

KASAM

STATENS RÅD FÖR
KÄRNAVALLSFRÅGOR
National Council for Nuclear Waste



STATENS OFFENTLIGA
UTREDNINGAR



Säkerhetsanalys av slutförvaring av kärnavfall – roll, utveckling och utmaning

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



STATENS OFFENTLIGA
UTREDNINGAR

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

Säkerhetsanalys av slutförvaring av kärnavfall

Roll, utveckling och utmaning

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

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

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

Omslag: Miljöinformation AB
Foto omslag: Sem Larsen

EDITA VÄSTRA AROS
Stockholm 2007-05-14
ISSN 1653-820 X

Förord

Statens råd för kärnavfallsfrågor (KASAM) har funnit det lämpligt att i en fördjupning till 2007 års rapport om kunskapsläget på kärnavfallsområdet (SOU 2007:38) behandla säkerhetsanalysen. Rapporten har titeln *Säkerhetsanalys av slutförvaring av kärnavfall – roll, utveckling och utmaning*.

Denna fördjupningsrapport innehåller bidrag från personer som är verksamma inom KASAM. Rapporten har utarbetats inom en arbetsgrupp bestående av Kjell Andersson (konsult), Sören Norrby (konsult), Eva Simic (sekreterare) och Clas-Otto Wene (ledamot och sammankallande).

KASAM har inte tagit ställning i detalj till innehållet i fördjupningsrapporten, men finner att det sammantaget ger en både komplex och fascinerande bild av problematiken kring kärnavfallet.

Stockholm i maj 2007

Kristina Glimelius
Ordförande

Innehåll

1	Inledning.....	7
2	Tre decennier av säkerhetsanalys	11
2.1	Säkerhetsanalysens strategiska roll har drivit på dess utveckling	11
2.2	”Pionjärtiden” – identifiering av processer och bergets egenskaper	13
2.3	FoU prioritering – internationella beräkningsmetoder.....	14
2.4	Systematisering	15
2.5	Konsolidering – förberedelser för ett skarpt läge	16
3	Metodik.....	19
3.1	Begreppen risk och säkerhet	19
3.2	Vad är en säkerhetsanalys?	21
3.3	Säkerhetsanalysens metod	23
3.4	Säkerhetsanalysens roll i beslutsprocessen.....	26
4	Myndigheternas överväganden och krav	29
4.1	Bakgrund	29
4.2	Viktiga aspekter i myndigheternas krav i samband med analys av slutförvarets säkerhet.....	30

4.3	Enskilda frågor av betydelse	32
4.4	Slutsatser	36
5	Reflektioner och slutsatser	39
5.1	Säkerhetsanalysens element	39
5.2	Myndighetskraven	40
5.3	Säkerhetsanalysens roll enligt strålskyddslagen, kärntekniklagen och miljöbalken	42
5.4	Kommunikation av säkerhetsanalysen	42
5.5	KASAM:s roll	44
6	Referenser	45

1 Inledning

Säkerhetsanalysen har huvudrollen i arbetet att demonstrera långsiktig säkerhet hos ett slutförvar i svensk berggrund för använt kärnbränsle och högaktivt reaktoravfall. Kraftindustrins gemensamma företag Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) räknar med att inge sin ansökan om att få bygga ett slutförvar under 2009. I denna ansökan kommer säkerhetsanalysen av det projekterade förvaret på den föreslagna platsen att vara ett av de viktigaste elementen. Den kommer att granskas av de båda statliga myndigheterna Statens kärnkraftinspektion (SKI) och Statens strålskyddsinstitut (SSI), förmodligen med stöd av omfattande nationell och internationell expertis. Beslutet att ge eller inte ge tillstånd att bygga fattas av regeringen. Det är ett politiskt beslut med stora konsekvenser både för berörda kommuner och för den nationella energipolitiken. Ett politiskt beslut av denna omfattning kräver ett brett deltagande av alla berörda och ställer därför krav på att innebörden av säkerhetsanalysen kan klargöras och diskuteras utanför experternas krets. Denna skrift är ett försök att förklara de grundläggande dragen i säkerhetsanalysen.

När SKB gör sin säkerhetsanalys för ansökan 2009 och när SKI och SSI granskar denna kan de utnyttja ett internationellt metodutvecklingsarbete som pågått i över tre decennier. Metodutveckling av säkerhetsanalysen har bedrivits inom de flesta kärnkraftsnationer med kontinuerligt utbyte av erfarenheter mellan forskare och experter, genom direkt samarbete och genom OECD:s kärnkraftsenhet Nuclear Energy Agency (NEA).

Kraven (en "helt säker" slutförvaring) i den s.k. villkorslagen 1977 medförde att säkerhetsanalytiskt arbete kom igång tidigt i Sverige med engagemang från både industrin och myndigheterna. Framför allt SKI, men även SSI, blev drivande också i det internationella utvecklingsarbetet. Sverige har ständigt legat långt

framme och tidvis varit ledande i utveckling av säkerhetsanalytiska metoder.

Utmaningarna för säkerhetsanalysen är många. Denna ska bedöma och sammanfoga information från ett mycket stort antal vetenskapliga områden. Informationen ska användas för att värdera riskerna för skador på människor och miljö från slutförvaret under en extremt lång tidsperiod – upp till en miljon år. Detta innebär bland annat att man måste identifiera alla processer och händelser, som under denna långa tidsperiod kan utgöra ett hot mot de olika barriärernas förmåga att hindra eller fördröja transporten av radionuklider från bränslet till människan och hennes miljö. Bränslets egna egenskaper, inkl. dess ringa löslighet i grundvatten, utgör en första barriär mot spridning, medan kopparkapseln är en annan – och den viktigaste ”konstruerade barriären”. Berget är den viktigaste ”naturliga barriären”. Säkerhetsanalysen måste – med utgångspunkt från egenskaperna hos barriärerna samt de processer och händelser som kan påverka dessa egenskaper – identifiera alla möjliga vägar som radionukliderna kan transporteras. I säkerhetsanalysen ingår också att, med hjälp av olika beräkningsmetoder, värdera sannolikheterna för skador på människor och miljö. Transportvägarna i biosfären kan späda ut radionukliderna, men också koncentrera dessa så att även små läckage från slutförvaret kan få konsekvenser för liv och hälsa.

Kvaliteten på säkerhetsanalysen i SKB:s ansökan måste kontrolleras mycket noga. Det gäller exempelvis fullständigheten i beskrivningen av processer, händelser och barriäregenskaper, vilka kan tänkas påverka förvarets funktion. Beräkningarna för exempelvis vattenrörelser genom förvaret måste verifieras, dvs. man måste kontrollera att sökanden korrekt har beräknat effekterna av alla naturliga processer som påverkar vattenrörelserna på den valda platsen - med de egenskaper förvaret kommer att få när det är förslutet. Myndigheterna ställer upp kriterier och normer som förvaret ska uppfylla för att anses säkert och en viktig del av myndighetsgranskningen är att kontrollera att SKB tolkat och applicerat dessa kriterier och normer på ett korrekt sätt. Men växelverkningarna mellan barriäregenskaper, processer och händelser under den långa tidsperioden är mycket komplexa. Även efter omfattande forskning och utveckling under tre decennier finns det osäkerheter kvar beträffande beskrivningen av processer, händelser och barriäregenskaper, liksom beträffande beräkningarna av förvarets förmåga att hindra radionuklider att läcka ut och skada

människa och natur. Det åligger sökanden att ringa in dessa osäkerheter och visa att dessa sammantaget inte är ett hinder för bedömningen av förvarets säkerhet.

Ansvar för granskningen av säkerhetsanalysen vilar på SKI och SSI, vilka förberett sig för denna uppgift dels genom att initiera egen metodutveckling och göra egna säkerhetsanalyser, dels genom att bygga upp ett omfattande kontaktnät av nationella och internationella experter. Ansvar för beslutet att bygga eller inte bygga ett föreslaget förvar ligger dock, som redan påpekats, på landets politiska instanser, och ytterst på regeringen. Även om granskningen kräver komplexa analyser, måste därför själva granskningsprocessen vara tydlig och transparent och vara möjlig att följa för berörda medborgare, som också måste ha tillfällen att ställa frågor under processens gång.

Det följande kapitlet diskuterar säkerhetsanalysens roll och utveckling från mitten av 1970-talet fram till idag. Kapitel 3 beskriver hur säkerhetsanalysen genomförs idag och kapitel 4 ger myndigheternas krav på analysen. Slutsatser och reflektioner finns i kapitel 5.

2 Tre decennier av säkerhetsanalys

2.1 Säkerhetsanalysens strategiska roll har drivit på dess utveckling

Mitten av 1970-talet är en naturlig startpunkt för en diskussion om utvecklingen av säkerhetsanalysen för slutförvaring av använt kärnbränsle och högaktivt kärnavfall. Ansvarsfördelningen mellan stat och reaktorägare reglerades så att industrin fick ett tydligt ansvar för slutförvaring av kärnavfallet med SKI och SSI som tillsynsmyndigheter. En ny myndighet, från 1985 benämnd Statens kärnbränslenämnd (SKN) fick från den tidpunkten uppgiften att granska industrins forsknings- och utvecklingsprogram kring slutförvaringen¹. SKN lades ner år 1992 och större delen av dess verksamhet överfördes till SKI.

Villkorlagen gjorde demonstration av ett ”helt säkert” slutförvar till en avgörande fråga för start av nybyggda kärnkraftverk och lyfte från början säkerhetsanalysen till en strategisk fråga för kärnkraftsindustrin. Kravet att garantera ett ”helt säkert” slutförvar inför ett regeringsbeslut har försvunnit, men kravet att demonstrera ett *tillräckligt* säkert slutförvar kvarstår och säkerhetsanalysen har förblivit en strategisk verksamhet.

Fokus för verksamheten, dvs. de speciella frågor som säkerhetsanalysen ska besvara, har skiftat under de tre decennier som gått sedan mitten av 1970-talet, från frågor om möjlighet att bygga ett säkert slutförvar någonstans i svenskt urberg, till prioritering av forsknings- och utvecklingsverksamhet (FoU) och till projektering av slutförvar på en utvald plats. Ansvarsfördelningen mellan stat

¹ Myndigheten hade ursprungligen inrättats 1981 under namnet Nämnden för hantering av använt kärnbränsle (NAK). Dess huvuduppgift var att administrera det finansieringssystem i statlig regi som då hade införts. Men inom NAK följde man också industrins forsknings- och utvecklingsarbete kring kärnavfallsfrågorna.

och industri har varit densamma under de tre decennierna, men aktörernas roller i den *säkerhetsanalytiska processen* har skiftat. Vid sidan av rikspolitiker och beslutsfattare i myndigheter och industri framstår nu kommunala myndigheter och kommunmedborgare som viktiga frågeställare och mottagare av information. Under de första åren tog industrin initiativet till *utveckling av säkerhetsanalytisk metodik*, men under 1980- och 1990-talen kom en stor del av metodikutvecklingen att drivas av myndigheterna. Under senare delen av 1990-talet återgick initiativet till industrin.

Diskussionen om metodikutvecklingen förenklas om man håller i minnet att en säkerhetsanalys principiellt innehåller tre element och att det är kring dessa element som utvecklingen koncentreras:

- *Normativ del*, som ger normer och kriterier som ska uppfyllas.
- *Beskrivande del*, som identifierar processer, händelser och egenskaper som styr utvecklingen av förvaret.
- *Beräkningsdel*, som gör det möjligt att få en tänkbar bild av förvarets utveckling i tiden.

Man kan se beräkningsdelens uppgift som att knyta ihop den normativa och den beskrivande delen, dvs. att visa att ett förvar som styrs av de identifierade processerna, händelserna och egenskaperna uppfyller eller inte uppfyller de givna normerna och kriterierna. Innehållet i den beskrivande delen och i beräkningsdelen är sökandens ansvar – man kan säga att i ansökan så "äger" SKB dessa två delar. Myndigheterna granskar de båda delarna, exempelvis fullständigheten i den beskrivande delen och korrektheten i beräkningarna, och godkänner eller underkänner SKB:s arbete. Den normativa delen ägs dock av samhället - SKI och SSI har genom politiska beslut fått uppdraget att förvalta ägandet av den delen. Detta gör de genom att ställa upp kriterier och normer för slutförvaret baserade dels på vetenskap och beprövad erfarenhet, dels på myndigheternas tolkning av de risker samhället anser sig kunna acceptera. Givna kriterier och normer tolkas av SKB och myndigheterna granskar och korrigerar tolkningen. En intressant fråga är hur man ska se på den normativa delen när myndigheterna överlämnat ärendet till beslut av regeringen. Därigenom övergår ansvaret för nästa steg i beslutsprocessen till det politiska systemet (regeringen), som ska avgöra om byggandet av det föreslagna slutförvaret är förenligt med de risker samhället anser sig kunna acceptera. Efter beslut kan regeringen ge myndigheterna förnyat

mandat att förvalta den normativa delen (t ex meddela villkor). Detta förfarande klargör det politiska systemets roll att precisera och legitimera de risker som samhället kan acceptera från ett slutförvar.

Det unika kravet på slutförvaret är att det ska vara säkert under en exceptionellt lång tid, upp till en miljon år. Den långa tidsrymden ger stora *osäkerheter* exempelvis beroende på om man fått med och korrekt beskrivit alla naturliga processer, om man tagit hänsyn till händelser med låg sannolikhet men stora konsekvenser, om beräkningarna är riktiga och om de givna normerna och kriterierna är relevanta. Diskussionen om effekterna av dessa osäkerheter är en del av säkerhetsanalysen, och studier av olika sätt att hantera osäkerheterna är en del av metodikutvecklingen. Vi återkommer till detta i kap. 3.

Nedan görs en översiktlig genomgång av säkerhetsanalysens olika faser under tre decennier. Förhoppningen är att denna översikt ska ge en bakgrund för bättre förståelse av diskussionerna om dagsläget beträffande metodik och myndighetskrav i de två följande kapitlen.

2.2 "Pionjärtiden" – identifiering av processer och bergets egenskaper

Tiden från mitten av 1970-talet fram till början av 1980-talet karaktäriseras av strävan att få fram ett legitimt och effektivt koncept för slutförvar. SKBF (föregångaren till SKB) leder användning och utveckling av säkerhetsanalys. Målet är att identifiera processer och egenskaper hos urberget som styr förvarets säkerhet. Analysen omfattade styrka, svagheter, möjligheter och hot mot de olika barriärerna: bränslet > kapseln > fyllnadsmaterialen > berget². En milstolpe är säkerhetsanalysen i KBS-1 rapporten som låg till grund för ansökan år 1978 enligt den s.k. villkorslagen att få starta reaktorn Ringhals 3. Detta är första gången all tillgänglig kunskap samlas i en säkerhetsanalys för ett slutförvar. Förslaget byggde på att man skulle upparbeta bränslet utomlands och sedan förvara det förglasade högaktiva avfallet i den svenska berggrunden. De närmaste åren efter KBS-1 övergavs upparbetningslinjen i det svenska programmet till förmån för direkt-

² Den här typen av analys brukar beskrivas med sin engelska akronym, SWOT- analys (strengths, weaknesses, opportunities, threats)

deponering av det använda kärnbränslet, dvs. slutförvaring utan föregående behandling enligt KBS-3 metoden.

2.3 FoU prioritering – internationella beräkningsmetoder

När tillstånd år 1984 skulle ges för de två senaste reaktorerna (Oskarshamn 3 och Forsmark 3) hade villkorslagens krav på en "helt säker" slutförvaring ersatts av krav i kärntekniklagen på att slutförvaringen ska ske på "ett säkert sätt" (10§). Denna ändring avspeglar inte en sänkning av kraven utan gjordes för att få ett mer vetenskapligt korrekt och rimligt uttryckssätt. Av den proposition som ligger till grund för kärntekniklagen framgår att det för tillstånd till laddning av reaktorer ska "krävas att reaktorinnehavaren visat en godtagbar metod med hänsyn till säkerhet och strålskydd för hantering och slutförvaring" av bl.a. det använda kärnbränslet (prop. 1983/84:60 s. 46). Till detta kom en paragraf (12 §) om att reaktorägaren skulle ha presenterat ett program för den forsknings- och utvecklingsverksamhet (FoU) som behövdes för att realisera en säker slutförvaring.

Påvisandet av en godtagbar metod (KBS-3) skulle alltså kompletteras med fortsatt FoU. Förväntningarna var också stora på säkerhetsanalysens förmåga att ge vägledning för prioritering av denna FoU. Därefter har regelbundna FoU program (senare Fud-program) presenterats enligt lagens krav. Vid vissa tillfällen har SKB också presenterat nya säkerhetsanalyser. Säkerhetsanalysens styrning av FoU-arbetet har emellertid inte blivit lika uppenbar som många förväntade sig vid 1980-talets mitt.

Vid början av 1980-talet påbörjades på SKI en kraftfull satsning på utveckling av metodik för säkerhetsanalys. Idén var att säkerhetsanalysen skulle vara det centrala instrumentet där all kunskap om slutförvaringens olika aspekter samlades för prövning av säkerheten. Det var särskilt viktigt för SKI att ha kompetens och resurser just på detta område för att kunna ställa de kritiska frågorna till SKB. Satsningen var långsiktig och syftade ända fram till prövning av en ansökan för slutförvaret. Meningen var också att SKI genom att behärska säkerhetsanalysen skulle kunna identifiera särskilt viktiga frågor att föra fram i Fud-granskningen. Genom åren har denna satsning av SKI följts av en motsvarande förstärkt funktion också hos SSI.

SKI och SSI övertog således i ett skede rollen som drivande i utvecklingen av säkerhetsanalysen. Fokus var på *beräkningsdelen* med en serie av internationella projekt för validering av beräkningsmodeller och genomförande av hela beräkningskedjan i en säkerhetsanalys. Dessa projekt, t.ex. HYDROCOIN, INTRAVAL och BIOMOV³ ökade den samlade kunskapen om modellernas möjligheter och begränsningar samtidigt som de var ett effektivt medel att tillföra de svenska myndigheterna kompetens på området.

2.4 Systematisering

SKI:s satsning på "egna" säkerhetsanalyser började med Projekt-90 och kulminerade med SITE 94. Genom dessa projekt byggde framförallt SKI upp en egen kapacitet på området. Även om man inte hade alla resurser inom myndighetens väggar så byggde man upp en kapacitet att genom egna insatser, svenska och utländska konsulter och andra internationella experter behärska hela beräkningskedjan. Framsteg som gjorts på andra håll, främst i Sandia National Research Laboratories och OECD/NEA, kunde "tas hem" och appliceras på svenska förhållanden. Inom SITE 94 gjordes en ansats att överföra rådata från provborrningar och mätningar (från platsen för Äspölaboratoriet) hela vägen fram till indata för säkerhetsanalysens modeller för grundvattenströmning och transport av radionuklider i berget.

En drivkraft bakom SITE 94 var att så långt möjligt systematisera och formalisera den beskrivande delen och beräkningsdelen. Ett inslag var att s.k. FEP-databaser introducerades, vilket följde den internationella utvecklingen på området. "FEP" står för Features (förvaregenskaper), Events (händelser) och Processes (processer). Avsikten är att dessa databaser ska innehålla information om alla förvaregenskaper, händelser och processer som kan tänkas påverka förvarets utveckling och säkerhet. Sambandet mellan olika FEPs kan åskådliggöras genom matriser eller s.k. influensdiagram. FEP-databaserna utgör grunden för den beskrivande delen av säkerhetsanalysen. Metoder utvecklades också för att beskriva kopplingen mellan de modeller som användes för

³ Projektet syftade till att kvalitetssäkra beräkningsmodeller för grundvattenströmning, migration av radioaktiva ämnen i berget och deras spridning i biosfären bland annat genom att jämföra beräkningsresultat med experiment.

att beräkna effekten av olika FEPs på förvaret. Informationsflödet mellan modellerna kan åskådliggöras i diagramform, s.k. Assessment Model Flowchart, AMF. Ett stort steg togs också mot en systematisk hantering av olika sorters osäkerheter (se nästa avsnitt). Tanken var att systematisering och formalisering av säkerhetsanalysen skulle skapa förutsättningar för en samlad kvalitetskontroll av framtida säkerhetsanalyser.

2.5 Konsolidering – förberedelser för ett skarpt läge

SITE 94 är den senaste säkerhetsanalysen som tagits fram av myndigheterna. Resurserna måste sedan koncentreras på att granska SKB:s Fud-program och de säkerhetsanalyser som SKB tog fram liksom att granska SKB:s platsundersökningsprogram som påbörjades under år 2002. SKB har å sin sida, sedan början av 1990-talet, genomfört ett omfattande utvecklingsarbete med det yttersta syftet att skaffa de kunskaper och resurser som behövs för att ta fram den säkerhetsanalys som ska ligga till grund för en ansökan om att anlägga ett slutförvar – SR-Site. Arbetet har resulterat i flera viktiga säkerhetsanalyser och metodrapporter som alla granskats av myndigheterna SKI och SSI:

- Säkerhetsanalysen SKB 91 hade som syfte att granska hur den långsiktiga säkerheten i ett slutförvar påverkas av förvarsplatsens geologiska egenskaper. Rapporten, som använde data från Finnsjön i norra Uppland, gav också en grund för SKB:s fortsatta arbete med att systematisera säkerhetsanalysens alla steg.
- I SR 95 presenterade SKB en mall för hur kommande säkerhetsanalyser skulle läggas upp.
- Säkerhetsanalysen SR 97 tillkom som ett svar på regeringens och myndigheternas begäran att SKB skulle presentera en säkerhetsanalys av ett slutförvars långsiktiga säkerhet med syftet ”– att göra troligt att KBS-3-metoden har goda förutsättningar att uppfylla de säkerhets- och strålskydds krav som SKI och SSI preciserat de senaste åren”⁴. Geologiska data hämtades från Äspö, Finnsjön och Gideå i Ångermanland. SR-97 mötte en hel del kritik från SKI och SSI som menade att metodiken i SR-97 hade brister, t.ex. i att avgöra vilka scenarier som skulle ana-

⁴ Yttrande över Svensk kärnbränslehantering ABs FUD-program 98 för kärnkraftsavfallens behandling och slutförvaring,, SKI referens 5.8-981066, sid 2 (se även SKI Rapport 99:15).

lyseras. Man menade också att kopplingen mellan säkerhetsanalys och platsundersökningar borde förbättras.

- År 2004 presenterade SKB en interimrapport av säkerhetsanalysen SR-Can (SKB rapport TR-04-11) som till stor del handlade om att demonstrera metodiken för den säkerhetsanalys som ligger till grund för SKB:s ansökan om att bygga en inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle (SR-Can).
- År 2006 presenterade SKB SR-Can (SKB rapport TR-06-09), som är ett viktigt steg i riktningen mot den slutliga säkerhetsanalysen SR-Site, som ligger till grund för SKB:s ansökan om att bygga slutförvaret. Myndigheternas granskning av SR-Can pågår.

Arbetet med SR-Can har skett parallellt med platsundersökningarna vid Forsmark och Oskarshamn och resultatet har blivit den första platsspecifika säkerhetsanalysen där det är möjligt att jämföra egenskaper på olika platser och deras påverkan på beräkningsresultaten. Fokus har alltså gradvis flyttats från FoU och scenarier med generiska data (allmängiltiga data som framtagits under liknande eller snarlika förhållanden på andra ställen) till förberedelser inför en licensieringsprocess. Utmaningen är att på ett kvalitetskontrollerat sätt avbilda verkliga data från verkliga platser i de säkerhetsanalytiska modellerna. Detta har inneburit en tyngdpunkt på *den beskrivande delen* av säkerhetsanalysen.

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

De förbättrade och alltmer detaljerade säkerhetsanalyserna har gjort det allt mer krävande att kommunicera säkerhetsanalysen med personer utanför kretsen av experter. Detta har skett samtidigt som säkerhetsanalysen fått just lekmän som nya ”kunder” – inte minst politiker och allmänhet i platsundersökningskommunerna. Vi återkommer till denna problematik i nästa kapitel.

3 Metodik

3.1 Begreppen risk och säkerhet

Risk är i dagligt tal sannolikheten för att något oönskat ska inträffa. I begreppet ingår dock också följderna (konsekvenserna) av att det oönskade inträffar. En del risker har hög sannolikhet men liten konsekvens – med andra är det tvärtom. När man t.ex. genomgår en röntgenundersökning på sjukhuset vet man att man får en liten dos som medför en litet risktillskott (att få cancer senare i livet). I detta fall är sannolikheten för att få dosen 100 procent – men utan den skulle ju undersökningen vara meningslös. Å andra sidan är konsekvensen försumbar för individen. Man kommer inte att kunna visa att vederbörande fått cancer som ett resultat av undersökningen även om den alltså ger ett litet bidrag till risken. När man sätter sig i ett flygplan för att resa på semester är riskprofilen den motsatta – sannolikheten för att råka ut för en flygolycka är mycket liten, men om det händer är konsekvenserna ofta katastrofala.

Sannolikhet och konsekvens har alltså båda betydelse för våra riskbedömningar och i professionella sammanhang definieras risk som sannolikheten för skadliga händelser multiplicerat med den genomsnittliga skadan (eller konsekvensen) av den. På det personliga planet gör vi riskbedömningarna nästan rent intuitivt. Det kan också hända att vi nedvärderar risken mer eller mindre medvetet eftersom vi gärna vill göra något särskilt eller har svårt att avstå från en vana.

Situationen är annorlunda när det gäller risker som vi får oss påtvingade utifrån – t.ex. av en industrianläggning i vår närhet eller globala risker som klimatförändringarna. Experter vill ofta jämföra sådana risker med de risker vi tar i vårt liv som individer. Då kan oviljan att acceptera utifrån kommande risker, vilka rent matema-

tiskt kan vara mycket mindre än frivilliga risker, lätt ses som irrationell. Ur individens synpunkt kan det emellertid vara rationellt att ta större risker på det personliga planet än de risker som är påtvingade. En annan faktor av betydelse är om vi själva kan påverka konsekvenserna av en oönskad händelse eller inte. Man kan också skilja på risker där vi själva har fördelarna och sådana där vi bara får ta en risk, utan egen fördel. Våra riskvärderingar innehåller alltså inte bara sannolikhet och konsekvens utan också olika värderingar. Om risken är frivillig eller ofrivillig, om vi tror oss kunna påverka konsekvenserna eller inte, om risken infaller nära i tiden eller långt bort och vilka fördelar som finns förknippade med den aktivitet som medför risken är bara några av tänkbara värderingsunderlag. De beslut som ska tas om slutförvaret innehåller riskvärdering på både expertnivå och politisk nivå, och innehåller alla dessa komponenter, dvs. den matematiska definitionen av risk, värderingar samt hur den enskilde uppfattar risken från ett slutförvar (riskperception).

Begreppet *säkerhet* handlar om frånvaron av risk, men det kan också betyda visshet om att alla rimliga åtgärder har vidtagits för att undvika onödiga risker. Vi känner oss säkra när vi vet att man gjort vad man kunnat för undvika riskerna och när vi har förtroende för dem som har ansvar för detta. Inom kärnavfallsområdet görs säkerhetsanalyser för att man ska kunna bedöma om slutförvaret möter t.ex. SSI:s riskkriterium (dvs. den matematiska definitionen av risk). Men det räcker inte med att analyserna visar på detta utan man måste ha förtroende för hela den säkerhetsanalytiska processen. Det är här det vidare begreppet "safety case" kommer in i bilden.

Den totala säkerhetsbedömningen av ett slutförvar (på engelska används ofta beteckningen "safety case"¹) kommer att byggas upp av en mängd argument. Givetvis kommer säkerhetsanalysens resultat att vara en central del. Lika viktigt som de kvantitativa resultaten är dock den kvalitativa bedömningen av allt det arbete som ligger bakom säkerhetsanalysen: kvalitén i den bakomliggande forskningen, kvalitetssäkringen av analysens olika steg och hur resultaten presenteras. Därtill kommer allt det som ligger utanför säkerhetsanalysen, t.ex. robustheten i slutförvarets system av

¹ Begreppet "safety case" kommer ursprungligen från reaktosäkerhetsområdet. Det finns ingen enkel svensk översättning till detta begrepp. För mer information se rapporten "Post-closure Safety Case for Geological Repositories", OECD/NEA, 2004.

barriärer, kvalitetskontroll av barriärerna och säkerhetskulturen hos dem som bygger förvaret.

3.2 Vad är en säkerhetsanalys?

Riskbedömningar bygger oftast på erfarenhet. Vi vet t.ex. att sannolikheten för en flygolycka är extremt liten. Rökning och biltrafik är andra områden där det finns statistik som gör att riskerna är relativt väl kartlagda. När det gäller slutförvar för kärnavfall är riskbedömningen svårare eftersom det inte finns erfarenheter att bygga på. Inte nog med det - de långa tider (hundratusentals år) som tas med i bedömningen gör den unik. Vad man kan göra är att med mer eller mindre teoretiska metoder beräkna risken. Det är dock inte bara bristen på erfarenhet och den extrema tidsskalan som gör säkerhetsanalysen för slutförvar unik. Det system som måste analyseras är mycket komplext – det innehåller frågor om geologi, hydrologi, geokemi, materialvetenskap, seismologi, radioaktiva ämnen och strålning m.m. Kunskaper från alla dessa områden måste integreras i beräkningarna.

Dessvärre är det inte så enkelt att man kan beräkna en bestämd risk från slutförvaret. Problemet är att många möjliga händelser måste tas med i beräkningen och varje händelse har sin egen sannolikhet och konsekvens – i många fall är det mycket svårt, för att inte säga omöjligt, att beräkna sannolikheter för möjliga händelser. SKB måste ändå kunna visa att SSI:s krav på riskbegränsning med stor sannolikhet kan uppfyllas. I *säkerhetsanalysen* försöker man systematiskt analysera alla tänkbara händelseförlopp. Det gäller att söka svar på följande tre frågor:

- Vilka händelseförlopp är möjliga?
- Vilka blir konsekvenserna?
- Hur stor är sannolikheten för olika händelseförlopp?

Möjliga händelseförlopp i slutförvaret och dess omgivning måste alltså identifieras. I säkerhetsanalysen kallas händelseförloppen för *scenarier*. Ett scenario är att slutförvaret fungerar ungefär som det är tänkt och att barriärerna är intakta under hundratusentals år. Ett annat scenario är att någon eller några kapslar har en defekt som ger utläckage av radioaktiva ämnen i ett tidigt skede. Ytterligare ett scenario är att en jordbävning efter en framtida istid skadar delar av förvaret - ett annat är mänskligt intrång i förvaret.

Händelseförloppen för olika scenarier beskrivs med matematiska modeller som omfattar grundvattenströmning, korrosion, transport av radioaktiva ämnen m.m. För att kunna genomföra de beräkningar som ingår i säkerhetsanalysen krävs också data – både s.k. generiska data och platsspecifika data. De platsspecifika data fås från de pågående platsundersökningarna som SKB genomför i Forsmark och Oskarshamn/Laxemar, medan generiska data fås från andra studier i fält eller laboratorium. Säkerhetsanalyserna blir alltmer platsspecifika ju längre SKB kommer i sina platsundersökningsprogram. För en platsspecifik säkerhetsanalys, som ju krävs i detta fallet då två platser (Forsmark och Laxemar) ska ställas mot varandra och den lämpligaste av de två ska väljas, krävs framför allt platsspecifika data. I viss mån kan det dock fortfarande behövas generiska data om platsundersökningarna inte har givit ett tillräckligt underlag.

Säkerhetsanalysen baseras på en beskrivning av de nuvarande förhållandena i geosfären och biosfären som i sin tur baseras på de resultat som framkommit från platsundersökningarna. Målet är dock att uppskatta dos/risk upp till en miljon år efter förslutning. Hur geosfären och biosfären ser ut så långt in i framtiden kan vi inte veta med någon större säkerhet. Antaganden måste därför göras. Det är också oundvikligt att beräkningarna i säkerhetsanalysen innehåller *osäkerheter*. De kan vara av fem slag:

1. *Systemosäkerheten* beskriver hur väl man har lyckats beskriva systemet, dvs. hur komplett den FEP-databas är som man har definierat.
2. *Scenarieosäkerheten* beror på att man inte kan veta om man beaktat alla händelser av betydelse som borde vara med i de scenarier man analyserar.
3. *Modellosäkerheten* innebär att de modeller som används för utvärdering av scenarierna inte helt säkert beskriver alla relevanta processer (grundvattenströmning, korrosion, transport av radioaktiva ämnen mm) på ett riktigt sätt. Ett sätt att hantera modellosäkerheter är att använda olika modeller för att beskriva systemet. Om olika modeller ger samma resultat kan man ha större förtroende för att vi förstår processerna tillräckligt bra än om de ger olika resultat.
4. *Parametersäkerheter* är osäkerheter i värden på enskilda parametrar som finns i modellerna. Parametersäkerheter hanteras

ofta i beräkningarna genom att täcka in dem med ett brett spann av värden.

5. *Osäkerhet på grund av den rumsliga variationen* hos de parametrar som används för att beskriva bergets barriärfunktion (t.ex. gällande vattenströmning).

Dessa osäkerheter kan kopplas till två av de tre elementen i säkerhetsanalysen definierade i Kap 2: systemosäkerheten, scenario-osäkerheten och osäkerheten pga. den rumsliga variabiliteten hos parametervärdena hör ihop med det beskrivande elementet medan modellosäkerheten och parameterosäkerheten tillhör det beräknande elementet.

3.3 Säkerhetsanalysens metod

Varje säkerhetsanalys måste utvärdera betydelsen av den brist på kunskap som återspeglas i dessa osäkerheter. Det viktiga är att man kan visa att alla större osäkerheter har behandlats och att deras inverkan på beräkningsresultaten kommer fram. Givetvis måste man så långt det är möjligt minska osäkerheterna t.ex. genom att göra mer ingående undersökningar av platsen för ett slutförvar. Det är emellertid oundvikligt att det finns kvar osäkerheter även när beslut ska tas. Det gäller därför att man kan uppskatta olika osäkerheter och förstå hur de kan påverka resultaten. När man inte kan avgöra storleken av en osäkerhet genom mätningar får man tillgripa olika metoder för *expertbedömning*. En annan metod är att göra pessimistiska ansatser i beräkningarna, dvs. man använder modeller och parametervärden som ger större beräknad risk än mer realistiska, men osäkra, värden. Då ökar möjligheten att man är ”på den säkra sidan”.

Man måste skilja på osäkerheter som beror på ofullständig kunskap och på osäkerheter som beror på naturliga variationer. De förra kan minskas genom ökad kunskap men så är inte fallet med osäkerheter som beror på naturliga variationer. T.ex. kan bergets genomsläpplighet för grundvatten variera mycket över ett slutförvarsområde. Man måste således skilja mellan variation, som innebär att en parameters värde varierar mellan olika ställen, och parameterosäkerhet, som innebär att parametern har ett visst värde som inte är helt fastställt.

Det är viktigt att ha systematiska *metoder för att identifiera och strukturera osäkerheter*, och för att hantera dem genom säkerhetsanalysens olika led på ett spårbart sätt. Det finns två olika tänkbara ansatser till att hantera de osäkerheter som uppstår när de tre frågorna ska besvaras. Ett sätt är att försöka göra en så fullständig uppsättning av scenarier som möjligt och för varje scenario beräkna dess konsekvens och sannolikhet. Om man då också kunde uppskatta alla de osäkerheter och naturliga variationer som ingår i beräkningarna så skulle man kunna beräkna en dos med osäkerhetsintervall för varje scenario. Om man slutligen kunde ange sannolikheten för varje scenario så skulle man teoretiskt kunna beräkna den totala risken från ett slutförvar. Detta kallas den *probabilistiska* metoden.

Den andra metoden, som kallas *deterministisk*, utgår från ett mindre antal scenarier vars konsekvenser (stråldoser) tillsammans kan bedömas täcka in de flesta tänkbara förloppen. Om alla scenarier ger acceptabla doser så kan man anta att slutförvaret fungerar på ett säkert sätt. Dessvärre kan man inte heller med denna metod komma undan att uppskatta sannolikheter. Det kommer alltid att finnas osannolika, men tänkbara, scenarier med stora konsekvenser. För att kunna väga in dem i den totala säkerhetsbedömningen måste man ta hänsyn till sannolikheten för att de ska inträffa.

I olika länder lägger man olika tonvikt på den probabilistiska respektive den deterministiska metoden. Man ska dock inte överdriva skillnaden mellan de två metoderna eftersom man i båda fallen måste göra rimlighetsbedömningar om antalet scenarier är tillräckligt stort. Det finns ett inslag av sannolikhetsbedömning även i den deterministiska metoden, och slutligen beräknas konsekvenserna med samma typ av modeller. I Sverige låg tyngdpunkten länge helt på den deterministiska metoden. Ju längre kärnavfallsprogrammet har kommit desto mer har det varit möjligt att få data till probabilistiska beräkningar, medan scenarieosäkerhet och modellosäkerheter fortfarande måste hanteras deterministiskt. I praktiken har säkerhetsanalysen därför kommit att utvecklas till att bli allt mer probabilistiskt präglad men med betydande deterministiska inslag.

Ett exempel på hur en säkerhetsanalys kan genomföras är den metodik SKB använder i SR-Can. Man har här valt att definiera och använda tio steg:

1. Identifiering av faktorer som kan ha betydelse för säkerheten: I detta steg identifieras alla faktorer som ska ingå i analysen. Man använder sig här av FEP-databaser.
2. Beskrivning av slutförvarets initialtillstånd: Beskrivningen av slutförvarets initialtillstånd bygger på specifikationer för dess utformning, en platsbeskrivande modell och en platsspecifik layout av förvaret.
3. Beskrivning av externa faktorer: De externa faktorerna delas in i de tre kategorierna klimatrelaterade frågor, storskaliga geologiska processer och effekter samt framtida mänskliga handlingar.
4. Beskrivning av processer: Baserat på den tidigare FEP-analysen (steg 1) identifieras de processer som ska ingå i analysen. För varje process dokumenteras en generell beskrivning, den tidsperiod processen har betydelse för andra kopplade processer och hur den hanteras i säkerhetsanalysen.
5. Angivande av säkerhetsfunktioner: Här definieras ett antal säkerhetsfunktioner och hur dessa säkerhetsfunktioner kan utvärderas med hjälp av ett antal parametrar som i princip är mätbara eller kan beräknas.
6. Sammanställning av data för beräkningarna.
7. Definition och analys av förvarets ”referensutveckling” som utgör en möjlig utveckling av förvaret. I detta steg definieras och analyseras referensfallet. Man analyserar bl.a. systemets isolerande och fördröjande (vid ett eventuellt läckage från kapslarna) funktioner.
8. Val av scenarier: I detta steg definieras ett huvudscenario i enlighet med SKI:s föreskrifter SKIFS 2002:1. Ett antal ytterligare scenarier definieras som fokuserar på att analysera de säkerhetsfunktioner som definierades i steg 4, men även ytterligare scenarier som måste utredas enligt SKI:s föreskrifter.
9. Analys av valda scenarier: I detta steg beräknas ett riskbidrag (till den totala uppskattade risken som sedan ska jämföras med SSI:s riskkriterium) för varje scenario.
10. Slutsatser: Här integreras resultaten från de olika analyserna och en bedömning görs om man uppfyller myndigheternas

krav. Här sker även en återkoppling till design, fortsatta platsundersökningar och fortsatta forsknings- och utvecklingsaktiviteter (Fud-programmet).

Dessa steg kan i sin tur delas in i de tre stegen/elementen som anges i avsnitt 2.1. Steg 1–4 utgör det beskrivande elementet, steg 5 hör till det normativa elementet och steg 6–7 utgör det beräknande elementet. I SKB:s steg 8 och 9 sker sedan hantering av scenarie-osäkerheterna.

3.4 Säkerhetsanalysens roll i beslutsprocessen

Resultaten från säkerhetsanalysen används i första hand för att bedöma om den valda slutförvarsmetoden och den valda platsen uppfyller myndigheternas krav (se kap. 4), men de ger även återkoppling till fortsatta platsundersökningar, forskning och utformning av slutförvaret. Säkerhetsanalysen är en del av det beslutsunderlag som ska granskas av myndigheter och andra aktörer. Ytterst blir den underlag för de politiska beslut som ska fattas av regering och kommunfullmäktige i aktuell kommun. Arbetsgången kan kortfattat beskrivas med följande steg:

- SKB lämnar in säkerhetsanalysen som en del av underlaget för beslut om slutförvarets lokalisering för att visa hur slutförvaret motsvarar säkerhetskraven som de finns uttryckta i myndigheternas föreskrifter.
- Myndigheterna SKI och SSI granskar säkerhetsanalysen som en del av ansökan. I denna granskning involveras myndigheternas egna experter, deras remissinstanser och olika expert- och konsultgrupper. Uppgifter i granskningen är att analysera och bedöma SKB:s metodik för analysen, hur data har använts, hur myndighetskraven har tolkats, etc.
- Om SKI (efter hörande av SSI) kommer fram till att det finns brister i säkerhetsanalysen kan myndigheten begära in kompletteringar från SKB. Om man finner att resultaten inte motiverar slutsatsen att slutförvaret blir tillräckligt säkert kan SKI avslå ansökan.
- Om SKI (efter hörande av SSI) finner att SKB:s förslag till slutförvar motsvarar kraven överlämnas ärendet till regeringen för beslut, sannolikt med förslag till villkor.

- Aktuell kommun tar del av SKI:s granskningsutlåtande, vilket blir en central del av kommunens beslut att tillstyrka ansökan eller ej (det s.k. vetobeslutet i miljöbalksärendet).
- Regeringen beslutar i ärendet.

Detta, förutom den näst sista tidpunkten, är beslutsprocessen enligt kärntekniklagen. Parallellt med den löper ett miljöbalks-ärende där det finns krav på att ”bästa möjliga teknik” och att en ”lämplig” plats ska väljas. Även SSI ställer liknande krav, men medan miljöbalken ställer separata krav på ”bästa möjliga teknik” och ”lämplig plats” så är platsvalet en del i SSI:s krav på ”bästa möjliga teknik”. I säkerhetsanalysen kopplas den valda slutförvarsmetoden (dvs. tekniken) till en plats’ specifika egenskaper och en helhetsbedömning kan göras.

Frågan är nu hur man ska se på säkerhetsanalysen som beslutsunderlag. Är den en ren expertprodukt vilket skulle innebära att SKI:s beslut i denna del inte behöver ifrågasättas av de politiska instanser som i stället har att ta hänsyn till andra faktorer, som miljöbalkens allmänna hänsynsregler, politiska förhållanden i aktuell kommun m.m. Eller ingår även säkerhetsanalysen och därmed granskningen av densamma, i ett underlag som kan innehålla politiska värderingar? I det senare fallet ställs helt andra krav på att politikerna och därmed även allmänheten, måste ges insyn i säkerhetsanalysen.

4 Myndigheternas överväganden och krav

4.1 Bakgrund

I miljöbalken anges övergripande krav om skyddet av miljön. Miljöbalken innehåller också krav på hur samrådsprocesser i anslutning till ansökningar om nya anläggningar och verksamheter ska genomföras. Dessa samrådsprocesser ska även tillämpas för ansökningar enligt kärntekniklagen. I miljöbalken ställs bl.a. krav på att bästa möjliga teknik (BAT) ska användas liksom redovisning av alternativa utformningar av de anläggningar en ansökan omfattar.

Mer detaljerade krav på kärntekniska anläggningar och verksamheter ställs i speciallagstiftning genom strålskyddslagen och kärntekniklagen.

Strålskyddslagstiftningen omfattar alla typer av joniserande strålning och har sin tillämpning inom sjukvård, industri och forskning och omfattar även naturlig strålning. Strålskyddslagstiftningen tar sikte på att skydda dem som arbetar med strålning, men också patienter och allmänhet och även vår miljö, dvs. alla som kan komma att utsättas för strålning.

Kärnteknisk verksamhet regleras också genom kärntekniklagen, en lag som har sin utgångspunkt i de tekniska aspekterna, dvs. hur en kärnteknisk verksamhet ska bedrivas så att anläggningar och verksamheter inte ger upphov till olyckor eller skeenden som kan skada människa och miljö. Kärntekniklagen reglerar också frågor om kärnämne (material som kan användas för utvinning av kärnenergi) och ställer krav på en säker hantering.

Utöver detta finns även EU-direktiv och internationella konventioner (bl.a. den s.k. kärnavfallskonventionen från 1997) som på olika sätt kommit att påverka svensk lagstiftning. Under denna konvention redovisas regelbundet vid särskilda konferenser hur de

länder som anslutit sig till konventionen uppfyller de ställda kraven, bl.a. gällande hur radioaktivt avfall tas om hand.

I stort förefaller de svenska regulativa kraven (lagar, föreskrifter, allmänna råd etc.) vara i rimlig överensstämmelse med andra länders krav. Denna harmonisering kan ses som en följd av ett omfattande internationellt samarbete om säkerhet och strålskydd, framför allt inom ramen för olika internationella organisationer såsom NEA, IAEA och EU, men också i andra former.

Ansvarig myndighet enligt kärntekniklagen är Statens kärnkraftinspektion (SKI) och ansvarig strålskyddsmyndighet är Statens strålskyddsinstitut (SSI). Myndigheterna har rätt att meddela Föreskrifter och att utfärda Allmänna råd. Föreskrifterna är bindande, medan de allmänna råden endast har vägledande karaktär. SKI:s föreskrifter utgår från det tekniska systemet och ställer krav på inneslutning av radioaktiva ämnen och på begränsning av eventuell spridning om sådan ändå sker. SSI:s föreskrifter tar sikte på att skydda människa och miljö genom att ställa krav på optimering av strålskyddet och vilken risknivå som inte får överskridas.

4.2 Viktiga aspekter i myndigheternas krav i samband med analys av slutförvarets säkerhet

Hur ser myndigheterna på utnyttjandet av säkerhetsanalysen?

SKI och SSI ser båda säkerhetsanalysen som ett mycket viktigt instrument både för inriktning, styrning och kontroll av programmet. Som nämnts i kapitel 2 har myndigheterna varit pådrivande för att SKB ska utveckla säkerhetsanalytisk metodik (modellutveckling, kompetens, kapacitet) samt till internationell peer review m.m.

Är myndigheternas krav konsistenta och kompletterande eller motstridiga och överlappande?

Myndigheterna har avstämt sina föreskrifter så att de ska vara konsistenta och inte motstridiga. Myndigheternas krav är avsedda att komplettera varandra.

Även om myndigheternas krav i första hand är kompletterande så är de i viss mån överlappande vilket kan skapa intryck av att myndigheterna har olika uppfattning i olika frågor (ett exempel är

tidsperspektiven, se nedan). Önskemål (framför allt från kommuner) om bättre samordning av myndighetskrav och myndighets-samarbete har framförts.

Ger myndigheternas föreskrifter tolkningsföreträde till SKB?

Att myndigheternas föreskrifter ger tolkningsföreträde till SKB har ibland hävdats från olika håll. Det kan framhållas att i myndigheternas Föreskrifter ställs krav, men i de Allmänna råden ges upplysningar bl.a. i form av exempel på hur kraven kan mötas. Det finns dock möjligheter för sökanden (i detta fall SKB) att visa att även andra vägar kan finnas att uppfylla kraven än de myndigheterna pekar på i sina Allmänna råd. SKB ska tolka föreskrifterna och visa att kraven tillgodoses, men detta bör inte ses som ett tolkningsföreträde, utan snarast beskrivas som en tolkningsskyldighet. Under alla omständigheter kommer SKB:s tolkning att granskas av myndigheterna, som därmed har det sista ordet.

Tydlighet i regelsystemet nödvändigt

Det är naturligtvis önskvärt att regelsystemet är så tydligt att spelutrymmet för tolkningar begränsas vad gäller kravnivån för säkerhet och strålskydd. Föreskrifterna bör dock inte vara så snäva att de inte medger olika vägar för att visa att t.ex. en metod uppfyller kraven (se syftet med myndigheternas allmänna råd). Kraven bör vara definierade (så långt det går) *innan* en verksamhet inleds (t.ex. platsval och metodval). Nu kan inte detta synsätt drivas alltför långt eftersom nationell och internationell kunskap och erfarenhet utvecklas med tiden och rimligtvis måste tillåtas ge genomslag även i myndighetsföreskrifter.

Är det för lite insyn/transparens i de diskussioner som förs mellan myndigheter och SKB angående tolkningen av föreskrifter?

Denna fråga har ibland väckts vid olika diskussioner om myndigheternas krav. Myndigheter och SKB hävdar att vissa diskussioner mellan myndigheterna och SKB måste få föras utan att representanter från kommuner och miljöorganisation finns närvarande. Dessa möten (möten som alltså inte är delar av samrådsprocessen enligt

MB:s regler, utan avstämningsmöten inom ramen för SKB:s Fud-program) dokumenteras i anteckningar som blir offentliga efter mötena. Uttrycket ”samråd” för de kontakter som löpande behövs mellan myndigheter och SKB har alltså här en annan mening än i miljöbalken vilket lett till missförstånd. När detta sagts vill KASAM ändå framhålla att det är mycket viktigt att det finns en god insyn i de diskussioner som förs mellan myndigheter och SKB t.ex. angående tolkningen av föreskrifter.

4.3 Enskilda frågor av betydelse

SKI och SSI ställer båda krav på säkerhetsanalysens struktur – Hur har SKB svarat upp mot dessa krav i säkerhetsanalysen SR-Can (tolkning och genomförande)?

I rapporten SR-Can redovisar SKB sin syn på hur säkerhetsanalysen för slutförvaret KBS-3 bör struktureras och genomföras. SR-Can föregicks av en preliminär rapport som publicerades 2004 (SKB rapport TR-04-11). Denna rapport granskades av både SSI och SKI (se den gemensamma granskningsrapporten SKI-rapport 2005:06/SSI-rapport 2005:03) och de synpunkter som myndigheterna framförde har SKB i stor utsträckning tagit hänsyn till i SR-Can. Om det finns kvarstående eller nya anmärkningar kan inte nu besvaras. Detta blir en fråga för den granskning av SR-Can som både myndigheterna och KASAM kommer att vara engagerad i det närmaste året.

SSI:s föreskrifter innehåller framför allt ett hälsoskyddskriterium i form av risk - den årliga risken ska understiga en på miljonen. Hur ska detta kunna visas? Hur långt har SKB kommit?

SSI har i sina föreskrifter (SSI FS 1998:1) angett att för att slutförvar ska kunna accepteras så ska utformningen vara sådan att ”den årliga risken för skadeverkningar (dödlig cancer) efter förslutning blir högst 10^{-6} (se riskkategori 6, tabell 3.1, Riskperspektiv på slutförvaring av kärnavfall – individ, samhälle och kommunikation, KASAM Rapport 2007:4) för en representativ individ i den grupp som utsätts för den största risken” (5 §). Detta motsvarar en dosgräns på ca 0,01mSv/år, dvs. ca 1 procent av den naturliga bakgrundsstrålningen.

SSI har vidare föreskrivit:

10 § En bedömning av ett slutförvars skyddsförmåga skall redovisas för två tidsperioder av sådana storleksordningar som framgår av 11-12 §§. Redovisningen skall innefatta ett fall, som utgår ifrån att de biosfärförhållanden som råder vid tiden för ansökan om tillstånd för uppförande av slutförvaret inte förändras. Osäkerheter i gjorda antaganden skall redovisas och tas hänsyn till i bedömningen av skyddsförmågan.

11 § För de första tusen åren efter förslutningen skall bedömningen av slutförvarets skyddsförmåga baseras på kvantitativa analyser av effekterna på människors hälsa och miljön.

12 § För perioden efter tusen år efter förslutning skall bedömningen av slutförvarets skyddsförmåga baseras på olika tänkbara förlopp för utvecklingen av slutförvarets egenskaper, dess omgivning och biosfären.

Tidsperioder: SSI gör en åtskillnad mellan tidsperioderna före respektive efter de första tusen åren när det gäller riskanalysen (den ska genomföras för alla tider men resultaten ska användas på olika sätt). Däremot ska alla tidsperioder ges lika stor betydelse i optimeringen.

Klimatutveckling: SSI:s allmänna råd ger i avsnittet ”Val av scenarier” en struktur för riskanalysen som måste komma att påverka SKB:s arbete på ett märkbart sätt, särskilt med avseende på klimatutvecklingar. SSI säger bl.a. att riskanalysen bör baseras på ett antal möjliga klimatutvecklingar – en fullständig glaciationscykel och effekter av glaciala jordskalv ska ingå.

Optimering och BAT: Enligt SSI bör erfarenheter från riskanalyser och utvecklingsarbetet med slutförvaret löpande utnyttjas för optimeringen och för att ta hänsyn till bästa möjliga teknik.

Mänsklig påverkan: SSI ger i sina allmänna råd bestämda riktlinjer för hur SKB ska redovisa scenarier för framtida oavsiktlig mänsklig påverkan på slutförvaret. Scenarierna bör omfatta ett fall av direkt intrång i samband med borrhning i förvaret. Ett sådant scenario ingick i SR 97, som fick mycken kritik.

Riskutspädning: Riskutspädning handlar om händelser som har låg årlig sannolikhet att inträffa men som nästan säkert händer någon gång under en lång tidsperiod, och som kan få stora konsekvenser när de väl inträffar. Då blir den årliga risken om den beräknas på normalt sätt i säkerhetsanalysen (samma sannolikhet för händelsen under alla år) låg trots att det nästan säkert någon gång blir stora konsekvenser för enskilda individer. Hur man ser på, eller bör se på, riskutspädningen är till stor del en värderingsfråga. SSI uttrycker sig inte mer precist än att effekten ”bör beaktas vid värdering av total risk”. Här finns en värderingsfråga som behöver klargöras.

Hur dessa frågor har hanterats bör studeras i den granskning av SR-Can som både myndigheter och KASAM planerar, liksom av övriga intressenter.

SKI har föreskrivit:

9 § Utöver bestämmelserna i 4 kap. 1 § Statens kärnkraftinspektionens föreskrifter (SKIFS 2002:1) om säkerhet i vissa kärntekniska anläggningar gäller att säkerhetsanalyserna även skall omfatta förhållanden, händelser och processer vilka kan leda till spridning av radioaktiva ämnen efter förslutning och att sådana analyser skall göras innan slutförvaret uppförs, innan det tas i drift och innan det försluts.

10 § En säkerhetsanalys skall omfatta så lång tid som barriärfunktioner behövs, dock minst tio tusen år.

SKI anger i allmänna råd till föreskrifterna bl.a.:

Till 9 §

Ett slutförvars säkerhet efter förslutning analyseras främst genom att beräkna eventuell spridning av radioaktiva ämnen och hur de är fördelade i tiden för ett relevant urval av framtida möjliga händelseförlopp (scenarier). Syftet med säkerhetsanalysen är bl.a. att visa att riskerna från dessa scenarier är acceptabla i förhållande till de krav på skydd av människors hälsa och miljön som har utfärdats av Statens strålskyddsinstitut (SSIFS 1998:1). Säkerhetsanalysen bör också syfta till att ge en grundläggande förståelse av slutförvarets

funktion i olika tidsrymder och till att identifiera krav på funktion och konstruktion av slutförvarets olika delar.

.....

Med utgångspunkt från en analys av sannolikheten för att scenarier av olika slag skall inträffa i olika tidsrymder bör scenarier med signifikant inverkan på slutförvarets funktion indelas i olika kategorier:

- huvudscenario,
- mindre sannolika scenarier,
- övriga scenarier eller restsценarier.

.....

Brist på kunskap och andra osäkerheter i beräkningsförutsättningarna (antaganden, modeller, data) benämns i detta sammanhang *osäkerheter*. Dessa osäkerheter kan indelas i:

- scenarioosäkerhet: osäkerhet i yttre och inre betingelser med avseende på slag, grad och tidsföljd,
- systemosäkerhet: osäkerhet i fullständighet vid beskrivningen av det system av förhållanden, händelser och processer som används vid analysen av både enskilda barriärfunktioner och funktionen hos slutförvaret i sin helhet,
- modellösäkerhet: osäkerhet i de beräkningsmodeller som används i analysen,
- parameterosäkerhet: osäkerhet i de parametervärden (ingångsdata) som används vid beräkningarna,
- rumslik variation hos de parametrar som används för att beskriva bergets barriärfunktioner (främst vad gäller vattenströmning, mekaniska och kemiska förhållanden).

Till 10 §

Den tid som säkerheten behöver bibehållas och visas bör framgå som en utgångspunkt för säkerhetsanalysen. Ett sätt att diskutera och motivera en sådan tidsbedömning är att utgå från farligheten hos radioaktiva ämnen i naturliga förekomster. Hänsyn bör dock också kunna tas till svårigheterna att göra meningsfulla analyser för extremt långa tidsrymder, bortom en miljon år, på annat sätt än att redovisa hur farligheten hos de radioaktiva ämnena i slutförvaret avtar med tiden.

För ett slutförvar avsedda för långlivat avfall kan säkerhetsanalysen behöva omfatta scenarier som tar hänsyn till större förväntade klimatförändringar, främst i form av kommande nedisningar. Exempelvis bör man särskilt ta hänsyn till nästkommande

fullständiga glaciationscykel som för närvarande beräknas vara av storleksordningen 100 000 år.

För tider upp till 1 000 år efter förslutning ligger i enlighet med bestämmelserna i SSIFS 1998:1 dos och risk beräknade för dagens förhållanden i biosfären till grund för bedömningen av slutförvarets säkerhet och skyddsförmåga.

För längre tider kan bedömningen dessutom ske med dos som en av flera säkerhetsindikatorer. Detta bör beaktas både vid beräkningar och presentation av analysresultat. Exempel på sådana kompletterande säkerhetsindikatorer är de halter av radioaktiva ämnen från slutförvaret som kan byggas upp i mark och ytnära grundvatten eller det beräknade flödet av radioaktiva ämnen till biosfären.

SKI och SSI har inte exakt samma syn på tidsperioderna. SKI ställer krav på säkerhetsanalys för tidsperioderna 10 000 år och 100 000 år (en glaciationscykel). SKI:s föreskrifter är i hög grad inriktade på säkerhetsanalytisk metodik (scenarieval, modellverifiering, osäkerhetsanalys etc.). SKI:s föreskrifter är dock inte i konflikt med SSI:s föreskrifter. Det är dock uppenbart att det finns ett starkt överlapp och att en samverkan mellan SKI och SSI är nödvändig. Myndigheterna planerar därför att genomföra en gemensam granskning av SR-Can.

4.4 Slutsatser

Myndigheternas föreskrifter är i huvudsak ett bra och förståeligt regelverk (även i internationell jämförelse). Allmänna råd, myndigheternas granskningar av SKB:s säkerhetsanalyser samt internationella granskningar (s.k. peer reviews) av både SKB:s och SKI:s säkerhetsanalyser har varit pådrivande i utvecklingen av säkerhetsanalytisk metodik samt av myndigheternas föreskrifter.

Bedömningen av långtidssäkerheten (för 100 000 år eller mer) för ett slutförvar är ett komplicerat problem. Den säkerhetsanalytiska metodiken är och kommer alltid att behöva vara detaljerad och komplicerad. Denna avancerade metodik kan kompletteras med mindre komplicerade bedömningar men inte ersättas av dessa. Det kommer alltid att behövas en god kommunikation av hur grunddata definierats, hur säkerhetsanalysen har genomförts, vilka

osäkerheter som finns, hur myndigheternas krav har tillgodosetts, m.m.

5 Reflektioner och slutsatser

5.1 Säkerhetsanalysens element

Vem äger säkerhetsanalysen och dess olika delar? I kapitel 2 användes begreppet *ägande* för att särskilja industrins och myndigheternas roller i förhållande till säkerhetsanalysens olika element. Ägande ger rätt att förändra och använda ett element, men det medför också skyldigheter och ansvar för kvalitet, förändringar och användning. Situationen under säkerhetsanalysens utvecklingsskeden kan sägas karaktäriseras av samägande mellan SKI, SSI och SKB av beskrivnings- och beräkningsdelar. Detta har drivit på metodutveckling och kompetensuppbyggnad och gynnat det internationella samarbetet. Det är emellertid utomordentligt viktigt att detta samägande upphör i och med ansökan om slutförvaret så att rollfördelningen i granskningsprocessen blir klar och otvetydig. I ansökan ägs beskrivnings- och beräkningsdelarna uteslutande av SKB – med de rättigheter och skyldigheter som följer med ägandet. Detta innebär att SKB tar fullt och odelat ansvar för utformning, dokumentation, kvalitet och användning av den FEP-databas och de beräkningsmodeller, som utnyttjas i den säkerhetsanalys som utgör underlag för ansökan, oavsett hur och av vem dessa verktyg utvecklats under samägandeperioden.

Den normativa delen av säkerhetsanalysen ägs av samhället och förvaltas under utvecklingsskedet och under granskningsprocessen av SKI och SSI. Myndigheterna utfärdar föreskrifter och allmänna råd baserade dels på vetenskap och beprövad erfarenhet, dels på deras tolkning av de risker samhället anser sig kunna acceptera. Den normativa delen och den kompetens som myndigheterna byggt upp under utvecklingsskedet utgör den plattform från vilken granskningsarbetet görs. Uppdraget att förvalta den normativa delen ger SKI och SSI auktoritet att begära kompletteringar av

ansökan om det finns tveksamhet om normer och kriterier är uppfyllda. En komplettering kan innebära att SKB måste modifiera beskrivning eller beräkningsdel.

Scenarier byggs upp från komponenter ifrån den beskrivande delen, konsekvenserna beräknas med modeller från beräkningsdelen och kontrolleras mot den normativa delen för att avgöra om de är acceptabla. Det är inte meningsfullt att tala om "ägande" för scenarier, dessa utgör snarare den "allmänning" där argumenten skapas och diskussionen förs om slutförvarets risker.

KASAM har i en tidigare rapport om beslutsprocessen behandlat olika aktörers roller och pekat på behovet av att tydliggöra hur samordningen mellan beredningen av ärendena hos myndigheterna SKI och SSI, miljödomstolen och regeringskansliet ska ske¹. Svaret för granskningen av säkerhetsanalyserna ligger i huvudsak på myndigheterna. Men eftersom ärendet tillåtlighetsprövas enligt miljöbalken kan miljödomstolens roll behöva preciseras när det gäller säkerhetsanalysen. Hur avser miljödomstolen granska säkerhetsanalysen och hur kommer denna analys att användas i miljöbalksärendet? I vilken utsträckning delar expertmyndigheterna förvaltningen av den normativa delen med domstolen? Kan domstolen ha en annan värdering av de risker samhället anser sig kunna acceptera?

Efter granskning överlämnas ansökan för behandling och beslut till det politiska systemet, i detta fall bestående av berörda kommuner och Sveriges regering. I princip är dessa fria att modifiera den normativa delen. Det är knappast troligt att kommuner och regering förändrar den bedömning av vetenskap och beprövad erfarenhet som görs av expertmyndigheterna, däremot kan de göra andra tolkningar av risker som samhället kan acceptera.

5.2 Myndighetskraven

Att uppskatta risken från ett slutförvar är givetvis till stor del en fråga om vetenskap och teknik, men ytterst handlar det om värderingar och politiska beslut. Det kritiska skedet när det gäller hur värderingar medvetet eller omedvetet kommer in i analysen är i inledningskedet, när de frågor ställs som analysen ska ge svar på. Egentligen görs detta till stor del av säkerhets- och strålskydds-

¹ KASAM-rapport 2007:1, s. 60.

myndigheterna när de beslutar om kriterier och andra krav på slutförvaret, dvs. innan SKB gör sin säkerhetsanalys.

Kraftindustrin ansvarar genom SKB för att kärnkraftens avfall tas om hand på ett säkert sätt och myndigheterna ”sätter ribban” genom sina föreskrifter. Myndigheterna agerar här som uttolkare av de värderingar som råder i samhället. Detta är givetvis inte en unik företeelse för kärnavfallet. Hela samhällets normgivning genom lagar och förordningar ska ju vara grundad i medborgarnas etiska och moraliska värderingar. SKI och SSI får sina uppdrag från regeringen men ytterst har de också allmänheten som uppdragsgivare.

SSI:s kriterium om risk är utfärdad av en expertmyndighet och riktas till andra experter som ska ansöka om tillstånd för ett slutförvar, dvs. SKB. SKI och SSI är visserligen expertmyndigheter men deras föreskrifter och allmänna råd (som talar om hur föreskrifterna kan tolkas) måste harmonisera med de värderingar som finns i samhället. De måste också kunna förklaras och kommuniceras med allmänheten. Den praktiska tolkningen av SSI:s riskparagraf innehåller såväl värderingar som teknik och vetenskap. Om allmänhetens riskuppfattningar vilar just på grundläggande värderingar mer än känslor, vilket ny forskning indikerar, måste det finnas goda förutsättningar för en fruktbar dialog i samhället om hur begreppet risk ska användas för ett slutförvar.

Det förefaller som om SKI:s och SSI:s föreskrifter är avstämda mellan myndigheterna. SSI:s föreskrifter utgår dock från behovet av skydd för människa och miljö, medan SKI:s föreskrifter har en mer teknisk bakgrund som är inriktad på slutförvarets funktion och barriärernas förmåga att innesluta och fördröja transport av radioaktiva ämnen från förvaret. Detta innebär att det finns möjlighet både för överlapp och konflikt mellan myndigheternas krav. Det förefaller nödvändigt att myndigheterna samarbetar inte bara i framtagningen av föreskrifter och allmänna råd men också vad gäller granskningen av hur SKB tillämpar föreskrifterna, t.ex. i de säkerhetsrapporter som SKB tar fram.

Föreskrifter och allmänna råd för säkerhet och strålskydd för ett slutförvar för använt kärnbränsle är en mycket komplex fråga. Många typer av frågeställningar (vetenskap och teknik, hälsa och miljö, etik och juridik osv.) ska vägas samman och ges en form som gör att föreskrifterna och råden ger en kravbild som är tillräckligt stringent för verksamhetsutövare och myndigheter, och samtidigt förståelig för beslutsfattare, politiker, miljögrupper och allmänhet.

Detta är inte lätt. Myndigheterna har ansträngt sig bl.a. genom att ge ut förklarande skrifter och redovisa sin syn på seminarier. Trots det måste SKI och SSI mer än hittills anstränga sig för att förklara, t.ex. genom att publicera gemensamma pedagogiska beskrivningar av sina föreskrifter och allmänna råd, hur de avser att bedöma de säkerhetsanalyser som inlämnas av SKB för granskning. KASAM överväger att anordna en särskild utfrågning om myndigheternas föreskrifter och allmänna råd.

5.3 Säkerhetsanalysens roll enligt strålskyddslagen, kärntekniklagen och miljöbalken

Finns det konflikter vad gäller krav (lag, föreskrifter, allmänna råd) mellan Miljöbalk och Kärntekniklagen samt Strålskyddslagen?

Frågan har delvis tagits upp vid KASAM:s seminarium om beslutsprocessen i november 2006². En god samordning av beslutsprocessen kommer att behövas. En viss risk för ”konflikt” finns eftersom miljöbalken tar upp frågor om teknik (t.ex. BAT, ”alternativa utformningar”) och genom att miljöbalken omfattar även skydd mot joniserande strålning.

Säkerhetsanalysen är en komponent i platsvalet. I säkerhetsanalysen vägs en mängd platsspecifika faktorer in så att en helhetsbedömning av platsens lämplighet att hysa ett slutförvar uppnås.

Säkerhetsanalysen kan ge som resultat att flera platser uppfyller myndigheternas krav och ger möjlighet till en jämförelse av platserna (med vilken säkerhetsmarginal de uppfyller t.ex. SSI:s riskkriterium). Enligt författningskommentaren till miljöbalken (prop. 1997/98:45, Del 1, s. 220) ska man då välja den lämpligaste av dessa platser (och då även ta hänsyn till faktorer som ligger utanför själva säkerhetsanalysen). Kärntekniklagen ställer dock inget sådant krav; det är tillräckligt att den plats som väljs uppfyller ställda krav.

5.4 Kommunikation av säkerhetsanalysen

Det är vår uppfattning att säkerhetsanalysen ingår i det underlag som politikerna måste ta del av – och inte bara godta SKB:s säkerhetsanalys och SKI:s granskning av densamma som en helt objektiv del av beslutsunderlaget som inte kan ifrågasättas. Det blir

² Se KASAM-rapport 2007:1

därför nödvändigt att få även säkerhetsanalysen genomlyst på ett sätt som kan förstås av lekmän. KASAM påpekade t.ex. i sitt yttrande över Fud-program 2004, att det är nödvändigt att både SKB och myndigheterna förklarar och publicerar pedagogiska beskrivningar av de säkerhetsanalyser som genomförts och de modeller som analyserna är baserade på³.

Mot denna bakgrund är säkerhetsanalysens ställning i dag, inte minst efter att SR-Can har publicerats, något av en paradox. Å ena sidan är SR-Can en mycket tung teknisk rapport (och måste så vara), med ett stort antal tekniska underlagsrapporter som bara specialister kan sätta sig in i. Å andra sidan är säkerhetsanalysen det centrala underlaget för det politiska beslutet att eventuellt ge tillstånd för att slutförvaret ska byggas. Om inte medvetenheten om kärnavfallsfrågan höjs i de delar av samhället som finns utanför kretsen av experter kommer den politiska beslutsprocessen att bli känslig för olika inspel och fragmenteringar⁴.

Givetvis är det inte rimligt att begära att politiker i allmänhet eller andra lekmän ska kunna tränga in i FEP analys, grundvattenmodelleringar eller modeller för korrosion av kopparkapseln. Men det ska vara möjligt att diskutera vissa grundläggande antaganden om tidsaspekten, vad man kan (och inte kan) förutse för mycket långa tider, hur man ska se på olika scenarier för mänskligt intrång, hur man kan jämföra riskerna från ett slutförvar med andra risker, vad säkerhetsanalysen säger om jämförelser mellan platser, m.m.

En hållbar beslutsprocess förutsätter att SKB och myndigheterna kan kommunicera sådana frågor på ett sätt som inger förtroende. I själva verket handlar detta mycket om myndigheternas föreskrifter och allmänna råd, hur SKB väljer att tolka dem och om på vilka grunder myndigheterna kan godta SKB:s tolkning.

Det är viktigt att allt detta kommuniceras på bästa möjliga sätt med beslutsfattare och allmänhet. Målet med dialogen är att göra säkerhetsbedömningen *transparent*, vilket bl.a. innebär att göra både sakfrågor och värderingar synliga. Bra beslut förutsätter att båda delarna blir lika tydliga vilket ställer särskilda krav på beslutsprocessen. Om experterna ensamma sätter agendan glöms värderingsfrågorna lätt bort. Å andra sidan kan sakfrågorna komma i bakgrunden om beslutsprocessen domineras av värderingsfrågor. I

³ Kärnavfall – barriärerna, biosfären och samhället (s. 73, SOU 2005:47)

⁴ Med "fragmentering" menar vi att vissa avgränsade delar av hela frågan ställs i fokus till priset av helhetsbedömningen.

båda fallen riskerar man att beslutsunderlaget får en för snäv inramning.

I Sverige har vi en tradition med öppenhet i det offentliga livet och hos myndigheterna. Öppenhet är givetvis en nödvändig förutsättning för transparens men det är inte tillräckligt. Öppenhet måste innebära att alla rapporter och annan information görs tillgänglig för allmänhetens insyn över internet eller på annat sätt. Ofta blir emellertid informationsmängden för stor för att den enskilde medborgaren ska kunna få överblick och förståelse för vad som är särskilt viktigt. Verkligen transparens innebär något mer – aktiva insatser för att ge ökad möjlighet till insyn. KASAM söker med sitt genomlysningsprogram genomföra sådana insatser. Såväl SKB som SKI och SSI måste anstränga sig för att förklara de säkerhetsanalyser som genomförs. Det handlar då inte om förenklade analyser utan om pedagogiska beskrivningar av de komplicerade analyser som behövs. Det är nödvändigt att SKI och SSI ser sin roll att vara de experter som kommunerna och allmänheten kan förlita sig på i prövningsprocessen.

5.5 KASAM:s roll

På myndighetssidan har SKI och SSI ansvaret att utveckla och genomföra säkerhetsanalyser. KASAM:s roll i arbetet med säkerhetsanalysen har i första hand varit förmedlarens men också granskarens. SKB:s vart tredje år återkommande Fud-rapporter ger KASAM möjlighet att granska och lämna synpunkter på utvecklingen och genomförda analyser. Beskrivning och utvärdering av det säkerhetsanalytiska arbetet har varit ett viktigt och återkommande tema i KASAM:s Kunskapslägesrapport och visar på rollen som kritisk förmedlare av kunskap om säkerhetsanalysen. Denna fördjupningsrapport är ett exempel på denna del av KASAM:s verksamhet. Det nyligen startade genomlysningsprogrammet i KASAM:s regi ger möjlighet att fördjupa rollen som kritisk kunskapsförmedlare. Ett inslag i denna verksamhet är att klargöra säkerhetsanalysens roll i beslutsprocessen.

6 Referenser

- Allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna (SSI FS 1998:1) om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall (SSI FS 2005:5)
- Föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle och kärnavfall (SSI FS 1998:1)
- IAEA 1997. Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management. Kärnavfall – barriärerna, biosfären och samhället, KASAM:s yttrande över SKB:s Fud-program 2004, SOU 2005:47.
- Kärntekniklagen (SFS 1984:3)
- Miljöbalken (SFS 1998:808)
- Lagen (1977:140) om särskilt tillstånd att tillföra kärnreaktor kärnbränsle, m. m. (den s.k. villkorslagen)
- SKBF/KBS. 1977. Kärnbränslecykelns slutsteg- Förglasat avfall från upparbetning.
- SKBF/KBS. 1983. Kärnbränslecykelns slutsteg. KBS 3 - Använt kärnbränsle.
- SKB, 1992. SKB 91 – Final disposal of spent nuclear fuel. Importance of the bedrock for safety. SKB TR-92-20, Svensk Kärnbränslehantering AB
- SKB, 1996. SR 95 – Template for safety reports with descriptive example. SKB TR-96-05, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB, 1999. SR 97 – Deep repository for spent nuclear fuel. SR 97 – Post-closure safety. Main report – Vol. I, Vol. II and Summary, SKB TR-99-06, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB, 2004. Interim main report of the safety assessment SR-Can. SKB TR-04-11, Svensk Kärnbränslehantering AB.
- SKB, 2006. Long-term safety for KBS-3 repositories at Forsmark and Laxemar – a first evaluation. Main Report of the SR-Can project. SKB TR-06-09, Svensk Kärnbränslehantering AB.

- SKI, 1991, SKI Project-90 , SKI TR 91:23. Statens kärnkraftinspektion
- SKI, 1996. SKI Site 94. Deep Repository Performance Assessment Project. Volume I. Volume II. SKI 96:36. Statens kärnkraftinspektion.
- SKI/SSI, 2001. SKI's and SSI's Joint Review of SKB's Safety Assessment Report, SR 97, Summary, SKI Report 01:3, Swedish Nuclear Power Inspectorate; SSI Report 2001:02, Swedish Radiation Protection Authority.
- SKI/SSI, 2005. Granskning av SKB:s SR-Can interimrapport: SKI:s och SSI:s bedömning av SKB:s uppdaterade metoder för säkerhetsanalys, SKI Rapport 2005:06, SSI Rapport 2005:03, Statens kärnkraftinspektion, Statens strålskyddsinstitut, Stockholm, Mars 2005.
- SKI/SSI, 2005. Review of SKB's interim report of SR-Can: SKI's and SSI's evaluation of SKB's up-dated methodology for safety assessment, SKI Report 05:40, SSI report 2005:13, Swedish Nuclear Power Inspectorate, Swedish Radiation Protection Authority, Stockholm, July 2005.
- Statens kärnkraftinspektionens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet vid slutförvaring av kärnämne och kärnavfall (SKIFS 2002:1).
- Strålskyddslagen (SFS 1988:220)
- Villkorslagen (SFS 1977:140)

Statens råd för kärnavfallsfrågor (KASAM) har följande sammansättning:

Kristina Glimelius (ordf.), professor, genetik och växtförädling, SLU
Carl Reinhold Bråkenhielm (vice ordf.), professor, teologi, Uppsala universitet
Lena Andersson-Skog, professor, ekonomisk historia, Umeå universitet
Yvonne Brandberg, professor, beteendevetenskap, Karolinska Institutet
Willis Forsling, professor, kemi, Luleå tekniska universitet
Tuija Hilding-Rydevik, docent, mark o vattenresurser med inriktning på MKB, SLU
Gert Knutsson, professor emeritus, hydrogeologi, KTH
Inga-Britt Lindblad, professor, media och kommunikation, Umeå universitet
Sören Mattsson, professor, radiofysik, Lunds universitet
Jimmy Stigh, professor, geologi, Göteborgs universitet
Clas-Otto Wene, professor emeritus, energisystemteknik, CHT

Sakkunnig: **Hannu Hänninen**, professor, Tekn. högsk. Helsingfors, maskinteknik
Expert: **Torsten Carlsson**, f.d. kommunalråd
Kanslichef: **Björn Hedberg**
Sekreterare: **Eva Simic**
Bitr. sekr.: **Siv Milton**
Konsulter: **Kjell Andersson**, fil. dr. (genomlysningsprojektet)
Sören Norrby, fil. mag.
Olof Söderberg, fil. dr.

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

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

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

Denna rapport om säkerhetsanalys av slutförvaring av kärnavfall utgör alltså en av fördjupningsrapporterna. Syftet är att ge läsaren en förståelse för säkerhetsanalysens roll, utveckling och de utmaningar vi står inför.

Samtliga rapporter finns tillgängliga på www.kasam.org. De kan även beställas hos kasam@environment.ministry.se.