

SKI Rapport 00:38
SSI-rapport 2000:16

SKI:s och SSI:s gemensamma granskning av SKB:s Säkerhetsrapport 97

Sammanfattning

November 2000

Innehåll

1 Sammanfattning	3
Bakgrund till SR 97	4
2 Därför görs säkerhetsanalysen nu	5
2.1 Detta är en säkerhetsanalys	5
3 SR 97 – SKB:s redovisning	7
3.1 Syfte, avgränsningar och metod	7
3.2 Systembeskrivning	8
3.3 Scenarier	8
3.4 SKB:s slutsatser av SR 97	9
4 Myndigheternas granskning	10
4.1 Granskningens genomförande	10
4.2 Remissinstansernas synpunkter	10
4.3 Internationella expertgruppens bedömning	11
5 SKI:s och SSI:s sammanfattande bedömningar	13
5.1 Inledning	13
5.2 Underlag och tekniska förutsättningar för säkerhetsanalysen	13
5.3 Metoden för säkerhetsanalys	14
5.4 Uppfyllelse av säkerhets- och strålskydds krav	16
5.5 SR 97 som underlag för platsundersökningar och funktionskrav	16

1 Sammanfattning

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) har ett program för att lokalisera ett slutförvar för använt kärnbränsle i svensk berggrund.

Regeringen beslutade år 1996 att SKB ska genomföra en säkerhetsanalys av slutförvarets långsiktiga säkerhet innan man går vidare med nästa steg i programmet som innebär borrhningar i minst två kommuner (platsundersökningar). SKB har presenterat en sådan säkerhetsanalys i rapporten SR 97. Den utgör ett av underlagen i den omfattande redovisning som SKB ska göra när man föreslår platser för platsundersökningar.

Statens kärnkraftinspektion (SKI) och Statens strålskyddsinstitut (SSI) har granskat SR 97 med avseende på dess syften som är att demonstrera en metodik för säkerhetsanalys, påvisa att svensk berggrund kan ge ett säkert slutförvar med SKB:s metod, ge underlag för att precisera vilka faktorer som har betydelse i valet av plats samt härleda preliminära krav på de tekniska barriärernas funktion. Myndigheterna har därvid kommit fram till följande slutsatser:

- I SR 97 har det inte kommit fram några omständigheter som gör att geologisk slutförvaring enligt SKB:s metod skulle ha avgörande brister i förhållande till de krav på säkerhet och strålskydd som myndigheterna kräver.
- SR 97 innehåller de beståndsdelar som krävs för en allsidig belysning av säkerhet och strålskydd.
- SKB:s metodik för säkerhetsanalys har förbättrats inom flera viktiga områden, t.ex.

vad gäller dokumentation av processer och egenskaper som kan påverka slutförvarets funktion, och utveckling av modeller för säkerhetsanalysens beräkningar.

- Metodiken i SR 97 har en del brister, t.ex. när det gäller att ange vilka framtida händelser som säkerhetsanalysen ska beskriva. SR 97 har alltför lite behandlat ogynnsamma förhållanden som kan påverka ett slutförvars framtida säkerhet.
- SKB säger att resultaten av SR 97 använts i arbetet med att formulera krav och önskemål på berget vid ett slutförvar. Myndigheterna menar att det inte framgår av SR 97 hur detta har gjorts. Kopplingen mellan säkerhetsanalys och platsundersökningar bör förbättras.
- En säkerhetsanalys av ett slutförvar för använt kärnbränsle kommer alltid att vara behäftad med osäkerheter och brister i kunskapsunderlaget. Man blir då beroende av tillgång till experter som kan göra bästa möjliga bedömningar. SKB bör ta fram bättre procedurer för expertbedömningar.

Sammanfattningsvis konstaterar myndigheterna att delar av metodiken i SR 97 behöver utvecklas ytterligare och preciseras inför kommande steg i platsvalsprocessen. SKB:s utveckling av metoder för säkerhetsanalys är ett kontinuerligt arbete som bör fortgå under alla steg av utbyggnaden av ett slutförvar.

Efter granskningen av SR 97 och tidigare granskning av SKB:s FUD-program (Forsk-

ning-Utveckling-Demonstration), anser myndigheterna att KBS-3-metoden är en god grund för SKB:s kommande platsundersökningar och den fortsatta utvecklingen av de tekniska barriärerna.

Myndigheterna avser att återkomma med ytterligare synpunkter på vilken redovisning som behövs inför de olika stegen av SKB:s slutförvarsprogram i samband med kommande granskningar av SKB:s FUD-program.

Bakgrund till SR 97

Enligt kärntekniklagen ska reaktorägarna i Sverige på ett säkert sätt omhänderta och slutförvara det använda kärnbränsle och kärnavfall som uppkommit vid driften av kärnkraftverken. Denna uppgift har ägarna lagt på det gemensamt ägda bolaget Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB). SKB ska också genomföra den forskning som krävs för att utveckla en metod och finna en lämplig plats för ett slutförvar.

Det använda bränslets innehåll av radioaktiva ämnen kräver att det hålls isolerat från människor och miljö under en mycket lång tid. Huvudprincipen för hur avfallet ska tas omhand är, i Sverige liksom i de flesta andra länder som har kärnkraft, någon form av geologisk slutförvaring.

Myndigheterna Statens kärnkraftinspektion (SKI) och Statens strålskyddsinstitut (SSI) har ställt grundläggande krav för möjliga geologiska slutförvarsmetoder. Kraven innebär att risken för att människors hälsa och miljö ska skadas av strålning från ett slutförvar ska vara mycket låg.

För myndigheternas bedömning krävs en analys av slutförvarets långsiktiga säkerhet, en säkerhetsanalys. Det är myndigheternas granskning av en sådan preliminär säkerhetsanalys (SR 97) som presenteras här.

SKB ska dessutom upprätta en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) som redogör för den förmodade inverkan på människors hälsa och hur miljön kan påverkas.

2 Därför görs säkerhetsanalysen nu

I den pågående lokaliseringsprocessen med sex aktuella förstudiekommuner avser SKB att i december i år (2000) redovisa ett samlat underlag för att välja minst två platser för fortsatta undersökningar (platsundersökningar).

Regeringen beslutade den 19 december 1996 att SKB ska genomföra en säkerhetsanalys av slutförvarets långsiktiga säkerhet innan de går vidare med platsundersökningar och innan en ansökan om att få bygga en inkapslingsanläggning lämnas in.

SKB:s platsundersökningar kräver engagemang från kommunerna i platsvalsprocessen. På myndigheterna ställs krav att de ska bistå kommuner och andra berörda parter med en ingående bedömning av läget i SKB:s säkerhetsarbete. Myndigheterna får genom säkerhetsanalysen också ett underlag för att bedöma hur SKB:s platsundersökningsprogram är kopplat till säkerhetsarbetet, och till utvecklingen av systemets barriärer.

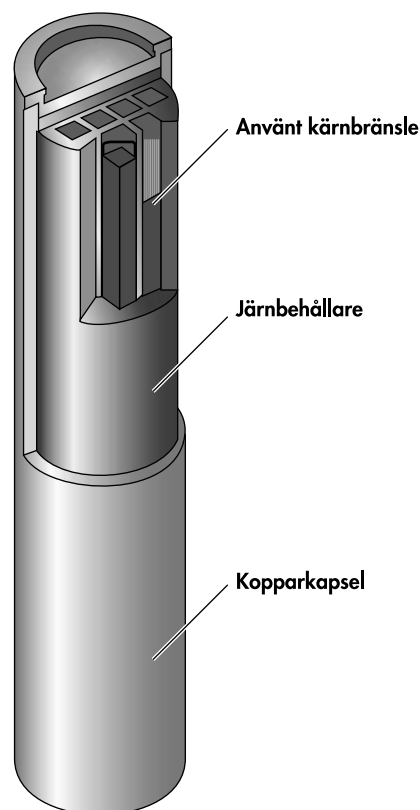
SR 97 är SKB:s redovisning av säkerhetsanalysen och den utgår från ett slutförvar av KBS-3-typ. Detta innebär att det använda kärnbränslet placeras i isolerande kopparkapslar med en gjutjärnsinsats. Kapslarna omges av bentonitlera i enskilda deponeringshål på 500 meters djup i granitisk berggrund.

2.1 Detta är en säkerhetsanalys

Säkerhetsanalysen i SR 97 är en metod för att identifiera och utvärdera risker och osäkerheter i slutförvaret för använt kärnbränsle. SKB:s säkerhetsanalys ska också visa förutsättningarna för att myndigheternas krav på säkerhet och strålskydd kan tillgodoses.

Den aktuella säkerhetsanalysen bygger på geologiska och matematiska modeller som beskriver berggrunden och scenarier i vilka man kan kombinera olika händelseförlopp och göra bedömningar av hur säkerheten i slutförvaret kan utvecklas i framtiden.

Risker för människan och miljön ska belysas med utgångspunkt i olika förhållanden, nu och i framtiden. Genom att analysera hur ett slutförvarssystem förväntas fungera under olika omständigheter (till exempel jordskalv, klimatförändringar, mänskligt intrång etc.) kan man bedöma de långsiktiga



Figur 1. I ett slutförvar av KBS-3-typ placeras det använda kärnbränslet i kopparkapslar med en gjutjärnsinsats.

effekterna på förvaret och vilka konsekvenser olika händelser kan få.

Med ett slutförvarssystem menas alla de komponenter och barriärfunktioner som behövs för att få ett väl fungerande förvar (kärnbränsle, kapsel, buffert av bentonitlera, återfyllning och berggrund). I en säkerhetsanalys ska också redovisas osäkerheter som finns i beräkningsmodeller och data samt hur dessa osäkerheter påverkar slutsatserna. Resultaten från säkerhetsanalysen är också viktiga för att göra ett slutförvarssystem säkrare.

En säkerhetsanalys görs inte bara inför den slutliga prövningen av ett slutförvar utan kan upprepas i olika skeden av utvecklingen av kärnavfallshanteringen. Sedan början av åttiotalet har kärnkraftindustrin redovisat tre säkerhetsanalyser (1983, 1991 och nu senast 1999). Dessa har granskats av myndigheterna.

Nya analyser görs i takt med att ny kunskap och nya data växer fram. I tidiga skeden av ett utvecklingsprogram behöver säkerhetsanalysen inte i detalj behandla alla frågor kring barriärerna och deras funktioner. Det är

däremot viktigt att den använda metoden för säkerhetsanalysen stämmer överens med de övergripande myndighetskraven och att metoden går att utveckla mot att uppfylla kraven vid kommande redovisningsstillfällen.

Framtida beslut där nya säkerhetsanalyser kan bli aktuella är främst i samband med ansökningar om att få uppföra en inkapslingsanläggning, att få genomföra en detaljundersökning (sänkning av schakt till förvarsdjup), att få ta i drift slutförvaret i olika steg.

Ett grundläggande krav på en säkerhetsanalys är att den kunskap som tagits fram gör troligt att ingen olöst fråga är så allvarlig att den omöjliggör byggandet av ett slutförvar som uppfyller de övergripande kraven på säkerhet och strålskydd. Senast i samband med en ansökan om att få bygga ett slutförvar ska analysen vara både fullständig och visa att ingen sådan olöst fråga kvarstår.

Säkerhetsanalysen har därmed en central roll dels som en successiv kontroll och uppföljning av SKB:s forskning, dels som beslutsunderlag för tillstånd för uppförande, innehav eller drift av kärntekniska anläggningar.

3 SR 97 – SKB:s redovisning

3.1 Syfte, avgränsningar och metod

I november 1999 överlämnade SKB den redovisning av säkerhetsanalysen som begärts av regering och myndigheter. Följande rapporter ingår:

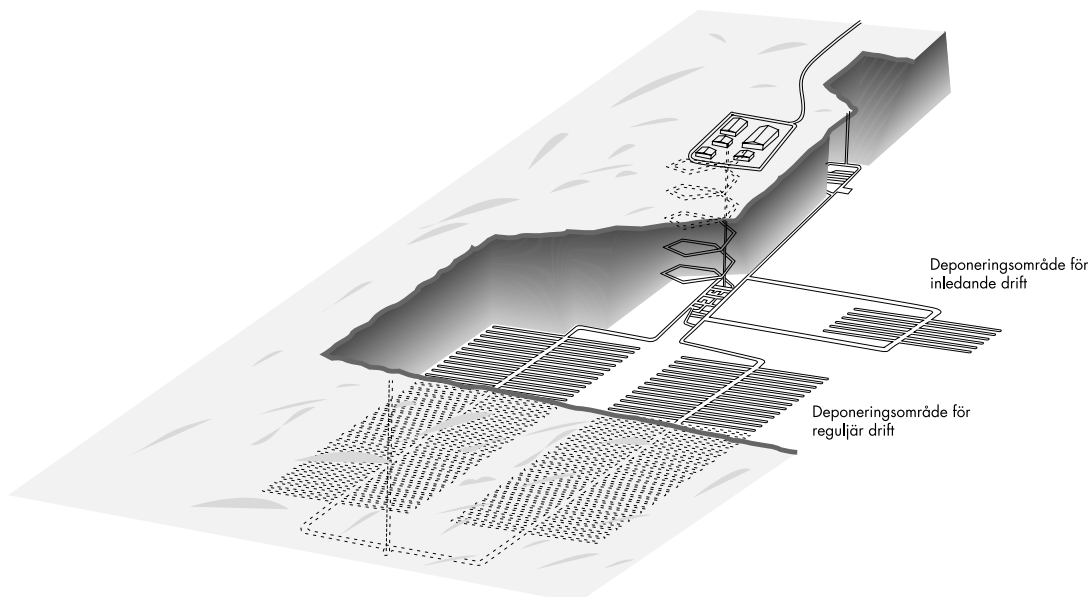
- SR 97 – Säkerheten efter förslutning (huvudrapport)
- SR 97 – Avfall, förvarsutformning och platser (underlagsrapport)
- SR 97 – Processer i förvarets utveckling (underlagsrapport)
- SR 97 – Data and data uncertainties (underlagsrapport)

SKB anger i huvudrapporten fyra konkreta syften med SR 97. Den ska ge underlag för att:

- demonstrera metod för säkerhetsanalys

- visa att möjligheten finns att finna en plats i svensk berggrund där KBS-3-metoden uppfyller de krav på långsiktig säkerhet och strålskydd som anges i SKI:s och SSI:s föreskrifter
- ge underlag för att härleda preliminära funktionskrav på kapseln och de övriga barriärerna
- 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 samt vilka övriga krav som bör ställas på en platsundersökning.

Vidare anger SKB att SR 97 utgör en fullständig säkerhetsanalys av KBS-3-metoden



Figur 2.
Principskiss över slutförvarets layout.

för slutförvaring av använt kärnbränsle utifrån geosfärdata från tre verkliga platser i Sverige. Rapporten redogör för förvarets långsiktiga säkerhet efter förslutning.

Annat långlivat avfall än använt kärnbränsle, till exempel hårdkomponenter från rivning av kärnkraftverk för vilket ett separat slutförvar planeras, omfattas inte av SR 97.

Den använda metoden i analysen bygger på att initialt beskriva förvarets egenskaper då det just förslutits och därefter analysera systemets förändring över tid till följd av dels inre processer i förvaret, dels yttre påverkan (*systembeskrivning*). Förvarssystemets framtida utveckling analyseras som fem händelseförlopp (*scenarier*).

3.2 Systembeskrivning

SKB redogör för det system av barriärer som KBS-3-förvaret är uppbyggt av (bränsle, kopparkapslar med insats av gjutjärn, bentonitlera och berggrund på 500 meters djup).

En systematisk analys kräver enligt SKB en beskrivning av alla kända inre förlopp av någon tänkbar betydelse, sambanden dem emellan och de egenskaper hos förvaret som respektive förlopp påverkar.

I systembeskrivningen delas förvaret in i de fyra systemdelarna; bränsle, kapsel, buffert/återfyllning och geosfär. För varje systemdel beskrivs alla kända termiska, hydrauliska, mekaniska och kemiska processer som har betydelse för förvarets utveckling och deras samverkan.

Tre hypotetiska förvarplatser analyseras i SR 97 för att illustrera verkliga förhållanden i svensk kristallin berggrund (Aberg, Beberg

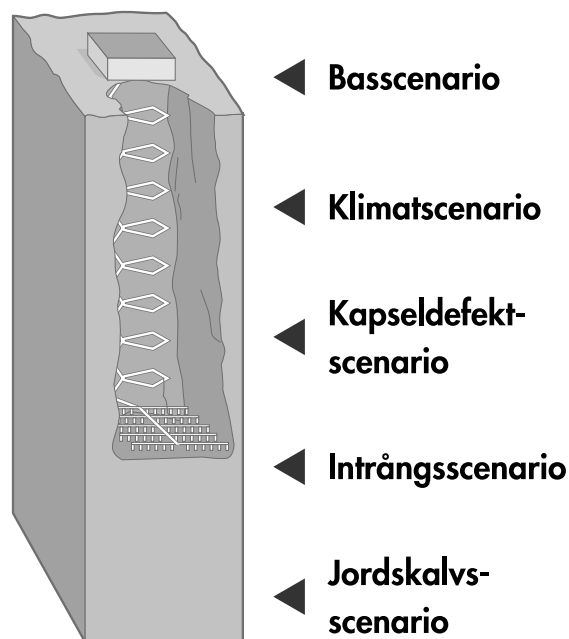
och Ceberg). Platserna representerar tre områden i stabil geologisk miljö och ligger relativt kustnära (Äspö i Småland, Finnsjön i Uppland och Gideå i Ångermanland).

3.3 Scenarier

Konsekvenserna av hur klimat, biosfär och samhället kan komma att förändras i framtiden analyseras i SR 97.

SKB utvärderar fem scenarier:

- ett basscenario där alla kapslar är felfria från början och där dagens förhållanden i omgivningen tänks bestå
- ett kapseldefektscenario med ett fåtal defekta kapslar



Figur 3. I basscenarioet består dagens förhållanden i omgivningen och alla kapslar är felfria från början. I SR 97 utgör basscenarioet det nolläge utifrån vilket alla andra scenarier jämförs.

- ett klimatscenario med framtida klimatförändringar
- ett jordskalvsscenario
- ett scenario med mänskliga handlingar som kan tänkas påverka slutförvaret.

3.4 SKB:s slutsatser av SR 97

SKB bedömer att förvarsutformningen (KBS-3) som analyseras i SR 97 utvecklats tillräckligt, att förståelsen för förvarets långsiktiga funktion är tillräcklig och att det finns tillräckliga säkerhetsmarginaler för att man ska ha en tillfredsställande grund för att genomföra platsundersökningar.

Enligt SKB ger förhållandena vid såväl Aberg, Beberg som Ceberg mycket stora

säkerhetsmarginaler för slutförvarets säkerhet. I klimatscenariot bedöms utvecklingen leda till att säkerheten bibehålls vid samtliga analyserade platser. Skillnaderna mellan de tre platserna anses av SKB vara så små att de inte har någon avgörande betydelse vid sammanvägning av alla de faktorer som påverkar lokaliseringen av ett slutförvar (till exempel teknik, ekonomi, användning av mark, ingrepp i miljö och konsekvenser för samhället).

SKB anser att SR 97 visar att ett säkert slutförvar för använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden kan byggas. Detta kan göras vid en plats där förhållandena liknar dem vid såväl Aberg, Beberg som Ceberg.

4 Myndigheternas granskning

4.1 Granskningens genomförande

Granskningen av SR 97 har skett i ett gemensamt projekt mellan SKI och SSI. I avsnitt 5 redogörs för myndigheternas bedömning.

En central del i SKI:s och SSI:s granskning har varit att bedöma SKB:s metod för att strukturera, genomföra och redovisa en säkerhetsanalys och hur denna metod har tillämpats i SR 97. Det gäller frågor om att identifiera och välja scenarier, om riskanalys, hur SKB valt data och modeller, hur osäkerheter i såväl data som modeller och scenarier har analyserats m.m.

För att bidra till såväl allsidighet som djup vid granskningen av SR 97 har OECD:s kärnenergibyrå, NEA (Nuclear Energy Agency), på uppdrag av SKI, låtit en internationell expertgrupp granska SR 97. Resultatet av den expertgruppens granskning har vägts in i SKI:s och SSI:s gemensamma bedömning. Expertgruppens slutsatser redovisas även separat nedan.

Även Statens råd för kärnavfallsfrågor (KASAM) har granskat och yttrat sig över SR 97. Därutöver har ca femton konsulter på uppdrag av SKI granskat olika delar av SR 97.

Samtliga remissinstanser till SKB:s ordinarie FUD-program (bl.a. förstudiekommuner, länsstyrelser och miljöorganisationer) har getts möjlighet att komma med synpunkter på SR 97. Totalt tolv yttranden har lämnats.

4.2 Remissinstansernas synpunkter

Remissinstansernas kommentarer till SR 97 berör till stor del frågor om de valda scenarierna och barriärerna kapsel, buffert och geosfär.

Statens råd för kärnavfallsfrågor, KASAM, konstaterar att SR 97 utgör en bra grund för att fortsätta arbetet med KBS-3-metoden och platsundersökningar men lämnar samtidigt ett antal synpunkter på SKB:s redovisning.

KASAM tar upp frågan om det uttalade syftet med SR 97 att fastställa platsvalskriterier, d.v.s. vilka egenskaper SKB anser måste finnas i berggrunden för ett säkert förvar. Med SKB:s säkerhetsanalys är det svårt att avgöra vilka platsvalskriterier för berggrunden som är utslagsgivande. SKB lägger för stor vikt vid de tekniska säkerhetsbarriärerna (kapsel och bentonitlera).

KASAM ställer sig också frågande till om SKB med sitt val av scenarier lyckats täcka alla relevanta områden som bör analyseras. Även om SR 97 främst ska belysa slutförvarets säkerhet efter förslutning så borde också omständigheter vilka medför att förvaret inte försluts ingå i säkerhetsanalysen.

KASAM önskar också analyser av landhöjningens effekter på berggrunden och om den kan utlösa kryprorelser i förvaret som påverkar kapslarna. Även effekterna av framtida klimatpåverkan på bufferten anser KASAM behöver undersökas bättre.

KASAM värdesätter att SKB utvecklat modellerna för att beskriva transport- och koncentrationsprocesser i biosfären. Enligt KASAM är redovisningen i SR 97 dock inte tillräckligt klar då en läsare inte kan följa hela beräkningskedjan som i slutändan medför ett dosbidrag till människor.

Bland övriga remissinstanser kan nämnas:

- **Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)** som i sitt yttrande önskar ett utförligare resonemang om hur SKB valt sina scenarier.
- **Sveriges geologiska undersökning (SGU)** framhåller att det tycks finnas ett orsakssamband mellan isavsmältning och förkastningsrörelser vilket borde föranleda mer forskning. SGU saknar en sammanställning och en analys av tillgängliga geologiska och hydrogeologiska data som skulle kunna ge viktig information om vilken bergartstyp och eller tektonisk miljö som generellt sett kan anses mest gynnsam för ett slutförvar. En slutlig säkerhetsanalys kan göras först när data har erhållits från den eller de platser som bedömts ha goda förutsättningar för ett slutförvar.
- **Stockholms universitet: Enheten för Paleogeofysik & Geodynamik** framför stark kritik mot att SKB inte väger in den kunskap som finns om stora jordskalv i samband med isavsmältning.

Fysiska institutionen menar att SKB:s riskanalys för radionuklidtransport är knapphändig men konstaterar att SKB har de nödvändiga verktygen för att genomföra sina säkerhetsanalyser. Dock borde riskanalysen varit mer komplett än den är i SR 97.

4.3 Internationella expertgruppens bedömning

Allmänna slutsatser

Expertgruppens bedömning är att SR 97 åskådliggör KBS-3-metodens potentiella säkerhet med hänsyn till förhållandena i svensk berggrund. Gruppen anser att dokumentationen generellt sett är välskriven och att argumenten är väl presenterade.

SKB:s önskemål att övergå till platsvalsfasen anses välgrundat. Men det behövs data från tänkbara slutförvarsplatser för att vidareutveckla och pröva utvärderingsmetoderna. Expertgruppen har i granskningsarbetet inte identifierat några frågor som behöver lösas innan SKB kan gå vidare med undersökning av tänkbara slutförvarsplatser.

Man konstaterar samtidigt att metoden för säkerhetsanalys behöver vidareutvecklas.

Observationer och rekommendationer

Förutsättningarna för granskningen omfattade ett antal givna frågor. Den internationella granskningsgruppens huvudsakliga observationer och rekommendationer som utgår från dessa frågor redovisas här. Expertgruppen anser att:

- SKB med slutförvarsmetoden KBS-3 utvecklat ett robust flerbarriärskoncept för isolering av avfallet. Expertgruppen konstaterar att SKB genomfört rigorösa tekniska och vetenskapliga undersökningar för att utvärdera och minska osäkerheterna och för att demonstrera säkerheten. Man

konstaterar vidare att SKB:s strategi är tillräckligt flexibel för ta tillvara framtida framsteg inom vetenskap och teknik som kan ske under den tid som programmet fortgår.

- att SR 97 är SKB:s första fullständiga säkerhetsanalys på över ett decennium. De konstaterar att oftare förekommande säkerhetsanalyser skulle underlätta snabbare utvärdering av betydelsen av utveckling inom vetenskap och teknik.
- att SKB:s arbete vilar på gedigen vetenskaplig grund och att ingen fråga har identifierats som skulle kunna underminera de övergripande slutsatserna i säkerhetsrapporten. Den konstaterar också att framtida förbättringar inom vissa identifierade områden skulle kunna ytterligare förbättra värdet av säkerhetsanalysen.
- att SR 97 innehåller en uppsättning scenarier som belyser väsentliga aspekter för den långsiktiga säkerheten, men konstaterar att det saknas motivering för varför man valt de aktuella scenarierna liksom ett resonemang som förklarar syftena med de olika scenarierna och i vilken mån de är representativa.
- att SKB har gjort ett lämpligt val av modeller och datorbaserade verktyg som kan användas och utvecklas på ett flexibelt sätt, men att det saknas dokumentation som visar hur processinformationen inarbetats i analysen.
- att SKB räknar med en begränsad riskuppskattning som utgår från deras egen tolkning av myndigheternas föreskrifter och att resultatets betydelse är osäkert. SKB behöver vidareutveckla de praktiska metoder som skulle kunna tillämpas för att beräkna riskerna samtidigt som den statistiska trovärdigheten bevaras.
- att SKB skulle vinna på ytterligare vägledning från myndigheterna när det gäller definition av risker och myndigheternas förväntningar.
- att SR 97 snarare är inriktad på att demonstrera säkerhet än att undersöka de detaljerade aspekterna av barriärfunktionerna. Gruppen anser därför att SKB i kommande säkerhetsanalyser bör lägga större tonvikt på mer realistiska beskrivningar av slutförvarets funktion. SKB bör också genomföra mer omfattande känslighets- och osäkerhetsanalyser vilket skulle kunna bidra till att stödja SKB i arbetet med att analysera vilka platsspecifika data de betraktar som mest signifikanta och som potentiellt kan erhållas i samband med platsundersökningar.

Expertgruppen har under granskningsarbetet inte identifierat några frågor som anses kunna hindra det tekniska genomförandet av KBS-3-metoden, men anser att det saknas en tydlig länk mellan resultaten från säkerhetsanalysen och utveckling av platsundersöknings- och lokaliseringskriterier.

5 SKI:s och SSI:s sammanfattande bedömningar

5.1 Inledning

Ett övergripande syfte med SKB:s analys SR 97 är att visa att KBS-3 som slutförvarsmetod har goda förutsättningar att uppfylla kraven på långsiktig säkerhet och strålskydd. Dessutom ska analysen visa att det finns möjligheter att i Sverige finna en plats som uppfyller kraven.

SKB framför i SR 97 att ”ett säkert djupförvar för använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden kan byggas vid en plats där förhållandena liknar dem som exemplifieras i tre exempel Aberg, Beberg och Ceberg”.

SKI:s och SSI:s granskning av SR 97 utgår från att slutförvaret ska uppfylla de krav på säkerhet och strålskydd som finns i myndigheternas forskrifter. Utöver detta granskar myndigheterna också andra mål som satts upp för rapporten, nämligen:

- Att redovisa metoden för säkerhetsanalys.
- Att visa vilka faktorer som är av betydelse för val av plats.
- Att visa vilka krav som ska ställas på barriärernas sätt att fungera.

SKI och SSI har efter granskningen av SR 97 inte funnit några hinder mot att geologisk slutförvaring enligt KBS-3-metoden skulle kunna uppfylla erforderliga säkerhets- och strålskyddskrav.

I nuvarande skede av SKB:s arbete med att utveckla KBS-3-metoden måste vissa delar av en säkerhetsanalys byggas på antaganden som utgår från dagens kunskaper när det gäller

konstruktion och drift av slutförvaret. Det saknas ju ännu data från till exempel platsundersökningar och kapseltillverkning.

Ett omfattande utvecklingsarbete kring de tekniska barriärerna bedrivs för närvarande av SKB. Granskningen av detta utvecklingsarbete ingår inte i myndigheternas granskning av SR 97 utan sker i andra sammanhang.

Myndigheternas granskning av SR 97 och fortsatt granskning av andra redovisningar från SKB kommer att lämnas till regeringen och kan leda till regeringskrav på SKB enligt kärntekniklagen.

5.2 Underlag och tekniska förutsättningar för säkerhetsanalysen

Grundläggande för SR 97 är fem scenarier som analyseras. Basscenariet utgår från att slutförvaret fungerar som planerat, kapslar med kärnbränsle är hela när förvarets försluts och de klimatologiska förhållandena är ungefär desamma som råder i dag.

Fyra olika typer av avvikelser analyseras i kapseldefektscenariot (vad händer om en kapsel är trasig), jordskalvsscenario, klimatscenariot och intrångsscenario (människor gör intrång eller åverkan på slutförvaret).

Antaganden om de tekniska barriärerna (kapsel och bentonitlera) samt berget som utgör en naturlig barriär är viktiga utgångspunkter för analyserna i SR 97.

I SKB:s kapseldefektscenario utgår man från ett exempel där en av kapslarna redan vid placeringen i slutförvaret antas vara skadad medan övriga kapslar antas vara hela.

Vidare antas i SR 97 att bentonitfyllningen

är felfri och utvecklas på ett likartat sätt kring alla kapslar i förvaret.

Med hänsyn till att forskningen om de tekniska barriärerna fortfarande pågår och att det finns ett behov av att ge återkoppling till utvecklingsarbetet med de tekniska barriärerna, anser myndigheterna att fler typer av kapsel-skador i slutförvaret borde ha utvärderats i SR 97. På samma sätt, anser myndigheterna, att SKB i framtida analyser bör redovisa betydelsen av möjliga fel i bentonitfyllningen och fyllningen av tunnlar och borrhål.

SKB har i SR 97 använt data från tre tidigare undersökta platser som, var och en, representerar geologiska miljöer som är vanliga i Sverige: Aberg (Äspö), Beberg (Finnsjön) och Ceberg (Gideå).

Tillgången på data från de tre platserna varierar men myndigheterna bedömer att dataunderlaget är tillräckligt för syftena med säkerhetsanalysen.

5.3 Metoden för säkerhetsanalys

Myndigheterna anser att SKB med SR 97 visat att man har tillgång till både kunskap och metoder som behövs för att utvärdera den långsiktiga säkerheten av ett slutförvar för använt kärnbränsle. Myndigheterna bedömer också att metoden som använts i SR 97 är bra för SKB:s fortsatta utvecklingsarbete med säkerhetsanalyser.

SR 97 innehåller de delar som enligt SKI:s förslag till föreskrifter om säkerhet vid slutförvaring av kärnavfall ska ingå i en säkerhetsredovisning. Ändå behöver metodiken i SR 97 vidareutvecklas ytterligare inför kommande tillståndsansökningar.

Inriktningen på säkerhetsanalysen

SKB har i SR 97 lagt stor vikt vid att de tekniska barriärerna fungerar som avsett.

Myndigheterna anser att detta också borde ha föranlett en mer ingående analys av de osäkerheter som är förknippade med de tekniska barriärerna och vad som händer med dem i slutförvaret, speciellt eventuella defekter och felfunktioner i kapsel och i buffert samt betydelsen av långsiktiga kemiska förändringar hos bufferten.

Enligt myndigheternas uppfattning är det nödvändigt att göra en utvärdering av sådant som är osäkert och svårt att förutsäga, både för att kunna uttala sig om behovet av berget som barriär och för att kunna ta fram krav på hur de tekniska barriärerna ska utformas.

Systembeskrivning

SR 97 innehåller en detaljerad och bra genomgång av de förlopp som kan påverka slutförvarets funktion. Dokumentationen visar på stora framsteg, men SKB bör tydliggöra argumenten för val av viktiga data och modeller och varför man inte behandlat vissa ogynnsamma förhållanden i riskanalysen.

Scenarier

De scenarier som utvärderats i SR 97 täcker enligt SKI och SSI de väsentliga händelser som kan påverka slutförvarets skyddsförmåga. Fortfarande saknas dock en tillräcklig analys av hur störningar i olika barriärer kan samverka.

SKB har inte tillräckligt belyst vilken påverkan framtida klimatförändringar kan ha på de tekniska barriärerna; på transporten av radio-

aktiva ämnen i berg och mark samt vilken betydelse jordskalv kan ha på slutförvarets skyddsförmåga.

En mer omfattande analys av osäkerhet, t.ex. alternativa klimatutvecklingar och flera möjliga fel i de tekniska barriärerna borde göras i framtida analyser.

Data och modeller

Myndigheterna bedömer att SKB inför genomförandet av SR 97 har tagit fram en allsidig uppsättning av modeller och data för säkerhetsanalysens behov. Det arbetet kan och bör utvecklas ytterligare efter en utvärdering av SR 97.

Myndigheterna ser positivt på att SKB söker skaffa kunskap om de komplicerade processer som påverkar trasiga kapslar i slutförvaret. Modellerna som använts i SR 97 behöver nu utvärderas och underbyggas ännu bättre inför framtida analyser. Korrosionsanalysen för hela kapslar behöver prövas ytterligare mot experiment och andra korrosionsmodeller. Dessutom bör SKB i korrosionsanalysen ta hänsyn till svetsfogen på kapslarna.

SKB utvärderar ett antal exempel på hur människan har exponerats av radioaktiva ämnen i olika ekosystem. Myndigheterna anser att SKB bör förbättra kunskapen om hur radioaktiva ämnen förs med grundvattnet från berget in i den marknära miljön. SKB bör också beakta att människor samtidigt kan erhålla stråldoser från dricksvattenbrunnar och andra delar av miljön, till exempel genom att äta jordbruksprodukter.

Mått på förvarets skyddsförmåga

Myndigheterna konstaterar att SKB på ett korrekt sätt tolkat SSI:s hälsoskyddskrav i föreskrifterna SSI FS 1998:1.

Bedömningen av miljöskyddet (effekter på djur och natur) är dock bristfälligt i SR 97. Myndigheterna är dock medvetna om att SKB aktivt arbetar med frågan. Det finns en stark förväntning på SKB att ta ytterligare initiativ inom området.

SKB anger att man inte tillgodoräknar sig utspädning av radioaktiva ämnen och spridning i biosfären som en säkerhetsfunktion, bl.a. med hänvisning till svårigheterna att förutsäga biosfärens framtida utveckling. Samtidigt framstår just utspädning i biosfären som en avgörande faktor vid bedömningen av konsekvenserna av klimatscenariot.

Myndigheterna anser att SKB i samråd med myndigheterna bör precisera biosfärens roll inför framtida säkerhetsanalyser.

Riskanalyser och beräkningar

Myndigheterna bedömer att SKB i sitt scenario med skadad kapsel har tagit fram en uppsättning av beräkningsfall som på ett rimligt sätt beskriver hur förvarets olika barriärfunktioner samverkar samt illustrerar möjliga konsekvenser av läckage från en defekt kapsel. Samtidigt kan osäkerheten i analysen ytterligare bearbetas.

Analysen av tänkbara risker (sannolikheten för att något händer och konsekvenserna av det) är bra men metodiken måste utvecklas ytterligare för att uppfylla myndigheternas krav.

Myndigheterna saknar en särskild redovisning av slutförvarets skyddsförmåga för det korta tidsperspektivet (0 – 1 000 år efter förslutning) som anges i SSI:s föreskrifter för slutligt omhändertagande.

Expertbedömningar

En säkerhetsanalys av ett slutförvar för använt kärnbränsle kommer alltid att vara behäftad med osäkerheter och brister i kunskapsunderlaget. Myndigheterna anser att SR 97 innehåller en bra genomgång och beskrivning av de processer som kan påverka slutförvarets funktion men uppmanar samtidigt SKB att i större utsträckning på ett dokumenterat sätt låta olika experter granska de viktigaste underlagen och antagandena innan säkerhetsanalyserna färdigställs.

5.4 Uppfyllelse av säkerhets- och strålskyddskrav

Myndigheterna har efter granskningen av SR 97 inte funnit några hinder mot att geologisk slutförvaring enligt KBS-3-metoden skulle kunna uppfylla erforderliga säkerhets- och strålskyddskrav.

Efter granskningen av SR 97 och tidigare granskning av SKB:s FUD-program (Forskning-Utveckling-Demonstration), anser myndigheterna att KBS-3-metoden är en god grund för SKB:s kommande platsundersökningar och den fortsatta utvecklingen av de tekniska barriärerna.

Men det krävs ett detaljerat dataunderlag från platsundersökningar och mer omfattande praktiska erfarenheter från tillverkning

och provning av de tekniska barriärerna innan en mer utförlig bedömning av KBS-3-metoden kan ske.

Det är dessutom nödvändigt att SKB kompletterar och vidareutvecklar sina metoder för säkerhetsanalys och då tar hänsyn till myndigheternas granskning av SR 97.

5.5 SR 97 som underlag för platsundersökningar och funktionskrav

SKI och SSI bedömer att SR 97 givit SKB ett underlag för det fortsatta arbetet med platsundersökningsprogram och funktionskrav. Myndigheterna konstaterar dock att SR 97 inte innehåller någon djupare diskussion om vad resultaten av säkerhetsanalysen betyder för platsundersökningsprogrammet och funktionskraven på de tekniska barriärerna.

SKB hänvisar istället till att resultaten från SR 97 tas om hand i separata projekt; bl.a. i projekt för utveckling av platsundersökningsprogram, formulering av krav och önskemål på berget och översyn av funktionskrav och konstruktionsförutsättningar för kapseln och de övriga barriärerna.

Myndigheterna avser därför att återkomma till dessa frågor i samband med granskningen av SKB:s kompletterande redovisning av FUD-program 98 och senare i samband med granskningen av SKB:s FUD-program 01.

Myndigheternas granskning har genomförts av en projektgrupp med representanter från avdelningarna för kärnavfallssäkerhet och för avfall och miljö på SKI respektive SSI. Följande personer har ansvarat för textframställningen (ansvar och huvudsakliga kompetensområden inom parentes):

SKI:

Björn Dverstorp (projektledare och redaktör; hydrogeologi, metoder för säkerhetsanalys)
Fritz Kautsky (klimat och jordskalv-tektonik)
Christina Lilja (kapsel, korrosion och värmeutveckling)
Bo Strömberg (använt bränsle, geokemi och radionuklidtransport)
Öivind Toverud (geologi och buffert)
Magnus Westerlind (regelverk och beslutsprocess)
Stig Wingefors (regelverk och systembeskrivning)

SSI:

Mikael Jensen (SSI:s projektledare; riskkriterier, mänsklig påverkan)
Leif Moberg (biosfärsprocesser och miljöskydd)
Anders Wiebert (scenario- och riskanalys)

Därutöver har flera experter på respektive myndighet konsulterats av projektgruppen, bl.a. Carl-Magnus Larsson, Rodolfo Avila, Synnöve Sundell-Bergman och Åsa Wiklund från SSI och Benny Sundström från SKI.