik för att komma åt avfallet i ett KBS-3-alternativ, säger han.

SKI:s säkerhetsfilosofi, Stig Wingefors, SKI

Stig Wingefors påpekar inledningsvis att det egentligen är industrins, SKB:s, ansvar att utveckla säkerhetsfilosofin för slutförvaret. SKI:s säkerhetsfilosofi i detta sammanhang skulle dock kunna sägas vara tankegången bakom SKI:s föreskrifter om slutförvaring. Kärntekniklagen ställer krav på att åtgärder vidtas för att förhindra oacceptabla utsläpp och spridning av radioaktiva ämnen. Stig Wingefors beskriver att myndighetens säkerhetsfilosofi inkluderar både valet av metod och hur metoden ska förverkligas, liksom kopplingen däremellan.

SKI:s säkerhetsfilosofi ställer krav på att slutförvaret utformas med ett system av samverkande barriärer med olika funktioner som bidrar till säkerheten.

– Berget isolerar avfallet från människa och miljö, kapseln innesluter avfallet och buffert och berg fördröjer utsläpp om inneslutningen skadas, säger han. Barriärerna är inte oberoende av varandra utan kan också ha till uppgift att skydda varandra. Ingen barriär ska heller vara viktigare än någon annan så till vida att om något fel uppstår får inte förvarets säkerhet äventyras av fel i en enda barriär, så långt det nu är möjligt. Det senare står också i IAEA:s senaste förslag till regelverk.

Barriärsystemet ska vara passivt, dvs. att det inte får fordra mänskliga ingripanden och underhåll för att fungera. Säkerheten ska vara inbyggd i förvaret när det är förslutet.

– Alltså, säkerheten baseras på byggandet och driften av förvaret, inklusive tillverkning av alla dess delar. Det krävs också noggrann kontroll under driften, säger Wingefors. Han ser ett behov av återkoppling från analyser över långtidssäkerheten och behov av försök i olika skalor för att slutförvaret ska utformas och drivas säkert. Säkerhetsanalyserna ger förutsättningar för konstruktionen, vilka omsätts i tekniska krav och krav på kontroll när förvaret byggs. Detta är en iterativ process i flera steg.

– Alla slutförvar, utan undantag, upphör förr eller senare att fungera. När säkerheten bedöms måste vi därför grunda den på

barriärernas funktion för olika tidsperioder, säger Wingefors. För korta tider, under 10 000 år domineras riskbilden av relativt kortlivade nuklider. Då är det viktigt att barriärerna fungerar fullt ut. Flera barriärer behövs då för att gardera mot oförutsedda händelser och processer, menar han. Under dessa tider samverkar alla barriärer.

För långa tider, dvs. mer än 10 000 år, spelar enligt Wingefors, berget allt mindre roll som barriär, eftersom de långlivade nukliderna ändå kan nå omgivningen. I det perspektivet intar först så småningom kapseln rollen av den enda betydelsefulla barriären. För djupa borrhål kan det vara svårt att garantera kapselns livslängd även för mycket korta tider. Vi har då bara en barriär, berget, redan från början.

– När säkerheten bedöms för långa tider kan den inte bara grundas på uppskattningar av dos. Andra parametrar som halter och flöden av nuklider i mark kan användas som säkerhetsindikatorer och jämföras med motsvarande naturliga halter och flöden, säger han.

Internationella utvecklingstendenser tyder på att allt större tonvikt läggs på metodval och processer för utveckling av slutförvar. Enligt IAEA:s förslag om säkerhetsstandard vid slutförvaring¹ ställs krav på att processen sker stegvis med återkommande prövning av myndigheter och andra berörda. Krav ställs också på återkommande redovisning av säkerhet som täcker alla aspekter och då även principer för byggande och drift. Den svenska processen lever upp till de flesta av dessa moderna krav, menar Wingefors.

Säkerhet och strålskydd, Mikael Jensen, SSI

Standarden för säkerhet kan sägas ha formulerats 1977 av den dåvarande regeringen Fälldin som lade fram förslaget till det som blev den så kallade villkorslagen. Enligt denna krävdes en "helt säker" lösning på kärnavfallsfrågan för att ytterligare reaktorer skulle få tillstånd att laddas.

– Det är lätt att göra sig lustig över Fälldins krav, men det var början på en mycket viktig debatt om vad säkerhet innebar, säger Mikael Jensen.

¹ IAEA, Safety Requirements: Disposal of Radioactive Waste (2006).

Sverige fick kärntekniklagen på 1980-talet som sade att säkerheten skulle bedömas av myndigheterna, men det framgick fortfarande inte hur säkerhet skulle beskrivas eller kvantifieras. I USA fanns vid den tiden kriterier som byggde på enskilda barriärer och barriärfunktioner. Det skulle t.ex. ta minst tusen år för vatten från förvaret att nå den tillgängliga miljön. Efter en tid kom det också krav på hur enskilda barriärer skulle utformas, men dessa krav kom att ifrågasattes alltmer. År 1992 gav USA:s kongress i lagen Nuclear Energy Act ett uppdrag till Environmental Protection Agency (EPA; motsvarar Naturvårdsverket) som innebar att EPA måste konsultera National Academy of Science (NAS) i frågan om en standard för utsläpp eller krav på enskilda barriärer. Man ställde också frågor som har med intrång och informationsbevarande att göra.

Internationella strålskyddskommissionen ICRP har preciserat en högsta dos och risknivå. Detta finns också angivet i det IAEA-dokument som Stig Wingefors nämnde².

I USA, Storbritannien och Sverige arbetar man efter en dos-risk standard. I Finland har man en standard som definieras i form av utsläpp, men utsläppen är definierade i form av dos. Över lag är det alltså fråga om en dos- och riskstandard. Den svenska riskstandard finns i SSI:s föreskrift SSI FS 1998:1.

Jensen övergår sedan att diskutera begreppet BAT och svårigheterna med att kvantifiera risk. Optimering behövs eftersom vi måste lägga stor vikt vid hantering av osäkerheter. Det är uppenbart att man inte kan förutsäga ett visst dos-värde om 100 000 år. Det går inte heller att säga vilken sannolikheten är för att man har glömt bort ett scenario i säkerhetsanalysen. Därför, menar Jensen, att det är nödvändigt att tillämpa BAT.

När det gäller riskfilosofin (inklusive riskgränsvärdet) menar SSI att gränsvärdet ska tillämpas parallellt med BAT och optimering. Ett riskvärde ska kvantifieras baserat på illustrativa scenarier som bör vara trovärdiga, med rimliga förväntningar på klimat osv. Dessa utgör dock inte en absolut förutsägelse av vad som kommer att hända, så vi är därmed tillbaka till vikten av att tillämpa BAT.

² IAEA, Safety Requirements: Disposal of Radioactive Waste (2006).

Marika Dörwaldt, MILKAS

MILKAS är skeptisk till metoden med djupa borrhål eftersom den, precis som KBS-3, inte tar tillräcklig hänsyn till geodynamiska krafter utanför mänsklig kontroll, som t ex jordbävningar, säger Marika Dörwaldt. Hon menar att ansvarsbegreppet är centralt för en diskussion om säkerhet och att en definition av ansvar skulle kunna vara att våga och vilja ta konsekvenserna av en handling. Hon syftar här på valet att använda en energikälla vars avfall orsakar svåra problem under hundratusentals år.

– Vågar och vill samhället ta konsekvenserna av denna handling? Tyvärr verkar inte detta vara fallet. Den stress som präglar beslutsprocessen i kärnavfallsfrågan bedömer vi som ett uttryck för ett försök från industrin och borgerliga partier att så fort det går försöka sopa igen spåren efter det historiska felsteget att satsa på kärnkraft, för att därefter kunna forcera fram ännu mer kärnkraft, säger hon.

MILKAS anser att myndigheterna har ett antal lovvärda principer, men att principen som innebär att avfallet inte ska lämnas över till nästa generation, i stället blir en hjälp för inriktningen att främja kärnkraften.

– Eftersom det är ett fullständigt omöjligt önsketänkande att vi inte skulle lämna över problemet till kommande generationer, oavsett hur vi gör, så menar vi, att för att verkligen ta ansvar får vi inte dölja eller undanhålla problemets omfattning för framtida generationer. De har full rätt att ta del av våra lärdomar och misstag och vi får inte hindra nya lärdomar från att tas fram.

Därför vill MILKAS uppmana industrin, myndigheterna och KASAM att våga ta ansvar och att sluta stressa i beslutsprocessen kring kärnavfallsfrågan.

– Vänta i stället in ny kunskap så vi kan undersöka fler alternativa slutförvaringsmetoder.

6.2 Frågor och diskussion

Claes Otto Wene: Johan Swahn vill prioritera naturliga barriärer framför tillverkade. Vad är det för fel på redundansbegreppet som SKB föreslår?

Johan Swahn, MKG: Det råder stora osäkerheter om framtiden i de här tidsperspektiven. Det gör att alla bedömningar av tillverkade eller konstgjorda barriärer, för att det här ska fungera, kräver att vi inte har tänkt fel. Det är skillnaden mot att ha en naturlig barriär som spärr.

Claes Otto Wene, KASAM: Men koppar är ett naturligt ämne och ett grundämne, som man i KBS-3 formar till ett rör?

Johan Swahn, MKG: Det finns många grundämnena. Tanken är att ett slutförvar ska fungera i ett samspel och kunna skydda mot olika händelser. Vi behöver förstå hur omgivningen påverkar den typen av lösningar jämfört med om vi har en naturligt förekommande spärr. Industrin själv har gått ifrån att berget är en viktig del av säkerhetskonceptet. I deras senaste säkerhetsanalyser faller säkerheten tillbaka på kopparkapseln på lång sikt.

Allan Hedin, SKB: 500 meters granitiskt berg är en avsevärd barriär i KBS-3-konceptet. Vi har gjort en analys där vi gjort tankeexperimentet att ta bort bufferten och kapseln i samtliga deponeeringshål för den förvaringsplats vi känner bäst, nämligen Forsmark. Resultatet blev att man med enbart bränsle och berg får doser som ligger under de doser som orsakas av bakgrundsstrålningen. En brasklapp: det var en förenklad beräkning.

Johan Swahn, MKG: Berget skiljer sig mycket åt mellan Laxemar, i Oskarshamn, och Forsmark, där Forsmarksberget har visat sig vara i stort sett sprickfritt. I Laxemar gäller inte Hedins resonemang om att det går att ta bort kapseln. Det ska bli intressant att se hur industrin gör sitt val mellan de bägge platserna.

Tuija Hilding-Rydevik, KASAM: Miljörörelsen pratar om risk för kärnvapenspridning som ett viktigt kriterium i valet av metod. Myndigheterna och SKB pratar om naturvetenskap, såsom de tekniska barriärerna. Det går att se skillnaden i fokus mellan teknisk säkerhetsfilosofi å ena sidan och en beslutsunderlagsfilosofi och krav på alternativ som bl.a. SSI tar fram, å den andra. En fråga till MKG: har ni något att invända mot den säkerhetsfilosofi som lagts fram av myndigheter och SKB? Och till myndigheter och SKB vill jag ställa frågan: vilka tydliga skillnader ser ni i de olika metoderna för otillbörligt intrång?

Johan Swahn, MKG: Vi ser att myndigheterna har olika syn på säkerhetsfilosofi beroende på att de i första hand jobbar med olika frågor, SKI med tekniska system och SSI med skydd av människa och miljö. Jag hör att SKI här på seminariet upprepar industrins säkerhetsfilosofi rakt av och vi är inte nöjda med det. Det har i Sverige under de senaste 30 åren utvecklats en säkerhetsfilosofi som passar en metod och den är utvecklad i samspel med myndigheterna. SSI har en mer allmän syn på säkerhetsfrågorna och det anser vi är mer intressant.

Lena Jarlov, SNF: Jag saknar en diskussion om historiken och framtiden i säkerhetsfilosofin. Samhällsvetenskap och samhällstänkande bör ställas i relation till den naturvetenskapliga säkerhetsdiskussionen. Det handlar ju om vad för slags samhälle som ska ta hand om avfallet och vi vet inget om framtiden. Iran ska inte få ha kärnenergi då västländerna är orolig för att de ska utveckla kärnvapen. Då säger man indirekt att kärnenergi bara är förenligt med ett fredligt demokratiskt samhälle. Vad vet vi om ett samhälle om tjugo, om hundra eller hundratusen år? Frågorna som dessa är oerhört viktiga att ta upp i tid innan beslut om förvaret ska tas.

Mikael Jensen, SSI: Både frågan om otillgänglighet eller intrång som har med återtagbarhet att göra och frågan om att ta upp avfallet för vapenframställning är rent politiska frågor och måste avgöras av riksdagen. Myndigheterna har idag inget lagstöd för att sätta spärrar för kommande generationer. Om myndigheterna ska bedöma dessa frågor måste vi ha ett ordentligt underlag i form av en lagändring. Samma sak gäller miljödomstolen; de beaktar inte frågan om inte förutsättningarna finns i lagen. Vill miljörörelsen något så lobba för att det ska in i lagen. Men spontant sett är det rent tekniskt svårare att ta tillbaka ett avfall från 4 km djup.

Lars Persson, Miljövänner för kärnkraft (MFK): MFK anser att KASAM:s princip bör följas, dvs. att ett slutförvar bör utformas så att det gör kontroll och åtgärder onödiga, men att det samtidigt skapas möjligheter att kontrollera och åtgärda förvaret om detta skulle krävas. Organisationen anser att ett slutförvar av KBS-3-typ bör skapas och att man inte ska överdriva samhällets insatser för att åstadkomma en slutförvaring. Insatserna bör sättas i relation till andra miljöproblem.

– MFK anser att det inte verkar finnas någon tidspress och att någon oändlig säkerhet inte behöver åstadkommas. Vi anser att lagom stora ansträngningar ska göras för ett säkert slutförvar. Det räcker att såsom inom strålskyddsområdet bestämma en låg risk för slutförvaret satt i relation till andra risker i samhället, säger Lars Persson.

Anders Andersson, Energi för Östhammar: Denna ideella förening bildades i samband med att Östhammar fick förfrågan om slutförvar och arbetar för ett vetenskapligt perspektiv på slutförvarsfrågan. Föreningen vill ha fortsatt forskning om både transmutation och djupa borrhål. Enligt Anders Andersson ska inte SKB hindras från att slutföra sitt KBS-3-förvar. Däremot ska regeringen vid tidpunkten för att slutförvaret ska förslutas, vilket tar mellan 30 och 50 år, överväga om alternativen transmutation eller djupförvar då kan anses vara att föredra.

– Vi har tid fram till förslutningen att forska om alternativen och bredda kunskapen om dessa, säger Anders Andersson.

7 Politikerdebatt om slutförvaring av kärnavfall

SKB planerar att under år 2009 lämna in ansökningar enligt kärntekniklagen och miljöbalken om tillstånd att anlägga ett slutförvar för använt kärnbränsle. Myndigheterna SKI och SSI samt miljödomstolen granskar sedan ärendet och lämnar yttranden till regeringen som har att fatta det slutliga beslutet om att godkänna ansökan eller ej. KASAM bedömde därför att det i samband med utfrågningen kring konceptet Djupa borrhål var intressant att få belyst hur våra rikspolitiker förbereder sig för beslut i kärnavfallsfrågan och bjöd därför in representanter för de sju riksdagspartierna till en paneldebatt, ledd av Göran Skytte. De deltagande politikerna var: Sinikka Bohlin (s), Per Bolund (mp), Nina Larsson (fp), Sven-Gunnar Persson (kd), Gunilla Wahlén (v), Eva Selin Lindgren (c) och Ola Sundell (m). Deltagarna hade inte praktiska möjligheter att följa utfrågningen och paneldebatten arrangerades sålunda fristående från utfrågningens övriga delar.

7.1 Inledande reflektioner

Göran Skytte, moderator:

Hur förbereder ni och era partier sig för ett beslut om slutförvar?

Per Bolund (mp) sitter i näringsutskottet och har påbörjat sin första riksdagsperiod. Hans parti förbereder sig inför en debatt i slutförvarsfrågan genom att delta i seminarier, prata med experter och begära in ytterligare information där man anser att den är bristfällig. Partiet har också motionerat i riksdagen om att få in mer information om djupa borrhål för att kunna jämföra detta alternativ med KBS-3 i fråga om hur väl utredda alternativen är. Partiet har tre personer engagerade i frågan.

Gunilla Wahlgren (v) sitter i försvarsutskottet och har tidigare suttit åtta år i näringsutskottet. Hon säger att vänsterpartiet har ett stort engagemang i kärnkraftfrågan sedan folkomröstningen och att det är självklart att vänsterpartiet är med och tar ansvar för kärnavfallet.

– Frågan är stor inom vårt parti eftersom vi vill stänga kärnkraftverken. Vi har samarbetat kring energipolitiken och har många personer som kan diskutera kärnsäkerhet. Samtidigt, menar hon, saknas mycket kunskap i slutförvarsfrågan, men anser att det finns många kunniga ute i kommunerna.

Sven-Gunnar Persson (kd) är ledamot i miljö- och jordbruksutskottet och är inne på sin andra period i riksdagen. Han sitter även i EU-nämnden och har tidigare varit partisekreterare för kristdemokraterna i åtta år:

– Vi lyssnar och lär av exempelvis forskare, företag och inblandade verksamheter. Utskottet besöks regelbundet av SKB och vi har träffat MKG.

Slutförvarsprojektet ligger några år framåt i tiden och han anser att riksdagsledamöter har en tendens att jobba med ”kniven mot strupen”. Det långsiktiga tonas lätt ned och arbetet inför nästa proposition tar överhanden.

Nina Larsson (fp) sitter första året i riksdagen och är suppleant och arbetande ersättare i försvarsutskottet och miljö- och jordbruksutskottet. Hon har tidigare varit engagerad i föreningen Miljövänner för kärnkraft och håller med om att det är lång tid kvar tills frågan om slutförvar blir aktuell.

– Mycket av informationen kommer från lobbyorganisationer, men också SKB, men vi är lika öppna för information från andra. Jag är ingen expert utan måste ta in synpunkter från alla håll för att sedan väga och bedöma informationen, säger hon.

Eva Selin Lindgren (c) är ny i riksdagen och är ersättare i miljö och jordbruks-, försvars- och näringsutskotten. Hon är professor i fysik och har varit dekanus på Göteborg universitet och Chalmers för miljövetenskaperna och har bl.a. suttit i styrelserna för Studsvik AB och Statens Geotekniska Institut.

– Situationen är för centerparitet lika den för andra småpartier. Vi är 6-8 riksdagsledamöter från centern utspridda i miljö- och jordbruksutskottet, försvarsutskottet samt näringsutskottet som hanterar frågan. Dessutom finns interna grupper inom partiet.

Ola Sundell (m) sitter i miljö- och jordbruksutskottet sedan 1994.

– Denna fråga skiljer sig i princip inte från andra frågor som vi i riksdagen tar ställning till. Slutförvarsfrågan ligger i de partikommittéer som har ansvar för energifrågan – i vårt fall i miljö- och jordbruksutskottet och om det gäller strålskydd – i försvarsutskottet. Frågan tas i dagsläget sällan upp till diskussion och det är sannolikt lika för andra partier.

Göran Skytte frågade när den egentliga diskussionen kommer att börja och Ola Sundell pekade på att politiker har en ”marknad” vart fjärde år när det är valtider. Politikens engagemang börjar när mediernas intresse tar fart och detta är när det är dags att ta beslut i frågan.

– Detta är verkligheten även för en så viktig fråga som slutförvaring av kärnavfall, säger han.

Sinikka Boblin (s) har tidigare varit vice ordföranden i miljö- och jordbruksutskottet och har under lång tid varit engagerad i kärnavfallsfrågan. Idag är hon ordförande i Nordiska rådets svenska delegation. Socialdemokraterna hade med hjälp av KASAM ett seminarium om kärnavfallsfrågan förra året, vilket hon tar som exempel på hur partiet förbereder sig i slutförvarsfrågan.

– Personligen har jag lämnat över mitt nätverk till den som efterträdde mig i dessa frågor. Jag lyssnar också exempelvis på Greenpeace eftersom vi måste ta in kunskap från olika håll.

Göran Skytte: Kommer frågan om slutförvaret upp av sig själv i riksdagen eller hur ska man åstadkomma en debatt?

Ola Sundell (m): För att skapa debatt i dagsläget krävs en extraordinär händelse, såsom att vi står nära en beslutssituation. Just beslutsavgörandet fångar uppmärksamheten, dels i media, dels bland de folkvalda. Samtidigt ifrågasätter Sundell om det behövs en allmän diskussion om slutförvaret.

Per Bolund (mp) föreslår att man som miljöpartiet gjort, lägger motioner om de olika alternativen för slutförvaring. Även om de flesta motioner blir avslagna kommer frågan ändå upp på riksdagens bord. Han vill att gruppledarna och talmännen som håller i dagordningen ska verka för att det blir en stor debatt i riksdagen. Han är av åsikten att det är alla partiers ansvar att läsa in sig och väcka opinion för att få igång en samhällsdiskussion.

– Man sviker sin politiska plikt om man låter detta bara bli en fråga för experterna, säger han.

– Kärnavfallsfrågan diskuteras inte ännu i riksdagens formella strukturer utan inom ramen för olika sällskap såsom Sällskapet Riksdagens kvinnor mot krig och Kvinnor för fred, säger *Eva Selin Lindgren (c)*.

Sven-Gunnar Persson (kd) tycker å sin sida inte att det finns behov av att debattera frågan i dagsläget, men att partierna redan nu bör samla kunskap, reflektera och samtala under en period för att vara beredda när det är dags.

Sinikka Bohlin (s) föreslår att riksdagen arrangerar resor ut i landet som förberedelse, exempelvis till Oskarshamn för att se de anläggningar som finns i kommunen.

Göran Skytte: Vilken betydelse har slutförvarsfrågan som röstknipare? Frågan om kärnkraften hade en gång sådan betydelse att en regering fick avgå. Kan detta bli en fråga där man vinner eller förlorar röster på grund av vad man tycker?

Sinikka Bohlin (s) säger att frågan inte är en röstmagnet nationellt men möjligen i de kommuner som är berörda. Hon tror att slutförvaret för närvarande är en lokal fråga för dessa kommuner men att den om ett par år kommer att få en större spridning.

Nina Larsson (fp) värjer sig för att använda frågan som röstknipare.

– Slutförvaret är ett exempel på en komplicerad fråga där det faller ett särskilt tungt ansvar på oss politiker att inte försöka plocka kortsiktiga poäng för att få röster, utan att i stället arbeta för att ge en nyanserad bild, säger hon.

7.2 MKG:s opinionsundersökning om slutförvaringsmetoder

Göran Skytte refererar till den opinionsundersökning som Miljö-
rörelsens kärnavfallsgranskning, MKG, lät SIFO göra för ett år sedan
där ca 1 000 personer ur allmänheten runt om i Sverige tillfrågades
om slutförvaringsmetoder. Frågan som ställdes var: Vilket av tre sätt att
förvara det mest radioaktiva kärnkraftsavfallet tycker du är bäst? I
samtliga tre fallen är kärnkraftsavfallet även inkapslat i ett skyddande
hölje. 1. Att placera det i tunnlar i grundvattenförande berg på 500
meters djup. 2. Att ha det placerat under bevakning i torra berggrum
nära markytan. 3. Att borra djupa hål och placera det på 3 kilometers
djup där det inte finns cirkulerande grundvatten. 4. Tveksam, vet ej.
(Källa: www.mkg.se)

– Vi försökte ställa lika metoder för slutförvaring mot varandra och
gav en bild av vad djupa borrhål respektive KBS-3 skulle innebära,
säger Johan Swahn, från MKG.

Göran Skytte: Enligt undersökningen valde alltså 71 % metoden
djupa borrhål, medan endast 4 % valde KBS-3. Är detta en lämplig
fråga för denna typ av undersökningar?

Såväl Nina Larsson (fp) som Gunilla Wablén (v) anser att frågan är
för komplicerad för att ställas i en opinionsundersökning. De, lik-
som Sven Gunnar Persson (kd) pekar på att svaren beror på hur
frågan ställs.

Ola Sundell (m) och Sinikka Bohlin (s) anser å andra sidan att
undersökningar som denna har ett värde genom att frågorna förs
upp på bordet och därmed väcker opinion och diskussion.

Johan Andersson, konsult åt SKB, hävdar att slutförvarsfrågan är
lämplig för opinionsundersökningar, men att det är oerhört svårt
att formulera de frågor som ska besvaras. Han tror att under-
sökningen nog ger en signal om vad folk spontant tycker.

– Men det krävs mer än en känsla för att få ett tekniskt system
att fungera. Ska man ha en allmän diskussion om ett slutförvar
måste kunskapsnivån först höjas säger han.

Johan Swahn, MKG: Vi ville testa det spontana valet. Det är
svårt att beskriva metoderna på ett rättvisande sätt. Tanken att
lägga avfallet på ett stort djup verkar stämma med allmänhetens

intuition. Jag tror inte frågan är för komplicerad för en undersökning av detta slag. Det saknas dock en diskussion om den samhälleliga målsättningen med ett slutförvarssystem.

En diskussion tar vid angående medborgarnas engagemang i frågan

Flera av politikerna, bl.a. *Sven-Gunnar Persson (kd)* och *Eva Selin Lindgren (c)*, påpekar att medborgarnas förmåga att ta beslut inte får underskattas. *Kenneth Gunnarsson, OSS Östhammar*, säger att politikerna ställer till problem om de skildrar frågan som teknisk och komplicerad. Han vill att politikerna inför allmänheten diskuterar frågan utifrån ett etiskt, moraliskt och ansvarspolitiskt perspektiv. *Ronald Arvidsson, Östhammars kommun*, hävdar däremot att allmänheten inte har lätt att ta sunda beslut om de inte har kunskaper om vilka risker som finns. Han har forskat om jordbävningar och har erfarenhet om att invånare tar helt felaktiga beslut om hur de ska handla om de saknar kunskaper.

– Å andra sidan är det inte allmänheten som ska fatta beslut i frågan, menar *Ola Sundell (m)*, utan regeringen, vilken i sin tur kan, om så önskas, lyfta frågan till riksdagen för beslut.

– Riksdagens uppdrag är att vara kontrollmakt över regeringen, och se hur regeringen utnyttjar sin makt. Ett annat uppdrag är att väcka politisk debatt som kan underminera eller förstärka regeringens politiska position, säger han.

Rigmor Eklund, Oskarshamns kommun, erinrar om att det formella beslutet i tillståndsfrågan ska fattas av regeringen, men pekar på att det blir en bredare parlamentarisk förankring om frågan förs upp till riksdagen.

Britta Kahanpää, MILKAS, undrar om politikerna är medvetna om att detta är den största och allvarligaste fråga som riksdagsledamöterna ska avgöra under flera hundra år.

– Är det då inte viktiga att folket får en bra grundutbildning genom studiecirkel och att det genomförs en folkomröstning?

Men *Gunilla Wablén (v)* svarar att folk själva bör engagera sig och studera frågan och att den inte lämpar sig för en folkomröstning. Hur skulle frågan ställas? Vi måste ha en slutförvaring inom landet med den säkraste metoden och bästa tekniken. Hon anser att det är en regering som måste ta ansvar för denna typ av frågor.

I stället för att närma sig allmänheten med de tekniska lösningarna, ska vi ställa frågor till dem som handlar om vilka säkerhetsprinciper som är viktiga, menar *Tuija Hilding-Rydevik (KASAM)*:

– Man kan inte diskutera de tekniska lösningarna isolerat från värderingar om hur vi ser på behovet av säkerhet, och acceptabla risknivåer. Jag tror att allmänhetens intresse blir större om det blir en diskussion kring säkerhetsfilosofin. Hon vill också få fram en lista på de krav som slutförvaret ska uppfylla, vilket hon fick gehör för från *Johan Andersson, konsult hos SKB*. Han menar att man ska inte diskutera lösningar utan vilka problem som bör lösas.

7.3 Alternativa slutförvarsmetoder, frågan om återtagbarhet

Ägarna till kärnkraftverken lägger fram sitt förslag till slutförvar (KBS-3-metoden), men vem är det som tar initiativ till och bekostar att vi får fram underlag om alternativa metoder?

Sven-Gunnar Persson (kd) svarar att en bedömning av alternativ och vad som menas med ett sådant måste göras i samband med att SKB lämnar in sin ansökan om ett slutförvar år 2009. Alternativfrågan tydliggörs då i miljökonsekvensbeskrivningen.

Sinikka Bohlin (s): Under 1970-talet tog riksdagen beslut om producentansvar och därmed att den som producerar kärnkraft som också ska ta hand om avfallet. Användarna av el har betalat för detta via avgifterna till Kärnavfallsfonden. Om det skulle visa sig att KBS-3 inte håller måttet så måste vi diskutera fortsatt finansiering av forskningen. I praktiken blir det staten som med våra skattepengar får betala forskningen.

Även *Gunilla Wahlén (v)* menar att det inte är industrin och el-kunderna som ska finansiera forskning om ytterligare alternativ:

– Vi kan inte kräva av privata företag att de ska forska fram olika alternativ. Om vi vill ha fler alternativ, och det vill jag själv, måste staten finansiera denna, säger hon.

Per Bolund (mp), anser att det är riksdagens uppgift att begära fram underlag om alternativa metoder och att politikerna bör ge de ansvariga myndigheterna i uppdrag att ta fram ett sådant underlag.

Johan Swahn, MKG, pekar då på att myndigheterna i sin tur kommer att lägga uppgiften på industrin, i och med att ansvaret för

att ta fram underlag ligger på industrin. Problemet enligt Swahn är att industrin hittills inte tagit fram tillräcklig kunskap.

Sven-Gunnar Persson (kd), resonerar på likartat sätt men hävdar att Per Bolund "rundar" miljöbalken där det klart står att den som söker tillstånd ska presentera alternativa utredningar. Samtidigt tycker han att det är rätt att runda balken i denna fråga:

– Man kan inte begära av SKB som investerat så mycket i sitt alternativ att de ska börja om från början med att ta fram helt andra alternativ, säger han.

Anser politikerna att SKB:s alternativ löser slutförvarsfrågan på ett tillfredsställande sätt? Spelar det någon roll att det tagit 30 år att utveckla detta alternativ?

Per Bolund (mp): Jag är inte nöjd med underlaget, vilket inte går att beskyllda SKB för. Det är ett problem att man under den hittillsvarande processen i kärnavfallsfrågan har ställt frågorna på ett sådant sätt att man har landat i ett enda alternativ. Man har gett SKB och myndigheterna i uppdrag att komma fram med ett alternativ som bäst uppfyller alla krav. Frågan ställdes alltså fel från början och denna felaktiga fråga har SKB svarat på. Men man bör ta fram flera olika alternativ och sedan välja mellan dessa. Om vi bara har ett alternativ kommer det att bli en vild debatt i samhället och eventuellt en olycklig splittring. Vi bör ge oss själva 10 år till för att ta fram alternativ.

Gunilla Wablén (v) tycker också att SKB har fullgjort sitt uppdrag, men vill att SKB ska få mer tid att undersöka alternativ om de uttrycker en önskan om att detta behövs.

– Jag saknar alternativ till KBS-3-metoden och skulle vilja se 3-4 alternativ att välja mellan. Det kanske också kan räcka med två alternativ, där det ena passar på en plats, medan det andra är bättre på en annan. Det värsta jag kan tänka mig är att vi bestämmer oss för en modell, genomför den och så kommer man på en smartare metod om 50 år, varpå alla frågar sig varför vi valde en så gammaldags metod som vi gjorde.

Björn Hedberg, KASAM, kommenterar att det finns svårigheter att föra fram alternativ till samma nivå som KBS-3, om vilken det forskats i 30 år till stora kostnader. Det kanske inte ens går att få fram underlag om alternativ till samma nivå. Han frågar sig vad som händer om det tar 100 år att ta fram alternativ till samma nivå och

menar att frågan knyter an till vårt ansvar för framtida generationer;

– Hur länge ska vi vänta med att konstruera ett slutförvar? Det kan finnas moraliska skäl för och emot att vänta, men det är också en risk att vänta. Vi vet inte vilket samhälle vi har om 100 år. Risken är att det inte blir något slutförvar alls.

Claes Thegerström, SKB: Vi kommer att redovisa flera alternativ som diskuterats. Det måste göras en avvägning av hur långt man behöver forska om olika alternativ för att se huruvida ett alternativ är rimligt. De flesta är säkert övertygade om att vi inte behöver bygga en rymdindustri för att pröva uppskjutning av raketer för att därefter kunna bedöma att vi inte ska transportera avfallet ut i rymden. Det räcker med att skriva några sidor som förklarar skälen till varför vi väljer bort detta alternativ.

Thegerström anser att debatten stundtals låter som att man kan lägga fram några alternativ och sedan låta regering, riksdag eller allmänhet ta beslut. Men, säger han, vi har en rollfördelning i slutförvarsfrågan som riksdagen har beslutat om. För detta krävs att det finns en organisation som är beredd att ta ansvar för den tilltänkta lösningen.

– Vi är beredda att ta ansvar för den metod som vi ansöker om, men vi kan inte ta ansvar för sådana alternativ som vi inte bedömer håller måttet, även om det finns andra som förordar dem.

Mikael Jensen, SSI: I Finland har riksdagen beslutat att slutförsvaarsystemet ska innebära möjlighet att ta tillbaka kärnavfallet. Samma krav finns inte i Sverige. Tycker politikerna att det är viktigt med återtagbarhet?

För folkpartiet och *Nina Larsson* är återtagbarhet viktigt, men hon vill inte säga huruvida partiet kommer att driva frågan eller ej. *Sven-Gunnar Persson (kd)* tar inte ställning men pekar på att denne etisk-moraliska fråga kan få olika svar, vilka alla kan ses som positiva. Ett starkt skäl mot återtagbarhet är att inte underlätta för den som vill komma åt det deponerade bränslet med syftet att göra kärnvapen. Ett positivt perspektiv är att återtagbarhet gör det möjligt för kommande generationer att med ny kunskap och kompetens ta till vara den resurs som det använda kärnbränslet innebär eller för att bättre slutförvarslösningar då kommit fram.

Marika Dörwaldt, MILKAS, riktar en fråga till Per Bolund (mp) och påpekar att företrädare för Grön Ungdom i en annan debatt hävdade att Sverige bör kunna ta emot kärnkraftsavfall från andra länder. *Bolund* svarar att miljöpartiets fortfarande är mycket tveksam till att ta in utländskt avfall.

– Om man satsat på kärnkraft har man ett nationellt ansvar att ta hand om avfallet, säger han.

Eva Selin Lindgren (c) fäster uppmärksamheten på att om Sverige lyckas få fram en bra metod kan vi göra propaganda och sälja denna metod utomlands. Med bra metoder kan länder själva ta hand om sitt avfall, säger hon

Enligt *Gunilla Wahlén (v)* är partierna idag överens om att slutförvaret måste lösas av varje land.

– Däremot skulle läget kunna vara annorlunda om 50 år om det visar sig att vi har världens bästa slutförvarssystem i Sverige, säger hon.

Anna-Lena Söderblom från Östhammar framhåller en viktig fråga för Östhammars och Oskarshamns kommuner; huruvida riksdagen sett till att myndigheterna har tillräckliga resurser för att granska alla utredningar. Om rätt personer med tillräcklig kompetens skall kunna rekryteras behöver processen startas nu, anser hon

Ola Sundell (m) svarar att han inte tror frågan om större anslag till myndigheter vinner gehör bland allmänheten.

– Däremot kommer frågan att ta sig högt upp på den politiska dagordningen eftersom den är av existentiell karaktär med sitt långa tidsperspektiv, säger han.

Nils-Axel Mörner, MILKAS, anser att det är viktigt att det tas fram kunskap om fler än en metod. Förutom KBS-3 som SKB forskat om i 30 år finns djupa borrhål och den så kallade DRD-metoden.

– Vi måste forska om alla tre metoder för att man vid beslutsögonblicket ska ha en chans att bedöma dem, säger han och tycker det är vanvetligt att hävda att man kan garantera att ett slutförvar kan vara säkert i 100 000 år, såsom SKB propagerar för att KBS-3-metoden är.

Sven-Gunnar Persson (kd) frågar Mörner var gränsen går för att man ska kunna överblicka och diskutera en mycket lång tidsperiod.

– Är det bättre att tala om 10 000 år eller 700? Jag tror 500 år också är hissnande för de flesta då det rör sig om många generationer framåt. Det är en filosofisk fråga om det är en viss gräns som ska vara avgörande för KBS-3. Vi måste diskutera någon slags säkerhet med utgångspunkt från den risk som detta avfall innebär, säger han.

Enligt *Mörner* garanterar SKB en säkerhet på 100 000 år och denna tid krävs för att KBS-3 ska kunna antas.

– Men ett slutförvar kommer att kollapsa under istiderna innan 100 000 år har gått och därför måste man byta metod. Det bästa enligt min mening är ett torrt förvar nära jordytan, säger han.

7.4 Partiernas inställning till alternativa slutförvarsmetoder

Göran Skytte: Vad tycker partierna om djupa borrhål?

Enligt *Ola Sundell (m)* är KBS-3 det bästa alternativet för närvarande och detta gäller för moderaterna tills vidare. *Nina Larsson (fp)* är också nöjd med det arbete som gjorts hittills och stödjer den gällande huvudlinjen. Detta gör även *Sven-Gunnar Persson (kd)* men han vill inte stänga dörren för en grundlig värdering av alternativ till KBS-3.

Föregående regering gav grönt ljus till fortsatt arbete med KBS-3-metoden, säger *Sinikka Bohlin (s)*, men hänvisar också till att SKB ska redovisa alternativ i samband med sin kommande ansökan. Socialdemokraterna vill se dessa alternativ preciserade innan de tar ställning till vilken metod de föredrar.

Vänsterpartiet, Miljöpartiet och Centerpartiet har ännu inte tagit ställning i frågan.

8 Avslutande paneldebatt och diskussion

Moderator: Göran Skytte. I panelen: Stig Wingefors (SKI), Leif Bjelm (expert borrhäknik), Björn Dverstorp (SSI), Claes Thegerström (SKB), Johan Swahn (MKG), Jacob Spangenberg (Östhammars kommun)

8.1 Teknologi

Göran Skytte: Hur förhåller det sig med de tekniska möjligheterna att utföra den typ av borrhning som krävs för konceptet djupa borrhål?

Leif Bjelm: Det krävs en skarp professionell beställning till industrin av en viss sorts borrhning till 4 000 meters djup för att denna form av borrhning ska komma till stånd.

Gunnar Nord: Då utgår man från känd teknik samtidigt som man löser tekniska problem som uppstår under resans gång. Det kan endast vara kärnavfallsindustrin som är intresserad av denna typ av hål.

Göran Skytte: Känner sig alla trygga med att vi ska borra hål 4 000-5 000 meter ner i marken utan att det tidigare gjorts?

Gunnar Nord: Detta har gjorts. I Tyskland har borrhats ner till 9 000 meter, vilket också gjorts på andra ställen. Men jag framhåller att hålens diameter var betydligt mindre än den som krävs för detta projekt. Jag uttrycker det så som att ”teknologin är gripbar”.

Kenneth Gunnarsson, OSS Östhammar: Om man har tilltro till att myndigheter och SKB har det tekniska kunnandet för ett KBS-3-förvar, måste vi kunna tro att man kan lösa ett förvar genom djupa borrhål också.

Claes Thegerström, SKB: Jag uppfattar Gunnar Nord som att det kommer att krävas rejäla insatser av teknikutveckling för att få fram borrhåstekniken och som amatör bedömer jag att denna typ av borrhåring kan vara möjlig i framtiden. Däremot är det långt ifrån tillräckligt att själva borrhåringen kan göras för att konceptet ska kunna genomföras. Men teknikutvecklingen går vidare för såväl djupa borrhål som för KBS-3.

Leif Bjelm: Metoderna behöver inte ställas mot varandra. Det finns inte någon konflikt i att man parallellt med KBS-3 driver ett framtidsarbete kring djupa borrhål för att ha en flexibilitet om 20-30 år.

Torsten Carlsson, KASAM: Enligt tidigare Fud-program och olika myndigheters yttranden ska det förekomma en provdriftsperiod.

Under en sådan kan nya saker uppkomma som industrin bör ta till sig. Kommer SKB att tillämpa en sådan provdriftsperiod när förvaret byggs och kommer en utvärdering därefter att göras?

Claes Thegerström, SKB: När SKI har gett SKB tillstånd att starta driften görs först en provdrift. Erfarenheter och resultat från denna utvärderas för att vi ska få tillstånd till reguljär drift. Under den process som nu pågår sker en teknikutveckling och vi kommer att ta tillvara denna under vårt pågående arbete.

Stig Wingefors, SKI: Det finns ingenting i lagstiftningen som säger att ansvaret för att bedriva forskningsprogram upphör i och med ett tillstånd att anlägga ett slutförvar. Fortsatta krav kommer säkert att ställas för att förbättra den metod som används, förbättra säkerhetsanalyser och studera vad andra länder använder för metoder. Detta behövs för att få fram ett bra underlag inför beslutet om att slutligen försluta förvaret. Då behövs en förvisning om att metoden uppfyller kraven på BAT.

8.2 Dold agenda och rollfördelning

Göran Skytte tar upp frågan om att industrin och andra aktörer skulle ha en dold agenda, nämligen den att fortsätta med och bygga ut kärnkraften. Han hänvisar till Marika Dörwaldt från MILKAS som uttalat en skepsis mot djupa borrhål och som sagt att det är ett sätt för de borgerliga partierna att få igenom en ökad användning av kärnkraft

Marika Dörwaldt, MILKAS: Jag syftade inte just på djupa borrhål utan reagerade mot stressen med att få igenom en lösning så snabbt som möjligt, att vi inte kan fortsätta forska och inte vänta på bättre alternativ. Nu har man i 30 år låst fast sig vid ett alternativ och vi anser att man bör utforska andra alternativ mer ingående. Det är väl ingen hemlighet att de borgerliga partierna är mer positiva till kärnkraft än övriga.

Bengt Barkman, Miljövänner för kärnkraft: Det är inte bara den borgerliga sidan som vill ha kärnkraft. Den elitensiva industrin har länge sagt att man behöver den. Fackförbundet Metall är för kärnkraft, liksom vissa socialdemokrater.

Göran Skytte: Men Dörwaldt säger att de borgerliga partierna gör vissa saker på grund av att de egentligen vill något annat; nämligen att sopa igen spåren av kärnkraften för att de vill öka denna energiform

Marika Dörwaldt, MILKAS: Kärnkraftsindustrin får en dubbel roll när den själv ska hålla i processen med miljökonsekvensbeskrivningar och samråd. De ska hålla i processen samtidigt som de är en part med vissa egenintressen. Att ha vissa intressen är inte fult i sig, men vi menar att det borde vara en oberoende part som håller i samrådsprocessen.

Claes Thegerström, SKB: Jag tycker den tydliga rollfördelning som nu finns är bra. Det är välgörande att man vet vem som ansvarar för vad. Om Marikas linje ska hållas måste lagarna ändras och jag tror att rollerna då blir mindre överblickbara. I dag kan granskarna tydligt se att det är SKB och ingen annan som svarar för det underlag som presenteras.

Johan Swahn, MKG: Det behöver inte vara någon dold agenda, men industrin har i detta fall dubbla intressen: att bygga ett slutförvar och behålla förtroendet för kärnkraften genom att göra det troligt att det går. I de flesta fall där miljökonsekvensbeskrivningar

ska upprättas för ansökningar till miljödomstolar, fungerar systemet med att verksamhetsutövaren har ansvaret bra, även om verksamhetsutövaren upprättar miljökonsekvensbeskrivningen. Men det gäller projekt som inte har en kontrovers i sig. Om det är ett stort projekt, vilket detta är, och det uppstår en konflikt, finns det skäl att se till att miljökonsekvensbeskrivningen tas fram på ett mer oberoende sätt. Vi märker från MKG:s sida att industrin inte lyssnar på oss när vi i samrådet ber dem ta med frågor i miljökonsekvensbeskrivningen, vilket innebär en risk att miljödomstolar, myndigheter och regering inte får ett fullständigt beslutsunderlag. Vem ska lyssna till oss om inte industrin gör det?

Claes Thegerström, SKB: Det är viktigt att vi gör det vi tror på och kan ta ansvar för. Vi kan inte agera som en organisation som gör vad andra säger att vi ska göra, eftersom vi har ansvar. Vi kan inte heller ursäkta oss med att någon annan sagt till oss vad vi ska göra. Det ligger i rollfördelningen att vi tar ansvar för den uppgift vi fått och föreslår lösningar som vi tror på. Det innebär inte att vi genomför dessa, utan saken ska prövas av tillsynsmyndigheter och miljödomstol. Detta är tydligheten i vårt regelsystem.

Göran Skytte: Det finns också påståenden bland dem som är positiva till KBS-3, om att det inom miljörelsen finns en dold agenda; att miljörelsen egentligen inte vill utreda vidare utan kräver fortsatta utredningar om kärnavfallsfrågan för att stoppa kärnkraften

Johan Swahn, MKG: Vi hör detta sägas, men miljörelsen har jobbat med frågorna i många år och tycker inte att vi fått gehör för våra ståndpunkter när det gäller ett tillräckligt allsidigt utredningsarbete. Vår kritik har bemötts med tystnad, exempelvis från SKI. Det är inte förrän vi på sistone fått ökade resurser som vi ser att ny information lyfts fram. Vi har ett intresse av att få fram den miljömässigt bästa lösningen. Det finns ytterligare behov av att diskutera vad som är bäst.

Jonas Forsberg, MILKAS: Anklagelser om en dold agenda leder till en onyanserad debatt. Man handlar utifrån olika rationaliteter och alla skulle tjäna på att nyansera debatten.

Karl Inge Åhäll: Diskussionen om en dold agenda fokuserar inte på det verkliga problemet, nämligen att vi har en stark aktör som har tillgång till stora informationsresurser. Många har efterfrågat en icke partsrelaterad information när man upptäckt att SKB är en

part. Det finns ingen som fyller behovet av allsidig och relevant information. Myndigheterna är begränsade till sin myndighetsutövning och har haft svårt att svara på frågor som någon instans på samhällssidan borde ha kunnat informera om.

Claes Thegerström, SKB: Det viktiga är att vårt underlag blir utsett för en kvalificerad granskning av olika parter. Vi efterfrågar en tydlig mobilisering hos myndigheterna inför den omfattande granskning som förestår. Det ligger i vårt intresse att den är kompetent, välorganiserad och kvalificerad.

Kristina Glimelius, KASAM: Det är SKB:s skyldighet att informera och diskutera med allmänheten, vilket de gör bra. Samtidigt ska oberoende organisationer eller kunskapsorganisationer analysera och granska det som kommer från SKB. Det behöver utvecklas en kompetensuppbyggnad i Sverige. Resurser och kompetens behöver tillföras myndigheter och andra granskande organ. Forskningen och kompetensuppbyggnaden har vi i KASAM ett särskilt ansvar för.

Jacob Spangenberg, Östhammars kommun: Kommunledningen i Oskarshamn har skrivit till regeringen med krav om tillräckliga resurser hos granskningsmyndigheterna inför SKB:s ansökan. Detta är avgörande för att kommunerna ska fortsätta processen på ett bra sätt.

Saida Lâarouchi Engström, SKB: SKB har inte bara rätt utan också en skyldighet att informera och upprätthålla en dialog med intresserade i frågan. Miljöorganisationerna säger att de vill att allmänheten ska få påverka frågan, men jag kan inte se hur detta ska ske om inte SKB fullt ut axlar både sin informationsplikt och samråds- och dialogplikt.

Miles Goldstick, OSS Östhammar: Problemet är att SKB:s information inte är objektiv utan handlar om att göra reklam för, eller sälja, ett koncept.

8.3 Hur får vi fram utredningar om alternativet djupa borrhål? Vem ska betala?

Göran Skytte konstaterar att olika önskemål om ytterligare utredningsarbete förts fram. Men hur får vi fram utredningar om alternativet djupa borrhål? Hur stora utredningar krävs och vem ska bekosta dem?

Björn Dverstorp, SSI: Myndigheterna kan inte i dagsläget kräva att SKB gör någonting för att utreda alternativet djupa borrhål. Vi kan påtala vilket underlag som vi förväntar oss inför tillståndsansökan och kan förvarna SKB om vi innan den kommer in bedömer att underlaget i ansökan kommer att bli bristfälligt. När vi väl bedömer tillståndsansökan kan det uppstå knepiga avvägningar gällande huruvida SKB gjort tillräckligt. Men att gå så långt att man kräver att SKB utvecklar ny borrhåsteknik för att SKB ska kunna utföra djupa borrhål är att gå för långt. Vi vill ha en bedömning på tillräckligt hög nivå så att vi kan bedöma om ett annat alternativ är väsentligt bättre ur strålskyddssynpunkt och att det av den anledningen skulle vara värt att stoppa huvudalternativet.

Kenneth Gunnarsson, OSS Östhammar: Det är bara ett politiskt beslut på kommunal eller nationell nivå som kan tvinga industrin till att utreda alternativ. Frivilligkommunerna kan ställa krav, vilka kan växa och bli krav även på nationell nivå. Kommunerna kan kräva att alternativen är bättre genomarbetade än idag och hävda att de endast kommer att godkänna den bästa metoden. Båda kommunerna skulle kunna kräva detta utan att spela ut varandra.

Jacob Spangenberg, Östhammars kommun: Gunnarsson övervärderar kommunernas kompetens. Vi kan inte värdera huruvida KBS-3 eller djupa borrhål är den bästa metoden.

Kenneth Gunnarsson, OSS Östhammar: Det är bolagets och myndigheternas sak att hantera tekniken. Politikerna ska ta ställning till ansvarsfrågan satt mot de politiska målen som är uttryckta i miljölagstiftningen. För att ta ansvar måste kommunpolitikerna ställa krav som ligger på en annan nivå än den tekniska, få underlag och ta ställning med hjälp av myndigheterna.

Jacob Spangenberg, Östhammars kommun: Jag kan inte bedöma var den kvalitetsnivån går, men vi kan trycka upp dessa frågor till de nationella beslutsfattarna så att resurser tas fram för att beslut ska tas på grundval av maximal kunskap. Men det är inte idag, utan när SKB lämnat sin ansökan och myndigheterna har tagit ställning,

som kommunerna kan ställa krav utifrån vår speciella situation. Dessförinnan har vi möjligheter att lägga synpunkter på Fud-program 2007.

Claes Thegerström, SKB: Systemet med att SKB presenterar Fud-program kommer att fortsätta även efter 2009 (när SKB har lagt fram sin ansökan om tillstånd till ett slutförvarssystem). Vi ser det som ett viktigt instrument för samhället att ge direktiv till SKB. Regeringen har tidigare sagt att vi ska gå vidare med planerna och i andra fall uppmanat oss att titta särskilt på vissa frågeställningar. I september 2007 lämnas nästa Fud-program, vilken alla kan yttra sig över.

Arnold Unge, Östhammar: Fud-programmet 2007 är viktigt eftersom det är det sista programmet innan SKB lämnar in sin ansökan. Anser SKB efter detta seminarium att man bör göra något åt frågan om djupa borrhål? Kommer SKB i så fall att hinna med det till Fud-program 2007?

Claes Thegerström, SKB: Djupa borrhål kommer med i Fud-program 2007. Vi ska beskriva var vi står idag, hur vi tänker följa och jobba vidare med det alternativet. Det är bra med ett breddat underlag, men det kostar pengar, tar tid och resurser som kan påverka fokuseringen i programmet. Den avvägningen är vi skyldiga att göra och vi är skyldiga att ta ställning till vad vi tycker är tillräckligt underlag för de olika alternativen.

Lars Högberg, f.d. generaldirektör SKI: Räcker det med ett borrhål till 4 000-5 000 m djup för att få fram ett väsentligt bättre underlag om de hydrogeologiska förhållandena, kemi, vattenströmning m.m.?

Gunnar Jacks: Det är en bra början men man får avgöra när det är intressant att fortsätta att borra fler hål: Om det endast är 10 000 års omsättning på vattnet så är det ointressant. Vid 100 000 års omsättning är det någorlunda intressant och vid 1 miljon år är det definitivt intressant att borra fler hål för att få fram bättre underlag.

Karl Inge Åbäll, MKG: Synsättet att ta det i flera steg är klokt och ger inte upphov till onödiga kostnader i första steget. Man ska fastställa om det finns saltvatten, men också om saltvattnet varit

avskilt från biosfären och då krävs sofistikerade utredningar. Geofysiker behövs för att kunna bedöma de data som kommer fram.

Kristina Glimelius, KASAM: Jag tror inte att det räcker med ett borrhål utan vi behöver flera för att få reda på hur saltskiktet ser ut. Frågeställningen är mycket intressant ur ett grundläggande forskningsperspektiv men ett hål kan inte lösa alternativfrågan.

Göran Skytte: Finns det skäl att inte borra hål parallellt med det fortsatta utredningsarbetet om KBS-3?

Claes Thegerström, SKB: Vi planerar inte att borra ett hål om 5 000-6 000 meters djup inom ramen för Fud-programmet, men vi ser gärna att det görs.

En diskussion utbryter mellan Leif Bjelm och Claes Thegerström, där Bjelm anser att SKB:s underlag om djupa borrhål är undermåligt i den bemärkelsen att miljödostolen mycket väl kan komma att kräva bättre underlag om djupa borrhål. Thegerström hävdar att de utreder djupa borrhål men inte till den nivå som gör det möjligt att kunna göra ett val om att använda denna metod för slutförvar. Då krävs en utredning om ytterligare 30 år och ett antal miljarder kronor, säger han. Bjelm anser att SKB ger en skev bild av verkligheten och att man inte behöver spendera stora pengar för att få svar på frågan om det går att utföra djupa borrhål rent tekniskt, för det krävs 3-4 miljoner dollar. Thegerström säger att SKB lyssnar på allas erfarenheter från förhandlingar i miljödostolar för att ge ett så pass bra underlag att man får tillstånd att bygga slutförvaret.

Kurt Angéus, Östhammars kommun: Inom Atlas Copco och Sandvik vet man vilken tid det tog att utveckla svensk tunnelbyggnadsteknik trots att det fanns företag som ville satsa pengar i arbetet. Under seminariet har sagts att endast SKB kan vara intresserat av denna form av borrhåsteknik. Man kan räkna med många missar under utvecklingsarbetet. Är osäkerhetsnivån som målas upp i fråga om teknikutveckling realistisk. Jag tror den är större

Gunnar Nord: Jag ser ingen annan industri som kan vara intresserad av denna sorts hål. Möjligen kan geotermisk industri ha intresse

och eventuellt gruvindustrin, men detta är en rent personlig gissning.

Johan Swahn, MKG: Även utländsk kärnavfallsindustri kan vara intresserad. I Storbritannien förs en diskussion om djupa borrhål, kanske också i USA. Utvecklingskostnaderna kanske kan delas med andra.

Saida Lâarouchi Engström, SKB: Vi följer noga vad den brittiska avfallskommissionen och NIREX säger. De gör ungefär samma bedömningar som vi och kommissionen kommer att rekommendera Storbritannien att satsa på ett förvar av KBS-3-typ.

Göran Skytte: Vem är huvudman för eventuella borrhål?

Gert Knutsson, KASAM: Sveriges Geologiska Undersökning, SGU, skulle kunna vara huvudman och samarbeta med forskare och tekniker. SGU kan inte klara en finansiering men kan begära särskilda anslag.

Roland Davidsson, Hultsfreds kommun/SERO: Vem ska betala? SKB får pengar ur Kärnavfallsfonden och det är vi konsumenter som betalar dit. Vi borde säga till SKB att vi är beredda att betala för att få alternativen utredda. Med tanke på hur mycket pengar SKB fått ur Kärnavfallsfonden är det inte orimligt att låta Lunds Universitet tillsammans med Atlas Copco få pengar ur fonden för att borra detta hål.

Andra röster hördes om att finansieringen kan ske via elpriset.

Göran Skytte: Vilka gränser har SSI för när det är för tidigt att avfärda djupa borrhål och när det är värt att gå vidare?

Björn Dverstorp, SSI: Något exakt svar kan naturligtvis inte ges. Mycket beror på SKB:s nya utredningar vad gäller t.ex. borrhålsalternativ och genomförande av deponering. Om ytterligare beräkningar av det långsiktiga strålskyddet pekar på att djupa borrhålsalternativet skulle ge väsentliga fördelar jämfört med KBS-3-metoden – då måste vi ta ställning till om nya data om djupa borrhål ska krävas. Där är vi inte idag. Vi bör dock gå stegvis tillväga och fylla igen de kunskapsluckor som inte kostar många miljoner. Med det underlaget får vi göra en ny bedömning. Fud-processen är ett instrument för detta och SSI och SKI kommer att granska Fud-program 2007

innan SKB ger in sin ansökan. Ser vi behov av ytterligare data kommer vi att framföra önskemål om detta till SKB.

8.4 Multinationella förvar

Christina Larsson, OSS Östhammar: Jag anser att varje land ska ta hand om sitt eget avfall. Många länder forskar om ytliga geologiska förvar men många har en berggrund som gör dessa förvar olämpliga. Om det visar sig att djupa borrhål skulle fungera bättre än KBS-3, hur skulle diskussionerna om multinationella förvar utvecklas? Fortsätter man prata om dem eller tror ni att varje land lättare skulle kunna ta hand om sitt avfall om djupa borrhål fungerar?

Claes Thegerström, SKB: Diskussionerna i de större europeiska kärnkraftsländerna handlar om hur de ska komma framåt i lokaliseringsprocessen och få tillgång till platser att undersöka. Alla har byggda geologiska förvar som huvudalternativ och inte djupa borrhål. I Finland, Sverige och delvis Frankrike har man hunnit längre i lokaliseringsfrågan. Men i samtliga länder har man som grundprincip att ta hand om det egna avfallet. Enligt internationella konventioner kan inget land bli påtvingat avfall från ett annat. Men en del privata initiativ har utnyttjat länder i Afrika och Asien för att propagera för multinationella förvar. Detta har dock väckt starka reaktioner. Vad man däremot inte kan utesluta är att små europeiska länder med problematisk geologi går samman och i demokratiska former beslutar att göra något gemensamt.

Stig Wingefors, SKI: För att svara på frågan om förverkligande av djupa borrhål förändrar förutsättningarna för diskussionen om internationella slutförvar så måste man nog vara djup-geolog. Men jag föreställer mig att behovet snarast skulle minska eftersom man väl då ökar möjligheterna för en lokal lösning.

Saida Lâarouchi Engström, SKB: Här finns också etiska aspekter. Jag är svenska, men också marockanska och skulle inte vilja se något slutförvar i Atlasbergen där ingen kärnkraft finns. Det enda rimliga är att de som har fördelarna av kärnkraft också ska ta nackdelarna.

8.5 Är det bättre att vänta med ett slutförvar tills tekniken utvecklats ytterligare?

Börje Bergman, Scandinavian Water Environment Council: Alla berg spricker och ska ett avfallsförvar fungera i 100 000 år är det säkert att saker händer som ingen hade kunnat förutse. Landhöjning skapar spänning i berget, jordskorpan plattor förflyttar sig. Är det då inte bättre att bygga ett förvar som är säkert i 100 år och under tiden koncentrera all världens forskning på att lösa problemet?

Claes Thegerström, SKB: Men om 100 år kan vi vara i samma läge. Argumentet blir lite av ett cirkelresonemang, men naturligtvis tillkommer ny kunskap framöver. För 25 år sedan hade vi en diskussion om hur förvaret för låg- och medelaktivt kärnavfall skulle utformas och förläggas. Förvaret byggdes och används men vi har inte haft någon diskussion om varför vi inte hellre väntade. Ibland måste man bestämma sig för att göra någonting, annars blir det aldrig gjort. Om resonemanget ska kopplas till djupa borrhål finns ett argument som talar för KBS-3: vi åstadkommer med KBS-3 ett långsiktigt säkert förvar där vi inte behöver göra något mer, men om man om 100 år har en annan syn på kärnavfallet så kan det plockas upp.

Miles Goldstick, OSS Östhammar: Djupa borrhål är en ny fråga sedan 10 år tillbaka och det är inte fråga om att börja från början utan att frågan behöver mer tid för att hanteras. Det är inte rimligt att hävda att vi måste handla nu.

Rigmor Eklind, Oskarshamns kommun: I Oskarshamn mellanförvaras det använda kärnbränslet i Clab. Kommunen accepterade lokaliseringen baserat på att det skulle fungera i 40 år och att det inte skulle förvandlas till ett slutförvar. Under tiden skulle en slutförvarslösning arbetas fram. Nu har 20 år gått. Om man önskar ett förvar som inte är åtkomligt så är inte Clab en bra lösning, den är högst tillfällig.

Nils Axel Mörner, MILKAS: Det är just därför vi föreslår ett torrt förvar enligt DRD-metoden nere i berget så att det skyddas mot bl.a. bomber, samtidigt som det är åtkomligt. Teknikutveckling leder förhoppningsvis till att transmutation blir möjligt, vilket kan användas för energiutvinning. Av 5 000 kapslar blir det kvar 500 med verkligt avfall och dessa skulle kunna rymmas i endast två djupa borrhål.

Johan Swahn, MKG: Jag är nog optimist beträffande möjligheterna för transmutation, men den användning av tekniken kan bara vara aktuell på sikt och när den globala kärnkraften är utvecklade. Den nuvarande lagstiftningen är gjord för att kärnkraften ska fortsätta och industrin följer lagstiftningen.

8.6 Tidpunkt för beslut?

Göran Skytte: Vad är det för beslutsordning som ligger framför oss?

Claes Thegerström, SKB: Vi planerar att lämna in ansökan i slutet av år 2009. De viktigaste lagarna som ansökan prövas utifrån är miljöbalken och kärntekniklagen. Ansökan enligt miljöbalken omfattar hela systemet, alltså inkapsling, transporter och slutförvaring. En särskild ansökan kommer att lämnas in enligt kärntekniklagen om slutförvaret. Ansökan enligt kärntekniklagen om inkapslingsanläggningen lämnades in hösten 2006 och den prövningen kan påbörjas redan nu. Myndigheterna styr själva över hur länge man prövar ansökningarna, men det kommer att ta minst två år efter 2009. Ett positivt besked från regeringen kan tidigast komma 2012. De viktigaste prövningsinstanserna på expertnivå är SKI, SSI och Miljööverdomstolen samt på politisk nivå kommunen och regeringen. Kommunerna och regeringen vill säkert också veta vilka bedömningar som expertinstanserna gör, för att få underlag för sina ställningstaganden.

Sven Bengtsson, Miljööverdomstolen: När en ansökan lämnas till miljööverdomstolen ska ett antal kriterier vara uppfyllda, bland annat ett omfattande samrådsförfarande, MKB osv. Efter en beredning av ärendet hos miljööverdomstolen kommer ärendet att överlämnas till regeringen för tillåtlighetsprövning, dvs. regeringen beslutar om det är tillåtligt enligt miljöbalken att bygga ett slutförvar på det sätt som SKB ansöker om. Om regeringen säger nej, faller frågan. Säger regeringen ja, har miljööverdomstolen att besluta om vilka villkor som ska gälla för verksamheten. Vissa villkor kan vara tillfälliga och gälla under en provotid. Därefter fastställs de slutliga villkoren. Villkor som beslutas av miljööverdomstolen i en dom kan överklagas av myndigheter, kommuner och sakägare. Vilka som är sakägare avgörs från fall till fall. Miljööverdomstolens dom avseende kärnkraftverket i Oskarshamn för en tid sedan överklagades till miljööverdomstolen, bl.a. av en person bosatt i Vaxholm. Denne bedömdes inte vara

sakägare. Miljödomstolens dom kan överklagas till miljööverdomstolen, som är en avdelning vid Svea hovrätt. Miljööverdomstolens dom kan i sin tur överklagas till Högsta domstolen, men där fordras prövningstillstånd. Det tar 1-3 år för miljödomstolen att bereda ärendet, inhämta regeringens beslut i tillåtlighetsfrågan och om verksamheten är tillätlig sätta villkor för verksamheten. Ett överklagande till miljööverdomstolen kan ta år och går ärendet vidare till Högsta domstolen tillkommer 1-2 år.

Johan Swahn, MKG: Det är ju villkoren som kan överklagas, men kan inte SKB kräva att få köra i gång verksamheten direkt efter regeringens beslut?

Sven Bengtsson, miljööverdomstolen: Det är uteslutet att SKB får påbörja verksamheten innan miljödomstolen beslutat om vilka villkor som skall gälla för verksamheten. Om regeringen beslutar att verksamheten är tillätlig så är den frågan avgjord. Miljööverdomstolen kan inte överpröva regeringens beslut i tillåtlighetsfrågan. Däremot kan regeringens beslut i tillåtlighetsfrågan överklagas till regeringsrätten (rättsprövning) om en sakägare bedömer att regeringen inte hållit sig inom de rättsliga ramar som regelverket ställer upp.

8.7 Inlägg från och frågor till Nils Axel Mörner, MILKAS

Nils-Axel Mörner menar att vi har fått en helt ny bild av de i det svenska urberget rådande geodynamiska processerna, vilket har avgörande betydelse när alternativen ska bedömas. Den gamla teorin från 1970-talet som SKB grundar KBS-3 metoden på är föråldrad och har kollapsat. Man utgick tidigare från att det fanns en total stabilitet, att jordbävningar inte betydde någonting, att istider inte hade någon inverkan.

– Vi som utgör den fria forskningen har kommit till andra slutsatser än SKB och vi försöker få igång en dialog, säger han.

Vi har konstaterat 56 större jordbävningar medan SKB räknar med maximalt 7 jordbävningar under 100 000 år. Vi har också upptäckt metanexplosioner i berget, vilket ger ett helt nytt scenario. Det borde ge intresse för att se vidare på alternativ, såväl djupa borrhål som en förvaring där man ger handlingsutrymme för framtiden.

Kjell Andersson, KASAM: Det verkar som om MILKAS och MKG har olika utgångspunkter när det gäller säkerhetsfilosofi. Du och MILKAS förespråkar DRD-metoden som är ett ytnära förvar och anser att ni då har avfallet under kontroll. MKG verkar i stället vilja bli av med kärnavfallet. Finns den bredden i uppfattningar?

Nils Axel Mörner, MILKAS: Djupa borrhål och ett torrt förvar i berget har både för- och nackdelar och först när alternativen är utredda kan en summering göras. Därför är det viktigt att alternativen utreds till en anständigt jämförbar nivå. Det behövs inte 30 år. Inom ramen för KBS-3 finns massor av lärdomar som direkt kan appliceras på dessa två alternativ.

Gert Knutsson, KASAM: Genom att studera ytliga effekter av jordskalv har du tolkat fram många fler jordskalv än vad vi tidigare visste om. Samtidigt förespråkar du ett ytligt förvar, vilket verkar motsägelsefullt; jordskalv ger alltid störst effekt på ytan. Varför vill du ha ett ytligt förvar?

Nils Axel Mörner, MILKAS: Det beror på att man måste garantera säkerheten under en lång tid och ingen metod håller i 100 000 år. Då måste man skaffa handlingsfrihet så att man kan tillgodogöra sig framtida teknisk utveckling, exempelvis om transmutation. I det ytliga förvaret ingår en artificiell krosszon runt om för att dränera berget och ge en relativt bra seismisk barriär.

Björn Hedberg, KASAM: KBS-3 ger bättre möjligheter till återtagbarhet än djupa borrhål och du förespråkar återtagbarhet. Är då inte KBS-3 att föredra framför djupa borrhål?

Nils Axel Mörner, MILKAS: Är man rädd för terroristangrepp är djupa borrhål att föredra. Tror man på framtida teknik ska DRD-metoden väljas. Med SKB:s metod ges varken det ena eller andra och deras metod är det enda riktigt dåliga alternativet.

Said Lâarouchi Engström, SKB: Ni pratar om återtagbarhet, men det primära skälet för återtag är möjlighet till reparationer. Det ska gå att rätta till eventuella fel.

Claes Thegerström, SKB: Vi hamnar här i kläm mellan två alternativ som olika grenar av miljörelsen förespråkar. Lite skämtsamt kan man uttrycka det som att det bästa plockas ur dessa alternativ och kombineras i KBS-3 metoden. Med ett byggt förvar på 500 meters djup ger KBS-3 ett rejält skydd mot obehörigt intrång. Det är svårt att ta sig ner dit. Det är intressant att vi nu diskuterar på vilket djup

förvaret ska ligga när det för 5-10 år sedan diskuterades om det alls var moraliskt försvarbart att lägga använt kärnbränsle i berggrunden. Vi redovisar hur vi hanterar jordskalv i vår kommande ansökan.

Göran Skytte: Nils Axel Mörner säger att utgångspunkterna för tankarna om slutförvaring har kollapsat. Ligger det någonting i vad han säger?

Claes Thegerström, SKB: Självfallet har utgångspunkterna inte kollapsat. Då skulle forskning kring kärnavfallsfrågor ha kollapsat i hela världen och det intrycket har inte jag fått. Det ligger i SKB:s uppgift att lyssna på alla fakta, påståenden och tolkningar som kommer fram och det försöker vi göra med Mörners data också. Men det måste påpekas att det finns andra forskare som ser hans data på annat sätt.

Allan Hedin, SKB: Vi har analyserat och räknar med att framtida inlandsisar som rör sig kan utlösa jordskalv. Förvaret är konstruerat med tanke på att detta kan inträffa. Vi väljer kapselpositioner så att risken minimeras för att skada ska uppkomma till följd av en sådan händelse. Mörners uppskattningar är invägda bland alla andra experters bedömningar som vi använt i säkerhetsanalysen.

Nils-Axel Mörner, MILKAS: Vad jag talade om som ”nu kollapsade fakta” var de grundfakta som en gång satte KBS-metoden på rälsen mot ett ”säkert slutförvar”. Dessa fakta existerar inte längre. Det borde inte heller talet om ett säkert slutförvar i 100 000 år göra.

9 Några reflektioner

Under denna utfrågning om djupa borrhål som metod för slutförvaring av använt kärnbränsle har olika aktörer framfört sina synpunkter och argument, och djupa borrhål som slutförvaringskoncept har ställts mot KBS-3-metoden. I detta kapitel ges några reflektioner över de argument som framfördes, frågor det tycks råda enighet om och var det finns skiljaktigheter i uppfattningar.

Ett allmänt intryck från utfrågningen är att argumentationen i många fall har formen av en diskussion i sakfrågor medan argumenten i själva verket i väsentlig mån bygger på olika värderingar hos de agerande. Detta illustreras av tre teman som diskussionen under olika delar av utfrågningen till stor del kom att handla om: barriärerna, återtagbarhet och frågan om det behövs ny kunskap.

KASAM drar inga egna slutsatser om metodfrågan i denna rapport, det kommer att ske i andra sammanhang, närmast i förestående granskning av SKB:s Fud-program 2007.

9.1 Enighet om grundläggande fakta och förutsättningar

Någon egentlig oenighet finns inte när det gäller grundläggande fakta om stagnanta grundvattenförhållanden på stora djup (3-5 km) och den fördel detta innebär för ett slutförvar för använt kärnbränsle. SKB:s egna beräkningar visar att det rör sig om mycket långa transporttider av grundvatten från stora djup till ytan och att det inte tycks finnas några drivkrafter för grundvattenrörelser. Grundtanken är att hela deponiområdet för ett slutförvar med djupa borrhål skulle omges av ett högsalint, stabilt densitetsskiktat grundvatten utan kontakt med marknära nivåer.

Liksom SKB ser Karl-Inge Åhäll inte djupa borrhålskonceptet som ett realistiskt alternativ i dagsläget eftersom det ännu inte finns bevis för att de hydrogeologiska grundförutsättningarna är uppfyllda. Han betonar att konceptet förutsätter att det går att identifiera tillräckligt stora områden med densitetsskiktat grundvatten samt att man måste få fram metoder för att deponera avfallet på ett säkert sätt och så att man inte varaktigt stör områdets stabila densitetsskiktning. Om dessa grundförutsättningar för konceptet infrias säger han sig kunna bli en förespråkare för metoden. Även MKG:s ståndpunkt är att djupa borrhål inte är ett realistiskt alternativ i dagsläget, men man är kritisk till det sätt som djupa borrhål har avfärdats som möjligt alternativ till KBS-3-metoden.

Den grundläggande enigheten mellan framför allt SKB och MKG stannar här – man kommer sedan till olika slutsatser om vad ny kunskap skulle kunna ge, och även om vad det skulle kosta att ta fram sådan kunskap.

9.2 Aktörernas argument

Barriärernas betydelse

Ett av SKB:s huvudargument mot ett slutförvar med djupa borrhål är att den långsiktiga säkerheten kommer att bero av endast *en* barriär, dvs. berget med stabila hydrologiska förhållanden. Om så är fallet är det ett faktum att metoden inte lever upp till SKI:s säkerhetsfilosofi och föreskrifter, som ställer krav på ett system av *flera* barriärer. SKI:s föreskrifter skulle dock kunna revideras om den enda barriären skulle visa sig vara helt tillförlitlig. Ur ett samhällligt perspektiv kan man, som Carl-Reinhold Bråkenhielm gjorde inledningsvis, ställa frågan om vad som är viktigast: stagnanta grundvattenförhållanden eller flera barriärer? Och vad som är mest önskvärt: en robust naturlig barriär eller en robust kombination av naturliga och tillverkade barriärer.

SKB argumenterar också för att djupa borrhålskonceptet innebär en okontrollerad deponering, medan KBS-3-metoden innebär en kontrollerad deponering. Vid deponering i djupa borrhål kan kapseln skadas, och den kan fastna någonstans i hålet och hamna på fel djup. SKB anser att det inte kommer att vara möjligt att kontrollera om kapseln och bufferten är intakta och om de är på rätt plats.

Karl Inge Åhäll argumenterar för att slutförvaring i djupa borrhål har förutsättningar att bli mindre sårbart än ett KBS-3-förvar, både vid förväntade händelser som förändrade grundvattenförhållanden under kommande istider och vid händelser som terroristaktioner, teknologiska missgrepp eller större jordskalv i förvarsområdet. Avseende diskussionen om ”en eller flera barriärer” menar MKG att det borde vara möjligt att utveckla barriärer även för djupa borrhålskonceptet. Johan Swahn argumenterar också för att en naturlig barriär kan vara att föredra framför metoder med ”konstgjorda” barriärer. Detta resonemang får visst stöd av SSI som menade att preliminära bedömningar visar att geosfären ensam skulle kunna ge en mycket god skyddsförmåga i alternativet djupa borrhål.

Här kan det vara värt att notera hur olika aktörer väljer att använda olika begrepp beroende på vilket budskap man vill framföra:

- SKB och myndigheterna talar om ”tekniska” eller ”tillverkade” barriärer medan MKG använder termen ”konstgjorda” barriärer.
- Karl Inge Åhäll och MKG beskriver KBS-3 som ett ”ytnära” slutförvar. Andra aktörer använder termen ”ytnära” för mellanlager/förvar som CLAB (ca 30 m under markytan) eller DRD-metoden (ca 50 m under markytan). SKB har tidigare kallat KBS-3 för ett ”djupförvar”, medan myndigheterna kallar KBS-3 för slutförvar (i enlighet med kärntekniklagen).

Dessa retoriska val av begrepp är i sig tydliga uttryck för olika värderingar.

Fortsatt forskning och teknikutveckling

SKB hävdar att konceptet djupa borrhål är förknippat med grundläggande svagheter som fortsatt forskning och utvecklingsarbete inte kan ändra på. De tekniska svårigheterna med borrhålskonceptet och deponering skulle kunna lösas med mer forskning och teknikutveckling, men svagheter när det gäller den långsiktiga säkerheten ändras inte av detta. Karl-Inge Åhäll och företrädare för MKG menar däremot att det finns avgörande forskningsfrågor som skulle kunna få svar med begränsade insatser, t.ex. frågan om det finns ett tillräckligt stort område på 3-5 km djup med stabilt densitetsskiktat grundvatten. SSI konstaterar att tekniken för borrhålsborrning

inte verkar vara omöjlig att utveckla men att det finns en del svårbedömda frågor kring hur kapslar ska deponeras.

Leif Bjelm poängterar att metoderna inte behöver ställas mot varandra. Det finns inte någon konflikt i att man parallellt med KBS-3 driver ett framtidsarbete kring djupa borrhål.

Även när det gäller kostnad och tidsåtgång för nya utredningar finns skilda uppfattningar även om man i någon mån diskuterar olika omfattning på utredningar. SKB menar att forsknings- och utredningsarbete för att ta fram kunskap till en nivå jämförbar med kunskapen om KBS-3-metoden, innebär ytterligare 30 år och ett antal miljarder kronor. Leif Bjelm anser däremot att SKB ger en ”skev” bild av verkligheten och att man inte behöver spendera stora pengar för att få svar på frågan om det går att utföra djupa borrhål rent tekniskt, för det krävs 3-4 miljoner dollar. Gunnar Nord uttrycker läget som att ”teknologin är gripbar”. Bl.a. i Tyskland har man borrar ned till 9 000 meter, men Nord framhåller att hålens diameter var betydligt mindre än vad som krävs för ett slutförvaringsprojekt.

Här kan man dock konstatera att de utredningar som SKB och Bjelm talar om skiljer sig i omfattning. För att djupa borrhål ska bli en realistisk alternativ slutförvaringsmetod räcker det inte med att försäkra sig om att det tekniskt går att utföra djupa borrhål, dvs. den utredning Bjelm talar om. Det krävs också att de hydrogeologiska grundförutsättningarna verifieras och att ett tillräckligt stort område med stagnanta grundvattenförhållanden identifieras, samt att en tillförlitlig deponeringsmetod har tagits fram.

Om man, som SKB, menar att djupa borrhål som slutförvarskoncept har allvarliga inneboende principiella nackdelar som inte kan undanröjas med mer forskning är det logiskt att minimera sådana, i så fall onödiga, kostnader. Frågan är emellertid om dessa nackdelar (t.ex. minskad möjlighet till reparerbarhet under drifttiden, minskad anpassningsförmåga till platsens geologiska förhållanden, avvikelse från flerbarriärprincipen) är faktiska nackdelar för alla aktörer eller för samhället i stort, eller om de tjänar som argument för SKB:s intentioner. Det är också, som SKB:s företrädare framförde, en fråga om hur långt SKB rimligen kan driva en alternativ metod som man faktiskt inte tror på. De som å andra sidan förespråkar mer forskning inklusive borrhål av ett eller flera djupa hål, behöver precisera vad som skulle vara syftet. Är det för att få svar på frågan om stabila grundvattenförhållanden på stora djup, eller för att få svar på frågan om det rent tekniskt går att

borra djupa hål med så stora dimensioner som krävs? Vad gör man om det blir positiva svar på dessa frågor? Även i denna fråga framförs argument som till synes vilar på olika bedömningar om vad som går att göra. SKB anser att säkerheten inte kommer att kunna bedömas bättre med hjälp av ett fåtal provborrningar, medan Åhäll och MKG ser mer optimistiskt på möjligheterna att få fram relevanta kunskaper.

Gunnar Nord menar att det är kärnkraftsindustrin som själva måste driva och bekosta den teknikutveckling som krävs. Frågor som diskuterades under utfrågningen och som behöver besvaras om samhället vill gå vidare med djupa borrhål är därmed vem som ska utföra ytterligare FoU, och hur denna forskning och teknikutveckling ska finansieras.

Återtagbarhet

När det gäller återtagbarhet och reparerbarhet fanns det ingen som motsatte sig antagandet att detta skulle bli svårare att åstadkomma med djupa borrhål än med KBS-3, även om det inte finns mycket sådan forskning gjord för alternativet djupa borrhål. Det finns stora skillnader i hur aktörerna värderar själva möjligheten till återtagbarhet. Den grundläggande frågan är om denna möjlighet är något positivt, eftersom framtida generationers handlingsfrihet skulle öka – eller om återtagbarhet ska undvikas med tanke på att framtida intrång kan syfta till kärnvapenframställning.

Enligt SKB måste vi ha kontroll över vad vi gör i varje steg av hanteringen av det använda kärnbränslet. Används djupa borrhål lämnas kärnavfallet till naturen efter att det deponerats. SKB vill att det ska finnas möjligheter till reparerbarhet och återtag av kapslar för att kontrollera dem under drifttiden (ca 50-60 år). Enligt SKB finns det inte motsvarande möjligheter till reparationer med djupa borrhål. Man måste räkna med den mänskliga faktorn och att saker kan gå fel – det ska gå att rätta till misstag.

MKG föredrar att ta upp säkerhetsfrågorna ur ett vidare perspektiv och oberoende av metodval. Frågan om återtagbarhet ska diskuteras kopplat till långsiktiga miljörisker på så sätt att de långsiktiga miljöriskerna ska minimeras och gå före det eventuellt goda med återtagbarhet. MKG menar också att djupa borrhål ger större säkerhet mot kärnvapenspridning på mycket lång sikt. Samtidigt anser MKG att möjligheter till återtag och reparerbarhet under

drifttid även kan finnas i djupa borrhålsalternativet och vill att detta analyseras.

MILKAS anser att större återtagbarhet än som kan uppnås med KBS-3 är nödvändig tills vidare, och är kritiska till såväl KBS-3 som djupa borrhål, och vill se utredningar av andra metoder.

Aktörer som är negativa till större FoU insatser om djupa borrhål använder alltså handlingsfriheten som argument – mer kunskap om berget kan ändå inte ge önskad handlingsfrihet. Aktörer som vill se mer ingående studier om metoden använder däremot oåtkomlighet som argument – mer kunskap skulle kunna förverkliga en metod som gör det näst intill omöjligt att återta avfallet. Här finns också en tydlig skillnad mellan de båda miljöorganisationerna MILKAS och MKG. MILKAS är kritiska till såväl KBS-3-metoden som djupa borrhål, och vill ha full handlingsfrihet för att invänta ny kunskap. MKG däremot, anser att slutförvaring i djupa borrhål skulle kunna ske som ett sätt att bli kvitt avfallet.

Samhällsmål och säkerhetsfilosofi

Enligt SKB har bolaget en syn på hur det använda kärnbränslet ska tas om hand som i stort överensstämmer med samhällets. Bl.a. ska säkerheten vila på flera barriärer, otillbörliga bördor på kommande generationer ska undvikas och hanteringen ska vara kontrollerad i alla led. SKB har två huvudargument mot djupa borrhål, nämligen att metoden förlitar sig på endast en barriär vilket går emot myndigheternas säkerhetsfilosofi och föreskrifter, samt att de fördelar de stagnanta grundvattenförhållandena kan innebära är svåra att visa med den säkerhet som krävs.

SKI framförde att myndighetens föreskrifter bygger på att ett förvar ska ha flera barriärer så att det kan vara säkert trots eventuella brister i en enskild barriär. SKI:s säkerhetsfilosofi ställer krav på att slutförvaret utformas med ett system av samverkande barriärer med olika funktioner som bidrar till säkerheten.

Swahn riktade dock kritik mot den säkerhetsfilosofi som både myndigheterna och SKB förespråkar. Han menar att det har utvecklats en säkerhetsfilosofi som passar en metod och att den är utvecklad i samspel mellan myndigheterna och SKB¹.

¹ KASAM vill i detta sammanhang erinra om – vilket inte nämndes under utfrågningen – att principen om ett flerbarriärsystem har ett brett internationellt stöd, se t.ex. IAEA Safety Standards, Geological disposal of radioactive waste, Safety requirements No. WS-R-4.

MILKAS menar att man inte kan bli av med avfallet utan att man måste ta ansvar för det under lång tid. Det går inte att stressa fram en lösning på denna svåra fråga. MILKAS är därför skeptisk till både djupa borrhål och KBS-3 som slutförvaringsmetoder.

Det kan noteras att MILKAS och MKG har olika utgångspunkter när det gäller säkerhetsfilosofi. MKG förespråkar en lösning av kärnavfallsfrågan, men vill se ett minimum av återtagbarhet varför man menar att djupa borrhål kan vara att föredra framför KBS-3. MILKAS däremot, förespråkar att kärnavfallsfrågan inte får en snabb lösning utan vill se en mellanlagring i t.ex. ett av förvar av DRD-typ, i väntan på något annat.

9.3 Slutord

Det är SKB som har ansvaret att ta fram en ansökan för ett säkert slutförvar. Miljödomstolen och myndigheterna ska sedan granska ansökan och föreslå regeringen vilket beslut som ska fattas enligt miljöbalken och kärntekniklagen. Ytterst är det politikerna på nationell nivå som kommer att ta ställning till om SKB:s ansökan har en lämplig avvägning mellan återtagbarhet och svåråtkomlighet, redovisar alternativa utformningar i tillräcklig omfattning och om den föreslagna metoden vilar på en riktig säkerhetsfilosofi och överensstämmer med det ändamål som definieras av samhället i stort. Men avgörande för det politiska beslutet på nationell nivå är det ställningstagande som görs av fullmäktige i den berörda kommunen, alltså den lokala politiska nivån. Det kommer inte att finnas några givna svar på dessa frågor men SKB måste göra sitt bästa för att presentera en lösning som står i samklang med rådande samhällsvärderingar.

KASAM kan med fortsatta insatser öka medvetenheten hos alla aktörer, inklusive politiska beslutsfattare och allmänheten om frågeställningarnas innebörd så att sakfrågor och värdegrunder blir tydliga.

Statens råd för kärnavfallsfrågor (KASAM) har följande sammansättning:

Torsten Carlsson, (ordf.), f.d. kommunalråd

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 o vattenresurser med inriktning på MKB, SLU

Gert Knutsson, professor emeritus, hydrogeologi, KTH

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

Clas-Otto Wene, professor emeritus, energisystemteknik, CHT

Vid tidpunkten för utfrågningen den 14–15 mars 2007 var även följande personer ledamöter:

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

Sören Mattsson, professor, radiofysik, Lunds universitet

Jimmy Stigh, professor, geologi, Göteborgs universitet

Sakkunnig: **Hannu Hänninen**, professor, Tekn. högsk. Helsingfors, maskinteknik

Kanslichef: **Björn Hedberg**

Sekreterare: **Eva Simic**

Bitr. sekr.: **Siv Milton**

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

Sören Norrby, fil. mag.

Olof Söderberg, fil. dr.

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 sakkunskap inom olika områden som har betydelse för slutförvaringen av radioaktivt avfall, inom såväl teknik och naturvetenskap som etik, humaniora och samhällsvetenskap.

Under hösten 2006 startade KASAM, som ett nytt inslag i sin verksamhet, ett genomlysningsprogram med syfte att stärka KASAM:s roll som rådgivare till regeringen genom att få strategiska frågor genomlysta. Utfrågningar och seminarier, som syftar till att klarlägga fakta och värderingar i aktuella frågor, kommer att bli ett centralt inslag. Programmet bör även bli en resurs för övriga intressenter i den kommande tillståndsprövningen.

En förstudie till genomlysningsprogrammet visade på stora förväntningar hos centrala aktörer i kärnavfallsfrågan. Bland annat framkom ett omedelbart behov av att få frågor om ”djupa borrhål” som ett alternativ till den så kallade KBS-3 metoden genomlysta. KASAM anordnade därför den 14–15 mars 2007 en utfrågning om denna metod. Några av de frågor som togs upp var: Vilka tekniska, geologiska, hydrologiska förutsättningar och möjligheter finns? Vilka är riskerna ur olika perspektiv och vilka värderingar ligger till grund för olika uppfattningar om djupa borrhåls förutsättningar och lämplighet?

I denna rapport återges föredrag och diskussioner från utfrågningen, och rapporten avslutas med en analys av de argument som framfördes av olika aktörer.

Rapporten och presentationerna från utfrågningen finns tillgängliga på vår webbplats www.kasam.org. De kan även beställas hos kasam@environment.ministry.se.