

Remissyttranden över SKB:s säkerhetsanalyser SR 97 och SFL 3-5

Statens kärnkraftinspektion

September 2000

Remissyttranden över SKB:s säkerhetsanalyser SR 97 och SFL 3-5

Statens kärnkraftinspektion
106 58 Stockholm

September 2000

Förord

Säkerhetsanalysen har en central roll, dels som styrinstrument för forskning och utveckling, dels som beslutsunderlag för tillstånd till uppförande, innehav och drift av kärntekniska anläggningar. Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB) nu aktuella säkerhetsanalys, SR 97, utgör en del av de redovisningar som regeringen begärt in från kärnkraftindustrin inför beslut om platsundersökningar för ett slutförvar för använt kärnbränsle (regeringsbeslut 19 december 1996 över SKB:s FUD-program 95 respektive 24 januari 2000 över SKB:s FUD-program 98).

Denna rapport redovisar svar från de remissinstanser som inkommit med yttranden till Statens kärnkraftinspektion (SKI) över SKB:s säkerhetsanalyser: "Djupförvar för använt kärnbränsle SR 97 – Säkerheten efter förslutning" och "Preliminär säkerhetsanalys för Djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall (SFL 3-5)".

Tolv svar har inkommit till SKI. Dessutom har KASAM efter särskild inbjudan från SKI inkommit med yttranden över båda säkerhetsanalyserna. I enlighet med förvaltningslagen har SKB erbjudits möjlighet att lämna synpunkter på inkomna remissvar. SKB:s redovisade synpunkter ingår också i denna rapport.

Delvis utgående från erhållna remissvar (redovisade i denna rapport), en internationell expertgranskning utförd av OECD/NEA och utlåtanden från 15 olika experter, som granskat SR 97 på uppdrag av SKI, kommer SKI och SSI under hösten 2000 i en separat rapport att redovisa resultatet av sin gemensamma granskning av SR 97.

STORUMANS KOMMUN

Adm enheten - kansliet

Förvaltningsass M J,son Berg

2000-02-22

Vår beteckn

2000.32 590

Er beteckn

5.8 99 1436

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -02- 2 8	
DOSS 5.8	DNR 991436

Statens Kärnkraftinspektion

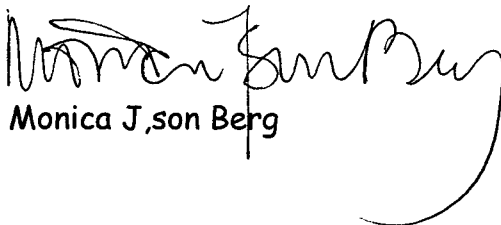
106 58 STOCKHOLM

Information om myndighetsgranskningar av SKB,s säkerhets-
analyser av slutförvar för använt kärnbränsle mm

Ni har i skrivelse 2000-02-07 lämnat information i rubr ärende.
Av skrivelsen framgår vidare att ni är beredd att redan nu ta
emot synpunkter på SKB,s säkerhetsredovisningar och önskemål
om vad myndigheterna skall beakta i sin granskning.

För er kännedom får vi meddela att kommunen i dagsläget inte
kommer att lämna några synpunkter i ärendet utan avvaktar den
remiss som ni hänvisar till skall utsändas under våren 2001.

Med vänlig hälsning


Monica J,son Berg

Ks au § 104

Dnr KS 98/000330 270

Information om myndighetsgranskningar av SKB:s säkerhetsanalyser av slutförvar av använt kärnbränsle och annat långlivat avfall.

Ärendet

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har i säkerhetsrapporten SR 97 redovisat en analys av den långsiktiga säkerheten för djupförvar av använt kärnbränsle. SKB har också publicerat en preliminär säkerhetsrapport för slutförvar av annat långlivat låg- och medelaktivt avfall. Dessa båda rapporter har överlämnats till Statens kärnkraftinspektion (SKI) och Statens strålskyddsinstitut (SSI) för granskning.

I skrivelse den 7 februari 2000 har SKI informerat om den nyss påbörjade myndighetsgranskningen av SKB:s säkerhetsanalyser. Enligt SKI:s planer kommer bl.a. berörda kommuner att under våren 2001 ges tillfälle att yttra sig över ovanstående säkerhetsrapporter tillsammans med kompletterande redovisningar av SKB.

Kommunen kan emellertid redan nu lämna synpunkter på rapporterna och framföra önskemål om vad myndigheterna skall beakta i sin granskning. Även Kärnkraftkommunernas samarbetsorgan och Lokala säkerhetsnämnden vid Ringhals kärnkraftverk har beretts tillfälle att lämna synpunkter.

Yttrande

Planeringskontoret har i yttrande den 1 mars 2000 föreslagit att kommunen i nuläget avstår från att yttra sig över SKB:s säkerhetsanalyser av slutförvar av använt kärnbränsle och annat långlivat avfall.

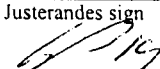
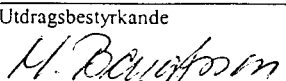
Beslut

Arbetsutskottet beslutar

- att i nuläget avstå från att yttra sig över SKB:s säkerhetsanalyser av slutförvar av använt kärnbränsle och annat långlivat avfall.

Prot. utdrag: Svensk Kärnbränslehantering AB
Statens kärnkraftinspektion
Statens strålskyddsinstitut
Kärnkraftkommunernas samarbetsorgan
Lokala säkerhetsnämnden
Planeringskontoret

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -03- 24	
DOSS 518	DNR 491436

Justerandes sign 	Utdragsbestyrkande 	Datum 22/3 00
--	--	------------------

Aktionsgruppen Rädda Tölö Kronopark
c/o
Karin Michaëlsson
Fågelsång, Oxhagevägen 7
430 33 Färås

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -03- 29	
DOSS 6.8	DNR 991436

2000-03-25

Statens Kärnkraftsinspektion

SE-106 58 Stockholm

Som en av grupperna inom Avfallskedjan skulle Aktionsgruppen Rädda Tölö Kronopark vilja avge synpunkter på vad myndigheterna skall beakta i sin granskning av SKBs rapport SR 97 - Säkerheten efter förslutning.

Det är mycket beklagligt att det endast finns en enda metod att ta ställning till; att valmöjligheten alltså bara består i att bestämma sig för vilken kommun som är bäst lämpad som förvarings plats för kärnbränsleavfall.

Tidsperspektivet på ca 100 000 år, under vilka avfallet måste förvaras utan att läcka ut, är så stort att ingen med säkerhet kan uttala sig om KBS-3-metodens tillförlitlighet. Därför är vi ytterst tveksamma inför dessa förvaringsplaner.

Så vitt vi vet har inte heller något annat land ett bra alternativ till metoden med berggrundsförvar. Vi anser att det borde bedrivas förutsättningslös forskning för att få fram andra metoder.

För Aktionsgruppen Rädda Tölö Kronopark

Med vänlig hälsning

Kristina Eriksson Ursula Moraeus Brita Thuvesen
Kristina Eriksson Ursula Moraeus Brita Thuvesen

Yttrande över SKB:s Säkerhetsanalyser av Slutförvar

enligt skrivelse från SKI (ref. 5.8 991436)
från Enheten för Paleogeofysik & Geodynamik
vid Stockholms Universitet

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION
2000 -04- 04
5.8 991436

Vi hänvisar till vårt remissutlåtanden över FUD-98 (99-01-10) samt vår ansökan till SKI (av 99-03-08) om bidrag för utredning av DRD-metoden och vårt yttrande i samma fråga av 99-08-26.

I detta yttrande vill vi ta upp tre punkter, nämligen:

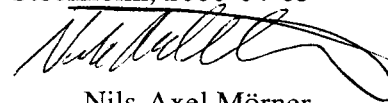
- (1) SKB:s uppseendeväckande ofullständighet i redovisning av till buds stående alternativ, samt deras direkta vägran att analysera DRD-metoden, vilken vi finner överlägsen KBS-3 metoden.
- (2) Föreslagna förvaringsgeometri i förhållande till spricknät och deras – icke korrekta, men ständigt upprepade – påstående att nya rörelse följer gamla spricklinjer.
- (3) SBK:s "Jordskalvsscenario" vilket vi finner totalt felaktigt, okunnigt och i oacceptabel ignorans av verkliga fakta så som de föreligger i naturen och tolkas av en enhetlig internationell expertis på "paleoseismicitet", strukturer och tolkningar.

Innan vi övergår att diskutera dessa punkter, vill vi framhålla följande två synpunkter, vilka båda borde vara som självklara krav, men vilka SKB tar sig rätten att sätta sig över, nämligen:

- (1) För att någon – i detta fall regering, tillsyningsmyndigheter och kommuner – skall kunna göra en meningsfull bedömning i en fråga, så måste de få ett fullgott beslutsunderlag där alla till buds stående alternativ är redovisade på ett ärligt och tillräckligt djuplodande sätt.
- (2) Om man skall kunna hävda saklighet och vetenskaplighet – inte "partsinlaga" – så måste man redovisa och diskutera även andra resultat och fakta som strider mot den egna tesen; i synnerhet om dessa "obekväma" fakta kommer från specialister i just denna fråga och har en förankring i den internationella expertisens värdering i denna fråga.

Det är närmast beklämmande att dessa båda självklarheter skall behöva påpekas (som så många gånger tidigare). Ännu mer allarmerande, är att SKB framhärdar i att strunta i dessa påpekanden.

Stockholm, 2000-04-03



Nils-Axel Mörner
P&G-föreståndare

Nya Förutsättningar – Nya Lösningar

"Slutförvar" hette det förr. Hela KBS-3 scenariot var baserat på detta koncept.
Ett slutförvar innebär den slutliga, förseglade, slutstationen.
Nu talar inte ens SKB om "slutförvar".

"Djupförvar" heter det nu (se t.ex.: "Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97").
Nu skall avfallet – på ett eller annat sätt – vara återtagbart.
I det perspektivet, blir ett förseglat KBS-förvar nästan löjligt.
Då erbjuder ett övervakat, återtagbart DRD-förvar en rimligare lösning.

Full säkerhet i 100.000-tals år hävdar KBS och SKB
Men vem kan egentligen ge sådana garantier?
Påståendet är helt enkelt fullkomligt orimligt.

Kolossala jordbävningar hör till istidernas snabba landhöjning – det vet vi numera.
Det omöjliggör varje garanti om långtidssäkerhet.
KBS/SKB-scenariot faller helt enkelt.

DRD-metoden (Dry Rock Deposit) stiger då fram som ett attraktivt alternativ.
Den innebär en skyddad berggrundsförvaring, ett djupförvar
under kontroll
och med full åtkomlighet
för reparation
såväl som "transmutering"

Transmutering är en framtida teknik som man har all anledning beakta och ta med i bilden.
Vi har ofta framhållit detta som ett argument för bergförvar av DRD-typ.
Sveriges 8000 ton högaktivt avfall säges kunna "reduceras till bara 100 ton".
Förvaringstiden förkortas samtidigt "från 200.000 år till bara 2000 år".

Övervakning och kontroll borde vara en självklarhet, ett oeftergivligt krav.
Detta erbjuder ett DRD-förvar,
till skillnad från ett igenbommat KBS/SKB-förvar.

Minst 3-4 istider hinner vi passera under tidsrymden 100.000-200.000 år.
Vid varje istid brakar alla så kallade säkerhetsanalyser samman.
Då övergår det lugna svenska berget till ett högseismiskt område
med otaliga jordbävningar av upp till allra högsta styrka man känner.
Ingen kan, med hedern i behåll, hävda att ett KBS-förvar skulle klara detta.

Om säkerhet inte kan garanteras för erforderliga tidsrymd och tillgängliga fakta talar för det direkt motsatta (kollaps av ett KBS-förvar vid framtida istider), så faller talet om en "slutlig lösning"; ett slutförvar. Detta innebär "nya förutsättningar".

Om tillgänglighet (för framtida metoder som transmutering) och kontroll (för övervakning och reparation) i stället skall hävdas, så måste "nya lösningar" komma till stånd.
I detta nya perspektiv, framstår ett bergförvar enligt DRD-metoden som tämligen idealiskt.

1. DRD-metoden

ett attraktivt alternativ som ignoreras

SKB har en direkt skyldighet att redovisa och låta utreda alternativ till deras egen KBS-3 metod. SKI har som tillsyningsmyndighet skyldighet att tillse att så blir fallet.

Regeringen har om och om igen påpekat nödvändigheten av en redovisning av alternativ. Det samma gäller många remissinstanser vid många tillfällen genom åren.

När SKB talar om "alternativ" synes det bara vara när dessa är underlägsna den egna metoden och kan användas som "strykpojkar" för att förhärliga den egna metoden.

När man normalt talar om "alternativ", avser man däremot just vad ordet innebär "andra lösningar" som är värda att beakta och vilka, efter en närmare analys, kan visa sig vara både bättre och sämre. Den analys man då utsätter alternativet för skall vara "förutsättningslös" och skall ske "på lika villkor".

DRD-metoden; en kort resumé

Om vi inte längre har "en säker metod" och inte längre kan tala "en slutlig lösning", men samtidigt har ett ständigt växande upplag av kärnbränsleavfall, så har vi ett problem, ett mycket stort problem. Finns det då inga alternativ? Jo, visst finns det de.

Alternativet heter DRD (Dry Rock Deposit), s.k. torr förvaring i berget. Metoden är utarbetad av två svenska uppfinnare. Den innebär att avfallet läggs i bergrum eller bergtunnlar som på konstgjord väg gjorts självdränerande så att de förblir torra. Förvaret behöver inte övervakas, men man bör utnyttja möjligheten som föreligger att låta avfallet stå under kontroll och självregistrering med avseende på strålning och korrosion.

I denna typ av förvar, kan avfallet kontrolleras, repareras och förbli tillgängligt för framtida metoder att oskadliggöra (destruera) avfallet – märk väl; under energiutvinning. Avfallet kan även flyttas vilket skulle kunna innebära att en kommun skulle kunna hyra ut ett lager på en tidsbegränsad period; 100 år eller så. Därmed ändras alla förutsättningar för kommunal acceptans på en mycket positivt sätt. Ett DRD-förvar är dessutom avsevärt mycket billigare än ett KBS/SKB-förvar.

Hänvisning görs dels till www.pog.su.se dels till artikel av Docent Agne Rustan i tidskriften *Elbranschen* (1/2000, s. 32-34).

DRD och KBS; en jämförelse

I Fig. 1 jämför vi ett DRD-förvar med ett KBS-förvar med avseende på "Säkerhet" fram till "Första Framtida Istiden". Den mest osäkra-oskyddade lagringen utgörs av mellanlagret CLAB, som nu projekterats för "upp till 100 år, eller mer". När avfallet till slut hamnar i ett KBS-förvar nere i berget, så lämnas det helt utan kontroll och vid första framtida istiden kollapsar alla sunda säkerhetsförhoppningar (därom vittnar entydiga nya geologiska rön). DRD-metoden, däremot., erbjuder konstant kontroll, full tillgänglighet (för reparation såväl som för transmutering) och till och med flyttbarhet.

I Tabell 1 jämför vi "stressen på kommande generationen". Till skillnad mot vad SKB ofta framhåller, framstår KBS-metoden i denna jämförelse som mycket klart underlägsen DRD-metoden.

I Tabell 2 jämför vi förvarens totala prestanda i en 5-gradig skala. Även här framstår DRD-metoden som överlägsen KBS-metoden. Naturligtvis kan poängsättningen göras olika och diskuteras. Det väsentliga är dock att DRD-metoden på intet sätt framstår som sämre än

KBS-metoden, utan snarare tvärt om. I det läget, synes det närmast oansvarigt att inte låta utreda DRD-metoden.

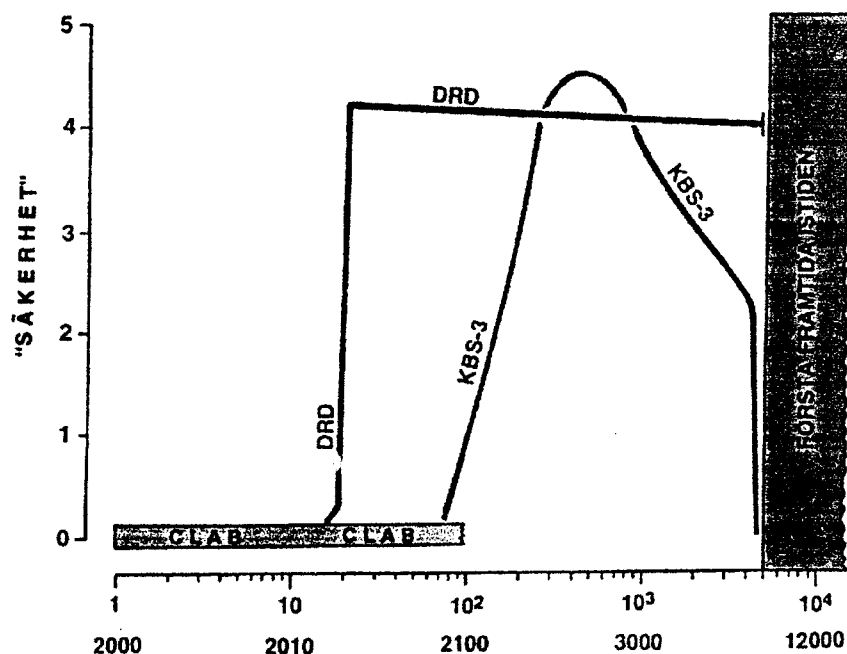


Fig. 1

Tabell 1. Stressen på kommande generationer under olika tidsperioder

Tidsperiod	DRD	KBS-3
2050-2100	5	1 ¹⁾
2100-5000 (1:a istiden)	5	4
Under istider och efter	4 ²⁾	1
Summa poäng	14	6

Poäng: 1 total stress, 2 stor stress, 3 liten stress, 4 obetydlig stress och 5 ingen stress

Tabell 2. Jämförelse av torrt förvar (DRD) med vått förvar (KBS-3)

Bedömd faktor	Torrt förvar (DRD)	Vått förvar (KBS-3)
Yttre mekanisk påverkan		
• Sprickbildning orsakad av meteor	2	2.5
• Säkerhet mot jordbävningar med avseende på tryck och dragkrafter på kapseln	4 (friliggande)	2 (inspänd mot berg)
• Konsekvenser av nybildad förkastning genom förvaret	3	1
• Skydd mot kärnvapen	4	5
• Skydd mot terrorister	3	5
• Korrosion av kapsel	3 (metall-luft)	4 (metall-bentonit)
• Skydd mot krypning hos berget	5	1
• Skydd mot fallande sten	3	5
Övriga faktorer		
• Kontroll av förvaret	5	1
• Kostnad byggande	3	2
• Kostnad återtagning	5	1
• Slutgiltig säker lösning	4	1
• Acceptansen hos miljörörelser och allmänheten	3	1
Summa poäng/Mv	47/ 3.6	31.5/2.4

Poängsättning har gjorts enligt den gängse använda på svenska universitet.

1 Mycket dålig, 2 Dålig, 3 Godkänd, 4 Bra och 5 Mycket bra

Vägran att utreda ett DRD-förvar

Då SKB aldrig ägnat DRD-metoden någon uppmärksamhet, trots våra påpekanden, och då vi ansåg det absolut nödvändigt att alla livskraftiga alternativ skulle föreligga acceptabelt utredda inför kommande avgörande beslut i avfallsförvaringsfrågan, så ingav vi 99-03-08 en ansökan till SKI om medel för en allsidig utredning och analys av bergförvar i enlighet med DRD-metoden.

SKI sände vår ansökan till SKB för utlåtande. SKB svarade (99-06-16) att man ansåg det "inte vara befogat"... "att ytterligare utreda"... "en metod för mellanlagring".

Man kan då konstatera följande:

- (1) med orden "ytterligare utreda" avser man motivering för avslag för utredning.
Man tar sig friheten förvandla "ett avslag" till "en utredning".
- (2) man betecknar metoden som ett "mellanlager" (trots att utredning saknas)
Rätt beteckning är "torrt bergförvar" (eller "torrt djupförvar", om man så vill)
- (3) man kan ifrågasätta det riktiga i att tillfråga konkurrenten i fråga

Med SKB:s utlåtande som bas, avslog SKI vår ansökan och brev därom avsändes. Då upptäckte man att vi måste ges rätten yttra oss över SKB:s yttrande, och nytt brev utfärdades där man tog tillbaka det första beslutet och erbjöd oss yttra oss.

Vi ingav ett yttrande med separata skrivelser från de olika deltagarna (99-08-26). Sedan dess – nu 7 månader – har inget vidare hörts i fallet. Tystnade är naturligtvis direkt tjänstefel.

Det allvarliga är dock den totala respektlösheten för ett seriöst – troligen även bättre – alternativ. Denna nonchalans är själfallet helt oacceptabelt. Men den är även avslöjande:

1. vi ser, klart och tydligt, SKB:s vägran att beakta alternativ
2. vi ser också tillsyningsmyndighetens deltagande i detta spel

Ansvar – på vems villkor?

SKB:s chef Nygårds kallade i höstas till ett påkostat ansvarsmöte – men på vems villkor?

3. på SKB:s högst egna villkor, eller
4. på naturens verkliga villkor

Vi kan nu summera dagens förutsättningar och därmed ansvarsbas.

Ingen	kan garantera erforderlig säkerhet under "hundratusental år" för ett "slutförvar" enligt KBS/SKB-metoden.
Tvärt om	pekar all information (nya entydiga geodata) på att ett sådant lager INTE skulle kunna klara en framtida istid utan att skadas på oacceptabelt sätt.
Därmed	faller idén om ett "slutförvar" Vi måste i stället söka ett "bergförvar" eller "djupförvar".
DRD	stiger då fram som det logiska alternativet. den ger omgående skydd (ringa stress på kommande generationer) den tillåter kontinuerlig kontroll (detta är inte nödvändigt men en viktig finess) den ger handlingsfrihet (eventuella skador kan repareras) (nya metoder som transmutering kan appliceras)
Men	full säkerhet bibehålls upp till första istiden SKI och SKB vägrar styvnackat att utreda DRD-metoden vilket är ett djupt svek i ansvarsfrågan.

2. Förvarsgeometri i förhållande till spricknät

KBS och SKB har alltid omhuldat en ganska befängd – modellgenererad – idé att nya berggrörelser alltid (eller i alla fall nästan alltid) följer redan befintliga sprickzoner. Därmed anser man även att ett KBS-lager kan placeras tätt intill sprickzoner. Idén är som sagt befängd då verkligheten ger en helt annan bild.

Det är snarare regel än undantag att en förkastning följer en gammal linje bara för att plötsligt bryta en ny linje i vinkel bort från den gamla linjen och sedan avklinga. Detta ser man i bergets sprickmönster. Stora sprickzoner har laterala sidosprickor vilka man (i mönstret hur de skär över varandra) kan se att de bildats den ena efter den andra.

Därför är områdena intill och mellan sprickzoner inte lugna, ofarliga platser där man kan placera ett avfallslager, utan tvärt om livsfarliga zoner som definitivt måste undvika, för att inte säga utesluta och förbjuda.

I SR 97 del I (sid 95-98) ges prov på SKB:s förslag till "förvarsgeometri" vid lokalerna Aberg (Äspö), Beberg (Finnsjön) och Ceberg (Gideå). I Figs. 6-4 och 6-5 kan man faktiskt se hur zonen successivt växt genom att det ena sidonätet fogats till det andra. Denna process är självfallet inte avslutad. Den måste fortsätta även i framtiden. Därmed blir föreslagna placeringar intill och mellan sprickzoner helt vansinnig.

Så får man inte göra. Så får det inte gå till. Men det är typiskt för KBS och SKB man sväljer – med hull och hår – allt som kan synas positivt för det egna scenariot. Proteser och kritik ignoreras. Och hur rimmar detta med den såkallade ansvarskänslan och ansvarsplikten?

3. SKB:s såkallade jordbävningsscenario och den faktiska verkligheten

Jordbävningsfrågan har alltid behandlats på ett närmast amatörmässigt sätt av KBS i det förflutna, så väl som av SKB idag. Man vägrar att ens beakta nya rön och fältobservationer, till och med när dessa bekräftas av en enhällig internationell expertis. Man stöder sig enbart på sitt eget föråldrade och ofta totalt felaktiga material. All annan information lämnar man därhän; man inte ens refererar dess existens. Detta är naturligtvis grovt ovetenskapligt och oansvarigt; man skulle till och med kunna säga ohederligt. Men så är det och så gör man.

Gamla KBS misstag

I den såkallade KBS-3 rapporten behandlades jordbävningsfrågan. Man analyserade en 20-årsperiod (1955-1975) och hävdade att denna seismisitet även skulle råda under hundratusentals år in i framtiden. Man hävdade även att inga jordbävningar skulle överstiga styrkan 5 vilken man sade – var man nu fick det ifrån – bara kunde förskjuta berget 6,0 cm

Detta – i faktaunderlag, teori och metodik – var rena dumheterna; fullkomligt obefogat nonscens (eller, vem vet, syniskt falsificerande av fakta).

Hur som helst var det enkelt att visa att KBS långtidsgarantier totalt kollapsade om man i stället testade dem bakåt i tiden; redan vid sekelskiftet ändrade seismisiteten signifikativt och vid isavsmältningen var Sverige ett högseismiskt område.

Så kom 80-talets mitt med de 3 jordbävningarna i Kattegatt. Nu var det inte jag, utan berget självt, som gav svaret. Vad som nu skedde, var helt bortom KBS:s förutsägelser (inte minst med senare poisson-fördelningsuträkningar). Så vad man 1983 garanterade för enorma tiden in i framtiden, omintetgjordes redan efter 7 år av verkligheten.

Verkligheten avslöjade modellen (se vidare; www.pog.su.se, under "Public").

Nya SKB misstag

SKB:s behandling av deras så kallade jordbävningsscenario är inte mycket bättre än KBS:s misstag. Jag vill påminna om en sanning som vuxit till rättesnöre inom forskning och vetenskap, nämligen satsen; "Ingen analys blir bättre än de förutsättningar på vilken den bygger". Jag vill hävda att de förutsättningar som SKB lägger till grund för sina slutsatser, är undermåliga, föråldrade och rent felaktiga. Därmed blir självfallet slutsatserna inte bara meningslösa utan direkt missvisande.

SKB:s så kallade jordbävningsscenario beskrivs på olika ställen i SR 97:

- sid 93-96 i Huvudrapport. Sammanfattning
- sid 399-418 i Huvudrapport. Del II
- sid 194-210 i Underlagsrapport till SR 97
- samt i rapporterna TR-97-07 och TR-99-03

Man erkänner att "det finns dock oklarheter" och analysen måste "vidareutvecklas för kommande säkerhetsanalyser" (sig. 93 resp. 96 i Sammanfattning). Redan detta visar att scenariot vilar på osäker grund.

Man talar om "analys av jordskalvsrisker" (sid. 94 i Sammanfattning) och hänvisar till tre steg i denna analys.

- A. Simulering av den mekaniska effekten på bergsmassan av enstaka skalv av olika magnitud och på olika avstånd från förvaret.

De resultat man här uppger (TR-97-07), är medelvärdena i analysen. Av mycket större betydelse och intresse är förstås maximivärdena (deras "displacement threshold växer då från 1000 m till 3000 m för ett 8,2 skalv).

Och vad säger vi när modellen konfronteras med verkligheten?

Vid den s.k. Boda jordbävningen får 9663 lervarvsår sedan, spräcktes berget över en areal på ca. 50x50 km, alltså oändligt mycket större avstånd än SKB:s "max 1000 m". Liknande exempel kan hämtas från andra platser i landet.

Slutsats: Modellen håller inte. Därmed blir slutsatserna värdelösa.

- B. Prediktion av hur frekvensen av skalv av olika magnitud varierar i tid och rum under de närmaste 100000 åren.

Man utgår från "befintlig statistik" och "extrapolerar denna till att gälla för 100000 år framåt". Här avslöjar man sig verkligen. Här tar man steget fullt ut i rena dumheterna, en pinsam okunskap eller en ren förfälskning av verkligheten.

Den jordbävningsfrekvens och den jordbävningsmekanism som gäller idag, är inte den som gällde vid isavsmältningen; då var Sverige ett hög-seismiskt område i amplituder så väl som frekvenser och den drivande mekanismen var en helt annan än idag.

Därmed faller all rätt till "extrapolering av befintlig statistik".

Man handlar ovetenskapligt och orätt, och produkten blir en förfälskning.

I TR-99-03 ges tabeller på förväntade jordskalv under 100000 år (Tabell 4-2, 4-3, 4-5).

Dessa kan vi enkelt testa. Tabellerna ger utomordentlig få förväntade skalv på 7,5-8,0 och över 8,0. Modellen kan testas mot verkligheten så som registrerad vid isavsmältningen. Redan idag, då vi bara hunnit börja registreringen av dessa "paleoseismiska" fornjordbävningar, känner vi till ett 20-tal. Den paleoseismiska verkligheten massakrerar därmed SKB:s så kallade prediktion och därmed hela jordbävningsscenario.

Slutsats: Prediktionsmodellen är i grunden felaktig. Därmed blir slutsatserna värdelösa.

- C. Platsspecifika simuleringar av enstaka skalv enligt den magnitud/frekvens statistik som gäller i respektive område med platsspecifika förekomster av sprickor och sprickzoner.

Då nu grunden för såväl "simulering" (A) som "prediktion" (B) fallit – för att inte säga smulats sönder – så faller ju även alla försök till "platsspecifika simuleringar" (C).

Slutsats: De platsspecifika simuleringarna i SR 97 saknar verklighetsförankrat underlag och blir därmed värdelösa.

Verkligheten – Sverige hög-seismiskt vid istider

I noggranna observationer i fält har vi kunna påvisa att de kolossala berggrundrörelser som orsakades då isen drog sig tillbaka, trycket lättade och landet höjde sig med den helt enorma hastigheten av 0,5 till 1,5 mm per dag, så var Sverige ett högseismiskt område som skakades av rena jättejordbävningar. Tack vare den svenska varvkronologin (den årsvarviga leran) kan flera av dess händelser dateras på året när; Mälardalen på hösten 10.479, Hudiksvall 9712, Umeå 9477 år före idag. I Stockholmstrakten kunde vi fastställa och datera 5 jordbävningar inom loppet av 100 år. Detta är geologiska fakta framtagna med både möda och skicklighet. De talar sitt tydliga språk: ingen kan längre, med hedern i behåll, påstå att ett berglager enligt KBS/SKB-modellen skulle kunna klara framtida istider och erbjuda full säkerhet i hundratusentals år.

Tabell 3 re.lovisar några stor jordbävningar i Sverige och Fig. 2 visar deras geografiska läge. Som synes var Sverige då ett hög-seismiskt område; med många och stor jordbävningar vilka hade en geografisk spridning över hela landet. Hänvisningar göres till en rad publikationer (Mörner, 1996, 1999a, 1999b, Mörner et al., 1999, 2000, Tröften, 1997, Tröften & Mörner, 1997, Sjöberg, 1994).

I denna verklighet förbleknar SKB-scenariot till ett närmast löjligt intet.

TABLE 3. Några stora paleoseismiska jordbävningar i Sverige (ålder i år BP). Numren i kolumn 1 refererar till geografiska lägen med samma nummer i Fig. 2.

nr	ålder	storlek	namn/läge	ref.
1	~12,500	>6	Ronneby	1, 2
2	~12,000	6-7	Äspö (subglacial)	3
3	11,700	>7	Kinnarumma	4, 5, 16
15	<11,500	6-7	Hallandsåsen-1	4, 16
4	aut. 10,430	>>8	Mariefred-1 = Stockholm-4	6
5	~10,490	6-7	Stockholm-1	7
5	10,469	6-7	Stockholm-2	5
5	10,447	6-7	Stockholm-3	5
4-5	10,430	>>8	Stockholm-4	5, 6, 7, 8
5	~10,410	6-7	Stockholm-5	4
6-4	~10,400	6-7	Billingen	8, 5, 4
7	~10,000	6-7?	Gillberga (to be confirmed)	9, 4
8	9,663	~8	Iggesund	11, 10, 9
9	9,439	6-7?	Sundsvall (uncertain)	4
10	9,428	~7	Umeå (Röbäck)	4, 16
11	9,239	6-7?	Zero varve	8
12	~9,150	>8	Lansjärv	12
13	~9,000	>8	Pärve	13
14	~8,500	7?	Sturuman (to be confirmed)	4
15	~8,000	?	Hallandsåsen-2	14
4	~3,500	6-7	Mariefred-2	15, 16
15	<2,500	6-7	Hallandsåsen-3a	4, 16
15	~1,000	6-7	Hallandsåsen-3b	4, 5, 16

Referenser: (1) De Geer, 1940, (2) Mörner et al., 1981, (3) Mörner, 1993a, (4) unpublished material, (5) Mörner & Tröften, 1993, (6) Mörner, 1996, (7) Tröften, 1997, (8) Mörner, 1985, (9) Sjöberg, 1994, (10) Mörner et al, 1999, (11) this paper, (12) Lagerbäck, 1990, (13) Lundqvist & Lagerbäck, 1976, (14) Mörner, 1969, (15) Mörner, 1997 (16) Mörner, 1999b.

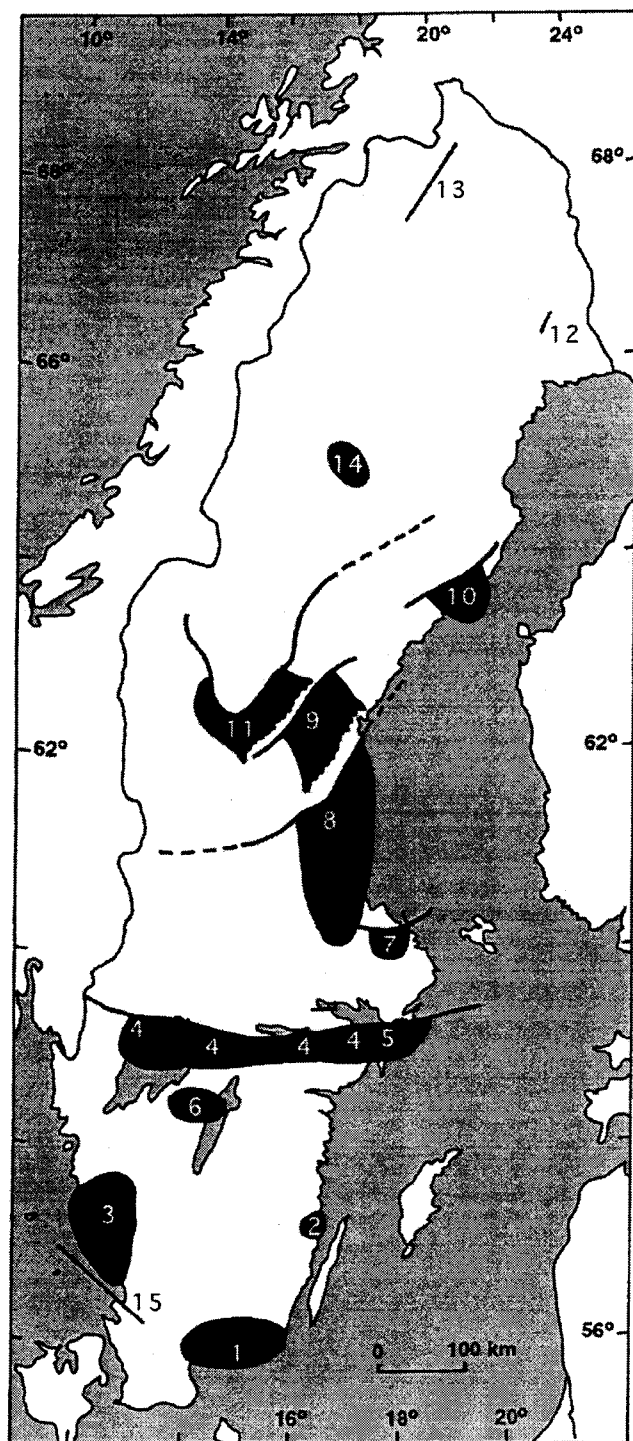


Fig. 2

Internationell bekräftelse

För att gå ännu ett steg i bekräftandet av detta, arrangerade jag i maj 1999 en stor internationell exkursion genom Sverige, från Umeå i norr till Båstad i söder. Världens ledande experter kunde nu på plats analysera och diskutera våra observationer och tolkningar. Detta blev en total framgång för oss (hänvisning till lokalpressen, listad i referenslistan). Ingen tvekan, Sverige har skakats av många och kolossala jordbävningar. Vid framtida istider kommer detta naturligtvis att upprepas på liknande sätt

4. Annat

strunt är strunt – om ock i gyllne dosor

Det finns många andra delar som skulle kunna diskuteras; klimat, permafrosteffekter och hydrologi. Jag inskränker mig till ett exempel. Den hydrologiska flödesmodellen i Fig. 5-5 i "SR 97 Processer i förvarets utveckling" (s. 174) ignorerat gravitationspotentialen och strider mot Arkimedes princip (se: J. Geol. Surv. India, 29: 128-134, 1987). Detta gäller även salthaltsfördelningen (Fig. 10-21 i SR 97 Huvudrapport, Del II).

Slutord

I 20 år har man sökt manipulera och förvränga verkligheten så att den skall stämma med konceptet (metoden). Nu är det helt uppenbart att det gamla konceptet lidit totalt skeppsbrott; vi har inga som helt möjligheter att ge ärliga garantier för så ofantliga tidsrymder som "hundratusentals år". I det läget måste vi ändra konceptet. Som logiska alternativet stiger då DRD-metoden fram. Men den måste först ges en uttömmande analys och utredning (så som vi begärt i obesvarad ansökan för över 12 månader sedan).

När det gäller SKB, efterlyser vi en total attitydförändring. SKB måste naturligtvis ta till sig kritik, diskutera och referera motstridiga resultat och allsidigt utreda och värdera alla till buds stående alternativ.

När det gäller SKI, uppmanar vi dem att sköta sitt uppdrag som tillsyningsuppdrag på sätt som ger prov på självständigt agerande och respekt för den djupa ansvarsplikten.

Till landets platsvalskommuner vill vi påpeka och inskräpa att det faktiskt finns alternativ till det slutna, slutliga KBS-förvaret, nämligen DRD-förvaret som både ger skydd och kontroll, och dessutom full handlingsfrihet.

I övrigt hänvisar vi till Harry Martinsons ord i Aniara (sång 59):

*"stån upp till svars. Den tunga vredens murar
sig sluter om det öde ni beredde"*

Litteraturhänvisningar

- Mörner, N.-A., 1999-01-10. Remissutlåtande över SKB FUD-program 98. Till SKI (kopia till Miljödepartementet), 60 sidor.
- DRD-gruppen, 1999-03-08. Ansökan om Forsknings- & Utredningsbidrag för alternativ lagring av kärnbränsleavfall i torrt berggrundsförvar enligt metoden "Dry Rock Deposit", DRD. Till SKI (kopia till Miljödepartementet), 30 sidor.
- DRD-gruppen, 1999-08-26. Yttrande över SKB:s yttrande över vår ansökan om forsknings- & utredningsbidrag för DRD-metode. Till SKI (kopia till Miljödepartementet). 9 separata inlägg på sammanlagt 37 sidor.
- P&G-enheten, 2000. Kärnkraften och avfallsförvaringen. www.pog.su.se, Public.
- P&G-enheten, 2000. DRD-metoden. www.pog.su.se, Public.
- Rustan, A., 2000. Kärnbränslefrågan. Nödvändiga strategi- och metodförändringar. Elbranschen 1/2000, 32-34.
- P&G-enheten, 2000. Modellen och verkligheten. www.pog.su.se, Public.
- La Pointe et al., 1997. A methodology to estimate earthquake effects on fractures intersecting canister holes. SKB TR-97-07.
- La Pointe et al., 1999. Calculation of displacements on fractures intersecting canisters induced by earthquakes. SKB TR-99-03.
- Mörner, N.-A., 1979. The Fennoscandian uplift and Late Cenozoic geodynamics: geological evidence. *GeoJournal*, 3:3, 287-318.
- Mörner, N.-A., 1991. Intense earthquakes and seismotectonics as a function of glacial isostasy. *Tectonophysics*, 188, 407-410.
- Mörner, N.-A., 1993. Boulder trail from subglacial earthquake, Äspö, Sweden. *Z. Geomorph. N.S.*, 94, 159-166.
- Mörner, N.-A., 1995. Paleoseismicity - the Swedish case. *Quaternary Intern.*, 25, 75-79.
- Mörner, N.-A., 1996. Liquefaction and varve disturbance as evidence of paleoseismic events and tsunamis; the autumn 10,430 BP event in Sweden. *Quaternary Sci. Rev.*, 15, 939-948.
- Mörner, N.-A., 1999a. Paleo-tsunamis in Sweden. *Phys. Chem. Earth*, 24, 443-448.
- Mörner, N.-A., 1999b. Sweden Excursion, May 1999. Sea level changes, uplift, paleoseismicity, climate, coastal dynamics. P&G, Stockh. Univ., 81 pp.
- Mörner, N.-A., Sjöberg, R. and Kvamadal, O., 1999. The true geodynamics of Sweden, the insanity of a final unguarded bedrock deposition, and the possibility to use the DRD-method. *Proc. SEI conference on Nuclear Waste Disposal. Health and Environmental Criteria and Standards*, SEI Publ., p. 223-233.
- Mörner, N.-A., Tröften, P.E., Sjöberg, R., Grant, D., Bronge, C., Kvansdal, O. And Sidén, A., 2000. Further evidence of a high deglacial paleoseismicity in Sweden: The 9663 BP event. *Quaternary. Sci. Rev.*, in press.
- Mörner, N.-A. and Tröften, P.E., 1993. Paleoseismotectonics in glaciated cratonal Sweden. *Z. Geomorphol. N.S.*, 94, 107-117.
- Sjöberg, R., 1994. Bedrock caves and fractured rock surfaces in Sweden. Occurrence and origin. Ph.D.-thesis, P&G, Stockholms Universitet, 110 pp.
- Tröften, P.E., 1997. Neotectonics and paleoseismicity in southern Sweden with emphasis on sedimentological criteria. Ph.D.-thesis, P&G, Stockholms Universitet, 124 pp.
- Tröften, P.E. and Mörner, N.-A., 1997. Varved clay chronology as a means of recording paleoseismic events in southern Sweden. *J. Geodynamics*, 24, 249-258.
- Lokalpressen om expert-exkursionen 1999.
- Västerbottens-Kuriren 99-05-19, 99-05-26, 99-07-15, 99-08-19.
- Västerbottens Folkblad 99-05-26, 99-08-19.
- Örnsköldsviks Allehanda 99-05-26.
- Hudiksvalls Tidningen 98-05-15, 99-05-27.
- Eskilstuna Kuriren 99-05-29.
- Nordvästra Skånes Tidningar 99-06-01.
- Sörmlandsbygden 99-06-03



Matematisk-naturvetenskapliga
Fakultetsnämnden
Bd Bibi Pehrson

2000-02-17

Dnr 50-0424-00

Tfn 16 22 92

Prefekten/motsv.
Fysikum
Inst. för geologi och geokemi
Enheten för paleogeofysik och geodynamik

**Information om myndighetsgranskningar av SKB:s säkerhetsanalyser av slutförvar för
använt kärnbränsle och för annat långlivat avfall**

Enligt bifogade skrivelse från SKI ges universitetet tillfälle att inkomma med synpunkter på
SKB:s säkerhetsredovisningar och önskemål om vad myndigheterna skall beakta i sin
granskning.

Ev synpunkter från institutionen/motsv. insändes **direkt till SKI** och till fakultetskansliet för
kännedom.

Med vänlig hälsning

Bibi Pehrson



STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -04- 06	
DOSS 58	DNR 991436

Matematisk-naturvetenskapliga
Fakultetskansliet
Bd Bibi Pehrson
e-post: bibi.pehrson@natkan.su.se

2000-04-05

Dnr SU 50-0424-00

SKi
Att. Björn Dverstorp
106 58 Stockholm

Information om myndighetsgranskningar av SKB:s säkerhetsanalyser av slutförvar för använt kärnbränsle och för annat långlivat avfall

Fakulteten skickade rubricerade ärende till Fysikum, institutionen för geologi och geokemi samt enheten för paleogeofysik och geodynamik och bad dem insända ev. synpunkter direkt till SKi.

Bifogade yttrande är utarbetat av docent Antonio de Pereira vid Fysikum.

Med vänliga hälsningar

Bibi Pehrson

Stockholms Universitet
Fysikum
Box 67 30
S- 113 85 Stockholm

2000-03-14

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -04- 06	
DOSS 5.8	DNR 891436

Statens Kärnkraftinspektion
Att: Benny Sundström
S -106 58 Stockholm

Granskning av valda delar av SR 97

Kärnfysikavdelningen vid Fysikum, Stockholms Universitet har, på begäran av Statens Kärnkraftinspektion (SKI), fått i uppdrag att göra en granskning av valda delar av SR 97, SKB:s senaste säkerhetsanalys.

SKB:s säkerhetsanalys med titel "Djupförvar för använt kärnbränsle, SR97 – Säkerheten efter förslutning" från november 1999, består av en huvudrapport i två delar samt några underlagsrapporter. Mycket av materialet från SR-97 bygger på andra undersökningar som utgör ett nät av referenser för huvudrapporten och dess underlagsrapporter.

På begäran av SKI har vi granskat nuklidtransportberäkningarna som ingår i SR-97. Därmed uttalar vi oss inte om SR-97 i sin helhet. Några få allmänna kommentarer om SR-97 anser vi ändå vara på sin plats; detta dokument skall dock inte ses som en granskning av hela SR-97 utan enbart av de delar relevanta för uppdraget ifråga.

1. Introduktion

Transportberäkningar i SKB:s SR97 utgör kärnan i själva säkerhetsanalysen av tre olika platser som har givits namnen Aberg, Bberg och Cberg. Våra kommentarer inriktar sig på de punkter som vi anser är bristfälliga i dessa analyser av olika anledningarna. Dessa punkter anges nedan och kommer att utvecklas i kapitel 2. Slutsatserna presenterar vi i kapitel 3 följd av referenser.

De punkter som anges nedan är inte rangordnade efter sin betydelse. Stundtals kommer vi in i kapitel 2 på detaljer trots att det är de stora linjerna och analysernas förutsättningarna som är det primära i detta dokument.

- Transportberäkningarna är i huvudsak deterministiska och har kompletterats med probabilistiska beräkningar. Vi anser att ett motsatt förhållande bör gälla.
- Dataunderlagsrapporten TR99-09 är delvis inkomplett i sin argumentation, presentation och diskussion av probabilistiska fördelningar. Vi anser inte heller att en "disclaimer" är på sin plats i rapporten.
- Den genomförda deterministiska säkerhetsanalysen är väldigt begränsad.
- Den deterministiska analysen av kapseldefektscenariot når inte ända fram som kvantitativ analys för detta scenario.
- Riskanalysen (den probabilistiska analysen) som har gjorts är enbart för kapseldefektscenariot och är ofullständigt och inkonsekvent (metodiken är inte transparent utan präglad av en heuristisk syn på analysen, inga känslighetsanalyser görs, vissa konceptuella osäkerheter behandlas inte i SR 97 eller i underlagsrapporterna, scenarier som valts har analyserats knapphändigt, etc.)
- SR 97:s sätt att använda referenser är för läsaren väldigt krävande (med referenser som kräver ovanligt mycket grävande för att få fram det som läsaren behöver).

2. Synpunkter

Transportberäkningarna är i huvudsak deterministiska och har kompletterats med probabilistiska beräkningar. Vi anser att ett motsatt förhållande bör gälla.

Det finns två grundläggande sätt att förbereda och strukturera de nödvändiga beräkningar som ingår i en miljökonsekvensanalys oberoende av om det handlar om kärnavfall eller andra typer av riskavfall. Den ena är baserad på en deterministisk metodologi och den andra är baserad på en probabilistisk metodologi. Ett vanligt angreppssätt är att använd båda metoderna så att de kompletterar varandra.

För den svenska säkerhetsanalysen av ett förvar av kärnavfall anges i gällande rekommendationer från myndigheterna begreppet risk som ett mått som SKB skall använda sig av. Risk innebär definitionsmässigt behovet av en probabilistisk konsekvensanalys.

Vi anser att SKB:s säkerhetsanalys skall basera sig på en konsekvent probabilistisk analys som skall kompletteras med deterministiska beräkningar. SR-97:s kapitel 9.11 "Beräkningar av radionuklidtransport" visar tydligt att SKB har valt att lägga tonvikten på den motsatta vägen: att starta med deterministiska beräkningar för att slutligen presentera en ytterst kortfattad och knapphändig riskanalys nödvändig för att kunna presentera de begärda risksiffrorna. Men det finns en obalans i SR 97:s insatser mellan analysen av grundvattenflödet och analysen av radionuklidtransport. Ett, så vitt vi förstår, gediget arbete har lagts på omfattande hydrogeologiska beräkningar. Förutsättningarna och ingångsdata för de hydrogeologiska modellerna har diskuterats ingående åtminstone i jämförelse med de som har att göra med de transportmodeller som ingår i analysen. T.ex. rörande den hydrogeologiska modellen HYDRASTAR (sida 292, Del II) har man presenterat ett kortfattat resonemang om olika typer av osäkerheter: konceptuella osäkerheter såsom dataosäkerheter. Något sådant har

inte tagits upp explicit när det gäller transportmodellerna COMP23, FAR31 och biosfärmodellerna.

En konsekvent probabilistisk säkerhetsanalys kräver ett resonemang om olika typer av osäkerheter från epistemiska (relaterade till vår kunskap) till aleatoriska (relaterade till statistiska slumpvariationer av parametrar) för att inte tala om den naturliga rumsvariabiliteten som i sig inte är en osäkerhet men som ändå kan behandlas statistiskt. Sedan må hända att den terminologi som man vill använda varierar – man kan istället prata om dataosäkerheter, osäkerheter på grund av att beräkningarna sträcker sig över geologiska tidsperioder eller modellosäkerheter. Men de bakomliggande resonemangen menar vi, är inte för teknikalitetens skull utan nödvändiga för att motivera de antaganden om t. ex. probabilistiska distributioner som skall användas i beräkningarna, om val av scenarier, om vad som karakteriserar varje valt scenario, om vilka processer som är viktiga i dessa scenarier och vilka som kan försummas, om scenariernas eventuella sannolikheter, etc. En del av detta finns i SR 97 men i huvudsak är det kopplat till hydrogeologiska undersökningar och det saknas mycket som är relevant för radionuklidtransportdelen för att kunna göra en konsekvent probabilistisk riskanalys.

De enda sannolikhetsfördelningarna som SR-97 använder sig av är ett par stycken relaterade till hydrogeologin (Tabel 9-3, Del II): "som framgått av kapitel 4 finns sannolikhetsfördelningar endast tillgängliga för en begränsad..." s. 313 Del II. Eventuella statistiska fördelningar av parametrar som distributionskoefficienter, diffusiviteter och flödesvätt-yta har inte diskuterats. Vi menar att dataunderlagsrapporten TR-99-09 satt redan från början de villkor som starkt begränsade möjligheten till en robust riskanalys vare sig det handlade om det bäst studerade scenariet (kapseldefektscenariet) eller de resterande scenarier som inte har begåvats med någon probabilistisk analys.

Därmed anser vi det bekräftat att transportberäkningarna är i huvudsak deterministiska och har med nöd kompletterats med probabilistiska beräkningar. I princip räcker det med, att en enda ingångsparameter till en enda modell i beräkningskedjan slumpas från en sannolikhetsfördelning för att osäkerheten associerad med den där parametern ska kunna propagera sig till slutresultatet i form av en dosdistribution, något som gör det möjligt rent tekniskt att räkna en risk. Detta vore i och för sig inte problematiskt om det vore tillräckligt för att presentera en komplett och konsekvent analys.

Dataunderlagsrapporten är delvis inkomplett i sin argumentation, presentation och diskussion av probabilistiska fördelningar. Vi anser inte heller att en "disclaimer" är på sin plats i rapporten.

Vi nämnde ovan något om de begränsningar som är inbyggda i dataunderlagsrapporten i relation till riskanalysen. Vi anser att dataunderlagsrapporten bör kompletteras när det gäller en diskussion om data i relation till sannolikhetsfördelningar av nuklidtransportparametrar. Det är oklart om detta inte har utförts för att SKB anser att det inte finns tillräckligt med underlag för att motivera antaganden om distributioner till vissa transportparametrar (vilka och varför?) eller av tekniska skäl (t.ex. på sida 314 sägs att anledningen till att man inte har varierat vissa parametrar och därmed använt enbart pessimistiska värden för t.ex. Peclets tal och diffusionsinträngningsdjupet är tekniska och relaterade den nuvarande version av FARF31). Om detta är huvudanledning till att dessa parametrar inte har getts en sannolikhetsfördelning anser vi att det är av hög prioritet att införa de nödvändiga ändringarna i koden.

Vi menar att underlaget för att diskutera möjliga sannolikhetsfördelningar för t.ex. distributionskoefficienter inte är, varken kvalitativt eller kvantitativt, sämre än underlaget för att diskutera sannolikhetsfördelningar för de hydrogeologiska parametrar som har varierats i riskanalysen, dvs. grundvattenflöde och advektiv gångtid (jämför t.ex. antaganden bakom analysen av sprickfrekvensen i berget, sprickornas längd och apertur, flödesporositet, etc. med tillgängliga data om radionuklidlösligheter i närområdet, data om distributionskoefficienter, diffusivitet, etc.).

Som en av möjliga metoder, härleder man idag flödesvätt-ytan från hydrogeologisk modellering och detta vilar på samma premisser som antaganden och interpretationer bakom sprickfrekvens, porositet etc. SKB har gjort och gör betydande ansträngningar för att förbättra modellering och experimentella metoder med syfte att utröna flödesvätt-ytans betydelse för transportmotståndet; flera typer av undersökningar ger dock möjlighet redan idag att anta t.ex. en uniform distribution mellan ett pessimistiskt och ett rimligt värde för dessa parametrar, något som tillåter att "sampla" värden möjliga för att göra probabilistiska beräkningar i åtminstone explorativt syfte.

Vi vill i detta sammanhang påpeka att det i detta dokument inte är på sin plats, en argumentering om varför det är möjligt (och till vilken grad) att ange sannolikhetsfördelningar för vissa hydrologiparametrar som kan härledas från stokastiska hydrogeologiska beräkningar och inte anta fördelningar för andra parametrar såsom Peclet tal eller andra transportparametrar. Detta av den enkla anledningen att SKB inte har tagit upp ett fördjupat resonemang om detta i sitt dataunderlag.

SKB har de nödvändiga programverktygen för att genomföra probabilistiska säkerhetsanalyser (PROPER och transportmodellerna för närområdet, geosfären och biosfären). SKB har också stor erfarenhet av probabilistiska säkerhetsanalyser sedan den tid man ingick i OECDs PSAG grupp (Probabilistic System Assessment Group). Även om transportmodellerna har ändrats och förfinats sedan dess ser vi inte någon anledning till att inte utnyttja den potential som PSA (Probabilistic Safety Analysis) erbjuder för att genomföra en mer komplett riskanalys för SR-97. Men detta förutsätter ytterligare bearbetningar av underlagsrapporten något som vi anser nödvändigt och av hög prioritet.

Den genomförda deterministiska säkerhetsanalysen är väldigt begränsad.

Den väg som SR 97 har valt dvs. att använda sig av den deterministiska metoden som huvudmetod för transportberäkningarna i säkerhetsanalysen följd av kompletterande probabilistiska beräkningar för att få fram ett riskmått vore i och för sig inte problematisk om det var så att riskanalysen vore teoretiskt konsekvent och praktiskt genomförbar. Vi anser att SR 97 har visat att det inte går att genomföra en tillräckligt ambitiös deterministisk riskanalys i fallet högaktivt kärnavfall.

Teoretiskt sätt är det troligen möjligt att genomföra en sådan analys men det låter sig inte göras rent tekniskt p.g.a. de speciella egenskaper som karakteriserar systemet som skall analyseras, då den är behäftad med osäkerheter utöver det vanliga när det gäller tekniska system: t.ex. avsaknaden av möjligheter att jämföra teori och experiment annat än på mycket begränsade delproblem – vi kan inte "testa hela förvaret", vi har att göra med tidsrymden långt över den mänskliga erfarenheten även om de är korta i jämförelse med den geologiska

tidsskala (det är just den långa "tidskonstanten" för geologiska processer som gör det möjligt att tänka sig ett geologiskt förvar som ett rimligt alternativ), vi har att göra med många olika typer av osäkerheter, vi har begränsade mätresultat, de flesta parametrar i alla ingående modeller är behäftade med osäkerheter som täcker, i regel, minst en storleksordning av parametrarnas möjliga värden, systemet som skall analyseras är stokastisk i grunden, etc.

Alltså är det de deterministiska beräkningar som enstaka stickprov som ger oss en förståelse av systemet och tillit till förutsättningarna men de är otillräckliga för att kunna se helheten (det kräver ett väldigt stort antal resonabla kombinationer av "what-if" beräkningar för att teoretiskt genomföra en deterministisk riskanalys av ett geologiskt förvar så att man kan uppskatta ett trovärdigt tak för den radiologiska risken. Den ansträngning som dessutom krävs för att överblicka dessa beräkningar och sammanfatta resultaten verkar föga tilltalande och metodiken är inte speciellt transparent.

Den deterministiska analysen av kapseldefektscenariot når inte ända fram som kvantitativ analys för detta scenario.

En detalj rörande användning av COMP23 i analysen är att man, så vitt vi förstår, inte anger varken i SR-97 eller i TR99-23 avståndet mellan deponeringshålet och sprickzonen Q4. Man säger enbart att dessa områden är separerade av berg av god kvalité. Sprickzonen Q4 har visat sig inte vara den viktigaste enligt analysen; ett numerisk värde på avståndet skulle ändå öka läsarens insikt i frågan. Det är inte heller klart om man tar hänsyn till ytsorption och matrisdiffusion tillsammans i modelleringen av radionuklidtransporten i geosfären eller om man betraktar enbart matrisdiffusionen.

Osäkerhetsanalysen tillhörande den deterministiska analysen av kapseldefektscenariot är funktionsrelaterad, dvs. man kombinerar pessimistisk och rimlig parameterdata enligt ett schema som har till syfte att belysa rollen och funktionen av de olika barriärerna. Man gör alltså variationer av parametrar en i taget eller två, eller kanske tre samtidigt, beroende på fallet ifråga. För kapselrelaterad data varierar en enda parameter som får anta ett pessimistisk värde (fem skadade kapslar) och de andra behåller sina rimliga värden; för bränslerelaterad data varierar man två parametrar samtidigt (lösligheter och den omedelbara tillgängliga fraktionen) som antar pessimistiska värden och de andra parametrarna behåller sina rimliga värden etc. Detta angreppssätt är intressant och belysande men bör kompletteras med andra parameterkombinationer med syfte att utreda synergieffekter: vad händer om kapselrelaterad data är pessimistisk samtidigt som bränslerelaterad data också är det? Är detta att betrakta som ett extremfall? Vad händer om sorptionsdata är pessimistisk samtidigt som...etc. Problematiskt är det faktum att dels kan man hamna i extremfall dels kan man lätt förlora sig i skogen av "what-if cases" med denna typ av deterministisk osäkerhetsanalys, något som kan lätt undvikas i en probabilistisk analys där extremfallen har en låg sannolikhet att inträffa (dessutom kan man lätt göra omfattande "what-if" studier genom att analysera resultat från probabilistiska beräkningar med hjälp av "datamining").

Överhuvudtaget har den deterministiska analysen av kapseldefektscenariot inte möjliggjort en känslighetsanalys – utan för att göra detta har man tillgripit analytiska beräkningar (kap. 9.11.11, Tabeller 9-6, 9-7, 9-8). Visserligen säger man inte att detta kapitel är en känslighetsanalys men det är det enda stället där man på ett systematiskt sätt visar hur parametrar påverkar maxdosen vilket är ekvivalent med en känslighetsanalys. Den studien är intressant men vi har tre invändningar mot detta: för det första, har man enbart studerat

påverkan av ett begränsat antal geologiska parametrar på maximumdos (t_w , a_w , K_d , D_e), dvs. enbart geosfärparametrar, närområdets och biosfärparametrar är inte inkluderade; för det andra, har man använt ett analytiskt uttryck som är en förenkling av en förenkling. Transport modeller är redan förenklade modeller i motsats till "research models", forskningsmodeller. Att man traditionellt reducerar och förenklar detaljerade modeller av radionuklidtransport har att göra med att man har velat köra de probabilistiskt dvs. inbakade i Monte Carlo beräkningar och detta innebär mycket tunga beräkningar ifall man har CPU krävande modeller. Vi vet att reducering av komplexa 2 och 3D modeller till 1D radionuklidtransportmodeller kan introducera konceptuella fel [1] som inte är triviala att tolka. Om man ska gå vidare och förenkla de ytterligare till enkla analytiska uttryck är faran stor att känslighetsanalysen ger resultat som inte är att förlita sig på. Man ska visa hela kedjan av förenklingar och hur mycket eller lite dessa förenklingar påverkar resultaten, något som kräver större resurser än att använda modeller som redan existerar, för att göra känslighetsanalysen; för det tredje, sägs det i texten att "bergmatrisen antagits ha en oändligt inträngningsdjup" och att effekten av detta antagande är begränsad. I besläktade transportmodeller som vi känner till är ett oändligt inträngningsdjup väldigt påtagligt jämfört med en rimlig sådan. Det ges ingen litteraturreferens till modellen för transmissionen T i geosfären (sida 324, Del II) varför vi inte kan bedöma värdet av transmissionen T för känslighetsanalysen ifråga.

Som SKB säger i SR 97, behöver man utveckla en skogsmodell för biosfären. Hur resultaten från denna modell kommer att påverka slutsatserna är oklart än så länge, trots att man knappast kan befara några dramatiska slutsatser från införandet av en sådan modell i analysen. Den är ändå nödvändig.

SR-97 har presenterat ett tak för dos eller "risk" gällande klimatscenario med hjälp av ett mycket begränsat antal beräkningar genom ett resonemang som använder kapselscenario och pessimistiska antagande om parametrar som är relevanta för klimatscenario. Det är emellertid önskvärt att gå vidare med detta arbete.

Sammanfattningsvis ger kapitel 9.11.8 en intressant men inkomplett osäkerhetsanalys av kapseldefektscenariot och kapitel 9.11.11 en tveksam känslighetsanalys. Det är också klart att trots en bra beskrivning av klimatscenario finns det en del utvecklingsarbete att göra på modelleringssida kanske genom att införa några tidsberoende parametrar i geosfärmodelleringen. Arbetet med jordskalvscenarion (analysmetodiken) är enligt SKB under utveckling (s. 417, Del II). Scenarier baserade på mänskliga handlingar kräver av nödvändighet mer kvalitativa analyser än resterande scenarier.

Risikanalysen (den probabilistiska analysen) som har gjorts är enbart för kapseldefektscenariot och är ofullständigt och inkonsekvent (metodiken är inte transparent utan präglad av en heuristisk syn på analysen, inga känslighetsanalyser görs, vissa konceptuella osäkerheter behandlas inte i SR 97 eller i underlagsrapporterna, scenarier som valts har analyserats knapphändigt, etc.)

Den extremt korta risikanalysen (paragraf 9.11.9) på tre sidor för det bäst analyserade scenariot (kapseldefektscenariot) illustrerar den vikt som SR-97 har lagt på den probabilistiska metodanvändning som komplement till den deterministiska analysen. Tyvärr resulterar detta i en uppsjö av varianter som ändå inte tar hänsyn till synergieffekter mellan olika parametrar då man har en tendens att variera en parameter i taget. Naturligtvis, att

variera olika parameterkombinationer, kan man göra i en deterministisk analys enbart för ett fåtal fall och det har gjorts i SR-97. Det är ändå svårt att få en komplett analys på detta sätt.

Den probabilistiska analysen (Riskanalysen) saknar lättfattlig presentation av en del väsentlig information om indata till modellerna. Vissa parametrar som varierar i Riskanalysen (flödesrelaterade data) kommer från hydrogeologiska beräkningar. Dessa parametrar har sannolikhetsfördelningar som visas i form av kumulativa kurvor i sidan 265, Del II i SR-97 rapporten men data om dessa fördelningar såsom medelvärde, median, standardavvikelse, maximum och minimum, etc. som karakteriserar dessa sannolikhetsfördelningarna borde också finnas angivna i tabeller tillsammans med resterande indata för respektive fall (Aberg, Bberg och Cberg) som analyseras kvantitativt i riskanalysen (kapitel 9.11.9).

De flesta parametrar till modellerna som beskriver närområdet, geosfären och biosfären har låsts till konstanta värden som antar antingen ett rimligt värde eller ett pessimistiskt värde. Man får uppfattningen att SKB anser att dataunderlaget inte är tillräckligt för att använda, dessa värden som extremvärden i sannolikhetsfördelningar såsom uniform, loguniform etc. Vi hävdar att just den bristande kunskapen om olika data kan vara en anledning till att använda sannolikhetsfördelningar som täcker vår osäkerhet om datamaterialet ifråga. Att ange fördelningar för vissa parametrar kräver naturligtvis ett resonemang och en motivering för varje enskild parameter.

På sidan 317 i SR-97, Del II anges att: "För återstående data, dvs. antal trasiga kapslar, lösligheter, IRF-värden, sorptionsdata i bentonit sorptionsdata i återfyllning, diffusions- och sorptionsdata och flödesvätt-yta i geosfären, samt EDF-värden i biosfären ansätts sannolikheterna 0,9 och 0,1 för rimliga respektive pessimistiska data". Motiveringen att anta en diskret sannolikhetsfördelning till denna data med enbart två sannolikheter är enligt vår mening föga trovärdig jämfört med att anta en kontinuerlig sannolikhetsfördelning av typ uniform eller loguniform med t.ex. de angivna pessimistiska och rimliga värden som extremvärden för dessa fördelningar. Den kan också ha oönskade konsekvenser när det gäller tolkningen av resultaten (se nästa paragraf).

En av slutsatserna som SKB drar från sin riskanalys är robustheten som "formen hos fördelningarna i riskberäkningarna illustrerar ...". Vi undrar om denna robusthet inte är resultatet av en numerisk artefakt nämligen att de flesta parametrar har givits en sannolikhet av antingen 0.9 eller 0.1 beroende på om parametern anses rimlig eller pessimistisk. Denna procedur är numerisk ekvivalent till att använda en diskret fördelning med två möjliga värden på ett sätt som genererar en dikotomi av indatan till transportmodellerna och av resultaten från dessa modeller. Resultaten kan bli i stort sett låga eller höga värden för dosen och därmed kan den kumulativa funktionen (fig. 9-43 till 9-45) visa den karakteristiska lodräta linjen som motiverar robustheten. För att säkerställa eller förkasta denna hypotes krävs att man experimenterar med indata och modellerna som SKB har använt i sina beräkningar något som vi inte har möjlighet till.

Man presenterar inte felmarginalerna för risken i figurerna 9-43 till 9-45. Man diskuterar inte heller den lilla procentandelen av Monte Carlo realiseringar som överträffar riskgränsen för torvmossar.

En analys av kemotoxiska effekter har inte tagits upp, varken i den probabilistiska riskanalysen eller i den deterministiska. Detta bör för trovärdighetens skull redovisas i en komplett säkerhetsanalys av djupförvaret, något som kan motivera inhämtning av

kompletterande bakgrundsdata (även om SKB har tagit upp denna fråga förut, bör man sätta det hela i ett sammanhang i en analys som har SR 97:s syfte).

Vi anser att informationen i riskanalysen skulle bli tydligare och mer tillgänglig för läsaren om man strukturerar materialet i dessa analyser för varje scenario i: 1) scenarioanalys 2) osäkerhetsanalys och 3) känslighetsanalys 4) slutsatserna för scenariot ifråga.

SR-97:s sätt att använda referenser är för läsaren väldigt krävande (med referenser som kräver ovanligt mycket grävande för att få fram det som läsaren behöver).

Det deterministiska tillvägagångssättet kräver också "smarta" tabeller med beteckningar istället för numeriska värden för att kunna täcka många olika beräkningsfall. Om den deterministiska analysen hade kompletterats fullt ut skulle uppföljningen av alla dessa möjliga fall och varianter bli ännu svårare och hindra en lätt överblick av analysen.

3. Sammanfattning och slutsatser

SKB formulerade SR 97:s syfte med fyra punkter (s 439, Del II):

1. SR 97 ska ge underlag för att påvisa möjligheten att finna en plats i svensk berggrund där KBS-3 metoden för djupförvaring av använt kärnbränsle uppfyller de krav på långsiktig säkerhet och strålskydd som anges i SSI:s och SKI:s föreskrift.
2. SR 97 ska demonstrera metodik för säkerhetsanalys.
3. SR 97 ska ge underlag för att precisera de faktorer som ligger till grund för val av områden för platsundersökningar och för att härleda vilka parametrar som behöver bestämmas och vilka övriga krav som bör ställas på en platsundersökning.
4. SR 97 ska ge underlag för att härleda preliminära funktionskrav på kapseln och de övriga barriärerna.

Vi kommenterar endast punkterna 1 och 2 ovan. Det är vårt intryck att punkt 1 är uppfylld.

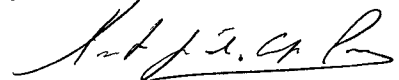
Vi har först och främst koncentrerat oss på punkt nr. 2 och kommenterat de punkter som vi anser bristfälliga. Vår huvudkritik inriktar sig på det faktum att SR 97 inte använder, på ett korrekt sätt, den kraftfullhet som den probabilistiska metoden erbjuder, utan ser den som ett mindre komplement till en deterministisk analys som man ändå inte fullföljer tack vare de inbyggda begränsningarna i den deterministiska metoden som instrument för riskanalyser.

Indelningen av processer i termiska, hydrauliska, mekaniska och kemiska (THMC) är av stort värde för att systematisera förvarets analys. På det hela märks det, efter ett gediget arbete med säkerhetsanalysens grundförutsättningar att SR-97 till slut inte "orkat" ända fram och därmed levererat ett inkomplett resultat när det gäller de slutgiltiga analyserna av radionuklidtransport som utgör själva grunden till en syntes och slutsats om KBS-3 metodens lämplighet.

4. Referenser

1. Ne-Zheng Sun, *Mathematical Modelling of Groundwater Pollution*, Springer, 1994.

Fysikum, Stockholms Universitet



António J. de C. Pereira

SKI

Statens Kärnkraftsinspektion
106 58 Stockholm

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -04- 14	
DOSS 149	DNR 991436
5,8	028569

Synpunkter på SKB:s säkerhetsanalys SR 97- Säkerheten efter förslutning.

I samband med att SKB presenterade sin säkerhetsanalys SR 97 i Oskarshamn med ett seminarium den 15 februari 2000 gavs det också möjlighet att ställa frågor från särskilt inbjudna experter, arbetsgruppen för långsiktig säkerhet, och allmänheten.

Dessa frågor besvarades av representanter för SKB.

Betr. de scenarier som kommenteras i dokumentationen från seminariet på sid.2/8 påstår SKB att slutsatserna skulle vara att "Ingenting hotar...", "Man klarar SSI:s gränser i alla fallen...", "Isoleringen hotas varken kemiskt eller mekaniskt..." "Mycket få eller inga kapselskador".

Det låter alltför bra för att kunna vara sant. Det kan ju här röra sig om miljontals år.

Som **allmänna slutsatser** säger SKB:

- * Förutsättningarna för att bygga ett säkert KBS-3 förvar är mycket goda
- * SKB har demonstrerat en fungerande metodik för säkerhetsanalys

SKB ska redovisa alternativ till KBS-3. Seminariet visade på betydelsen av att ha olika alternativ att jämföra med. Det skulle ha stort värde om man kunde jämföra utfallet av KBS-3 med alternativ, t.ex. det s.k. nollalternativet och djupa borrhål.

En av experterna, Ingmar Grenthe, sade bl.a.: Forskningen utvecklas hela tiden, och vi lär oss allt mer. Om ungefär 50 år vet vi kanske något som gör att ett slutförvar är en dålig lösning. Vore det inte bättre att vänta och se ?

På sid. 6/8 frågas 1. Har man tänkt på allt? 2. Hur går man tillväga för att leda saker i bevis, när det inte går experimentellt ?

Svar: (TP) 1. Det vi känner i dag, har vi tagit hänsyn till. 2. Vi gör modeller och räknar matematiskt på dem. Vi använder oss av historisk geologisk kunskap.

Aterigen, det gäller miljontals år !

Vad gäller **kapseldefektscenariot**, så finns det mycket som kan hända i och kring kapseln.

- * Har SKB kommit tillrätta med tillverkningen av kapslarna ?
- * Risker för gasutveckling i kapseln, eftersom den består av både stål och koppar.
- * Detta kan medföra att kapseln går läck.
- * Radioaktivt material kan föras i sprickorna i berget upp till jordytan.
- * Ett särskilt hot utgör plutonium, som skulle kunna föras upp till jordytan.

Eftersom plutonium är oerhört giftigt, är de nya uppgifter från USA om plutoniets större löslighet än man tidigare trott, alarmerande.

Jag ställde därför frågor kring detta .

Fråga:

Transport av radionuklider i berget. SKB har fått i uppdrag av SKI att undersöka nyheterna från USA, om att plutonium är mer lösligt än man tidigare trott. Vad har hänt ?

Svar(Tönis Papp): SKB följer utvecklingen mycket noga . Egentligen finns det ingenting som motsäger att plutonium skulle kunna transporteras långa sträckor. Under oxiderande förhållanden är detta viktigt , men vi ligger under oxiderande nivåer.

Nyheter som denna finns ej med i SR 97,därför att de tillkommit under produktionstiden.

Ingmar Grenthe: Det betyder inte att man inte behöver studera plutoniumkemi. Ett sådant program kommer att startas i EU:s regi under våren.

Fråga: Kan ni med säkerhet undvika syret i förvaret ?

Svar(PW): Vi tänker inte bygga ett förvar där det finns syre. Om det finns syre kommer det att förbrukas. Hur lång tid tar då det ?Det har visat sig att förutom kemisk reduktion ökar även den mikrobiella reduktionen i takt med ökad tillgång på syre (resultat från Äspö). **Slutsats:** Syre kommer inte ner !

Vad händer då med det syre vi stänger in ? Det kommer att förbrukas inom några enstaka år.

Ovanstående frågor och svar tyder på att säkerhetsanalysen SR 97 inte är komplett vad gäller kapseldefektscenariot.

Även om SKB följer utvecklingen mycket noga, så har man inte fått med den kolloidala transporten och övriga sammanhängande faktorer i analysen och det framstår som en stor brist.

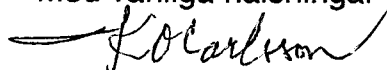
Det här är en av de viktiga länkar, som binder samman slutförvarets kärnbränsle med biosfären.

Jag ställer mig ytterst tveksam till hur man kan undvika syre i samband med byggande av ett slutförvar.

Jag återkommer eventuellt med kompletterande synpunkter.

Oskarshamn den 13 april 2000

Med vänliga hälsningar



Kurt-Olof Carlsson
Kungsgatan 9, 572 30 Oskarshamn

UMEÅ UNIVERSITET
Medicinsk-odontologiska fakulteten
Kanslichef Svante Lampa

UMEÅ UNIVERSITET	STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
	2000 -04- 17	
	DOS: 5.8	DNR 991436

YTTRANDE
00-04-13

Dnr 600-318-00

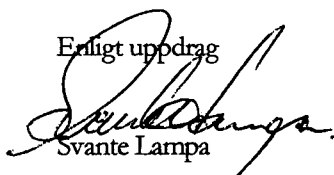
Statens Kärnkraftinspektion
Avdelningen för kärnavfall
106 58 Stockholm

Information om myndighetsgranskningar av SKB:s säkerhetsanalyser av slutförvar för använt kärnbränsle och för annat lågaktivt avfall.

Rektor har givit medicinsk-odontologiska fakulteten i uppdrag att på Umeå universitets vägnar handlägga rubricerade remiss från SKB.

Medicinsk-odontologiska fakulteten har inget att tillägga utöver tidigare yttrande (dnr 501-1613-94) över SKB:s föreslagna metod för slutförvar av kärnbränsle.

Enligt uppdrag


Svante Lampa



UPPSALA UNIVERSITET
Rektor

Yttrande
2000-04-12

UFV 2000/223

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -04- 18	
DOSS 5.8	DNR 991436

Statens Kärnkraftinspektion
106 58 STOCKHOLM

Synpunkter på SKB:s säkerhetsredovisningar
Skrivelse 2000-02-27, Ref. 5.8 991436

Uppsala universitetet har getts tillfälle att inkomma med synpunkter på rubricerade skrivelse.

Förslag till yttrande har utarbetats av en arbetsgrupp bestående av rektorsrådet, Claes-Göran Granqvist (ordförande), från teknisk-naturvetenskapliga fakulteten David Gee, Leif Nilsson, Kurt Nordström och Stig Rundqvist samt från samhällsvetenskapliga fakulteten Göran Hoppe och därutöver som sekreterare Birgitta Gelin.

Uppsala universitet överlämnar arbetsgruppens yttrande såsom sitt svar på rubricerade skrivelse.


Bo Sundqvist



UPPSALA UNIVERSITET

YTTRANDE
2000-04-12

UFV 2000/223

Rektor

Synpunkter på SKB:s säkerhetsredovisningar
Skrivelse 2000-02-27, Ref. 5.8 991436

Nedan ges kortfattade synpunkter som svar på skrivelse från Statens kärnkraftinspektion SKI, med information om myndighetsgranskningar av SKB:s säkerhetsanalyser av slutförvar för använt kärnbränsle och för annat långlivat avfall. I denna skrivelse ges möjlighet att inkomma med önskemål om vad myndigheterna skall beakta i sin granskning. Detta yttrande har utarbetats av rektorsrådet Claes-Göran Granqvist (ordförande), från teknisk-naturvetenskapliga fakulteten David Gee, Kurt Nordström, Stig Rundqvist och Leif Nilsson, från samhällsvetenskapliga fakulteten Göran Hoppe samt som sekreterare Birgitta Gelin.

Inledningsvis vill vi framhålla att vi tillstyrker den fortsatta hanteringen med internationell expertgranskning av SR97. Vi beklagar att materialet inte har varit utsänt till remissinstanserna men ser fram emot att få ta full del av allt relevant bakgrundsmaterial i senare skede. Vi hänvisar till vårt tidigare remissvar på FUD-program 98 och vill ytterligare betona några punkter från detta som vi förutsätter kommer att ges uppmärksamhet vid kommande expertgranskning.

De samhälleliga perspektiven

Det är önskvärt att samhällsperspektivet kan synliggöras som en integrerad del av allt material från SKB och i en allmän framtoning. Någon form av värdering av det populärvetenskapliga informationsprogrammet bör göras likväl som en analys av andra vägar för att nå acceptans för djupförvar. Vi ser fram emot en helhetssyn på djupförvaringen och en koppling till andra farliga saker (jmf Hallandsåsen) nationellt och globalt.

Transmutation

Om det i framtiden skulle bli aktuellt att utnyttja transmutationsteknik vore det synnerligen olyckligt om svensk forskning och utveckling hamnade på efterkälken. Speciellt med hänsyn till strategiförändringen från slutförvar till djupförvar bör större uppmärksamhet ägnas åt alternativa metoder.

Geovetenskapliga aspekter

Gastransport från stora djup kan få betydande effekter under vissa förhållanden. Detta bör beaktas och konsekvenser för säkerheten vid förvar av kärnavfall bör synliggöras.

Korrosion

Beträffande korrosion bör uppmärksammas speciellt den bakteriella korrosionen på koppar. Mikrobiella processer försiggår djupt ned i berggrunden och kan fortgå även efter det att allt löst syre förbrukats. Handlingsberedskap torde vara av yttersta vikt ur säkerhetsperspektiv. Även studier av grundvattnets rörelser och hur dessa kan kontinuerligt påverka vattnets sammansättning bör ytterligare utredas.

Claes-Göran Granqvist

Birgitta Gelin

SGU

Sveriges Geologiska Undersökning
Geological Survey of Sweden

STATENS KÄRNKRAFTSINSPEKTION	
2000 -04- 18	
DOSS 5.8	DNR 99/436

YTTRANDE

Vårt datum/Our date

2000-04-14

Ert datum/Your date

2000-02-07

Vår beteckning/Our reference

01-269/2000

Er beteckning/Your reference

5.8 991436

1(5)

Myndighetsuppgifter

Handläggare, direkttelefon/Our reference, telephone

Carl-Magnus Backman, 018-17 92 66

Statens kärnkraftsinspektion

106 58 STOCKHOLM

SKB:s säkerhetsanalyser av djupförvar för använt kärnbränsle och för annat långlivat avfall

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har genom remiss den 7 februari 2000 erhållit rubricerat ärende för yttrande. Med anledning härav får SGU framföra följande.

SGU är central förvaltningsmyndighet för frågor om landets geologiska beskaffenhet och mineralhantering. SGU har till uppgift att tillhandahålla geologisk information inom områdena miljö och hälsa, fysisk planering, hushållning och försörjning med naturresurser, jord och skogsbruk samt totalförvar. SGU skall verka för ett ekologiskt och ekonomiskt balanserat utnyttjande av landets mineralresurser.

SGU har granskat innehållet i följande rapporter:

- Djupförvar för använt kärnbränsle. SR 97 – Säkerhet efter förslutning. Huvudrapport (i tre delar) Sammanfattning, Del I och Del II.
- Djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall. R-99-59. Preliminär säkerhetsanalys.
- SR 97. Avfall, förvarsutformning och platser. (Underlagsrapport till SR97).

Rapporterna är väl skrivna och den sammanfattande rapporten till SR-97 speglar väl innehållet i underlagsrapporterna. Det finns dock enstaka delar som i sammanfattad form kommenteras nedan.

Behandling av de berggrundsgeologiska förhållandena i aktuella rapporter

En viktig förutsättning för de scenarior som används i rapporterna SR-97 och R-99-59 är de geologiska förhållandena vid de tre platserna Aberg, Beberg och Ceberg.

SGUs bedömning är att säkerhetsanalysen är allt för hypotetisk och att en slutgiltig säkerhetsanalys kan göras först när data har erhållits från den eller

01-269kort
cmb 2000-04-13

Organisationsnr. 202100-2528

Huvudkontor / Head Office:

Box 670
SE-751 28 Uppsala, Sweden
Besök / Visit: Villavägen 18, Uppsala
Tel: 018-17 90 00 / +46 18 17 90 00
Fax: 018-17 92 10 / +46 18 17 92 10
E-mail: sgu@sgu.se

Filial / Regional Office:

Geovetarcentrum
Guldhedsgatan 5A
SE-413 20 Göteborg, Sweden
Tel: 031-20 00 75 / +46 31 20 00 75
Fax: 031-20 02 05 / +46 31 20 02 05
E-mail: gbg@sgu.se

Filial / Regional Office:

Kiliansgatan 10
SE-223 50 Lund, Sweden
Tel: 046-14 01 05 / +46 46 14 01 05
Fax: 046-12 00 39 / +46 46 12 00 39
E-mail: lund@sgu.se

Filial / Regional Office:

Skolgatan 4
SE-930 70 Malmö, Sweden
Tel: 0953-107 60 / +46 953 107 60
Fax: 0953-216 86 / +46 953 216 86
E-mail: mala@sgu.se

Statens oljelager: National Oil Stockpile Agency of Sweden

Box 16247
SE-103 24 Stockholm, Sweden
Besök / Visit: Drottninggatan 33
Tel: 08-54 52 15 00 / +46 8 54 52 15 00
Fax: 08-24 68 14 / +46 8 24 68 14
E-mail: statens.oljelager@nosa.se

de platser som bedömts ha goda förutsättningar för ett djupförvar. SGU utgår från att det också är SKBs mening och att beskrivningen endast är ett teknisk övningsexempel. SGU rekommenderar att den hypotetiska karaktären framhålls på ett tydligare sätt i rapporterna.

Vid denna tekniska analys hade en större variation, vad gäller geologiska och hydrogeologiska förhållanden, varit önskvärd mellan de olika platserna Aberg, Beberg och Ceberg. Samtliga tre områden ligger under den s.k. högsta kustlinjen, vilket ger säkerhetsanalysen begränsade möjligheter att utreda orsaken till de variationer i grundvattenkemi, grundvattenrörelser och allmän vattenföring i berggrunden som konstaterats.

Någon djupare analys eller utredning om orsaken till variationerna görs inte. Det framgår inte om variationerna huvudsakligen är beroende av de olika bergartstyperna inom respektive område eller om de är beroende av områdenas olikartade tektoniska historia och därmed olika frekvens av sprickor eller sprickzoner. Det bör noteras att Aberg huvudsakligen utgörs av plastiskt opåverkad massformig granit, Beberg av plastiskt deformerad och rekristalliserad granodiorit och Ceberg huvudsakligen utgörs av sedimentär ådergnejs med komplex tektonisk historia.

Ett mer allmänt undersökningsprogram som mer generellt undersöker dessa bergartstypers hydrogeologiska egenskaper bedöms vara motiverat. En del arbeten finns redan från olika områden (börningar och hydrogeologiska mätningar). En sammanställning och analys av detta material med utgångspunkt från denna frågeställning skulle kunna ge viktig information om vilken bergartstyp och/eller tektonisk miljö som generellt sett kan anses som mest gynnsam för ett djupförvar.

I rapporterna används begreppet "granitisk berggrund" som ett samlingsbegrepp för berggrunden inom de tre typområdena. Detta bedöms dock som felaktigt då Gideåområdet (Ceberg) utgörs av sedimentådergnejs. Begreppet granitisk berggrund bör därför ersättas med det mer allmängiltiga begreppet "kristallin berggrund", vilket också innefattar sedimentådergnejs.

En smärre komplettering bör också göras i beskrivningen av Gideåområdet (Ceberg). I detta stycke anges åldrar på sedimentgnejs och gångbergarter men inte på det som kallas "äldre och yngre granit". Begreppen äldre och yngre är på detta vis utan betydelse för en icke insatt läsare. Texten bör kompletteras och ungefärliga åldrar anges även för dessa bergarter.

Avsnitt 10 i Huvudrapporten – Klimatscenario

Det scenario som antas rörande klimatutvecklingen är i huvudsak baserad på kunskaper om utvecklingen under Weichseltiden. Dessa kunskaper är fragmentariska men är det enda utgångsmaterial som finns att tillgå. Det är inte sannolikt att scenariot skall kunna förutsäga den framtida utvecklingen med någon större säkerhet. Eftersom scenariot tar upp alla kända miljöförändringar under de senaste 115 000 åren täcks dock alla rimliga variationer i klimat och miljötyper.

SGU konstaterar att kunskapen om klimatförändringar och landisarnas tillväxt respektive avsmältning är mycket bristfällig. Radikala klimatförändringar orsakade exempelvis av människans påverkan täcks inte in av klimatscenario.

Slutsatsen att "de förändringar som förväntas under en glaciation inte kommer att hota de tekniska barriärernas integritet", borde försetts med ett visst förbehåll. I rapporten konstateras också att vissa punkter behöver studeras närmare, till exempel de hydrogeologiska förhållandena vid permafrost och sambandet mellan islast och rörelser i berggrunden.

Avsnitt 11 i Huvudrapporten – Tektonik – jordskalvsscenario

I SR-97 beskrivs Baltiska sköldens nuvarande tektoniska förhållanden såsom konstanta under de senaste 2 miljoner åren. Underförstått berör detta uttalande områdets stortektoniska förhållande (plattekttonik) och inte den speciella tektonik som är relaterad till den senaste landisens tillbakadragande. Alla dessa tektoniska processer bör dock sammanfattas under begreppet "nuvarande tektoniska förhållanden".

I avsnittet "Randförhållanden" s. 400 står att "De yttre förhållandena i jordskalvsscenario antas vara desamma som i basscenariot", detta inkluderar bl.a att "Dagens klimatförhållanden antas råda framgent". På s. 409, under "Prediktion av jordskalvsfrekvens" sägs att "Ansatsen är att använda befintlig jordskalvsstatistik och extrapolera denna till att gälla hundratusen år framåt". Det är dock högst troligt att man inom denna tidsperiod måste räkna med ett nedisningsscenario med en påverkan på berggrundens spricksystem och grundvattenförhållanden. Omfattande sen- och postglaciala förkastningsrörelser med åtföljande starka jordbävningar har ägt rum i de norra delarna av landet. Det mesta tyder på ett orsakssamband mellan dessa förkastningsrörelser och isavsmältningen, men mycket mer forskning behövs kring detta fenomen som är viktigt för förvarsproblematiken.

I rapporten anges att man kan undvika (mekaniska) kapselskador genom att inte förlägga förvaret inom 100 meters avstånd från existerande 100 km långa sprickzoner, dvs presumtiva framtida förkastningszoner. Det är inte bevisat att de unga rörelserna överallt följt äldre svaghetszoner, och definitivt inte de största. De tycks snarare utnyttjat flera existerande zoner som legat lägligt till i förhållande till rörelsen. På de få platser man undersökt saken tycks de unga rörelserna ha skett som reaktivering av befintliga svaghetszoner, men frågan är om dessa "i förväg" hade kunnat identifieras och definieras som presumtiva förkastningszoner. De postglaciala förkastningarnas förhållande till äldre svaghetszoner måste undersökas bättre, dels för att kunna undvika presumtiva framtida rörelsezoner och dels för att bättre förstå mekanismerna bakom de förkastningsrörelser som inträffade i samband med den senaste isavsmältningen.

Viktigt är även att försöka förstå hur förkastningsrörelser påverkar grundvattensituationen. Det finns på flera håll indikationer på att de unga rörelsezonerna kanaliserar berggrundsvatten inom stora områden. Hur dessa påverkar, och har påverkat, omsättning och kvalitet (kemi, redoxpotential) hos grundvattnet på förvarsdjup torde vara i stort sett okänt och bör undersökas. Vattnets egenskaper är kritisk för kapslarnas livslängd, speciellt om de yttre barriärerna skadas.

Det är inte bara mekanismerna bakom de unga förkastningsrörelserna som är dåligt kända utan också deras omfattning och geografiska utbredning. Ett växande antal mindre sen- eller postglacialt utbildade förkastningar har under senare år påvisats i de norra delarna av såväl Sverige som Norge och Finland. Sådan kan inte uteslutas längre söderut i Sverige. En storregional inventering av jordbävningsrelaterade störningar av jordlagren inom de södra delarna av Sverige är således motiverad.

SGU vill även påpeka att konstaterandet att de stortektoniska förhållandena har varit konstanta under de senaste 2 miljoner åren och att spänningstillståndet i sina huvuddrag kan ha bestått under de senaste 25 miljoner åren kan ifrågasättas. SGU rekommenderar att grunden till detta antagande sammanfattas i texten. SGU anser att områdets plattetektoniska förhållanden förmodligen har varit stabila betydligt längre tid än 2 miljoner år. Man kan med stor sannolikhet anta att de storskaliga tektoniska förhållandena varit stabila, med undantag för rörelser i samband med de senaste inlandsisarnas tillväxt och avsmältning, sedan öppnandet av den norra delen av Atlanten för ca 55 miljoner år sedan.

Beslut i detta ärende har fattats av undertecknad verksjurist.

I ärendets handläggning har deltagit enhetscheferna Åke Bruun, Birna Olafsdottir, Dag Fredriksson och Ingemar Cato, tf enhetschef Torbjörn Fagerlind samt laborator Carl-Magnus Backman (föredragande).



Hans Göran Jansson



Carl-Magnus Backman

FRN

FORSKNINGSRÅDSNÄMNDEN
SWEDISH COUNCIL FOR PLANNING AND COORDINATION OF RESEARCH

2000-04-17

D2000-0209:2

A1-4

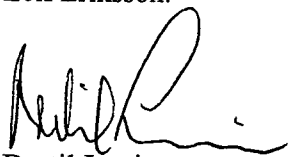
STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000-04-19	
DOSS 5.8	LINK 991436

Statens Kärnkraftinspektion
106 58 Stockholm

**Angående information om myndighetsgranskningar av SKB:s
säkerhetsanalyser av slutförvar för använt kärnbränsle och för annat
långlivat avfall. Statens Kärnkraftsinspektion 2000-02-07.**

Forskningsrådsnämnden (FRN) har bl.a. som uppgift att ta initiativ till och stödja forskning som är viktig för samhället samt att främja information om forskning och forskningens roll i samhället. Enligt en proposition som ligger för behandling kommer delar av FRN:s uppgifter att övertas av annan myndighet fr.o.m. 1 januari 2001. För att inte föregripa denna ansvarsförändring ber vi att få meddela att FRN för närvarande inte har några synpunkter på kommande granskningar åsyftade i ovanstående skrivelse.

Beslut i detta ärende har fattats av kanslichef Bertil Levin efter föredragning av forskningssekreterare Leif Eriksson.



Bertil Levin
Kanslichef



Leif Eriksson
Forskningssekreterare



KUNGL TEKNISKA HÖGSKOLAN

Anders Flodström
Rektor

2000-05-08

Dnr 930-244-00
Dossier 22

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -05- 10	
DOSS 5.8	UNR 99/486

Statens kärnkraftinspektion
106 58 Stockholm

Information om myndighetsgranskningar av SKBs säkerhetsanalyser av slutförvar för använt kärnbränsle och för annat långlivat avfall

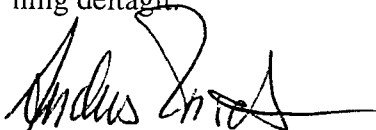
Kungl Tekniska högskolan (KTH) har av SKI beretts tillfälle att yttra sig över rubricerade rapport och lämnar här några principiella synpunkter på den.

Syftet har varit att för tre hypotetiska placeringar visa att svenska myndigheters acceptanskriterier är uppfyllda och vidare avses att analysmetodiken skall kunna användas för undersökningar av lämpliga förvarsplatser.

Begreppet risk används som en sannolikhet för risk för viss individ, men ibland som något slags förväntad konsekvens (se huvudrapporten sid 7 resp 104). Den första definitionen förefaller att stämma bättre med myndigheternas acceptanskriterier.

Säkerhetsanalysen bygger på att några scenarier analyseras liksom även effekten av oplanerade intrång. Man kan här fråga sig varför planerade intrång inte tas upp, även om det metodmässigt är svårare att hantera. Jämför här med användandet av krigsspel/spelteori inom försvarsforskningen. För säkerhetsanalysen i övrigt skulle man vilja ha möjlighet att beräkna den totala risken, d v s summan av sannolikheten för respektive scenario multiplicerad med den betingade risken, givet scenariet. Här har man valt att beräkna/skatta de betingade riskerna för fem scenarier och funnit dessa risker "acceptabla". Om samtliga tänkbara scenarier givet dessa acceptabla nivåer skulle detsamma gälla för den totala risken. Men det är långt ifrån självklart att detta gäller, när endast fem scenarier analyserats. Övriga – även osannolika – scenarier skulle kunna ge oacceptabla bidrag till totala risken. Mot den här kritiken kan man invända att det i praktiken inte går att göra en sådan här fullständig analys, då det inte går att få fram en fullständig scenari uppsättning. Det skulle dock vara värdefullt om inte bara de fem i och för sig "naturliga" scenarierna behandlats utan att man närmare beskrivit urvalsprocessen och exemplifierat uteslutna scenarier. Beroende på val av tänkbara slutförvarsplatser skulle ytterligare scenarier kunna vara av intresse.

I utarbetandet av KTHs synpunkter har professor Torbjörn Thedéen, Centrum för säkerhetsforskning deltagit.


Anders Flodström
Rektor

KASAM

Statens råd för kärnavfallsfrågor

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -05- 12	
DOSS 5.8	DNR 991436

Stockholm 2000-05-10

Statens kärnkraftinspektion
106 58 STOCKHOLM

Er referens: 5.8 991436
Vår referens: KASAM 4/00

Remissvar

Begäran om synpunkter på SKBs säkerhetsredovisning SR97

KASAM har erbjudits tillfälle att lämna synpunkter på SKBs säkerhetsredovisning för slutförvaring av använt kärnbränsle.

KASAMs svar framgår av bifogad PM.

Beslut i detta ärende togs vid KASAMs sammanträde den 10 maj 2000. Föredragande var experten Nils Rydell.

KASAMs yttrande över säkerhetsredovisningen för SFL3-5 avges separat.

Med vänlig hälsning

KASAM – Statens råd för kärnavfallsfrågor


Camilla Odhnoff
Ordf.


Tor Leif Andersson
Skr.

Kopia till: Svensk Kärnbränslehantering AB
Statens strålskyddsinstitut
Särskilde Rådgivaren
Miljödepartementet, enhet Mk

KASAMs yttrande över SR 97

SKIs ref: 5.8 991436

KASAMs ref: 4/00

SKBs analyser av säkerheten mot spridning av radionuklider från ett slutförvar för använt kärnbränsle har haft olika målsättningar i olika etapper av SKBs arbeten med slutförvaringen. I den nu pågående etappen skall analysen, SR 97, utgöra underlag för val av och beslut om undersökningar av berggrunden på minst två platser i vårt land. Regeringen och SKI har ställt krav på redovisningar inför detta beslut, och SKB har uttryckt dessa krav som syften med SR 97.

KASAM har granskat och yttrar sig över SR 97 utifrån två utgångspunkter. För det första har den granskats utifrån de syften och förutsättningar som finns redovisade i SR97. För det andra har KASAM granskat SR97 utifrån ett mer övergripande perspektiv som ett steg i en förloppande utveckling av säkerhetsanalysen av slutförvaret. KASAM anser att bedömningar av SR97 utifrån båda dessa utgångspunkter är nödvändiga för en konstruktiv dialog om säkerhetsanalysen.

Utgångspunkter

Säkerhetsanalysen är ett viktigt verktyg för att ta fram beslutsunderlag inför olika steg i platsvalsprocessen. Den måste därför kunna genomföras och presenteras på ett tydligt sätt, så att giltigheten av resultaten kan bedömas av politiska beslutsfattare och allmänhet. SR97 lämnar en del övrigt att önska i detta hänseende.

Framställningen i SR97 är i stort sett enbart teknisk. Säkerhetsanalysen och de slutsatser som dras av denna har dock som sin förutsättning ställningstaganden av etisk och värdemässig art. Framställningen skulle vinna på att detta perspektiv tydliggjordes.

Som det mycket noga påpekas på flera ställen i de olika rapporterna som ingår i SR 97 så behandlar detta arbete "Säkerheten efter förslutning". Emellertid utgör de initiala förutsättningarna i SR 97, d.v.s. att ett förvar byggs enligt KBS-3 metoden och förslutits, bara en tänkbar händelseutveckling, må vara den som utgör SKBs huvudalternativ. Det finns sannolikt scenarier i den samhällsliga utvecklingen som kan leda till att ett förvar lämnas mer eller mindre öppet under obestämd tid. Det skulle ha varit mycket värdefullt om SR 97 hade behandlat sådana scenarier, bl.a. med tanke på att diskussionen om återtagbarhet ännu saknar en sådan säkerhetsmässig belysning. KASAM är medvetet om att detta ligger utanför SR 97s ambitioner, men vill framhålla vikten av att dessa andra scenarier också utsätts för en noggrann säkerhetsanalys. Likaså är det av stor vikt att ta hänsyn till den relativt långa tidsperiod under vilken djupförvaret anläggs och kärnavfallet lagras. Sannolikt är då geosfären av största betydelse för ett säkert genomförande av dessa operationer, varvid t.ex. kraftig vattenföring kan bli mycket besvärande.

I stort sett ger SR 97 liknande resultat som tidigare säkerhetsanalyser d.v.s. beräknade doser ligger långt under SSIs kriterier. Å andra sidan vet vi att den potentiella risken från använt kärnbränsle är hög och att det måste finnas stora marginaler för osäkerheter och kanske hittills oundäckta processer. Spännvidden är betydande mellan å ena sidan källtermen (mängden radionuklider i bränslet) som är mycket stor, och å andra sidan de mycket små doser som

beräkningarna ger. Det ställer stora krav på säkerhetsanalysen att på ett trovärdigt sätt förmedla dessa förhållanden till allmänhet och beslutsfattare.

En utgångspunkt för säkerhetsanalysen är därför att redovisa förutsättningar och antaganden. En grundläggande förutsättning är kärnavfallets farlighet vid deponering och hur den utvecklas med tiden. På sid 18 i sammanfattningen finns ett diagram som visar avfallets farlighet som funktion av tiden. Men SKB visar inte tydligt vad figuren egentligen betyder och vilka förutsättningar den bygger på. Att "farligheten avser intag via föda" räcker inte som förklaringsgrund. Jämförelsen med farligheten för naturligt uran är också delvis missvisande då flera fissionsprodukter i använt kärnbränsle kan lösgöras och transporteras till biosfären mycket snabbare än de radionuklider som finns i naturligt uran.

Kriterier

Det övergripande kriterium som tillämpas i SR 97 är det acceptanskriterium som formulerats av SSI, d.v.s. att risken för skadeverkningar för de individer som får den högsta exponeringen inte får överstiga 10^{-5} per år och för individer i en större region inte får överskrida 10^{-6} per år. Detta är i princip det enda kriterium man sätter upp. Det är naturligtvis självklart att denna typ av villkor är nödvändigt och måste uppfyllas för acceptans, men det kan diskuteras om det också är ett tillräckligt villkor. Det är mycket sällan man för ett tekniskt komplicerat system kan koppla acceptans till ett enda kriterium. Det är alltid bra att bryta ner systemkriterier till kriterier för de olika delprocesserna, om nu detta är möjligt. Då framgår behovet av särskilda konstruktionskriterier på ett tydligare sätt. Andra kriterier som kan användas är kostnad, miljöpåverkan (förutom strålningsverkan på biosfären), tillgång till material, t.ex. bentonit, och kompetent arbetskraft etc. Det slutliga beslutet grundar sig sedan på en sammanvägning av dessa samtliga kriterier, där man då skall lägga in den ovan citerade skaderisken som en absolut gräns.

Analysmetod

Det framgår klart att SKB lagt ner mycket arbete på att utveckla en metod som verkligen är "state of the art" avseende säkerhetsanalys av stora och komplicerade system. Av rapporterna, och från besök på SKB, framgår det att man inte sparat någon möda vid utvecklingen av beräkningsprogram och databaser som uppfyller högt ställda krav på korrekthet, robusthet och användbarhet. Detta är mycket viktigt eftersom många olika individer kan tänkas använda dessa verktyg under arbetets gång.

Som allmänt omdöme konstaterar KASAM att SKB med SR97 har presenterat ett omfattande arbete av hög kvalitet. Säkerhetsfrågorna har belysts på ett så allsidigt och ingående sätt som på detta stadium verkar rimligt att kräva.

Naturligtvis är det också viktigt att i detta sammanhang bedöma hur bra man lyckats beskriva och modellera de olika delprocesserna i systemet, och detta görs i de följande avsnitten.

Processer och modellering

Kapseln

Bränslekapselns funktion är sådan att så länge den är hel kan inga radionuklider läcka ut från bränslet och följaktligen inte heller spridas vidare. Bränslekapselns integritet kan hotas av korrosionsangrepp eller genom mekanisk belastning och åtföljande plastisk deformation. Med den kunskap som finns idag om korrosion hos renkoppar i den aktuella miljön finns inget som tyder på att ett genombrott genom kapseln skulle kunna förväntas. Genomförda studier gäller dock primärt grundmaterial. Det återstår att verifiera motsvarande resultat för svetsförband.

En process som behöver fortsatt belysning är möjligheten till sprickor genom kopparmanteln på grund av krypning. Sammanpressningen av kopparmanteln mot innerkroppen kommer att medföra 4-5 % krypdeformation. Det behövs minst ca 10 % krypduktilitet för att säkerheten mot sprickor skall vara betryggande. Hittills framkomna resultat uppfyller detta. Även beträffande krypning är det viktigt att resultaten verifieras för svetsförband SKB bör göra ytterligare långtidsförsök med aktuella legeringar av kopparn för att belägga att korrosionshårdigheten och krypduktiliteten är tillräckligt stor för svetsförband där risken för sprickinitiering är störst.

I brist på erfarenheter från tillverkning och provning av ett tillräckligt antal prototypkapslar, gör SKB hypotetiska antaganden om möjliga förekomster av tillverkningsfel på kapslarna. Kapselns funktion som vattentät barriär är så viktig för säkerheten att SKB bör anstränga sig särskilt att skaffa underlag för realistiska antaganden om initiala kapseldefekter. SKB bör därför inför kommande säkerhetsanalyser genomföra prov med ett förhållandevis stort antal kapslar (flera tiotal) och pröva detekterbarheten av avsiktligt tillförda defekter samt med förstörande provning av svetsförbanden verifiera att ytsprickor inte förekommer samt att inre sprickor av avsevärd storlek (> 10 mm) inte förekommer. Vidare måste erfarenheter insamlas från serietillverkning av andra säkerhetsklassade komponenter såsom tryckkärl.

SKB antar i sitt mest pessimistiska kapseldefektscenario att det finns en initial genomgående spricka i locksvetsen längs en betydande del av dess periferi. Detta antagande förefaller orimligt, men ett beräkningsfall med senare uppkomna sprickor på grund av krypning eller påfrestningar under en istid kan behövas i analysen.

Vid förekomst av defekter i kopparhöljet utgör den senaste utformningen av kapseln i sig ett stort framsteg, när det gäller att begränsa, fördröja eller helt förhindra spridning av radionuklider från bränslet till geosfären och biosfären.

Bentonitbufferten och återfyllningen

Kopparkapslarna planeras vid deponeringen att omges av en buffert av bentonitlera. Denna förekommer naturligt på geografiskt begränsade områden som en blandning av huvudsakligen silikatmineralet montmorillonit och kvarts. Bentoniten utgör en mycket viktig del av barriärsystemet genom sin förmåga att absorbera vatten och blir därigenom mycket tät. Den skall skydda kapseln från inträngande vatten och fungera som diffusionsspärr för radionuklider från bränslet.

Bentonitbuffertens egenskaper i djupförvaret är avgörande i de allra flesta scenarier som beskrivs i säkerhetsanalysen. Samtidigt är de processer som förväntas ske i bentoniten mycket komplexa och beroende av en rad tillståndsvariabler med avseende på lermineralets egen sammansättning och miljön i förvaret. Ett naturligt lermineral uppvisar alltid en viss inhomogenitet med avseende på sammansättning och struktur, vilket kan ge upphov till lokala variationer av dess egenskaper. Till detta kommer att återfyllningen som görs deponeringstunnel för deponeringstunnel under en tidsrymd av flera decennier kan komma att få egenskaper som skiljer sig åt mellan de olika delarna av förvaret.

Eftersom det är MX-80 som skall användas i slutförvaret skulle det vara värdefullt med mer ingående och specifika undersökningar och beskrivningar av kemiska egenskaper hos detta lermineral t.ex. lösligheten som funktion av pH, temperatur och tryck, partikelstorleksfördelning, jonstyrka och föroreningsgrad. Eventuella strukturella förändringar som beror av dessa parametrar bör också kartläggas och hur bentonitens sorptionsförmåga av framförallt olika radionuklider i så fall påverkas är också angeläget att veta men diskuteras inte i SR 97.

En tabell över diffusionen genom MX-80 av de viktigaste radioaktiva komplexjonerna under vissa givna randvillkor finns i "Data and data uncertainties", tabell A.2.3.3. Beräkningarna bygger på fördelningskoefficienter som är konditionella d.v.s. de beror av en specifik sammansättning av tillståndsvariabler. Det är litet svårt att se kopplingen mellan det allmänna men ändå relativt detaljerade resonemang som förs om skillnaden mellan jonbytesreaktioner och ytkomplexbildning i "Processer i förvarets utveckling" (kap. 4.7.4) och användningen av mycket summariska och konditionella parametrar i de ovan beskrivna beräkningarna. Det ger ett intryck av att all den kunskap man samlat på sig inte har kunnat utnyttjas. Detaljkunskaper om bentonitens ytegenskaper borde kunna resultera i en mer sofistikerad kvantitativ sorptionsmodell åtminstone för de viktigaste nukliderna.

Det framgår inte om sorptionen av enstaka radionuklider kan påverkas av hur mättad bentoniten blir av andra nuklider, stabila eller radioaktiva, och av vattenmättnadsgrad, jonstyrka och tid.

Det bör noteras att MX-80 endast förekommer i en mycket begränsade region i USA. Den påverkan som detta faktum har på leveranstryggheten bör beaktas.

I sammanfattningen till Huvudrapport I (avsnitt 8.10) har basscenariot beskrivits i ett tidsperspektiv med indelningen < 100 år, 100-10 000 år och > 10 000 år. Det är ett instruktivt framställningssätt och skulle i högre grad kunna appliceras på bentonitbufferten och återfyllningen för att beskriva hur deras egenskaper förändras med tiden i den nya miljön. Analysen skall enligt SKIs föreskrift utsträckas över en miljon år. Klimatet kan förutsättas i genomsnitt vara subarktiskt, med pendlingar mellan arktiskt klimat med omfattande istäckning av marken och det nuvarande, för skandinaviska förhållanden extremt varma, klimatet (ref. "Finns det säkra svar?" SKN Rapport 34, februari 1990, sessionen om nästa istid). Utvecklingen i bentoniten under denna tid går knappast att beskriva i någon trovärdig detalj, men ett översiktligt resonemang med en grov beskrivning av bentonitens anpassning till sin kemiska miljö bör redovisas med tanke på bentonitens viktiga uppgifter i barriärsystemet.

I den beskrivning av de inledande hundra åren som nu finns i avsnitt 8.10 är troligtvis betydelsen av temperaturgradienten genom bufferten underskattad. Interkaleringen av lermineral

d.v.s. vattnets och hydratiserade joners sorption mellan skikten i lerpartiklarna är temperaturberoende.

Geosfären

Geosfärens funktion är att skapa stabilitet och därmed långsiktig säkerhet. Sveriges urberg utgör en del av den baltiska skölden som - i likhet med andra sköldområden - långsiktigt garanterar denna stabilitet. Berggrundens stabilitet kan till viss del förändras genom bl.a. jordbävningar och nedisningar, som i sin tur kan skada förvaret och förändra vattenflödet.

SKB konstaterar att djupförvaret skall förläggas i kristallint berg med granitisk sammansättning. Att andra icke granitiska bergarter, t.ex. basiska bergarter, metagråvackor m. fl., utesluts utan kommentarer är märkligt med tanke på för- och nackdelar med olika bergartssammansättningar och olika bergmassivs relation till regionala och lokala spricksystem.

Berggrundens långsiktiga stabilitet bedöms i basscenariet att vara sådan att inga berggrörelser leder till kapselbrott under de närmaste 100 000 åren. Förvarsplatsens lokalisering och utformning måste väljas i ett lämpligt bergmassiv med lämpliga tektoniska förutsättningar. Enligt SR 97 kommer platser av starkt skiljaktig karaktär att uppfylla de grundläggande kraven på framtida säkerhet. SKB redovisar dock inga platsspecifika bergmekaniska modellstudier: Analyserna bygger på tidigare studier, resonemang och översiktsberäkningar. Efter kompletterande lokala berggrundsgeologiska undersökningar och med resultat från de berggrundsundersökningar som SKB genomfört tidigare som jämförelsematerial bör ett tillräckligt underlag finnas för ställningstagande till SKBs val av platser för platsundersökningar.

Men SKBs bedömning av geosfärens betydelse för isoleringen av radionukliderna är motsägelsefull.

Å ena sidan hävdas att ett säkert djupförvar enligt KBS-metoden kan byggas vid en plats där förhållandena liknar dem vid såväl Aberg, Beberg som Ceberg (avsnitt 4.14 i sammanfattningen). Frånsett kriteriet att grundvattnet långsiktigt skall vara syrefritt anses det i övrigt svårt att direkt ur säkerhetsanalysen härleda kriterier för geosfären (huvudrapporten, avsnitt 5.7).

Å andra sidan konstaterar SKB att grundvattenströmningen är av central betydelse i säkerhetsanalysen (avsnitt 5.5) samt att grundvattnets sammansättning - i kombination med grundvattenflödet - är av stor betydelse för förvarets funktion, både kort- och långsiktigt. I underlagsrapporten "Processer i förvarets utveckling" (avsnitt 4.5) anges samverkan mellan berg och buffert som en nyckelfråga för mättnadsprocessen, d.v.s. vattentransporten i bergmassan och sprickorna är en förutsättning för att bentoniten skall svälla på ett lämpligt sätt och på rimlig tid. I figur 9-41 i huvudrapporten visar SKB att osäkerhet i F-faktorn (en hydrogeologisk faktor) ger ett större bidrag till osäkerheten om den beräknade maximala dosen än någon annan studerad osäkerhet.

Av beskrivningen av Aberg, Beberg och Ceberg framgår, att såväl de geologiska som hydrogeologiska förhållandena är ogynnsamma i de två förstnämnda områdena, särskilt vad

gäller Aberg med heterogen berggrund, en relativt hög andel sprickor och sprickzoner, förhållandevis hög vattengenomsläpplighet (både för sprickzoner och bergmassa) samt salt grundvatten på försvarsdjup.

När SKB alltså anser det vara svårt att formulera kriterier för berggrunden och i SR 97 kommer fram till att ett säkert slutförvar kan byggas även på platser med ogynnsamma hydrogeologiska förutsättningar, innebär detta att SKB fäster avgörande vikt vid de övriga säkerhetsbarriärerna, framförallt kapseln och bentonitbufferten.

SKB bedriver nu ett arbete med att ta fram geologiska platsvalskriterier som en del av underlaget för val av platser för platsundersökningar. KASAM har erfarit att SKB där kommer att ange acceptanskriterier för ett stort antal geologiska parametrar, samt hur parametrarna kan bestämmas i olika skeden av platsvalet. KASAM ser med intresse fram mot denna redovisning.

SKB framhåller i avsnitt 6.5.1. i huvudrapporten att beskrivningen av initialtillståndet för geosfären är mer komplicerad än för andra försvarsdelar och måste bygga på tolkningar av observationer liksom också de gjorda prognoserna. Det förutsatta området för detaljundersökningar, endast 500x500 m från den antagna försvarsplatsen, är sannolikt alltför begränsat; i varje fall kan det inte vara någon generell regel. Områdets storlek måste anpassas till de specifika topografiska, geologiska och hydrologiska förhållandena vid den slutliga lokaliseringsplatsen. Terrängen delas sedan upp i strömningssystem av olika storleksordning beroende på terrängens brutenhet och geologiska strukturer.

Landhöjningens effekt på grundvattenkemin har beaktats i ett flertal sammanhang, medan däremot dess effekt på berggrundens uppsprickning och sprickornas ökade konduktivitet och vattenföring ej diskuteras. Denna effekt förefaller ej ha studerats av SKB eller överhuvudtaget i Sverige, medan man däremot i Norge i flera undersökningar visat ett tydligt samband mellan landhöjningsintensiteten och sprickors konduktivitet och brunnars vattenföring. Det är sålunda önskvärt att liknande studier snarast genomförs i Sverige för att få ett bättre underlag, dels för platsvalet, dels för scenariestudier av framtida istider.

Biosfären

Om radioaktiva ämnen läcker ut från geosfären kommer biosfärens egenskaper och användning att ha stor betydelse för ämnenas möjligheter att nå fram till människan och hennes omgivning. Transport- och anrikningsprocesser avgör också vilka aktivitetskoncentrationer och stråldoser som erhålls av andra organismer än människan. Såväl biosfären själv som gränsområdet mellan geosfär och biosfär utgör komplexa system som i en säkerhetsanalys endast kan beskrivas med grova metoder.

KASAM värdesätter att SKB under senare år har intensifierat sina insatser för att beskriva transport- och koncentrationsprocesser i biosfären och ta fram modeller för beräkning av stråldoser till människor och miljö för sådana radionuklider som finns i avfallet.

De stråldoser, som bränslet kan ge upphov till efter avstängning av reaktorn är små jämfört med vad som kan erhållas i samband med ett haveri under drift. De avtar dessutom med tiden efter uttaget ur reaktorn. Efter 100 år återstår 10 %, efter 200 år 1 % och efter 300 år 0,1 % av

sådana radionuklider som är lätttrörliga i såväl buffert som berg och biosfär.

De stråldoser till människor och natur i förvarets närmaste omgivning, som kan förväntas uppkomma till följd av läckage av radioaktiva ämnen från förvaret, kommer under överskådlig tid att vara för små för att kunna mätas. Det är först i ett längre perspektiv, och med antagande om kapselskador och intrång, som mätbara stråldoser till omgivningen kan förväntas uppkomma. Det är inte heller sannolikt att man under överskådlig tid skall kunna mäta tillskott av något radioaktivt ämne i människa och närmiljö, som har sitt ursprung i avfallslagret. Aktivitets- och dostillskott på längre sikt måste beräknas. Dessa beräkningar kommer med nödvändighet att vara av överslagskaraktär. Beräkningar av radionuklidtransport utgör dock en omfattande och viktig del av säkerhetsanalysen för ett djupförvar.

SKB beräknar först spridningen i ett antal typiska ekosystem för enhetsutsläpp till dessa. Därefter beräknas stråldosen till människan: För varje radionuklid beräknas en ekosystemspecifik dosomvandlingsfaktor, Sv/Bq. Denna är det jämviktswärde av stråldosen i Sv/år, som nås efter 10 000 år vid ett konstant utsläpp till biosfären år efter år av 1 Bq. Det vore av intresse att illustrera hur snabbt dosuppsygnaden går i något fall för att få en idé om dosraten exempelvis 200 år och 1000 år efter den beräknade tidpunkten för starten av ett konstant utsläpp. Slutmålet bör vara att introducera tidsberoende modeller för att få tidsberoende dosomvandlingsfaktorer. Detta motiveras ju dessutom av de stora skillnader i halveringstid som föreligger mellan de olika radionukliderna.

SKB väljer att arbeta med ett antal enkla typekosystem. Dessa utnyttjas sedan för att beskriva ekosystemen i anslutning till tre specificerade platser. Detta är en vidareutveckling av tidigare modeller, men SKB påpekar själv att man inte har någon modell för skogsekosystem. Då så stor del av landets yta består och sannolikt också, under isfria tider, kommer att bestå av skogsmark, är det av stor vikt att man snarast tar fram modeller för olika skogsekosystem.

De nu använda beräkningsmodellerna innebär förbättringar gentemot tidigare modeller, men de är fortfarande mycket primitiva. Att man nu utvidgat osäkerhetsanalysen är ett plus. KASAM saknar en sammanfattning av alla de tidsförskjutningar, som påverkar stråldosen som funktion av tiden; tiden mellan slutdeponering och läckage enligt olika scenarier, tid för transport i geosfären, tid för transport i biosfären.

För beräkningarna i säkerhetsanalysen delas de tre förvarsplatserna in i mindre områden som vart och ett klassificeras som något av de typiska ekosystemen. Enligt SKB uppfyller alla platserna A-, Be- och Ceberg SSIs och SKIs krav. Läsaren kan inte själv övertyga sig om riktigheten i denna slutsats: Man kan inte följa beräkningar från tillförsel av 1 Bq/år till ekosystemet fram till dosbidraget till människa. Att bara hänvisa till de använda beräkningsmodellerna ACTIV (del av BIOPATH), PRISM etc. är ej tillräckligt: Genomräknade och i detalj redovisade exempel behövs! SKB bör i framtiden komplettera sin beskrivning i detta avseende.

Scenarieanalys

Det finns en inneboende problematik i all säkerhetsanalys genom att det i allmänhet inte går att visa att man med säkerhet har tagit med allt av betydelse. Med hänsyn till de långa tidsperspektiven kan man ju inte jämföra resultaten med mätningar och experiment. Dessa

svårigheter kan bara angripas med systematisk metodik och beräkningsmodeller som kan beskriva de processer som är av betydelse. En hörnsten i metodiken är att ta fram ett antal scenarier som tillsammans skall ge "en rimlig täckning av de olika utvecklingar förvaret och dess omgivning kan tänkas genomgå." Osäkerheterna hanteras genom att man för scenarierna, och för olika möjliga förlopp inom ramen för vart och ett av dem, beräknar sannolikheter som tillsammans med konsekvenser ger en samlad riskbedömning.

Framställningen i SR 97 ger intrycket att scenarieanalysen i första hand är en fråga för experter. Man talar t.ex. på sid 127 i huvudrapporten om expertbedömningar i detta sammanhang. Givetvis måste experter ha en stor roll. Men det finns en risk att en rent ingenjörsmässig inställning till scenarieanalysen leder till ett alltför begränsat beslutsunderlag. Utgångspunkten att analysen skall handla om förvaret efter fullständig förslutning är ett exempel på detta. Inte minst diskussionen om förslutning och återtagbarhet visar att säkerhetsanalysen behöver breddas så att olika typer av sociala och ekonomiska faktorer inkluderas i scenarieanalysen

SKB baserar sin säkerhetsanalys på fem scenarier: ett basscenario, ett kapseldefektscenario, ett klimatscenario, ett jordskalvsscenario och ett scenario med mänskligt intrång. På sid 129-131 återfinns ett resonemang om hur scenarierna ger den önskade graden av täckning: man kan emellertid fråga sig om SKB verkligen lyckats visa detta.

När det gäller mänskligt intrång med borring tycks SKBs geometriska antaganden med ett avstånd av tre meter mellan exponerad människa och borrhälsöppningar inte vara pessimistiskt valda. Det tycks svårt att motivera så detaljerade, och inte pessimistiska, antaganden i ett scenario som bygger på att intrånget är oavsiktligt, d.v.s. det sker utan kunskap om förvaret. SKBs antaganden är i detta fall avgörande för resultaten i form av beräknad dos.

Utöver scenariet med mänskligt intrång är det enligt SKB endast kapseldefektscenariet som ger stråldoser till biosfären. SKB redovisar i huvudrapportens kap 9.11.7 - 9.11.12 beräkningar av radionuklidtransporter och stråldoser inom detta scenario i en serie beräkningsfall med användande av dels rimliga dels pessimistiska värden på de viktigaste parametrarna. För att illustrera enstaka barriärers funktion har även ett antal specialfall beräknats. SKB konstaterar att inget av fallen har någon realism. Flera av dem utgår i själva verket från en fysikaliskt eller kemiskt omöjlig förutsättning.

I vart och ett av specialfallen har en enstaka barriärfunktion åt gången tagits bort helt och hållet medan parametrarna i alla övriga barriärer givits rimliga värden. I tur och ordning antas sålunda att bränslet är fullständigt upplöst redan när en sammanhängande vattenväg bildas från bränslet till närberget, att alla radionuklider har obegränsad löslighet i vatten, att en kapsel har en stor initial skada, att bufferten inte åstadkommer något diffusionsmotstånd respektive att radionukliderna inte fördröjs i geosfären. I samtliga fall, utom den obegränsade lösligheten, visar beräkningarna att doserna i biosfären blir lägre än SSIs acceptansgränser, även för Aberg som har de minst gynnsamma hydrogeologiska egenskaperna. Specialfallen är inte heller särskilt upplysande om dosberäkningarnas känslighet för de mer realistiska fallen.

Den enda bergmekaniska påverkan på förvaret som SKB studerat är inverkan av enstaka jordbävningar. Som påpekats i avsnittet om geosfären har SKB inte beaktat landhöjningens effekter på berggrunden utöver dess inverkan på vattenkemin. I en analys som skall sträcka sig en miljon år in i framtiden måste berggrunden förutsättas bli utsatt för upprepade ned-

pressningar och isostatiska landhöjningar. Ett scenario som kanske är orealistiskt men inte omöjligt, är att kryprörelser någon gång utlöses i någon del av förvaret så att ett inte obetydligt antal kapslar skadas. Radionuklidernas löslighetsbegränsningar påverkas inte, järnet i innerkroppen finns kvar med sina reducerande egenskaper, bentonitbufferten och kapseln kommer att vara deformerade men inte verkningslösa. Berggrunden på de olika platserna har redan utsatts för upprepade nedisningar de senaste ca 2,5 årmiljonerna. Dess storskaliga geohydrologiska egenskaper bör därför kunna antas vara i huvudsak lika de nuvarande även efter några tillkommande nedisningar. En genomräkning av ett sådant scenario skulle, på ett mer uttömmande sätt än de beräkningar SKB gjort av ett antal specialfall, belysa isoleringsförmågan hos ett djupförlagt slutförvar under den mest extrema påfrestning det rimligen kan tänkas bli utsatt för.

Osäkerheter

Ett ständigt problem vid analyser av komplexa system är osäkerheter i de modeller och de indata man använder vid säkerhetsanalysen. I ett system som dessutom är kontroversiellt finns i tillägg till de tekniskt/naturvetenskapliga osäkerheterna också en social osäkerhet. Den första typen är utförligt behandlad i SR 97, men den senare nämns inte alls.

Den sociala osäkerheten hänför sig till allmänhetens varierande inställning till projektet. Det finns en variation i inställning över tiden, men också över andra "sociala parametrar" såsom utbildning och erfarenhet av kärntekniska anläggningar. Allmänhetens inställning, som delvis men inte helt representeras av olika politiker, är säkert mycket viktig. I princip har man antagit att allmänheten är så pass positivt inställd att förvaret kan byggas och förslutas, men det är ju inte alldeles säkert. Det hade varit önskvärt att få även denna osäkerhet diskuterad i rapporten

De rent tekniska osäkerheterna består dels av kvalitativa osäkerheter, dels av kvantitativa osäkerheter. Det är positivt att se att de kvalitativa, eller konceptuella, ägnas förhållandevis stort utrymme. Detta öppnar förstås för kritik, eftersom vad man i princip säger är att man är inte helt säker på att man vet allt om de relevanta fysikaliska, kemiska och biologiska processerna. Det är mycket ärligt, och det är också vad man rimligen kan säga. En viktig fråga är då naturligtvis: Vet man tillräckligt mycket? Man försöker också ta hänsyn till dessa konceptuella osäkerheter i sin analys, men det skall erkännas att detta är mycket svårt. Vad man säger är att ett aktivt deltagande i och följande av pågående och framtida forskning är den enda tillförlitliga "garantin" för att man hela tiden skall ha så mycket kunskap som överhuvudtaget är praktiskt möjligt.

De kvantitativa osäkerheterna är i princip lättare att hantera. SKB använder två olika metoder. Båda bygger på expertbedömningar av yttre förhållanden (t.ex. klimatscenariot), processer och data. Den ena metoden är att ansätta en fördelningsfunktion för en parameter den andra att ange två diskreta värden. Det ena är det mest sannolika värdet, det andra är valt så att sannolikheten är högst 10 % att det verkliga parametervärdet är ogynnsammare än det valda.

Fördelningsfunktioner används för att representera osäkerheter om vattenströmningen i närberget och om grundvattnets strömningstid till biosfären. Dessa osäkerheter avspeglar en faktisk variation i dessa storheter mellan olika delar av förvaret. För de flesta parametrarna, diffusiviteter, sorptionskoefficienter, lösligheter för radionuklider m.m. används emellertid någon experts värdering av publicerade data. Denna metod förefaller välmotiverad när det

gäller kemiska parametrar som är tidsberoende naturkonstanter, men som behöver föras med en osäkerhetsmarginal eftersom de kan anta olika värden i olika berggrundsmiljöer. Den kan ifrågasättas vad gäller fysikaliska tillståndsvariabler som exempelvis bentonitens täthet och svälltryck, som inte är naturkonstanter. För dessa kan man förvänta sig såväl en lokal variation på grund av varierande styvhet hos återfyllningen som en variation med tiden på grund av bentonitens upptag av kalcium- och andra joner från grundvattnet. Osäkerheter i bentonitdata får betydelse i många olika beräkningsfall och behöver därför hanteras med stor omsorg.

Eftersom den matematiska modellen av slutförvarssystemet har en komplicerad uppbyggnad med många interna växelverkningar är det inte självklart att en probabilistisk beräkning med slumpvisa val av parametervärden ger en representativ fördelningskurva för stråldosen. Speciellt skulle olinjäriteter kunna påverka analysen. Sådana kan uppträda bl.a. i modelleringen av gastrycket och vatteninträngningen i kapseln sedan ett hål uppkommit i kopparmanteln.

Uppfyllelse av syften med SR 97.

I huvudrapporten s 17-19 diskuterar SKB "Syften och förutsättningar". Bl.a. formuleras fyra syften. KASAM kommenterar i det följande vart och ett av dessa:

1. SR 97 skall ge underlag för att påvisa möjligheten att finna en plats i svensk berggrund där KBS-3-metoden för djupförvaring av använt kärnbränsle uppfyller de krav på långsiktig säkerhet och strålskydd som anges i SSI:s och SKI:s föreskrifter.

KASAM konstaterar att detta syfte inte angavs uttryckligen i det beslut i december 1996 (med anledning av SKBs FUD-program 95) där regeringen pekade på behovet av "en säkerhetsanalys av förvarets långsiktiga säkerhet". Formuleringen är emellertid grundad på ett uttalande av Statens kärnkraftinspektion i samband med dennas granskning av FUD-program 98. Detta syfte har senare även angetts av regeringen i dess beslut i januari 2000 beträffande sistnämnda FUD-program.

I de scenarier och beräkningsfall som redovisas i SR 97 har SKB i några fall gjort synnerligen pessimistiska antaganden om egenskaperna hos barriärerna och förloppen av viktiga processer. De beräknade riskerna har ändå med betryggande marginal underskridit det av SSI uppställda gränsvärdet. KASAM ser behov av vissa kompletteringar och förbättringar av modellerna och scenarierna i SR 97.

Sådana kompletteringar och förbättringar kommer dock såvitt KASAM kan bedöma inte att leda till mer pessimistiska beräkningsfall än de som redovisats i SR 97. KASAMs slutsats är därför att KBS 3-metoden har goda förutsättningar att uppfylla de uppställda säkerhets- och strålskyddskraven. Det första grundläggande syftet med SR 97 är sålunda uppfyllt.

2. SR 97 skall demonstrera metodik för säkerhetsanalys.

Formuleringen måste kompletteras med "en ändamålsenlig" inskjutet mellan "demonstrera" och "metodik" för att bli meningsfull.

SR 97 följer i stort sett den mall som etablerades med SR 95. Presentationen av kopplingar

mellan variabler och processer i SR 97 är ett framsteg jämfört med de svårbegripliga interaktionsmatriser som användes i SR 95. Dispositionen av SR 97 är ändamålsenlig. Processerna, dataunderlaget, metodiken, systemet och scenarierna redovisas och diskuteras utförligt. Scenarieanalysen bör rensas så att den typ av scenarier som SKB redovisat som specialfall i SR 97 utgår och ersätts med kanske mer komplicerade men också mer upplysande scenarier, se ovan under avsnittet *Scenarieanalys*.

3. SR 97 skall ge underlag för att precisera de faktorer som ligger till grund för val av områden för platsundersökningar och för att härleda vilka parametrar som behöver bestämmas och vilka övriga krav som bör ställas på en platsundersökning.

SKB diskuterar underlaget för platsval och platsundersökningar i sammanfattningens kap 4.3. Diskussionen förs i mycket allmänt hållna ordalag och beskriver hur SKB resonerar när man försöker ställa krav på berget. Texten innehåller inte några konkret formulerade krav. Avsnittet 4.3.2. "Program för platsundersökningar" omfattar två korta stycken, som också dessa är mycket allmänt hållna och endast hänvisar till att arbete pågår med att formulera platsundersökningsprogram.

När SKB alltså anser det vara svårt att formulera kriterier för berggrunden och att platser som har klart ogynnsamma förutsättningar, t.ex. Aberg, kan väljas för ett säkert slutförvar, innebär detta att SKB låter de övriga säkerhetsbarriärerna, framförallt bentonitbufferten, bli helt avgörande. Men geosfären har en viktig uppgift i att skapa en gynnsam och stabil miljö för de tillverkade barriärerna så att de även långsiktigt kan fylla sin viktiga funktion. KASAM uppger därför sin uppmaning till SKB i yttrandet över FUD 98 (sid 36-37) att "SKB bör formulera särskilda kriterier för kapselnärzonen, d.v.s. de bergpartier där deponeringstunnlar skall inredas". SKB ger ett ytterligare argument för kravet på en lågkonduktiv närzon i analysen av specialfallet "Inget diffusionsmotstånd i bufferten", sid 320 i huvudrapporten. Där står "Buffertmaterialet har ersatts med vatten. Effekterna är begränsade eftersom andra transportmotstånd, framförallt det från gränsskiktet mellan buffert och berg, ändå dominerar för många nuklider".

4. SR 97 skall ge underlag för att härleda preliminära funktionskrav på kapseln och de övriga barriärerna.

Det kan vara värt att notera att utformningen av slutförvaret inte styrts av de acceptanskriterier för risk som SSI formulerat, och i viss mån skärpt, i sina nya föreskrifter. Kopparmanteln och bentonitens mått eller förläggningdjupet har inte påverkats av skärpningen. Det som under hela arbetets gång styrts konstruktionen är kravet på att slutförvaret skall byggas med "bästa tillgängliga teknik". Beräkningsresultaten i säkerhetsanalysen kan inte användas till att bestämma hur tjock kopparmanteln behöver vara.

Säkerhetsanalysen påverkar funktionskraven på ett mer indirekt sätt framförallt genom scenarievalet. Om man kommer fram till att förvaret skall tåla en eller helst flera istider med obruten isoleringsförmåga måste kapseln konstrueras för de påkänningar som kan förväntas uppkomma under en istid. Dessa påkänningar beräknas sedan med hjälp av den modell man gör sig av hur istiden förlöper.

Om analysen av olika scenarier visar att den största risken, sannolikhet x konsekvens, för hål

på kapslarna är förknippade med tillverkningsdefekter på kapslarna snarare än med korrosion av materialen, måste koppartjockleken väljas med hänsyn till tillverkningstekniken och kvalitetskontrollen men inte med hänsyn till korrosionsmånen. Om sannolikheten för jordbävningar eller rörelser i berggrunden av andra orsaker är låg, vore det fel att göra kapseln överstark, om detta skulle försvåra tillverkningen och hanteringen av kapslarna.

Det är därför inte anmärkningsvärt att SKB konstaterar i diskussionen i kap 4.4 i sammanfattningsrapporten att "det är endast i få fall som funktionskrav direkt kan härledas ur analysresultaten". Syftet att få underlag till konstruktionskrav på kapseln är vällovligt men en övergripande säkerhetsanalys av SR 97s typ är inte det bästa verktyget.

Slutord

Med SR 97 presenterar SKB ett omfattande arbete av hög kvalitet. Säkerhetsfrågorna har belysts på ett så allsidigt och ingående sätt som på detta stadium verkar rimligt att kräva.

SKB har som utgångspunkt för SR 97 valt att förvaret har förslutits. Därmed har problem rörande återtagbarhet inte kommit att behandlas. KASAM menar dock att även dessa frågor måste belysas från säkerhetssynpunkt.

Att KASAM vid sin granskning ställer ett antal frågor och ger kritiska synpunkter förringar inte värdet av SR 97. Även om en del data om t.ex. bentonit, kapselkonstruktion och geosfär fortfarande är under undersökning eller saknas, ger dock SR 97 en god grund för att gå vidare med nästa steg i undersökningarna.

Också inom de ämnesområden som är ofullständigt undersökta har dock de resultat som efter hand kunnat redovisas stärkt de ursprungliga tankegångar och konstruktionsprinciper som gjort KBS-3 till huvudalternativ. Att invänta ytterligare resultat och skjuta beslut om platsundersökningar mot framtiden skulle starkt bryta mot den princip som bl.a. KASAM uttryckt - att den generation som njuter fördelarna av kärnkraften också måste ansvara för avfallet. Säkra uppgifter om geosfären lär dessutom vara svåra att få om inte borrhinar får sättas igång.

KASAMs uppfattning är

att SR 97 är en god och tillräcklig grund för igångsättning av platsundersökningar. För att längre fram kunna utgöra grund för beslut om slutförvar måste dock SR 97 kompletteras på väsentliga punkter.

KASAM

Statens råd för kärnavfallsfrågor

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -05- 12	
DOSS 5.8	DNR 991436

Stockholm 2000-05-10

Statens kärnkraftinspektion
106 58 STOCKHOLM

Er referens: 5.8 991436
Vår referens: KASAM 4/00

Remissvar

Begäran om synpunkter på SKBs säkerhetsredovisning för SFL3-5

KASAM har erbjudits tillfälle att lämna synpunkter på SKBs säkerhetsredovisning för slutförvaring av annat långlivat avfall än använt kärnbränsle.

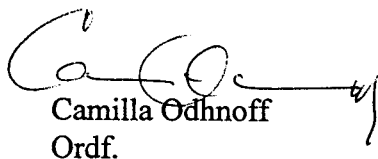
KASAMs svar framgår av bifogad PM.

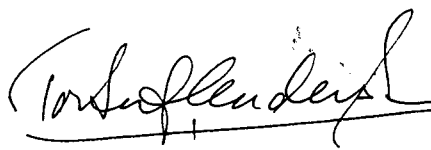
Beslut i detta ärende togs vid KASAMs sammanträde den 10 maj 2000. Föredragande var konsulten Kjell Andersson.

KASAMs yttrande över säkerhetsredovisningen för slutförvaring av använt kärnbränsle (SR97) avges separat.

Med vänlig hälsning

KASAM – Statens råd för kärnavfallsfrågor


Camilla Odhnoff
Ordf.


Tor Leif Andersson
Skr.

Kopia till: Svensk Kärnbränslehantering AB
Statens strålskyddsinstitut
Särskilde Rådgivaren
Miljödepartementet, enhet Mk

KASAMs yttrande över SFL 3, 4 och 5 (Rapporten TR-99-28)

SKIs ref: 5.8 991436

KASAMs ref: 4/00

SKI har erbjudit KASAM att yttra sig över den preliminära säkerhetsanalys som SKB har redovisat för förvarsdelarna SFL 3, 4 och 5. Den säkerhetsanalys som remitterades är skriven på engelska och har beteckningen TR-99-28. Numera finns också en svensk version, Djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall - preliminär säkerhetsanalys (R-99-50).

Bakgrund

Det svenska kärnkraftsprogrammet producerar olika typer av restprodukter. Förutom använt kärnbränsle, som förvaras i CLAB, och låg och medelaktivt driftavfall, som slutförvaras i SFR, finns annat långlivat låg- och medelaktivt avfall. Det skall enligt SKB slutförvaras i tre särskilda förvarsdelar, SFL 3, 4 och 5. Förvaret för använt kärnbränsle betecknas SFL 2. SFL 3, 4 och 5 är avsedda för följande typer av kärnavfall:

- SFL 3 för visst låg- och medelaktivt driftavfall från CLAB och inkapslingsanläggningen, samt långlivat avfall från Studsvik (sjukhusavfall samt avfall från forskningsverksamhet, bl.a. i Studsvik).
- SFL 4 för rivningsavfall från CLAB och inkapslingsanläggningen (hinner inte placeras i SFR innan den anläggningen stängs)
- SFL 5 för hårdkomponenter och interna delar från kärnkraftreaktorena

Dessa typer av avfall har betydligt lägre aktivitetssinnehåll än använt kärnbränsle och innesluts i olika typer av betong- och stålbehållare. Förvarsdelarna utgörs av tunnlar i berget vars utförande beror på avfallskategoriernas egenskaper.

SFL 3, 4 och 5 har sedan länge av SKB redovisats som samlokaliserade med SFL 2. Sålunda sades till exempel i FUD-program 95 att de skulle vara "separata delar av djupförvaret". Även i FUD- Program 98 framförde SKB att detta avfall planeras till "en särskild del av djupförvaret", men SKB framhöll också att de alternativt kan placeras vid SFR eller lokaliseras helt oberoende. Under senare tid har SKB i arbetet med förstudier för slutförvar betonat att lokalisering av SFL 3, 4 och 5 kommer senare än för SFL 2, även om kommande platsundersökningar kommer att belysa en möjlig förläggning av SFL 3, 4 och 5 i anslutning till SFL 2. Det framstår därför som oklart om de nu pågående förstudierna görs som ett led i enbart lokaliseringen av SFL 2 eller om de också avser lokalisering av SFR 3, 4 och 5.

Jämförelse med SR 97

Redovisningen av SFL 3, 4 och 5 har genom åren från SKBs sida varit av betydligt mindre omfattning än för SFL 2, och någon säkerhetsanalys har inte förekommit. Nu har emellertid SKB gjort en första sammanhängande säkerhetsanalys också för SFL 3, 4 och 5 i rapporten TR-99-28, något som varit efterlyst sedan länge. Det framgår dock tydligt av denna rapport att kunskapsunderlaget är sämre och analysen mindre utvecklad än för SFL-2. Så är också syftet mindre anspråksfullt: att undersöka konstruktionens förmåga att fungera som barriär och att belysa betydelsen av förvarsplatsens läge.

Jämfört med SR 97 har säkerhetsanalysen för SFL 3, 4 och 5 ett mer komplext system att behandla. Det finns organiskt material i avfallet, mer gasbildning i förvaret på grund av korrosion, möjlighet till komplexbildning m.m.

Metodik

Den övergripande metodiken med scenarieanalys och modellberäkningar är densamma som i SR 97 men den är inte lika konsekvent genomförd. Man saknar t.ex. en analys av olika osäkerheters betydelse. Därför blir också jämförelsen av resultaten i form av doser med SSIs riskkriterium av mindre värde. Inte heller i SR 97 förekommer någon egentlig riskberäkning men där förs ett resonemang om osäkerheter och scenarier i ett riskperspektiv.

För att undvika påverkan mellan SFL 2 å ena sidan och SFL 3, 4 och 5 å andra sidan hålls dessa båda förvarsdelar separerade från varandra. SFL 3, 4 och 5 läggs på ett djup av 300 meter på ett minsta avstånd av 1 km från SFL 2. Det finns dock ingen analys som motiverar varför man väljer just detta avstånd. Enligt KASAM bör SKB i nästa säkerhetsanalys redovisa varför ett visst "respektavstånd" är tillfyllest.

Scenarieanalys

Det är av intresse att jämföra hur SR 97 och analysen av SFL 3, 4 och 5 har behandlat scenarieanalysen och recipientsituationen för de tre platserna. Tydligast framgår detta om man jämför figurerna 9-9 till 9-11 för brunnsfallet i TR-99-28 med figurerna 8-12 till 8-14 i referensscenariot. För Aberg medför brunnsscenarioet mycket högre doser än referensscenariot beroende på att man i det senare har havet som recipient. I SR 97 används torvmossen som recipient för alla tre platserna i basscenariot.

En stor skillnad mellan brunnsscenarioet och referensscenariot är också att doser i närheten av "jämförelsenivån" 10 mikrosievert per år i brunnsscenarioet kan komma så tidigt som efter 100 år i Aberg. Tider mindre än 100 år är skuggade i resultatredovisningen beroende på att förvaret under denna tidsrymd beräknas kunna stå under institutionell kontroll. Det är oklart vad SKB menar med detta. Det skulle kunna tolkas så att boende i närområdet inte kan använda brunnar för dricksvattenuttag om utsläppen överstiger vissa gränser, något som i sig kan ses som en oacceptabel konsekvens av ett förvar. Det faktum att tritium och strontium-90 ger dosbidrag i säkerhetsanalysen borde i stället leda till krav på en förstärkning av de tekniska barriärerna i förvaret, en slutsats som SKB också drar i rapporten.

Platsvalet

Ovanstående slutsats innebär att TR-99-28 uppfyller ett av sina syften – att undersöka konstruktionens förmåga att fungera som barriär. Även med avseende på det andra syftet – att belysa betydelsen av förvarsplatsens läge – ger rapporten vissa slutsatser: vattenflödets storlek på förvarsdjup och områdets ekosystem är av stor betydelse för beräknade doser. I rapporten dras dock inga slutsatser av vad detta innebär för de faktorer som skall gälla för själva platsvalet för SFL 3, 4 och 5.

SKI menade i sitt yttrande över FUD-98 att SKB inte har analyserat för- och nackdelar med alternativa lokaliseringar av SFL 3, 4 och 5 och inte heller motiverat varför lokalisering till

SFL 2 skulle vara att föredra. Inte heller TR-99-28 innehåller någon sådan analys. Det framgår av flera formuleringar i rapporten att SKB i stället vill ha största möjliga frihet att placera SFL 3, 4 och 5 vid SFL-2, vid SFR eller på en tredje fristående plats.

För lokaliseringsarbetet kan nu två principiella handlingsalternativ urskiljas:

1. SFL 3, 4 och 5 ingår fortsättningsvis som en integrerad del i det lokaliseringsarbete som kommer att bedrivas under nästa fas – platsundersökning.
2. SFL 3, 4 och 5 lyfts ut som ett separat lokaliseringsprojekt och initieras senare (SKB har uttalat - bl.a. i samband med MKB-arbetet i Kalmar län - att man inte avser att lämna in en tillståndsansökan för SFL 3, 4 och 5 tillsammans med SFL 2).

Om samlokalisering är det enda reella alternativet kan alternativ 2) uppfattas som att SFL 3, 4 och 5 undanhålls beslutsprocessen för att senare bli ett faktum. Om alternativa lokaliseringsalternativ skall beaktas seriöst är det däremot befogat att driva en tydlig och separerad lokaliseringsprocess.

Slutsatser

KASAM välkomnar tillkomsten av säkerhetsanalysen för SFL 3, 4 och 5. Dessa förvar har mindre farlighet än använt kärnbränsle men avfallet är kemiskt betydligt mera komplext och avfallet innesluts inte i kopparkapslar utan får en helt andra former av paketering. Säkerhetsanalysen är därför i flera avseenden mer komplicerad än för SFL 2, och beräknade doser är inte försumbara – särskilt tycks det korta tidsperspektivet kräva uppmärksamhet. Även om SKB hittills har kunnat motivera en relativt låg prioritet för arbetet med SFL 3, 4 och 5 bedömer KASAM att man nu måste öka insatserna med att utveckla barriärsystemet i kombination med förnyade säkerhetsanalyser. Inför beslut om platser för platsundersökning för SFL 2 krävs tydlighet i fråga om SKBs avsikter med hur SFL 3, 4 och 5 ska behandlas i den fortsatta platsvalsprocessen.

Nyköping 2000-05-17



STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -05- 18	
DOSS 5.8	DNR 991436

Hej Benny,

En före detta studsriksanställd person
har granskat SR 97 och lämnat
synpunkter. Han vill gärna att
synpunkterna skickas till SKI som
ju handlägger remissarbetet om
säkerhetsanalysen. Vi som vidare-
befordrar synpunkterna är Anders
Appelgren och Camilla Fredriksson
på SKB:s informationskontor i
Nyköping.

Mvh

Anders & Camilla

Box 348, 611 27 Nyköping

Telefon 0155-266440

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -05- 18	
DOSS 5.8	DNR 99 14 36

2000-03-20

Några synpunkter på SKB:s säkerhetsrapport SR-97

Tord Jonsson
Tel: 0155-28 17 88
E-post: tord.jon@swipnet.se



Huvudinnehåll

SKB:s säkerhetsredovisning SR-97 är nu utsänd på remiss för granskning.

I SR-97 analyseras 5 scenarier:

- 1 Basscenario, där förvaret är byggt helt enligt specifikationer.
- 2 Kapseldefektscenario, där några kapslar antas ha defekter från tillverkningen.
- 3 Klimatscenario, där konsekvenser av framtida klimatförändringar analyseras.
- 4 Jordskalvsscenario, där konsekvenser av jordskalv analyseras.
- 5 Intrångsscenario, som behandlar framtida oavsiktliga mänskliga handlingar.

Jag har valt att granska och kommentera kapseldefektscenariot beträffande kärnbränslets och den primära inneslutningens beteende efter inträngning av vatten i kopparkapseln.

2000-03-20

Innehållsförteckning

	Sida
1 Inledning	3
2 Kopparkapsel och gjutjärnsinsats	3
3 Bränsle	4
Referenser	6

2000-03-20

1 Inledning

Föreliggande granskning har gjorts på eget initiativ. Vissa aspekter på beteende och egenskaper hos kapsel och bränsle diskuteras.

Jag har även för dessa delar av redovisningen valt att enbart lämna kommenterar i de fall jag bedömer att en omarbetning bör övervägas.

2 Kopparkapsel och gjutjärnsinsats

I redovisad analys antas underförstått att en antagen tillverkningsdefekt i kopparkapseln förblir öppen under hela förvaringstiden. Det är dock möjligt att en spalt tätas efter en tids förvaring. I ett olyckligt fall läcker först vatten in varefter spalten tätas och förhindrar att ett växande tryck inuti kopparkapseln avlastas via den läcka som tidigare funnits. Tätning av spalten kan ske av partiklar t. ex. bentonit eller korrosion av kopparmetallen. Bentonit kan spolas in i spalten av strömmande vatten och även spolas ut igen om vattenströmmen vänder. Det är däremot svårare att tänka sig att eventuell bentonit i spalten skall kunna tryckas ut av ett ökande tryck. Beträffande korrosion kan påpekas att radiolysen av vattnet i en spalt blir något större än i en fri vattenvolym på grund av högre atomnummer hos koppar än i vattnets syre och väte.

Jämförelser mellan strömningshastigheter genom olika stora defekter i kopparkapseln har blivit felaktig på flera ställen. På sid 27 i [5] ges följande exempel med anmärkningsvärt stora hål:

- korrosion $0,1 \mu\text{m}/\text{år}$ motsvarar hålstorlek mindre än $8,25 \text{ mm}^2$
- korrosion $1 \mu\text{m}/\text{år}$ motsvarar hålstorlek mindre än 825 mm^2

Verkligheten är dock att om hålstorleken är begränsande ger 100 gånger större hål cirka 10000 gånger större inströmning av vatten och ej 10 gånger större inströmning. Om antalet hål i stället är 100 gånger fler blir inströmningen 100 gånger större.

Enligt redovisad modell erhålls vid korrosion ett vätgastryck som bromsar fortsatt vatteninträngning. En icke beaktad komplikation är att litteraturdata för vätes diffusion i olika metaller kan vara bristfälliga. Exempelvis är vissa instrument i PWR-reaktorer felkonstruerade på grund av att vätes relativt snabba diffusion i stål har förbisetts. Uppbyggnad av vätgastryck skulle kunna motverkas av att väte diffunderar ut genom kopparinneslutningen eller in genom järninneslutningen och tas upp av bränslets Zircaloykapsling.

2000-03-20

3 Bränsle

En beskrivning av bränslet ges i kapitel 2 i [5].

Bränslets innehåll av aktivitet beror i hög grad på tillverkad anrikning och utbränning. Fissionsprodukternas fördelning är i hög grad beroende av bestrålningshistoriken.

Valet av referensbränsle borde motiveras med en översikt av till exempel tillverkad anrikning och utbränning i det bränsle som redan transporterats till CLAB.

Bestrålningshistoriken är svårare att beskriva översiktligt. Det torde vara nödvändigt att acceptera att frigörelsen av vattenlösliga isotoper har en stor spridning. Det är orealistiskt att förutsäga frigörelsen hos enskilda stavar i stor skala åtminstone för BWR, där effektheregleringen gör bestrålningshistoriken komplicerad.

I rapporten [1] p. 55 anges att bränslets farlighet under epoken hundra år till 10 000 år minskar från 60 procent till 0,6 procent av farligheten vid deponering. Detta överensstämmer inte med figur p. 43 i samma rapport. I denna figur anges visserligen inte vilken tidpunkt som valts till noll, men farligheten är enligt denna figur efter 10 000 år 0,6 procent av farligheten vid en tidpunkt som uppenbart ej är tidpunkten för deponering¹.

I beskrivningen av bestrålat bränsle saknas beskrivning av bonding, som är ett viktigt fenomen i högutbränt bränsle. På grund av uranoxidbränslets svällning blir det mekanisk kontakt med kapslingsmaterialet. Det engelska ordet bonding, som brukar användas även på svenska avser den bindning mellan uranoxid och kapsling, som gör att tillverkat gap mellan bränsle och kapsling normalt ej existerar i högutbränt bränsle.

Det på många ställen i redovisningen omnämnda lokaliseringen till detta gap av fissionsprodukter, som är tillgängliga för upplösning av inströmmande vatten är alltså felaktig i normalfallet. De fria volymerna i högutbränt bränsle domineras av sprickor i bränslekutsarna samt spalter mellan enskilda kutsar. Sprickorna kan indelas i olika kategorier till exempel i sådana som funnits under drift i reaktorn och sådana som bildades vid sista effektsänkningen innan det aktuella bränslet togs ut ur reaktorn.

Uppgiften att MOX-bränsle har väsentligt högre resteffekt än uranbränsle måste bero på något missförstånd. På sid 9 i ref [4] sägs specifikt att

¹ Samma påstående och figur återfinns även i [2] sidorna 210 och 142.

2000-03-20

resteffekten är 3 gånger högre i en MOX-stav än i en uranstav. Såväl för MOX-bränsle som för uranbränsle fås de stora resteffekterna medan fissionsprodukterna dominerar aktiviteten. Skillnaderna i producerade fissionsprodukter mellan MOX och uran är marginell ur resteffektsynpunkt. Om vi ser på det MOX-bränsle som finns i världen kan det ha varit riktigt att MOX-bränsle från snabbreaktorer haft ca 3 gånger högre resteffekt än bränsle från lättvattenreaktorer, men detta beror då på högre utbränning och belastning men icke på tillverkat Pu-innehåll. Detta är ointressant ur svensk synpunkt även om det skulle bli aktuellt att använda MOX-bränsle i någon eller några av de reaktorer vi har i Sverige.

Av de fissionsprodukter som diskuteras i detalj i SR-97 är Se-79 ref [5] p. 44 speciell genom att den tillhör de isotoper som bildas i mycket mindre utsträckning vid Pu-fissioner än vid U-fissioner. Se-79 produceras därför mera homogent i bränslet än flertalet fissionsprodukter. En stor del av plutonium-fissionerna sker i den yttre delen av bränslet. Ett tryckfel synes ha smugit in sig beträffande omräkning av halten Se-79 för längre halveringstid ref [5] p. 44. Den omräknade halten skall vara 15 ppm och ej 15 ppb.

Vid diskussion av tenn ref [5] p. 45 borde tenninnehållet i Zircaloy-kapslingen beaktas.

I ref [5] p. 60 sägs felaktigt att Sr-90 har γ -aktivitet.

Från till exempel provberedning för keramografi är det välkänt att det är svårare att etsa högutbränt bränsle med syror än obestrålat eller lågutbränt bränsle. Orsakerna till detta är såvitt jag känner till okända. Mera specifikt är centrala delar i bränslet som haft högst temperatur svårast att etsa, medan yttre zoner kan etsas snabbare så att enskilda korn frigörs och lossnar. De olika tidsskalorna gör det svårt att avgöra om en motsvarande skillnad finns vid lakning med vatten. En selektiv utlakning från yttre delen av bränslet kan vara mera ofördelaktig än de studerade alternativen.

Produktionen av aktiva isotoper har utförts med dataprogrammet ORIGEN. Detta program bör ge goda resultat för klyvningsprodukter och aktiveringsprodukter. För beräkning av transuraner vore det önskvärt med ett program som medger mera detaljerade beräkningar. Detta gäller speciellt för BWR-bränsle. BWR-patronerna är uppbyggda av stavar med olika anrikningar. Neutronflöde och neutronspektrum är dessutom väsentligt olika i olika delar av en patron. Uppbyggnaden av olika aktinidisotoper är så komplicerad att den är svår att uppskatta med enkla överväganden. Användning av medelflöden, medelanrikning och medelutbränning kan väntas ge ganska korrekta resultat för fissionsprodukter, men för aktinider bör mera detaljerade beräkningar åtminstone för kontroll av de mera översiktliga beräkningarna.

2000-03-20

Referenser

- [1] Huvudrapport Sammanfattning.
- [2] Huvudrapport Del I.
- [3] Huvudrapport Del II.
- [4] Underlagsrapport. Avfall, slutförvarsutformning och platser.
- [5] Underlagsrapport. Processer i förvarets utveckling.
- [6] Technical Report. Data and data uncertainties.



Statens Kärnkraftinspektion
Avdelningen för kärnavfall
Björn Dverstorp
106 58 STOCKHOLM

DATUM
2000-07-07
ERT DATUM
2000-05-25
HANDLÄGGARE
Allan Hedin
Fred Karlsson

VÅR REFERENS
18.13
ER REFERENS
5.8-991436
KOPIA
Statens Strålskyddsinstitut
Att. Carl-Magnus Larsson

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION	
2000 -07- 10	
DOSS 5.8	BNR 991436

**Yttrande med anledning av remissgranskning av säkerhetsrapporten
"Djupförvar för använt kärnbränsle (SR 97)" och den preliminära
säkerhetsanalysen "Djupförvar för långlivat låg och medelaktivt avfall"**

SKB har beretts tillfälle att yttra sig över de granskningskommentarerna som inkommit till SKI angående de rubricerade rapporterna.

Yttranden över "Djupförvar för använt kärnbränsle (SR 97)"

SKB noterar med tillfredsställelse att den internationella granskningsgruppen dels anser att KBS-3 systemet utgör en bra metod för att ta hand om använt kärnbränsle i ett geologiskt förvar, dels inte påträffat vetenskapliga frågor som behöver lösas innan platsundersökningar påbörjas.

SKB konstaterar också att många av de inkomna detaljsynpunkterna är värdefulla för det fortsatta arbetet att utveckla säkerhetsanalysen. Flera av dessa synpunkter har också tagits upp i SR 97 Huvudrapport, vanligen under rubriken "Kommande arbete". Det fortsatta utvecklingsarbetet kommer närmast att beskrivas i det FoU-program som SKB ska lämna in i september 2001, enligt kraven i kärntekniklagen. Programmet baseras såväl på de behov av vidareutveckling som identifierats inom SKB som på synpunkter från granskningen av SR 97.

SKB ser i detta skede ingen anledning att kommentera remissvaren i detalj. Detta innebär emellertid inte nödvändigtvis att vi delar alla bedömningar som framkommit. Nedan följer ett fåtal punkter där det dock redan nu kan vara värdefullt med förtydliganden från oss.

Svensk Kärnbränslehantering AB
Postadress Box 5864, 102 40 Stockholm
Besöksadress Brahegatan 47
Telefon 08 - 459 84 00 Fax 08 - 661 57 19
www.skb.se
Org.nr. 556175 - 2014 Säte Stockholm

Probabilistiska analyser av radionuklidtransport

De probabilistiska analyserna i SR 97 är av preliminär natur och kommer att utvecklas och kompletteras till kommande säkerhetsredovisningar.

I remissvaret från Stockholms Universitet frågas om formen hos de beräknade fördelningarna kan vara en artefakt av valet av form hos de förenklade bimodala fördelningarna (sid. 7, femte stycket). Så är inte fallet. Detta kan visas med såväl allmänna teoretiska överväganden som genom praktiska beräkningsexempel. Det senare har genomförts som ett efterarbete till SR 97. Resultaten visar att kontinuerliga, log-normala fördelningar med samma medelvärden och varianser som de bimodala ger ett snarlikt resultat. Ett fåtal radionuklider dominerar dosbilden och ett fåtal osäkra parametrar (vattentransporttid, flödesvätt yta, biosfärsdosfaktorer) styr hur stor dos dessa nuklider orsakar. Formen hos antagna fördelningar är av mindre betydelse så länge medelvärde och varians inte ändras.

Det är SKBs avsikt att, efter granskningen av SR 97, formellt bekräfta bl. a. detta med ytterligare probabilistiska analyser och även visa hur samma insikt kan nås genom deterministiska beräkningar och genom förenklade analytiska beräkningar. Därmed skulle SKBs grundsyn i SR 97, nämligen att omfattande probabilistiska beräkningar endast tillför säkerhetsanalysen begränsat nytt värde, kunna styrkas. Även ett antal av synpunkterna kring den probabilistiska analysen som framförs i NEA-rapporten bör då kunna kommenteras.

Det är emellertid SKBs avsikt att även framgent använda probabilistiska beräkningar som ett av verktygen i säkerhetsanalysen och att till kommande analyser, bl. a. genom diskussioner med SKI och SSI, tydliggöra rollen för detta verktyg.

Fortsatt dialog

I den internationella granskningsgruppens rapport framförs synpunkten att det är angeläget med en fortsatt dialog mellan SKB, SKI och SSI om tolkningen av givna och kommande föreskrifter, bl. a. vad gäller riskbegreppet. SKB delar denna syn. Vad gäller riskberäkningar menar vi att det bör vara både rimligt och pedagogiskt att i kommande analyser beräkna risken som funktion av tid i stället för att som i SR 97 pessimistiskt i varje probabilistisk realisering söka den maximala konsekvensen i hela tidsintervallet upp till en miljon år efter förslutning. Diskussioner med SSI är planerade till hösten 2000.

Disclaimer

Som påpekas i remissvaret från Stockholms Universitet finns i underlagsrapporten TR-99-09 "Data and Data Uncertainties" en "disclaimer" som säger att SKB inte nödvändigtvis står bakom rapportens innehåll. Formuleringen är en standardfras som används i tekniska rapporter som författats av utomstående. Rapporten TR-99-09 behandlar indata till radionuklidtransport i SR 97 och utgör därmed en fundamental del av underlaget till analysen. SKB står till fullo bakom innehållet i denna rapport.

Erratum

I figurerna 9-46 och 9-47 och delar av diskussionerna kring dessa figurer i SR-97 Huvudrapport del II är utsläppen felaktigt för höga. Korrekta figurer och korrekt text finns i underlagsrapporten TR-99-23, figurerna 4-16 respektive 4-17.

Yttranden angående "Djupförvar för långlivat låg och medelaktivt avfall"

Även vid granskningen av SKB:s preliminära säkerhetsanalys av ett djupförvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall har många synpunkter av stort värde för det fortsatta utvecklingsarbetet framförts. Synpunkterna kommer att ingå i underlaget för att definiera det vidare arbetet med ett förvar för långlivat låg- och medelaktivt avfall.

Beträffande den internationella granskningen konstaterar vi att expertgruppen ser två möjliga planeringssammanhang mot vilka rapporten kan bedömas (fritt översatt från det som står under "Conclusions" i granskningsgruppens text):

- att detta är en preliminär utvärdering av egenskaper och design för ett förvar som inte kommer att behövas förrän om kanske 40 år och som kommer att lokaliseras på någon lämplig plats några decennier in i framtiden, eller
- att detta är ett förvar som behöver samlokaliseras med djupförvaret för använt bränsle och vars karaktär och funktion därför måste vara kända till en sådan detaljeringsnivå att beslut som kan inverka på stora delar av avfallsprogrammet ska kunna tas under de närmaste fem åren.

Vår långtidsplan kommer att redovisas i kompletteringen till FUD 98. Men redan nu kan vi bekräfta att lokaliseringen av SFL 3-5 inte är aktuell förrän tidigast om ca 30 år. Rapporten skall således granskas mot bakgrund av det första alternativet som expertgruppen anger.

Vi vill samtidigt passa på att hänvisa till sammanfattningsavsnittet i den preliminära säkerhetsanalysen (SKB R-99-59), där vi förklarar att syftet med den föreliggande studien är att: "...undersöka [den föreslagna] konstruktionens förmåga att fungera som barriär mot uttransport av radionuklider, samt att belysa betydelsen av förvarsplatsens läge [hydrogeologi, vattenkemi etc.]."

Med vänlig hälsning

SVENSK KÄRNBRÄNSLEHANTERING AB

Avdelningen Säkerhet och Teknik

Enheten för Säkerhet och Vetenskap


Tönis Papp